

# COMPARACIÓN DE ADHESIÓN Y TIPO DE FALLA EN UNA ALEACIÓN NO NOBLE

Diana Alejandra López Saavedra, residente especialización<sub>1</sub>, Luis Felipe Márquez García, residente especialización<sub>1</sub>, María Clara Saavedra Gómez\*, Esp.<sub>1</sub>

<sub>1</sub>Fundación CIEO, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia

Recibido: 11 de febrero del 2013. Aprobado: 6 de abril del 2013.

\*Autor de correspondencia: María Clara Saavedra Gómez, Fundación CIEO, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, (57) 1 743 79 19, Carrera 5 n.º 118-10, correo electrónico: maclasaa@yahoo.com

Cómo citar este artículo: López Saavedra DA, Márquez García LF, Saavedra Gómez MC. Comparación de adhesión y tipo de falla en una aleación no noble. Revista Nacional de Odontología. 2013; 9(16): 35-41.

**Resumen.** *Introducción:* en este estudio *in vitro* se comparó la fuerza de adhesión y el tipo de falla producida por tres tratamientos de superficie en una aleación no noble. *Materiales y métodos:* 96 cilindros metálicos colados en una aleación no noble (Argeloy® N.P. Star, Argen®), agrupados para un total de 48 muestras dobles que recibieron tres tratamientos de superficie: control sin arenado con uso de metal primer (grupo 1), arenado con Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 110 µm (grupo 2) y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 50 µm (grupo 3). Cada grupo recibió cementación adhesiva con dos sistemas cementantes. Monobond® Plus + Multilink® N, Ivoclar Vivadent® (ML) y Metal Primer II + G-CEM, GC Corporation, Tokyo, Japón (GC). Los especímenes fueron almacenados en agua destilada a 37 °C por 8 semanas. Posteriormente se sometieron a fuerza de corte en el dispositivo universal de pruebas. El tipo de falla fue analizado con un estereomicroscopio. *Resultados:* los valores promedio de fuerza adhesiva en Megapascales (MPa) fueron: 11,02 (Control GC), 9,52 (Control ML), 10,08 (50 GC), 11,72 (50 ML), 7,85 (110 GC), 8,12 (110 ML). Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre grupos, presentando la menor fuerza adhesiva los arenados con Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 110 µm cementados con ambos materiales cementantes. *Conclusiones:* el protocolo de cementación adhesiva metal a metal no requiere arenado con partículas de óxido de aluminio.

**Palabras clave:** cementación adhesiva, fuerza adhesiva, metal base, microarenado, tipo de falla.

## Comparison of Shear Bond and Failure Type on a Non-noble Metal Alloy Cast

**Abstract.** *Introduction:* This *in vitro* study compared the shear bond strength and failure type produced by three surface treatments on a non-noble metal alloy cast. *Materials and methods:* Ninety six cylinders cast in a non-noble metal alloy (Argeloy® N.P. Star, Argen®), grouped in pairs for 48 double specimens in total received three different surface treatments: no sandblasting control (group 1); sandblasting with 110-µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (group 2) and sandblasting with 50-µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (group 3). Each group was divided in two subgroups to be bound with two different resin based luting cements and metal conditioners (Monobond® Plus + Multilink® N, Ivoclar Vivadent®-ML; and Metal Primer II + G-CEM, GC Corporation (GC). All specimens were aged in distilled water at a constant 37°C for 8 weeks and tested for shear bond strength. Failure type was examined by stereomicroscopy. *Results:* The mean shear bond strengths (in MPa) after aging were 11.02 (control GC), 9.52 (control ML), 10.08 (50 GC), 11.72 (50 ML), 7.85 (110 GC), 8.12 (110 ML). There was a statistically significant difference among groups. The lower shear bond strength was for the group that was sandblasted with 110-µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for both cements. *Conclusion:* In the metal to metal bonding protocol sandblasting is not required.

