

Trabajo de investigación

COMPARACIÓN DEL ESPESOR DE PELÍCULA DE DOS SISTEMAS ADHESIVOS OBSERVADOS EN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO. COMPARISON OF FILM THICKNESS OF TWO ADHESIVE SYSTEMS OBSERVED IN SCANNING ELECTRON MICROSCOPE.

Ureta N.,¹ Silva C.¹

I. Estudiantes escuela de Odontología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile.
Autor responsable: Nicolás Ureta Paiva. Email: ureta.cvx@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Comparar el espesor de película de un sistema adhesivo con grabado total versus uno con autograbante, en los ángulos internos y piso de la cavidad post restauración con resina compuesta.

Material y Método: Se utilizaron 20 primeros premolares superiores, formándose 2 grupos de 10 dientes, para realizar una preparación cavitaria estandarizada. El grupo 1 (n=10) fue tratado con el sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 usando la técnica de grabado ácido total. El grupo 2 (n=10) fue tratado con Single Bond Universal® ocupando la técnica de autograbado. Los dientes fueron incluidos en bloques de resina acrílica y luego cortados con la máquina Buehler Isomet. Cada corte de diente obtenido, fue revisado en microscopio óptico. Cuatro de éstos, fueron analizados en microscopio electrónico de barrido ZEISS (LEO 420) y en este se midió el espesor de película formado en ángulo interno y piso de cavidad.

Resultados: El grupo 1 (grabado total) presentó un promedio de espesor de película de 5.60 µm en piso de cavidad y 27.66 µm en ángulo interno. En el grupo 2 (autograbado) se obtuvo un promedio de 1.59 µm en piso de cavidad y 18.66 µm en ángulo interno.

Conclusión: Existe diferencia en el grosor de película de los sistemas adhesivos evaluados, especialmente en los ángulos internos posteriores de una cavidad, los que son propensos a formar mayor espesor. Lo anterior, podría tener repercusiones en la longevidad de la restauración, por lo que se necesita más investigación al respecto.

Palabras clave: Recubrimientos Dentinarios, Recubrimiento Dental Adhesivo, Grabado Ácido Dental, Resinas Compuestas

ABSTRACT

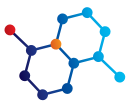
Objective: To compare the film thickness of an adhesive system with etch-and-rinse technique versus one with self-etch in the internal angles and the floor of the cavity after being sealed with composite.

Material and method: 20 first superior premolars were used, forming 2 groups of 10 teeth to which a standardized cavity was performed. Group one (n=10) 10 was treated with Adper™ Single Bond 2 total etching system. Group two (n=10) was treated with Single Bond Universal® self-etching technique. The teeth were included in acrylic resin and then cut using a Buehler Isomet low speed saw. Each sample was reviewed in the optical microscope and 4 of these samples were selected to be analyzed in the scanning electron microscope ZEISS (LEO 420), the film thickness was measured in internal angles and cavity floor.

Results: Differences in the film thickness of both adhesive systems. In group 1 the average film thickness was 5.60 µm in cavity floor and 27.66 µm in internal angle. In group 2 the average film thickness was 1.59 µm in cavity floor and 18.66 µm in internal angle.

Conclusion: There is a difference in the film thickness of the evaluated adhesive systems, specially in the rear internal angles of a cavity, which are more likely to form a greater thickness. This may have aftermaths in the longevity of the restoration, for which more investigation is needed.

Key words: Dentin-Bonding Agents, Dental Bonding, Dental Acid Etching, Composite Resins



INTRODUCCIÓN

Los sistemas adhesivos son un grupo de biomateriales de los cuales depende la mayoría de los procedimientos relacionados con las restauraciones adhesivas estéticas, por lo tanto es uno de los puntos críticos dentro de los protocolos clínicos^{1,2}.

La mayoría de los fabricantes no presentan información clara sobre la aplicación de los sistemas adhesivos, especialmente en la técnica y dispositivos para remover excesos, y algunos fabricantes sólo recomiendan la aplicación de un chorro de aire suave³.

