



# Estudio comparativo de la resistencia al desplazamiento de cuatro cementos en zirconia

## *Comparative study of displacement resistance of four zirconia cements*

Enrique Ríos Szalay,\* Alfredo Garcilazo Gómez,<sup>§,||</sup> Jorge Guerrero Ibarra,\*  
Ivonne Meade Romero,\* Karla Miguelena Muro\*

### RESUMEN

**Objetivo:** Comparar la resistencia al desplazamiento de cuatro agentes cementantes. **Material y métodos:** Se realizó una investigación prospectiva, transversal y experimental en la que se evaluaron cuatro agentes cementantes, tres de ellos resinosos autoadhesivos de polimerización dual y con contenido de MDP (10-metacrilóxidecilo dihidrógeno fosfato) y un ionómero de vidrio convencional. Se realizaron 40 muestras de zirconia parcialmente estabilizada con itrio, se dividieron en cuatro grupos, cada uno de ellos fue tratado de acuerdo con las indicaciones del fabricante del cemento a estudiar, se realizaron las muestras, se almacenaron en humedad al 100% en una cámara a una temperatura de 37 °C durante 24 horas para después ser sometidas a pruebas mecánicas de desprendimiento por cizallamiento a una velocidad de 1 mm por minuto en la máquina universal de pruebas mecánicas. **Resultados:** Las muestras de ionómero de vidrio fracasaron antes de ser llevadas a la máquina universal, entre los otros tres cementos no existe diferencia estadísticamente significativa. **Conclusiones:** La capacidad de adhesión de ionómero de vidrio a la zirconia es nula o muy baja. Igualmente los cementos resinosos que contengan en su fórmula MDP, ya sea en su agente de acoplamiento o en la fórmula misma de los cementos, son en la actualidad la mejor alternativa para incrementar la adhesión a una superficie de zirconia.

**Palabras clave:** Agentes cementantes para zirconia.

**Key words:** Cementing agents for zirconia.

### ABSTRACT

**Objective:** To compare displacement resistance of four cementing agents. **Material and methods:** An experimental, cross-sectioned prospective research was conducted to assess four cementing agents. Three agents were resinous, self-adhesive, dual polymerization cements containing MDP (10-metacryloxydecyl dihydrogen phosphate), and the remaining was a conventional glass ionomer cement. In the experiment, 40 samples of zirconia partially stabilized with yttrium were prepared. All samples were treated following their specific manufacturer's instructions. Samples were prepared, they were then stored at 100% humidity in a temperature chamber at 37 °C for 24 hours; after this, samples were subjected to shearing detachment mechanical tests at a 1 mm per minute speed in a universal machine for mechanical testing. **Results:** Glass ionomer samples failed before being taken to the universal testing machine. Remaining three cements did not show statistically significant differences. **Conclusions:** Adhesion capacity of glass ionomer to zirconia is nil or extremely low. Likewise, resinous cements containing MDP in their formula, either in their bonding agent or in the cement formulation itself, are presently the best alternative to increase adhesion to a zirconia structure.

### INTRODUCCIÓN

El óxido de zirconio parcialmente estabilizado con itrio (Y-TZP), mejor conocido como zirconia, ha representado un gran éxito para la investigación de los biomateriales, desde mediados de los años 70, el uso de zirconia en odontología se puso en evidencia a través de estudios que proponen utilizarlos como revestimiento de implantes;<sup>1</sup> sin embargo, es hasta 1990 cuando se reportan los primeros resultados obtenidos en la fabricación de implantes,<sup>2</sup> en 1991 se reporta el uso de zirconia en brackets ortodónticos.<sup>3</sup> A mediados de esta década inicia el uso de la zirconia en el campo de la odontología restauradora, cuando se utiliza para la fabricación de postes in-

\* División de Estudios de Postgrado e Investigación. Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México.

§ División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Atención a la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

|| División de Estudios Profesionales. Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Recibido: enero 2017.

