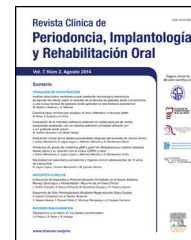


Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral

www.elsevier.es/piro



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Influencia del tratamiento de superficie en la resistencia traccional de porcelana feldespática reparada con resina compuesta



Daniel Bravo-Cavicchioli ^{a,*}, Erica Bustamante-Olivares ^b y Víctor Daza-Albornoz ^c

^a Master of Science in Dentistry, Profesor Asistente, Departamento de Rehabilitación Bucomaxilofacial, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca, Talca, Chile

^b Licenciada en Odontología. Docente, Departamento de Rehabilitación Bucomaxilofacial, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca, Talca, Chile

^c Licenciado en Odontología. Profesor de Práctica, Departamento de Rehabilitación Bucomaxilofacial, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca, Talca, Chile

Recibido el 2 de agosto de 2013; aceptado el 4 de febrero de 2014

Disponible en Internet el 11 de noviembre de 2014

PALABRAS CLAVE

Reparación;
Porcelana;
Tratamientos
de superficie;
Resina compuesta

Resumen

Objetivo: Determinar el efecto de distintos tratamientos de superficie en los valores de resistencia traccional en la unión entre porcelana feldespática y resinas compuestas.

Materiales y métodos: Se confeccionaron 32 especímenes con forma de «T» en porcelana feldespática, distribuidos aleatoriamente en 4 grupos experimentales (n=8). El extremo de cada espécimen fue sometido a un tratamiento de superficie, previo al acondicionamiento adhesivo y unión con resina. El grupo 1 (control) utilizó fresado, el grupo 2, fresado y arenado, el grupo 3, fresado, arenado y grabado con ácido ortofosfórico, y el grupo 4, fresado, arenado, grabado con ácido ortofosfórico y silanización. Se confeccionó una segunda «T» de resina compuesta, adherida a la anterior, que fue introducida en cilindros acrílicos para ser sometida a pruebas de tracción en una máquina Instron. Se registró la fuerza de falla y se analizó la interfase obtenida bajo microscopía óptica 40x.

Resultados: Se demostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 y 2 (p=0,006), entre los grupos 1 y 3 (p=0,000), grupos 1 y 4 (p=0,000), grupos 2 y 3 (p=0,008) y grupos 2 y 4 (p=0,000), donde a mayor número de tratamientos de superficie, se observó mayor resistencia traccional. No obstante, entre los grupos 3 y 4, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p=0,244).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dbravo@utalca.cl (D. Bravo-Cavicchioli).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.piro.2014.09.002>

0718-5391/© 2013 Sociedad de Periodoncia de Chile, Sociedad de Implantología Oral de Chile y Sociedad de Prótesis y Rehabilitación Oral de Chile. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Repair;
Porcelain;
Surface treatment;
Composite resin

Conclusiones: Los resultados del presente estudio in vitro sugieren que para realizar la reparación de la porcelana con resina compuesta, el tratamiento de superficie ideal es el que utiliza como mínimo fresado de la superficie, microabrasión de aire y grabado con ácido ortofosfórico al 37%. La adición de silano, aunque no imprescindible, tiende a generar una mejor unión, lo que se infiere del aumento en la proporción de fallas cohesivas.

© 2013 Sociedad de Periodoncia de Chile, Sociedad de Implantología Oral de Chile y Sociedad de Prótesis y Rehabilitación Oral de Chile. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Influence of surface treatment on the tensile strength of feldspathic porcelain repaired with composite resin

Abstract

Objective: Determine the effect of different surface treatments on the tensile strength of the bonded interface between feldspathic porcelain and composite resin.

Materials and methods: Thirty-two "T" shaped specimens were made in feldspathic porcelain, and randomly distributed into four experimental groups (n=8). The tip of each specimen was subjected to a surface treatment prior to adhesive conditioning and composite resin bonding. Group 1 or control used bur-roughening, group 2 bur-roughening and sandblasting, group 3 bur-roughening, sandblasting and acid etch with orthophosphoric acid, and group 4 bur-roughening, sandblasting, acid etch with orthophosphoric acid and silane treatment. A second "T" was built in composite resin, bonded to the porcelain "T" and immersed in acrylic cylinders to be subjected to tensile testing in an Instron machine. Ultimate tensile failure strength was obtained and the interphase was analyzed under 40x optic microscopy.