**Keywords:** adhesion, shear bond strength, base metal, sandblasting, failure type.

## Comparação de adesão e tipo de falha em uma liga não nobre

**Resumo.** *Introdução:* neste estudo *in vitro*, comparou-se a força de adesão e o tipo de falha produzida por três tratamentos de superfície em uma liga não nobre. *Materiais e métodos:* 96 cilindros metálicos colados em uma liga não nobre (Argeloy® N.P. Star, Argen®), agrupados para um total de 48 amostras duplas que receberam três tratamentos de superfície: controle sem jateamento com areia (grupo 1), jateamento com areia com Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 110 µm (grupo 2) e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 50 µm (grupo 3). Cada grupo recebeu cimentação adesiva com dois sistemas cementantes. Monobond® Plus + Multilink® N, Ivoclar Vivadent® (ML) e Metal Primer II + G-CEM, GC Corporation, Tóquio, Japão (GC). Os especímenes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 8 semanas. Posteriormente, submetem-se à força de corte no dispositivo universal de provas. O tipo de falha foi analisado com um estereomicroscópio. *Resultados:* os valores médios de força adesiva em Megapascal (MPa) foram: 11,02 (controle GC), 9,52 (Controle ML), 10,08 (50 GC), 11,72 (50 ML), 7,85 (110 GC), 8,12 (110 ML). Constatou-se diferença estatisticamente significativa entre grupos, apresentando a menor força adesiva os jateamentos com areia com Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 110 µm cementados com ambos os materiais cementantes. *Conclusões:* o protocolo de cimentação adesiva metal a metal não requer jateamento com partículas de óxido de alumínio.

**Palavras-chave:** cimentação adesiva, força adesiva, metal base, microjateamento, tipo de falha.

## Introducción

En odontología se han venido desarrollando técnicas con tratamientos de superficie sobre metales que buscan mejorar y lograr interfases de unión entre los diferentes sustratos [1]. Diversos estudios [2, 3] sugieren que las aleaciones no nobles pueden presentar diferencias en los resultados de los procesos de cementación al emplear el arenado como tratamiento de superficie, proceso que confirmó la importancia que requiere una selección de tamaño de partícula específica por sus efectos sobre las diferentes superficies que se desean tratar [4].

Los cementos resinosos se adhieren a sustratos cerámicos y metálicos por medio de mecanismos y protocolos adhesivos que cambian según la casa fabricante [5-7]. Existen cementos de autocurado con opción de fotocurado (dual) (Multilink® N, Ivoclar Vivadent® y G-CEM Automix, GC Corporation Tokyo, Japón), que buscan mejorar los procesos adhesivos en los diferentes tipos de sustratos mediante tratamientos de superficie que logren mejores condiciones para la adhesión, en conjunto con acondicionadores de superficie (primer para metal) que interactúan con los diferentes componentes de los sustratos [1, 5, 6].

Algunos estudios [7-10] pretenden evaluar el mecanismo de la biodegradación *in vivo* de las interfases adhesivas. El almacenamiento en agua a largo plazo ha sido uno de los métodos *in vitro* más utilizados para simular la degradación de la interfase adhesiva en un intervalo específico [7].

Diversas investigaciones [10-12] sobre la influencia de los tamaños de partícula de óxido de aluminio en la técnica de microarenado han demostrado que tamaños de partícula más pequeños proporcionan una mayor fuerza adhesiva metal/cemento resinoso. Resultados diferentes fueron encontrados [13, 14] al confirmar que al arenar con partículas de óxido de aluminio de mayor tamaño (250  $\mu\text{m}$ ) se obtuvo un comportamiento superior en cuanto a fuerza adhesiva.

Esta investigación será de gran utilidad en la actividad clínica en donde se requiera hacer algún tipo de cementación adhesiva sobre aleaciones no nobles, utilizando como tratamiento de superficie el microarenado con partículas de óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  en combinación con un acondicionador para metal, lo cual mejora las propiedades físico-mecánicas de las interfases adhesivas y su efectividad a largo plazo. El objetivo de este estudio fue comparar la fuerza de adhesión y el tipo de falla producida de tres tratamientos de super-

ficie en una aleación no noble mediante el dispositivo universal de pruebas y el estereomicroscopio.

## Materiales y métodos

Se realizó una investigación de tipo experimental *in vitro*. La muestra fue constituida por 96 cilindros metálicos colados y estandarizados de una aleación dental no noble (Argeloy® N.P. Star, Argen®, USA). El número de cilindros metálicos colados fue de 96, los cuales fueron agrupados por parejas para un total de 48 muestras dobles determinadas por el uso de una fórmula de varianza mancomunada.

