



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

RESISTENCIA DE UNIÓN AL MICROCIZALLAMIENTO EN CERÁMICAS
FELDESPÁTICAS ACONDICIONADAS CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO
SOMETIDAS A DIFERENTES MÉTODOS DE REMOCIÓN EN TRES TIEMPOS
DE APLICACIÓN. EVALUACIÓN IN VITRO

BOND STRENGTH TO MICROSHEAR IN FELDESPATHIC CERAMICS
CONDITIONED WITH HYDROFLUORIC ACID SUBJECTED TO DIFFERENT
REMOVAL METHODS IN THREE APPLICATION TIMES. IN VITRO
EVALUATION

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
REHABILITACIÓN ORAL

AUTORAS

MARIA ANGELICA NIÑO OSORIO
FATIMA BRUNELLA PERALTA MAS

ASESOR

PABLO ARMANDO CHAVEZ ALAYO

CO-ASESOR

JOHN ALEXIS DOMINGUEZ

LIMA – PERÚ

2023

JURADO

Presidente: DR. JOSE ANTONIO BALAREZO RAZZETO

Vocal: MG. MARTIN GILBERTO QUINTANA DEL SOLAR

Secretario: MG. ARTURO KOBAYASHI SHINYA

Fecha de Sustentación: 08 de junio de 2023

Calificación: Aprobado

ASESORES DE TESIS

ASESOR

MG. ESP. PABLO ARMANDO CHAVEZ ALAYO

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0009-0003-2158-1684

CO-ASESOR

PHD. JOHN ALEXIS DOMINGUEZ

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0003-1920-7901

DEDICATORIA

A nuestros padres por el apoyo brindado durante todo este camino, ya que, sin su ayuda, este logro no hubiese sido posible.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por ser nuestra guía en todo momento.
- A nuestros asesores por su paciencia y el tiempo brindado para la elaboración de la presente investigación.
- Y a todas las personas que directa o indirectamente colaboraron con nosotras para cumplir con este objetivo.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

RESISTENCIA DE UNIÓN AL MICROCIZALLAMIENTO EN CERÁMICAS
FELDESPÁTICAS ACONDICIONADAS CON ÁCIDO FLUORHÍDRICO
SOMETIDAS A DIFERENTES MÉTODOS DE REMOCIÓN EN TRES TIEMPOS
DE APLICACIÓN. EVALUACIÓN IN VITRO

BOND STRENGTH TO MICROSHEAR IN FELDSPATHIC CERAMICS
CONDITIONED WITH HYDROFLUORIC ACID SUBJECTED TO DIFFERENT
REMOVAL METHODS IN THREE APPLICATION TIMES. IN VITRO
EVALUATION

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
REHABILITACIÓN ORAL

AUTORAS

MARIA ANGELICA NIÑO OSORIO
FATIMA BRUNELLA PERALTA MAS

ASESOR

PABLO ARMANDO CHAVEZ ALAYO

CO-ASESOR

JOHN ALEXIS DOMINGUEZ

LIMA – PERÚ

2023

25% Similitud

estándar

1 Exclusión →

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas

1	Internet	hdl.handle.net	23%
		130 bloques de texto	1343 palabra que coinciden
2	Internet	repositorio.upch.edu.pe	<1%
		3 bloques de texto	34 palabra que coinciden
3	Internet	intra.uigv.edu.pe	<1%
		2 bloques de texto	19 palabra que coinciden
4	Internet		

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	6
III. Materiales y Métodos	8
IV. Resultados	15
V. Discusión	17
VI. Conclusiones	24
VII. Referencias Bibliográficas	25
VIII. Tablas	28
Anexos	

RESUMEN

Introducción: La odontología actual busca mejorar los procedimientos para obtener tratamientos predecibles y estéticos, siendo las cerámicas las más utilizadas. Para un adecuado uso de estos materiales, es necesario conocer la correcta remoción de las sales residuales generadas por la aplicación de ácido fluorhídrico como tratamiento de superficie, procedimiento importante en la adhesión. **Objetivo:** Evaluar la resistencia de unión mediante microcizallamiento en cerámicas feldespáticas según el método de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico y tiempo de aplicación. **Materiales y Métodos:** Se aplicó ácido fluorhídrico 9% durante 1 minuto como tratamiento de superficie en discos de cerámica feldespática, las muestras fueron divididas en 12 grupos y sometidas a distintos métodos de remoción: Spray de agua y aire, baño ultrasónico con agua destilada, ácido fosfórico 37% de forma activa durante 1, 2 y 4 minutos cada grupo y la combinación de ácido fosfórico 37% aplicándolo de forma activa durante 1, 2 y 4 minutos más baño ultrasónico con agua destilada durante 4 minutos. Se elaboraron cilindros de resina fluida que fueron colocados sobre los discos de cerámica. Se sometieron las muestras a pruebas de microcizallamiento en una máquina de ensayo semiuniversal. **Resultados:** La prueba de ANOVA dos vías y la prueba Pos Hoc Tukey ($p < 0.05$) reveló que el grupo de spray de agua a 1 y 2 minutos y baño ultrasónico a 4 minutos presentaron los valores más altos con diferencia estadísticamente significativa. **Conclusiones:** El método de remoción Spray de agua por 1 y 2 minutos presentó el valor más alto de resistencia de unión. El valor más bajo de resistencia de unión lo presentó el método de remoción con ácido fosfórico al 37% por 2 minutos.

PALABRAS CLAVES: Ácido fluorhídrico, Cerámica, Resistencia a la cizalladura.