Sin embargo, el efecto de las técnicas en la formación de un mayor espesor de adhesivo sigue siendo poco clara. Así mismo una capa de espesor excesiva puede ser perjudicial para la resistencia de la adhesión y conducir a la tinción y la sensibilidad postoperatoria⁴.

Como concluye D'Arcangelo y Col. el espesor de película es variable dependiendo del sistema adhesivo seleccionado y el número de capas utilizado⁵.

Hoy en día uno de los sistemas adhesivos ocupados es el Adper™ Single Bond 2, el cual es un agente adhesivo dental de grabado total. Según datos aportados por el fabricante 3M el espesor de película logrado por investigaciones independientes fue de $6.40 \pm (2.80) \mu\text{m}$ en esmalte y $4.22 \pm (1.25) \mu\text{m}$ en dentina ocupando dos capas de sistema adhesivo.

Por otra parte tenemos el nuevo sistema Single Bond Universal® de la misma marca 3M el cual tiene una innovadora presentación comercial de una sola botella que permite al clínico tener la libertad de seleccionar entre tres técnicas de adhesión –grabado total, auto-grabado o grabado selectivo. Este sistema adhesivo presenta un gran abanico de indicaciones, dentro de las cuales destacan los procesos de adhesión de materiales de resina compuesta tanto a esmalte y dentina como también a cerámicas y metales⁶.

El objetivo de este estudio es comparar el espesor de película de dos sistemas adhesivos, Adper™ Single Bond 2 y Single Bond Universal®, en los ángulos internos y piso de la cavidad clase I de Black después de ser obturada con resina compuesta ocupando el protocolo del fabricante, a través de la observación en microscopio electrónico de barrido (MEB).



Imagen N1.- Cavidad estandarizada con sonda periodontal Carolina del Norte (Hu-Friedy)



Imagen N2.- Adper™ Single Bond 2 **Imagen N3.-** Single Bond Universal®



Imagen N4.- Recortadora Buehler Isomet



MATERIALES Y MÉTODOS

No existen tratamientos válidos de manera uniforme para los estudios tipo experimental *in vitro* (Diagrama de flujo 1). Se prepararon 20 primeros premolares superiores sanos. Almacenados en suero fisiológico en un recipiente debidamente rotulado y cerrado. Se preparó una cavidad clase I de Black en cada premolar ocupando una fresa troncocónica extremo plano de 0.18 mm en una turbina NSK Pana-Max Plus. El tamaño de las cavidades fue de 3 mm mesiodistal, 2 mm vestibulopalatino y 2 mm de profundidad estandarizado con una sonda periodontal milimetrada Carolina del Norte (hu-friedy) (Figura 1). De forma aleatoria se separaron los 20 dientes en dos grupos:

Grupo 1 (n=10) fue tratado con el adhesivo Adper™ Single Bond 2 (Figura 2), el cual es un agente adhesivo dental de grabado total, activado por luz visible que incorpora un relleno de sílica de 5 nm de diámetro que representa un 10 por ciento de su peso.

El procedimiento que se llevó a cabo para aplicar el Adhesivo Adper™ Single Bond 2 es el protocolo dado por el fabricante de 3M.

Grabado: Se aplicó el ácido ortofosfórico 35% 3M ESPE Scotch-bond™ por 15 segundos en esmalte y 10 segundos en dentina. Luego se absorbió el exceso de agua con un trocito de algodón.

Adhesivo: Inmediatamente después de absorber el exceso de humedad, se aplicaron dos capas consecutivas de sistema adhesivo a la dentina y esmalte previamente grabados, frotando suavemente durante 15 segundos el aplicador completamente saturado contra las superficies dentales. La segunda capa se volatilizó aplicando un chorro de aire suave durante 5 segundos. Luego la capa de adhesivo se fotopolimerizó por 10 segundos.

Obturación: Posteriormente se aplicó resina 3M Espe Filtek™ XT hasta obturar por completo la cavidad, en forma incremental.

Grupo 2 (n=10) fue tratado con Single Bond Universal® (Figura 3) un adhesivo que sigue la línea del sistema Adper Single Bond 2 pero con pequeñas variaciones en su composición, como es el agregado

de un monómero ácido a base de difosfato (MDP) y la presencia de un agente acondicionador e imprimador a base de silano. Se ocupó este sistema adhesivo con la técnica adhesiva de autograbado en base al protocolo dado por el fabricante de 3M.