Las muestras fueron divididas en tres grupos de la siguiente forma: grupo 1: control sin arenado con aplicación de metal primer, grupo 2: arenado con óxido de aluminio 110  $\mu\text{m}$ , y grupo 3: arenado con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$ . Cada grupo, a su vez, se dividió en dos subgrupos para realizar el proceso de cementación adhesiva con dos sistemas cementantes diferentes compuestos por un primer para metal y su respectivo agente cementante. Monobond® Plus + Multilink® N (Ivoclar-Vivadent®) y Metal Primer II + G-CEM Automix, (GC Corporation, Tokyo, Japón).

## Elaboración de especímenes

Se fabricaron 96 cilindros en aleación de metal base Argeloy® N.P. Star (Argen, USA. Ni 61,2%, Cr 25,8%, Mo 11,0%). Para estandarizar la muestra, se tomó una impresión en silicona de adición (elite doublé 22, Zhermack, Italia) a cinco de los cilindros de la aleación en su presentación comercial original, para así obtener un modelo maestro y realizar su duplicación. Se elaboraron los especímenes con resina acrílica de micropartícula de baja contracción (Pattern Resin LS, GC América Inc.). Se utilizó un revestimiento ligado por fosfato (Bellavest SH, Bego, Alemania). Para realizar el colado, se empleó la fundidora por inducción al vacío Nautilus® (Bego, Alemania). Las muestras fueron recuperadas por técnica convencional y se colocaron en ultrasonido por 10 minutos para retirar excesos remanentes de revestimiento.

## Tratamientos de superficie

Se arenaron dos grupos con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  y dos con óxido de aluminio de 110  $\mu\text{m}$  a una presión de 4 bar a 10 mm de distancia por 10 s. Se dejaron dos grupos sin arenado como grupos control.

## Cementación y envejecimiento

Se usaron dos sistemas adhesivos diferentes, compuestos por un primer para metal y su respectivo agente cementante. Monobond® Plus + Multilink® N (Ivoclar-Vivadent®) y Metal Primer II + G-CEM Automix, (GC Corporation, Tokyo, Japón). Se siguieron las recomendaciones del fabricante. La composición de los dos materiales de cementación adhesiva utilizados se describe detalladamente en la tabla 1.

Se aplicó una presión de cementación controlada (2,5 kg) mediante un dispositivo de carga uniforme y constante según la técnica descrita por Troncoso y colaboradores [15]. Pasadas 24 horas de almacenamiento en seco, las muestras fueron sometidas a un proceso de envejecimiento en agua destilada a temperatura constante de 3 °C, por 8 semanas continuas, con el fin de simular la permanencia en el medio oral (Hygrotherm®. Bego, Alemania).

## Ensayos mecánicos

Se diseñó y fabricó un aditamento metálico en acero para la sujeción de las muestras, buscando su estabilidad durante las pruebas mecánicas.

Se realizó una prueba mecánica de cizallamiento, utilizando el Dispositivo universal de pruebas (Universal Testing Machine UH-100A, Shimadzu Corporation, Japón), a una velocidad de 0,5 mm/s hasta producir la descementación, permitiendo medir la fuerza adhesiva que fue expresada en Mega Pascales (MPa) (figura 1).

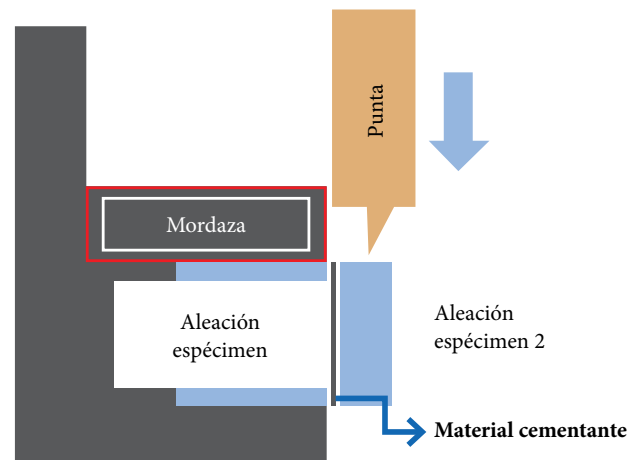
## Esteriomicroscopía

El tipo de falla producida por el cizallamiento, en la interfase metal/adhesivo/metal, se evaluó por medio de un esteromicroscopio (Stemi 2000-C y el Software Axiografía versión 4.8.2, iluminación E9sy LED RL +

SCHo++, Carl Zeiss International) a una magnificación de 10X, con el fin de determinar la presencia de una falla adhesiva o cohesiva. Se tomaron fotografías de las muestras observadas al microscopio con la cámara Axiocam ERC5s (Carl Zeiss International).

