

ARTÍCULO ORIGINAL

Resistencia de unión al cizallamiento de diferentes agentes de fijación a aleaciones metálicas odontológicas

Shear bond strength of different bonding agents to dental metal alloys

Iván Humberto Medina Ordaz¹ , José Alejandro Rivera Gonzaga¹ , Guillermo Grazioli² ,
Júan Eliezer Zamarripa Calderón¹ , Carlos Enrique Cuevas Suárez¹  

RESUMEN

Introducción: La fijación de las restauraciones indirectas es uno de los pasos más importantes, para conseguir una adecuada retención y sellado de la interfase entre el material restaurador y el diente.

Objetivo: Evaluar la resistencia de unión al cizallamiento de diferentes agentes de fijación a dos aleaciones metálicas utilizadas en odontología.

Métodos: Estudio experimental in vitro. Cien especímenes de aleaciones de metales base, 50 de níquel-cromo y 50 de níquel-cromo-titanio fueron preparados y divididos de manera aleatoria en 5 grupos. Esta división se realizó acorde con el agente de fijación utilizado: sistema autograbante de dos pasos (Clearfil SE Bond; CSB), sistema adhesivo universal (Single Bond Universal; SBU), cemento resinoso autoadhesivo (Maxcem Elite; ME), ionómero de vidrio (IV) y fosfato de zinc (ZnPO). Posteriormente a la aplicación de cada agente de fijación, los especímenes tratados fueron almacenados en agua destilada por 24 h a 37 °C y sometidos a un ensayo de resistencia de unión al cizallamiento.

Resultados: La resistencia de unión al cizallamiento fue influenciada significativamente por el tipo de agente de fijación ($p = 0,002$) y el tipo de aleación utilizada ($p < 0,001$). La resistencia de unión al cizallamiento fue mayor, al utilizar el sistema Clearfil SE Bond, seguida de Single Bond Universal; las diferencias entre Maxcem Elite y el Fosfato de zinc no fueron significativas. Finalmente, el IV no mostró adhesión a ninguna de las aleaciones metálicas utilizadas.

Conclusiones: El uso de Clearfil SE Bond aumentó la resistencia de unión de los cementos resinosos a las aleaciones metálicas.

Palabras clave: aleaciones de cerámica y metal; recubrimiento dental adhesivo; resistencia al corte; cemento dental.

ABSTRACT

Introduction: The bonding of indirect restorations is one of the most important steps, in order to achieve adequate retention and sealing of the interface between the restorative material and the tooth.

Objective: To evaluate the shear bond strength of different bonding agents to two metal alloys used in dentistry.

Methods: In vitro experimental study. One hundred specimens of base metal alloys, 50 nickel-chromium and 50 nickel-chromium-titanium were prepared and randomly divided into 5 groups. This division was made according to the bonding agent used: two-step self-etching system (Clearfil SE Bond; CSB), universal adhesive system (Single Bond Universal; SBU), self-adhesive resin cement (Maxcem Elite; ME), glass ionomer (IV) and zinc phosphate (ZnPO). After the application of each bonding agent, the treated specimens were stored in distilled water for 24 hr at 37 °C and subjected to a shear bond strength test.

Results: Shear bond strength was significantly influenced by the type of bonding agent ($p = 0.002$) and the type of alloy used ($p < 0.001$). Shear bond strength was highest when using the Clearfil SE Bond system, followed by Single Bond Universal; the differences between Maxcem Elite and Zinc Phosphate were not significant. Finally, IV did not show adhesion to any of the metal alloys used.

Conclusions: The use of Clearfil SE Bond increased the bond strength of resinous cements to metallic alloys.

Key words: ceramic-metal alloys; adhesive dental coating; shear strength; dental cement.

INTRODUCCIÓN

Debido a su estética y alta resistencia, las restauraciones de porcelana fundida sobre metal son aún consideradas como una buena opción para la rehabilitación oral.^(1,2) En este sentido, gracias a su relativamente elevado módulo de elasticidad, las aleaciones de níquel-cromo son adecuadas para fabricar las estructuras metálicas de prótesis parciales fijas.⁽³⁾ Para lograr que estas restauraciones permanezcan dentro de su cavidad debe haber un agente de

Recibido: 13/09/2021
Aceptado: 17/05/2022

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Odontología, San Agustín Tlaxiaca, México.

