UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Comparación *In Vitro* de la resistencia al cizallamiento de estructuras
de resina y cerómero con tratamiento de arenado en diferentes tiempos

TESIS

Para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTORES

Ramirez Taboada, Paola Maria Gracia (0000-0002-9513-8752)

Toledo Chilón, Jannet Rossmery (0000-0002-4577-8241)

ASESOR

Hermoza Novoa, Mónica Mercedes (0000-0003-0927-3710)

Lima, 11 de diciembre del 2019

DEDICATORIA

A mis padres, Sabino y María, y a mi hermana Binelsy por su apoyo y motivación constante.

A mi compañera Paola Ramirez por su dedicación y ayuda en el desarrollo del presente trabajo.

Jannet Toledo

A mi madre Liliana, por el apoyo incondicional.

A mis abuelos Carlos y Lila por llevarme de la mano en el camino de la vida.

A mi hermana Melanie, por creer y confiar en mí.

A mi compañera Jannet Toledo por la dedicación en el desarrollo de la presente investigación.

Paola Ramirez

AGRADECIMIENTOS

A nuestra asesora de tesis la Dra. Mónica Hermoza, a la Dra. Leslie Casas y a la Dra. Stefany Caballero, quienes durante todo el proceso de esta investigación nos demostraron su apoyo incondicional, brindaron consejos y dedicaron tiempo en perfeccionar este trabajo.

RESUMEN

Objetivo: Comparar *in vitro* la resistencia al cizallamiento de especímenes de resina cementados a muestras de cerómero con tratamiento de arenado en 3 diferentes tiempos.

Materiales y métodos: La muestra estuvo conformada por 45 especímenes. La unidad de análisis estuvo constituida por cilindros de resina (Filtek - Z350 3M- USA) y cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany). Se formaron 3 grupos (n=15), en donde el grupo control no recibió tratamiento de arenado, el grupo 1 recibió tratamiento de arenado por 5 segundos y el grupo 2, por 10 segundos. Se utilizaron para el tratamiento de arenado, partículas de óxido de aluminio de 50 µm a una distancia de 10 mm y con una presión de 2.5 bares. Asimismo, se realizó la evaluación de patrón de fractura luego de realizar la prueba de cizallamiento. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva (media, mediana, desviación estándar y rango intercuartílico) y la comparación de las variables, resistencia al cizallamiento y tiempo de arenado, se realizó mediante la prueba de Kruskal Wallis. ($p \leq 0.05$).

Resultados: Las medias registradas para el grupo sin arenado fue de 8.40 ± 2.13 MPa, el grupo de 5 segundos fue 9.20 ± 2.06 MPa y el grupo de 10 segundos fue 12.54 ± 3.97 MPa. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el grupo con arenado por 10 segundos en comparación a los grupos sin arenado y arenado a 5 segundos ($p=0.008$). Las fallas de tipo mixta fueron las que presentaron mayor porcentaje con un 66.7%.

Conclusión: El arenado con óxido de aluminio por 10 segundos sobre la superficie del cerómero mejoró significativamente la resistencia al cizallamiento en comparación al arenado por 0 y 5 segundos.

Palabras clave: Materiales dentales; incrustaciones; resistencia al corte; abrasión dental por aire.

In Vitro Comparison of the shear bond strength of structures using resin and ceromer with air abrasion treatment in different times

ABSTRACT

Objective: Compare *In vitro* the shear bond strengths of specimens consisting of cemented resin to samples of Ceromer with 3 different times of air abrasion treatment.

Materials and Methods: The sample consisted of 45 specimens. The specimens were made up of cylinders of resin (Filtek TM Z350 3M- USA) and the ceromer (Base Dentine VITAVM®LC - Germany). Three (3) groups were formed (n=15): The control group did not receive the air abrasion treatment, the first group received the air abrasion treatment for five seconds, and the second group received the treatment for ten seconds. The air abrasion treatment consisted of aluminum oxide of 50 µm from a distance of 10 mm and with a pressure of 2.5 bares. The data was analyzed through descriptive statistics (mean, median, standard deviation and interquartile range) and the comparison of the variables, shear bond strength and air abrasion time, were analyzed using the Kruskal Wallis test. ($p \leq 0.05$).

Results: The measurements for the group without air abrasion was 8.40 ± 2.13 Mpa. The group receiving air abrasion treatment for five seconds yielded 9.20 ± 2.06 Mpa. Finally, the group receiving air abrasion treatment for ten seconds yielded 12.54 ± 3.97 Mpa. Statistically significant differences were observed in the group with 10 seconds of abrasion treatment in comparison to the other groups ($p=0.008$). The mixed type failures were those that presented the highest percentage at 66.7%.

Conclusion: The air abrasion with aluminum oxide for ten seconds on the surface of the ceromer significantly improved the sheer bond strength in comparison to the samples that received 0 and 5 seconds.

Keywords: Dental materials; inlays; shear strength; air abrasion.