Se aplicó el Single Bond Universal en las superficies de esmalte y dentina sin grabar; se frotó por 20 segundos, secó por 5 segundos y fotopolimerizó por 10 segundos.

Los premolares fueron incluidos en moldes de goma y se vertió resina acrílica incolora (Veracril) hasta cubrir por completo el diente. Estos bloques fueron colocados en la recortadora Buehler Isomet Low speed Saw (Figura 4) y se realizaron cortes seriados en sentido sagital con un grosor de 2mm. Los cortes fueron acondicionados con ácido ortofosfórico 37% por 15 segundos y lavados durante 30

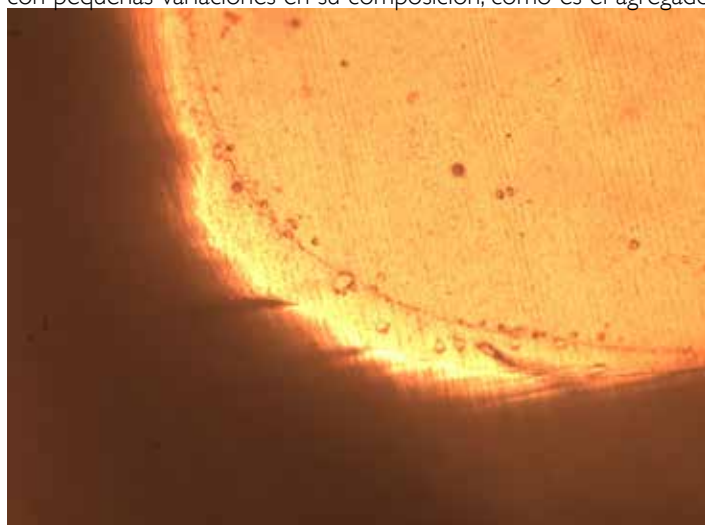
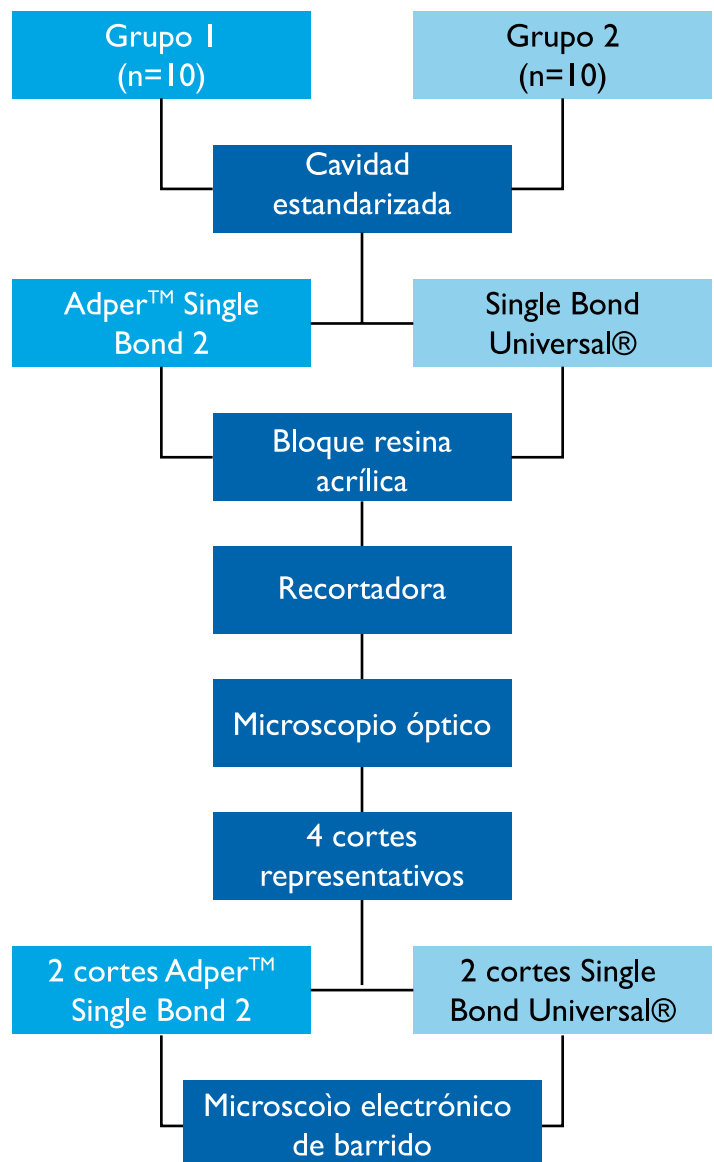
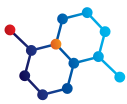


