

Valoración *in vitro* de un sistema adhesivo de grabado total (Excite®) y un autograbante (Clearfil™ SE Bond) en esmalte y dentina de dientes temporales

P. GATÓN HERNÁNDEZ, E. RUIZ DE CASTAÑEDA REGOJO¹

Profesor Asociado. ¹Práctica privada. Universidad de Barcelona

RESUMEN

Objetivos: los materiales restaurativos estéticos dependen en gran medida de los sistemas adhesivos. Los adhesivos autograbantes han irrumpido en el mercado, alegando mayor facilidad de aplicación y una técnica menos sensible, presuponiendo por esto mejores resultados. El objetivo de este estudio fue valorar las fuerzas de adhesión de un adhesivo autograbante y un adhesivo en una botella de grabado total, en dentina y esmalte de dientes temporales, con la finalidad de validar su utilización en restauraciones estéticas en niños.

Metodología: cuarenta dientes temporales libres de caries fueron aleatoriamente divididos en cuatro grupos, 20 dientes como muestra de dentina y 20 de esmalte. Se realizaron procedimientos adhesivos con Clearfil™ SE Bond (Kuraray) y Excite® (Vivadent) y se colocó el composite utilizando el sistema UMD (Ultradent). Después de 24 horas fueron determinadas las fuerzas de adhesión.

Resultados: las fuerzas de adhesión obtenidas para esmalte fueron similares con ambos adhesivos, en cambio hubo diferencias significativas en las obtenidas para dentina, siendo las del adhesivo autograbante Clearfil™ SE Bond considerablemente superiores.

Conclusión: puede considerarse Clearfil™ SE Bond un adhesivo autograbante válido para la restauración de cavidades en dientes temporales cuando se extiendan fundamentalmente en dentina y sobre esmalte erosionado con fresa.

PALABRAS CLAVE: Adhesivos autograbantes. Dentición temporal. Composites.

ABSTRACT

Objectives: the aesthetic restorative materials depend on a large scale on the adhesive systems. The self-etching systems have appeared in the market, claiming a greater facility of placing and a lesser sensitive technique, meaning therefore much better results. The purpose of this *in vitro* study was to compare the shear bond strength of two adhesive systems. One, the Clearfil™ SE Bond self-etching system, and other the Excite® one-bottle total-etch system, on primary tooth enamel and dentin, with the aim of validating its use on composite resin restorations in children.

Methods: forty-four specimens of primary teeth were randomly divided into 4 groups (n=10), 20 teeth as a dentin sample, and 20 as enamel sample. Adhesive procedures were effected with Clearfil™ SE Bond (Kuraray) and Excite® (Vivadent) and the composite was placed using the UMD (Ultradent) System. After 24 hours storing in distilled water at 37 °C the specimens were submitted to shear bond strength testing.

Results: the shear bond strength found for enamel showed to be similar for both adhesives systems. However, the differences were significant as for dentin, being the self-etching system considerably superior as for the results.

Conclusion: Clearfil™ SE Bond can be consider a self-etching adhesive valid for cavities restorations in primary teeth extend mainly in dentine and when the enamel is ground with burs.

KEY WORDS: Self-etching systems. Primary teeth. Composite.

INTRODUCCIÓN

Gracias al flúor y a la educación dental, la caries en niños se ha reducido drásticamente, especialmente en fosas y fisuras, en cambio la reducción de las caries de superficies proximales no ha sido tan significativa. En un estudio realizado en Noruega (Amarante, 1998) (1) sobre la prevalencia de caries en una población de niños

“bien controlados” de 5 años de edad, encontraron un promedio de 1,6 lesiones, de las cuales 0,9 se extendían radiográficamente a la dentina.

La amalgama de plata y las coronas metálicas han sido durante décadas los materiales por excelencia para las restauraciones de clase II en dentición temporal (Espelid, 1999) (2). A nivel clínico, la amalgama presenta algunas desventajas, como son su escasa estética y

el hecho de que requiera cavidades retentivas, lo que frecuentemente obliga a eliminar estructura dental sana. Esto puede representar un importante inconveniente en el tratamiento de los molares temporales, ya que hemos de tener en cuenta que el gran tamaño de la pulpa conlleva con cierta frecuencia la necesidad de realizar tratamientos pulpares en cavidades de clase II.