Results: Statistically significant differences in tensile strength were observed between groups 1 and 2 (p=0.006), groups 1 and 3 (p=0.000), groups 1 and 4 (p=0.000), groups 2 and 3 (p=0.008) and groups 2 and 4 (p=0.000), where the more surface treatments, the higher the tensile strength. However, no statistically significant differences were found between groups 3 and 4 (p=0.244).

Conclusions: The results of the present study suggest that porcelain repair with composite resin should be performed at least using bur-roughening, sandblasting, and acid etch with 37% orthophosphoric acid. Silane conditioning, although not essential, tends to generate a better bonding, inferred from the increased proportion of cohesive failures.

© 2013 Sociedad de Periodoncia de Chile, Sociedad de Implantología Oral de Chile y Sociedad de Prótesis y Rehabilitación Oral de Chile. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La cerámica dental es un material altamente utilizado en la práctica odontológica debido a sus buenas propiedades estéticas y mecánicas; sin embargo, el material no está exento de fallas en el tiempo, principalmente fracturas. Estudios clínicos sostienen que después de 10 años de permanencia en la boca podrían llegar a presentarse fracasos en un 5 a 10% de los casos¹. Frente a ello, en otros casos, la reparación de la cerámica evita la remoción completa de la restauración, con el consiguiente ahorro de tejido dentario y recursos económicos²⁻⁴.

El material de elección para realizar la reparación de la porcelana es la resina compuesta, otorgando estética, adhesión y fácil manipulación, lo que ayuda a obtener resultados satisfactorios⁵. No obstante, el sustrato debe prepararse para la adhesión a través del tratamiento de superficie³. Para aumentar la fuerza de unión entre la porcelana y la resina compuesta, se han empleado varios métodos.

Uno de ellos es lograr una superficie rugosa con piedras de diamante. El microarenado de partículas de óxido

de aluminio genera mejores resultados, cuyo mecanismo de acción es la generación de superficies de microrretención que incrementan aún más la penetración del sistema adhesivo, traduciéndose en mayores valores de fuerza de unión de la porcelana reparada^{4,6}.

También se ha descrito el grabado con ácido fluorhídrico, que al actuar por sí solo no genera buenos resultados, debiéndose acompañar su uso con silano u otro método^{1,3,5}. No obstante, el uso intraoral de este último está restringido debido a que representa riesgos para los tejidos humanos, por lo que algunos autores recomiendan como alternativa la utilización del ácido ortofosfórico⁷. Este último permitiría la limpieza de la superficie de la cerámica fracturada, sin lograr grabar la superficie cerámica⁸⁻¹⁰; es por ello interesante explorar el efecto del ácido ortofosfórico combinado con otros tratamientos de superficie.

El tratamiento de superficie debería incluir una sustancia promotora de la adhesión química, lo que se logra con la silanización y la aplicación posterior de sistemas adhesivos^{3,5,7,10-12}. Aunque el silano promueve la unión entre la cerámica y el adhesivo a base de dimetacrilato, esta se

potencia con retención mecánica y grabado químico^{3,8,13}. Por lo tanto, el propósito del presente estudio es establecer el método más adecuado para la reparación de porcelanas con resinas compuestas.

Materiales y métodos

Se procedió a la confección de 32 especímenes con forma de «T», de sección trapezoidal fabricados en porcelana feldespática (Vita® VMK) cuyas medidas fueron de 3 mm de espesor, 4 mm de ancho de la superficie superior, 6 mm de la superficie inferior y 14 mm de altura, los cuales fueron obtenidos con un molde de aluminio. Luego, se sometieron a un proceso de termociclado de 500 ciclos de 5 a 55 °C (ISO 11450), para después ser sumergidos en suero fisiológico (Baxter® Vialflex) por un período de 7 días, a temperatura ambiente.

Los 32 especímenes fueron distribuidos aleatoriamente en 3 grupos experimentales y un grupo control (n=8). Los tipos de tratamiento de superficie empleados fueron los siguientes: en grupo 1 (control) se realizó fresado de la superficie y aplicación de doble capa de adhesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE) y luego se procedió a reparar con resina híbrida (3M ESPE Z250™ Restorative). En el segundo grupo, adicional al fresado, se aplicó microabrasión de aire con partículas de óxido de aluminio de 50 μm y con una presión de aire de 140 Psi aplicada a una distancia de 8 mm, en 45° en relación con la superficie que se debía tratar y durante 3 segundos con movimiento circular constante, y se continuó con el mismo procedimiento restaurativo. En el tercer grupo, además de fresado y microabrasión de aire, se aplicó ácido ortofosfórico al 37% (Rite Dent®, Acid Etching Gel) durante 2 minutos, continuando con el mismo procedimiento restaurador. El cuarto grupo se fresó, aplicó microabrasión de aire, ácido ortofosfórico al 37%, doble capa de silano (3M ESPE RelyX™ Ceramic Primer) secado a temperatura ambiente durante un minuto cada capa, y se continuó con el mismo proceso restaurador.

