

Recibido: 4 de junio del 2011 Aprobado: 30 de julio del 2011

COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE ACONDICIONAMIENTO PARA PORCELANA

COMPARISON OF THE SHEAR BOND STRENGTH OF BRACKETS USING TWO SURFACE CONDITIONING METHODS FOR PORCELAIN

Claudia Ballesteros-Pinzón,¹ Jesús A. Bermúdez-Lozano,² Nelly Coronel-Corzo,³
Edwin de-León-Goenaga,⁴ Linda P. Delgado,⁵ Liliana Báez-Quintero⁶

RESUMEN

Introducción: durante el 2010, en la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá, como trabajo de grado se realizó la investigación “Comparación de la fuerza de adhesión de brackets utilizando dos métodos de acondicionamiento para porcelana”. **Objetivo:** determinar la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados sobre porcelana, con el uso de dos métodos de acondicionamiento. **Materiales y métodos:** 40 premolares humanos fueron sometidos a preparaciones para cementación de coronas completas en metal porcelana. Se hicieron dos grupos cada uno de 20 dientes. Grupo 1. Grabado con ácido hidrofluorhídrico (9,6%) y aplicación de silano (AHF + s). Grupo 2. Ácido fosfórico (37%) y Primer para porcelana (AF + PP). Luego se cementaron brackets metálicos, utilizando adhesivo y resina Transbond XT. Las muestras fueron sometidas a prueba de resistencia de fuerza de corte con una máquina universal de ensayo, Instron. **Resultados:** se obtuvo mayor fuerza de adhesión en el grupo 2 (AF + PP) con un promedio de 9,4 MPa, y para el grupo 1 (AHF + s), un valor de 7,0 MPa ($p = 0,006$). **Conclusiones:** el método con ácido fosfórico (37%) y Primer para porcelana proporciona mejores resultados en la fuerza de adhesión de brackets metálicos sobre porcelana, evitando exponer al paciente a los efectos tóxicos del ácido hidrofluorhídrico, reportados en la literatura; también se minimizan los posibles daños en la estructura de la porcelana cuando se somete al grabado ácido.

Palabras clave: ácido hidrofluorhídrico, adhesión, porcelana, Primer para porcelana, silano.

ABSTRACT

Introduction: During 2010 the degree research “Comparison of the shear bond strength of brackets using two surface conditioning methods for porcelain” was carried out at Universidad Cooperativa de Colombia in Bogota. **Objective:** To determine the shear bond strength of metal brackets cemented on porcelain using two surface conditioning methods. **Materials and methods:** Forty human premolars were used and prepared for further cementing porcelain-metal crowns. There were two groups of 20 teeth each one; Group 1 was conditioned with 9.6% hydrofluoric acid and silane coupling agents (HFA + s). Group 2 used 37% phosphoric acid and Primer porcelain (FA + PP). Then metal brackets were bonded using adhesive and Transbond XT resin. Samples were tested for shear bond strength with Instron, a universal testing machine. **Results:** The highest shear bond strength was given by Group 2 (FA + PP) with a 9.4 MPa average, but Group 1 (HFA + s) a 7.0 MPa value ($p = 0.006$). **Conclusions:** The chemical bonding method of 37% phosphoric acid and Primer porcelain provides better results of shear bond strength of metal brackets on porcelain surfaces and prevents to expose patients to toxic effects of hydrofluoric acid, reported in literature; also possible porcelain structure damage is minimized using acid etching.

Keywords: hydrofluoric acid, adhesion, porcelain, Primer porcelain, silane.

Cómo citar este artículo: Ballesteros-Pinzón Claudia, Bermúdez-Lozano Jesús A., Coronel-Corzo Nelly, de-León-Goenaga Edwin, Delgado Linda P., Báez-Quintero Liliana. Comparación de la fuerza de adhesión de brackets utilizando dos métodos de acondicionamiento para porcelana Revista Nacional de Odontología. 2011; 7(13): 12-19.