La intención de preservar la máxima cantidad de estructura dental sana, de conseguir la máxima biocompatibilidad y una estética adecuada, ha facilitado que los materiales estéticos poco a poco vayan ocupando un lugar preponderante en la odontología actual, a pesar de que los resultados de los estudios clínicos a largo plazo de estos materiales no son concluyentes.

Barr-Agholme y cols., en un estudio clínico prospectivo en niños de 6,4 años de media, valoraron 64 restauraciones de clase II de composite y 55 de amalgama durante un periodo de dos años. Al cabo de este periodo el 88% de las restauraciones de composite fueron consideradas satisfactorias, frente al 68% de las amalgamas. Según los autores los composites se pueden utilizar con éxito en restauraciones de clase II en dentición temporal (3).

En un estudio realizado por Östlund en 50 pacientes con un total de 75 restauraciones, el promedio de fracaso clínico en clases II de amalgama en molares temporales, es un 8%, mientras que el de los composites fue de un 60% y los ionómeros de vidrio convencionales 16% (4).

Para el avance de la Odontopediatría se está convirtiendo en un reto determinar las razones del alto índice de fracaso de estos materiales en restauraciones de dientes temporales.

Una diferencia esencial que influye en el porcentaje de fracaso en el tratamiento restaurativo de dientes temporales es el tipo de paciente. En el paciente infantil el tiempo del tratamiento debe ser corto y está ampliamente demostrado que el tiempo de colocación de una resina de composite es mucho mayor que el de la colocación de una amalgama o una corona metálica (5,6).

Por otro lado, a diferencia de los dientes permanentes, en los temporales, hay menor cantidad de estructura y el esmalte aprismático tiene mayor grosor (7), esta condición no favorece la adhesión. Si la adhesión es pobre, existirá una mayor microfiltración y por tanto una mayor probabilidad de fracaso de la restauración por desarrollo de caries secundaria e infiltración bacteriana con la consecuente lesión pulpar.

Con el objetivo de disminuir el tiempo de trabajo, conseguir un máximo de efectividad y un mayor control de los factores que afectan a la técnica de aplicación de los adhesivos (uno de los puntos más sensibles en el procedimiento restaurativo), la industria ha lanzado al mercado los sistemas adhesivos autograbantes.

Los sistemas adhesivos autograbantes son una alternativa al grabado convencional con ácido fosfórico, permitiendo eliminar los pasos de lavado y secado, y con ello la posibilidad de desecación o exceso de humedad de la dentina, decisivos en los resultados de la adhesión. Los autograbantes combinan en una botella el monómero ácido hidrofílico (MDP), etanol y agua, permitiendo el grabado del esmalte y la penetración en dentina simultáneamente, en la otra botella el adhesivo com-

puesto por un monómero hidrofílico e hidrofóbico (8).

Los sistemas adhesivos autograbantes eliminan uno de los momentos más sensibles de la técnica adhesiva, lo cual presupone mayor facilidad en la aplicación, por lo que nos planteamos que han de ser una buena elección en la restauración de la dentición temporal y propusimos como objetivo principal de este estudio *in vitro* comparar las fuerzas de adhesión a esmalte y dentina en dientes temporales de un adhesivo autograbante y uno de grabado total de una botella.

MATERIAL Y MÉTODO

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Cuarenta dientes humanos temporales se seleccionaron de entre 200 recién extraídos, se eliminaron los restos de tejido blando remanente, se colocaron en agua destilada con chloramina al 5% durante al menos una semana, luego se mantuvieron en agua destilada a 4 °C por un periodo máximo de cinco semanas. Los especímenes seleccionados fueron molares libres de caries y restauraciones conservados al 100% de humedad.

Las caras vestibulares y linguales de los molares fueron pulidas con un disco de pulido de lija Carburo refrigerado por agua de grano de 600, hasta dejar expuesta una superficie plana de esmalte o dentina de 3 mm de diámetro, se colocaron en cubiletes con metacrilato de polimerización química y luego se observaron las muestras al estereomicroscopio para descartar aquellos especímenes que hubiesen quedado afectados por la contracción de polimerización de la resina acrílica que las envolvía. Cada uno de los cilindros fue desmoldado de su recipiente (Fig. 1).

