



ARTÍCULO
ORIGINAL

EFECTO DEL TERMOCICLADO Y DEL GRABADO ÁCIDO PREVIO EN LA RESISTENCIA ADHESIVA AL ESMALTE DE DISTINTOS ADHESIVOS AUTOGRABADORES

Baracco Cabañes, B., Fuentes Fuentes, M^a. V., Ceballos García, L. Efecto del termociclado y del grabado ácido previo en la resistencia adhesiva al esmalte de distintos adhesivos autograbadores. *Cient. Dent.* 2015; 12; 3: 49-56.



Baracco Cabañes, Bruno
Doctor en Odontología. Profesor del Experto en Odontología Estética. Universidad Rey Juan Carlos (Madrid).

Fuentes Fuentes, M^a Victoria
Doctora en Odontología. Profesora Contratado Doctor. Universidad Rey Juan Carlos (Madrid).

Ceballos García, Laura
Doctora en Odontología. Profesora Titular. Universidad Rey Juan Carlos (Madrid).

Indexada en / Indexed in:

- IME
- IBESCS
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

Correspondencia:

Dr. Bruno Baracco
Clínica Baracco - Odontólogos
C/ Hermosilla 117 2^oC
28009 Madrid
bruno@clinicabaracco.es
Tel.: 914 017 726

Fecha de recepción: 18 de marzo de 2016.
Fecha de aceptación para su publicación:
7 de abril de 2016.

RESUMEN

Introducción: Los adhesivos autograbadores se emplean cada vez más. Su acidez, que puede variar mucho, determina el grado de infiltración en los tejidos duros dentales y condiciona su capacidad adhesiva.

Objetivo: Determinar el efecto que el termociclado y el grabado previo con ácido ortofosfórico tienen sobre la resistencia adhesiva de distintos adhesivos autograbadores.

Método: Sobre el esmalte vestibular de incisivos bovinos se colocaron los siguientes adhesivos: 1) Filtek Silorane (FS), 2) Filtek Silorane con grabado ácido previo (AFS), 3) Adper Scotchbond 1XT (XT), 4) Adper Scotchbond SE (SE) y 5) Adper Scotchbond SE con grabado ácido previo (ASE). Todos ellos se aplicaron siguiendo las instrucciones del fabricante. Los dientes restaurados fueron almacenados en agua (24 h, 37 °C) o termociclados (5000 y 10000 ciclos) antes de ser seccionados y sometidos a la prueba de microtracción. Los tests ANOVA de dos vías y Student-Newman-Keuls fueron empleados en el análisis estadístico ($\alpha=0.05$).

Resultados: XT consiguió los ciclos de los valores más altos y FS los más bajos, tras los ciclos de envejecimiento artificial. Termociclar 10000x redujo significativamente la resistencia adhesiva de todos los sistemas. La resistencia adhesiva de AFS fue un 25,7% superior a la de FS, mientras que la de ASE fue un 3,8% mayor que la de SE.

Conclusiones: El material y el envejecimiento influyeron sobre la resistencia adhesiva. El sistema con el adhesivo autograbador ultrasuave, FS, obtuvo los valores más bajos tras todos los tratamientos de envejecimiento. Para FS el grabado previo resultó especialmente beneficioso.

EFFECT OF THERMOCYCLING AND ACID PRE-ETCH ON THE BOND STRENGTH TO ENAMEL OF SELF-ETCH ADHESIVES

ABSTRACT

Introduction: Self-etch adhesives are increasingly used. They are able to infiltrate hard dental tissues due to their acidity, which varies greatly between different adhesives, being a determinant factor in the bonding ability.

Objective: To determine the effect of thermocycling and prior phosphoric-acid etch on the micro-tensile bond strength to enamel of different self-etch adhesives.