²Universidad de la República, Facultad de Odontología, Departamento de Materiales Dentales. Montevideo, Uruguay.



fijación sobre ellas.⁽⁴⁾

La cementación de las restauraciones indirectas es uno de los pasos más importantes a la hora de lograr una adecuada retención, resistencia y sellado de la interfase entre el material restaurador y el diente, así se podrá evitar el desalojo de la restauración.⁽⁵⁾ Para tal fin, se usa un grupo de materiales conocidos como agentes de fijación, los cuales están diseñados para unir dos superficies.⁽⁶⁾ Actualmente, el uso de un agente de fijación está condicionado por el tipo de material restaurador, existiendo diferentes alternativas, tales como el fosfato de zinc, ionómero de vidrio, poliacarboxilato de zinc, y cementos resinosos.⁽⁷⁾ Ante la presencia de una gama muy elevada de productos, debemos conocer las propiedades de cada uno de ellos para determinar cuál se ajusta a las exigencias del tratamiento que estamos llevando a cabo.⁽⁸⁾

Dentro de la práctica dental es frecuente observar restauraciones fijas desalojadas, lo que se convierte en una inquietud importante para el clínico.⁽⁹⁾ Para eludir este tipo de complicaciones y poder garantizar la longevidad de la restauración, además de un ajuste idóneo sobre la cavidad, no solo se debe optimizar una buena técnica de fijación, sino también se debe considerar la elección de un agente de fijación que ofrezca adhesión adecuada, tanto al tejido dental como al material de la restauración. El clínico puede elegir entre utilizar cementos resinosos, convencionales o autoadhesivos, y cementos a base de agua como el ionómero de vidrio o el fosfato de zinc.⁽¹⁰⁾ A pesar de las bien conocidas ventajas del uso de cementos de resina, se ha continuado con la utilización de cementos como el ionómero de vidrio y el fosfato de zinc, considerados primera elección en la práctica clínica.⁽¹¹⁾

A pesar de que en el mercado hay un sinnúmero de agentes de fijación, aún no hay consenso sobre cuáles son aquellos que pueden brindar una correcta adhesión. Tal situación hace inevitable la implementación de estudios que lo revelen.

De esta tal manera, el objetivo del presente estudio fue evaluar la resistencia de unión al cizallamiento de diferentes agentes de fijación a dos aleaciones metálicas usadas en procedimientos restauradores en odontología a base de níquel-cromo. La hipótesis nula a ser evaluada es que no habrá diferencias estadísticamente significativas entre la resistencia de unión al cizallamiento de los diferentes agentes de fijación.

MÉTODOS

Diseño experimental

En este estudio cuantitativo, experimental e in vitro, fue evaluada la resistencia de unión al cizallamiento de diferentes agentes de fijación a dos diferentes aleaciones metálicas: níquel-cromo y níquel-cromo-titanio. Los diferentes agentes de fijación utilizados fueron sistema autograbante de dos pasos (Clearfil SE Bond; CSB), sistema adhesivo universal (Single Bond Universal; SBU), cemento resinoso autoadhesivo (Maxcem Elite; ME), ionómero de vidrio (IV) y fosfato de zinc (ZnPO), totalizando 10 grupos (figura 1). Los materiales utilizados y su composición están resumidos en la tabla 1 y 2. La variable dependiente principal fue la resistencia de unión al cizallamiento ($n = 10$). El tamaño de la muestra se estimó con base en un estudio previo que evaluó la resistencia de unión al cizallamiento de materiales resinosos a aleaciones metálicas en un diseño de estudio comparativo con 10 grupos independientes, una diferencia mínima detectable de 1,15 en las medias, una desviación estándar de 0,6, una potencia de 0,8 y un $\alpha = 0,05$. El tamaño de la muestra se calculó utilizando un programa de software de gráficos (SigmaPlot 14.0; Systat Software, Inc). La investigación contó con la autorización para su ejecución del Comité de Ética e Investigación del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (protocolo CEEI-032-2019).