Para realizar la aplicación de la resina compuesta, se utilizó una técnica de 3 incrementos de 2 mm de largo cada uno y del grosor del molde de acero, para lo que se usó un segundo molde en forma de «T» que se relacionaba con el anterior. Se procedió a la fotopolimerización de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Una vez realizada la reparación, los especímenes fueron sometidos a termociclado de 500 ciclos. Posterior a ello, fueron introducidos en cilindros de acero inoxidable que contenían acrílico rosado de autopolimerización (Marche®) en etapa granulosa. Después, se sometieron a la prueba de tracción en una máquina Instron Serie IX, Versión 5.2, utilizada a velocidad de cabezal de 0,05 cm/min con una celda de carga de 200 kg/F.

Una vez realizada la prueba de tracción para cada espécimen, cada uno de ellos fue observado con un microscopio óptico (Quimis, modelo 106S2), utilizando un aumento de 40X para determinar el tipo de falla de la interfase. Las fallas fueron clasificadas en adhesivas, cuando solo involucró la interfase de adhesión entre la porcelana con el material restaurador; mixtas, cuando en la interfase de adhesión se encontraron porciones de resina compuesta, y falla cohesiva cuando ocurrieron en el cuerpo de la porcelana o resina.

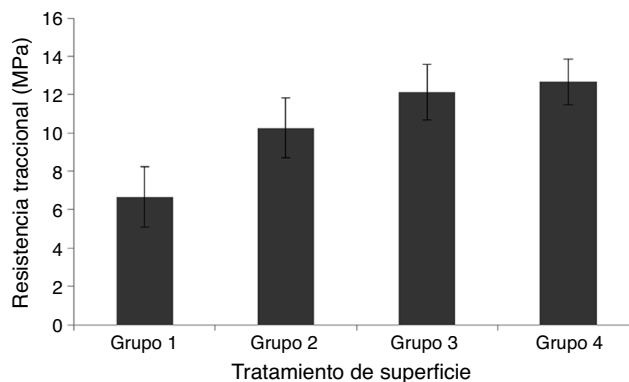


Figura 1 Resistencia traccional por grupo.

Los valores de resistencia a la tracción de todos los grupos experimentales, así como la comparación entre pares de ellos, fue realizada con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, y la homogeneidad de grupos se estableció mediante el test de Tukey. Para todas las pruebas, se utilizó un valor de significación estadística del 95% ($p \leq 0,05$).

Resultados

Los resultados de resistencia traccional por grupo obtenidos se observan en la figura 1, donde los valores obtenidos fueron los siguientes: grupo 1 (mediana 6,66 y rango 2,7-10,12 MPa), grupo 2 (mediana 10,62 y rango 9,07-11,98 MPa), grupo 3 (mediana 12,14 y rango 10,59-13,75 MPa) y grupo 4 (mediana 12,67 y rango 11,48-13,82 MPa).

El grupo 1 solo presentó falla de tipo adhesiva, mientras que la falla de tipo mixta fue observada en los grupos 2, 3 y 4. El tipo de falla cohesiva se produjo en los grupos 3 y 4, siendo superior en el grupo 4, tal como se observa en la tabla 1.

La prueba Kruskal-Wallis demostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudio ($p=0,0001$). El test de Tukey mostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 1 y 2; 1 y 3; 1 y 4; 2 y 3; 2 y 4; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos 3 y 4. No obstante, el grupo 4 mostró los mayores valores de resistencia traccional entre todos los grupos.

Discusión

Para realizar una reparación, se hace indispensable el uso de un tratamiento de superficie, con la finalidad de incrementar los valores de adhesión entre materiales que presentan características químicas y físicas diferentes^{1,14}. El presente estudio investigó 3 tratamientos de superficie diferentes y sus combinaciones. Los resultados del grupo control sugieren una baja predictibilidad clínica, ya que los valores de resistencia de este grupo eran significativamente menores que para el resto de los grupos. No obstante, el fresado es recomendado por diversos autores al generar rugosidad de la superficie débil y porosa de la porcelana fracturada, aumentando la superficie de unión^{8,14}; otros autores asocian este tratamiento a un efecto dañino, puesto que con el fresado existiría la posibilidad de propagar grietas en el interior del

Tabla 1 Tipo de falla por grupo

Falla	G1: Fre		G2: Fre + Are		G3: Fre + Are + Ac		G4: Fre + Are + Ac + Sil	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Adhesiva	8	100	6	75	5	62,5	4	50
Mixta	0	0	2	25	3	37,5	2	25
Cohesiva	0	0	0	0	0	0	2	25
Total	8	100	8	100	8	100	8	100

material restaurativo, disminuyendo la resistencia cohesiva de la masa de porcelana¹⁵. Sin embargo, en el presente estudio, el fresado se realizó en todos los grupos, para evitar esta variable.