(DeCS)

ABSTRACT

Introduction: Current dentistry seeks to improve procedures to obtain predictable and aesthetic treatments, ceramics being the most widely used. For an adequate use of these materials, it is necessary to know the correct removal of the residual salts generated by the application of hydrofluoric acid as a surface treatment, an important procedure in adhesion. **Objective:** Evaluate the bond strength by microshearing in feldspathic ceramics according to the method of removal of hydrofluoric acid residues and application time. **Materials and Methods:** 9% hydrofluoric acid was applied for 1 minute as a surface treatment on feldspathic ceramic discs, the samples were divided into 12 groups and subjected to different removal methods: Water and air spray, ultrasonic bath with distilled water, 37% phosphoric acid in an active form for 1, 2 and 4 minutes each group and the combination of 37% phosphoric acid applying it in an active form for 1, 2 and 4 minutes plus an ultrasonic bath with distilled water for 4 minutes. Fluid resin cylinders were made and placed on top of the ceramic discs. The samples were subjected to microshear tests in a semi-universal testing machine. **Results:** The two-way ANOVA test and the Post Hoc Tukey test ($p < 0.05$) revealed that the group of water spray at 1 and 2 minutes and ultrasonic bath at 4 minutes presented the highest values with a statistically significant difference. **Conclusions:** The water spray removal method for 1 and 2 minutes presented the highest bond strength value. The lowest bond strength value was presented by the removal method with 37% phosphoric acid for 2 minutes.

KEYWORDS: Hydrofluoric acid, Ceramics, Tensile strength.

I. INTRODUCCIÓN

En la odontología moderna, la demanda estética de los pacientes ha incrementado con el paso de los años, lo que ha conllevado a la aparición de nuevas técnicas y uso de nuevos materiales que buscan brindar naturalidad, estética y confort al paciente. Por esta razón, el uso de materiales cerámicos es uno de los tratamientos más requeridos actualmente, utilizados en recubrimiento de estructuras protésicas y procedimientos de elaboración de carillas, fragmentos e incrustaciones, entre otros. (1)

Gracis *et al.* determinaron una nueva clasificación de las cerámicas dentales dividiéndolas en tres categorías: cerámicas con matriz vítrea, policristalinas y con matriz de resina, encontrando a las cerámicas feldespáticas dentro del grupo de las cerámicas con matriz vítrea. Estas cerámicas están compuestas de cuarzo (sílice), caolín y feldespato, este último es una mezcla de aluminosilicatos de potasio y sodio. (2)

La adhesión es un paso primordial en el éxito de tratamientos con cerámicas, en la cual se pueden diferenciar dos fases: diente-cemento y cemento-cerámica, por lo que para lograr la correcta adhesión en la segunda fase se necesita crear microretenciones en la superficie de estos materiales. Este tratamiento de superficie se logra a través del grabado con ácido fluorhídrico que disolverá de manera selectiva la fase vítrea produciendo un patrón micromorfológico que tendrá una influencia significativa en la adhesión química y mecánica a los materiales resinosos. Los microporos creados en la cerámica permitirán la conexión con el sistema adhesivo y posteriormente con los

polímeros de baja viscosidad que se encuentran en los cementos resinosos mientras optimiza la humectabilidad de la superficie, lo cual promoverá un mejor contacto entre la resina y la cerámica. (3,4)

Las áreas acondicionadas con el ácido modifican la humectabilidad de la superficie al mejorar la energía superficial y potenciar la adhesión a las resinas. La energía superficial es una característica física importante relacionada a la fuerza de unión y puede ser cambiada a través de acondicionamiento ácido y silanización. Por lo tanto, el grabado con ácido fluorhídrico promueve la adhesión a resina y puede ser mejorado utilizando silano. Cabe resaltar, que ninguno de estos dos agentes cuando son utilizados solos, producirán resultados satisfactorios en la adhesión. (4)

El grabado ácido además de crear microrugosidades crea precipitados en la superficie de la cerámica, la cantidad de estos residuos estará relacionada por el tipo, tiempo y concentración del ácido teniendo un impacto en la fuerza de unión. Ante esta problemática, Canay *et al.* en el año 2001 realizó un estudio para comparar dos tipos de grabado ácido (flúor gel acidulado 1.23% y ácido fluorhídrico 9.5%), en este último, además, comparó dos tiempos de aplicación (1 minuto y 4 minutos) en cerámica feldespática. Se obtuvo que el grabado con ácido fluorhídrico creó canales y porosidades más pronunciados, y observó que las grabadas por 4 minutos presentaron una mayor profundidad; sin embargo, la superficie se mostró cubierta por una capa más gruesa de residuos comparándolo con el grabado por 1 minuto, el cuál mostró una adecuada microrugosidad y menor cantidad de precipitados residuales. (5) Estos residuos que quedan inmersos en la superficie son sales sílico-fluoradas actuarán

interfiriendo en el proceso de adhesión, razón por la cual, la remoción es un procedimiento clave para lograr el éxito en la resistencia de unión de las cerámicas feldespáticas con el cemento resinoso. (6).

Por ello, es importante conocer qué métodos son eficaces en la limpieza de superficie. Martins *et al.*, evaluaron el efecto del baño ultrasónico con agua destilada, alcohol y acetona en bloques de cerámica feldespática después de ser grabadas con ácido fluorhídrico al 10% por 20 segundos. Luego de ser grabadas, las muestras fueron divididas en 4 grupos según el método de remoción: Spray agua y aire, baño ultrasónico con agua destilada, baño ultrasónico con acetona al 99.5% y baño ultrasónico con alcohol al 70%, todas ellas por 4 minutos y posterior secado. Los resultados presentaron que el grupo de baño ultrasónico con agua destilada a 4 minutos obtuvo el resultado con el valor más alto con respecto a resistencia de unión a la microtracción a diferencia de los demás grupos. (7) Adicionalmente, Canay *et al.* observaron que se genera una mejor limpieza de las sales residuales del ácido fluorhídrico con baño de ultrasonido con agua destilada por 1 minuto. (5)