¹ Odontóloga de la Universidad Nacional de Colombia. Estudiante de la Especialización en Ortopedia Funcional y Ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. Correos electrónicos: claudia.ballesteros@campusucc.edu.co, clapa.14@hotmail.com

² Odontólogo de la Universidad Santo Tomas, Bucaramanga. Estudiante de la Especialización en Ortopedia Funcional y Ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. Correos electrónicos: jesus.bermudez@campusucc.edu.co, jesusbarmudez91@hotmail.com

³ Odontóloga de la Pontificia Universidad Javeriana. Estudiante de la Especialización en Ortopedia Funcional y Ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. Correos electrónicos: nelly.coronel@campusucc.edu.co, nelunita0707@hotmail.com

⁴ Odontólogo del Colegio Odontológico Colombiano. Estudiante de la Especialización en Ortopedia Funcional y Ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. Correo electrónico: edlg@hotmail.com

⁵ Odontóloga de la Pontificia Universidad Javeriana. Especialista Ortodoncia de la Pontificia Universidad Javeriana. Coordinadora de la Especialización en Ortopedia Funcional y Ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. Correo electrónico: linda.delgado@campusucc.edu.co

⁶ Odontóloga de la Universidad Nacional de Colombia. Magister en Salud Pública de la Universidad Nacional de Colombia. Docente de las Especializaciones de Odontología de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá. Correo electrónico: liliana.baez@ucc.edu.co

Introducción

La creciente demanda en tratamientos de odontología estética y restauradora en los que se elaboran carillas, coronas o prótesis fijas en porcelana, ha llevado a que el ortodoncista tenga la necesidad de cementar aditamentos ortodónticos sobre este material, lo cual exige conocimiento respecto al uso de materiales y técnicas diferentes a las convencionales, garantizando una adhesión óptima de los brackets y, además, preservando al máximo el estado de las restauraciones.

Algunos de los retos que deben resolver los ortodoncistas son: el nivel de adhesión de los materiales empleados, el riesgo de causar alteraciones irreversibles en la superficie de porcelana y los efectos tóxicos producidos por algunos agentes, como el ácido hidrofúorhídrico (AHF), el cual se indica para el grabado de este material. Es importante eliminar los restos del ácido con agua abundante o neutralizándolo con bicarbonato, sustancia que tiene un pH básico. La cerámica es un material inerte, que no se adhiere químicamente a las resinas disponibles en la actualidad. El grabado ácido convencional resulta ineficaz en el acondicionamiento de las superficies de porcelana para la retención mecánica de brackets y demás aditamentos utilizados en ortodoncia.¹

Numerosos métodos se han reportado para acondicionar las superficies de porcelana antes de la adhesión. Éstos se pueden clasificar en tres grupos principales: mecánicos, químicos o una combinación de los dos anteriores. La preparación mecánica se realiza mediante abrasión con piedras verdes (de grano fino hechas de carburo de silicio),² fresas de diamante de grano grueso,³ microarenado con óxido de aluminio o sílice,^{1,3} o discos de diamante.⁴ Se ha demostrado que aunque la rugosidad de las superficies de porcelana aumenta la fuerza de adhesión, también aumenta el riesgo de fractura de la porcelana durante la descementación de los brackets, debido a la disminución de la resistencia.^{5,6} Según Gillis y Redlich, la porcelana microarenada es moderadamente afectada con la pérdida del glaseado y aumenta la rugosidad de forma localizada en la zona destinada para la cementación de los brackets, sin lograr diferencias significativas en la fuerza de adhesión, comparándola con métodos que no requieren eliminar el glaseado.⁴

Bourke y Rock reportaron una fuerza de adhesión de 1,47 MPa usando microarenado con óxido de aluminio sin otra técnica de acondicionamiento.⁷ De igual manera, Zachrisson evaluó varias técnicas para acondicionar las superficies de porcelana, reportando una fuerza de adhesión de 2,8 MPa usando arenado con óxido de aluminio como único método.¹

De acuerdo con estos estudios se puede concluir que además del aumento del riesgo de fractura y disminución de la resistencia de la porcelana, para su acondicionamiento estos métodos mecánicos no aumentan los niveles de fuerza de adhesión por sí solos, e incluso no son suficientes para mantener adheridos los brackets durante el tratamiento. Se sugiere que la adhesión óptima a una superficie de porcelana debe permitir el tratamiento de ortodoncia sin falla en la adhesión y sin dañar su integridad después de la remoción de los brackets. Se considera que una fuerza de unión adecuada en la adhesión de los brackets al esmalte debe ser de 6 a 8 MPa.^{7,8}