Imagen N5.- Ángulo interno a microscopía óptica 10x

Diagrama NI.- Material y método



segundos para retirar impurezas y así evitar la obstrucción de éstas al momento de ser analizadas. Se observaron al microscopio óptico Olympus CX41 para escoger la(s) muestra(s) más representativa(s) de cada diente según criterios de conformación de la cavidad, terminación y forma del ángulo interno y uniformidad del sistema adhesivo (Figura 5). Bajo estos parámetros se seleccionaron dos muestras del sistema adhesivo Single Bond Universal® y dos del Adper™ Single Bond 2 para ser analizadas en el microscopio electrónico de barrido ZEISS LEO 420. Las cuatro muestras fueron deshidratadas con alcohol al 70%, mientras que el tratamiento y fijación de las muestras fue realizado por un académico encargado del microscopio.

RESULTADOS

Microfotografías representativas tomadas del MEB a distintos aumentos, ilustraron el grosor del sistema adhesivo en dentina, tanto en los ángulos internos como del piso de cavidad de ambos sistemas adhesivos. Las preparaciones cavitarias con el sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 (técnica grabado total) (Figuras 6 y 8) presentó valores de espesor de película considerablemente mayores que con el sistema Single Bond Universal® (técnica autograbado) (Figuras 7 y 9), tanto en ángulo interno como piso de cavidad (ver Tabla I). El espesor de película formado en los ángulos internos es mayor que en el piso de cavidad en ambos sistemas adhesivos.

Por otra parte el espesor de película formado por el Adper™ Single Bond 2 fue ligeramente superior a los datos entregados por el fabricante $4.22 \pm (1.25) \mu\text{m}$ (ver Figuras 6 y 8).

Se realizó el promedio de los datos obtenidos de los distintos espesores de película de ambos sistemas adhesivos tanto en el piso de cavidad como en los ángulos internos, los cuales se incluyen en el gráfico 1.

SISTEMA ADHESIVO	ADPER™ SINGLE BOND 2	SINGLE BOND UNIVERSAL®
Piso Cavidad	4.74 μm	941.84Nm
	5.39 μm	1.15 μm
	5.72 μm	1.64 μm
	6.56 μm	2.65 μm
Promedio	5.60μm	1.59μm
Ángulo interno	22.65 μm	16.08 μm
	32.67 μm	21.24 μm
Promedio	27.66μm	18.66μm

Tabla I: Resultados grosor de película de dos sistemas adhesivos tanto en piso de cavidad como en ángulos internos.