Todos los especímenes fueron conservados en medio húmedo mientras se trataba el total de la muestra.

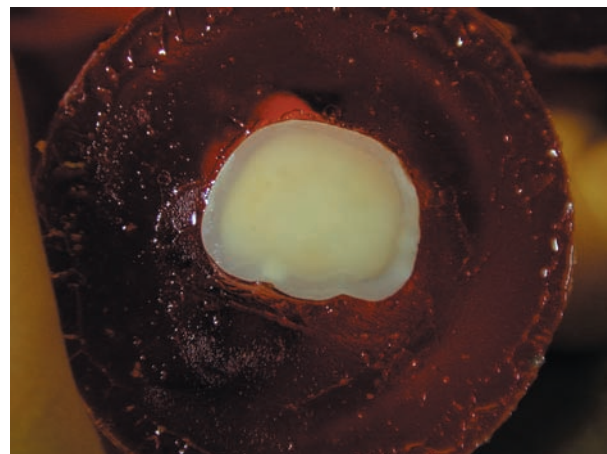


Fig. 1. Especimen de dentina preparado para la adhesión.

PROCEDIMIENTO ADHESIVO

La muestra fue dividida en cuatro grupos, el grupo 1 con diez especímenes de dentina utilizando Clearfil™ SE Bond como adhesivo, el grupo 2 con diez especíme-

nes de dentina utilizando Excite® como adhesivo, el grupo 3 con diez especímenes de esmalte utilizando SE Bond como adhesivo, y el grupo con diez especímenes de esmalte usando Excite®.

Los especímenes de los grupos 1 y 3 de dentina y esmalte temporal para las muestras con el adhesivo Clearfil™ SE Bond fueron tratados de la siguiente forma:

Se colocó el primer autograbante frotándolo durante 20 segundos. Evaporamos el solvente utilizando una jeringa de aire. Se aplicó el adhesivo dentinario frotando durante 20 segundos, se aplicó aire a una distancia de aproximadamente 5 cm de distancia del centro de la muestra para conseguir una capa uniforme del adhesivo por toda la superficie. Polimerizamos el adhesivo con luz halógena durante 10 segundos (procedimiento según instrucciones del fabricante). Se posicionaron las muestras en el dispositivo UMD (Ultradent) para pruebas de adhesión, se colocó el composite Z100 de 3M en tres incrementos siendo el primero de 0,5 mm, polimerizando cada una de ellos con una lámpara de luz halógena Optilux® durante 40 segundos.

Los especímenes de los grupos 2 y 4 de dentina y esmalte temporal para las muestras del adhesivo Excite® primero se trataron con ácido fosfórico al 34% durante 15 segundos después se lavaron con spray de agua durante 20 segundos y se eliminó el exceso de humedad con aspiración quirúrgica, se aplicó el adhesivo sobre la superficie de la muestra frotándolo durante 15 segundos, utilizando la jeringa de aire se distribuyó uniformemente la capa de adhesivo por toda la superficie, luego se polimerizó durante 20 segundos (procedimiento según instrucciones del fabricante). Posteriormente se procedió a la colocación del composite de forma idéntica a los grupos 1 y 3 (Fig. 2).

Todos los especímenes se conservaron durante 24 horas en medio húmedo a 37 °C.

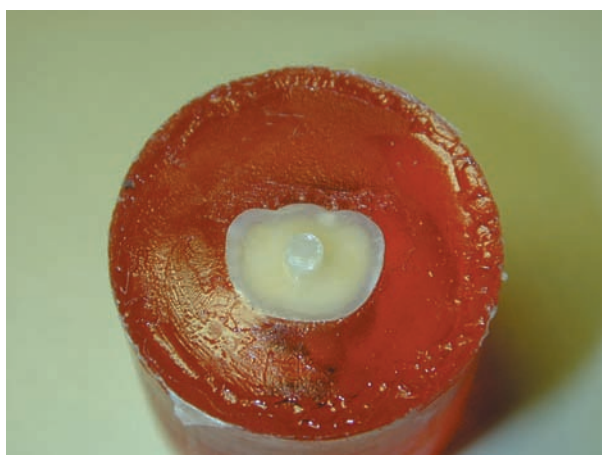


Fig. 2. Especímen con el composite listo para la prueba de adhesión.

