

# Propiedades de un adhesivo ortodóncico liberador de fluoruro que contiene partículas de relleno tipo S-PRG



R.J. Scougall

ROGELIO JOSÉ SCOUGALL VILCHIS<sup>1</sup>  
SHIN-ICHI MIMURA<sup>2</sup>  
KOHJI YAMAMOTO<sup>3</sup>

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar las propiedades de un adhesivo ortodóncico de autograbado que contiene partículas de relleno tipo S-PRG y es liberador de fluoruro. **Métodos.** La resistencia al descementado fue evaluada en 100 premolares extraídos, que fueron divididos aleatoriamente en cuatro grupos. En grupos I (Control 24 h) y II (Control termociclado), el esmalte fue grabado (37%  $H_3PO_4$ ; 30 s), y las brackets fueron adheridas con Transbond XT. En grupos III (Experimental 24 h) y IV (Experimental termociclado), el esmalte fue autograbado (3 s) y las brackets fueron adheridas con BeautyOrtho Bond. La muestra fue almacenada (37 °C, 24 h), únicamente los grupos II y IV fueron termociclados (5/55 °C; 1.500 ciclos), posteriormente la resistencia al descementado fue mediada (0,5 mm/min). El índice de adhesivo remanente (ARI) también fue analizado. Además, el efecto de los acondicionadores fue observado con el microscopio electrónico de barrido. **Resultados.** La resistencia al descementado de los grupos I y II fue significativamente mayor que los grupos III y IV. El ARI mostró diferencias significativas, y mayor cantidad de adhesivo remanente fue observado en los grupos I y II. La superficie del esmalte acondicionada con el adhesivo de autograbado fue más similar al esmalte intacto. **Conclusiones.** Las propiedades del adhesivo evaluado incluyen una aplicación más rápida del acondicionador; acción más gentil en la superficie del esmalte y liberación de fluoruro. Si bien la resistencia al descementado de los grupos III y IV fue significativamente menor que los grupos de control, los valores presentados fueron superiores a aquellos recomendados para el tratamiento de ortodoncia, y las brackets pueden ser exitosamente adheridas con este sistema, sin riesgo de fracturar el esmalte al retirar la aparatología y obteniendo menor cantidad de adhesivo remanente.

**Palabras clave:** Autograbado. Resistencia al descementado. Adhesivo remanente.

## Properties of a fluoride-releasing orthodontic adhesive filled with S-PRG particles Scougall Vilchis RJ, Mimura S, Yamamoto K

### ABSTRACT

**Objective.** This study aimed to evaluate the properties of a self-etching primer (SEP), fluoride-releasing orthodontic adhesive containing S-PRG filler particles. **Methods.** One hundred extracted human bicuspids were randomly divided into four groups. In groups I (Control 24 h) and II (Control thermocycling), the enamel was etched (37%  $H_3PO_4$ ; 30 s), and stainless steel brackets were bonded with Transbond XT. In groups III (Experimental 24 h) and IV (Experimental thermocycling), the enamel was conditioned with self-etching primer (3 s), and brackets were bonded with BeautyOrtho Bond. The samples were stored (37 °C, 24 h), only groups II and IV were thermocycled (5/55 °C; 1500 cycles); after which, shear bond strengths were tested (0.5 mm/min). The scoring of adhesive remnant index (ARI) was also recorded. Additionally, the effect of enamel conditioners was observed under a scanning electron microscope. **Results.** The bond strengths of groups I and II were significantly higher than groups III and IV. The ARI showed significant differences and more adhesive remained in groups I and II. The enamel surface conditioned with self-etching primer was more similar to the untreated enamel. **Conclusions.** The properties of the adhesive evaluated include faster application of the conditioner, gentler action on the enamel surface and fluoride-releasing. Even though shear bond strengths of experimental groups were significantly lower than control groups, their values were higher than the bond strength recommended for clinical treatment and stainless steel brackets could be successfully bonded with this bonding system, obtaining lower amount of adhesive residual after debonding (Rev Esp Ortod 2007;37:119-26).

Corresponding author: Rogelio José Scougall Vilchis, rogelio@dent.asahi-u.ac.jp

**Key words:** Self-etching primer. Bond strength. Adhesive remnant.

### Correspondencia:

Rogelio José Scougall Vilchis  
División de Ciencia, Función y Rehabilitación Oral  
Facultad de Odontología de la Universidad de Asahi  
1851 Hozumi, Mizuho city  
501-0296 Gifu Pref., Japan  
E-mail: rogelio@dent.asahi-u.ac.jp

<sup>1</sup>Residente de 3.º año de doctorado (PhD), MDS & Ort. División de Ciencia, Función y Rehabilitación Oral, Facultad de Odontología de la Universidad de Asahi;

<sup>2</sup>Profesor asistente DDS, PhD. Departamento de Prosthodontia. División de Ciencia, Función y Rehabilitación Oral. Facultad de Odontología de la Universidad de Asahi;

<sup>3</sup>Profesor DDS, PhD. Departamento de Operatoria Dental. División de Ciencia, Función y Rehabilitación Oral.

Facultad de Odontología de la Universidad de Asahi.