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3	RESULTADOS	7
4	DISCUSIÓN	11
5	CONCLUSIÓN	14
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
7.	ANEXOS	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1 Comparación de la resistencia al cizallamiento de la interfase resina (Filtek TM Z350 3M- USA)/cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany) en diferentes tiempos de arenado (GC-control, G1-5s, G2-10s)	8
Tabla2 Evaluación del Patrón de fractura (Adhesivo, Mixto, Cohesivo Cerómero, Cohesivo Resina).....	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de la resistencia al cizallamiento de la interfase resina (Filtek™ Z350 3M- USA)/ cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany) en diferentes tiempos de arenado (GC-control, G1-5s, G2-10s)	10
--	----

1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la demanda por la estética dental ha incrementado el uso de nuevos materiales restauradores y procedimientos clínicos para obtener mejores resultados. ⁽¹⁾ Para cavidades extensas, surge la necesidad de indicar restauraciones indirectas, donde el objetivo es obtener longevidad, integridad marginal, disminuir el estrés por contracción de polimerización y establecer un adecuado punto de contacto. ^(2, 3, 4)

A inicios de los años 80, se introdujo al mercado por primera vez resinas compuestas para el uso indirecto y estas fueron clasificadas por generaciones. ⁽⁵⁾ Las resinas de primera generación presentaban una baja concentración de partículas de carga (30-50%) y grandes cantidades de matriz orgánica. El uso de estas conllevó a fracasos clínicos como desgaste en las caras oclusales, filtración marginal, caries alrededor de la restauración y alteración del color. Por estas razones, a finales de los años 80 se lanzaron al mercado las resinas de segunda generación, llamadas cerómeros o polividrios. Estas presentaban aproximadamente un 20% más de carga, con mayor cantidad de partículas híbridas, lo que conllevó a una mayor rigidez de las mismas. Finalmente, aparecieron las de tercera generación como por ejemplo, el sistema SR Adoro. ⁽⁵⁾ Estos últimos presentan una matriz de dimetacrilato de uretano (UDMA) de 17% y entre 82-83% de carga inorgánica. ⁽⁶⁾ Estas variaciones en sus componentes generaron mejores propiedades mecánicas similares a la estructura dental, mayor resistencia a la decoloración, mejor pulido y adaptación marginal. ^(1, 7, 8)

En ese sentido, el apropiado comportamiento clínico de las restauraciones indirectas a base de cerómero se logra gracias a un buen protocolo de cementación, en donde se maximice la fuerza de adhesión entre el sustrato y la restauración. Este mecanismo puede obtenerse mediante un sistema de adhesión mecánico, químico o mixto. ⁽⁹⁻¹³⁾ Sin embargo, un protocolo no adecuado puede inducir al fracaso. ⁽¹⁴⁾ De esta manera, la literatura científica señala que el tratamiento de arenado produce limpieza a profundidad, aumenta el área de superficie de adhesión y genera microrugosidad con el propósito de mejorar la retención de los agentes cementantes. ^(5, 8, 15) En relación al material restaurador, cerómero vs. esmalte, Barrancos Mooney (2011) recomienda el tratamiento de arenado en la restauración indirecta a base de cerómero como protocolo de cementación. ⁽⁷⁾, ya que es un procedimiento sencillo y no necesita neutralización. ⁽¹⁶⁾ De la misma manera, Ferreira y cols (2013) compararon la

resistencia adhesiva entre dentina y cerómero con diferentes tratamientos previos a la cementación; en donde concluyeron que, el tratamiento de arenado aumentó los valores de resistencia de unión. ⁽¹⁾ Del mismo modo, en un estudio realizado por Grasel (2018), en zirconia y cemento resinoso con tratamiento de arenado, encontraron que este aumentó los valores de resistencia adhesiva. ⁽¹⁷⁾ Además, en una investigación realizada por Visuttiwattanakorn (2017), en resinas compuestas indirectas y resinas compuestas directas, encontraron que el tratamiento de arenado mejoró la adhesión. ⁽¹⁸⁾ Asimismo, en otra investigación realizada por Tecke y cols. en el 2018, evaluaron el tiempo de aplicación del óxido de aluminio en bloques de cerámica CAD/CAM sobre cemento resinoso, encontrando que el tiempo de arenado influye significativamente en los valores de resistencia adhesiva; ya que, un excesivo tiempo de arenado genera microfracturas en la estructura del material. ⁽⁹⁾ Sin embargo, no se encontraron estudios que evalúen la resistencia adhesiva según el tiempo de arenado en superficies de cerómeros y resinas compuestas convencionales. Por tal razón, siendo estas variables factores importantes para el éxito clínico de una restauración indirecta, el presente estudio tiene como objetivo comparar la resistencia al cizallamiento de especímenes de resina cementados a muestras de cerómero con tratamiento de arenado en diferentes tiempos.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue de tipo experimental *in vitro*. El tamaño muestral fue de 10 cuerpos resina/cerómero por grupo, el cual se obtuvo con los datos de una prueba piloto. Los datos obtenidos estuvieron expresados en Mega Pascales (MPa). La diferencia de medias utilizada fue de 5.970 MPa, para lo cual se utilizaron los grupos sin arenado y arenado a 10 segundos. Las desviaciones estándar para los grupos mencionados fueron de 3.146 MPa y 5.319 MPa, respectivamente. (Fórmula de comparación de medias, nivel de confianza 95%, potencia 80%/ Epidat 4.2). Sin embargo, para fines de este estudio se utilizaron 15 especímenes por grupo. La unidad de análisis estuvo conformada por un cilindro de cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany) de 4 mm de diámetro por 3 mm de alto que previamente recibió tratamiento de arenado (sin arenado, 5 segundos, 10 segundos), el cual fue cementado sobre un cilindro de resina compuesta (Filtek™ Z350 3M - USA) de 10 mm de diámetro por 2 mm de alto. La muestra total fue de 45 especímenes distribuidos aleatorizadamente en 3 grupos:

Grupo control (GC): cuerpo de resina compuesta / cerómero / sin arenado

Grupo 1 (G1): cuerpo de resina compuesta / cerómero / arenado a 5 segundos

Grupo 2 (G2): cuerpo de resina compuesta / cerómero / arenado a 10 segundos

No fueron considerados los cilindros de resina compuesta y cerómero que presentaron fracturas o burbujas. Este trabajo fue aprobado por el Comité de Ética UPC- Ciencias de la Salud con CEI PI167-18. (**Anexo 1**)

Obtención de los cilindros de cerómero

Se confeccionó una matriz metálica cilíndrica de 4 mm de diámetro por 3 mm de alto. El cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany) fue insertado con una espátula para resina compuesta (TNPFIW3-Hu Friedy- USA) y polimerizado con una lámpara (Poly Wireless Kavo - Brazil- 1000 mW por cm².), previamente calibrada por un radiómetro (Dirigate LM 100 Monitex - China), por 20 segundos.

Los cilindros de cerómero terminaron el proceso de polimerización en un laboratorio dental. Fueron colocados en un horno (Lumamat®100 Ivoclar Vivadent - Europe) con 8 focos a una

intensidad de 1200 mW x cm², durante 25 minutos cada uno. Finalmente, se realizó la eliminación de excesos de los cilindros de cerómero con la secuencia completa de discos abrasivos flexibles grueso, medio, fino y superfino (XT- Sof-lexTM 3M/ESPE-USA).

Obtención de cilindros de resina compuesta

Se confeccionó una matriz metálica cilíndrica de 10 mm de diámetro por 2 mm de alto. La resina compuesta (FiltekTM Z350 3M - USA) fue inserida con una espátula para resina compuesta (TNPFIW3-Hu Friedy- USA) y polimerizada con una lámpara (Poly Wireless Kavo - Brazil- 1000 mW x cm²) por 20 segundos. Se realizó la eliminación de excesos de los cilindros de resina compuesta con la secuencia completa de discos abrasivos flexibles grueso, medio, fino y superfino (XT- Sof-lexTM 3M/ESPE-USA). Posteriormente, los cilindros de resina compuesta fueron fijados verticalmente en resina acrílica (Acrílico autopolimerizable polvo 62 Vitacron - Colombia) dentro de un tubo de PVC (5/8" Pavco - Peru) de 1.25 cm de diámetro y 1.5 cm de alto, exponiéndose la superficie de resina compuesta.

Arenado de la superficie del cerómero

Los cilindros de cerómero fueron arenados con partículas de óxido de aluminio de 50-µm (Protechno - Spain). Se utilizó el arenador (Basic classic Renfert - Germany) a una distancia de 10 mm. Para realizar este proceso se empleó un portafresas circular metálico que fue sujetado a la base del arenador con cera amarilla pegajosa (Universal- Peru). Este tuvo 2 marcas con plumón indeleble de manera que la punta del arenador y el disco de cerómero queden a la distancia deseada. Para que el arenado no esté direccionado a un sólo punto, se movió la muestra de manera circular. El arenado se realizó en el Grupo 1 (5 segundos) y Grupo 2 (10 segundos), según el tiempo de exposición al óxido de aluminio.

Preparación de la superficie de los cilindros de resina compuesta y cerómero.

Se limpió la superficie del espécimen de resina con ácido ortofosfórico al 37% (Condac37 - Brazil) por 15 segundos seguido de un lavado profuso por 30 segundos y secado con el aire de la jeringa triple por 10 segundos. En cuanto a la superficie del cerómero, se lavó con agua por 60 segundos y se secó por 10 segundos. Seguido a ello, se procedió a la aplicación de

silano (Prosil FGM - Brazil) con un microbrush (Superfine Micro Applicators - China) y se esperó la volatilización del solvente, por 30 segundos.

Cementación propiamente dicha

La cementación de los cilindros de cerómero y resina se realizó con el cemento resinoso dual (RelyXTM U200 Clicker 3M- Germany). Se mezcló una porción con una espátula de plástico GC (c1 GC - Brazil) según las indicaciones del fabricante y se aplicó sobre el cilindro de cerómero. Posterior a ello, se colocó este cilindro sobre el de resina con la ayuda de una pinza de algodón. Los excesos del material se eliminaron con un microbrush. Se polimerizó con una lámpara (Poly Wireless Kavo - Brazil) por 20 segundos. Por último, las muestras fueron colocadas en envases oscuros de vidrio que contenían agua destilada, almacenadas por 24 horas en una estufa (Incubator Hotpack - USA) a 37°C.

