

EFFECTO DEL TRATAMIENTO DE SUPERFICIE CON ÓXIDO DE ALUMINIO DE DIFERENTE TAMAÑO DE PARTÍCULA EN LA RESISTENCIA A LA MICROTENSIÓN DE UNA RESINA DE LABORATORIO

THE EFFECT OF SURFACE TREATMENT WITH ALUMINUM OXIDE OF DIFFERENT PARTICLE SIZES ON THE RESISTANCE TO MICROTENSION OF A LABORATORY RESIN

Mijael Pantoja-Dávalos¹, Miguel Ángel Saravia-Rojas²

RESUMEN

Objetivo: Comparar la resistencia a la microtensión entre dentina y resina de laboratorio Ceramage (Shofu) microarenada, con óxido de aluminio de 25, 50 y 90 micrómetros, y un grupo sin microarenado. **Materiales y métodos:** Se utilizaron 12 terceros molares sanos, 3 por cada grupo. Se cortó la superficie de esmalte oclusal con un disco diamantado biactivo (BesQual) de 22 mm para exponer una superficie plana de dentina. Se fabricaron 12 bloques de resina de laboratorio Ceramage (Shofu) en un molde cilíndrico de teflón con un diámetro de 8 mm y una altura de 4 mm. Se tuvieron 4 grupos de estudio (3 bloques por grupo), a los que aleatoriamente se aplicaron los siguientes tratamientos de superficie: G1, sin microarenar (grupo control); G2, con Al₂O₃ de 25 µm (Zhermack); G3, con Al₂O₃ de 50 µm (Bioart), y G4, con Al₂O₃ de 90 µm (Bioart). La cementación de los bloques a la dentina se realizó con el cemento resinoso autoadhesivo Maxcem

Elite (Kerr). Se obtuvieron especímenes de aproximadamente 1 mm² de área transversal (n = 26 especímenes por grupo) con una máquina de corte tipo IsoMet y se almacenaron en agua destilada por 24 horas a 37 °C. La prueba de microtensión se realizó haciendo uso de un microtensiómetro (Microtensile Tester - Bisco). Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas de Anova y Tukey, donde p < 0,001. **Resultados:** Los valores de la media y de la desviación estándar, para la variable resistencia a la microtensión de cada grupo, fueron las siguientes: para el G1 sin microarenado, 7,03 (± 2,94) Mpa; para el G2, microarenado con 25 µm: 4,63 (± 1,28) Mpa; para el G3, microarenado con 50 µm: 4,56 (± 1,40) Mpa; y para el G4, microarenado con 90 µm: 5,93 (± 1,39) Mpa. **Conclusión:** La resistencia de unión entre el grupo que no recibió ningún tratamiento de superficie y el que empleó partículas de 90 µm es similar, razón por la cual se podría prescindir del microarenado como tratamiento de superficie. Además, la resistencia de unión del grupo que

Citar como: Pantoja-Dávalos M, Saravia-Rojas MÁ. Efecto del tratamiento de superficie con óxido de aluminio de diferente tamaño de partícula en la resistencia a la microtensión de una resina de laboratorio. Rev Cient Odontol (Lima). 2018; 6 (1): pp. 72-84

¹ ESPECIALIDAD EN REHABILITACIÓN ORAL. UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR.

² DOCENTE DE LA ESPECIALIDAD DE ODONTOLOGÍA ESTÉTICA Y RESTAURADORA. UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR.

empleó partículas de 90 μm es superior a los grupos que emplearon 25 y 50 μm .

Palabras clave: resistencia de unión, microtensión, dentina, resina de laboratorio, tratamiento de superficie, microareñado, óxido de aluminio

ABSTRACT

Objective: To compare the micro-tensile bond strength of dentine and the laboratory composite "Ceramage" (Shofu), sandblasted with 25, 50 and 90 micrometer aluminum oxide, and a control group not subjected to sandblasting. **Materials and methods:** 12 third molars were used, 3 in each group. The surface of the occlusal enamel was cut with a 22 mm bioactive diamond disc (BesQual), exposing a flat surface of dentin. 12 blocks of the laboratory composite Ceramage (Shofu) were manufactured in a cylindrical Teflon mold with a diameter of 8 mm and a height of 4 mm. There were 4 study groups (3 blocks per group), upon which the following surface treatments were randomly performed: (G1): without sandblasting (Control Group); (G2): with 25 μm Al₂O₃ (Zhermack); (G3): with 50 μm Al₂O₃ (Bioart) and (G4): with 90 μm Al₂O₃ (Bioart). The cementation was made using Maxcem Elite (Kerr) self-adhesive resin cement. Specimens of approximately 1 mm² in cross-sectional area (n=26 specimens by group) were obtained using an IsoMet type cutting machine and stored in distilled water for 24 hours at 37°C. The micro-tensile test was performed using a Micro-tensile tester machine (Bisco). The Anova and Tukey tests were applied to the statistical analysis (p <0.001). **Results:** The mean and standard deviation values for the micro-tensile bond strength of each group were as follows: For group 1 (G1) without sandblasting: 7.03 (+ 2.94) Mpa; for group 2 (G2) sandblasted with 25 μm : 4.63 (+ 1.28) Mpa; for group 3 (G3)