## INTRODUCCIÓN

El acondicionamiento del esmalte dental con la técnica de grabado ácido, introducida por M.G. Buonocore<sup>1</sup> en 1955, revolucionó la odontología en todas sus ramas, incluyendo a la ortodoncia. Diez años más tarde, la adhesión directa de brackets ortodóncicos utilizando resina compuesta fue descrita por G.V. Newman<sup>2</sup>. Dicha técnica ha sido considerada como uno de los progresos más significativos de la ortodoncia durante las últimas décadas<sup>3</sup> debido a las ventajas que ofrece; entre ellas destacan la mayor comodidad para el paciente, fácil higiene oral, mejor estética y menor tiempo de consulta. Sin embargo, la presencia de lesiones incipientes de mancha blanca al término del tratamiento ortodóncico continúa siendo uno de los efectos colaterales más frecuentes. En respuesta al problema prevalente, diversas compañías han producido adhesivos ortodóncicos con la propiedad de liberar fluoruro mientras mantienen una adecuada resistencia al descementado<sup>4</sup>. Asimismo, en un esfuerzo por mejorar los procedimientos de adhesión, reducir la pérdida de esmalte y el tiempo de trabajo, agentes adhesivos de autograbado han sido introducidos en el mercado<sup>5-7,11-15</sup>. Estos agentes de unión han sido considerados como biocomponentes hidrofílicos que permiten la difusión de monómeros y simultáneamente disuelven la hidroxiapatita de manera parcial, dando como resultado una zona de resina infiltrada<sup>11,12</sup>. Se ha demostrado que las brackets de acero inoxidable pueden ser exitosamente adheridas al esmalte con adhesivos de autograbado como una alternativa al grabado convencional que utiliza ácido fosfórico, brindando, así, una reducción de hasta el 65% del tiempo de trabajo<sup>13</sup>, y, a pesar de que han sido introducidas recientemente en la profesión, el 20% de los ortodontistas en EE.UU. las utilizan de manera rutinaria<sup>14</sup>. Z.C. Cehreli, et al.<sup>12</sup> mencionaron que los sistemas de adhesión en la ortodoncia moderna pueden ser clasificados en dos categorías: los de la primera categoría incluyen un agente grabador como el ácido fosfórico y un agente adhesivo en componentes separados, mientras que los sistemas en la segunda categoría incluyen un agente de autograbado, que combina el grabador y el adhesivo en un solo procedimiento. La técnica de grabado para la colocación de brackets ortodóncicos con sistemas adhesivos convencionales, que emplean acondicionador de esmalte y una solución adhesiva, continúa siendo ampliamente aceptada por la mayoría de los orto-

doncistas como técnica de rutina<sup>5</sup>. Sin embargo, el grabado ácido produce efectos yatrogénicos sobre la superficie del esmalte, entre ellos la pérdida del mismo<sup>5-11</sup>. Estudios recientes con microscopio electrónico de barrido (SEM)<sup>16</sup>, y con equipos sofisticados como el sistema de haz iónico focalizado (FIB)<sup>17</sup>, han demostrado que la penetración del ácido fosfórico en la superficie del esmalte es mucho más profunda que la producida por los adhesivos de autograbado. En resumen, el grado de esmalte perdido después de la profilaxis dental puede variar entre 5-14,38  $\mu\text{m}$ ; no obstante, estudios *in vivo* demostraron que la profilaxis previa al grabado ácido y a la adhesión de brackets ortodóncicos no tiene ningún efecto en el índice de fracaso. Contradictoriamente, los fabricantes recomiendan realizar profilaxis dental antes de aplicar los adhesivos de autograbado<sup>7</sup>. La pérdida de esmalte durante el grabado depende del tipo de ácido empleado, siendo el ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) al 37% de uso más común, con un tiempo de aplicación de 15-30 s por diente, en cuyo caso la pérdida de esmalte puede diferir ampliamente desde un mínimo de 10  $\mu\text{m}$  hasta un máximo de 170  $\mu\text{m}$ <sup>7,10</sup>. La profundidad de penetración de la resina puede alcanzar 50  $\mu\text{m}$ , y el procedimiento de limpieza del adhesivo remanente después de retirar la aparatología puede remover hasta 55,6  $\mu\text{m}$  de esmalte<sup>10</sup>. De tal suerte, la cantidad de esmalte perdido durante el proceso completo de adhesión puede ser de 120,6-189,98  $\mu\text{m}$ , mientras que el grosor total del esmalte se ha estimado entre 1.500-2.000  $\mu\text{m}$ <sup>7</sup>. Con el paso del tiempo, clínicos e investigadores han trabajado incansablemente para alcanzar las mejores ventajas de los agentes de unión y tratar de mantener una superficie de esmalte sana e intacta después de retirar la aparatología ortodóncica fija<sup>5,11,15</sup>, teniendo como ideal la pérdida mínima de esmalte en cada etapa del tratamiento<sup>7-10</sup>. I. Hosein, et al.<sup>7</sup> encontraron que la menor pérdida de esmalte ocurre cuando se emplea un adhesivo de autograbado y el adhesivo remanente es retirado con una fresa de carburo de tungsteno a baja velocidad. El propósito de esta investigación fue evaluar la resistencia al descementado, la cantidad de adhesivo remanente y la ultraestructura de un adhesivo ortodóncico de autograbado, que libera y recarga iones de flúor, y que contiene partículas de relleno con superficie prerreactivada con ionómero de vidrio (S-PRG, *Surface-PreReacted Glass ionomer*). Asimismo, las superficies de esmalte acondicionadas con ácido fosfórico y con adhesivo de autograbado fueron observadas con el SEM.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Resistencia al descementado

#### Dientes

Un total de 100 premolares humanos extraídos por razones ortodóncicas fueron almacenados en solución de timol al 0,1% (wt/vol). Los criterios para la selección de los dientes fueron similares a aquellos descritos por S.E. Bishara, et al.<sup>18</sup>. La superficie bucal de los dientes fue pulida durante 10 s utilizando una copa de hule a baja velocidad y pasta profiláctica libre de fluoruro. Los dientes fueron lavados con agua durante 30 s y secados con aire comprimido libre de aceite.