PRUEBA DE ADHESIÓN

Una vez transcurrido el tiempo determinado (24 h) se procedió a la evaluación de la fuerza de adhesión

mediante pruebas de cizallamiento con la máquina Instron y un programa informático que registra la fuerza necesaria para cizallar el cilindro de material compuesto, con un diámetro conocido, de la superficie adherida correspondiente.

Para realizar las pruebas de cizalla se utilizó el Sistema UPI (Ultradent Inc.). Con este sistema la prueba en la Instron se realiza con un cilindro dentado. En un estudio previo, con el adhesivo de una botella PQ1, el utilizar el cilindro dentado con muestras de 2,38 mm de diámetro, permitió obtener resultados de fuerzas de unión hasta de 40MPa en esmalte, sin producir fracturas cohesivas en esmalte, dentina o composite. Esto se debe a que la forma de la superficie de contacto es plena y la fuerza se distribuye equitativamente (9).

Con otros sistema de medición de guillotina recta, la fuerza se ejerce sólo en un punto y esto provoca la fractura en dentina, o en composite, a menos megapascuales. Debido a estos resultados, derivados del dispositivo de medición, los investigadores se plantearon la posibilidad de que no se necesitaran mayores fuerzas de unión, es decir, adhesivos más resistentes, ya que estos soportaban más fuerza que la propia dentina (Fig. 3).

Tras analizar todos los especímenes se procedió al almacenamiento de datos y al análisis estadístico.

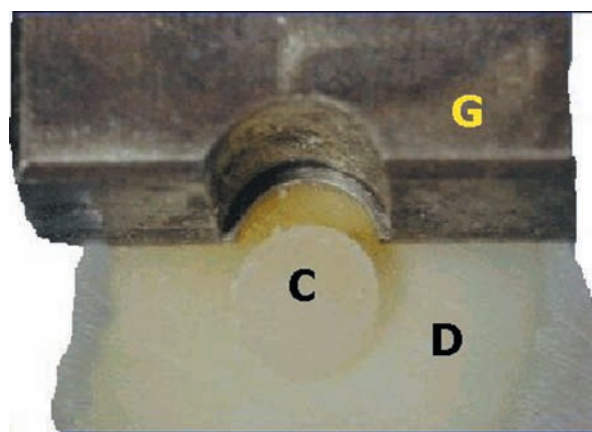


Fig. 3. Sistema UPI de cizalla para valorar fuerzas de adhesión. Dentina (D), Composite (C), Guillotina (G).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las diferencias de las medias para cada uno de los grupos evaluados, se testó mediante un test de análisis de la varianza (ANOVA) y corrección *post-hoc* (test de Student-Newman-Keuls) para las variables de distribución normal y mediante test no paramétrico (Mann-Witney), para aquellas variables que no seguían una distribución normal. El nivel de significación estadística se situó para una $p < 0,05$. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS-PC.

RESULTADOS

TABLA I
FUERZAS DE ADHESIÓN A ESMALTE Y DENTINA EN MPa

Excite		SE Bond	
Esmalte	Dentina	Esmalte	Dentina
24,5	37,5	41,8	44,1
25,8	29,4	36,6	44,8
28,8	21,1	29,6	37,9
19	34,4	18,4	29,8
19,6	31,9	21	37
27,3	19,3	23,7	35,4
28,4	17,7	35,2	32,2
21,8	26,6	22,6	44,7
27,1	10,7	17,6	39,4
30,8	35,2	10,7	44,6

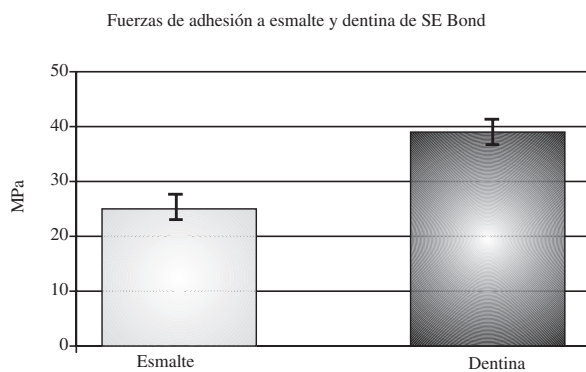


Fig. 4. Fuerzas de unión a esmalte y dentina de dentición temporal de Clearfil™ SE Bond expresadas en MPa.