sandblasted with 50 μm : 4.56 (+ 1.40) Mpa; and for group 4 (G4) sandblasted with 90 μm : 5.93 (+ 1.39) Mpa. **Conclusions:** The micro-tensile bond strength of the group which did not receive any surface treatment and the group subjected to 90 μm particles is similar, indicating that sandblasting could be dispensed with as a surface treatment. Also, the micro-tensile bond strength of the group subjected to 90 μm particles is superior to that of the groups subjected to 25 and 50 μm .

Keywords: Micro-tensile bond strength, dentin, indirect composite, surface treatment, sandblasting, aluminum oxide.

INTRODUCCIÓN

Parte de las investigaciones más recientes en rehabilitación oral se centran en el estudio de los materiales dentales de uso indirecto, entre los que se encuentran las resinas de laboratorio. Con estos materiales se puede conseguir una adecuada forma anatómica, se reduce la contracción de polimerización en el diente, la adaptación marginal es superior a la de las restauraciones directas, los contactos interoclusales se pueden manejar de forma anticipada, se pueden hacer reparaciones de forma directa y se disminuye el tiempo de trabajo clínico. A pesar de estas múltiples ventajas, la unión entre el sustrato dental y la restauración sigue siendo un proceso complejo para el clínico, ya que existen dos superficies sobre las que se tiene que conseguir adhesión al mismo tiempo. El agente cementante juega un rol fundamental para este fin, pues una falla adhesiva en cualquiera de las superficies podría generar el fracaso del tratamiento a largo plazo, lo que se evidencia con filtración en los márgenes, recidiva cariosa, sensibilidad y, finalmente, separación de la restauración. Con la finalidad de mejorar la adhesión del agente cementante, es

necesario realizar previamente un tratamiento de superficie interno que permita asegurar la permanencia de estas restauraciones en boca.

El tratamiento interno de la restauración de resina de laboratorio permite crear retenciones micromecánicas haciendo uso del arenado con partículas de óxido de aluminio, lo que potencia y refuerza la adhesión conseguida con los cementos resinosos usados como material de cementación (1). Por otro lado, el ácido fluorhídrico es efectivo en restauraciones cerámicas con una fase vítrea, mas no en restauraciones de resina de laboratorio (1, 2). El uso del silano mejora la resistencia de unión entre la resina de laboratorio y los cementos resinosos, ya que posee una composición polimérica similar, pero su uso es opcional (2).

Antes del tratamiento superficial de las resinas de laboratorio, es necesario considerar algunos parámetros importantes para maximizar los resultados del microarenado, como la presión a ser aplicada, el tamaño y la forma de la partícula, el ángulo de incidencia de las partículas y las partículas húmedas versus las partículas secas (3, 4). Estos parámetros influyen sobre las microretenciones generadas al variar su tamaño, cantidad, profundidad y dirección (3, 4); por esa razón, se consideró evaluar la variable "tamaño de partícula" de óxido de aluminio, ya que esta, a su vez, podría influir en los valores de resistencia de unión de las resinas de laboratorio con relación al agente cementante. Existen múltiples estudios que evalúan diversos tratamientos de superficie sobre las resinas de laboratorio y su influencia en la resistencia de unión, entre los cuales se emplea usualmente solo partículas de 50 μm ; sin embargo, no hay estudios específicos que evalúen varios tamaños de partícula de óxido de aluminio entre sí.

Soares y col. (1) evaluaron la influencia de diferentes tratamientos de superficie en dos resinas de laboratorio (Solidex y Targis) y una resina convencional (Filtek Z250) sobre la resistencia de la unión a la microtensión a un cemento resinoso autoadhesivo (RelyX U100). Los tratamientos de superficie fueron: papel de SiC grano #600 (control); silanizado; microarenado con 50 μm de Al_2O_3 ; grabado con ácido fluorhídrico al 10%; ácido fluorhídrico + silano; y microarenado + silano. Los grupos asociados al silano obtuvieron los valores más altos de lo cual se concluye que, para todos los materiales de resina ensayados, la aplicación de silano después del microarenado proporciona una mayor resistencia de la unión.