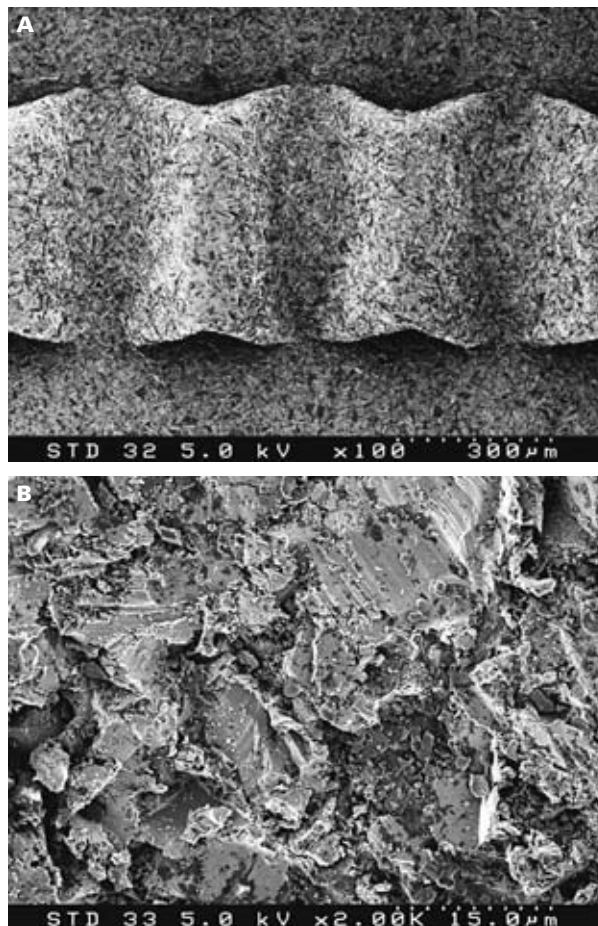
#### Brackets

Un total de 100 brackets de acero inoxidable para premolares (0.018-in, Dyna-Lock. 3M Unitek, Seefeld, Alemania) fueron utilizadas (Fig. 1). El área de la base de la bracket fue calculada en 14,1 mm<sup>2</sup>.

#### Procedimiento de adhesión

Los dientes fueron divididos aleatoriamente en cuatro grupos (n = 25/grupo):

- Grupo I (Control 24 h) y grupo II (Control termociclado). El esmalte fue grabado con ácido fosfórico al 37% durante 30 s, lavado con aerosol de agua y secado con aire comprimido libre de aceite hasta observar un aspecto de color blancuzco en la superficie; posteriormente el adhesivo fue aplicado en la superficie grabada y la bracket fue adherida al diente con Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, California, EE.UU.). En todos los grupos, las brackets fueron fotopolimerizadas (BlueLEX, Yoshida Dental, Japón) durante 30 s, los cuales fueron divididos en tres lapsos de 10 s (cara mesial, distal y oclusal, respectivamente).
- Grupo III (Experimental 24 h) y grupo IV (Experimental termociclado). El esmalte fue acondicionado con adhesivo de autograbado (Primer A & Primer B, BeautyOrtho Bond. Shofu, Kyoto, Japón), según las indicaciones del fabricante. Este autograbador contiene dos botellas de adhesivo (A [color transparente] y B [color rojo]), los cuales fueron mezclados en proporción 1:1 hasta obtener una mezcla de color homogéneo. El adhesivo de autograbado



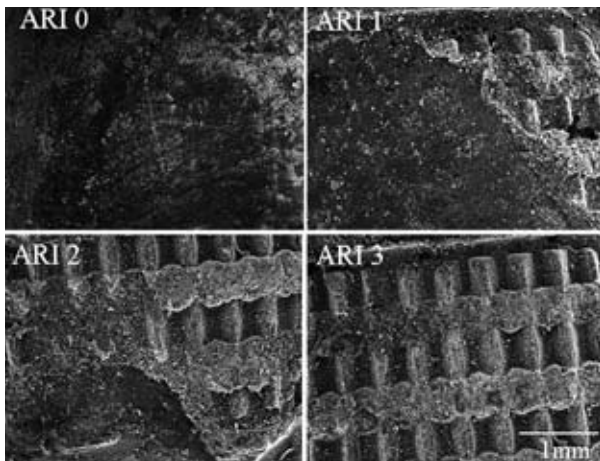
**Figura 1.** Base de la bracket vista bajo el SEM. A: magnificación original  $\times 100$ . B: magnificación original  $\times 2.000$ .

fue aplicado en la superficie del diente frotándolo durante 3 s; acto seguido la superficie fue suavemente secada. Finalmente, la bracket fue adherida con BeautyOrtho Bond y fotopolimerizada como se describió previamente.