Ensayo de resistencia al cizallamiento

La prueba de cizallamiento se realizó en una máquina de ensayos universal (INSTRON®3382- USA) con una celda de carga de 1kN a una velocidad de deformación de 0.5 mm/min. Se posicionó la cizalla (OA28 Odem - USA) de manera perpendicular al cuerpo de prueba lo más cerca posible y alineado con el eje de carga del componente móvil superior de la máquina de ensayo. La prueba culminó con la separación entre los cilindros de cerómero y resina. Finalmente, los datos estuvieron expresados en Mega Pascales (MPa) y fueron recopilados en una ficha de recolección de datos.

Análisis de Patrón de Fractura

El análisis de patrón de fractura se realizó mediante la observación de fotografías tomadas por una cámara digital (D5300-Nikon-Thailand) con un lente de 18-55mm (AF-P DX Nikkor- Thailand) y con un ISO de 100 y obturación de 1/60 sec. La clasificación se basó según la localización de la fractura: Adhesivo (A) si ocurre a nivel del cemento resinoso, Cohesivo Cerómero a nivel de cerómero (CC), Cohesivo Resina a nivel de la resina (CR) o mixto (M) si el cemento resinoso queda en ambas superficies.

Análisis de datos

Se analizó los datos obtenidos a través de la estadística descriptiva (media, mediana, desviación estándar y rango intercuartílico). Se compararon los resultados entre los 3 grupos (grupo control, grupo 1 y grupo 2) mediante las pruebas de Kruskal Wallis y Kruskal Wallis 2, para hallar las diferencias estadísticamente significativas. ($p \leq 0.05$)

3 RESULTADOS

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar y comparar *in vitro* la resistencia al cizallamiento de la interfase resina (Filtek™ Z350 3M- USA) / cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany) luego del tratamiento de arenado a la superficie del cerómero en diferentes tiempos (GC, G1, G2). Se encontró que el tratamiento de arenado por 10 segundos presentó una mayor resistencia al cizallamiento en comparación a los demás tiempos (sin arenado y 5 segundos).

En la tabla 1, se aprecia la media y desviación estándar de la resistencia al cizallamiento (MPa) en los diferentes tiempos de arenado del cerómero (GC, G1, G2). Los valores presentados de la media y D.E para el grupo control, grupo 1 y grupo 2 fueron de 8.40 ± 2.13 , 9.20 ± 2.06 y 12.54 ± 3.97 respectivamente. Se presentó una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo 2 y el grupo control y grupo 1 ($p = 0.008$). Asimismo, en el gráfico 1 se observa la comparación de la resistencia al cizallamiento de los diferentes tiempos de arenado, donde se evidencia que el grupo 2 presentó valores más altos en comparación a los demás tiempos de arenado del cerómero.

En la tabla 2, se muestra la evaluación de patrón de fractura, obteniéndose la frecuencia y porcentaje en los diferentes tipos de falla (adhesivo, mixto, cohesivo cerómero, cohesivo resina). De esta manera, se observó que el tipo de falla con mayor porcentaje fue la mixta con un 66.7%, seguido del tipo cohesivo resina con un 15.56%. Por último, los tipos de falla con menor porcentaje fueron el tipo adhesivo y tipo cohesivo cerómero, con un 8.89%.

Tabla1

Comparación de la resistencia al cizallamiento de la interfase resina (Filtek™ Z350 3M-USA)/cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany) en diferentes tiempos de arenado (GC-control, G1-5s, G2-10s)

Resistencia al cizallamiento (MPa) **					
Tiempo de Arenado	Media	Mediana	D.E.	IQR	p*
GC	8.40 ^a	7.97	2.13	3.26	0.008
G1	9.20 ^a	9.54	2.06	4.03	
G2	12.54 ^b	12.86	3.97	7.85	

* Prueba Kruskal Wallis

**Unidad de medida de Resistencia al Cizallamiento: Megapascals (MPa)

Nivel de significancia estadística, (p<0.05)

^{a, b} Las letras diferentes denotan diferencias estadísticamente significativas, prueba Post Hoc

Tabla2

Evaluación del Patrón de fractura (Adhesivo, Mixto, Cohesivo Cerómero, Cohesivo Resina)

Tiempo de arenado	Patrón de fractura				Total
	Adhesivo	Mixto	Cohesivo cerómero	Cohesivo Resina	
GC	1(6.67%)	9(60%)	0	5(33.3%)	15(100%)
G1	2(13.3%)	10(66.7%)	1(6.67%)	2(13.3%)	15(100%)
G2	1(6.67%)	11(73.3%)	3(20%)	0	15(100%)
Total	4(8.89%)	30(66.7%)	4(8.89%)	7(15.56%)	45(100%)

Figura 1. Comparación de la resistencia al cizallamiento de la interfase resina (Filtek™ Z350 3M- USA)/ cerómero (Base Dentine VITAVM®LC - Germany) en diferentes tiempos de arenado (GC-control, G1-5s, G2-10s)

4 DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar *in vitro* la resistencia al cizallamiento de la interfase resina/cerómero en diferentes tiempos de arenado (sin arenado, 5 segundos y 10 segundos). Se observó que el grupo de 10 segundos de arenado presentó diferencias estadísticamente significativas en comparación con los otros grupos ($p < 0.05$).