Por otro lado, Suaquita (5) comparó la resistencia de unión a la microtensión de una resina de laboratorio (Filtek Z-350 Indirect) con diferentes tratamientos de superficie, cementados a esmalte bovino. Para ello, empleó un cemento resinoso autoadhesivo (RelyX U100). Los tratamientos de superficie fueron: grupo I, con ácido ortofosfórico al 35%; grupo II, con ácido ortofosfórico al 35% + silano; grupo III, microarenado con Al_2O_3 de 50 μm ; grupo IV, microarenado con Al_2O_3 + silano; grupo V, sin ningún tratamiento de superficie; y grupo VI, con RelyX ARC (microarenado + sistema adhesivo convencional). El grupo que no empleó ningún tratamiento de superficie obtuvo el valor más alto, lo que permite concluir que la resina de laboratorio presenta mayor fuerza de adhesión cuando no se realiza ningún tratamiento de superficie.

También, Abdelaziz et al. (6) evaluaron la resistencia de unión al cizallamiento de agentes de cementación (ionómero de vidrio Ketac CEM, cemento resinoso universal Multilink y cemento resinoso autoadhesivo Speed CEM) a la superficie de cofias (níquel-cromo vitrocerámica prensada Cergo y zirconia Cercon), las

que fueron microarenadas con partículas de óxido de aluminio de 50, 110 y 250 μm . Se obtuvieron valores similares para los tres grupos, de lo cual se concluye que la calidad de unión cemento-sustrato no se ve afectada por el tamaño de las partículas del microarenado.

El propósito de este estudio fue determinar con qué tamaño de partícula de óxido de aluminio, aplicado sobre la resina de laboratorio Ceramage (Shofu), se obtiene mayor fuerza de unión, empleando un mismo cemento resinoso autoadhesivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue aprobado por la Comisión de Ética e Investigación de la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, con el código de aprobación N.º 000310. Esta investigación es de tipo experimental, un ensayo en laboratorio *in vitro*. Se utilizaron 12 bloques de resina de laboratorio Ceramage (Shofu), adheridos a la superficie

dentinaria de terceros molares, los cuales fueron divididos aleatoriamente en 4 grupos de estudio y sometidos a microarenado con óxido de aluminio de diferente tamaño de partícula, como tratamiento de superficie. Se obtuvieron en total 104 especímenes, 26 por grupo, tamaño muestral obtenido a través de una prueba piloto y el programa estadístico Fistera 2014, mediante la fórmula para comparar dos medias.

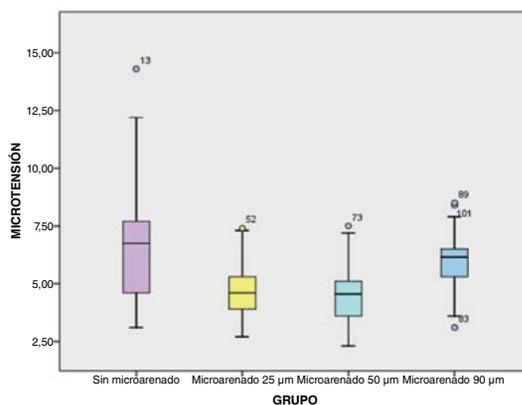


GRÁFICO 1. EVALUACIÓN GRÁFICA DE LA RESISTENCIA A LA MICROTENSIÓN ENTRE PARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ALUMINIO DE DIFERENTE TAMAÑO.

TABLA 1. MATERIALES EMPLEADOS EN EL ESTUDIO.

Material	Tipo	Composición	Fabricante	Lote
Ceramage	Resina de laboratorio	Orgánico: matriz polimérica Inorgánico: relleno de vidrio (73% V - Silicato de circonio)	Shofu, Japón	121495
Maxcem Elite	Cemento resinoso autoadhesivo	Matriz resinosa: GPDM, comonómeros (monómeros de metacrilato mono-, di- y tri-funcional), activador redox de auto-curado "patentado", fotoiniciador canforquinona, estabilizador. Carga-relleno (Al 67% de peso): vidrio de fluoroaluminio-silicato, sílica ahumada, vidrio de bario, fluoruro de iterbio.	Kerr, EE. UU.	5613024
Prosil	Silano	Solucion etanólica de 3-metacriloxipropil-trimetoxisilanol	FGM, Brasil	251115
ZetaSand Al_2O_3 de 25 μm	Abrasivo	Material químicamente puro	Zhermack, Italia	20140915
Al_2O_3 de 50 - 90 μm	Abrasivo	Material químicamente puro	Bioart, Brasil	39278

PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS DENTARIAS Y LOS BLOQUES DE RESINA DE LABORATORIO

Se realizó la recolección de terceras molares que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. Los dientes fueron limpiados con agua destilada, desinfectados con timol al 0,1% y almacenados en agua destilada. Las raíces se montaron en resina bis acrílica Smart-



FIGURA 1. CORTE DE LA SUPERFICIE DE ESMALTE OCLUSAL.



FIGURA 2. EXPOSICIÓN DE SUPERFICIE DESTINARIA.



FIGURA 3. ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES DE RESINA EN LA MATRIZ DE TEFLÓN.