Method: Enamel surfaces of bovine incisors were exposed and restored with five different adhesives: 1) Filtek Silorane (FS), 2) Filtek Silorane with acid pre-etch (AFS), 3) Adper Scotchbond 1XT (XT), 4) Adper Scotchbond SE (SE) and 5) Adper Scotchbond SE with acid pre-etch (ASE). All materials were applied following manufacturers' instructions. Composite build-ups were constructed and the bonded teeth were then stored in water (24 h, 37 °C) or thermocycled (5000 and 10000 cycles) before being sectioned and submitted to tensile bond strength test. Statistical analysis were performed with Two-way ANOVA and Student-Newman-Keuls tests ($\alpha=0.05$).

Results: XT achieved the highest scores cycles and FS the lowest ones after the aging treatments. Bond strength of all the materials was significantly reduced after thermocycling 10000x, although SE and ASE also decreased after 5000x. Tensile values of AFS were 25,7% higher than those of FS, while ASE scores were 3,8% higher than those of SE.

PALABRAS CLAVE

Adhesivos autograbadores; Grabado ácido; Esmalte; Termociclado; Resistencia adhesiva.

Conclusions: Both the material and the thermocycling influenced the tensile bond strength. The system including an ultramild self-etch adhesive obtained the lowest values after all the aging treatments. Acid pre-etch particularly improved the scores of FS.

KEY WORDS

Self-etch adhesives; Acid etching; Enamel; Thermocycling; Bond strength.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas adhesivos autograbadores son aquellos que no precisan de la aplicación previa de un ácido grabador, ya que contienen monómeros ácidos capaces de acondicionar e infiltrar el tejido dental, por lo que el riesgo de discrepancia entre ambas maniobras disminuye o desaparece¹. Este enfoque ha hecho que sean considerados más fáciles de usar, además de tener una aplicación más rápida, por lo que su uso ha aumentado mucho en los últimos años².

Los sistemas autograbadores pueden ser, según el número de pasos que requiere su aplicación, de dos o de un solo paso. Los de dos pasos exigen la aplicación de un primer autograbador y, posteriormente, la resina adhesiva. Los sistemas de un solo paso, también conocidos como "todo en uno" (en literatura aglosajona "all in one"), son productos que graban, acondicionan y se adhieren al tejido simultáneamente¹.

El principio por el cual los adhesivos autograbadores consiguen adherirse al esmalte y a la dentina depende fundamentalmente de su pH y de su capacidad de interacción química con los mismos^{2,3}. Para clasificar esta heterogénea familia de adhesivos se emplea, de hecho, la acidez, de la cual depende la interacción que alcanzan con los tejidos duros dentarios. Así, se dividen en: ultrasuaves (pH>2.5), suaves (pH≈2), fuertes intermedios (1<pH<2) y fuertes (pH≤1)³.

Los sistemas más ácidos basan su funcionamiento en la hibridación de los tejidos duros, al establecer una traba micromecánica, de forma similar a los adhesivos de grabado ácido pero mucho menos extensa que la lograda por éstos^{1,4}. Los adhesivos autograbadores suaves, por el contrario, fundamentan su mecanismo en el establecimiento de una unión química con los tejidos duros, lo que, en caso de permanecer estable en el tiempo, beneficia la calidad y, sobre todo, la longevidad de la adhesión^{4,5}.

Los estudios *in vitro* reportan que los autograbadores fuertes presentan un aceptable comportamiento cuando se adhieren al esmalte². Los adhesivos autograbadores suaves, por su parte, a pesar de mostrar en ocasiones una prometedora unión a la dentina debido a su leve desmineralización y a la consiguiente interacción con la hidroxiapatita remanente, exhiben una mediocre capacidad adhesiva cuando han de unirse al esmalte^{6,7}. Esto puede resultar contradictorio después de constatar que el mantenimiento de hidroxiapatita en la interfase

predispone el establecimiento de una potente unión a la dentina, ya que el esmalte contiene mucha más hidroxiapatita. Y precisamente esta parece ser la causa, ya que resulta necesario obtener, mediante el agente grabador que sea, cierto grado de traba micromecánica en el esmalte para proporcionar una interfase resistente⁸⁻¹¹.