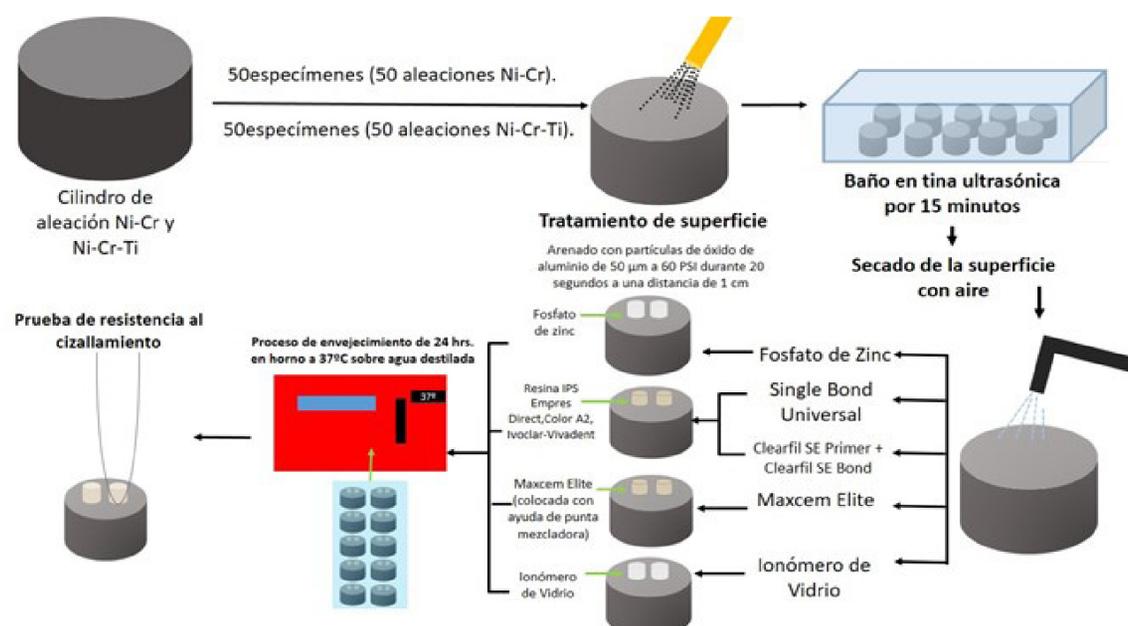


Fig. 1 - Diseño experimental del estudio. Confección y aleatorización de los especímenes, almacenamiento y ensayo de microtracción.



Tabla 1 - Composición de las aleaciones metálicas usadas en este estudio

Aleación	Nombre	Composición
Ni-Cr	StarAloy N (Densply)	Níquel (61 %), cromo (25,8 %), molibdeno (11 %), silicio (1,5 %), volframio (< 0,5 %), aluminio (< 0,5 %).
Ni-Cr-Ti	Fitcasttitanium (Talmax)	Níquel (60-76 %), cromo (12-21 %), molibdeno (4-14 %), titanio (4-6 %), volframio (< 0,5 %), aluminio (< 0,5 %).

Preparación de los especímenes

Se utilizaron 100 lingotes de dos tipos de aleaciones que se encuentran disponibles en el mercado (níquel-cromo y níquel-cromo-titanio). Los lingotes fueron embebidos en tubos de PVC, utilizando acrílico autopolimerizable. Las superficies de las muestras fueron estandarizadas con partículas de óxido de aluminio de 50 μm a 60 PSI durante 20 segundos a una distancia de 1 cm. Para finalizar el proceso de preparación de las superficies, todas las muestras fueron colocadas en un baño ultrasónico por 15 minutos. Después de la fabricación y arenado, los especímenes de cada aleación fueron numerados secuencialmente y distribuidos aleatoriamente en 5 grupos de acuerdo con el agente de fijación empleado, utilizando un generador de números aleatorio (Research Randomizer 4.0; Geoffrey C. Urbaniak and Scott Plous).

Procedimientos de obturación y prueba de resistencia de unión al cizallamiento

Los especímenes de cada tipo de aleación utilizada (Ni-Cr o Ni-Cr-Co) fueron ordenados de acuerdo con el agente de fijación ($n = 10$): Clearfil SE Bond (CFSE), Single Bond™ Universal (SBU), fosfato de zinc (ZnPO), ionómero de vidrio (IV) y Maxem Elite (ME). En total fueron 10 grupos a ser evaluados. Todos los materiales fueron manipulados estrictamente conforme a las recomendaciones de los fabricantes (tabla 2). Los materiales fotoactivados fueron polimerizados utilizando una unidad de fotopolimerización de tipo LED (Bluephase N®, Ivoclar-Vivadent). La intensidad de la lámpara de fotopolimerización (1000 mW/cm^2) fue monitoreada utilizando un radiómetro Bluephase Meter II (Ivoclar-Vivadent).