Temp (Parkell, EE. UU.). La superficie de esmalte oclusal fue seccionada con un disco de corte diamantado biactivo (BesQual, EE. UU.) de 22 mm, a baja velocidad con refrigeración (figura 1). El resto del esmalte fue removido con lija de agua de grano medio y fino (Asalite, Perú), y se obtuvo una superficie plana de dentina (figura 2). Se almacenó los dientes en agua destilada. Se utilizó la resina de laboratorio Ceramage (Shofu, Japón) colocando dos incrementos de 2 mm en un molde cilíndrico de teflón, con un centro libre de 8 mm de diámetro y 4 mm de alto, y fueron fotoactivados con una lámpara LED Elipar Deep Cure-L (3M ESPE, Alemania) a una potencia de 1200 mW/cm². Cada capa se fotoactivó por 20 segundos (figura 3). Los bloques fueron retirados de la matriz y se completó su proceso de conversión en un laboratorio, empleando un horno Premise Indirect (Kerr Dental, EE. UU.). Se asperizaron algunas irregularidades de los márgenes de los bloques con lija de agua de grano fino (Asalite, Perú), para luego ser almacenados (tabla 1).

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DE LA RESINA DE LABORATORIO Y CEMENTACIÓN

Se lavó, se desinfectó con alcohol y se secó cada bloque de resina de laboratorio Ceramage (Shofu, Japón). Se microarenaron tres grupos y uno se dejó



FIGURA 4. MICROARENADO DE CADA GRUPO DE ESTUDIO, SEGÚN PARÁMETROS ESTABLECIDOS.

sin microarenar. Se empleó un microarenador Microjato (Bioart, Brasil), con partículas de óxido de aluminio, durante 10 segundos, a una distancia de 10 mm y una angulación de 90°, y bajo una presión de aire de aproximadamente 32 libras/pulgada². Estos parámetros fueron tomados en cuenta a partir de los artículos de referencia (4, 7-9) (figura 4).

Se trabajó con los siguientes grupos de estudio:

- Grupo 1 (G1): sin tratamiento de superficie (control)
- Grupo 2 (G2): con AL₂O₃ de 25 µm (Zhermack, Italia)
- Grupo 3 (G3): con AL₂O₃ de 50 µm (Bioart, Brasil)
- Grupo 4 (G4): con AL₂O₃ de 90 µm (Bioart, Brasil)

Se realizó la limpieza de los bloques de resina de laboratorio con ultrasonido Vitasonic II (Vita, Alemania) durante 2 minutos. Para eliminar los residuos de aluminio, se lavó con agua destilada durante 30 segundos y se secó con un chorro de aire seco durante 15 segundos. Previo al proceso de cementación, se lavó la superficie dentinaria con abundante suero fisiológico durante 30 segundos y se secó suavemente con papel absorbente, dejando la dentina humectada. Se aplicó una gota de silano



FIGURA 5. APLICACIÓN DE SILANO "PROSIL" (FGM).

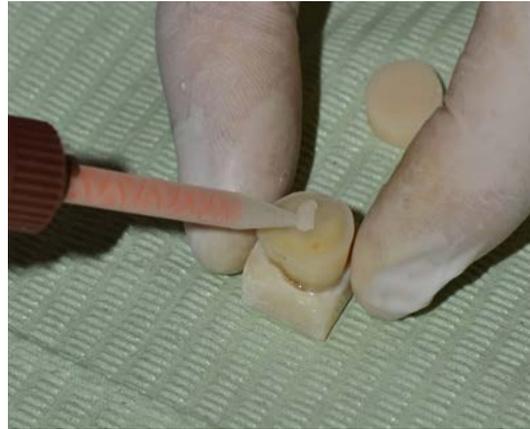


FIGURA 6. DISPENSACIÓN DEL AGENTE CEMENTANTE SOBRE SUPERFICIE DE RESINA DE LABORATORIO Y DENTINA.

Prosil (FGM, Brasil) con un micropincel bajo fricción activa durante 30 segundos, hasta conseguir la evaporación del agente (figura 5). Se dispuso una porción de cemento resinoso autoadhesivo Maxcem Elite (Kerr, EE. UU.) con una punta de automezcla sobre la superficie de la resina de laboratorio y sobre la superficie dentinaria preparada (figura 6). Los bloques de resina de laboratorio fueron fijados a las superficies dentinarias bajo un mismo peso para todos los grupos y fotoactivados con una lámpara LED Elipar Deep Cure-L (3M ESPE, Alemania), a una potencia de 1200 mW/cm², durante 60 segundos, por cada superficie (figura 7).



FIGURA 7. MACROESPÉCIMEN.