La literatura refiere que las pruebas más utilizadas para evaluar resistencia adhesiva de 2 materiales son tracción, cizallamiento, microtracción y microcizallamiento.^(1, 9, 10, 19, 20-24) En la presente investigación se utilizó la prueba de cizallamiento, la cual al ser una prueba “macro” se caracteriza por utilizar muestras con un diámetro mayor a 2 mm.⁽²⁵⁾ Braga y cols. en el 2010 afirman que la simplicidad de las pruebas “macro” como cizallamiento y tracción, se debe a la fácil reproducción; ya que, la preparación del espécimen resulta sencilla.^(25, 26) Asimismo, esta decisión se ve justificada; puesto que, a menor tamaño de las muestras existe mayor probabilidad de deshidratación y presencia de fracturas luego de culminada la prueba “micro”; lo que impide la medición de patrón de fractura. De la misma manera, las muestras de reducidas medidas son difícil de replicar con la misma geometría.⁽²⁵⁾ Además, Cardoso en 1998 encontró que las pruebas de tracción y microtracción son altamente sensibles y demandan mucho cuidado; ya que, son fáciles de sufrir una deformación por torsión; lo que disminuye los valores de resistencia adhesiva.⁽²⁷⁾ Por lo expuesto anteriormente, este estudio decidió utilizar la prueba de cizallamiento.

Por otro lado, se utilizan múltiples métodos de tratamiento en las superficies de cerómero como protocolo de cementación. Algunas de ellas son el acondicionamiento con ácido fluorhídrico al 10% o ácido ortofosfórico al 37%, silanización y tratamiento de arenado.^(1, 9, 10, 28, 29) En este estudio, se utilizó el tratamiento de arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 μm ; debido a que, crea microretenciones que favorecen la resistencia adhesiva mediante un entrecruzamiento mecánico.^(8, 28, 29, 30) Este tratamiento consiste en la aplicación de partículas de óxido de aluminio en la superficie a ser cementada. En una investigación realizada por Tecke N y cols. en el 2017 recomiendan el uso de partículas de óxido de aluminio de 50 μm ; puesto que, incrementan los valores de resistencia adhesiva en comparación con las de 27 y 30 μm .⁽¹⁰⁾ Asimismo, en un estudio realizado en el 2018 por los mismos autores recomiendan que el tiempo de arenado no debe exceder los 30 segundos, ya que se produciría daño en la estructura del material, generando

microfracturas. ⁽⁹⁾ Esto coincide con múltiples investigaciones en las cuales aplican el óxido de aluminio por un menor tiempo. ^(1, 20, 28, 29, 31-34) Bajo esta premisa, este estudio determinó los tiempos de arenado en 0, 5 y 10 segundos como tiempos experimentales.

En este estudio se observaron valores más altos y con diferencias estadísticamente significativas en los grupos de 5 y 10 segundos en comparación al grupo sin arenado. Estos resultados pueden deberse a que el arenado genera una superficie rugosa y expone fibras del composite para la silanización, lo que ayuda a aumentar la retención del cemento resinoso y por ende la fuerza de unión entre ellos. ^(19, 28, 29, 32, 35, 36) En una investigación llevada a cabo por Ferreira y cols. se observó que el arenado a 5 segundos mejoró la resistencia adhesiva significativamente en comparación con la aplicación de ácido fluorhídrico. ⁽¹⁾ Estos resultados son similares a la presente investigación, puesto que, el arenado con óxido de aluminio expone una nueva capa superficial altamente activa, es decir aumenta la energía superficial, logrando una unión más efectiva. ⁽³⁷⁾ Asimismo, el arenado genera una degradación no selectiva y áspera de la superficie ayudando a la adhesión mecánica. ^(29, 38) Por el contrario, el ácido fluorhídrico genera la eliminación parcial de la matriz inorgánica de la resina compuesta, evitando un adecuado acoplamiento del silano y disminuyendo los valores de resistencia adhesiva. ^(35, 38)

Por otra parte, se observó que al aumentar el tiempo de arenado, aumentaron los valores de resistencia adhesiva. Estos resultados pueden deberse a que el tratamiento de arenado, como se mencionó anteriormente, genera limpieza a profundidad y una superficie rugosa que ayuda a mejorar la unión micromecánica. ^(39, 40, 41) En contraste, Tecke y cols. en el 2018 (cerámica CAD/CADM-cemento resinoso) encontraron que a mayor tiempo de arenado se presentaron menores valores de resistencia adhesiva, considerando que un excesivo tiempo de arenado crea microfracturas en el material. ⁽⁹⁾ Lo anteriormente expuesto puede deberse a que el arenado con óxido de aluminio genera una gran pérdida de volumen de material, debilitando la estructura; ya que, produce un proceso de desgaste erosivo por medio de las partículas que impactan sobre la superficie. ^(40, 42, 43) Por esta razón, Goler y cols. recomiendan conocer las características del material para así aplicar el tratamiento de arenado en un tiempo adecuado y no generar grietas y deformaciones en la estructura. ^(43, 44)