Aceptado: mayo 2017.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

trarradiculares, coronas fabricadas con CAD/CAM y aditamentos para la rehabilitación de implantes dentales y prótesis parciales fijas.<sup>4-6</sup> Al día de hoy, los sistemas de zirconia, gracias a sus elevados valores de resistencia a la fractura, se han convertido en los candidatos idóneos para elaborar prótesis cerámicas en zonas de alto compromiso mecánico.

La principal cualidad del Y-TZP fue descrita por Garvie en 1975, el denominado fenómeno de **resistencia a la transformación**, mediante el cual la zirconia parcialmente estabilizada en fase tetragonal, ante la presencia de una zona de alto estrés como es la punta de una grieta, sufre un cambio de fase en dicha zona, pasando a cristalizar esa área en fase monoclinica. Dicho cambio trae consigo un aumento de volumen de la partícula de zirconia de aproximadamente un 5% capaz de sellar la grieta. Así pues, finalmente lo que se consigue es una cicatrización de dicha área evitando la propagación de dicha grieta (*Figura 1*).<sup>7</sup>

La Y-TZP es un material de resistencia a la fractura con excelentes propiedades mecánicas y considerado biotolerable, que brinda una resistencia a la flexión que supera los 900-1200 MPa, valores dos o tres veces mayor que las fuerzas de masticación máxima (200 a 400 N en anteriores y hasta 600 N en posteriores), siendo mayor su resistencia a la flexión de todos los materiales cerámicos desarrollados previamente para la odontología,<sup>8</sup> presenta además, un límite de elasticidad (*yield strength*) superior a casi todas las aleaciones metálicas utilizadas en odontología, su módulo de elasticidad (205 GPa) es un poco inferior al del acero inoxidable 316L (210 GPa) y similar al de las aleaciones de titanio (Ti6Al4V),<sup>9</sup> presenta una conductividad térmica inferior a la alúmina (zirconio 2.5 W

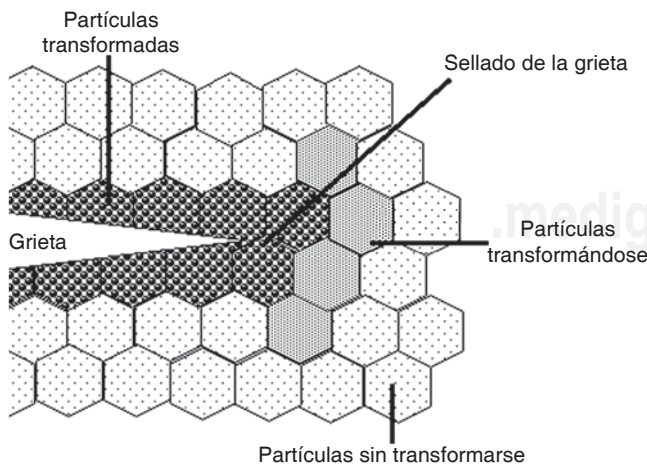
7 Mk versus alúmina 30 W7mk a 37 °C),<sup>8</sup> por lo que se reduce la probabilidad de desencadenar hipersensibilidad en caso de cambios bruscos térmicos.

Es un material altamente biotolerable<sup>10</sup> y con baja radioactividad, presenta una radiopacidad similar a la de los metales,<sup>11</sup> permitiendo un excelente contraste radiográfico.

Sin embargo, la zirconia no está exenta de problemas, entre ellos: la degradación espontánea (la cual está relacionada con la transformación hidrotérmica) y el estrés derivado del proceso de fabricación,<sup>12</sup> en cuanto al agente cementante ideal, a pesar de múltiples investigaciones, actualmente no existen resultados contundentes que determinen cuál sistema de cementación puede ser mejor o el más efectivo; se recomiendan tanto protocolos con cementos resinosos, así como con ionómero de vidrio.<sup>13,14</sup>

