

Capacidad de penetración del adhesivo Adper-Silorano en dentina humana

Penetration Capability of Adper-Silorane Adhesive on Human Dentin

Resumen

La reciente aparición de resinas compuestas en base a sistemas resinosos que se polimerizan por apertura de anillos (siloranos) que contraen menos del 1% y su sistema adhesivo compatible autocondicionante (Adper-Silorano), vinieron a mejorar la integridad marginal de la restauración. Con la ayuda de la microscopía electrónica de barrido, se comprobó al menos que este nuevo sistema penetra los tejidos dentarios y permite una estabilidad de la interfase de unión sin la formación de grietas. Serán necesarias investigaciones complementarias bajo fuerzas de tracción y microfiltración.

PALABRAS CLAVE: oxiranos, siloranos, adhesivos autocondicionantes.

Summary

The recently launch of ring-opening polymerization composite resin systems (Silorane) that shrink less than 1% and its compatible self-etching bonding system (Adper-Silorane), could improve the marginal integrity in restorations. By means of Scanning Electron Microscopy, it was concluded that the new system can infiltrate the dental tissues and allows a stable bonding interface without gap formation. Further research is necessary to evaluate tensile bond strength and microleakage.

KEY WORDS: oxiranes, siloranes, self etching adhesives.

CABRAL,
RICARDO JUAN*

MAZZOLA,
IGNACIO**

*Doctor en Odontología.
Profesor titular de Materiales
Dentales.

**Odontólogo. Profesor asistente.

Cátedra de Materiales Dentales.
Facultad de Odontología.
Universidad Nacional
de Córdoba.

Introducción

Desde que aparecieron en el mercado las resinas compuestas, han sufrido numerosas modificaciones, tanto en su relleno como en su matriz orgánica, con la finalidad de mejorar todas sus propiedades. Los monómeros que intervienen en la parte orgánica son variados y tienen cada uno de ellos distintas propiedades intrínsecas que, al ser combinadas, le aportan a la resina compuesta las propiedades finales. Es así que en la actualidad una resina compuesta tiene en su faz orgánica una combinación de diferentes monómeros, tales como UDMA (uretan-dimetacrilato), TEG-MA (trietilenglicol-dimetacrilato), Bis-GMA (bisfenol-a metacrilato de glicidilo), etc. Algunos de estos monómeros le aportan elasticidad; otros, más rigidez; otros favorecen una polimerización más rápida, etc.

Sin embargo, lo que sí tienen en común todos estos monómeros es su forma de polimerización. Todos ellos son activados por una amina fotosensible y se polimerizan abriendo las dobles ligaduras de los carbonos, formando, finalmente, cadenas cruzadas. Esta cinética de la polimerización produce un acercamiento entre las moléculas del polímero que da como resultado un acortamiento de la cadena, que, traducido en el volumen de la masa, da como resultado una contracción volumétrica que se conoce como contracción de polimerización y

que es de aproximadamente un 3% o más, dependiendo del volumen de la masa.

Algunos intentos han surgido dentro de esta gama de polímeros tendientes a minimizar los efectos no deseados de esta contracción,^{1,2} así como diferentes técnicas de restauraciones.³ Este fenómeno, si no se tiene en cuenta, puede generar la formación de grietas o fisuras en la interfase diente-adhesivo, o adhesivo-material de restauración, que afectará la integridad marginal de la restauración. Esta falla provoca la microfiltración con la consecuente sensibilidad posoperatoria o caries secundaria. Como respuesta a este problema, se han desarrollado técnicas de obturación estratificadas y la consideración del factor de configuración cavitaria, el volumen de la masa, técnicas indirectas, etc. Todas, tendientes a disminuir la incidencia de la contracción de polimerización en la integridad de la interfase diente-restauración.⁴⁻⁶

Para evitar esta influencia de la contracción de polimerización, se ha desarrollado otra variedad de monómeros con una concepción y estructura polimérica diferentes en base a oxiranos y siloxanos. Este tipo de monómero se conoce comercialmente como Silorano (de sumar SILOxano + oxiRANO) y se polimeriza por apertura de anillos. Lo diferente en estos monómeros es que no hay un acortamiento de la cadena polimérica; esto significa, a nivel volumétrico, que habrá menos contracción de polimerización (en el orden del 1%),

Fecha de recepción:
septiembre 2008

Fecha de aceptación y versión final:
diciembre 2008

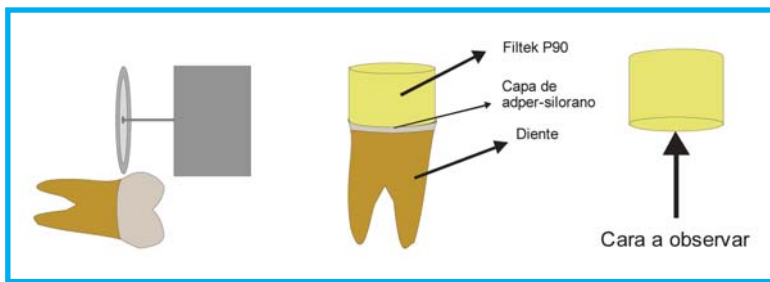


Fig. 1.