Con respecto al patrón de fractura, en el presente estudio se observó que la mayor cantidad de fallas fueron de tipos mixtas seguido de las cohesivas. Según Shono en 1999, ante valores altos de resistencia de unión se encuentra una mayor cantidad de fallas de tipos mixtas y

cohesivas.⁽⁴⁵⁾ Por otro lado, Celik y cols. afirman que existe una mayor probabilidad de obtener fracturas cohesivas cuando se realiza la prueba de cizallamiento, ya que genera fracturas fuera de la zona de adhesión.⁽⁴²⁾ Esto se debe a la distribución de tensión no homogénea en la zona de unión, la cual genera que las fracturas empiecen en áreas defectuosas del material restaurador, ocasionando una falla fuera de la zona de unión.^(30, 42)

Los resultados de esta investigación son similares a diversos estudios como el de Sagirkaya en el 2019 (cerámica CAD-CAM/ cerómero), Passos en el 2009 (cerómero/cemento resinoso) y Yoshihara en el 2017 (resina CAD-CAM/zirconia), en los cuales se reportaron una mayor cantidad de fallas mixtas y cohesivas,^(29, 33, 46) Según, Sagirkaya y Poskus, el alto porcentaje de fallas mixtas y cohesivas se debe a la presencia de altos valores de resistencia adhesiva, ya que existe una mayor efectividad de la unión entre los materiales.^(33, 44, 47, 48)

La principal limitación del presente estudio es que al ser *in vitro* no se simulan todos los aspectos clínicos que se observan en la cavidad bucal, tales como, la humedad, lengua, saliva, entre otros. Por otro lado, la relevancia que tiene el tratamiento de arenado dentro del protocolo de cementación de restauraciones a base de cerómero, radica en mejorar la resistencia de adhesión, generando microrugosidades y, ayudando al acoplamiento del silano y cemento. De esta manera, siendo el tratamiento de arenado un paso clínico importante en la cementación, se sugiere que en posteriores estudios, además de arenar el cerómero, también se aplique el tratamiento de arenado a las superficies de resina compuesta.

5 CONCLUSIÓN

El arenado con óxido de aluminio por 10 segundos sobre la superficie del cerómero mejoró significativamente la resistencia al cizallamiento en comparación al arenado por 0 y 5 segundos.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ferreira F, Braga C, Klein- Júnior CA, Borges Veleza B, Guilherme Erhardt MC, Herrmann Coelho-de-Souza F. Influência do Tratamento de Superfície na Resistência de União por cisalhamento de um Cerômero Indireto. Rev Fac Odontol Porto Alegre. 2012; 53(1): 17-20.
2. Pascual A, Camps I. Odontología estética: Apreciación cromática en la clínica y el laboratorio. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006; 11: 363-8.
3. Da Veiga A, Cunha A, Ferreira D, Da Silva F, Chianca T, Reis K, et al. Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. J Dent. 2016; 54(1): 1-12.
4. Harorli O, 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): 405-10.
5. Silva e Souza Jr MH, Marino de Carvalho RM, Lia Mondelli RF, Batista Franco E, Fulgêncio Pinheiro R. Odontologia Estética- Fundamentos e Aplicações Clínicas Restaurações Indirectas sem Metal: Resinas Compostas e Cerâmica-III/01. São Paulo: Livraria Santos Editora; 2001. pp 7-16.
6. SR Adoro [Internet]. Chile: Pareja Lecaros; 2010 [Citado 11 Nov 2018]. Disponible en: <http://www.parejalecarosweb.cl/contenido/productos.php?producto=SRADOR>
[O](#)
7. Barrancos J. Barrancos P. Operatoria Dental: Integración clínica. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 4ta Edición. 2011.
8. Uwalaka CO, Karpukhina N, Cao X, Bissasu S, Wilson R, Cattell MJ. Effect of sandblasting, etching and resin bonding on the flexural strength/bonding of novel glass-ceramics. Dent Mat. 2018; 34(10): 1566-77.
9. Tekce N, Tuncer S, Demirci M. The effect of sandblasting duration on the bond durability of dual-cure adhesive cement to CAD/CAM resin restoratives. J Adv Prosthodont. 2018; 10(3): 211-7.
10. Tekce N, Tuncer S, Demirci M, Kara D, Baydemir C. Microtensile Bond Strength of CAD/CAM Resin Blocks to Dual-Cure Adhesive Cement: The Effect of Different Sandblasting Procedures. J Adv Prosthodont. 2019; 28(2): 485-90.