#### Almacenamiento

Un alambre de acero inoxidable (0.017  $\times$  0.025-in) fue ligado en la ranura de cada bracket para reducir cualquier deformación durante el proceso de desalojo. Los dientes fueron fijados en resina acrílica utilizando una plantilla para alinear la superficie bucal del diente de manera paralela a la fuerza aplicada durante la prueba de resistencia al descementado. Los dientes fueron almacenados en agua destilada a 37 °C durante 24 h y únicamente los grupos II y IV fueron sometidos al proceso de termociclado<sup>19</sup>, el cual con-





**Figura 2.** Imágenes de SEM representativas de la puntuación del índice de adhesivo remanente (ARI). 0 = ausencia de adhesivo residual en el diente; 1 = menos del 50% de adhesivo residual en el diente; 2 = más del 50% de adhesivo residual en el diente; 3 = todo el adhesivo residual en el diente, con la impresión de la base de la bracket. Magnificación original  $\times 30$ .

sistió en 1.500 ciclos de baño en agua a 5 y 55 °C, respectivamente; el tiempo de baño fue de 1 min para cada ciclo.

### Prueba de resistencia al descementado

Una carga oclusolingival fue aplicada a nivel de la interfaz bracket-diente para producir una fuerza de desprendimiento, lo cual fue realizado con el extremo aplanado de una barra de acero unida a la máquina de prueba universal (Strograph, Toyo Seiki Seisaku-sho, Tokio, Japón). Los valores de la resistencia al descementado fueron medidos a una velocidad de 0,5 mm/min, la carga aplicada al desprendimiento fue registrada en kilogramos y convertida en megapascales (MPa). El análisis estadístico descriptivo fue realizado para calcular la media, desviación estándar y rango. Del mismo modo, la prueba de Scheffè (ANOVA de un factor) fue aplicada con significancia predeterminada a  $p < 0,05$ .

### Índice de adhesivo remanente (ARI)

Una vez realizada la prueba de resistencia al descementado, la cantidad de adhesivo residual en la superficie de los dientes fue evaluada de acuerdo con la puntuación original del ARI<sup>20</sup> (Fig. 2). La prueba estadística de  $\chi^2$  fue utilizada para analizar el ARI. Además, la presencia de fracturas en el esmalte (EF) fue registrada.

### Ultraestructura del adhesivo

La ultraestructura del adhesivo ortodóncico fue observada con ambos microscopios electrónicos, de barrido SEM S-4500 (Hitachi, Tokyo, Japón) y de transmisión TEM H-7100 (Hitachi). Conjuntamente, la composición química fue examinada y medida con un microanalizador de energía dispersa, Super Xerophy S-817XI (Horiba Stec, Kioto, Japón), el cual es un equipo adjuntado al SEM S-4500.

### Morfología de las superficies de esmalte

La superficie de esmalte de un diente joven recién extraído y sin tratamiento de acondicionamiento o de blanqueamiento previo fue seleccionada como control para analizar la superficie de esmalte grabada con ácido fosfórico al 37% durante 30 s, y aquella acondiciona con adhesivo de autograbado durante 3 s. Los especímenes fueron fijados químicamente con glutaraldehído al 2,5% durante 2 h a 4 °C y lavados en dos ocasiones con *buffer* cacodílico al 0,1 M durante 20 min a 4 °C. Posteriormente, fueron fijados químicamente con tetraóxido de osmio ( $\text{OsO}_4$ ) al 1% durante 1 h a 4 °C y nuevamente fueron lavados en dos ocasiones con *buffer* cacodílico al 0,1 M durante 20 min a 4 °C. Los especímenes fueron deshidratados con una serie ascendente de etanoles, sumergidos en alcohol t-butílico, secados por congelamiento (VFD-21S, Vacuum Device Inc, Ibaragi, Japón) y recubiertos durante 10 s utilizando un recubridor de plasma de osmio HPC-1S (Vacuum Device Inc). Finalmente, los especímenes fueron observados con el SEM.

## RESULTADOS

### Resistencia al descementado

Los valores de la resistencia al descementado de los cuatro grupos evaluados están mostrados en la tabla 1. Todos los grupos presentaron una resistencia al descementado mayor que los valores establecidos como necesarios para soportar las fuerzas ortodóncicas (5,9-7,8 MPa); sin embargo, aquellos valores alcanzados por los grupos I ( $22,4 \pm 4,3$  MPa) y II ( $20,9 \pm 3,2$  MPa) fueron significativamente mayores que los respectivos de los grupos III ( $11,6 \pm 3,1$  MPa) y IV ( $9,6 \pm 3,9$  MPa). Aunque los valores obtenidos después del termociclado fueron ligeramente menores, no existieron diferencias estadísticas significativas entre los grupos que utilizaron el mismo sistema adhesivo (diferencias de 1,5 y 2 MPa, respectivamente).

**Tabla 1. Análisis descriptivo de la resistencia al desalojo con valores expresados en MPa**

Grupos	Resistencia al descementado (MPa)		
	Media	DE	Rango
I	22,4	4,3	14,9-29,9
II	20,9	3,2	16-29,2
III	11,6	3,1	7,6-17
IV	9,6	3,9	5,2-21,5

**Tabla 2. Distribución de frecuencia y porcentaje del ARI, incluyendo la incidencia de fracturas en el esmalte (EF)**

Grupos	Puntuación del ARI (%)					EF	(n)
	0	1	2	3			
I	2 (8)	16 (64)	1 (4)	6 (24)	2 (8)	25	
II	8 (32)	15 (60)	1 (4)	1 (4)	3 (12)	25	
III	13 (52)	12 (48)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	25	
IV	10 (40)	13 (52)	2 (8)	0 (0,0)	0 (0,0)	25	

$\chi^2 = 24,7$ ;  $df = 9$ ;  $p = 0,0033$ .