## Análisis estadístico

Se realizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar que los datos provenían de una población con distribución normal. Para comparar la fuerza adhesiva promedio entre grupos se aplicó la prueba ANOVA II vías, y para determinar el grupo diferente se utilizó la prueba DMS Fisher. Se aplicó la prueba ANOVA I Vía para comparar la fuerza adhesiva promedio entre cementos. Con el fin de determinar diferencias en cuanto a tipo de falla, se empleó la prueba Z de proporciones. Para conocer la asociación entre los grupos, los cementos y el tipo de falla, se realizó el análisis de correspondencia por medio de la prueba  $\chi^2$ .



**Figura 1.** Esquema del proceso de las muestras para las pruebas mecánicas

Fuente: elaboración propia

**Tabla 1.** Composición de los materiales de cementación

Metal Primer II GC	G-CEM GC	Monobond® Plus Ivoclar Vivadent®	Multilink® N Ivoclar Vivadent®
Monómero Metacrilato tiofosfórico (MEPS)	UDMA: Uretano de metacrilato	Metacrilato de silano	Dimetacrilato BISGMA
		Metacrilato de ácido fosfórico	HEMA
		Sulfuro metacrilato	Rellenos inorgánicos: vidrio de bario, trifluoruro, de iterbio y óxidos mixtos esfenoidales.

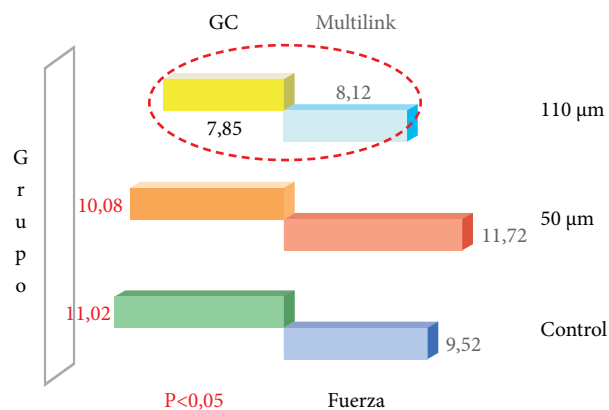
Fuente: elaboración propia

## Resultados

Los resultados obtenidos de las pruebas mecánicas de cizallamiento llevadas a cabo con el dispositivo universal de pruebas a una velocidad de 0,5 mm/s, se registraron en MPa.

### Fuerza adhesiva

La prueba de Shapiro Wilk mostró que los datos provinieron de una población con distribución normal. La prueba ANOVA II vías reportó que existió diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ( $p = 0,042$ ). La prueba DMS Fisher ( $p < 0,05$ ) dio como resultado que los grupos que presentaron la menor fuerza adhesiva fueron los arenados con óxido de aluminio de 110  $\mu\text{m}$  de ambos materiales cementantes (11  $\mu\text{m}$  ML 8,12 MPa, 110  $\mu\text{m}$  GC 7,85 MPa) (figura 2). La prueba ANOVA I vía determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,148$ ) entre los dos materiales cementantes utilizados. Sin embargo, el grupo 50  $\mu\text{m}$  ML presentó la mayor fuerza adhesiva promedio (11,72 MPa), seguido por el grupo control GC (11,02 MPa) y el grupo 50  $\mu\text{m}$  GC (10,08 MPa). El valor de fuerza adhesiva para el grupo control ML fue de 9,52 MPa.