Para los grupos CFSE y SBU, luego de la aplicación del sistema adhesivo, fue posicionado un molde de silicona por adición con dos orificios cilíndricos (1,5 mm de diámetro y 1 mm de grosor), sobre la superficie de la aleación y se fotopolimerizó por 10 segundos. Luego de fotoactivación, un cemento resinoso (RelyX ARC, 3M ESPE) fue mezclado y compactado dentro de ambos orificios del molde de silicona y fotopolimerizado durante 40 segundos conforme a las instrucciones del fabricante.

Para los grupos ZnPO, IV y ME, se fijó un molde de silicona por adición con dos orificios cilíndricos (1,5 mm de diámetro y 1 mm de grosor) sobre la superficie estandarizada de las aleaciones. Luego de manipular el material conforme a las instrucciones del fabricante, con ayuda de una espátula de acero inoxidable, se compactó el agente de fijación dentro de los orificios del molde de silicona. Por último, se colocó una tira transparente de celuloide sobre la superficie del molde de silicona para poder hacer un poco de presión con un portaobjetos de vidrio, de esa manera se aseguró el contacto del agente de fijación con la superficie de la aleación.

Para todos los grupos, una vez completada la reacción de endurecimiento, el conjunto portaobjetos, tira de poliéster y molde de silicona fue removido cuidadosamente. De ese modo, dejó al descubierto dos cilindros con las restauraciones adheridas a la superficie de cada aleación.

Todos los especímenes fueron almacenados en agua destilada a 37 °C durante 24 horas antes de la prueba de cizallamiento. Para la prueba de cizallamiento, un alambre de ortodoncia de acero inoxidable (0,2 mm de diámetro) fue adaptado alrededor de cada uno de los cilindros y alineado con la superficie de unión (figura 2). La prueba de cizallamiento fue realizada en una máquina universal de ensayos mecánicos Instron 4465, a una velocidad de 1 mm/min hasta la falla. La resistencia de unión fue luego calculada considerando la fuerza de unión (N) y el área de unión de las reparaciones (1,77 mm^2). Para cada espécimen, se promediaron los resultados obtenidos de los dos cilindros ensayados, y luego se utilizó la media obtenida con fines estadísticos ($n = 10$).

Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas se realizaron con el software Sigma Plot, versión 14. Los datos se analizaron para verificar la distribución normal y la homogeneidad de la varianza. Se realizó una prueba ANOVA de dos vías para analizar el efecto del agente de fijación y el tipo de aleación utilizada en la resistencia de unión al cizallamiento. Para todas las pruebas, el nivel de significación se estableció en $\alpha < 0,05$.

Tabla 2 - Nombre, composición y modo de aplicación de los diferentes agentes de fijación utilizados en el presente estudio