## Índice de adhesivo remanente (ARI)

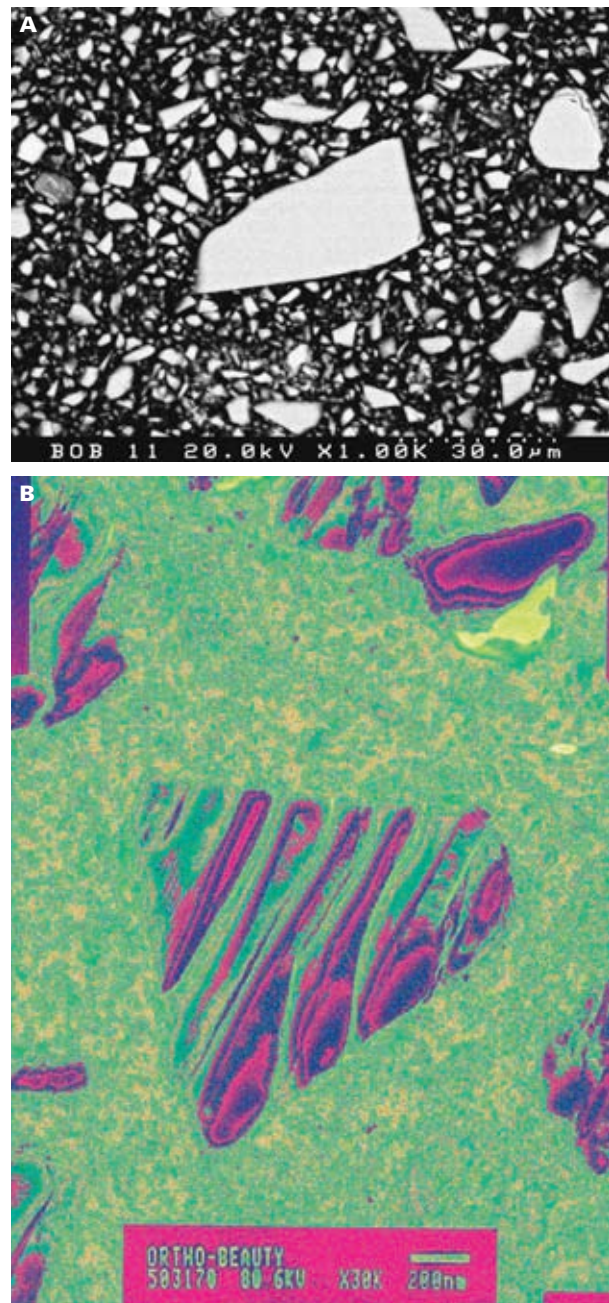
La puntuación del ARI está presentada en la tabla 2. La comparación de los resultados con la prueba  $\chi^2$  (24,7) indicó que los grupos son significativamente diferentes ( $p = 0,0033$ ). El grupo III presentó la menor cantidad de adhesivo remanente, seguido por los grupos IV y II, mientras que la mayor cantidad fue mostrada por el grupo I. Fracturas de esmalte fueron observadas únicamente en los grupos I y II.

## Ultraestructura del adhesivo

La figura 3 exhibe las imágenes del adhesivo ortodóncico observado con el SEM y el TEM, mientras que la figura 4 ilustra el espectrómetro de energía dispersa, el cual reveló la presencia de Sr, Al y Si como elementos principales de la composición de las partículas de relleno tipo S-PRG. El elemento F fue encontrado en menor proporción.

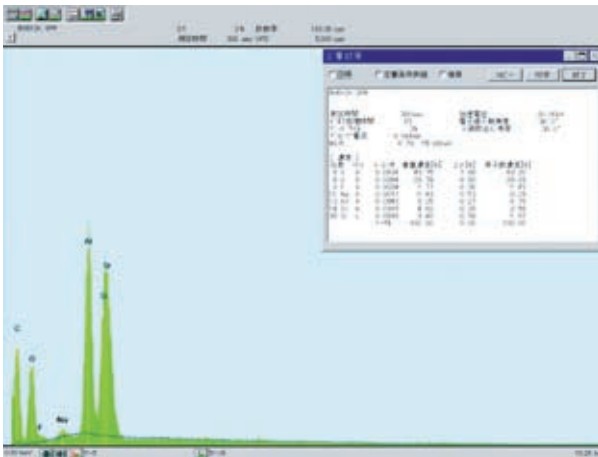
## Morfología de las superficies de esmalte

La figura 5 ilustra claramente cómo la superficie tersa del esmalte dental cambió drásticamente después