Debido a las limitaciones en la fuerza de adhesión de los métodos mecánicos de acondicionamiento de porcelana, es necesario combinarlos con otras técnicas que aumenten la fuerza adhesiva. Los métodos químicos para la preparación de la superficie de porcelana incluyen diferentes sustancias, siendo el más estudiado el (AHF) en diferentes concentraciones.^{1,7,9,10} Otras sustancias utilizadas son el fluoruro de fosfato acidulado (FFA)^{1,11} y el ácido fosfórico (AF) al 37%.^{2,7,12}

El AHF puede causar daños severos en los tejidos blandos y las mucosas, eritema y ardor asociado con la pérdida del tejido y dolor intenso durante varios días.^{9,13-15} Se recomienda su aplicación sobre la superficie de porcelana por 2 a 4 minutos, teniendo precauciones extremas para evitar el contacto del ácido con los tejidos blandos y las mucosas del paciente y del profesional.¹ Debido a su toxicidad potencial, se han propuesto métodos con el uso de otras sustancias en combinación con silanos. Vatarugegrid *et al.*¹¹ encontraron que la aplicación del FFA al 1,23% durante 10 minutos, en superficies de porcelana tratadas previamente con piedras verdes para eliminar el glaseado, resultó en una fuerza de adhesión de 9,42 MPa, similar a las reportadas con el uso del AHF, sin correr los riesgos antes mencionados.¹¹

El uso del ácido fosfórico al 37% se recomienda en combinación con silanos; Major *et al.*,¹² Bourke y Rock⁷ y Larmour *et al.*² encontraron fuerzas de adhesión aceptables, similares con las logradas aplicando AHF al 9,6% y silano. Los silanos son agentes de acoplamiento, ampliamente utilizados en prostodoncia y ortodoncia, que mejoran la adhesión a las superficies de porcelana (Zachrisson *et al.*,¹ Major *et al.*,¹² Wood *et al.*,¹⁶ Eustaquio *et al.*,¹⁷ Zelos *et al.*,¹⁸ Gillis y Redlich,⁴ Bourke y Rock,⁷ Schmage *et al.*,⁶ Türkkahraman y Küçükeşmen,⁵ Larmour *et al.*,² Saraç *et al.*,³ Trakyal *et al.*,⁹ Vatarugegrid y Viteporn,¹¹ Samruajbenjakul y Kukiattrakoon 2009).^{1-7,9,11,12,16-19}

El silano contiene moléculas de silanol y acrílicas, las primeras de las cuales reaccionan formando un enlace químico con el sílice (compuesto inorgánico de la porcelana) y las moléculas acrílicas se adhieren a la parte orgánica del adhesivo (resina). Por esta razón, cuando el contenido de sílice es bajo en la porcelana, el efecto en la fuerza de adhesión del silano es bajo.¹ La función del ácido fosfórico al 37% es remover la película superficial de la porcelana, eliminando de las partículas de sílice, las moléculas de oxígeno e hidrógeno para permitir su unión con las moléculas de silanol.

Existen numerosas marcas comerciales de silanos. La mayoría han tenido origen en la reparación de porcelana para fines restaurativos. El Primer para porcelana de la Ormco fue creado para mejorar la fuerza de adhesión al cementar brackets sobre superficies en porcelana. Los primeros en estudiarlo y compararlo con otros Primers fueron Wood *et al.* en 1986, al cementar un grupo de brackets metálicos sobre dientes en porcelana glaseados y otro grupo sin glaseado, el cual se eliminó con piedras verdes. Los resultados de la fuerza de adhesión fueron 14,2 y 20,3 lb, respectivamente.¹⁶ Luego, en 1994, Zelos *et al.* analizaron su efecto en la fuerza de adhesión de dos tipos de brackets cerámicos sobre carillas en porcelana glaseada. Los resultados mostraron valores promedio de 7,39 y 14,45 kg.¹⁸ Major *et al.*, en 1995, utilizando brackets metálicos cementados en bloques de porcelana VITA, compararon el Primer para porcelana (Ormco) con dos silanos diferentes, utilizando dos sistemas de resina, uno

de bajo relleno (Rely-a-bond) y otro de alto relleno (Phase II). Para activar la adhesión utilizaron ácido fosfórico al 2,5%; el resultado fue de 9,73 y 13,3 MPa, respectivamente.¹²