En el año 2019, Chávez realizó un estudio en el que evaluó el uso de ácido fosfórico al 37% de 2 diferentes marcas (Ultra Etch Ultradent y Prime Dental), como método de remoción comparando la forma de aplicación de manera activa o pasiva a 3 diferentes tiempos (30, 60 y 90 segundos) en comparación con un grupo control al que no se realizó ningún tratamiento adicional luego de la aplicación de ácido fluorhídrico al 9% por 90 segundos, para la eliminación de los residuos resultantes retenidos en la superficie de las cerámicas y posteriormente fueron lavadas utilizando chorro de agua

durante 20 segundos y fueron secadas con presión de aire, y como resultado observaron que los grupos tratados con ácido fosfórico al 37% Total Etch de la marca Ultra Etch Ultradent por 90 segundos de forma activa mostró mejores resultados de resistencia de unión estadísticamente significativos comparado con todos los demás grupos evaluados. (8)

Luego de observar la gran importancia que tiene la eliminación de las sales residuales, Steinhauser *et al.* en el año 2014 probaron la eficacia de distintos tipos de métodos de remoción en discos de cerámicas feldespáticas posterior al grabado con ácido fluorhídrico al 10% por 2 minutos seguido de lavados con spray de agua y aire por 30 segundos, posteriormente a este procedimiento, dividió las muestras en 5 grupos: Grupo C (grupo control, sin ningún tratamiento adicional), Grupo S: (spray de agua y aire por 1 minuto con jeringa triple), Grupo US: (baño ultrasónico con agua destilada durante 5 minutos), Grupo F: (Aplicación de ácido fosfórico con microbrush seguido del lavado con agua por 1 minuto) y Grupo F+US: (Aplicación de ácido fosfórico con microbrush seguido del lavado con agua por 1 minuto combinado con baño ultrasónico con agua destilada durante 5 minutos), concluyendo que no hubo diferencia significativa con respecto a fuerza de unión, sin embargo en los grupos C y S se encontraron restos de sales inmersas en la superficie a diferencia de los demás grupos que no se encontró, en cuanto a los grupos F, US y F+US, no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la micromorfología de la superficie, sin embargo, se consiguieron resultados más eficientes en los grupos que fueron tratados con baño ultrasónico luego de la aplicación de ácido fluorhídrico. (9)

Por tanto, al quedar demostrado que los residuos sobre la superficie de las cerámicas feldespáticas influirán negativamente en la adhesión, se considera el siguiente planteamiento del problema: ¿Existe una diferencia en la resistencia de unión de una cerámica feldespática según el método de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico y el tiempo de aplicación?

Asimismo, este estudio presenta justificación clínica y teórica, ya que permitirá al clínico tener el conocimiento sobre las diferentes alternativas que se tienen actualmente para la limpieza de superficie de las cerámicas feldespáticas para lograr una óptima adhesión y así tomar una decisión acertada según los recursos disponibles que se encuentren en el consultorio. Del mismo modo, generará una contribución científica en las investigaciones sobre adhesión en cerámicas.

El propósito de esta investigación, será valorar cuál es método y tiempo ideal para la eliminación de las sales residuales formadas por el ácido fluorhídrico sobre la superficie de la cerámica feldespática con el objetivo de evaluar la resistencia de unión en las cerámicas feldespáticas.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas feldespáticas según el tipo y tiempo de aplicación de diferentes métodos de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico.

Objetivos específicos

1. Comparar la resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas feldespáticas utilizando spray de agua por 1, 2 y 4 minutos como método de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico al 9%.
2. Comparar la resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas feldespáticas utilizando baño ultrasónico con agua destilada por 1, 2 y 4 minutos como método de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico al 9%.
3. Comparar la resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas feldespáticas aplicando de forma activa ácido fosfórico 37% por 1, 2 y 4 minutos como método de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico al 9%.
4. Comparar la resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas feldespáticas combinando ácido fosfórico al 37% por 1, 2 y 4 minutos con baño

ultrasónico con agua destilada por 4 minutos como método de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico al 9%.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1 Diseño del estudio

Transversal, Experimental, Comparativo

III.2 Muestra

Se estableció el tamaño de la muestra a través de una prueba piloto utilizando como base la tesis para obtener el grado de magíster del Mg. Pablo A. Chávez Alayo (8); a la cual se le aplicará la fórmula estadística de comparación de medias utilizando el programa de estadística Epidat 4.0.

Criterios de selección: Para este estudio se incluyeron discos elaborados de cerámica feldespática (IPS Classic, Ivoclar - Vivadent) de 2 mm de alto por 10 mm de diámetro de color dentina 210, que presenten color uniforme y se excluyeron discos que presenten fracturas, burbujas y que tengan residuos de acrílico, y los discos que no cumplan con los tiempos de acondicionamiento.

III.3 Definición operacional de variables

Se tuvo como variable dependiente la resistencia de unión, que se define como la fuerza que conserva dos estructuras de diferentes compuestos unidos, fué una variable cuantitativa continua de escala de razón y los valores serán medidos en MPa.

Las variables independientes fueron:

Método de remoción que se define como la remoción de las sales dejadas por el grabado con ácido fluorhídrico, es una variable de tipo cualitativa politómica de escala nominal y fueron categorizadas en Spray de agua (SA), Baño ultrasónico (BU), ácido fosfórico (AF) y ácido fosfórico + baño ultrasónico (AF+BU)

Tiempo de aplicación que se define como el tiempo de exposición de los métodos de remoción sobre la superficie de la cerámica feldespática, la variable es de tipo cuantitativa discreta de escala ordinal y fue dividido en categorías de 1, 2 y 4 minutos.