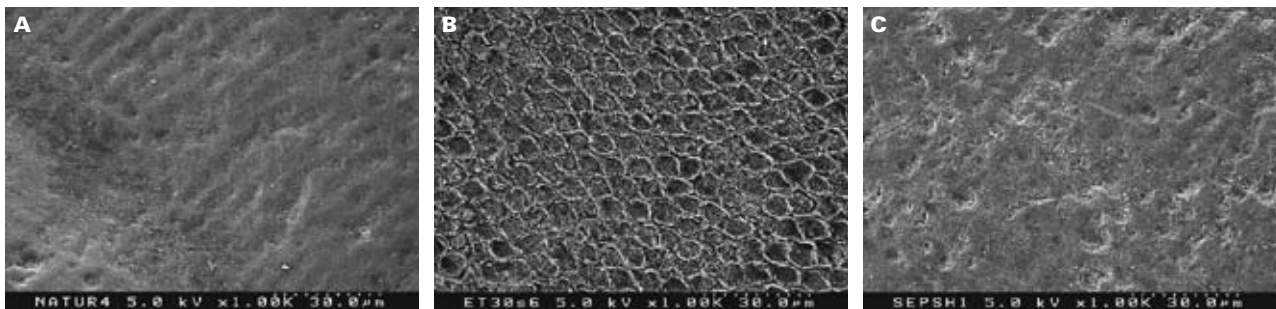


**Figura 3. A:** imagen del adhesivo ortodóncico BeautyOrtho Bond observado con difracción de electrones retrodispersados (SEM). Magnificación original  $\times 1.000$ . **B:** imagen de una partícula de relleno tipo S-PRG bajo el TEM. Magnificación original  $\times 30.000$ .

del grabado con ácido fosfórico al 37% durante 30 s. De manera contraria, la superficie acondicionada con el adhesivo de autograbado durante 3 s dio la impresión de ser similar al esmalte intacto.



**Figura 4.** Espectrómetro de energía dispersa del adhesivo ortodóncico evaluado.



**Figura 5.** Superficies de esmalte humano observadas con el SEM. **A:** esmalte intacto (Control). **B:** esmalte grabado con ácido fosfórico al 37% durante 30 s. **C:** esmalte autograbado durante 3 s con Primer A & Primer B (BeautyOrtho Bond). Magnificación original  $\times 1.000$ .

## DISCUSIÓN

### Resistencia al descementado

De acuerdo con informes previos<sup>12,21-23</sup>, los estudios *in vitro* presentan varias limitantes que deben ser cuidadosamente identificadas por los ortodoncistas; la gran diversidad de las condiciones para evaluar la resistencia al descementado ha mostrado una amplia variación en los resultados, y la comparación de los valores puede ser complicada<sup>23</sup>. Entre aquellos factores que influyen en los resultados de la resistencia al descementado encontramos el tipo de dientes seleccionados, es decir, humanos o vacunos<sup>24</sup>, la irregularidad anatómica de las superficies bucales de los premolares humanos<sup>25</sup>, el equipo utilizado para fotopolimerizar los adhesivos<sup>21,26-28</sup>, así como también el tiempo de fotopolimerización<sup>29</sup>, el tipo de brackets<sup>30</sup> y las características de sus bases<sup>31,32</sup>, el tiempo de

almacenamiento de la muestra previo a la prueba<sup>33</sup>, el procedimiento de termociclado<sup>19</sup>, la dirección<sup>34</sup> y el modo de medir la resistencia al descementado<sup>35-37</sup>. Por lo anterior, es recomendable considerar el comportamiento de los adhesivos ortodóncicos en las circunstancias específicas en que éstos han sido evaluados, agregando que la resistencia al descementado evaluada *in vitro* ha resultado ser significativamente mayor que aquella evaluada *in vivo*<sup>38,39</sup>.

La resistencia al descementado de los grupos I y II (Control) fue significativamente mayor que en los grupos III y IV (Experimental). Dichos resultados eran esperados debido a que la aplicación del ácido fosfórico ofrece la ventaja de incrementar la fuerza de unión; desafortunadamente su uso causa mayor pérdida de esmalte<sup>10</sup>. No obstante, la resistencia al descementado exhibida por los grupos III y IV fue superior al rango (5,9-7,8 MPa) recomendado como



clínicamente necesario para realizar el tratamiento de ortodoncia<sup>40</sup>, pese a que la fuerza de adhesión alcanzada con las brackets Dyna-Lock ha demostrado ser significativamente inferior a la de otras brackets<sup>31</sup>. Es importante recordar que la resistencia al descementado ideal no es simplemente aquella que ofrece la mayor fuerza de unión, sino la que soporta las fuerzas ortodóncicas y de masticación permitiendo el retiro de las brackets con una fuerza ligera para evitar dañar o fracturar el esmalte<sup>41</sup>. La introducción de los adhesivos de autograbado ha despertado gran interés entre los clínicos debido a que reducen el tiempo de trabajo, previenen contaminación con saliva y producen menor pérdida de esmalte<sup>3,42,43</sup>. Estudios previos han demostrado que BeautyOrtho Bond es un adhesivo adecuado para uso clínico<sup>22,44,45</sup>, manifestando mayor resistencia al descementado que Transbond XT cuando el esmalte vacuno fue acondicionado con un adhesivo de autograbado (Transbond Plus); sin embargo, cuando la resistencia al descementado fue evaluada en premolares humanos, el sistema adhesivo de BeautyOrtho Bond mostró valores estadísticos significativamente menores<sup>22</sup>. Por otra parte, J. Daub, et al.<sup>19</sup> comunicaron que el procedimiento de termociclado disminuye significativamente la resistencia al descementado, mientras que en este estudio no existieron diferencias estadísticas significativas, a pesar de que los valores disminuyeron ligeramente en los grupos que fueron termocicladados.