En estudios más recientes, en el 2006, Türkkahraman y Küçükeşmen⁵ estudiaron la fuerza de adhesión de brackets cerámicos sobre carillas en porcelana VITA, al comparar tres grupos: el primero con grabado con AHF al 9,6% y luego aplicación del Primer; el segundo microarenado, grabado con AHF al 9,6% y aplicación del Primer y el tercer grupo microarenado y aplicación del Primer, los resultados fueron 11,38, 10,45 y 5,46 MPa, respectivamente. Es importante resaltar que el Primer para porcelana en este estudio, no se utilizó según las instrucciones de la casa fabricante.

El objetivo de esta investigación fue comparar la fuerza de adhesión de brackets cementados en coronas de metal-porcelana, utilizando dos métodos de acondicionamiento: el primero grabado con ácido hidrofluorhídrico al 9,6% y silano, y el segundo adhesión química utilizando ácido fosfórico al 37% y un Primer para porcelana.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio experimental in vitro, con una muestra de 40 premolares humanos sanos, con indicación de extracción terapéutica, divididos en dos grupos de 20 dientes por cada uno, ya que según Fox *et al.* (1994) se recomienda un mínimo de 20 especímenes por grupo para pruebas in vitro de fuerza de adhesión en ortodoncia.²⁰

Los premolares fueron montados en moldes individuales de 1 cm x 1 cm fabricados en acrílico de autocurado; luego se realizaron tallas o preparaciones para corona completa, por parte de un especialista en rehabilitación oral, dejando una línea de terminación en chamfer liviano con fresa diamantada tronco-cónica redondeada. A los dientes tallados se les tomó impresión en silicona de condensación para luego hacer el vaciado con yeso tipo IV; los modelos fueron enviados al laboratorio dental para la confección de 40 cofias metálicas en aleación base Wiron 88 NiCrMo (Bego, Bremen, Alemania), revestidas en porcelana feldespática VITA VM@13

(Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania), fundida a temperaturas de 25-500°C.

Antes de la cementación de los brackets, se observó que las coronas de metal-porcelana no presentaban microfacturas, burbujas o superficies irregulares. Posteriormente las coronas fueron cementadas con fosfato de cinc (Lee Smith) sobre los dientes previamente tallados, con la siguiente técnica:

- Enfriamiento previo de la loseta de vidrio debajo del chorro de agua.
- Limpieza de la loseta con papel absorbente, sin fro-tarla para evitar que se caliente.
- Homogeneización del polvo y colocación en un extremo de la loseta.
- Compactación del polvo con la espátula.
- División del polvo aproximadamente en 6 partes.
- Homogeneización del líquido y colocación en el otro extremo de la loseta.
- Incorporación de $\frac{1}{6}$ del polvo al líquido esparciéndolo ampliamente y se repite el procedimiento.
- Incorporación de $\frac{1}{8}$ del polvo a la mezcla; posteriormente se van incrementando pequeñas partes de polvo a la mezcla, hasta conseguir una consistencia de pelo; este procedimiento no puede durar más de 90 segundos.

En la superficie vestibular de cada corona se realizó profilaxis con piedra pómez, para luego lavarlas y secarlas con aire comprimido.

En los grupos experimentales se utilizaron los siguientes métodos de acondicionamiento de la porcelana:

- Grupo 1: la superficie vestibular de la porcelana fue acondicionada con ácido hidrófluorhídrico al 9,6% (Ultradent® Porcelain Etch, Ultradent Products Inc. Utah, USA) durante 60 segundos; después del lavado y secado de la superficie se aplicó silano (Ultradent® Silane, Ultradent Products Inc. Utah, USA) por 60 segundos (AHF + S).
- Grupo 2: la superficie vestibular de la porcelana fue acondicionada con ácido fosfórico en solución al 37% (Ormco Etching Solution, Glendora, CA, USA) por 90 segundos, utilizando una mota de algodón;

sin enjuagar el ácido, se aplicó una primera capa del Primer para porcelana (Ormco Porcelain Primer, Glendora, CA, USA); luego se aplicó una segunda capa del Primer, dejándola actuar por 60 segundos; se lavó y se secó con aire comprimido (AF + PP).