Nombre	Fabricante	Composición*	Modo de aplicación
RelyX ARC®	3M ESPE	Polvo de vidrio modificado con ácido 2-propanoico, 2-metil-3-trimetoxi propil éster y feniltrimetoxi silano. Trietilenglicol dimetacrilato, sílica modificada con silano, persulfato de sodio, ter-butyl peroxi trimetil hexanoato, ácido acético, sal de cobre (2+).	Dispensar la cantidad adecuada de cemento sobre el bloque de mezcla y mezclar por 10 segundos. Aplicación y distribución en forma pareja de una fina capa de cemento a la superficie de adhesión. Fotocurar por 40 segundos.
Clearfil SE Bond Primer®	Kuraray	MDP, HEMA, Monómero de dimetacrilato, agua, catalizador.	Aplicación con un microbrush por 10 segundos. Permitir evaporación por 3 minutos. Secar con aire.
Clearfil SE Bond®	Kuraray	Bis-GMA, HEMA, 10-MDP, dimetacrilato alifático hidrofóbico, sílica coloidal, canforquinona.	Aplicar el material a las superficies preparadas de cada aleación con un movimiento de frotación ligero durante 15 segundos. Secar con aire 5 segundos.
Single Bond Universal®	3M ESPE	Alcohol etílico, bisfenol a diglicidil éter, dimetacrilato (Bis-GMA), sílice tratada con silano, 2-hidroxiethyl metacrilato (HEMA), 2-hidroxi-1,3-dimetacriloxipropano, copolímero de acrílico e itacónico ácidos, dimetacrilato de diuretano (UDMA), agua, hexafluorofosfato de difenilodonio.	Aplicar adhesivo con un microbrush durante 20 segundos. Aplicación de aire por 5 segundos. Fotocurar por 10 segundos.
Meron Glass ionomer Luting cement®	Voco	Polvo: sílice, alúmina, criolita, fluoruro de calcio. Líquido: poliácidos (ácido poliacrílico, ácido itacónico y ácido tartárico).	Mezclar una cucharilla graduada rasa de polvo con una gota de líquido, esto corresponde a una proporción de mezcla polvo/líquido 4:1. El tiempo de mezcla asciende a aprox. 50-60 segundos y no deberá sobrepasar 1 min.
Cemento de Fosfato de Zinc	Prothoplast	Polvo: óxido de zinc, óxido de magnesio. Líquido: ácido ortofosfórico, agua.	Partir de una relación polvo/líquido de 1,7 g (medida al ras)/ 1 g (4 gotas) de líquido. Dividir el polvo en 6 porciones iguales y con una espátula de acero inoxidable se incorporaron al líquido a razón de una cada 10 segundos.
Maxcem Elite®	Kerr	Vidrio de aluminoborosilicato de bario, fluoruro de iterbio, 1,6-bismetacrilato de hexanodilo, bismetacrilato de 2-hidroxi1,3-propanodilo, 7,7,9-trimetil-4,13 dioxo-3,14-dioxa-5,12-diazahexadecano-1,16-diilo bismetacrilato. Metacrilato de 3-trimetoxisililpropilo. Sílice pirógena.	Colocar punta de automezclado y presionar el émbolo de la jeringa. Tiempo de curado recomendado: 10 segundos.

*Con base en la ficha de seguridad del material proporcionada por el fabricante (MSDS)

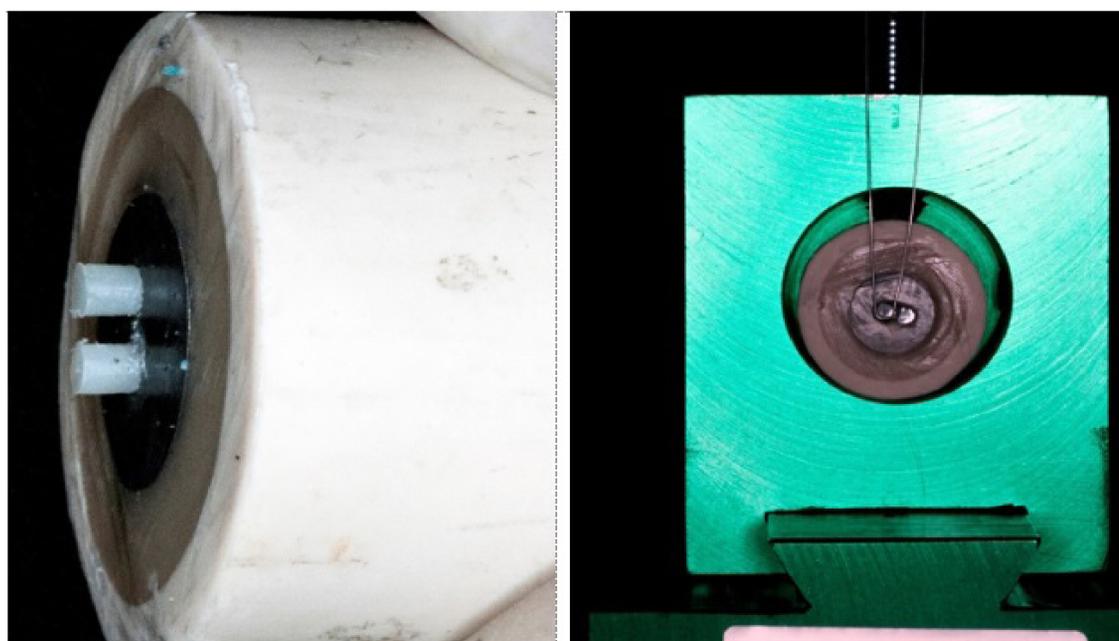


Fig. 2- Ensayo de resistencia de unión al cizallamiento.