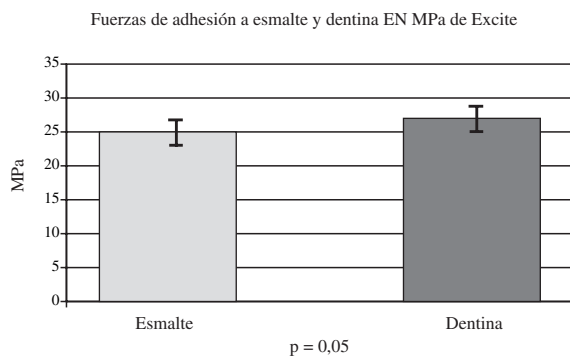


Fig. 5. Fuerza de adhesión a esmalte y dentina de Excite.

Las fuerzas de adhesión, en Mpa, obtenidas a nivel de esmalte fueron similares en media para los adhesivos Clearfil™ SE Bond y Excite®, sin que se observaran diferencias significativas entre dichos sistemas adhesivos. Las fuerzas de adhesión a dentina obtenidas con el Excite son inferiores a las obtenidas con Clearfil™ SE Bond (Tabla I) (Figs. 4 y 5).

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las fuerzas de adhesión a dentina entre Clearfil™ SE Bond y Excite®.

DISCUSIÓN

El desarrollo de nuevos materiales en odontología restauradora, ha generado grandes cambios en el tratamiento de la caries. La utilización de los sistemas adhesivos ha permitido modificar el diseño de la cavidad y disminuir su tamaño, para preservar más estructura dentaria sana. Anusavise sugirió que en el siglo XXI se podría, más que nunca, poner énfasis en los objetivos iniciales de la odontología restauradora, lo cual supone, la eliminación, exclusivamente, de la dentina infectada, y su reemplazo por un material inerte, es decir, una odontología mínimamente invasiva (10).

Dentro de este contexto, la importancia del éxito del tratamiento a largo plazo es de incalculable valor. Todos aquellos aspectos que influyan de una forma u otra en el resultado final del tratamiento deben ser cuidadosamente estudiados en la dentición temporal, con el objetivo de permitir una evolución normal de la función y la estética durante los años de crecimiento y desarrollo del paciente.

Como hemos mencionado anteriormente, el índice de fracaso de los materiales restaurativos estéticos es mayor que el de la amalgama en pacientes infantiles (3); esto se debe, en gran medida, a defectos de la técnica, entre otras cosas, porque los tratamientos en los niños deben ser de poca duración. Conseguir que el paciente infantil coopere durante cada tratamiento restaurativo es fundamental, pero mantener la colaboración a corto, medio y largo plazo es complicado, por lo tanto también lo es obtener buenos resultados.

La menor cantidad de pasos a seguir con los adhesivos autograbantes, en principio, disminuye el tiempo de trabajo y el margen de error. De aquí nuestro interés en estudiar los nuevos adhesivos autograbantes en dentición temporal, comparándolos con un adhesivo de una botella de gran difusión en el mercado en nuestro país.

Los dientes de la muestra fueron seleccionados meticulosamente, observando cada uno de los especímenes de dentina y esmalte con lupa estereoscópica, desechando todos aquellos que presentaran grietas o fisuras que pudiera alterar el resultado del estudio.