Por otro lado, el grupo 2 incrementó en más de un 40% la resistencia traccional entre ambos materiales. Ello estaría dado por la generación de una mayor superficie de microrretención, lo que permitiría la mejor penetración del sistema adhesivo, traduciéndose en un aumento significativo de la fuerza de unión entre la cerámica y la resina en comparación con el grupo uno^{16,17}. Los resultados se encontraron dentro de los parámetros señalados para la acción del microareñado, lo que se ha estimado entre 9 y 17 Mpa¹⁸.

En el grupo 3, los valores de resistencia a la tracción fueron aun superiores a los anteriores, ya que de acuerdo con reportes anteriores este tratamiento de superficie lograría una mejor adhesión de la resina a la cerámica y se incrementaría el tiempo de supervivencia de la reparación en boca^{14,19}. El ácido ortofosfórico produciría una limpieza superficial, permitiendo que en la superficie previamente arenada pudiera penetrar de mejor forma el agente de unión, generando con ello una mayor resistencia a la tracción y obteniéndose consecuentemente una mayor cantidad de fallas mixtas que en los otros grupos (37,5%). No obstante, Akova (2007), determinó que el microareñado junto con la aplicación de ácido ortofosfórico tendrían menores valores de adhesión en comparación con la utilización de ácido fluorhídrico, el cual no fue utilizado como tratamiento de superficie en el presente estudio, debido a que clínicamente su uso intraoral es complejo, ya que es una sustancia altamente corrosiva y tóxica para los tejidos orales. En este sentido, Dos Santos (2006) no encontró diferencias estadísticamente significativas cuando realizó la comparación de tratamiento de superficie entre la combinación de silano-ácido ortofosfórico y silano-ácido fluorhídrico, lo que indicaría que este último no es esencial para lograr adecuados niveles de adhesión.

El grupo que obtuvo las cifras más altas de resistencia a la tracción fue el grupo 4; no obstante, esta diferencia no fue estadísticamente significativa al compararla con el grupo 3, pero sí lo fue en relación con los otros grupos. Este hecho no era esperado, puesto que diversas investigaciones señalan al silano como uno de los elementos que promueven un incremento significativo en los valores de adhesión. Al ser una molécula bifuncional, favorecería la unión química entre los silicatos de la cerámica y el metacrilato de la resina compuesta, potenciando el efecto en la adhesión del microareñado al exponer partículas de sílice^{1,10,14,20,21}.

Cabe recordar que todos los especímenes fueron sometidos a 500 ciclos de termociclado, tiempo mínimo

recomendado por la International Organization for Standardization para obtener un envejecimiento clínicamente relevante del material. Dicho procedimiento produce una disminución de los valores de adhesión; por tal razón, es atribuible a este factor la disminución de los valores de resistencia, especialmente en el grupo 4, pues este procedimiento afectaría sobre todo a la acción del silano. Esta molécula es susceptible a la degradación por efecto del agua, y como consecuencia de esto, la unión química esperada disminuiría considerablemente, concordando con lo encontrado en otros estudios^{1,16,19-21}.

A pesar de lo anterior, en el grupo 4 se presentó un 25% de fallas cohesivas de la resina y un 25% de fallas mixtas, lo cual es indicativo de que la unión entre la cerámica y la resina compuesta fue superior a la resistencia del material por sí solo. En ese sentido, diversos estudios plantean que valores de resistencia a la tracción por encima de los 13 MPa podrían hacer esperable la ocurrencia de este tipo de fallas. Esto concuerda con lo observado en los análisis de los resultados después de la prueba de tracción, donde aquellos especímenes que presentaron los valores más altos de resistencia fueron los que mostraron principalmente fallas de tipo cohesiva y mixta, como ocurrió en los grupos 3 y 4^{10,16,17}.