11. Nuñez T, Peña M, Mongrue O, Dominguez J. Preheated silane effect in shear bond of ceramic lithium disilicate and cements. *Rev CES Odont.* 2014; 27(1):11-7.
12. Caparoso C, Latorre F, Arroyave LJ, Grajales CA, Medina VM. Evaluación in vitro del efecto de la concentración y el tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la adhesión al disilicato de litio. *Rev Fac de Odont Univ de Ant.* 2014; 26 (1): 62-75
13. Esteban Herrera I. Fracaso en la adhesión. *Av Odontoestomatol.* 2005; 21-2: 63-9.
14. Ibarra G, Vargas M, Armstrong S, Cobb D. Microtensile Bond Strength of Self-Etching Adhesives to Ground and Unground Enamel. *Adhes Dent.* 2002; 4: 115–24.
15. Almeida-Junior A, Fonseca R, Haneda I, Abi - rached F, Adabo G. Effect of Surface treatments on the bond Strength of a resin cement to commercially pure titanium. *Braz Dent.* 2010; 21(2): 111-6.
16. Barrancos M. *Operatoria dental: avances clínicos, restauraciones y estética.* Buenos Aires: Editorial medica panamericana. 5ta ed. 2015.
17. Grasel R, Santos M, Rego H, Rippe M y Valandro L. Effect of resin luting systems and alumina particle air abrasion on bond strength to zirconia. *Oper Dent.* 2018; 43(3): 282-90.
18. Visuttiwattanakorn P, Suputtamongkol K, Duangjai A, Kaewthong S, Charoonanan P. Microtensile bond strength of repaired indirect resin composite. *J Prosthodont.* 2017; 9(1):39-44.
19. Kiyani VH, Saraceni CHC, Silveira BL, Aranha ACC, Eduardo CP. The Influence of Internal Surface Treatments on Tensile Bond Strength for Two Ceramic Systems. *Oper Dent.* 2007; 32-5: 457-65.
20. Kim B, Bae H, Shim J, Lee K. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent.* 2005; 94(4): 357-62.
21. Otani A, Amaral M, May L, Cesar P, Valandro L. A critical evaluation of bond strength tests for the assessment of bonding to Y-TZP. *Dent Mater.* 2015; 31(6): 364-56.
22. Hernandez D, Cruz A, Calvo J. Influencia del silano y adhesivos universales en la adhesión durante la reparación de un cerámico. *Rev Odon Mex.* 2018; 2(3): 160-4.
23. Masri D, Alghamandi N, Alhawiti N, Alawi R, Alhothari S, Yousief S, et al. Effect of surface treatments on the shear bond strength of indirect esthetic restorative materials to dentin. *J Med Sci.* 2019; 7(15): 2528-32.

24. Asano R, Otake S, Nozaki K, Yoshida K, Miura H. Effect of elapsed time after air abrasion on bond strength of luting agent to CAD/CAM resin blocks. *J Oral Sci.* 2019; 61(3): 459-67.
25. Braga R, Meira J, Boaro L, Xavier T. Adhesive to tooth structure: A critical review of “macro” test methods. *Dent Mater.* 2010; 26(2): e38-49.
26. Shafiei F, Behroozibakhsh M, Abbasian A, Shahnnavazi S. Bond strength of self-adhesive resin cement to base metal alloys having different surface treatment. *Dent Res J.* 2018; 15(1): 63-70.
27. Cardoso P, Braga R, Carrilho M. Evaluation of micro.tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater.* 1998; 14(6): 394-8.
28. Hamdane N, Kmeid R, Khoury E, Ghoubril J. Effect of sandblasting and enamel deproteinization on shear bond strength of resin-modified glass ionomer. *Intern Orth.* 2017; 15: 600-9.
29. Passos S, Encarnação M, Santos M, Santos G, Bottino M. Resistência ao cisalhamento da união de um cimento resinoso a um cerômero submetido a diferentes tratamentos de superfície. *Cienc Odontol Bras.* 2009; 12(2): 12-6.
30. Da Silva S, Seishim F, De Souza W, Lacalle M, Nicolau M. Influence of Aluminum Oxide Sandblasting Associated with Nd: YAG or Er: YAG Lasers on Shear Bond Strength of a Feldspathic Ceramic to Resin Cements. *Photomed Laser Surg.* 2010; 28(4): 471-5.
31. Bravo D, Bustamante E, Daza V. Influencia del tratamiento de superficie en la resistencia traccional de la porcelana feldespatica reparada con resina compuesta. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* 2014; 7(3): 123-7.
32. Mosharraf R, Baghaei N. Comparative evaluation of effects of different surface treatment methods on bond strength between fiber post and composite core. *J Adv Prosthodont.* 2012; 4(2): 103-8.
33. Sagirkaya E, Atay A. Effects of Different Surface Treatments on the Bond Strength of CAD/CAM Resin Nano Ceramic or Ceromer to Resin Cement. *Cumhuriyet Dent J.* 2019; 22(2): 226-34.
34. Johnson K, Milly H, Boyes V, Austin R, Festy F, Banerjee A. The effect of air abrasion on the susceptibility of sound enamel to acid challenge. *J Dent.* 2016; 46(1): 36-41.