Después del proceso de acondicionamiento de la porcelana en los dos grupos se cementaron los brackets para premolares (Gemini® 3M Unitek) con un área de la base del bracket de 12,55 mm². Se utilizó el sistema adhesivo Transbond XT (3M Unitek), según las instrucciones de la casa comercial.

Primero se aplicó adhesivo sobre la base del bracket y la superficie de porcelana acondicionada; inmediatamente se aplicó una delgada capa de resina Transbond XT de fotocurado (3M Unitek) en la base del bracket para proceder a posicionarlo en el centro de la cara vestibular de la corona metal-porcelana a una distancia de 4 mm de la superficie oclusal con ayuda de un posicionador, aplicando una fuerza de 8 oz, calibrada con un Dontrix (ETM Corp., Monrovia, CA, USA); posteriormente se retiraron los excesos de la resina alrededor de la base del bracket y se polimerizó a una distancia de 2-3 mm durante 20 segundos, 10 segundos en sentido ocluso-gingival y 10 segundos en sentido gingivo-oclusal, utilizando una lámpara LED, Elipar™ Freeligth 2 (3M ESPE). Todo el proceso fue realizado por un mismo operador. En el presente estudio las muestras no se sometieron a termociclado.

Prueba de corte o cizallamiento

Para realizar la prueba de corte, los moldes acrílicos con las coronas de porcelana fueron montadas en una máquina universal de prueba, Instron. Los moldes acrílicos se montaron en la prensa de la platina inferior de la probeta, procurando que la cara vestibular de la corona quedara en posición vertical. La prensa de la platina superior desplazó verticalmente hacia abajo la cuchilla fijada a ella a una velocidad controlada de 1 mm/min. Este desplazamiento generó una fuerza constante y creciente en dirección ocluso-gingival, hasta el momento que se rompió el equilibrio fuerza-resistencia. Luego se realizó la recolección de resultados y, finalmente, el análisis estadístico de éstos.

Análisis estadísticos

Para la selección de la prueba estadística adecuada se realizó un test de normalidad Shapiro-Wilk. Los resultados indicaron que se debe rechazar el supuesto normalidad en el grupo preparado con ácido fluorhídrico ($p < 0,001$). Por tanto, se recurrió a un test estadístico no paramétrico usando la prueba U de Mann-Whitney, la cual permite establecer si existen diferencias significativas entre dos grupos cuya variable de interés es una cuantitativa (fuerza de adhesión en MPa).

Resultados

Se observa que el grupo 1 (AHF + s) alcanzó un promedio de fuerza de adhesión de 7,0 MPa, con una desviación estándar de 3,0 MPa, mientras que el grupo 2 (AF + PP), alcanzó un promedio de fuerza de adhesión de 9,4 MPa, con una desviación estándar de 3,0 MPa (tabla 1).

Tabla 1. Valores estadísticos de los dos grupos en MPa

Valores estadísticos	Grupo 1 (AHF + s)	Grupo 2 (AF + PP)
Promedio	7,07	9,41
Desviación estándar	3,03	3,08
Coefficiente de variación	42,86%	32,77%
Mínimo	3,93	3,05
Máximo	17,27	15,34
Rango	13,34	12,29

Fuente: los autores

Al comparar los dos grupos se encontraron diferencias estadísticamente significativas, para el caso la variable MPa con un $p = 0,006$, con un nivel de confianza del 95% (figura 1), por lo cual se puede aceptar la hipótesis alterna de la existencia de diferencias en la fuerza de adhesión entre los dos grupos estudiados. La fuerza de adhesión fue mayor en el grupo 2 (AF + PP).