Todos los sistemas adhesivos son susceptibles de sufrir degradación hidrolítica en mayor o menor medida, pero, dado que la degradación de la resina está ligada a su facilidad para absorber agua, la hidrofilia de los adhesivos modula su predisposición a sufrir este desagradable fenómeno^{12,13}. Por esta razón, los adhesivos simplificados, que combinan monómeros hidrofílicos e hidrófobos pueden dar lugar a interfases carentes de una adecuada capa de resina hidrófoba, aislada y libre de solventes, lo que les hace más susceptibles a la degradación hidrolítica¹⁴. El mayor ejemplo de degradación hidrolítica lo representan los adhesivos autograbadores de un solo paso, muy ricos en monómeros altamente hidrofílicos¹⁵, lo que les lleva a comportarse como membranas semipermeables, incluso después de su polimerización¹⁶.

El grabado con ácido ortofosfórico de forma previa a la aplicación de adhesivos autograbadores, sobre todo los suaves, es una técnica recomendable para mejorar su unión al esmalte, dado que reduce la aparición de defectos marginales tanto en estudios *in vitro*⁸ como clínicos¹⁰⁻¹¹. Es más, se ha constatado un aumento de la capacidad adhesiva de diversos sistemas autograbadores cuando se incorporaba este paso extra^{7,17,18}, aunque muy pocos estudios incluyen adhesivos de grabado ácido como material control. Además, la diversidad tan considerable entre los distintos adhesivos autograbadores podría conllevar que el grabado previo tuviera un efecto diferente según la naturaleza y acidez del adhesivo en cuestión².

Los objetivos de este estudio *in vitro* fueron determinar 1) la resistencia adhesiva a la microtracción al esmalte de distintos sistemas adhesivos (dos autograbadores con distinta acidez y, el tercero, un adhesivo de grabado ácido total) después de tres tratamientos de envejecimiento artificial de la interfase y 2) el efecto del grabado previo con ácido ortofosfórico en la resistencia adhesiva de los sistemas analizados.

TABLA 1. SISTEMAS ADHESIVOS EVALUADOS. INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE.)

Adhesivos	Composición	Instrucciones de uso	Tipo	pH
Filtek Silorane Sistema Adhesivo	Primer autograbadador: metacrilatos inyección de aire. Fotopolimerizar 10". fosforilados, co-polímero Vitrebond™, Bis-GMA, HEMA, agua, etanol. Relleno: sílice tratado con silano, iniciadores, estabilizantes.	Primer autograbadador: Agitar. Aplicar durante 15" en la cavidad. Dispersar con inyección de aire. Fotopolimerizar 10".	Autograbadador de dos pasos	2,7 (ultra suave)
	Adhesivo: dimetacrilato hidrófobo, metacrilatos fosforilados, TEGDMA. Relleno (igual al del primer).	Adhesivo: Agitar. Aplicar en la cavidad y distribuir uniformemente con aire. Fotopolimerizar 10".		
Adper Scotchbond 1XT	HEMA, Bis-GMA, dimetacrilatos, copolímero metacrilato funcional a base de ácido poliacrílico y poliitacónico, agua y etanol. Nanorrelleno y fotoiniciador.	Grabado ácido: Aplicar ácido ortofosfórico al 35% (Scotchbond Etchant, 3M ESPE) durante 15" y lavar durante 10". Eliminar exceso de humedad sin desecar	Grabado ácido total de dos pasos	4,7
		Adhesivo: Aplicar dos capas sucesivas durante 15". Secar delicadamente con aire (2-5") para evaporar el solvente. Fotopolimerizar 10".		
Adper Scotchbond SE	Líquido A (primer): agua, HEMA, surfactante, colorante rosa.	Líquido A (primer): Aplicar en la cavidad hasta que ésta se tiña enteramente de rosa.	Autograbadador de dos pasos	1 (fuerte)
	Líquido B (adhesivo): UDMA, TEGDMA, TMPTMA, HEMA, MHP. Nanorrelleno de zirconia, fotoiniciador.	Líquido B (adhesivo): Aplicar activamente durante 20". A medida que se aplica el color rosa del Líquido A irá desapareciendo, lo que indica la activación de la parte ácida del adhesivo y el inicio del proceso de autograbadador. Secar con aire 10". Aplicar una segunda capa de adhesivo seguido por una corriente de aire suave. Fotopolimerizar 10".		