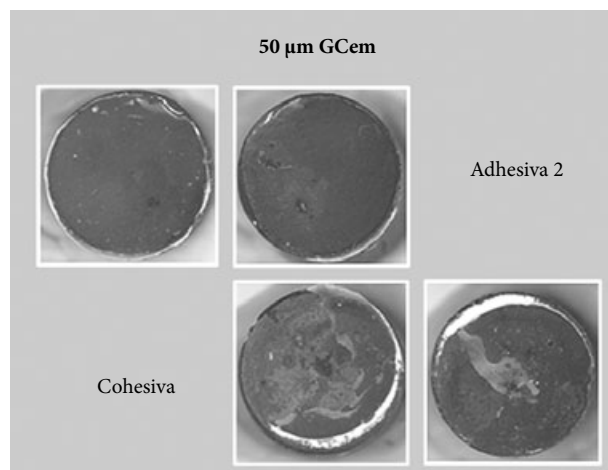


**Figura 2.** Comparativo fuerza adhesiva por grupo  
Fuente: elaboración propia

### Tipo de falla

Los resultados mostraron el predominio de tipo de falla por grupo. La prueba Z de proporciones no encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre cementos y grupos con respecto al tipo de falla, presentándose cada falla respectivamente en las

mismas proporciones para cada cemento. Para evaluar el tipo de falla producida por el cizallamiento en la interfase metal/adhesivo/metal, se analizaron las muestras con el Estereomicroscopio (Stemi 2000-C Carl Zeiss International) a una magnificación de 10X. En la figura 3 se describen los tipos de falla encontrados en los grupos.



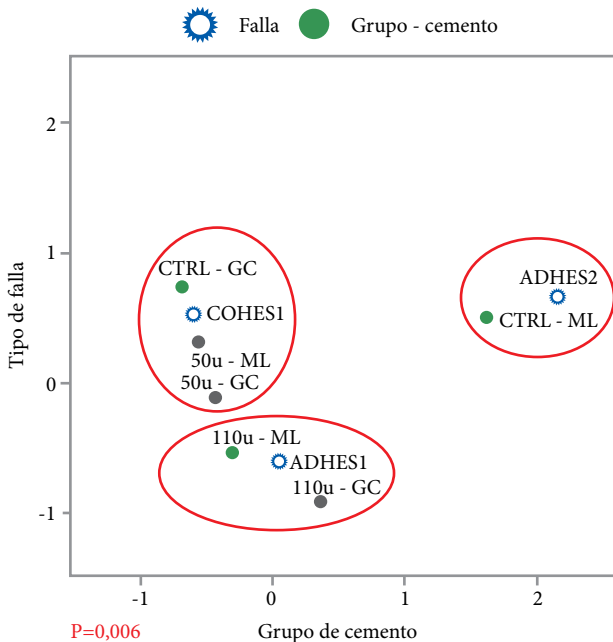
ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA  
GRUPO - CEMENTO - TIPO DE FALLA

**Figura 3.** Fotografía tipo de falla adhesiva y cohesiva  
Fuente: elaboración propia

Mediante la prueba de  $\chi^2$  se determinó que existió asociación significativa entre los grupos y los cementos con el tipo de falla ( $p = 0,006$ ). La falla cohesiva se asoció con los grupos 50  $\mu\text{m}$  ML, Control GC y 50  $\mu\text{m}$  GC, coincidiendo con los valores promedio de adhesión más altos, 11,72 MPa, 11,02 MPa y 10,08 MPa, respectivamente. La falla adhesiva 1 se asoció significativamente a los grupos 110  $\mu\text{m}$  ML y 110  $\mu\text{m}$  GC, que presentaron los valores de fuerza adhesiva promedio más bajos. La falla adhesiva 2 se asoció específicamente con el grupo Control ML (figura 4).

## Discusión

Los ensayos mecánicos realizados en esta investigación con el dispositivo universal de pruebas evaluaron la fuerza adhesiva y mostraron que existió diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,042$ ) entre los grupos control y los arenados con partículas de óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$ , al ser comparados con los grupos arenados con partículas de 110  $\mu\text{m}$ , siendo estos



**Figura 4.** Diagrama del análisis de correspondencia  
Fuente: elaboración propia

últimos los que presentaron menor fuerza adhesiva para ambos sistemas cementantes. Esto se pudo deber a que el menor tamaño de partícula de óxido de aluminio (50  $\mu\text{m}$ ) proporcionó mayor cantidad de micro-retenciones que mejoraron la fuerza adhesiva con respecto a las generadas por los tamaños de partícula de óxido de aluminio de 110  $\mu\text{m}$  que fueron de mayor tamaño y menor cantidad.