III.4 Procedimiento y técnicas

El Proyecto se realizó después de obtener el aval por el comité de ética de la universidad, posteriormente se fabricaron 48 discos de cerámica feldespática (IPS Classic, Ivoclar - Vivadent) de la siguiente manera:

Elaboración de los discos de cerámica

Se elaboraron 48 discos de cerámica feldespática (IPSClasic– Vivadent, Schaan, Liechtenstein) por cada grupo de color dentina 210, con unas medidas primarias de 2.6 mm de altura y 12.5 mm de diámetro los cuales fueron realizados mediante un patrón de acrílico con la técnica de polvo/líquido siguiendo las indicaciones del fabricante, la totalidad de los discos fueron preliminarmente calibrados, posteriormente se sinterizaron dentro de un horno para porcelana (Pro 200 Series Furnace, Whipmix; KY, USA), tomando en cuenta la contracción de la cerámica feldespática de un 20% luego

de ser sinterizadas, obteniendo finalmente discos de 2 mm de altura y 10 mm de diámetro y por último los discos se pulieron con lijas de agua nuevas de 10 x 10cm a diferentes granos, contra un superficie plana frotando 10 veces de extremo a extremo.

Los discos de feldespato fueron introducidos y fijados en el interior de un tubo de PVC (Matusita, Tigre S.A., Lima, Perú) con unas dimensiones de 10 mm de diámetro y 20 mm de alto, las muestras fueron fijadas con acrílico de autocurado transparente (Vitacryl; A. Tarrillo Barba S.A., Lima, Perú) a fin de evitar que los discos sufran algún movimiento debido a la polimerización del acrílico y se sujetaron con cinta adhesiva de doble contacto (TopEx; Lima, Perú). Posteriormente a que el acrílico estuviera completamente polimerizado, se lijaron las muestras frotando 10 veces de extremo a extremo con lijas de aguas nuevas de 10 x 10 cm usando suficiente agua.

Acondicionamiento de la cerámica

Los discos de cerámica feldespática fueron acondicionados con ácido fluorhídrico al 9 % (Porcelain Etch; Ultradent, Utah, USA) por 1 min; inmediatamente después se retiró el ácido con un chorro de agua por 20 segundos y se secaron suavemente con un chorro de aire por 20 segundos.

Métodos y tiempo de remoción

Después de obtener los discos y realizar el tratamiento de superficie fué realizada una aleatorización simple por medio de un software online a los 5 grupos de trabajo que tuvieron distintos métodos y tiempos de remoción:

Grupo 1 (SA): Se aplicó spray de agua y aire con jeringa triple a una distancia de 10 milímetros y una angulación de 90° durante 1, 2 y 4 minutos.

Grupo 2 (BU): Se sometieron las muestras a baño ultrasónico (Ultrasonic Cleaner. Codyson CD 4800, China) con agua destilada durante 1, 2 y 4 minutos y posteriormente fueron lavadas con chorro de agua y secadas con chorro de aire de la jeringa triple a una distancia de 10 milímetros y una angulación de 90° durante 20 segundos cada uno.

Grupo 3 (AF): Se aplicó Ácido fosfórico al 37% (Ultra Etch;Ultradent, Utah, USA) frotando activamente con una microbrocha durante 1, 2 y 4 minutos y posteriormente fueron lavadas con chorro de agua y secadas con chorro de aire de la jeringa triple a una distancia de 10 milímetros y una angulación de 90° durante 20 segundos cada uno.

Grupo 4 (AF+BU): Se aplicó Ácido fosfórico al 37% (Ultra Etch;Ultradent, Utah, USA) frotando activamente con una microbrocha durante 1, 2 y 4 minutos y luego se aplicó baño ultrasónico con agua destilada por 4 minutos y posteriormente fueron lavadas con chorro de agua y secadas con chorro de aire de la jeringa triple a una distancia de 10 milímetros y una angulación de 90° durante 20 segundos cada uno.

Aplicación de silano y sistema adhesivo en la cerámica

Una vez realizados estos pasos, se colocó silano (Silane; Ultradent, Utah, USA) mediante una microbrocha sobre la superficie de los discos dejando secar por 60 segundos y se aplicó aire de la jeringa triple durante 15 segundos y luego se colocó una

capa de adhesivo con una microbrocha frotando el adhesivo (Adper Single Bond 2, 3M™Espe™: ST Paul, NM, USA) y se polimerizó durante 20 segundos con lámpara de fotocurado LED de 1000 mW/cm^2 (Valo Cordless - Ultradent; South Jordan, UT, USA) según las recomendaciones del fabricante.

ELABORACION Y COLOCACION DE CILINDROS DE RESINA

Los cilindros de resina se confeccionaron mediante el uso de un tygon (Aigocath BD: Cundinamarca, Colombia) de 2 mm de altura y 0.8 mm de diámetro y resina fluida (Filtek Flow Z350,3MTM Espe™;St.Paul,NM,USA), los cuales fueron colocados sobre los discos cerámicos con una pinza mosquito, ejerciendo una presión constante los primeros 10 segundos y fotopolimerizando durante 20 segundos con una lámpara de fotoactivado LED de 1000 mW/cm^2 (Valo Cordless - Ultradent; South Jordan, UT, USA), verificando que haya una distancia de 2mm entre los cilindros; además, para evitar que los cilindros ya fotopolimerizados tengan una sobre exposición a la luz de la lámpara, estos serán tapados con papel aluminio y debajo de los tubos de PVC se colocó una tela negra para que absorba la luz.

Luego de culminar con la fotopolimerización de los cilindros de resina, se procedió a retirar el recubrimiento de silicona de los tygons cortándolo con una hoja de bisturí N° 11, por cada dos tygons cortados se utilizaba una nueva hoja de bisturí. Se dividieron las muestras en cada grupo, identificándolas con un plumón indeleble en la zona lateral conforme al grupo que representa.