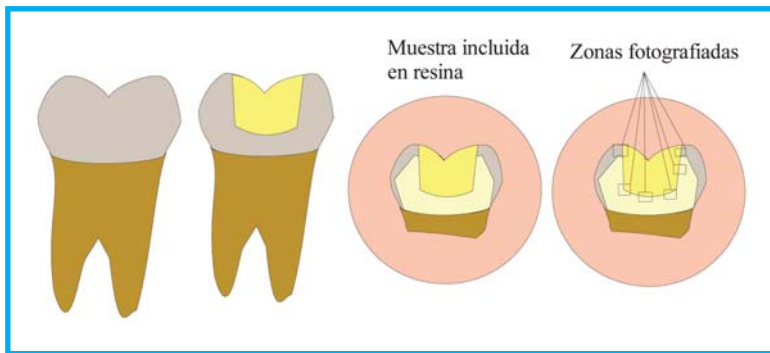


Fig. 2. Esquema del plano del corte, y las zonas fotografiadas.

con los beneficios que esto conlleva respecto de la integridad marginal de la restauración.⁷ Evidentemente, este cambio en la constitución de la fase orgánica necesita también de un cambio de la química del adhesivo, ya que éste debe ser compatible con el material de obturación; por ello el adhesivo también estará basado en siloranos. En este caso se emplea un adhesivo autoacondicionante de dichas características químicas. Sin embargo, mucho se ha investigado acerca de la efectividad de los adhesivos autoacondicionantes en lo que respecta a su actuación sobre esmalte cortado o sin cortar, dentina normal o esclerótica, etc.⁸⁻¹¹ Esta tendencia marcada hacia los adhesivos autoacondicionantes se debe a que las técnicas de grabado independiente son especialmente susceptibles y dependientes del operador, en cuanto al grado de humedad del sustrato¹² y la capacidad de lograr una buena retención y un buen sellado.¹³⁻¹⁵

El objetivo de este trabajo es evaluar, mediante la utilización de la microscopía electrónica de barrido, la capacidad de penetrar en el tejido dental humano de un nuevo adhesivo autoacondicionante basado en siloranos.

Materiales y métodos

Se tomaron 20 terceros molares recién extraídos, y se los dividió en dos grupos de diez al azar. A los elementos del grupo 1, se los seccionó horizontalmente a 1 mm del techo de la cámara pul-

par, tal cual lo muestra la Figura 1. Sobre la superficie dentinaria, se generó barro dentinario mediante un papel abrasivo de granulometría 400. Sobre la superficie tratada, se aplicó Adper-Silorano (3M-Espe lote 8BC) de acuerdo con las especificaciones del fabricante, luego se fotopolimerizó el adhesivo por 20 segundos, y se le aplicó sobre la superficie del adhesivo polimerizado un cilindro transparente de 5 mm de diámetro por 10 mm de alto, dentro del cual se condensó con suavidad la resina compuesta Filtek P90 (3M-Espe lote 8BL) y se polimerizó con lámpara halógena XL 3000 (3M-Espe) con una potencia de salida medida con radiómetro Demetron de 585 mw/cm² durante 60 segundos (Fig. 1). Posteriormente, las muestras se colocaron en una solución de ácido clorhídrico al 15% durante 72 horas a los fines de disolver todo el elemento dentario y lograr así una réplica de la cara interna de la interfase adhesivo-diente. Las réplicas obtenidas fueron estabilizadas en cacodilato de sodio al 1,2% durante 20 minutos y luego lavadas con ultrasonido y agua destilada. Después de secadas se las mantuvo en recipientes con sílica gel hasta su observación. Las muestras fueron metalizadas, en la cara que estuvo en contacto con el diente, con una capa de 200Å de oro y observadas y fotografiadas en un microscopio electrónico de barrido a una distancia de trabajo de 12 mm y con una tensión de 10 kv. La magnificación de las fotografías fue de 720 X, 1.200 X, 2.500 X y 5.000 X.