Gráfico de cajas y bigotes

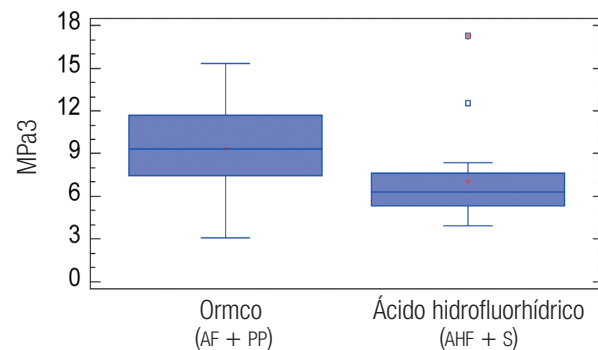


Figura 1. Valores promedio de fuerza de adhesión grupo 1 y grupo 2 en MPa

Fuente: los autores

Discusión

Los cuidados y esfuerzos por evitar daños permanentes en las restauraciones de porcelana de pacientes que requieren tratamientos ortodónticos, deben ser tenidos en cuenta de igual manera que las consideraciones para lograr fuerzas de adhesión aceptables en la cementación de brackets sobre porcelana, mediante investigaciones sobre materiales y métodos existentes para esta situación clínica.

La mayoría de estudios de este tipo utilizan en el diseño de la prueba muestras de porcelana en forma de discos o rectángulos, con un grosor de 1,5 a 4 mm, para cementar los brackets y posterior aplicación de las diferentes pruebas de fuerza de adhesión.^{1, 3-5, 6, 9, 11, 12, 18} A diferencia de los estudios que han utilizado dientes en porcelana o coronas en porcelana sobre dientes naturales,^{2, 7, 16, 17} los resultados podrían mostrar variaciones por las diferencias en la integridad del material, ubicación de la fractura o falla al aplicar las fuerzas y la relación de la hoja de corte de la máquina universal de pruebas, Instron, con la superficie de unión porcelana-bracket. En el presente estudio se utilizaron coronas metal-porcelana, confeccionadas sobre premolares humanos, garantizando la relación bracket-corona y la distribución de las fuerzas sobre la corona en porcelana, al aplicar la prueba de fuerza con el Instron.

Los estudios *in vitro* no logran simular la totalidad de las variables presentes en la cavidad oral, tales como el nivel de humedad (saliva), las proteínas, los minerales, la placa bacteriana, el pH, las fuerzas masticatorias y los cambios de temperatura, los cuales tienen un efecto en la fuerza de adhesión de los brackets en situaciones *in vivo*.²⁰ El termociclado se ha sugerido para simular algunas de estas variables; sin embargo, muchas veces el número de ciclos definido en un estudio, no corresponde con los tiempos de permanencia de los brackets en la cavidad oral y, por tanto, los valores obtenidos pueden no ser confiables.

Los resultados de esta investigación muestran que el acondicionamiento de la porcelana con ácido hidrófluorhídrico al 9,6% y silano, comparado con el uso de ácido fosfórico al 37% y el Primer de porcelana, ofrecen valores significativamente diferentes, 7,0 y 9,4 MPa, respectivamente.

Teniendo en cuenta resultados de estudios que compararon el mismo Primer para porcelana, se encontró que la diferencia significativa en los resultados del presente estudio no coinciden con los valores similares encontrados por Türkkahraman y Küçükeşmen⁵ en la fuerza de adhesión, al comparar el Primer para porcelana (Ormco) con AHF al 9,6% en un grupo (11,38 MPa), con un grupo en el que el método fue microarenado, AHF al 9,6% y el Primer para porcelana (10,45 MPa); los valores con el Primer para porcelana en sí, también fueron mayores con respecto al presente estudio (9,4 MPa). Al revisar el diseño del estudio, se evidenció que los autores no utilizaron el producto según las indicaciones dadas por la casa comercial, ya que no usaron el ácido fosfórico en solución al 37%, necesario para activar la adhesión entre el Primer y la porcelana.⁵

Vatarugegrid y Viteporn¹¹ tampoco encontraron diferencia estadística en los resultados para los grupos analizados en su estudio, en el que se utilizó como grupo control el Primer para porcelana (Ormco) sobre la superficie previamente desgastada con piedras verdes y se comparó con un grupo al cual se le aplicó FFA al 1,23% durante 10 minutos sobre la porcelana, igualmente tratada con piedras verdes.¹¹ Los valores encontrados para la fuerza de adhesión del producto en los dos grupos (9,68 y 9,42 MPa) son similares al

valor del resultado del presente estudio con el Primer para porcelana (9,4 MPa).