Petridis y Garefis en 2004 [7], así como Güler y colaboradores [12] en el 2005, confirmaron que el arenado con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  ofrece un método simple, consistente y efectivo para el tratamiento de la superficie interna de las aleaciones adheridas con resina, y que tamaños de partícula más pequeños proporcionan una fuerza adhesiva metal/resina más alta. Tales hallazgos coinciden con los del presente estudio, al encontrar que los grupos arenados con óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  presentaron los valores promedio más altos de fuerza adhesiva con respecto a los grupos arenados con óxido de aluminio de 110  $\mu\text{m}$ , a diferencia de los estudios de Xie y colaboradores [10], en el 2009, en los que al utilizar los mismos tamaños de partícula de óxido de aluminio no encontraron diferencias estadísticamente significativas. Es importante resaltar que el modelo experimental de la presente investigación constó de cilindros metálicos colados con superficies contactantes planas en los que los sustratos adherentes fueron completamente metálicos.

El uso de sistemas para cementación adhesiva es cada vez más común gracias a los avances en el desarrollo de sus componentes, como el cemento resinoso y los diferentes acondicionadores de superficie, con el fin de crear materiales capaces de lograr una interacción óptima entre este y los diferentes sustratos [8, 10].

En diversos estudios [4, 10] en los que se evaluó el tipo de falla, los criterios de evaluación se han establecido de forma subjetiva, lo cual se presta para diferencias en su interpretación. Para estos investigadores, al igual que para el grupo investigador de este estudio, la falla de tipo cohesiva correspondió al tipo de escenario ideal en los procesos de adhesión, en el que el material es capaz de adherirse al sustrato, pero es su capacidad mecánica y de resistencia propia la que causa la falla y no sus propiedades para adherirse a la superficie tratada. Sin embargo, en esta investigación no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos y cementos, con respecto al tipo de falla.

Al analizar la relación existente entre la fuerza adhesiva y el tipo de falla observada con la estereomicroscopía, este estudio encontró correspondencia de los resultados, relacionando la falla cohesiva con los tres grupos que presentaron la mayor fuerza adhesiva promedio (50 ML, CGC, 50 GC), en donde se evidenciaron restos de material cementante en los dos especímenes. Lo anterior puede significar que los tratamientos de superficie en conjunto con acondicionadores químicos son capaces de generar una unión estable, fuerte y confiable entre el agente cementante y la aleación, por el efecto de adhesión incrementada como consecuencia de micro-retenciones y liberación de iones metálicos de la aleación, que reaccionan con los primer adhesivos, obligando a que la falla se produzca en el cemento y no en la interfase metal/material cementante [1, 10].

Los resultados observados en este estudio para los grupos control con respecto al promedio de fuerza adhesiva (CGC 11,02 MPa y CML 9,52 MPa) estuvieron dentro de los valores más altos, a pesar de no haber recibido arenado en las superficies por cementar, hallazgo que podría estar asociado a los componentes monoméricos intrínsecos de los acondicionadores químicos para metal que pueden lograr por sí solos uniones adhesivas confiables.

Así mismo, la falla de tipo adhesiva, aquella que compromete la interfase entre el metal y el material cementante, estuvo directamente relacionada con los grupos que mostraron una fuerza adhesiva promedio más baja, como lo fueron los dos grupos arenados con

partículas de óxido de aluminio de 110  $\mu\text{m}$  (110 ML 8,12 MPa y 110 GC 7,85 MPa), además del grupo CML (9,52 MPa) cuyo valor estadístico fue significativamente mayor con respecto a los grupos tratados con partículas de 110  $\mu\text{m}$ . Esto hace considerar que el uso de partículas de óxido de aluminio de 110  $\mu\text{m}$  como tratamiento de superficie con propósitos de cementación adhesiva no beneficia la interfase adhesivo/metal/adhesivo y su consecuente estabilidad y confiabilidad. Esta investigación utilizó el proceso de inmersión en agua destilada a una temperatura constante de 37 °C por ocho semanas continuas, como parte de su protocolo de simulación de condiciones orales, el cual, según algunos autores [16-18], representa de una manera más real la permanencia de materiales y estructuras en la cavidad oral, pretendiendo evaluar el mecanismo de la biodegradación *in vivo* de las interfases adhesivas. Se podrían atribuir al tiempo de permanencia de las muestras en el proceso de envejecimiento los resultados de valores adhesivos más bajos en este estudio al ser comparados con investigaciones similares que oscilan entre los 9 y los 30 MPa, pero cuyos procesos de envejecimiento fueron por periodos más cortos [4, 7, 8, 12]. Según Almilhatti y colaboradores [11], una restauración en zona de anteriores debería soportar una tensión cercana a los 10 MPa posterior a tratamientos térmicos, lo cual concuerda con los resultados observados en esta investigación con valores entre 7 y 11,7 MPa.