A los elementos del grupo 2 se les tallaron cavidades oclusales en forma de caja con ángulos redondeados y se los obturó con el sistema Adper-Silorano y Filtek P90 en forma de incrementos angulares, siguiendo las instrucciones del fabricante en cuanto a la aplicación del sistema adhesivo. Posteriormente fueron almacenados en agua destilada durante 24 horas y luego seccionados en sentido vestibulo-lingual. Luego, ambas mitades fueron incluidas en resina epóxica autopolimerizable. Seguidamente, las muestras fueron pulidas en pulidora de plato Buehler con papeles abrasivos de granulometría decreciente (320, 600, 800, 1200 y luego con pasta de pulir de 0,5 µm). Después, la cara pulida fue atacada con ácido clorhídrico al 12% durante 5 segundos, luego lavada y atacada con hipoclorito de sodio al 0,3% durante 15 segundos y luego lavada con agua destilada. Posteriormente se las colocó en alcoholes decrecientes (65%, 80%, y etanol 100%). Luego de lavadas se las colocó en HMDS (hexadimetilsilazano) para punto crítico. Se las dejó secar 12 horas y se procedió al tratamiento de metalización, como ya fue descrito para el grupo 1. Se fotografiaron a 720 X las áreas correspondientes a la interfase dentina-adhesivo-material, y esmalte-adhesivo-material, como se describe en la Figura 2.

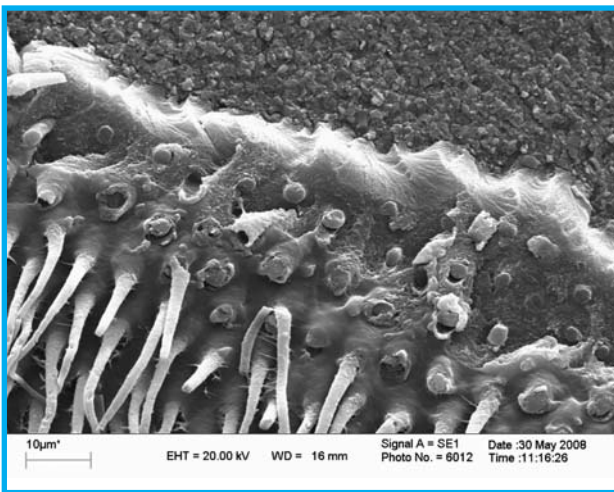


Fig. 3a.

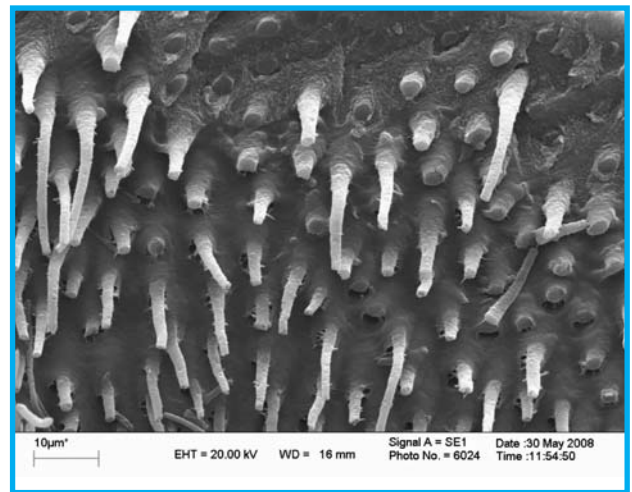


Fig. 3b.

Resultados

Para la observación de la cara interactiva de la réplica, se observó la acción sobre el esmalte y sobre la dentina en función de la presencia o no de prolongaciones (tags) de resina.

En las Figuras 3a y 3b se observa la penetración dentro del tejido dentinario y dentro de los túbulos formando las prolongaciones de resina (resin tags). En la parte superior derecha se puede apreciar la distribución de las partículas del híbrido Filtek P90 (1.200 X).

La Figura 3c corresponde a una magnificación de la Figura 3a, y en ella se puede observar la hibridación que produce el adhesivo en la pared del túbulo dentinario, y en la parte central se observa la porción resinosa del tag. (5.000 X).

En la Figura 4a (720 X), se observa la uniformidad de los tags, de aproximadamente 10 μm, y la gran cantidad de ellos debido a que se trata de dentina profunda. En la Figura 4b (1.250 X) se pueden apreciar con mayor claridad las intercomunicaciones laterales (lateral branches) de los túbulos dentinarios.



Fig. 3c.