Los resultados del presente estudio coinciden con los resultados del estudio de Major *et al.*¹² cuando se comparó el Primer de porcelana (Ormco) con silanos de otras marcas y se encontraron diferencias significativas entre el producto y dos de los silanos estudiados; el valor de la fuerza de adhesión para el Primer (Ormco) fue de 9,73 MPa, usando una resina de bajo relleno, siendo similar al valor del presente estudio (9,4 MPa).

Respecto al efecto del termociclado en la disminución de los resultados de la fuerza de adhesión encontrado por Zachrisson *et al.*¹ y por Bourke y Rock,⁷ se encontró que los valores del presente estudio para los dos grupos (AHF + S = 7,0 MPa y AF + PP = 9,4 MPa) son similares o incluso menores a los valores reportados en otros estudios en los cuales sí se hizo termociclado a las muestras, como los de Türkkahraman y Küçükeşmen (11,38 MPa),⁵ Bourke y Rock (10,04 y 10,29 MPa)⁷ y Zachrisson *et al.* (11,5 y 11,6 MPa).¹ Se podría inferir que el procedimiento no afecta significativamente los resultados, lo cual concuerda con lo encontrado por Smith *et al.*²¹ Los valores de fuerza de adhesión promedio encontrados en los grupos sin termociclado de estos estudios están por encima del valor máximo (14 MPa)²² considerado como adecuado en ortodoncia para evitar daños estructurales al descementar los brackets, tanto al esmalte dental como a la porcelana.

De acuerdo con el estudio de Bourke y Rock,⁷ el termociclado disminuye la fuerza de adhesión en aproximadamente un 50%, al encontrar un valor promedio de 18,6 MPa en muestras sin termociclado y 9,5 MPa en muestras con termociclado. Adicionalmente, de siete estudios referenciados en los que se analizó fuerza de adhesión sobre porcelana, sólo tres de ellos realizaron termociclado de las muestras.⁷ Zachrisson *et al.*¹ también concluyen que la fuerza de adhesión es mayor al someter las muestras a termociclado, y que si no se hace el procedimiento, al analizar el efecto de los silanos sobre la adhesión de brackets a porcelana no se logran aumentos en la fuerza de adhesión.¹ Finnema *et al.*,²⁰ en su revisión sistemática y meta-análisis sobre pruebas de fuerza de adhesión de

brackets in vitro, encontraron que el termociclado se encontró reportado en 15 de 65 estudios.²⁰

Aunque la extrapolación de los resultados de estudios sobre adhesión in vitro no debe considerarse como referencia en la práctica clínica, sí son útiles para orientar al profesional sobre los materiales y productos que tienen mejor desempeño.^{20, 24} De acuerdo con los resultados de la fuerza de adhesión en ambos grupos, se podría pensar en evitar el uso rutinario del ácido hidrofluorhídrico al 9,6% como grabador de porcelana para la cementación de brackets metálicos, debido a su toxicidad, daño a la superficie cerámica y potencial peligro para la salud de los pacientes,¹³⁻¹⁵ teniendo en cuenta que con otros sistemas de acondicionamiento como el Primer de porcelana se consiguen fuerzas de adhesión similares o superiores, sin que esto necesariamente ocasione daños en la porcelana.

Por otra parte, el acondicionamiento de la porcelana para la cementación de brackets en tratamientos ortodónticos con el uso de Primer para porcelana, es una alternativa adecuada para reemplazar los métodos que utilizan el ácido hidrofluorhídrico y los métodos mecánicos para aumentar la rugosidad superficial, eliminando parcialmente el glaseado superficial. Los valores de fuerza de adhesión encontrados con este producto son adecuados, resultando en un método práctico, económico, seguro, no tóxico para el paciente y el clínico y, por último, sin aumentar el riesgo de fractura de la porcelana durante la descementación de los aditamentos al finalizar el tratamiento ortodóntico.

Conclusiones

El mejor valor de fuerza de adhesión para el método de acondicionamiento de porcelana es el uso de ácido fosfórico líquido al 37% y el Primer de porcelana (Grupo 2).