El zirconio es una cerámica ácido resistente, a diferencia de las porcelanas vítreas, no reacciona ante el grabado ácido y es bastante inestable ante cambios térmicos y mecánicos.<sup>15</sup> Los protocolos tradicionales de grabado ácido con ácido fluorhídrico y silanización utilizados para adherir otras estructuras cerámicas a la estructura dental no son aplicables con la zirconia, ya que hay ausencia de matriz vítrea y su naturaleza es relativamente inerte, lo que la convierte en una superficie de baja reactividad.<sup>16,17</sup> Se ha intentado desarrollar algunos métodos de grabado ácido selectivo, arenado o infiltrado que permitan acondicionar la superficie del zirconio para lograr adherir química o micro mecánicamente a la estructura dental utilizando cementos resinosos con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas sin generar esfuerzos sobre la estructura que puedan producir fracturas que lleven al fracaso.<sup>14,18</sup> Sin embargo, no existen a la fecha estudios que soporten la efectividad y durabilidad de los nuevos protocolos propuestos para generar rugosidad (arenado, triboquímica, perlas de porcelana, spray de plasma) y activar químicamente la superficie de zirconio (silanización, acrilizado, vaporización de tetracloruro de silicio, cementos y silanos MDP).<sup>19</sup>

Actualmente el uso del arenado con microesferas de óxido de aluminio (50-110 micras, 2 a 3 bares de presión, 3 a 4 cm de distancia) junto con agentes cementantes que contienen monómeros fosfatados (MDP),<sup>8,19</sup> son quizá, la técnica más utilizada para cementar restauraciones de zirconia. Se ha demostrado que los cementos que contengan monómero 10-metacriloxidecilo dihidrógeno fosfato (MDP) tienen una afinidad especial con los óxidos metálicos como de dióxido de circonio, alúmina y metal. MDP es un monómero relativamente hidrófobo debido a su cadena de 10 carbonos, contiene tanto un extremo terminal



**Figura 1.** Representación del proceso de resistencia a la transformación inducida por estrés.

fosfato hidrófilo que se adhiere químicamente a óxido de zirconio y un extremo terminal metacrilato polimerizable que se adhiere a la resina.<sup>20</sup>

Es importante destacar que entre los múltiples factores que conllevan el éxito de toda restauración fija y como un factor de gran influencia en el grado de retención de la restauración no importando el material con el que se realice, se encuentra la preparación misma de diente. Entre la descripción de los procedimientos clínicos de varios estudios de seguimiento, de restauraciones con zirconia, se define una preparación del pilar con ángulos de convergencia que oscilan entre los 4° y los 15°.<sup>21,22</sup> Se ha demostrado que disminuir el grado de convergencia de la preparación a 10° incrementa exponencialmente el grado de retención,<sup>23</sup> no importando el cemento utilizado.

## MÉTODO

Se comparó la resistencia al desplazamiento de cuatro agentes cementantes, tres de ellos resinosos autoadhesivos de polimerización dual y con contenido de MDP y un ionómero de vidrio convencional, todos utilizados comúnmente en la fase terminal de una rehabilitación con zirconia, con el fin de determinar cuál es la mejor opción para este proceso.

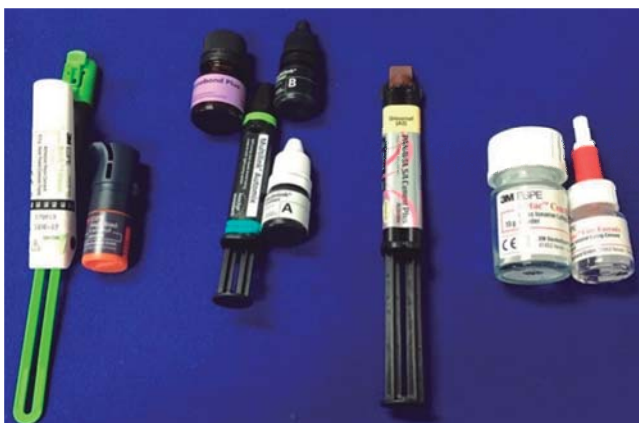
Se estudiaron (*Figura 2*):

RelyX™ Ultimate con Single Bond® Universal de 3M™ ESPE™.