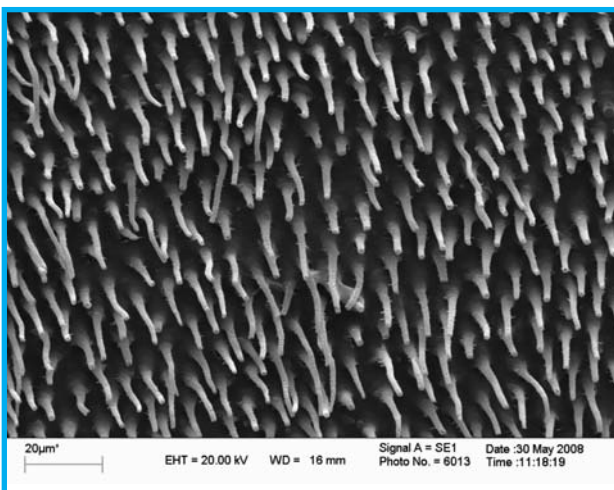


Fig. 4a.

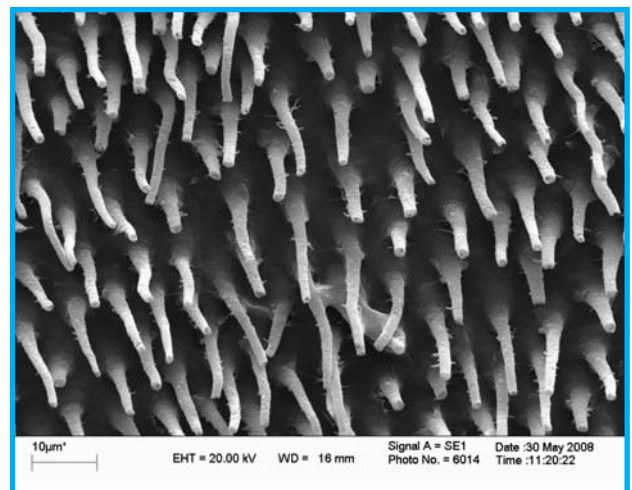


Fig. 4b.

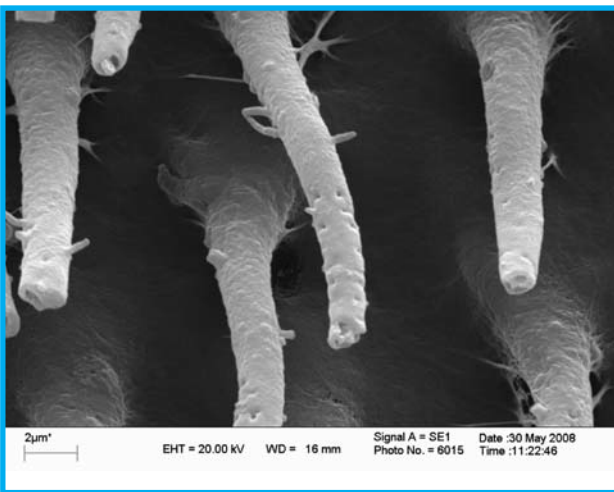


Fig. 5.

En la Figura 5 se observa un detalle de la penetración de la resina dentro del túbulo de aproximadamente 10 a 12 μm según micromarca, y además, sus conexiones laterales (lateral branches) (5.000 X).

En las Figuras 6a y 6b se observan las penetraciones del adhesivo dentro de la estructura adamantina, y se evidencia lo heterogéneo de la estructura del esmalte. Los resultados observados a través del análisis de las fotografías del grupo 2 fueron la uniformidad y la integridad en la interfase diente-adhesivo, tal como lo muestran las fotografías de las zonas detalladas en la Figura 2. No se observó presencia de grietas ni interfases abiertas entre el material y el diente.

El las Figuras 7a y 7b, se observan la pared dentinaria y la interfase de un lado (1.200 X).

En las Figuras 8a y 8b se observa la unión diente material de la otra cara (1.200 X).

En las Figuras 9a y 9b podemos observar la interfase a nivel del piso cavitario (1.200 X).

Se pueden ver en las Figuras 10a y 10b, otras zonas del piso cavitario donde se observan dentina, capa de adhesivo y material de obturación (900 X y 730 X respectivamente).