Con el método de grabado con ácido hidrofluorhídrico al 9,6% y silano (Grupo 1) se encontró una fuerza de adhesión aceptable, pero debido a su toxicidad, daño permanente en la superficie cerámica y la protección necesaria durante su uso clínico, no se constituye en un método de primera elección para la cementación de brackets sobre restauraciones en porcelana.

Recomendaciones

Determinar el daño sufrido en la porcelana después de la descementación de los brackets en las dos técnicas por medio de microscopia electrónica de barrido, pruebas de microdureza y rugosidad superficial, las cuales brindan información complementaria a los resultados del presente estudio.

Referencias

1. Zachrisson YO, Zachrisson BU, Büyükyılmaz. Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 109(4): 420-30.
2. Larmour CJ, Bateman G, Stirrups DR. An investigation into the bonding of orthodontic attachments to porcelain. *Eur J Orthod.* 2006; 28: 74-7.
3. Saraç YS, Elekdag-Turk S, Saraç D, Turk T. Surface conditioning methods and polishing techniques effect on surface roughness of a feldspar ceramic. *Angle Orthod.* 2007; 77(4): 723-8.
4. Gillis I, Redlich M. The effect of different porcelain conditioning techniques on shear bond strength of stainless steel brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114: 387-92.
5. Türkkahraman H, Küçükeşmen C. Porcelain surface-conditioning techniques and the shear bond strength of ceramic brackets. *Eur J Orthod.* 2006; 28: 440-3.
6. Schmage P, Nergiz I, Herrmann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123: 540-6.
7. Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Br J Orthod.* 1999; 26: 285-90.
8. Reynolds IR, von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic brackets - a comparative study of adhesives. *Br J Orthod.* 1976; 3(3): 143-6.
9. Trakyal G, Malkondu Ö, Kazazoğlu E, Arun T. Effects of different silanes and acid concentrations on bond strength of brackets to porcelain surfaces. *Eur J Orthod.* 2009; 31: 402-6.
10. Herion DT, Ferracane JL, Covell DA. Porcelain surface alterations and refinishing after use of two orthodontic bonding methods. *Angle Orthod.* 2010; 80: 167-74.
11. Vatarugegrid S, Viteporn S. Shear-peel bond strength of metal bracket to porcelain surface treated with 1.23% acidulated phosphate fluoride gel. *CU Dent J.* 2010; 33: 109-18.

12. Major PW, Koehler JR, Manning KE. 24-hour shear bond strength of metal orthodontic brackets bonded to porcelain using various adhesion promoters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108: 322-9.
13. Wilson GA, Sanger RG, Boswick JA. Accidental hydrofluoric acid burns of the hand. *J Am Dent Assoc.* 1979; 99: 57-8.
14. Kirkpatrick JJ, Enion DS, Burd DA. Hydrofluoric acid burns: a review. *Burns.* 1995; 21: 483-93.
15. Fujimoto K, Yasuhira N. Burns caused by dilute hydrofluoric acid in the bleach. *J Nippon Med Sch.* 2002; 69: 180-4.
16. Wood DP, Jordan RE, Way DC, Galil KA. Bonding to porcelain and gold. *Am J Orthod.* 1986; 89: 194-205.
17. Eustaquio R, Garner LD, Moore K. Comparative tensile strengths of brackets bonded to porcelain with orthodontic adhesive and porcelain repair system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 94: 421-5.
18. Zelos L, Bevis RR, Keenan KM. Evaluation of the ceramic/ceramic interface. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994; 106: 10-21.
19. Samruajbenjakul B, Kukiattrakoon B. Shear bond strength of ceramic brackets with different base designs to feldspathic porcelains. *Angle Orthod.* 2009; 79: 571-6.
20. Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthodontic.* 1994; 21: 33-3.
21. Finnema KJ, Özcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137: 615-22.
22. Smith G A, McInnes-Ledoux P, Ledoux W R, Weinberg R. Orthodontic bonding to porcelain - bond strength and refinishing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 94: 245-52.
23. Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil.* 1974; 1: 265-84.
24. Zachrisson BU. Orthodontic bonding to artificial tooth surfaces: clinical versus laboratory findings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117: 592-4.