Evaluación a la resistencia del microcizallamiento

Luego de tener listas las muestras en su respectivo grupo, estas fueron guardadas por 1 día en suero fisiológico a temperatura ambiente para proceder con las pruebas de microcizallamiento. Las pruebas se ejecutaron en una máquina de ensayo semi universal (0M 100 – Odeme Dental Research; Brasil) usando un alambre de ortodoncia N°7 doblado en 8 (Morelli Ortodontia; Brasil), con una célula de carga de 50 N, a una velocidad de 0.75 mm/min, hasta que ocurra la falla.

Las pruebas se realizaron en el laboratorio de materiales dentales de la Universidad Peruana Cayetano Heredia – Sede San Martín de Porres. Todas las pruebas fueron ejecutadas por los investigadores en un solo día, previa capacitación en el manejo del equipo y ejecución de los procedimientos por parte de un experto.

III.5 Aspectos éticos del estudio

Este estudio se ejecutó después de obtener la aprobación de la Unidad Integrada de Gestión de Investigación, Ciencia y Tecnología (UIGICT) de las Facultades de Medicina, Estomatología y Enfermería y del Comité Institucional de Ética (CIE) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). Los resultados se mostraron con total autenticidad según los hallazgos encontrados.

III.6 Plan de Análisis

El plan de análisis se llevó a cabo con el programa estadístico Bioestat 5.0. Se realizó un análisis descriptivo para conseguir los promedios y desviación estándar de la resistencia según los grupos evaluados. La normalidad de los datos se analizó con la prueba D'Agostino. Se realizó el análisis bivariado con la prueba de ANOVA de dos vías y la prueba de Pos Hoc Tukey. La investigación tuvo un nivel de confianza de 95% ($p < 0.05$).

IV. RESULTADOS

Se compararon cuatro métodos de remoción en cerámica feldespática luego del acondicionamiento con ácido fluorhídrico. Los métodos que se probaron fueron: spray de agua, baño ultrasónico, ácido fosfórico y la combinación de ácido fosfórico con baño ultrasónico; cada uno de los grupos se sometió a tres diferentes tiempos de aplicación (1, 2 y 4 minutos).

El método de remoción con spray de agua a 1 minuto (11.79 ± 4.70 Mpa) y 2 minutos (11.63 ± 4.04 Mpa) obtuvieron los valores más altos con diferencia estadísticamente significativa en comparación al grupo de 4 minutos que registró un valor de 06.63 ± 3.29 Mpa. (Tabla N°1)

El método de remoción con baño ultrasónico a 1 minuto registró un valor de 07.18 ± 2.7 Mpa, a 2 minutos 07.66 ± 2.31 Mpa y a 4 minutos 09.46 ± 4.38 Mpa, siendo el grupo de 4 minutos el que registró el valor más alto con diferencia estadísticamente significativa en comparación a los grupos de 1 y 2 minutos. (Tabla N°1)

El método de remoción con ácido fosfórico a 1 minuto registró un valor de 07.10 ± 3.39 Mpa, a 2 min 05.98 ± 3.36 Mpa y a 4 minutos 06.08 ± 3.12 Mpa, obteniendo como resultado que no existe diferencia significativa entre los 3 tiempos de aplicación. (Tabla N°1)

El método de remoción con ácido fosfórico con baño ultrasónico a 1 minuto registró un valor de 06.81 ± 2.94 Mpa, a 2 minutos 08.82 ± 3.01 y a 4 minutos 06.62 ± 3.82 Mpa, obteniendo como resultado que no existe diferencia significativa entre los 3 tiempos de aplicación. (Tabla N°1)

Se compararon todos los resultados, obteniendo que los grupos spray de agua a 1 minuto (11.79 ± 4.70) y 2 minutos (11.63 ± 4.04 Mpa); Baño ultrasónico a 4 minutos (09.46 ± 4.38 Mpa) y ácido fosfórico con baño ultrasónico a 2 minutos (08.82 ± 3.01 Mpa) tuvieron los valores más altos y estadísticamente significativos comparados con los demás grupos. (Tabla N°1)

V. DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la resistencia de unión al microcizallamiento en cerámicas feldespáticas según el tipo y tiempo de aplicación de diferentes métodos de remoción de los residuos del ácido fluorhídrico al 9%. Para ello se compararon 4 métodos de remoción: (Spray de agua, Baño ultrasónico, ácido fosfórico y ácido fosfórico con baño ultrasónico) a 1, 2 y 4 minutos cada uno. Del cual, se determinó que los grupos que obtuvieron resultados estadísticamente significativos más altos fueron spray de agua a 1 minuto y 2 minutos; Baño ultrasónico a 4 minutos y ácido fosfórico con baño ultrasónico a 2 minutos, con respecto a los demás grupos.

Cabe mencionar que el grabado de vitrocerámicas dentales con ácido fluorhídrico es un procedimiento crucial para optimizar la adhesión entre la cerámica y la futura restauración. Además, la concentración del ácido y el tiempo de grabado son factores determinantes para la formación de una superficie microrretentiva que aumenta la fuerza de unión del sustrato. (5,10,11,12) Por ello, Yadav también confirmó que los valores más altos de resistencia de unión al microcizallamiento se encontraron cuando la superficie se grabó con ácido fluorhídrico. (13)