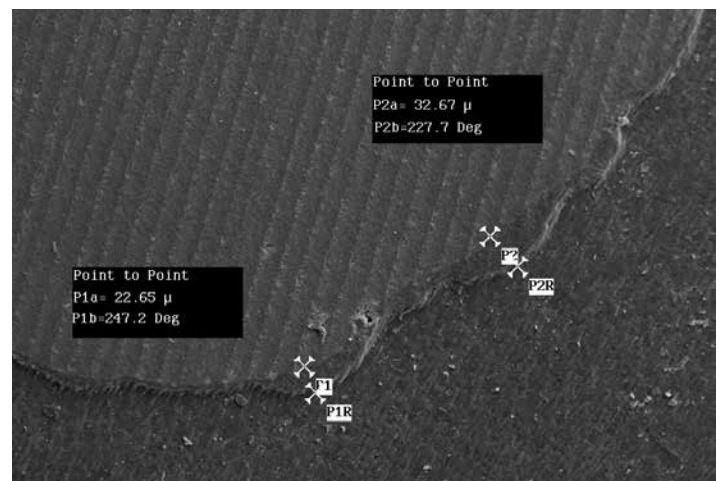
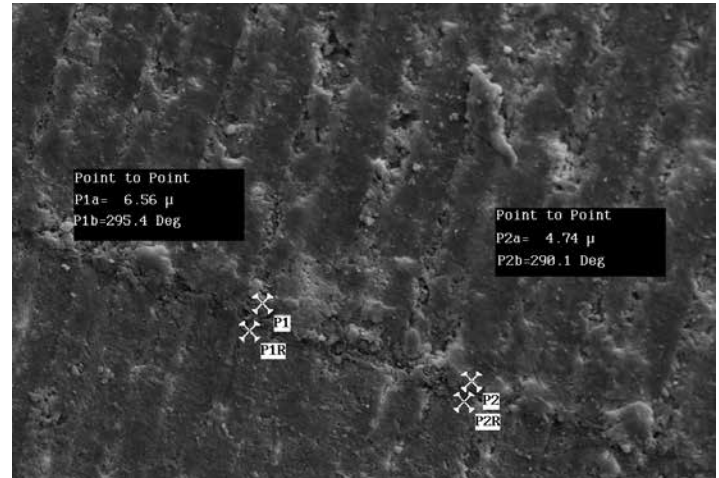


Imagen N6.- Piso de cavidad con sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 en el cual se indica su grosor desde P1 a P1R= 6,56 μm y desde P2 a P2R= 4.74 μm .Aumento de 3000X.

Imagen N7.- Piso de cavidad con sistema adhesivo Single Bond Universal® en el cual se indica su grosor desde P1 a P1R= 941.84 Nm.Aumento de 24.410X

Imagen N8.- Ángulo interno de cavidad con sistema adhesivo Adper™ Single Bond 2 en el cual se indica su grosor desde P1 a P1R= 22.65 μm y desde P2 a P2R= 32.67 μm .Aumento de 501X.

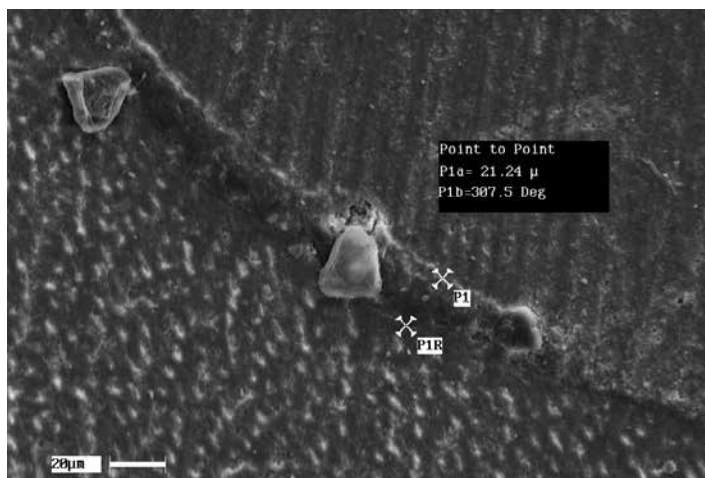


Imagen N9.- Ángulo interno de cavidad con sistema adhesivo Single Bond Universal® en el cual se indica su grosor en imagen derecha desde P1 a PIR= 21.24 μm. Aumento de 29400X.