Uno de los problemas más frecuentes durante el tratamiento de ortodoncia es la aparición de lesiones incipientes de mancha blanca, fenómeno observado en el 50% de los dientes tratados ortodóncicamente<sup>46</sup>, y puesto que la interfaz esmalte-adhesivo es un área bastante crítica<sup>17,47</sup>, el uso de adhesivos de autograbado puede prevenir de alguna manera el desarrollo de dichas lesiones<sup>48</sup>. Igualmente, una característica muy prometedora de los adhesivos para prevenir este efecto indeseado es la liberación y recarga de fluoruro. No obstante, el proceso de liberación es complejo y la cantidad de fluoruro liberado por los adhesivos disminuye drásticamente durante los primeros 10 días de iniciado el procedimiento, por lo tanto, nuevas investigaciones son necesarias para evaluar profundamente los beneficios clínicos. También, los ortodontistas deben recordar que el uso de estos adhesivos está contraindicado en pacientes con fluorosis, en los cuales es recomendable realizar un procedimiento especial para adherir las brackets a superficies de esmalte atípicas<sup>49</sup>.

## Índice de adhesivo remanente (ARI)

Los resultados del ARI mostraron diferencias estadísticas significativas, y la menor cantidad de adhesivo residual fue observada en los grupos III y IV, hallazgos que concuerdan con lo comunicado por J.P. Cal-Neto, et al.<sup>50</sup>, quienes encontraron significativamente mayor cantidad de adhesivo remanente cuando se utilizó ácido fosfórico y menor cuando se empleó un adhesivo de autograbado. Asimismo, se ha encontrado que el ácido fosfórico aumenta la resistencia al descementado provocando un incremento en la cantidad de adhesivo residual<sup>7,51</sup> y complicando así su limpieza, lo cual puede causar grietas y pérdida de esmalte sano<sup>9,23,52</sup>. En contraste, el esmalte puede ser limpiado más fácil y rápidamente cuando la cantidad de adhesivo residual es escasa<sup>53,54</sup>.

Por otra parte, las fracturas de esmalte se han encontrado cuando la resistencia al descementado excede 14 MPa<sup>8</sup>, y la frecuencia de éstas aumenta cuando la fuerza de unión incrementa<sup>4,8,11,15,22</sup>, lo cual coincide con los resultados de este estudio, donde las fracturas fueron observadas únicamente en los grupos I y II. De cualquier manera, el desalojo *in vitro* tiende a incrementar la frecuencia de las fracturas, y en la práctica clínica es recomendable retirar las brackets con gentileza para prevenir el daño del esmalte, especialmente cuando se ha grabado con ácido fosfórico<sup>22</sup>.

## Morfología de las superficies de esmalte

La acción de los agentes acondicionadores sobre la superficie del esmalte ha sido ampliamente examinada y, en concordancia con numerosos estudios previos<sup>6,16,17,22,52</sup>, los adhesivos de autograbado producen un patrón de grabado mucho más conservador que el típico grabado de panal de abeja obtenido con la aplicación del ácido fosfórico (Fig. 5), de tal manera que se pueden relacionar los resultados de resistencia al descementado y del adhesivo residual con los hallazgos observados con el SEM. En otras palabras, a mayor agresividad en el grabado del esmalte, mayores serán la resistencia al descementado, la cantidad de adhesivo remanente y el riesgo de encontrar fracturas en el esmalte.

## CONCLUSIONES

Las propiedades del adhesivo evaluado incluyen una aplicación más rápida del acondicionador, acción más gentil en la superficie del esmalte y liberación de fluoruro. Si bien la resistencia al descementado de los grupos III y IV fue significativamente inferior a la de