## Conclusiones

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio *in vitro*, el grupo investigador concluyó lo siguiente:

- El arenado con partícula de óxido de aluminio de mayor tamaño (110 $\mu\text{m}$ ) genera menor fuerza adhesiva.
- El protocolo de cementación adhesiva metal a metal no requiere arenado con partículas de óxido de aluminio.
- Existe correspondencia entre fuerza de adhesión, tipo de falla y material cementante.

## Agradecimientos

Al comité de investigación de la Fundación Centro de investigación y Estudios Odontológicos (CIEO), por su

asesoría metodológica y estadística para la realización de este proyecto.

## Referencias

- [1] Watanabe I, Kurtz KS, Kabcenell JK, Okabe T. Effect of sandblasting and silicoating on bond strength of polymer-glass composite to cast titanium. *J Prosthet Dent.* 1999; 82: 462-7.
- [2] Asgar K. Casting metals in dentistry: past-present-future. *Adv Dent Res.* 1988; 2(1): 33-43.
- [3] Ahmad S, Omar M, Homa D. Elements released from dental casting alloys and their cytotoxic effects. *Int J Prosthodont.* 2002; 15(5): 473-8.
- [4] Freitas A, Francisoni P. Effect of a metal primer on the bond strength of the metal-resin interface. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12(2): 113-6.
- [5] Asgar K, Peyton F. Effect of microstructure on the physical properties of cobalt-base alloys. *J Dent Res.* 1961; 4(1): 63-72.
- [6] Watanebe F. In vitro Bonding of Prosthodontic Adhesives to Dental Alloys. *J Dent Res.* 1988; 67(2): 479-83.
- [7] Petridis H, Garefis P. Bonding Indirect Resin Composites to metal: Part 2. Effect of Alloy Surface Treatment on Elemental Composition of Alloy and Bond Strength. *Int J Prosthodont.* 2004; 17(1): 77-84.
- [8] Sarafianou A, Seimenis I, Papadopoulos T. Effectiveness of different adhesive primers on the bond strength between an indirect composite resin and a base metal alloy. *J Prosthet Dent.* 2008; 99(5): 377-86.
- [9] Janda R. Spark erosion as a metal - resin bonding system. *Dent Mat.* 2007; 23: 193-7.
- [10] Xie H, Yuan X, Wu F. Effects of surface treatments on bond strength between porcelain and electroformed gold substrates. *J Adhes Dent.* 2009; 11: 485-91.
- [11] Almilhatti H, Giampaolo E, Vergani C, Machado A, Pavarina A, Goncalves E. Adhesive bonding of resin composite to various Ni-Cr alloy surfaces using different metal conditioners and a surface modification system. *J Prosthodont.* 2009; 18: 663-9.
- [12] Güler A, Bek B, Koprulu H, Güler E. Shear bond strength between base metal alloy and restorative materials cemented with adhesive resin: effect of base metal surface treatment and restorative material. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 2005; 29(2): 8-15.
- [13] Phillips RW. Skinner's science of dental materials. Philadelphia: Saunders; 1982.

- [14] Yanagida H, Matsumura H, Taira Y, Atsuta M, Shimoe S. Adhesive bonding of composite material to cast titanium with varying surface preparations. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 121-6.
- [15] Troncoso D, Rico D, Lozada H. Comparación de adaptación marginal de dos sistemas libres de metal Inceram y Empress II en preparaciones para corona completa. Fundación CIEO; 2005.
- [16] Amaral F, Colucci V, Palma R, Corona S. Assesment on in vitro methods to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19: 340-54.
- [17] Roberti L, Rego L, Mundim F, Panzeri F, Consani S. Influence of artificial accelerated aging on dimensional stability of acrylic resins submitted to different storage protocols. *J Prosthodont.* 2010; 19: 432-7.
- [18] Nikaido T, Kunzelmann KH, Chen H. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater.* 2002; 18: 269-75.