Análisis estadístico

Todos los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con el programa IBM SPSS 19 (IBM Corporation, Armonk, Nueva York, EE.UU.) para Windows. El nivel de significación aceptado en todos los casos fue de 0,05. Primero se realizó una estadística descriptiva utilizando como medida de tendencia central la media aritmética, y como medida de dispersión la desviación estándar. Para evaluar si las variables independientes (sistema adhesivo utilizado y tratamiento de envejecimiento) influían sobre la variable cuantitativa dependiente objeto del estudio (resistencia adhesiva al esmalte) se aplicó un test de ANOVA de dos vías. Las comparaciones posteriores se realizaron con el test de Student-Newman-Keuls.

RESULTADOS

El análisis estadístico determinó que la resistencia adhesiva al esmalte estaba influida por el sistema adhesivo utilizado y

el tratamiento de envejecimiento aplicado. La interacción entre ambos factores también fue significativa. Las medias y desviaciones estándar correspondientes a la prueba de resistencia adhesiva a la microtracción de los sistemas evaluados se detallan en la Tabla 2.

Influencia del adhesivo para cada tratamiento de envejecimiento

Los resultados obtenidos se reflejan en la Figura 1. Con la aplicación del test de ANOVA de una vía se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios de microtracción alcanzados por los distintos sistemas adhesivos tras cada uno de los tratamientos de envejecimiento, por lo que la consiguiente comparación se llevó a cabo con la aplicación del test de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$).

- 24 h: Los valores más altos de resistencia adhesiva los consiguió XT. El segundo grupo estadístico englobó tres sistemas

Y es que la reducida capacidad desmineralizadora de la mayoría de los adhesivos autograbadores queda especialmente al descubierto cuando han de adherirse al esmalte, el sustrato dental con mayor contenido inorgánico. Sus monómeros ácidos se limitan a actuar sobre el esmalte más superficial, consiguiendo sólo un grabado leve, uniforme y plano^{7,25}. Por esta razón, desde hace cierto tiempo, algunos autores están promulgando la conveniencia de realizar un grabado selectivo con ácido ortofosfórico, es decir, limitado al esmalte, de manera previa a la aplicación del adhesivo autograbador⁸⁻¹¹.

En 2009, Erickson y cols.²⁵ analizaron el efecto que el grabado ácido previo tenía en los valores de resistencia de varios adhesivos autograbadores, entre ellos Clearfil SE (Kuraray) y Adper Prompt L-Pop (3M ESPE). Tal y como se expone a continuación, estos dos adhesivos pueden ser relativamente comparables a los dos sistemas autograbadores de nuestro estudio: FS y SE.

Por un lado, Clearfil SE y FS tienen en común que son sistemas autograbadores de dos pasos considerados suaves, dado su pH, de 2 y 2,7 respectivamente. Ambos basan su capacidad adhesiva en la interacción química que establecen con los tejidos duros dentales (mediante el monómero MDP en el caso de Clearfil SE y por medio del co-polímero del ácido polialquenoico en el de FS). Hasta ahora, no han sido comparados entre sí en lo que a capacidad adhesiva al esmalte se refiere, pero sí sobre la dentina, donde el Clearfil SE es considerado el patrón oro, revelándose un resultado similar entre ambos²⁶.