DISCUSIÓN

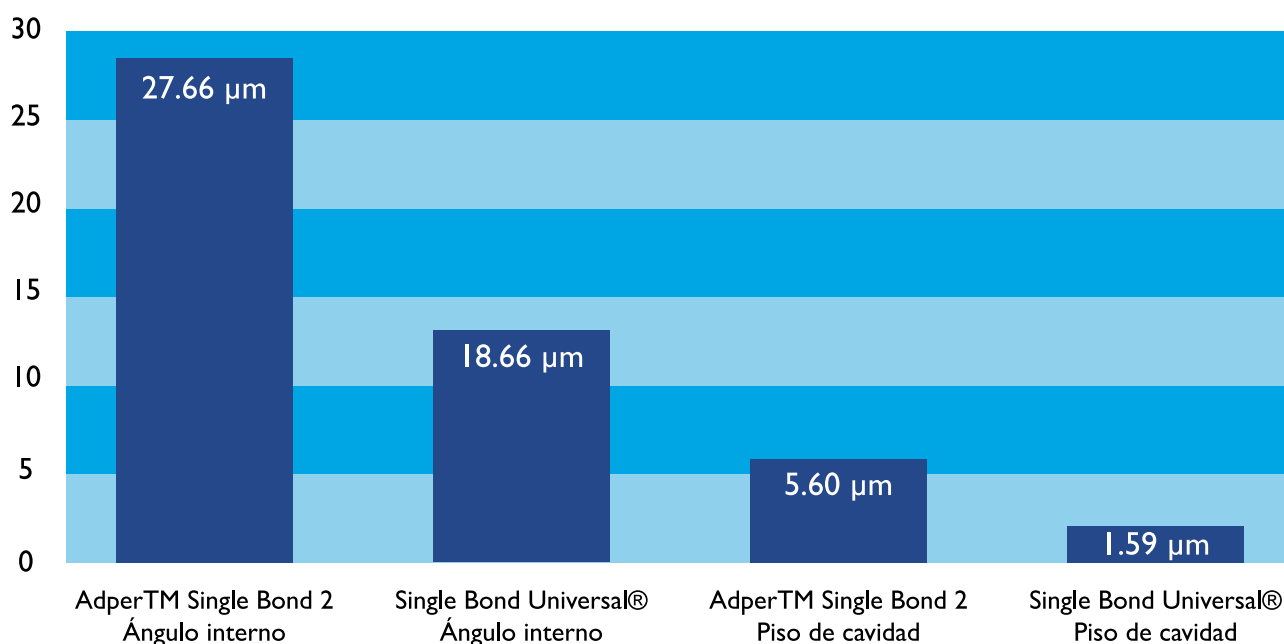
Los resultados de este estudio son evidencia de algo que ocurre día a día en esta profesión, de forma subclínica la acumulación de este cocktail de monómero, adhesivo, solvente en los ángulos internos y en mayor grado en los ángulos internos posteriores de las cavidades existe de forma natural debido a que ese lugar es más propenso a recibir el escurrimiento de las paredes y piso según la posición de decúbito supino en la cual se encuentra el paciente. Los pocos detalles en los protocolos de los fabricantes dan cabida a que este procedimiento se modifique según el operador gracias a su expe-

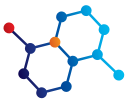
riencia, dejando un vacío que debería ser estándar si se quiere lograr restauraciones longevas, ya que entonces la falla estaría en la técnica y no en la calidad del producto. La falla adhesiva según el nivel en el cual se produzca tendrá repercusiones clínicas como lo es la microfiliación o la sensibilidad post operatoria⁷. La formación de la capa híbrida descrita por Nakabayashi (1982) parece ser esencial para la adhesión dentinaria⁸. Además si se deja agua en exceso se formarán vesículas acuosas entre el adhesivo y la dentina o entre primer y resina hidrofóbica y esto nos proporcionará fallos a este nivel. Estas vesículas se denominan zonas hibroides y aparecen como zonas densas al microscopio electrónico de transmisión⁹.

El enfoque de este estudio se basó en observar piso de cavidad y ángulo interno, donde es posible que debido a la angulación de la preparación cavitaria se acumule mayor cantidad de sistema adhesivo. La acumulación de monómero hidrofílico y especialmente de solvente residual podría dificultar la formación de un polímero altamente entrecruzado^{10,11} lo que podría disminuir el grado de conversión¹², lo cual podría reducir la fuerza de unión dentina-resina¹³, y aumentar la permeabilidad de la capa de adhesivo después de la polimerización^{14,15}, consecuentemente, el polímero resultante va a ser más susceptible a degradarse en el tiempo^{16,17}. Además los monómeros hidrofílicos pueden absorber agua y químicos del ambiente como también liberar componentes al ambiente que lo rodea^{14, 18, 19}. Aún más el atrapamiento de solvente residual/agua antes de la fotoactivación²⁰ produce áreas localizadas de polimerización de monómero incompletas²¹ generando porosidades dentro de la interfase de unión, la cual, podría permitir difusión hacia el interior de fluidos orales a través del adhesivo²².