A pesar de que actualmente se están desarrollando sistemas adhesivos basados en la formulación de los ionómeros, con un tipo de adhesión esencialmente química (11), los adhesivos de mayor uso en el mercado basan su funcionamiento en la retención micromecánica de la resina al diente. Esta retención en dentina puede conseguirse principalmente de dos formas: la primera y más usada, eliminando el barrillo dentinario mediante ácido fosfórico (34-37%), y la segunda, modificando el mismo con ácidos suaves y utilizándolo para que forme parte de la capa adhesiva.

La técnica de adhesión es uno de los aspectos decisivos dentro del procedimiento restaurativo con materiales estéticos. Durante mucho tiempo, los investigadores afirmaron que con el esmalte y la dentina secos se obtenían mejores resultados en las fuerzas de adhesión, si bien esto es relativamente cierto para la adhesión a esmalte, no lo es para la dentina. El secado y la deshidratación de la superficie de dentina grabada, actualmente se asocia a una disminución de la energía superficial, convirtiendo al colágeno en una capa compacta que se encoge y no per-

mite la penetración de la resina (12,13). La evidencia sugiere que la dentina es mucho más receptiva a la infiltración cuando está húmeda (14). La dificultad técnica de trabajar con dentina húmeda radica en lograr el grado óptimo de humedad, evitando el fenómeno de la sobrehumidificación, que conduce a la separación entre la capa de impregnador (*primer*) y la capa de resina hidrofóbica (15). También pueden producirse vesículas acuosas en la interfase dentina-resina que debilitan la unión tanto a nivel intertubular como tubular, produciendo un sellado incompleto (16,17). Por lo tanto el grado de humedad adecuado es decisivo y en nuestro estudio lo hemos conseguido con una boquilla de aspiración quirúrgica colocada apoyada en el borde del cilindro de la muestra (1 cm), lo que en clínica correspondería a la boquilla de aspiración normal sin el taponcillo, colocada a 3 ó 4 mm del borde de la cavidad a tratar.

Una de las ventajas de los adhesivos autograbantes es que evitamos el paso de lavar el ácido, por lo que no corremos el riesgo de tener una dentina desecada, con exceso de humedad o con restos de ácido. Con Clearfil™ SE Bond no se necesita lavar porque el monómero ácido MDP, que es responsable del grabado, deja residuos de éster de ácido fosfórico que se incorporan y polimerizan en la capa de adhesivo (7), a la vez que la molécula de metacrilato queda disponible para la copolimerización con el adhesivo. Esta forma de aplicación, y la incorporación de los restos acídicos a la capa de adhesivo polimerizada, evita la posibilidad de que un lavado insuficiente del ácido fosfórico deje restos del mismo en la dentina.

Las fuerzas adhesivas en dentina, conseguidas por el adhesivo autograbante, fueron significativamente superiores (45,3 MPa) a las obtenidas por el adhesivo de una botella (25,5 MPa), mientras que en esmalte fueron similares. Hemos de tener en cuenta que la aplicación, tanto del impregnador (*primer*) y del adhesivo del autograbante, como del adhesivo de una botella, se realizaron de forma activa, es decir, frotando, con lo cual, se consigue una mejor penetración de los materiales. La forma de aplicación es determinante en la obtención de buenos resultados en el procedimiento adhesivo, pero lo es especialmente cuando utilizamos adhesivos autograbantes sobre esmalte, ya que el patrón de grabado de los monómeros acídicos sobre el esmalte es irregular, y se ve afectado por diversos factores como son el volumen, la concentración, el tiempo de grabado y si se ha erosionado, o no, el esmalte con un instrumento cortante o con la fresa.

En dentición temporal es frecuente encontrar un patrón de grabado pobre, debido a la mayor cantidad de esmalte aprismático (18) y aunque Clearfil™ SE Bond consiguió un incremento en la porosidad del esmalte no consigue la desmineralización en las capas profundas de la estructura como lo hace el ácido fosfórico al 34%. En consonancia con nuestro trabajo, Tay y Phasley encontraron valores más bajos en esmalte que en dentina, con adhesivos autograbantes (19).

En un estudio reciente en dentina de dientes permanentes, realizado por Brown y cols., en el que comparan las fuerzas de adhesión para nueve sistemas adhesivos utilizando dos sistemas de medición diferentes, los resultados que obtuvieron para Excite® y Clearfil™ SE Bond, fueron comparables con los resultados de nuestro estudio (20).