OBTENCIÓN DE LOS ESPECÍMENES

Después de un almacenamiento en agua destilada (37 °C x 24 horas), el bloque de resina de laboratorio adherido al diente fue seccionado con una máquina de corte tipo IsoMet, con la superficie oclusal perpendicular al disco de corte. Se realizó el primer corte perpendicular a la superficie adherida (figura 8) y el segundo corte perpendicular (90°) al primero (figura 9), con lo que se obtuvieron especímenes en forma de barras de 1 mm de ancho x 1 mm de espesor x 8 mm de largo, aproximadamente, lo que se verificó con un vernier digital. Los cortes se hicieron bajo constante irrigación. Los especímenes se almacenaron por grupos en envases rotulados, en agua destilada a 37 °C por 24 horas (10-12).

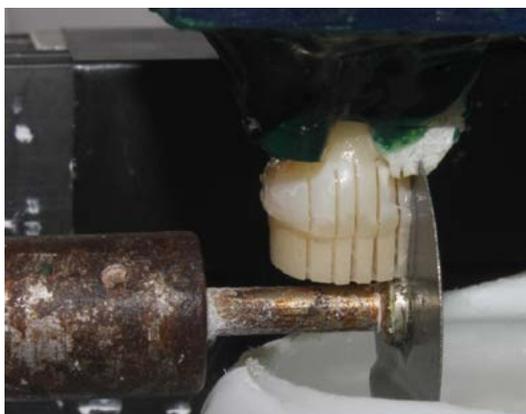


FIGURA 8. CORTE PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE ADHERIDA.

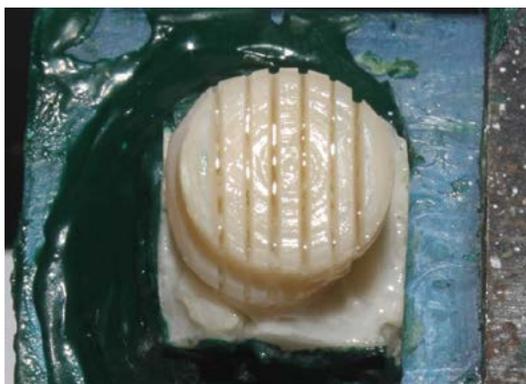


FIGURA 9. CORTE PERPENDICULAR AL PRIMER

PRUEBA DE MICROTENSIÓN

Se le solicitó a un odontólogo que quitara los rótulos de cada envase y los cambiara por códigos de identificación. Dichos códigos eran desconocidos por el investigador, con el fin evitar sesgos en la prueba. Se utilizó el microtensiómetro Microtensil Tester (Bisco, EE. UU.) (figura 10) y se añadió una gota de agente adhesivo cianocrilato en ambos bloques metálicos de la superficie de prueba de la máquina. Se colocó el espécimen sobre el cianocrilato, de tal manera que la interfase adhesiva quedara en la parte media. Se activó el cianocrilato con el activador ZAPIT (DVA, EE. UU.) y se procedió a la tracción. Se midió la fuerza de adhesión a una velocidad de 0,5 mm/min, registrada en newtons (N) (figura 11), valor que fue dividido entre el área transversal de la interfase adhesiva (mm²), la misma que



FIGURA 10. MICROTENSIÓMETRO MICROTENSIL TESTER (BISCO).

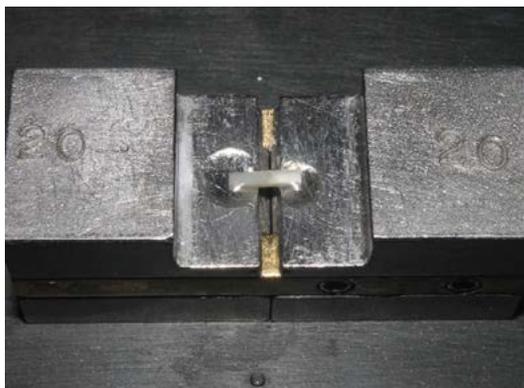


FIGURA 11. PROCESO DE MICROTENSIÓN.

TABLA 2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LA VARIABLE MICROTENSIÓN ENTRE PARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ALUMINIO DE DIFERENTE TAMAÑO.

Grupos	Resistencia a la microtensión						
	N	Media	D. E.	Mín.	Máx.	Varianza	p
G1: Sin microarenado	26	7,03	2,94	3,10	14,30	8,65	<0,001
G2: Óxido de aluminio 25 µm	26	4,63	1,28	2,70	7,40	1,66	
G3: Óxido de aluminio 50 µm	26	4,56	1,40	2,30	7,50	1,98	
G4: Óxido de aluminio 90 µm	26	5,93	1,39	3,10	8,50	1,93	

Prueba de Anova

p < 0,001

TABLA 3. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA MICROTENSIÓN ENTRE GRUPOS.