Steinhauser *et al* en el año 2014, evaluaron la resistencia al microcizallamiento en cerámica feldespática tratada con diferentes métodos de remoción para eliminar los restos de ácido fluorhídrico, además evaluaron la micromorfología de la superficie de la cerámica feldespática mediante microscopio electrónico de barrido. Todos los discos fueron grabados con ácido fluorhídrico al 10% por 2 min y lavados con spray de agua durante 30 segundos. Luego se distribuyeron en los siguientes grupos: Grupo C: sin

tratamiento adicional de superficie, Grupo S: spray de agua y aire por 1 minuto (20.34 ± 5.6 Mpa), Grupo US: baño ultrasónico con agua destilada por 5 min (18.63 ± 3.84 Mpa), Grupo F: ácido fosfórico al 37% frotando por 1 minuto y lavado con agua por 1 minuto (16.99 ± 6.53 Mpa), Grupo F+US: ácido fosfórico 37% frotando por 1 minuto, lavado con agua por 1 minuto y baño ultrasónico con agua destilada por 5 min (14.80 ± 3.11 Mpa), encontrando que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos en cuanto a resistencia a microcizallamiento. Sin embargo, al observar a través del microscopio, en los grupos que no se aplicó baño ultrasónico se presentó un aspecto granular o con apariencia de arena por residuos de ácido fluorhídrico. Por lo que concluyeron que a la evaluación micromorfológica, el baño ultrasónico no dejó residuos en la superficie cerámica y con respecto a la resistencia al microcizallamiento no hubo diferencia entre los grupos. (9)

Al comparar los resultados de esta investigación con el estudio de Steinhauser *et al*, se puede recalcar que a pesar de usar los mismos métodos de remoción, los valores conseguidos en su estudio fueron más altos con respecto a los nuestros, además concluyen que no existe diferencia estadísticamente significativa entre sus grupos mientras que en nuestro estudio se muestran 4 grupos con resultados superiores al resto, lo cual se puede deber a lo siguiente: En su estudio utilizan mayor tiempo y concentración de grabado de ácido fluorhídrico (10% durante 2 minutos) mientras que en nuestro estudio utilizamos al 9% durante 1 minuto, por lo que mayor concentración y tiempo de grabado podrían aumentar las microretenciones creadas en la cerámica y permitir una mejor adhesión con los materiales resinosos. Otro motivo podría ser el

tipo de agua usada en el estudio, ya que en nuestro estudio utilizamos agua potable proveniente de la unidad dental la cual podría tener contaminantes afectando la adhesión. Es importante resaltar que otra de las diferencias con respecto a su estudio, es que al momento de lijar las cerámicas ellos lo hacen mediante un pulidor eléctrico con agua obteniendo una superficie más lisa, uniforme y libre de residuos de la lija a diferencia de nuestro estudio que lo realizamos de forma manual.

Asimismo, Bottino *et al.* realizaron un estudio donde evaluó la estabilidad de la resistencia adhesiva a la microtracción de una resina a una cerámica reforzada con leucita después de diferentes protocolos de grabado de cerámica, demostrando que el grabado con ácido fluorhídrico al 9% y usando spray de agua por 20 segundos como método de remoción (13.7 ± 2.1 Mpa), obtiene resultados similares sin diferencia estadísticamente significativa que el grabado con ácido fluorhídrico al 4% (15.2 ± 2.7 Mpa) y 5% (16.8 ± 2.2 Mpa). (14) Demostrando así la efectividad del uso de spray de agua como método de remoción de los restos del grabado con ácido fluorhídrico coincidiendo con los resultados de nuestro estudio los cuales también demuestran la efectividad del uso de spray de agua como método de remoción de estos residuos en cerámica feldespática.

Martins *et al.* hicieron un estudio para determinar el efecto de diferentes métodos de limpieza después del grabado con ácido fluorhídrico al 10% en cerámica feldespática, obteniendo que la limpieza ultrasónica en agua destilada por 4 minutos fue el grupo con el valor más alto (18.8 ± 0.4 MPa). Resultado comparable con el presente estudio donde el método de remoción con baño ultrasónico a 4 minutos (9.46 ± 4.38 Mpa) fue

el grupo que obtuvo el valor más alto con diferencia estadísticamente significativa en comparación a 1 y 2 minutos. (7)

Chávez en el 2019, evaluó la resistencia de unión a cerámicas feldespáticas mediante la aplicación del ácido fosfórico al 37% como método de remoción comparando diferentes marcas, métodos (activo e inactivo) y tiempos. Demostrando que el grupo control (spray de agua) presentó la mayor resistencia de unión (14.82 MPa) comparado con la aplicación activa de ácido fosfórico 37% a 90 segundos (9.70 ± 2.45 Mpa). Concluyó que sin importar marca, método y tiempo aplicación del ácido fosfórico, el uso de este reduce la resistencia de unión a la cerámica feldespática. (8) Por otra parte, Belli, Steinhauser y Moura *et al.* Realizaron diferentes estudios comparando distintos métodos de remoción de ácido fluorhídrico sobre distintos tipos de cerámicas teniendo en común que uno de los métodos utilizados fue el ácido fosfórico al 37% por 1 minuto comparándolo con otros métodos, concluyendo que la limpieza de la superficie con ácido fosfórico no influyó en la fuerza de unión de la resina con la cerámica feldespática, resaltando que Steinhauser en su estudio además menciona que en el grupo que se usó solo ácido fosfórico se observaron manchas oscuras a baja magnificación que podrían ser residuos del ácido que no se limpiaron con agua, a mayor magnificación se vio una superficie granular o con aspecto de arena, como un sobregrabado sin embargo esto no influyó en los resultados de microcizallamiento. (3,9,15). Neis *et al.* evaluaron la eficiencia de distintos métodos de acondicionamiento de superficie sobre la fuerza de unión a la microtracción de una reparación con resina compuesta en tres diferentes cerámicas dentales: reforzada con disilicato de litio,

reforzada con leucita y feldespática. Los tratamientos para cada cerámica fueron: ninguno; fresa diamantada #30 μm ; ácido fluorhídrico al 10% y recubrimiento triboquímico de sílice (45 μm). Luego, limpiaron con ácido fosfórico al 37% durante 20 segundos. Se concluyó que el uso de ácido fluorhídrico al 10% con ácido fosfórico al 37% como método de limpieza, obtuvo el mejor resultado en cerámica reforzada con disilicato de litio (21.1 ± 5.2 Mpa) comparado con cerámica feldespática (14.4 ± 4.44 Mpa). (16) Los resultados obtenidos por estos estudios son similares a los presentados en nuestro estudio, ya que el uso de ácido fosfórico como método de remoción fue el grupo que obtuvo los valores más bajos con respecto a los demás grupos estudiados.