Por el otro lado, SE es un adhesivo de dos pasos que presenta, sin embargo, un funcionamiento muy similar a los de un paso, ya que sus monómeros ácidos no se encuentran en su primer, sino en el adhesivo propiamente dicho, y son sólo activados cuando ambos líquidos se mezclan en la cavidad. Esto permite que pueda ser asimilable a Adper Prompt L-Pop, autograbador de un paso que, a diferencia de los adhesivos de este grupo, mantiene sus distintos componentes convenientemente separados gracias a su forma de presentación característica (de mini-piruleta), siendo mezclados y activados justo antes de su aplicación. Ambos sistemas adhesivos basan su funcionamiento en su elevada acidez (tienen un pH de 1 y 0,9, respectivamente), que les confiere la capacidad de grabar el esmalte de la forma más similar posible a la que lo hace el ácido ortofosfórico²⁷.

Erickson y cols.²⁵ detectaron que el grabado ácido previo mejoraba el resultado de Clearfil SE y Adper Prompt L-Pop en un 41 y 27% respectivamente. A pesar del mayor incremento en el caso del adhesivo autograbador suave, los valores de adhesión de ambos resultaron estadísticamente similares a los del adhesivo de grabado ácido (material control) después de 24 h de almacenamiento en agua (único tratamiento de envejecimiento aplicado). Este hecho, sin embargo, no tuvo lugar

en nuestro estudio, ya que, a pesar de que los resultados mostrados por los sistemas autograbadores con grabado ácido previo fueron más altos que los obtenidos tras su aplicación recomendada, en ningún momento fueron estadísticamente equiparables a aquellos de Adper Scotchbond 1 XT.

Los valores de microtracción obtenidos con AFS fueron significativamente mejores que los de FS, al registrar unos aumentos del 28,5, 22,3 y 26,4% (correspondientes a los tres tratamientos de envejecimiento: 24 h, 5000 y 10000 termociclos).

Sin embargo, el beneficio del grabado ácido previo fue mucho más discreto en el caso de SE, ya que los especímenes en los que se aplicó el ácido mostraron un incremento del 10% en sus valores de microtracción después de los 10000 termociclos y tan sólo del 1,3 y 0,3% tras las 24 h y 5000 termociclos respectivamente. De hecho, este irregular aumento en los valores de microtracción de los sistemas autograbadores tuvo también una repercusión muy dispar en la distribución del tipo de fallo acontecido en sus especímenes. En el caso de FS, la aplicación previa de ácido incrementó una media de 25% la suma de fallos no adhesivos. En cambio, en el caso de SE, se produjo la tendencia inversa, puesto que hubo un 6% más de fallos de estas características cuando no se aplicó el ácido ortofosfórico (Tabla 2).

Esta diferencia tan marcada en la influencia que el grabado previo con ácido tiene sobre el resultado de los adhesivos autograbadores responde a la propia naturaleza y pH de cada uno de ellos. Mientras FS demuestra una clara incapacidad desmineralizadora por su baja acidez y se beneficia de las microporosidades creadas por el grabado ácido, SE, con su bajo pH, sería capaz de desdibujar el patrón creado por el ácido.

Dejando a un lado el efecto del grabado ácido previo para analizar los resultados obtenidos a partir de la aplicación recomendada de los adhesivos autograbadores, es necesario destacar que SE consiguió valores de resistencia adhesiva estadísticamente más altos que los de FS después de todos los tratamientos de envejecimiento aplicados, lo que coincide con un estudio previo²⁸. Esto corrobora, una vez más, la importancia que la acidez de los sistemas adhesivos y la traba micromecánica surgida a partir de un competente grabado de la superficie del esmalte poseen en la calidad adhesiva^{2,6,27,29}.