Grupo		Diferencia de medias	P	Intervalo de confianza al 95%	
				L. I.	L. S.
G1: sin microarenado	G2: microarenado 25 µm	2,39	<0,001	1,0291	3,7632
	G3: microarenado 50 µm	2,46	<0,001	1,1022	3,8363
	G4: microarenado 90 µm	1,10	0,159	-0,2670	2,4670
G2: microarenado 25 µm	G3: microarenado 50 µm	0,07	0,999	-1,2940	1,4401
	G4: microarenado 90 µm	-1,29	0,070	-2,6632	0,0709
G3: microarenado 50 µm	G4: microarenado 90 µm	-1,36	0,049	-2,7363	-0,0022

Prueba de Tukey

se midió con un calibrador digital Absolute Digimatic Model CD 6" CS (Mitutoyo Corp, Japón), con lo que se obtuvo la resistencia de unión en megapascuales (Mpa).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos fue realizado con ayuda del programa estadístico SPSS versión 23.00 (Chicago ILL), con la estadística descriptiva y posterior evaluación de la normalidad mediante la prueba Shapiro-Wilk. Al existir normalidad, se utilizaron la prueba de Anova y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (p < 0,001).

RESULTADOS

Los valores de la media y de la desviación estándar, para la variable resistencia

a la microtensión de cada grupo, se muestran en la tabla 2 y el gráfico 1. Se encontró para el G1, sin microarenado: 7,03 (± 2,94) Mpa; para el G2, microarenado con 25 µm: 4,63 (± 1,28) Mpa; para el G3, microarenado con 50 µm: 4,56 (± 1,40) Mpa; y para el G4, microarenado con 90 µm: 5,93 (± 1,39) Mpa. La figura 1 de caja y bigote muestra los valores de resistencia a la microtensión en los diferentes grupos, siendo el G1 el que obtiene los valores más altos, seguido por el G4, luego el G2 y el G3. Las cajas de dispersión entre el G2, G3 y G4 son similares a las del G1, el cual presenta la mediana más alta.

Al encontrarse normalidad (test de Shapiro-Wilk), se realizó la prueba de Anova. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05) entre todos los grupos estudiados, y se realizó entonces el test de comparaciones

múltiples de Tukey (tabla 3), el cual mostró que, entre el G1 y el G2, donde $p < 0,001$, hay diferencia significativa; entre el G1 y el G3, donde ($p < 0,001$), hay diferencia significativa; entre el G1 y el G4, donde $p = 0,159$, no hay diferencia significativa; entre el G2 y el G3, donde $p = 0,999$, no hay diferencia significativa; entre el G2 y el G4, donde $p = 0,070$, no hay diferencia significativa; y entre el G3 y G4, donde $p = 0,049$, hay diferencia significativa.

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio *in vitro* fue comparar la resistencia a la microtensión entre dentina y resina de laboratorio Ceramage (Shofu. Inc., Japón) microarenaada con óxido de aluminio de diferente tamaño de partícula, unidas a través de un cemento resinoso autoadhesivo, buscando determinar qué tamaño de partícula de óxido de aluminio consigue una mayor resistencia de unión entre ambos sustratos.

Una de las fortalezas de esta investigación incluye la realización de la prueba piloto. Además, el tamaño de la muestra para esta investigación está de acuerdo con lo propuesto por las normas ISO y en relación con los antecedentes del estudio (1, 4-6, 13-18). Al ser un estudio de tipo experimental, los especímenes obtenidos tras el corte fueron agrupados de forma aleatoria, mediante el método del sorteo probabilístico. Como instrumento de medición de las variables se empleó un microtensiómetro Microtensile Tester (Bisco, EE. UU.), equipo válido, confiable y ampliamente utilizado para evaluar la microtensión, y aceptado como método para evaluar la adhesión en odontología. La obtención de la información, así como la interpretación de las muestras, fueron hechas por el investigador, quien fue capacitado por el personal que realizó anteriormente otras

investigaciones sobre microtensión (M. A. S. R.), inmediatamente después de realizar en sí el proceso de tracción de los especímenes.

Una de las limitaciones de esta investigación es que, al ser un estudio *in vitro*, no existe forma de extrapolar de forma real dicha información a la cavidad bucal, ya que este estudio es simplemente una aproximación de lo que realmente podría suceder en boca. Otra limitación es que no se pudo controlar otras variables, como humedad, temperatura y grado de conversión completa del cemento resinoso, que sí están presentes en un individuo de forma cotidiana.