35. Soares C, Santana F, Pererira J, Araujo T, Menezes M. Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-GMA fiber-reinforced resin posts. *J Prosthet Dent*. 2008; 99(6): 444-54.
36. Kimyai S, Oskoe S, Mohammadi N, Rikhtegaran S, Bahari M, Oskoe P, et al. Effect of different mechanical and chemical surface treatments on the repaired bond strength of an indirect composite resin. *Lasers Med Sci*. 2015; 30(2): 653-9.
37. Nishigawa G, Maruo Y, Irie M, Maeda N, Yoshihara K, Nagaoka N, et al. Various Effects of Sandblasting of Dental Restorative Materials. *PLoS One*. 2016; 11(1):e0147077.
38. Spitznagel F, Horvath S, Guess P, Blatz M. Resin bond to Indirect Composite and New Ceramic/Polymer Materials: A review of the Literature. *J Esthet Restor Dent*. 2014; 26(6): 3882-93.
39. Caglar I, Ates S, Boztoprak Y, Aslan Y, Duymus Z. Effect of sandblasting, silica coating, and erbium: Yttrium-Aluminum-Garnet laser treatment on the shear bond strength of self-adhesive resin cement to alumina ceramics. *Niger J Clin Pract*. 2018; 21(8): 1000-07.
40. Barutcigil K, Barutcigil C, Kul E, Ozarslan M, Buyukkaplan U. Effect of different surface treatments on bond strength of resin cement to a CAD/CAM restorative material. *J Prosthodont*. 2019; 28(1): 71-78.
41. Kirmali O, Barutcigil C, Harorli O, Kapdan A, Er K. Resin Cement to Indirect Composite Resin Bonding: Effect of Various Surface Treatments. *Scanning*. 2014; 37 (2): 89-94.
42. Celik E, Sahin S, Dede D. Effect of surface treatments on the bond strength of indirect resin composite to resin matrix ceramics. *J Adv Prosthodont*. 2019; 11(4): 223-31.
43. Gorler O, Ozdemir K. Bonding strength of ceromer with direct laser sintered, Ni - Cr-Based and ZrO₂ metal infrastructures After Er: YAG, and Ho: YAG laser surface treatments. A comparative In Vitro Study. *Photomed Laser Surg*. 2016; 34(8): 355-62.
44. Su N, Yue L, Liao Y, Liu W, Zhang H, Li X, et al. The effect of various sandblasting conditions on surface changes of dental zirconia and shear bond strength between zirconia core and indirect composite resin. *J Adv Prosthodont*. 2015; 7(3): 214-23.

45. Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho R, Pashley E, Pashley D. Regional measurement of resin.dentin bonding as an array. *J Dent Res.* 1999; 78(2): 699-705.
46. Yoshihara K, Nagaoka N, Yukinori M, Nshigawa G, Irie M, Yoshida Y, Van B. Sandblasting may damage the surface of composite CAD-CAM blocks. *Dental Materials.* 2017; 33: e124-e135.
47. Poskus L, Meirelles R, Schuina V, Ferreira L, Da silva E, Guimaraes J. Effects of different surface treatments on bond strength of an indirect composite to bovine dentin. *Indian J Dent Res.* 2015; 26(3): 289-94.
48. Sari F, Secilmis A, Simsek I, Ozsevik S. Shear bond strength of indirect composite material to monolithic zirconia. *J Adv Prosthodont.* 2016; 8(4): 267-74.

7. ANEXOS

Anexo 1

Carta de aprobación de ética

<p>FCS/241-11-18</p> <p>Chorrillos, 16 de Noviembre de 2018</p> <p>Alumnos Paola María Gracia Ramírez Taboada Jannet Rossmery Toledo Chilón Alumnos de la Carrera de Odontología Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas <u>Presente.-</u></p> <p><u>PI167-18: Comparación In Vitro De La Resistencia Al Cizallamiento De Estructuras De Cerómero Con Resina Sin Y Con Tratamiento De Arenado En Diferentes Tiempos</u></p> <p>Estimado(a) Investigador(a):</p> <p>Hemos recibido el protocolo de investigación, y los documentos de soporte, los cuales han sido revisados en detalle. Luego de esta revisión, se concluye que esta investigación queda EXONERADA (EXENTA) DE REVISIÓN adicional por parte del Comité de Ética e Investigación (CEI) de la Facultad de Ciencias de la Salud y pueden proceder con su ejecución. La determinación de esta categorización se basa en lo establecido en el reglamento del Comité.</p> <p>Los investigadores deben de informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto –previsible o no- que comprometa la integridad y bienestar de las unidades de estudio, los investigadores o a su equipo de investigación durante el curso de la implementación, estos deben de ser también informados inmediatamente a este comité. El comité se reserva el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar a los investigadores que la ejecución de un proyecto de investigación que contemple aspectos no meritorios de la categorización de "exenta de revisión" es una grave falta la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.</p> <p>Sin otro particular, quedo de usted.</p> <p>Atentamente,</p> <p> Dr. Rodrigo Ropdon Herz Presidente de Comité de Ética Facultad de Ciencias de la Salud</p>	<p>UPC</p> <p>Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas</p> <p>Avenida Alameda San Marcos cuadra 2 Chorrillos Lima 9 - Perú T: 01 913 3333 www.upc.edu.pe</p> <p>exigete, innova</p>
---	--