Un estudio realizado por Magne y Cascione, demuestra la importancia del uso de ultrasonido como método complementario de limpieza, ya que su estudio reveló con microscopía óptica una cantidad significativa de residuos blancos en las porcelanas feldespáticas como resultado del grabado con ácido fluorhídrico, por ello, éstas se limpiaron con microbrocha y ácido fosfórico al 37,5% durante 1 minuto dando como resultado la eliminación de los residuos cristalinos. Sin embargo, al análisis con microscopio electrónico de barrido, las muestras limpiadas con ácido fosfórico solo revelaron depósitos microscópicos que aún contaminaban la superficie grabada; los cuales fueron eliminados eficientemente después de la limpieza ultrasónica. (17) En el año 2010, Belli *et al.* evaluaron la resistencia de unión de una resina a dos tipos de cerámicas (cerámica reforzada con leucita y disilicato de litio) utilizando diferentes técnicas de limpieza posteriores al grabado con ácido fluorhídrico al 10% durante 60 y 20 segundos. Los grupos fueron: Sin limpieza, spray de agua por 30 segundos, Grabado

con ácido fosfórico al 37% por 1 minuto (no activo) y lavado con agua durante 30 segundos, baño ultrasónico con agua destilada durante 5 minutos; grabado con ácido fosfórico por 1 minuto con lavado con agua por 30 segundos con baño ultrasónico con agua destilada por 5 minutos. Finalmente, muestran que el grupo que obtuvo resultados más altos con respecto a la resistencia de unión en cerámica reforzada con leucita fue el grabado con ácido fosfórico con baño ultrasónico (74.1 ± 10.9 Mpa), sin embargo, los demás grupos no fueron estadísticamente diferentes, a excepción del grupo control. (3) Los resultados de estos estudios y el nuestro evidencian que el baño ultrasónico mejora la remoción de los residuos de ácido fluorhídrico que el solo usar ácido fosfórico como método de limpieza.

Finalmente, Sriamporn *et al.* investigaron el efecto de los agentes neutralizantes en la resistencia adhesiva al cizallamiento de la cerámica feldespática grabada con ácido fluorhídrico al 9% en condiciones de envejecimiento y sin envejecimiento. Compararon 5 grupos: control; Grabado con ácido fluorhídrico durante 90 segundos y spray de agua desionizada durante 1 minuto; Ácido fluorhídrico y agentes neutralizantes; y ácido fluorhídrico con baño ultrasónico por 10 minutos. Concluyendo que los valores de resistencia de unión al cizallamiento entre la porcelana grabada con ácido fluorhídrico con spray de agua (19.44 ± 3.54 MPa), el grabado con ácido fluorhídrico + agentes neutralizantes y el grabado con ácido fluorhídrico + baño ultrasónico (20.69 ± 3.17 MPa) no fueron significativamente diferentes bajo condiciones de envejecimiento y sin envejecimiento. (18). Al igual que en nuestro estudio, los grupos de spray de agua y de baño ultrasónico son los métodos de remoción

que obtuvieron los resultados más altos para eliminar los residuos de ácido fluorhídrico en cerámica feldespática.

De toda la literatura estudiada comparada con nuestra investigación, podríamos concluir que el método de remoción de los residuos de ácido fluorhídrico menos eficaz es el uso de ácido fosfórico al 37%. Por el contrario, consideramos que utilizar spray de agua a 1 minuto y baño ultrasónico a 4 minutos son los métodos más favorables.

VI. CONCLUSIONES

Considerando las limitaciones del presente estudio podríamos concluir lo siguiente:

1. En el grupo en el que se aplicó spray de agua como método de remoción de ácido fluorhídrico, la aplicación de 1 y 2 minutos mostraron resultados más altos de resistencia de unión estadísticamente significativos comparado con 4 minutos.
2. El método de remoción en el que se utilizó baño ultrasónico con agua destilada a 4 minutos registró el valor más alto con diferencia estadísticamente significativa comparado con el uso de 1 y 2 minutos.
3. En el grupo que se utilizó ácido fosfórico al 37% como método de remoción a 1, 2 y 4 minutos no registró diferencia estadísticamente significativa entre los 3 tiempos de aplicación.
4. El método de remoción en el que se aplicó ácido fosfórico más baño ultrasónico con agua destilada, se obtuvo que ninguno de los grupos tuvo diferencia estadísticamente significativa entre los 3 tiempos de aplicación.

Dados los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda realizar otro estudio utilizando agua desionizada para evaluar si los residuos contaminantes que contiene el agua potable puedan interferir en la adhesión, también ejecutar estudios que evalúen la resistencia de unión usando los mismos métodos de remoción a diferentes tiempos. Finalmente, se sugiere realizar más estudios que evalúen la resistencia de unión en cerámica feldespática debido a que existen escasas investigaciones sobre este tipo de materiales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moravej-Salehi E, Moravej-Salehi E, Valian A. Surface topography and bond strengths of feldspathic porcelain prepared using various sandblasting pressures. *J Investig Clin Dent*. 2016;7(4):347-354.
2. Gracis S, T Van P, Ferencz J, Silva N, Bonfante E. A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. *Int J Prosthodont*. 2015;28:227-35.
3. Belli R, Guimarães JC, Filho AM, Vieira LC. Post-etching cleaning and resin/ceramic bonding: microtensile bond strength and EDX analysis. *J Adhes Dent*. 2010;12(4):295-303.
4. Amaral R, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Resin bonding to a feldspar ceramic after different ceramic surface conditioning methods: evaluation of contact angle, surface pH, and microtensile bond strength durability. *J Adhes Dent*. 2011 Dec;13(6):551-60.
5. Canay S, Hersek N, Ertan A. Effect of different acid treatments on a porcelain surface. *J Oral Rehabil*. 2001;28(1):95-101.
6. Onisor I, Rocca GT, Krejci I. Micromorphology of ceramic etching pattern for two CAD-CAM and one conventional feldspathic porcelain and need for post-etching cleaning. *Int J Esthet Dent*. 2014;9(1):54-69.
7. Martins ME, Leite FP, Queiroz JR, Vanderlei AD, Reskalla HN, Ozcan M. Does the ultrasonic cleaning medium affect the adhesion of resin cement to feldspathic ceramic? *J Adhes Dent*. 2012;14(6):507-9.