RESULTADOS

En la figura 3 se muestran los resultados de la resistencia de unión al cizallamiento de los materiales evaluados. De acuerdo al análisis estadístico, la resistencia de unión al cizallamiento fue influenciada significativamente por el tipo de agente de fijación ($p = 0,002$) y el tipo de aleación utilizada ($p < 0.001$). Además, la interacción entre ambos factores fue también significativa ($p = 0,002$). Para ambas aleaciones, el material que consiguió un aumento significativo en la resistencia de unión fue el adhesivo Clearfil SE ($p < 0,001$), mientras que los valores más bajos fueron obtenidos para el fosfato de zinc y la resina autoadhesiva.

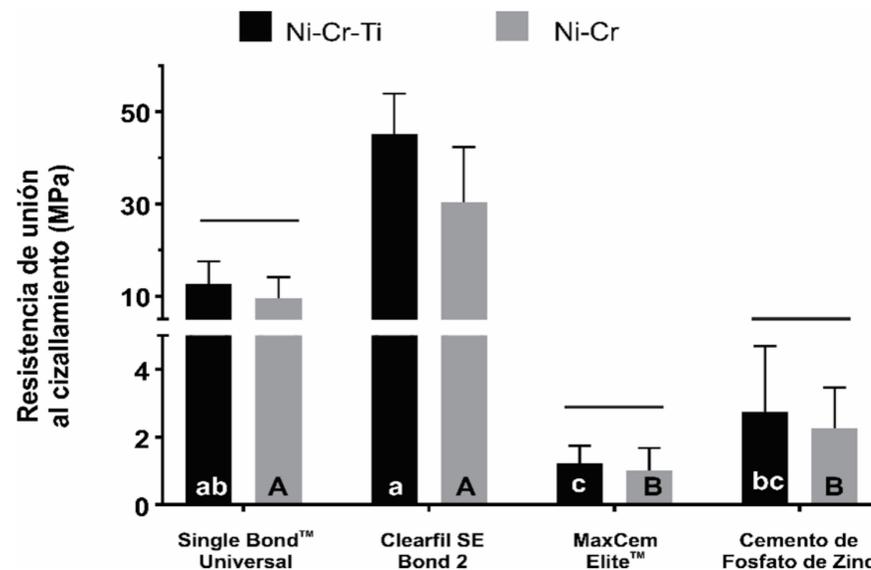


Fig. 3 - Resistencia de unión al cizallamiento de diferentes agentes de fijación a aleaciones metálicas. Las letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre los diversos agentes de fijación para la aleación Ni-Cr-Ti ($p < 0,05$). Las letras mayúsculas diferentes indican desigualdad estadísticamente significativa entre los disímiles agentes de fijación para la aleación Ni-Cr ($p < 0,05$). Las columnas que están debajo de la misma barra horizontal indican la ausencia de diversidad estadísticamente significativa entre la resistencia de unión de las distintas aleaciones para cada agente de fijación.

El único material que presentó diferencia significativa con respecto al tipo de aleación fue el Clearfil SE, donde los valores de resistencia de unión observados para Ni-Cr-Ti fueron significativamente mayores que para Ni-Cr ($p < 0,001$). El grupo donde se utilizó ionómero de vidrio fue descartado del análisis estadístico puesto que todos los especímenes dieron falla prematura (figura 4).



Fig. 4 - Imagen ilustrativa de la falla prematura de los especímenes de ionómero de vidrio a las diferentes aleaciones utilizadas. Los cilindros del agente de fijación fueron desalojados de forma prematura al momento de remover la matriz de silicona.

DISCUSIÓN

En la presente investigación, se realizó un análisis utilizando diferentes agentes de fijación a aleaciones metálicas. Asimismo, en el presente trabajo fue evaluada la resistencia de unión al cizallamiento de diferentes agentes de fijación a dos diferentes aleaciones metálicas para su uso en procedimientos restauradores indirectos en odontología. Los resultados mostraron que la resistencia de unión al cizallamiento fue influenciada tanto por el tipo de aleación como por el tipo de agente de fijación en que fueron evaluados. Teniendo estas consideraciones, la hipótesis nula evaluada en este trabajo fue rechazada.