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que sí existe diferencia significativa entre los distintos grupos que emplearon partículas de óxido de aluminio, siendo el grupo 4 (90 μm) el que presentó mayor resistencia de unión con $5,93 \pm 1,39$ Mpa, frente al grupo 2 (25 μm), con $4,63 \pm 1,28$ Mpa, y el grupo 3 (50 μm), con $4,56 \pm 1,40$ Mpa. Los grupos 2 y 3 presentaron promedios de resistencia de unión similares entre sí. A pesar de que múltiples estudios emplean solo partículas de 50 μm para el tratamiento superficial de varias marcas comerciales de resinas de laboratorio con resultados satisfactorios de resistencia de unión (1, 4, 13, 14, 18), al parecer, para el caso específico de la resina de laboratorio Ceramage (Shofu Inc., Japón), el tratamiento con partículas de 90 μm actúa de forma adecuada, probablemente debido a que esta incorpora partículas microcerámicas en su composición (73% del relleno es silicato de circonio) (19), lo que la hace más resistente al desgaste superficial que podrían generar partículas de 25 y 50 μm .

Así mismo, el grupo 1 (control), que no empleó óxido de aluminio, presentó una resistencia de unión de 7.03 ± 2.94 Mpa, similar al grupo 4 (90 μm); por ende,

también obtuvo mayor resistencia de unión que el grupo 2 (25 μm) y el grupo 3 (50 μm). Esto, probablemente, se debe a que tanto la resina de laboratorio como el cemento resinoso empleado poseen la misma naturaleza polimérica, y no sería necesario emplear el microarenado para mejorar la resistencia de unión (5).

Un estudio realizado por Abdelaziz (6), reportó que la resistencia de unión entre cemento-sustrato no se vio afectada por el tamaño de partícula de óxido de aluminio (50, 110 y 250 μm). Se obtuvieron 20,7 ($\pm 2,6$) Mpa con 50 μm , 21,4 ($\pm 3,1$) Mpa con 110 μm , y 21,4 ($\pm 2,4$) Mpa con 250 μm . Valores muy similares entre sí; sin embargo, este estudio consideró variables distintas a la presente investigación (diferentes materiales de cementación, sustratos y prueba mecánica). Este fue el único estudio encontrado en el que se evaluaron distintos tamaños de partícula de óxido de aluminio y se compararon entre sí.

Un estudio encontró resultados semejantes al de la presente investigación, como el de Suaquita (5), quien halló que la resina de laboratorio presenta mayor fuerza de adhesión cuando no se realiza ningún tratamiento de superficie, y obtuvo 40,04 ($\pm 7,93$) Mpa superior a 38,92 ($\pm 7,45$) Mpa del grupo que empleó microarenado y también frente a 37,31 ($\pm 6,95$) Mpa del grupo que empleó microarenado asociado a silano.

También existen múltiples estudios que difieren de la presente investigación, como los de Soares (1) y D'Arcangelo (13), quienes reportaron que la aplicación de silano después del microarenado proporcionó la resistencia de unión más alta entre la resina de laboratorio y el cemento resinoso, frente a otros tratamientos de superficie. Se obtuvieron valores desde 16,55 ($\pm 3,16$) Mpa para Enamel-Plus (HRi) hasta 102,16 ($\pm 10,5$) Mpa para Solidex (Shofu). Estos valores

difieren ampliamente entre sí debido a la marca comercial de resina de laboratorio que se empleó.

Otros estudios, como los realizados por Ferreira (14), Harorli (17) y Poskus (18), encontraron que solo el microarenado con óxido de aluminio incrementó los valores de resistencia de unión de las resinas de laboratorio frente a otros tratamientos de superficie. Se obtuvieron valores desde 8,49 ($\pm 2,85$) Mpa para BelleGlass Hp (Kerr) hasta 40,2 ($\pm 5,8$) Mpa para Gradia (GC). Estos valores difieren ampliamente entre sí debido a la marca comercial de resina de laboratorio que se empleó.

Así mismo, Moezizadeh (4) y Kirmali (16) hallaron que el microarenado con óxido de aluminio, aunado a irradiación láser, proporcionó un aumento de la resistencia de unión entre la resina de laboratorio y el cemento resinoso frente a otros tratamientos de superficie. Sin embargo, el solo uso de microarenado mantuvo valores cercanos a su asociación con láser. Se obtuvieron valores desde 19,4 ($\pm 3,2$) Mpa para Signum Plus (Heraeus Kulzer) hasta 38 ($\pm 2,0$) Mpa para Gradia (GC). Estos valores difieren ampliamente entre sí debido a la marca comercial de resina de laboratorio que se empleó.

Los valores de resistencia de unión que se obtuvieron en la presente investigación son inferiores en comparación a todos los estudios que se consideraron entre los antecedentes, independientemente del tipo de agente de cementación que se usó y de la prueba mecánica que se realizó. Esto se debió, probablemente, a la elección de la marca comercial del cemento resinoso autoadhesivo Maxcem Elite (Kerr, EE. UU.), tal y como lo demuestra Fuentes (15), quien encontró que los agentes cementantes de "grabado y enjuague" todavía proporcionan valores de unión superiores a los agentes cementantes "autoadhesivos".