Estudios han mostrado que una capa gruesa de adhesivo podría disminuir las fuerzas de unión a restauraciones adhesivas, comprometiendo su longevidad^{4,5}. Clínicamente, el adhesivo debe ser aplicado con cuidado. Capas muy gruesas podrían ser depositadas, particu-

Promedio espesor de película





larmente en los ángulos internos de la cavidad, determinando una reducción en la calidad de unión²³.

En la dentina hemos de realizar movimientos de frotamiento para permitir la interdifusión del adhesivo de esta manera los monómeros parece que son aspirados e incorporados al entramado de colágeno para formar la capa híbrida. Esta técnica produce al microscopio una imagen que se ha denominado "alfombra de lana" porque el colágeno aparece verticalizado y entrelazado²⁴.

Además Herrera I. afirma la importancia del relleno en el adhesivo para formar el espesor de película que amortiguará tensiones⁷, pues los fabricantes han diseñado adhesivos con microrrelleno o nanorrelleno que le proporcionan dicho espesor; pero son más viscosos y esto podría impedir el paso del adhesivo al interior de la capa híbrida y al interior del túbulo dentinario. Con respecto a lo anterior; los fabricantes han mostrado que alestar formados con rellenos de nanopartículas los adhesivos presentan excelente difusión, y reducen la contracción resultado de la polimerización y parece ser que la microfiliación⁷.

Otro punto a considerar para evitar fallas es el tiempo a esperar antes de eliminar el exceso de solvente con la jeringa de aire. Se recomiendan entre 10 y 15 segundos para luego polimerizar el adhesivo, así se da el tiempo suficiente para que penetre en la capa de colágeno.

Por otra parte estudios han mostrado que el chorro de aire puede influir negativamente en la unión de la restauración. La incorporación de oxígeno a la matriz y una difusión desordenada de la película puede interferir en la calidad de unión y longevidad de la restauración. Los resultados obtenidos por Hilton y Schwartz, demostraron que dirigiendo el chorro de aire no hay un control sobre la difusión del adhesivo, resultando en una posible peor uniformidad y longevidad de la restauración²⁵. En contraste el uso de un mini brush en el estudio de Menezes y Col. como aparato para remover excesos cuidadosamente demuestra mejores resultados de fuerzas de unión, dejando una película de adhesivo más delgada y uniforme³.

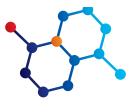
El exceso de agua puede ser muy negativo para la unión del adhesivo y el composite, como han estudiado Pashley y Col. dado el carácter hidrófobo del composite²⁶. El exceso de agua es más frecuente en los adhesivos que contienen agua en su composición porque es más difícil eliminarla en comparación con otro tipo de solventes⁷.

Según los estudios de Uribe y Col. los mayores espesores de película se obtienen en aquellos adhesivos que no llevan solventes, seguido por los que utiliza agua, alcohol-agua, acetona y etanol respectivamente²⁷.

Por último, el comportamiento del adhesivo será distinto según las paredes cavitarias donde es aplicado, porque la humedad es mayor en la pared pulpar de un diente vital, donde existe drenaje permanente del fluido dentinario por la presión intrapulpar en comparación con las paredes laterales donde este fenómeno no se manifiesta²⁶.

CONCLUSIÓN

El espesor de la película de los sistemas adhesivos es considerablemente mayor en los ángulos internos y teniendo en cuenta la posición del paciente en el sillón dental, los ángulos posteriores son propensos a formar mayor espesor lo cual podría tener repercusiones en la longevidad de la restauración siendo propensas a la formación de fallas. Sin embargo hacen falta estudios clínicos para evaluar el efecto clínico.