Multilink® Automix con Monobond® Plus de Ivoclar Vivadent, S.A. de C.V.

PANAVIA™ SA Cement Automix de Kuraray Noritake Dental Inc.

Ketac Cem de 3M™ ESPE™.



**Figura 2.** Cementos utilizados en el estudio.

Se obtuvieron 40 muestras cuadradas de 7 x 7 mm de zirconia Lava™ Plus de 3M™ ESPE™, se sinterizaron a 1,450 °C por ocho horas de acuerdo con las instrucciones del fabricante en horno programa S1P1600 de Ivoclar Vivadent; las muestras de zirconia fueron embebidas con PMM (polimetacrilato de metilo) en aros de polipropileno de 25 mm de diámetro, utilizando un color para cada grupo de estudio (*Figura 3*). Todas las muestras se arenaron con esferas de óxido de aluminio de 50 micras y como parte del proceso de limpieza se llevaron al ultrasonido Branson 2510 por un minuto. El uso de un conformador de teflón con un orificio de 4 mm de diámetro, con una prensa se procedió a la colocación de los cementos a probar sobre la zirconia, en el primer grupo se colocó Multilink® Automix de Ivoclar Vivadent previa colocación del agente de enlace Monobond® Plus de la misma marca comercial.

El grupo dos fue tratado previamente con Single Bond® Universal de 3M™ ESPE™ como agente de acoplamiento previo; se realizó el mismo procedimiento del grupo anterior con el cemento RelyX™ Ultimate de 3M™ ESPE™.

En el grupo tres se realizó con PANAVIA™ SA Cement Automix de Kuraray Noritake Dental Inc.

Por último el grupo cuatro corresponde a Ketac Cem de 3M™ ESPE™.

Todos los cementos se manipularon siguiendo las instrucciones del fabricante. Para los cementos fotopolimerizables fueron curados con lámpara de Ultradent Products, Inc. con 600 mW/cm<sup>2</sup> de potencia, medida con un radiómetro de la marca Demetron, siguiendo los tiempos establecidos por los fabricantes de cada uno de los agentes cementantes. Los especímenes fueron almacenados en humedad al 100% en una cámara a una temperatura de 37 °C durante 24 horas, en cada muestra se calculó el área con la fórmula  $\pi \times r^2$  y así se obtuvo el área de todas las muestras, la prueba mecánica de desprendimiento por cizallamiento fue a una velocidad de 1 mm por minuto para observar la fuerza de adhesión se realizó en la máquina universal de pruebas mecánicas Instron® modelo 5567 USA (*Figura 4*).



**Figura 3.** Muestras de los tres cementos de resina.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez obtenidos los resultados se sometieron a la prueba de análisis de variancia de un factor (ANOVA) utilizando el paquete informativo SigmaStat®.

Las muestras de ionómero de vidrio Ketac Cem de 3M™ ESPE™ fueron eliminadas ya que durante su elaboración fracasaron las 10 muestras (Figura 5).

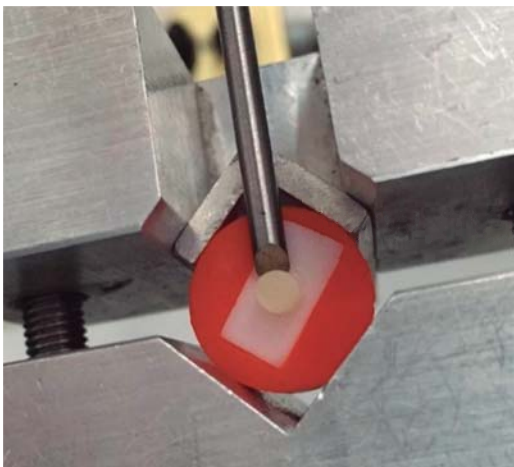
De acuerdo con la desviación estándar el estudio es confiable, para los cementos del estudio Multilink® Automix de Ivoclar Vivadent, RelyX™ Ultimate de 3M™ ESPE™ y PANAVIA™ SA Cement Automix de Kuraray Noritake Dental Inc. se reportaron valores promedios de la fuerza de retención de 7.223 MPa, 11.024 MPa y 12.256 MPa respectivamente (Cuadro I).