Hemos de tener en cuenta, el hecho de que nuestro estudio *in vitro* fue realizado en dentina y esmalte sanos y que la adhesión a dentina *in vivo* es mucho más complicada y menos predecible que en esmalte. La dentina no debe considerarse como una entidad independiente, sino como parte de un complejo sistema junto con la pulpa (21), por lo que las características de la dentina y el grado de interacción de esta con la pulpa depende mucho de la zona en que se tome la muestra. Así, la composición, la cantidad de túbulos y el grado de presión intrapulpar (22), no serán los mismos a nivel oclusal que a nivel interproximal, cerca de la pulpa, o cerca del esmalte (23). Estos aspectos pueden influir tanto en la sensibilidad postoperatoria como en la capacidad de la retención micromecánica del adhesivo y por tanto de la restauración. Asimismo está demostrado que todas estas variaciones son aún más acentuadas en dentición temporal que en permanente (24).

Las diferencias en el sustrato son un factor determinante a la hora de elegir un adhesivo (25). Actualmente se acepta que la calidad y la cantidad del barrillo dentinario varía ampliamente de acuerdo con la forma en la que es creado. El barrillo dentinario que se produce con las fresas al realizar cavidades en pacientes presenta diferencias sustanciales con el que crean los discos de pulir en el laboratorio, lo que da lugar a que los valores de las fuerzas adhesivas sean peores en el primer caso que en el segundo (26,27). Ogata y cols. obtuvieron diferencias significativas en las fuerzas de adhesión de los adhesivos autograbantes en dentina, cuando la superficie de adhesión era tratada con fresas de diamante, en lugar de con discos de pulir de grano de 600. Según los autores, el alto pH de los autograbantes (1,5-3,0), con respecto al del ácido fosfórico (-0,43-10,02) (28), produce peor patrón de grabado, dejando un remanente de barrillo dentinario que podría llegar a ser la causa de un deterioro a medio y largo plazo de la adhesión. Sin embargo se requieren estudios clínicos prospectivos que demuestren esto.

Nuestro estudio coincide con el de Daronch y cols. en el que concluyen que para obtener el máximo de sus propiedades, los adhesivos autograbantes deben aplicarse sobre esmalte erosionado con un instrumento cortante (7).

Por otro lado, Perdigo y cols., estudiando adhesivos autograbantes, afirman, que a pesar de las variaciones morfológicas en el patrón de grabado observadas con microscopía electrónica cuando se utilizan los autograbantes, la media de las fuerzas de adhesión en esmalte no se ven afectadas (29). Shimada y cols. encontraron los mismos resultados que Perdigo y cols., tanto en dentición temporal como en permanente (30).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en las fuerzas de adhesión para esmalte fueron similares para ambos adhesivos, obteniéndose, sin embargo fuerzas adhesivas significativamente superiores para dentina con SE Bond. Por lo tanto, Clearfil™ SE Bond puede considerarse un adhesivo autograbante válido para la restauración de cavidades en dientes temporales, cuando se extiendan fundamentalmente en dentina, erosionando siempre el esmalte con una fresa o instrumento cortante. Hemos de tener en cuenta la correc-

ta aplicación del sistema adhesivo. Sin embargo, sólo los estudios clínicos a largo plazo pueden garantizar la estabilidad de la adhesión y por tanto la predecibilidad de este tipo de restauraciones.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido realizada en el Departamento de Investigación de la Universidad de Loma Linda (California) bajo la dirección del Dr. Carlos Muñoz.