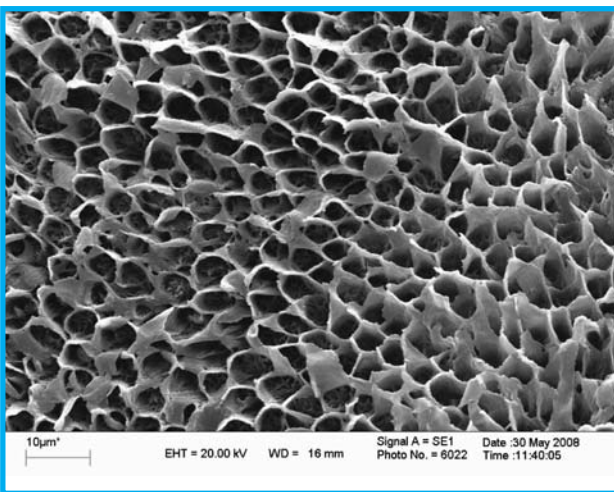


Fig. 6a.

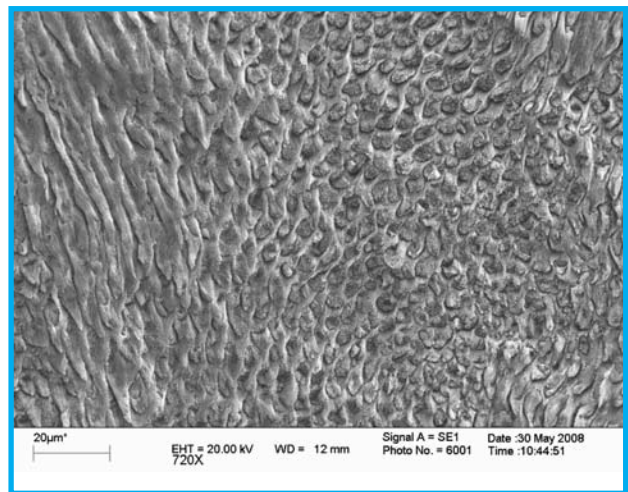


Fig. 6b.

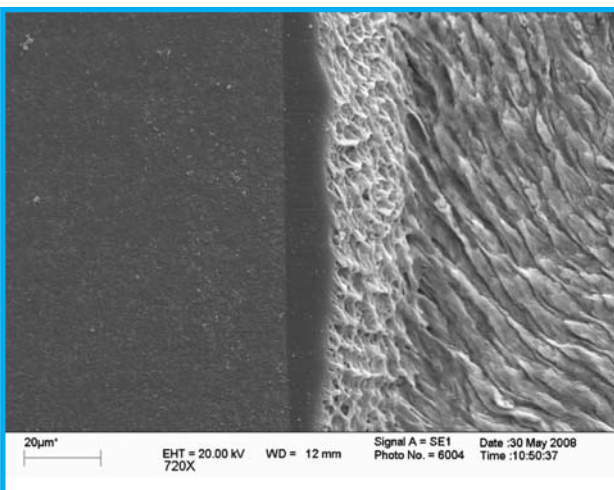


Fig. 7a.

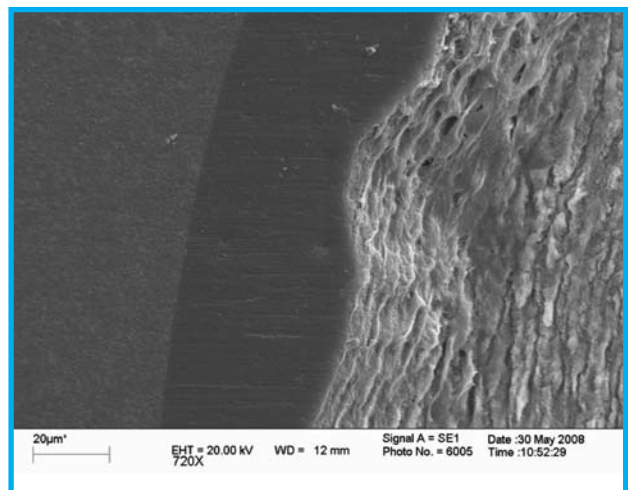


Fig. 7b.

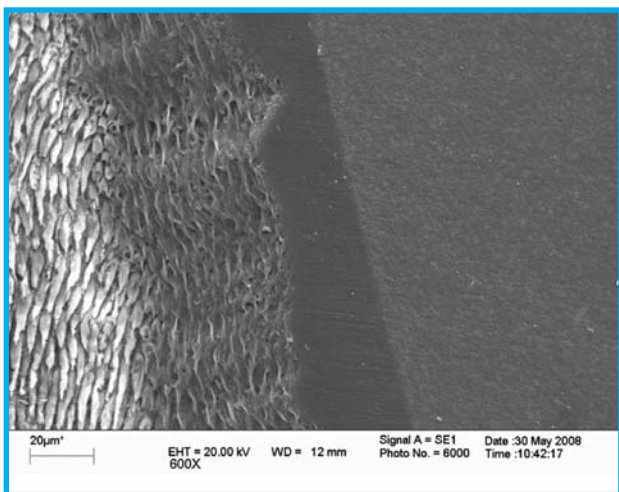


Fig. 8a.