los grupos de control, los valores presentados fueron superiores a aquellos recomendados como necesarios para el tratamiento de ortodoncia, y las brackets pueden ser exitosamente adheridas con este sistema, sin riesgo de fracturar el esmalte al retirar la aparatología, y obteniendo una menor cantidad de adhesivo remanente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-53.
- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod* 1965;51:901-12.
- D'Attilio M, Traini T, Di Iorio D, Varvara G, Festa F, Tecco S. Shear bond strength, bond failure, and scanning electron microscopy analysis of a new flowable composite for orthodontic use. *Angle Orthod* 2005;75:410-5.
- Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119:36-42.
- Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119:621-4.
- Vicente A, Bravo LA, Romero M. Influence of a non-rinse conditioner on the bond strength of brackets bonded with a resin adhesive system. *Angle Orthod* 2005;75:400-5.
- Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;126:717-24.
- Eminkahyagil N, Arman A, Cetinsahin A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod* 2006;76:314-21.
- Kim MJ, Lim BS, Chang WG, Lee YK, Rhee SH, Yang HC. Phosphoric acid incorporated with acidulated phosphate fluoride gel etchant effects on bracket bonding. *Angle Orthod* 2005;75:678-84.
- Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;118:288-94.
- Trites B, Foley TF, Banting D. Bond strength comparison of 2 self-etching primers over a 3-month storage period. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;126:709-16.
- Cehreli ZC, Kecik D, Kocadereli I. Effect of self-etching primer and adhesive formulations on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2005;127:573-9.
- Arnold RW, Combe EC, Warford JH Jr. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002;122:274-6.
- Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T. Failure rate of self-ligating and edgewise brackets bonded with conventional acid etching and a self-etching primer. *Angle Orthod* 2006;76:119-22.
- Tecco S, Traini T, Caputi S, Festa F, De Luca V, D'Attilio M. A new one-step dental flowable composite for orthodontic use: an *in vitro* bond strength study. *Angle Orthod* 2005;75:672-7.
- Fjeld M, Ogaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;130:575-81.
- Scougall Vilchis RJ, Hotta Y, Yamamoto K. Examination of the enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131:646-50.
- Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of antimicrobial monomer-containing adhesive on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2005;75:397-9.
- Daub J, Berzins DW, Linn BJ, Bradley TG. Bond strength of direct and indirect bonded brackets after thermocycling. *Angle Orthod* 2006;76:295-300.
- Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984; 85:333-40.
- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante A, Boehme A, Jost-Brinkmann PG. Effect of light-tip distance on the shear bond strengths of composite resin. *Angle Orthod* 2005;75:386-91.
- Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Hotta M, Yamamoto K. Shear bond strength of a new fluoride-releasing orthodontic adhesive. *Dent Mater J* 2007;26:45-51.
- Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. Effects of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic brackets: an *in vitro* study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129:390-5.
- Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998;114:514-9.
- Murray SD, Hobson RS. Comparison of *in vivo* and *in vitro* shear bond strength. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;123:2-9.
- Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Comparative bond strength of brackets cured using a pulsed xenon curing light with 2 different light-guide sizes. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002;122:242-50.
- Peterson SM, Drummond JL, Evans CA, Begole EA. Comparison of bond strengths using different curing lights. *J Clin Orthod* 2006;40:309-13.
- Pandis N, Strigou S, Eliades T. Long-term failure rate of brackets bonded with plasma and high-intensity light-emitting diode curing lights. *Angle Orthod* 2007;77:707-10.
- James JW, Miller BH, English JD, Tadlock LP, Buschang PH. Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;123:555-61.
- Zinelis S, Annousaki O, Makou M, Eliades T. Metallurgical characterization of orthodontic brackets produced by metal injection molding (MIM). *Angle Orthod* 2005;75:1024-31.
- Cozza P, Martucci L, De Toffol L, Penco SI. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod* 2006;76:849-54.
- Soderquist SA, Drummond JL, Evans CA. Bond strength evaluation of ceramic and stainless steel bracket bases subjected to cyclic tensile loading. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129:175.
- Chitnis D, Dunn WJ, Gonzales DA. Comparison of *in vitro* bond strengths between resin-modified glass ionomer, polyacid-modified composite resin, and giomer adhesive systems. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006; 129:330.
- Klocke A, Kahl-Nieke B. Effect of debonding force direction on orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129:161-5.
- Katona TR, Long RW. Effect of loading mode on bond strength of orthodontic brackets bonded with 2 systems. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129:60-4.
- Gibb AJ, Katona TR. A comparison of the shear-peel and third-order bond strengths of orthodontic brackets with 2 etch techniques and the role of bracket asymmetry. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;130:699.
- Mojtahedzadeh F, Akhouni MS, Noroozi H. Comparison of wire loop and shear blade as the 2 most common methods for testing orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;130:385-7.
- Hajrassie MK, Khier SE. *In vivo* and *in vitro* comparison of bond strengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131:384-90.
- Hildebrand NK, Raboud DW, Heo G, Nelson AE, Major PW. Argon laser vs. conventional visible light-cured orthodontic bracket bonding: an *in vivo* and *in vitro* study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;131:530-6.
- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975; 2:171-8.
- Elvebak BS, Rossouw PE, Miller BH, Buschang P, Ceen R. Orthodontic bonding with varying curing time and light power using an argon laser. *Angle Orthod* 2006;76:837-44.
- Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod* 2006;76:123-6.
- Turk T, Elekdag-Turk S, Isci D. Effects of self-etching primer on shear bond strength of orthodontic brackets at different debond times. *Angle Orthod* 2007;77:108-12.
- Yamamoto A, Yoshida T, Tsubota K, Takamizawa T, Kurokawa H, Miyazaki M. Orthodontic bracket bonding: enamel bond strength vs. time. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;130:435.
- Kitayama S, Nikaido T, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Enamel bonding of self-etch and phosphoric acid-etch orthodontic adhesive systems. *Dent Mater J* 2007;26:135-43.
- Korbmacher HM, Huck L, Kahl-Nieke B. Fluoride-releasing adhesive and antimicrobial self-etching primer effects on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2006;76:845-50.
- Arikan S, Arhun N, Arman A, Cehreli SB. Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units. *Angle Orthod* 2006;76:1035-40.
- Attar N, Taner TU, Tulumen E, Korkmaz Y. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs. one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthod* 2007;77:518-23.
- Gange P. Bonding in today's orthodontic practice. *J Clin Orthod* 2006; 40:361-7.
- Cal-Neto JP, Carvalho F, Almeida RC, Miguel JA. Evaluation of a new self-etching primer on bracket bond strength *in vitro*. *Angle Orthod* 2006;76:466-9.
- Pithon MM, Dos Santos RL, De Oliveira MV, Ruellas AC, Romano FL. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionomer cements under different enamel conditions. *Angle Orthod* 2006;76:700-4.
- Cal-Neto JP, Miguel JA. Scanning electron microscopy evaluation of the bonding mechanism of a self-etching primer on enamel. *Angle Orthod* 2006;76:132-6.
- Ozer M, Arici S. Sandblasted metal brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement *in vivo*. *Angle Orthod* 2005;75:406-9.
- Al Shamsi A, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Shear bond strength and residual adhesive after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod* 2006; 76:694-9.