CORRESPONDENCIA:
Patricia Gatón Hernández
Tarragona, 79 bajos 1º
08226 Terrassa. Barcelona

BIBLIOGRAFÍA

- Amarante E, Raadal M, Espelid I. Impact of diagnostic criteria on the prevalence of dental caries in Norwegian children aged 5, 12 and 18 years. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26 (2): 87-94.
- Espelid I, Tveit AB, Tornes KH, Alvheim H. Clinical behaviour of glass ionomer restorations in primary teeth. *J Dent* 1999; 27 (6): 437-42.
- Barr-Agholme M, Oden A, Dahllof G, Modeer T. A two-year clinical study of light-cured composite and amalgam restorations in primary molars. *Dent Mater* 1991; 7 (4): 230-3.
- Ostlund J, Moller K, Koch G. Amalgam, composite resin and glass ionomer cement in Class II restorations in primary molars—a three year clinical evaluation. *Swed Dent J* 1992; 16 (3): 81-6.
- Dilley DC, Vann WF Jr, Oldenburg TR, Crisp RM. Time required for placement of composite versus amalgam restorations. *ASDC J Dent Child* 1990; 57 (3): 177-83.
- Kreulen CM, van Amerongen WE, Akerboom HB, Borgmeijer PJ, van't Hof MA. Evaluation of treatment times for Class II composite resin restorations. *ASDC J Dent Child* 1991; 58 (5): 372-7.
- Major IA, Ferjeskov O. *Histology of the human tooth*. 2ed. Copenhagen: Munksgaard, 1981. p. 79-93.
- Daronch M, De Goes MF, Grande RH, Chan DC. Antibacterial and conventional self-etching primer system: morphological evaluation of intact primary enamel. *J Clin Pediatr Dent* Spring 2003; 27 (3): 251-6.
- Jessop N, Muñoz CA, Dunn JR. Effect of cross head geometry, contact and thickness on shear bond strength (Abstract #1650). *J Dent Res, Special Issue*; 1999. p. 312.
- Anusavise KJ. Materials of the future: Preservative o restorative? *Operative Dent* 1998; 23: 162-7.
- Tyas MJ, Burrow MF. Clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer adhesive system: results at five years. *Oper Dent* 2002; 27 (5): 438-41.
- Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 1993; 24 (9): 618-31.
- Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *Am J Dent* 1992; 5 (3): 127-9.
- Perdigao J, Swift EJ Jr, Denehy GE, Wefel JS, Donly KJ. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J Dent Res* 1994; 73 (1): 44-55.
- 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.
- Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Relation between water content in acetone/alcohol-based “primers” and interfacial ultrastructure. *J Dent* 1998; 26 (2): 147-56.
- Gwinnett AJ. Dentin bond strength after air drying and rewetting. *Am J Dentistry* 1999 7: 144-8.
- Johnsen DC. Comparison of primary and permanent teeth. In: Avery JK, ed. *Oral development and histology*. Philadelphia: BC Decker, 1987. p. 180-90.
- Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching system. Part I Depth penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001; 17: 296-308.
- Brown P, Schiltz M, Sharp L. Comparison of two different dentin shear bond strength testing techniques using nine dental adhesives. 1682 IADR/AADR/CADR 80th General Session March 6-9, 2002. San Diego, California.
- Swift EJ. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002; 24: 456-61.
- Terkla HJ, Brown AC, Hainisch AP, Mitchem JC. Testing sealing properties of restorative materials against moist dentin. *J Dent Res* 1987; 66: 1758-64.
- Pashley DH, Andriga HJ, Derkson GD, Dekerson ME, Kalathoor SR. Regional variability in permeability of human dentine. *Arch Oral Biol* 1987; 32: 519-23.
- Sumikawa DA, Marshall GW, Gee L, Marshall SJ. Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatr Dent* 1999; 21: 439-44.
- Cardoso PEC, Meloncini MA, Placido E, Lima JDO, Tavares AU. Influence of substrate and load application meted on the shear bond strength of two adhesive systems. *Oper Dent* 2003; 28 (4): 388-94.
- Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res* 1970; 49 (6): 1359-68.
- Gilboe DB, Svare CW, Thayer KE, Drennon DG. Dental smearing: A investigation of the phenomenon. *J Prosth Dent* 1980; 44 (3): 310-6.
- Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerberk, Tome R, Vanherle G, Lopes L. Morphological field emission –SEM study of effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent Material* 1996; 12 (4): 262-71.
- Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van Meerberk, Vanherle G. Effects of self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 1997; 10: 141-6.
- Shimada Y, Senawongse P, Harnirattisai C, Burrow MF, et al. Bond strength of two adhesive system to primary and permanent enamel. *Oper Dent* 2002; 27: 403-9.