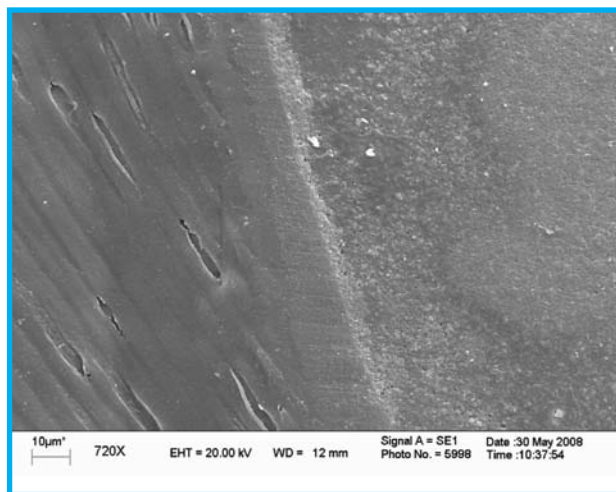


Fig. 8b.

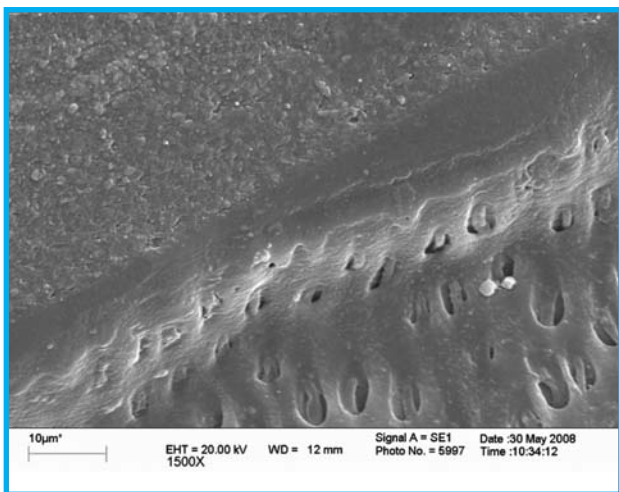


Fig. 9a.

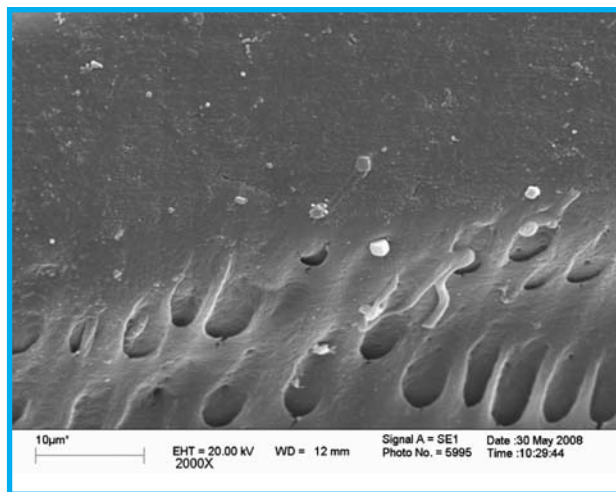


Fig. 9b.

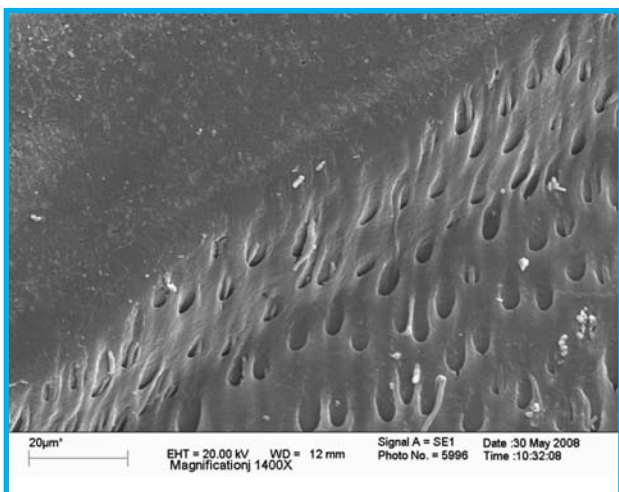


Fig. 10a.