8. Chávez P. Resistencia de unión al microcizallamiento de una cerámica feldespática acondicionada con ácido fluorhídrico sometida a la aplicación de ácido fosfórico como técnica de remoción según tipo, método y tiempo. Estudio in vitro [tesis maestría] Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2019.
9. Steinhauser HC, Turssi CP, Franca FM, Amaral FL, Basting RT. Micro-shear bond strength and surface micromorphology of a feldspathic ceramic treated with different cleaning methods after hydrofluoric acid etching. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(2):85-90.
10. Addison O, Marquis PM, Fleming GJ. The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material. *Dent Mater.* 2007 Apr;23(4):461-8.
11. Reston EG, Filho SC, Arossi G, Cogo RB, Rocha Cdos S, Closs LQ. Repairing ceramic restorations: final solution or alternative procedure? *Oper Dent.* 2008 Jul-Aug;33(4):461-6.
12. Sundfeld Neto D, Naves LZ, Costa AR, Correr AB, Consani S, Borges GA, Correr-Sobrinho L. The Effect of Hydrofluoric Acid Concentration on the Bond Strength and Morphology of the Surface and Interface of Glass Ceramics to a Resin Cement. *Oper Dent.* 2015 Sep-Oct;40(5):470-9.
13. Yadav S, Upadhyay M, Borges GA, Roberts WE. Influence of ceramic (feldspathic) surface treatments on the micro-shear bond strength of composite resin. *Angle Orthod.* 2010 Jul;80(4):765-70.

14. Bottino MA, Snellaert A, Bergoli CD, Özcan M, Bottino MC, Valandro LF. Effect of ceramic etching protocols on resin bond strength to a feldspar ceramic. *Oper Dent.* 2015 Mar-Apr;40(2):E40-6.
15. Moura DMD, Araújo AMM, Souza KB, Veríssimo AH, Tribst JPM, Souza ROAE. Hydrofluoric acid concentration, time and use of phosphoric acid on the bond strength of feldspathic ceramics. *Braz Oral Res.* 2020 Mar 16;34:e018.
16. Neis CA, Albuquerque NL, Albuquerque Ide S, Gomes EA, Souza-Filho CB, Feitosa VP, Spazzin AO, Bacchi A. Surface treatments for repair of feldspathic, leucite - and lithium disilicate-reinforced glass ceramics using composite resin. *Braz Dent J.* 2015 Mar-Apr;26(2):152-5.
17. Magne P, Cascione D. Influence of post-etching cleaning and connecting porcelain on the microtensile bond strength of composite resin to feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent.* 2006 Nov;96(5):354-61.
18. Sriamporn T, Kraisintu P, See LP, Swasdison S, Klaisiri A, Thamrongananskul N. Effect of Different Neutralizing Agents on Feldspathic Porcelain Etched by Hydrofluoric Acid. *Eur J Dent.* 2019;13(1):75-81.

VIII. TABLAS

TABLA N°1: VALORES DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN AL MICROCIZALLAMIENTO (Mpa) EN CERÁMICAS FELDESPÁTICAS SEGÚN EL TIPO Y TIEMPO DE DIFERENTES MÉTODOS DE REMOCIÓN DE LOS RESIDUOS DEL ÁCIDO FLUORHÍDRICO

GRUPOS	TIEMPO		
	1 min	2 min	4 min
SA	11.79±4.70Aa	11.63±4.04Aa	06.63±3.29Bb
BU	07.18±2.76Bb	07.66±2.31Bb	09.46±4.38Aa
AF	07.10±3.39Ab	05.98±3.36Ab	06.08±3.12Ab
BU + AF	06.81±2.94Ab	08.82±3.01Aa	06.62±3.82Ab

* Letras mayúsculas diferentes denotan diferencia significativa en forma horizontal

* Letras minúsculas diferentes denotan diferencia significativa en forma vertical

SA= Spray de Agua

BU= Baño Ultrasónico

AF= Ácido Fosfórico

ANEXOS

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
Variable dependiente: Resistencia de unión	Fuerza que mantiene dos estructuras de diferentes compuestos unidos	Valor de la fuerza necesaria para producir una falla en la adhesión de la restauración.	Nivel de resistencia adhesiva	Cuantitativa Continua	Razón	MPa
Variable independiente: Método de remoción	Remoción de las sales dejadas por el grabado con ácido fluorhídrico	Remoción de los residuos del ácido fluorhídrico en la cerámica sometidos a diferentes sustancias	Superficie sometida a métodos de remoción.	Cualitativa Politómica	Nominal	1=Spray de agua (SA) 2=Baño ultrasónico (BU) 3=Ácido fosfórico (AF) 4=Ácido fosfórico + baño ultrasónico (AF+BU)
Variable independiente: Tiempo de aplicación	Tiempo exposición de los métodos de remoción sobre la superficie de la cerámica feldespática	Remoción del ácido fluorhídrico en 3 tiempos diferentes	Cantidad de minutos que el método de remoción actúa	Cualitativa Politómica	Ordinal	1= Un minuto 2= Dos minutos 3= Cuatro minutos