La prueba de ANOVA con  $p = 0.170$  para comparar resistencia al desplazamiento de los tres cementos demostró que con valor  $p = 0.070$  no existe diferencia estadísticamente significativa. Adicionalmente se realizaron pruebas *post hoc* y de igual manera se puede observar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, a pesar de que existe un rango de diferencia de 5 MPa entre los cementos de mayor y menor retención.

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación es aceptada la hipótesis nula, que había planteado que: «No existe diferencia en la resistencia al desplazamiento entre los agentes cementantes».

## DISCUSIÓN

Con base en los datos obtenidos durante las pruebas se decidió excluir el ionómero de vidrio del análisis



**Figura 4.** Prueba de cizallamiento en la máquina universal de pruebas mecánicas Instron® modelo 5567 USA.

estadístico, Ernest y socios (2005),<sup>16</sup> Marchan y cols. (2005)<sup>24</sup> y Uo e investigadores (2006)<sup>25</sup> han reportado que el ionómero convencional tiene un valor muy bajo de retención con la zirconia. Shahin y Kern reportan resultados que demuestran que el PANAVIA 21 tiene mejor comportamiento como agente de adhesión en la retención de estructuras de zirconia sin tratamiento de superficie comparado, 5.8 MPa, con el Ketac Cem, el cual reportó 2.8 MPa aproximadamente.<sup>26</sup>

Los resultados de la presente investigación confirman la hipótesis nula, obteniendo resultados similares con los encontrados por Palacios y cols. (2006)<sup>15</sup> en donde se probaron tres cementos (PANAVIA F 2.0 de Kuraray, RelyX Luting de 3M ESPE y RelyX Unicem de 3M ESPE) reportando una unión a la zirconia sin diferencia estadísticamente significativa.



**Figura 5.** De ionómero de vidrio Ketac Cem de 3M™ ESPE™.

**Cuadro I.** Media y desviación estándar de la fuerza de retención de los cementos.

Cemento	N	Fallas	Media	Desviación estándar	SEM
Multilink	10	0	7.223	3.221	1.019
Ultimate	10	0	11.024	4.365	1.380
PANAVIA	10	0	12.256	6.402	2.024

Los cementos utilizados en este trabajo son agentes cementantes resinosos que contienen MDP en su fórmula, Kern y Wenger en 1998<sup>27</sup> fueron los primeros en reportar la fuerza de adhesión a largo plazo de cementos resinosos que contengan MDP, lo que fue confirmado más tarde por numerosos estudios.<sup>28-31</sup>

En los últimos años se han desarrollado agentes de acoplamiento, los cuales se han introducido para mejorar la fuerza de unión de cerámica de zirconio, al utilizar, RelyX® Elite y Multilink® Automix, el fabricante aconseja de manera alternativa el uso de sistemas con imprimadores o agente de acoplamiento Single Bond® Universal de 3M™ ESPE™ y Monobond® Plus de Ivoclar Vivadent respectivamente. En ambos casos los imprimadores contienen con fosfato de dihidrógeno 10-methacryloyl decyl (MDP) y silano. Numerosos estudios, Amaral y cols., Ozcan y asociados y Yoshida e investigadores apoyan el uso de imprimadores con MDP sobre la superficie de óxido de zirconio, ya que los resultados obtenidos han demostrado que los monómeros de fosfato están asegurando los agentes químicos para mejorar la unión zirconia.<sup>20,30,31</sup>