Referencias

1. Torres CR, Barcellos DC, Pucci CR, Lima GM, Rodrigues CM, Siviero M. Influence of methods of application of self-etching adhesive systems on adhesive bond strength to enamel. *J Adhes Dent* 2009;11(4):279-286.
2. Carvalho AP, Turbino ML. Can previous acid etching increase the bond strength of a self-etching primer adhesive to enamel?. *Braz Oral Res* 2009; 23(2):169-174.
3. Menezes F, Borges da Silva S, Assunção Valentino T, Menezes Oliveira M.A., Souza Rastelli A.N., Conçalves L.S. Evaluation of bond strength and thickness of adhesive layer according to the techniques of applying adhesives in composite resin restorations. *Quintessence Int* 2013;44(1):9-15.
4. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations—A 3D finite element analysis. *Dent Mater* 2002;18(4):295-303.
5. D'Arcangelo C, Vanini L, Prospero GD, Di Bussolo G, De Angelis F, D'Amario M, et al. The influence of adhesive thickness on the microtensile bond strength of three adhesive systems. *J Adhes Dent* 2009;11(2):109-115.
6. Bader M. & Medel A. Estudio Descriptivo in Vitro de la interfaz diente restauración lograda con un sistema adhesivo universal aplicado con y sin grabado ácido previo. *Rev. Biomater* 2014;1(1):24-38.
7. Herrera E. Fracagos en la adhesión. *Av Odontostomatol* 2005;21(2):63-69.
8. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16(3):265-273.
9. Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Yucel T, et al. The interaction of adhesive systems with human dentin. *Am J Dent* 1996;9(4):167-73.
10. Paul SJ, Leach M, Rueggerberg FA, Pashley DH. Effect of water content of the physical properties of the model dentine primer and the bonding resins. *J Dent* 1999;27(3):209-214.
11. Loguercio AD, Loeblein F, Cherobin T, Oglari F, Piva E, Reis A. Effect of solvent removal of the adhesive properties of simplified etch-and-rinse systems and on bond strengths to dry and wet dentin. *J Adhes Dent* 2009;11(3):213-219.
12. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, et al. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur J of Oral Sci* 2005;113:525-530.
13. Cho BH. & Dickens SH. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. *Dent Mater* 2004;20(2):107-115.
14. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater* 2006;22(10):973-980.
15. Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, Svizero N, Carvalho RM, Yiu C, et al. Effects of the resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials* 2005;26(33):6449-6459.
16. 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.
17. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 2008;24(1):90-101.
18. Fabre HS, Fabre S, Cefaly DF, de Oliveira Carrilho MR, Garcia FC, Wang L. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. *J Dent* 2007;35(3):253-258.
19. Malacarne-Zanon J, Pashley DH, Agee KA, Foulger S, Alves MC, Breschi L, et al. Effects of the ethanol addition on the water sorption/solubility and percent conversion of comonomers in model dental adhesive. *Dent Mater* 2009;25(10):1275-1284.
20. Yiu CK, Pashley EL, Hiraishi N, King NM, Goracci C, Ferrari M, et al. Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Biomaterials* 2005;26(34):6863-6872.
21. Cadenaro M, Breschi L, Antonioli F, Navarra CO, Mazzoni A, Tay FR, et al. Degree of conversion of resins blends in relation to ethanol content and hydrophilicity. *Dent Mater* 2008; 24(9):1194-1200.
22. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Hiraishi N, Yiu CK. Water treeing in simplified dentin adhesives—deja vu?. *Oper Dent* 2005;30(5):561-579.
23. Carvalho RM, Carrilho MRO, Pereira LCG, Marquezini L Jr, Silva SMA, Kussmaul APM. Sistemas adesivos: fundamentos para aplicação clínica. *Rev Biodonto*. 2004;2(1):6-86.
24. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesive. *J Dent* 1997;26(1):1-20.
25. Hilton TJ. & Schwartz RS. The effect of air thinning on dentin adhesive bond strength. *Oper Dent* 1995; 20(4):133-137.
26. Pashley DH, Agee KA, Harmon FJ, Carvalho RM, Tay FR, Nakajima M, et al. Solvent-induced shrinkage of moist demineralized dentin. *J Dent Res* 2001;80:50.
27. Uribe Echeverria J, Priotto EJ, Sezin M, Lutri P, Spadilero de Lutri M. Influence of technique of evaporation the solvent over dentin adaptation and the layer of thickness of different adhesives. *Rev Oper Dent Biomater* 2006;1(1):37-46.

Recibido 25 de Mayo 2015

Aceptado 1 de Julio 2015