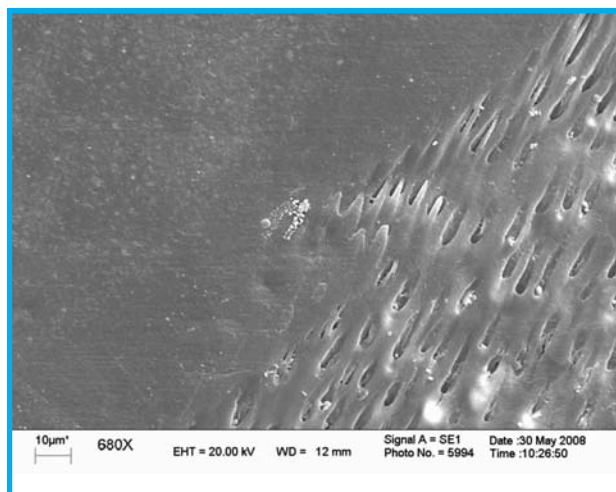


Fig. 10b.

Discusión

La búsqueda de la simplificación de los procesos adhesivos con la finalidad de disminuir los pasos operatorios y encontrar una alternativa al grabado con ácido fosfórico el ha sido una constante en la evolución de estos sistemas debido a su facilidad de aplicación y a que están asociados a una menor sensibilidad posoperatoria. Sin embargo, no todos los adhesivos autocondicionantes funcionan de la misma manera sobre cualquier sustrato.^{15,16}

La importancia del "secado", su influencia en el proceso de adhesión y su dependencia del operador han convertido a la técnica adhesiva en un procedimiento subjetivo. En ese sentido, ha habido un rumbo hacia el desarrollo y perfeccionamiento de los sistemas autocondicionantes. Otro aspecto importante es la contracción que sufren las resinas compuestas cuando se polimerizan debido a que están constituidas en su fase orgánica por polímeros, que se acortan al polimerizarse. Para contrarrestar este proceso se han desarrollado resinas compuestas en base a grupos oxiranos y siloxanos. Este tipo de resinas se polimeriza por apertura de anillos y da como resultado menos del 1% de contracción volumétrica, con los beneficios que esto conlleva a la integridad marginal de la restauración. El cambio fundamental es que para este tipo de resina compuesta se necesita un adhesivo que tenga compatibilidad química con el material restaurador, de manera tal que es necesario cambiar el adhesivo en base a BIS-GMA por otro a base de oxiranos y siloxanos.

Existen muchos estudios acerca de la efectividad de los adhesivos autocondicionantes sobre los distintos tejidos dentales: los hay muy efectivos y los hay menos, son susceptibles al tipo de dentina sobre la que actúan y a la forma como se los aplique. También influye su presentación comercial (un frasco y mezclable al momento de aplicar) ya que impide que el material se desnaturalice por el tiempo de almacenamiento, distribución, etc. La utilización de un adhesivo en base a siloranos ha sido poco investigada desde el punto de vista de cómo penetra dentro del tejido dentario, tal cual lo hacen los adhesivos tradicionales, que infiltran la dentina desmineralizada por el ácido, hibridizándola y generando penetraciones dentro del túbulo dentinario y los conductillos laterales. Otro factor importante es la naturaleza in vitro del estudio, ya que no incidiría acá un factor como la presión intrapulpar, por lo que un estudio in vivo, podría influir.^{18,19} Por otro lado, en el caso de los sistemas de grabado independiente es necesario lavar con agua presurizada, de manera tal que los subproductos de la desmineralización sean desalojados y quede una superficie porosa apta

para ser infiltrada. Por el contrario, en el caso de los adhesivos autocondicionantes, esto no ocurre y los subproductos quedan retenidos dentro de la interfase diente-adhesivo,¹² pero al parecer esto no tendría influencia dentro de la capacidad de adhesión, según este estudio, ya que como se puede ver en las fotografías los patrones de penetración tanto en dentina como en esmalte son similares a los obtenidos con los sistemas de grabado independiente.

Sería importante complementar estos hallazgos con estudios de resistencia microtensional (μ TBS) para evaluar la fuerza de adhesión que puede lograr este tipo de adhesivos autocondicionantes en base a siloranos. El importante espesor de la película de adhesivo que se puede observar en las Figuras 6 y 7 podría deberse a la gran viscosidad que exhibe este material, por lo que debería ser tenido en cuenta a la hora de utilizarlo en técnicas indirectas.