CONCLUSIONES

El adhesivo de grabado ácido total consiguió los valores más altos y FS, el autograbador ultrasuave, los más bajos, después de todos los tratamientos de envejecimiento. El termociclado de 10000x redujo significativamente los valores de todos los sistemas adhesivos. La aplicación de ácido ortofosfórico resultó especialmente beneficiosa para FS, ya que sus valores fueron superiores a los obtenidos con su aplicación recomendada después de todos los tratamientos de envejecimiento.



BIBLIOGRAFÍA

1. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28(3): 215-235.
2. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011; 27(1): 17-28.
3. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD, Filho LE. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *J Dent* 2006; 34(10): 775-783.
4. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83(6): 454-458.
5. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellems L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces *J Dent Res* 2000; 79(2): 709-714.
6. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater* 2001; 17(5): 430-444.
7. Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munck J, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *J Dent* 2006; 34(1): 77-85.
8. Lührs AK, Guhr S, Schilke R, Borchers L, Geurtsen W, Günay H. Shear bond strength of self-etch adhesives to enamel with additional phosphoric acid etching. *Oper Dent* 2008; 33(2): 155-162.
9. Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater* 2009; 25(11): 1459-1467.
10. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater* 2010; 26(12): 1176-1184.
11. Ermis RB, Temel UB, Cellik EU, Kam O. Clinical performance of a two-step self-etch adhesive with additional enamel etching in Class III cavities. *Oper Dent* 2010; 35(2): 147-155.
12. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005; 84(2): 118-132.
13. 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(6): 3757-3785.
14. Tay FR, Pashley DH. Dental adhesives of the future. *J Adhes Dent* 2002; 4(2): 91-103.
15. Yiu CK, King NM, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Carrilho MR, et al. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. *Biomaterials* 2004; 25(26): 5789-5796.
16. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 2002; 30(7-8): 371-382.
17. Miguez PA, Castro PS, Nunes MF, Walter R, Pereira PN Effect of acid-etching on the enamel bond of two self-etching systems. *J Adhes Dent* 2003; 5(2): 107-112.
18. Watanabe T, Tsubota K, Takamisawa T, Durokawa H, Rikuta A, Ando S, et al. Effect of prior acid etching on bonding durability of single-step adhesives. *Oper Dent* 2008;33:426-33.
19. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent* 2005; 30(1): 39-49.
20. Loguercio AD, Moura SK, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Patzlaff RT, Grande RH, Reis A Durability of enamel bonding using two-step self-etch systems on ground and unground enamel. *Oper Dent* 2008; 33(1): 79-88.
21. De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, Lambrechts P, Vanherle G Microtensile bond strengths of one- and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent* 2003; 16(6): 414-420.
22. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van Meerbeek B Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent* 2003; 16(5): 329-334.
23. Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PE, Ferrari M Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. *J Adhes Dent* 2004; 6(4): 313-318.
24. Yazici AR, Celik C, Oztugunaltay G, Dayanç B Bond strength of different adhesive systems to dental hard tissues. *Oper Dent* 2007; 32(2): 166-172.
25. Erickson RL, Barkmeier WW, Kimmes NS Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel. *Dent Mater* 2009; 25(10): 1187-1194.
26. Mine A, De Munck J, Cardoso MV, Van Landuyt KL, Poitevin A, Kuboki T, Yoshida Y, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B Bonding effectiveness of two contemporary self-etch adhesives to enamel and dentin. *J Dent* 2009; 37(11): 872-883.
27. Perdigão J, Lopes MM, Gomes G In vitro bonding performance of self-etch adhesives: II-ultramorphological evaluation. *Oper Dent* 2008; 33(5): 534-549.
28. Boushell LW, Getz G, Swift EJ Jr, Walter R Bond strengths of a silorane composite to various substrates. *Am J Dent* 2011; 24(2): 93-96.
29. Grégoire G, Ahmed Y Evaluation of the enamel etching capacity of six contemporary self-etching adhesives. *J Dent* 2007; 35(5): 388-397.