Se ha concluido que la rugosidad y la activación de la superficie de la zirconia son importantes para lograr la unión de la resina a la restauración; muchos investigadores (Bona, Kern, Blatz, entre otros) hablan de utilizar la técnica de abrasión con arenado de partículas de óxido de aluminio sobre la superficie de la restauración con el fin de incrementar la energía superficial, el área para la adhesión y la humectabilidad.<sup>32</sup>

McLaughlin (1984), Corts (2003 y 2010) nos dicen que de cualquier manera, y sin importar la preparación que se le dé a la superficie de la zirconia es importante saber que no se produciría la «integración» o «fusión» de las restauraciones al tejido dentario, como sí ocurre con las restauraciones con fase vítrea y que son tratadas con ácido fluorhídrico y posteriormente silanzadas.<sup>33-35</sup>

## CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones del presente estudio y tomando en cuenta que se realizó de manera *in vitro* y no *in vivo* es posible concluir que:

- La capacidad de adhesión de ionómero de vidrio a la zirconia es nula o muy baja.
- Los cementos resinosos que contengan en su fórmula MDP, ya sea en su agente de acoplamiento o en la fórmula misma del cemento, son en la actualidad la mejor alternativa para incrementar la adhesión a una superficie de zirconia.
- Aún no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres cementos, PANAVIA ofrece

una técnica de aplicación simplificada, es decir no requiere de agentes de acoplamiento, por lo que se reducen la probabilidad de falla durante la manipulación del cemento.

- No existe ningún estudio que determine una capacidad de adhesión del cemento a la zirconia de manera satisfactoria o semejante a la obtenida con las cerámicas con fase vítrea.
- Es importante mencionar que además de la técnica o el tratamiento que se le dé a la superficie de la zirconia, el éxito a largo plazo de una restauración va en relación con la aplicación de los principios básicos del diseño de la preparación.
- Recomendamos realizar investigaciones *in vivo* a largo plazo para observar el comportamiento de los agentes cementantes utilizados en las restauraciones de óxido de zirconia.

## REFERENCIAS

1. Cranin AN, Schnitman PA, Rabkin SM, Onesto EJ. Alumina and zirconia coated vitallium oral endosteal implants in beagles. *J Biomed Mater Res.* 1975; 9 (4): 257-262.
2. Minamizato T. Slip-cast zirconia dental roots with tunnels drilled by laser process. *J Prosthet Dent.* 1990; 63 (6): 677-684.
3. Springate SD, Winchester LJ. An evaluation of zirconium oxide brackets: a preliminary laboratory and clinical report. *Br J Orthod.* 1991; 18 (3): 203-209.
4. Meyenberg KH, Lüthy H, Schärer P. Zirconia posts: a new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. *J Esthet Dent.* 1995; 7 (2): 73-80.
5. Luthardt RG, Sandkuhl O, Reitz B. Zirconia-TZP and alumina-advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 1999; 7 (4): 113-119.
6. Yildirim M, Edelhoff D, Hanisch O, Spiekermann H. Ceramic abutments--a new era in achieving optimal esthetics in implant dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000; 20 (1): 81-91.
7. McMeeking RM, Evans AG. Mechanics of transformation-toughening in brittle materials. *J Am Ceram Soc.* 1982; 65 (5): 242-246.
8. Montagna F, Barbesi M. *Cerámicas, zirconio y CAD/CAM.* México: Amolca; 2013. p. 151-169.
9. Piconi C, Rimondini L, Cerroni L. *El zirconio en odontología.* México: Amolca; 2011. p. 18-39.
10. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials.* 1999; 20 (1): 1-25.
11. Porstendörfer J, Reineking A, Willert HC. Radiation risk estimation based on activity measurements of zirconium oxide implants. *J Biomed Mater Res.* 1996; 32 (4): 663-667.
12. Chevalier J. What future for zirconia as a biomaterial? *Biomaterials.* 2006; 27 (4): 535-543.
13. Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent.* 2007; 35 (11): 819-826.
14. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2003; 89 (3): 268-274.
15. Palacios RP, Johnson GH, Phillips KM, Raigrodski AJ. Retention of zirconium oxide ceramic crowns with three types of cement. *J Prosthet Dent.* 2006; 96 (2): 104-114.
16. Ernst CP, Cohnen U, Stender E, Willershausen B. *In vitro* retentive strength of zirconium oxide ceramic crowns using different luting agents. *J Prosthet Dent.* 2005; 93 (6): 551-558.

17. Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater.* 2003; 19 (8): 725-731.
18. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Selective infiltration-etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials. *J Prosthet Dent.* 2007; 98 (5): 379-388.
19. Echeverri DM, Garzón H. Cementación de estructuras para prótesis parcial fija en zirconia. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2013; 24 (2): 321-335.
20. Yoshida K, Tsuo Y, Atsuta M. Bonding of dual-cured resin cement to zirconia ceramic using phosphate acid ester monomer and zirconate coupler. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006; 77 (1): 28-33.
21. Vult von Steyern P, Carlson P, Nilner K. All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zirkon technique. A 2-year clinical study. *J Oral Rehabil.* 2005; 32 (3): 180-187.
22. Tinschert J, Schulze KA, Natt G, Latzke P, Heussen N, Spiekermann H. Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of DC-Zirkon: 3-year results. *Int J Prosthodont.* 2008; 21 (3): 217-222.
23. Jørgensen KD. The relationship between retention and convergence angle in cemented veneer crowns. *Acta Odontol Scand.* 1955; 13 (1): 35-40.
24. Marchan S, Coldero L, Whiting R, Barclay S. *In vitro* evaluation of the retention of zirconia-based ceramic posts luted with glass ionomer and resin cements. *Braz Dent J.* 2005; 16 (3): 213-217.
25. Uo M, Sjögren G, Sundh A, Goto M, Watari F, Bergman M. Effect of surface condition of dental zirconia ceramic (Denzir) on bonding. *Dent Mater J.* 2006; 25 (3): 626-631.
26. Shahin R, Kern M. Effect of air-abrasion on the retention of zirconia ceramic crowns luted with different cements before and after artificial aging. *Dent Mater.* 2010; 26 (9): 922-928.
27. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dent Mater.* 1998; 14 (1): 64-71.
28. Amaral R, Ozcan M, Valandro LF, Balducci I, Bottino MA. Effect of conditioning methods on the microtensile bond strength of phosphate monomer-based cement on zirconia ceramic in dry and aged conditions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2008; 85 (1): 1-9.
29. Ozcan M, Nijhuis H, Valandro LF. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. *Dent Mater J.* 2008; 27 (1): 99-104.
30. Tanaka R, Fujishima A, Shibata Y, Manabe A, Miyazaki T. Cooperation of phosphate monomer and silica modification on zirconia. *J Dent Res.* 2008; 87 (7): 666-670.
31. Wegner SM, Kern M. Long-term resin bond strength to zirconia ceramic. *J Adhes Dent.* 2000; 2 (2): 139-147.
32. Magne P, Paranhos MP, Burnett LH Jr. New zirconia primer improves bond strength of resin-based cements. *Dent Mater.* 2010; 26 (4): 345-352.
33. McLaughlin G. Porcelain fused to tooth--a new esthetic and reconstructive modality. *Compend Contin Educ Dent.* 1984; 5 (5): 430-435.
34. Corts JP. *Carillas o frentes estéticos y sus variantes.* En: Lanata EJ y col. Atlas de operatoria dental. Buenos Aires: Alfaomega; 2008. p. 251.
35. Corts JP. *Restauraciones indirectas adheridas anteriores.* En: Henostroza G. Adhesión en Odont Rest de ALODYB. Madrid, España: Ripano SA; 2010. p. 34.

Dirección para correspondencia:

**Enrique Ríos Szalay**

E-mail: enriosza@unam.mx

Apoyo recibido por:

3M México

Ivoclar-Vivadent S.A. de C.V.