Conclusiones

De las observaciones mediante la microscopía electrónica de barrido, y dentro de las limitaciones de este estudio, hemos observado que el adhesivo autocondicionante efectivamente penetra dentro del tejido dentinario generando infiltración en la dentina.

Por otro lado, se evidencia una adecuada penetración del adhesivo dentro de la luz de los túbulos en función de la profundidad y del tipo de dentina, y cumple, adicionalmente, un rol de sellador.

Las observaciones en las réplicas de esmalte muestran patrones de penetración semejantes a los logrados con ácido fosfórico al 35%. Sería de interés ver si lo observado en este estudio se traduce en valores de fuerzas de adhesión, para lo cual serían necesarios estudios de microtensión.

La adaptación marginal y la integridad de la interfase observadas en este estudio, con el uso de este sistema adhesivo-restaurador que contrae menos de 1%, parecería a primera vista más efectiva a la hora de prevenir grietas debido a la baja contracción de polimerización. Sin embargo, debido a la naturaleza in vitro de este estudio, serán necesarios otros estudios complementarios (microfiltración, etc.).

Este sistema adhesivo tiende a generar un importante espesor de película debido quizás a la naturaleza de su composición, ya que los componentes del adhesivo, tienen un alto peso molecular.

Bibliografía

1. Rodríguez VI, Martins Alho M, Abate PF. Nueva matriz orgánica con menor contracción de polimerización. Rev Asoc Odontol Argent. 2004;92:361-6.

2. Kurokawa R et al. **Interaction of self-etch adhesives with resin composites.** *J Dent.* 2007;35(12):923-9.
3. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. **How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling?** *Dent Mater.* 21. 2008 (E pub ahead of print).
4. Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. **Influence of cavity dimension and restoration methods on the cuspal deflection of premolars in composite restoration.** *Dent Mater.* 2007; 23(3):288-95.
5. Gonçalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. **Contraction stress determinant in dimethacrylate composites.** *J Dent Res.* 2008;87(4):367-71.
6. Palin WM, Fleming GJ, Nathwani H, Burke FJ, Randall RC. **In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites.** *Dent Mater.* 2005; 21(4):324-35.
7. Chung CM, Kim MS, Kim KM, Kim KN. **Development of a new photocurable composite resin with reduced curing shrinkage.** *Dent Mater.* 2002;18(2):174-8.
8. Chiba Y, et al. **Influence of moisture conditions on dentin bond strength of single-step self-etch adhesive system.** *J Oral Sci.* 2006;48(3):131-7.
9. Chiba Y et al. **Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on dentin bond strength.** *Oper Dent.* 2006;31(2):233-9.
10. Nakajima M, Kanemura N, Pareira PN, Tagami J, Pashley DH. **Comparative microtensile bond strength and SEM analysis to wet and dry dentin.** *Am. J Dent.* 2009;13(6):324-8.
11. Pashley DH, Tay FR. **Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II. Etching effects on unground enamel.** *Dent Mater.* 2001;17:430-44.
12. Kanka J. **Resin bonding to wet substrate.** *Quint Int.* 1992;23:39-41.
13. Tay FR, King NM, Chang KM, Pashley DH. **How can nanoleakage occur in self etching adhesives systems that demineralize and infiltrate simultaneously?** *Journal of adhesive dentistry.* 2002;4:255-69.
14. Miguez PA, Castro PS, Nunes MF, Walter R, Pereira PNR. **Effect of acid etching on enamel bond of two self etching systems.** *J Adhes Dent.* 2003;15:32-42.
15. Perdigao J, Gerardeli S. **Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact vs prepared enamel.** *J Esthet Rest Dent.* 2003;15:32-42.
16. Cabral R, Cabral JR. **Acción de los "primers" autocondicionantes sobre esmalte bovino sin cortar.** *Rev Asoc Odontol Argent.* 2003;91(5):461-5.
17. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. **An ultrastructural study of the influence of acidity of self etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin.** *J Adhes Dent.* 2000; 2:83-98.
18. Cardozo MV, Moretto SG, Carvalho RC, Russo EM. **Influence of intrapulpal pressure simulation on the bond strength of adhesive of adhesive system to dentin.** *Braz Oral Res.* 2008; 22(2):170-5.
19. Mazzitelli C, Monticelli F, Osorio R, Cassuci A, Toledano M, Ferrari M. **Effect of simulate pulpal pressure on self adhesive cements bonding to dentin.** *Dent Mater.* 2008;(9):1156-63.

Dirección del autor

Belgrano 373 1º piso depto B
(5000) Córdoba
e-mail: rcabral@satlink.com