En el mismo estudio, encontraron que no hubo diferencia significativa entre los cementos autoadhesivos, excepto por Maxcem Elite (Kerr, EE. UU.), el cual mostró valores de resistencia de unión claramente bajos. De igual forma, los especímenes adheridos con este agente cementante mostraron el más alto porcentaje de fallas pretest.

Finalmente, en este trabajo se acepta la hipótesis de investigación que señala que existe una diferencia significativa en la resistencia a la microtensión de la resina de laboratorio Ceramage (Shofu Inc., Japón) empleando óxido de aluminio de diferente tamaño de partícula como protocolo de superficie y un grupo control.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, para la resina de laboratorio Ceramage (Shofu Inc.), se concluye:

1. La resistencia de unión entre el grupo que no recibió ningún tratamiento de superficie y el que empleó partículas de 90 μm es similar, razón por la cual se podría prescindir del microarenado como tratamiento de superficie. Además, la resistencia de unión del grupo que empleó partículas de 90 μm es superior a los grupos que emplearon 25 y 50 μm .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Soares CJ, Giannini M, Oliveira MT. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12 (1): 45-50.
2. Ellakwa AE, Shortall AC, Burke FJ, Marquis PM. Effects of grit blasting and silanization on bond strengths of a resin luting cement to Belleglass HP indirect composite. *Am J Dent.* 2003; 16: 53-7.
3. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation of ceramic and laboratory-processed composite restorations: A literature review. *Esthet Restor Dent* 2004; 7: 224-35.
4. Moezizadeh M, Ansari ZJ, Fard FM. Effect of surface treatment on micro shear bond strength of two indirect composites. *J Cons Dent.* 2012; 15 (3): 228-31.
5. Suaquita VE. Fuerza de adhesión de una resina compuesta indirecta con diferentes tratamientos de superficie utilizando un cemento autoadhesivo sobre esmalte, estudio in vitro [tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2007.
6. Abdelaziz KM, Al-Qahtani NM, Al-Shehri AS. Bonding quality of contemporary dental cements to sandblasted esthetic crown copings. *J Invest Cli Dent.* 2012; 3: 142-7.
7. Shofu. Tokyo: Shofu Dental Corporation; 2010 [Web]. Ceramage standard set. Disponible en http://www.shofu.com/shofu_images/DFU/ceramage-instructions.pdf

8. Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB. Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymer materials: A review of the literature. *J Esth Res Dent*. 2014; 26 (6): 382-93.
9. Guzmán HJ, Macchi RL. Adhesión a sustratos no dentarios: metálicos, cerámicos y poliméricos. En: Henostroza G, ed. *Adhesión en Odontología Restauradora*. Madrid: Ripano; 2010.
10. ISO/TS 11405: Dental Materials - Testing of adhesion to tooth structure. International Organization for Standardization. Geneva: 2003.
11. Ulloa TV, Almeida C, Saravia MA, Uribe J. Resistencia de unión de una resina autoadhesiva usando diferentes protocolos de adhesión sobre esmalte bovino. *Rev Cient Odont*. 2014; 2: 117-26.
12. Castillo S, Saravia MA. Efecto del acondicionamiento de la dentina con ácido poliacrílico al 19% sobre la resistencia de unión de los cementos resinosos autoadhesivos. *Rev Cient Odontol*. 2015; 3: 287-95.
13. D'Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *J Adhes Dent*. 2007; 9 (3): 319-26.
14. Ferreira FM, Braga C, Klein Júnior CA, Veleda BB, Erhardt MCG, Coelho de Souza FH. Influência do tratamento de superfície na resistência de união por cisalhamento de um cerômero indireto. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*. 2012; 53 (1): 17-20.
15. Fuentes MV, Ceballos L, González S. Bond strength of self-adhesive resin cements to different treated indirect composites. *Clin Oral Invest*. 2013; 17: 717-24.
16. Kirmali O, Barutcugil C, Harorli O, Kapdan A. Resin cement to indirect composite resin bonding: effect of various surface treatments. *Wiley Periodic*. 2014; 9999: 1-6.
17. Harorli OT, Barutcugil C, Kirmali O, Kapdan A. Shear bond strength of a self etched resin cement to an indirect composite: Effect of different surface treatments. *Niger J Clin Pract*. 2015; 18 (3): 405-9.
18. Poskus LT, Sampaio R, Blunck V, Matos L, Moreira E, Antunes JG. Effects of different surface treatments on bond strength of an indirect composite to bovine dentin. *Indian J Dent Res*. 2015; 26 (3): 289-94.
19. Shofu. Tokyo: Shofu Dental Corporation; 2010 [Web]. Ceramage standard set. Disponible en http://www.shofu.com/shofu_images/Literature/ceramage%20brochure%201.08%20v2.pdf

CORRESPONDENCIA: mpantojadavalos@gmail.com

RECIBIDO: 14/03/2018

ACEPTADO: 20/05/2018