Los resultados encontrados en los diferentes grupos se hallaron dentro de un rango entre 6 y 29,9 MPa. No obstante, no existe un valor mínimo aceptable para la resistencia a la tracción de la porcelana reparada con resinas compuestas que pueda tener implicancias clínicas¹⁶. Aun así, Yesil (2009) y Özcan (2003) recomiendan un protocolo de reparación consistente en el uso de resinas de tipo híbrida, por encima del uso de resinas microrrelleno y nanorrelleno. Lo anterior estaría dado por la mayor cantidad de carga de relleno que tendrían estos 2 últimos tipos de resinas, lo que haría decrecer la potencial acción del silano en el proceso de reparación. Al poseer la resina de reparación una mayor cantidad de carga de relleno, los potenciales enlaces de unión serían menores entre la cerámica que se ha de reparar y la resina de reparación aplicada a ella. La presente investigación utilizó una resina híbrida por lo anteriormente señalado.

Es importante recalcar que, con independencia de la técnica de reparación, se debe realizar un manejo clínico exhaustivo que permita controlar aquellos factores que promovieron la fractura inicial de la porcelana, tales como traumatismos o parafrunción, evitando de esta forma futuros fracasos en la reparación.

Considerando las limitaciones inherentes de este estudio in vitro, es posible concluir que el microareñado sería imprescindible para reparar porcelanas, al generar mayores valores de resistencia en la unión con la resina compuesta.

Los resultados sugieren, además, que existiría un sinergismo al combinar tratamientos de microarenado, grabado con ácido ortofosfórico y el silanizado, al disminuir progresivamente las fallas adhesivas y aumentar las cohesivas en la resina compuesta. Para confirmar estos hallazgos in vitro son necesarios estudios clínicos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Rodrigo Giacaman Sarah, de la Escuela de Odontología de la Universidad de Talca, su apoyo desinteresado durante la revisión del manuscrito.

Bibliografía

- Ozcan M. Evaluation of alternative intra-oral repair techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil.* 2003;30:194–203.
- Chadwick RG, Mason AG, Sharp W. Attempted evaluation of three porcelain repair systems-what are we really testing? *J Oral Rehabil.* 1998;25:610–5.
- Dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, Dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent.* 2006;96:165–73.
- Ozcan M, Van der Sleen JM, Kurunmäki H, Vallittu PK. Comparison of repair methods for ceramic-fused-to-metal crowns. *J Prosthodont.* 2006;15:283–8.
- Shahverdi S, Canay S, Sahin E, Bilge A. Effects of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. *J Oral Rehabil.* 1998;25:699–705.
- Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent.* 2003;89:479–88.
- Canay S, Hersek N, Ertan A. Effect of different acid treatments on a porcelain surface. *J Oral Rehabil.* 2001;28:95–101.
- Matsumura H, Kawahara M, Tanaka T, Atsuta M. A new porcelain repair system with a silane coupler, ferric chloride, and adhesive opaque resin. *J Dent Res.* 1989;68:813–8.
- Kato H, Matsumura H, Atsuta M. Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin. *J Oral Rehabil.* 2000;27:103–10.
- Shen C, Oh WS, Williams JR. Effect of post-silanization drying on the bond strength of composite to ceramic. *J Prosthet Dent.* 2004;91:453–8.
- Güler AU, Yilmaz F, Ural C, Güler E. Evaluation of 24-hour shear bond strength of resin composite to porcelain according to surface treatment. *Int J Prosthodont.* 2005;18:156–60.
- Matinlinna JP, Lassila LV, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont.* 2004;17:155–64.
- Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of the composite bond to etched porcelain. *J Dent Res.* 1987;66:1460–5.
- Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil.* 1999;26:130–7.
- Ozcan M. Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil.* 2003;30:265–9.
- Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT Jr. Shear bond strengths of 2 intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent.* 2001;86(5):526–31.
- Akova T, Ozkomur A, Aytutuldu N, Toroglu MS. The effect of food simulants on porcelain-composite bonding. *Dent Mater.* 2007;23:1369–72.
- Yesil ZD, Karaoglanoglu S, Samil Akyil M, Seven N. Evaluation of the bond strength of different bonding agents to porcelain and metal alloy. *Int J Adhesion and Adhesives.* 2009;29:32–5.
- Kumbuloglu O, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Intra-oral adhesive systems for ceramic repairs: a comparison. *Acta Odontol Scand.* 2003;61:268–72.
- Pameijer CH, Louw NP, Fischer D. Repairing fractured porcelain: how surface preparation affects shear force resistance. *J Am Dent Assoc.* 1996;127:203–9.
- Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent.* 1996;75:18–32.