En la Odontología restauradora la fijación de una restauración indirecta siempre manifestará ser un gran desafío para el clínico, pues cada agente de fijación tiene propiedades diferentes, las que siempre se deberán considerar, y así, se podrá determinar cuál será la mejor para cada situación clínica. Las restauraciones indirectas cementadas constituyen más del 50 % de las efectuadas diariamente en la clínica. Los cementos dentales de base acuosa son más utilizados para la retención de restauraciones metálicas, mientras que los cementos resinosos son usados para la cementación adhesiva de restauraciones cerámicas, resinosas y cerómeros.⁽¹²⁾

La práctica de la prótesis fija ha cambiado dramáticamente con la introducción de nuevas técnicas y materiales. La fijación de restauraciones es completamente importante para una culminación exitosa de un tratamiento protésico, y para llevar a cabo un adecuado procedimiento de fijación es necesario tener en cuenta la resistencia a la solubilidad y desintegración en la cavidad oral. Si el cemento se disuelve la filtración traerá una invasión bacteriana pudiendo ocasionar el fracaso de la restauración, lo que ha motivado al clínico a buscar opciones con mejores propiedades.⁽¹³⁾ Un aspecto, a considerar en el momento de elegir el agente de fijación, es la capacidad de adhesión del cemento al material restaurador ya que establecer una adecuada adhesión entre dos sustratos diferentes es un objetivo a lograr para obtener éxito en cada protocolo de fijación.⁽¹⁴⁾

Los resultados obtenidos al evaluar los especímenes donde se utilizó el sistema Clearfil SE (primer + adhesivo) revelaron los mayores valores de resistencia de unión al cizallamiento, tanto en aleaciones de níquel-cromo como en aleaciones de níquel-cromo-titanio. La alta resistencia de unión al cizallamiento observado en este grupo se debe a que Clearfil SE Bond contiene el monómero 10-MDP en su composición, la cual ayuda a una buena adhesión a los metales de uso en odontología, particularmente a los metales no preciosos.⁽¹⁵⁾ Los imprimadores son una parte esencial de los diferentes procedimientos de unión para estos materiales de restauración. En este sentido, las aleaciones de metales base presentan óxidos en la superficie de unión y los monómeros que contienen fosfato se unen a estos óxidos y, por lo tanto, promueven la unión a resinas.⁽¹⁶⁾

Asimismo, este sistema incorpora un adhesivo sin solventes, lo que garantiza una máxima polimerización del material. La incompleta evaporación de solventes en un sistema adhesivo puede provocar una polimerización deficiente en el material, comprometiendo las propiedades mecánicas del polímero y, por lo tanto, la calidad de la interfase de unión.⁽¹⁷⁾ De igual manera, los altos valores obtenidos de este grupo pueden ser explicados debido a que se ha demostrado que la resina adhesiva se mezcla con el agente imprimador aplicado previamente,⁽¹⁸⁾ el cual, al ser un material fluido posee una rica capacidad de mantenerse mojado.⁽¹⁹⁾

El adhesivo universal Single Bond™ Universal fue también evaluado por medio de la prueba de resistencia de unión al cizallamiento y mostró resultados significativamente inferiores al sistema Clearfil SE Bond. Este adhesivo fue utilizado debido a que contiene el monómero 10-MDP en su composición, el cual es capaz de promover una unión química con sustratos metálicos.⁽²⁰⁾ Si bien es cierto que los resultados obtenidos para este grupo revelaron la efectividad de este adhesivo para promover unión entre restauraciones metálicas y tejido dental, pero por otro lado, es importante mencionar que los valores de resistencia de unión obtenidos no son suficientes para igualar los valores obtenidos por el grupo Clearfil SE Bond. Single Bond Universal contiene silano además de MDP, siendo el silano lo que podría aumentar la humectabilidad de la superficie de la aleación y como resultado mejorar la fuerza de unión inicial. Sin embargo, el silano podría aumentar la hidrofilia del adhesivo, predisponiendo así la capa adhesiva a la degradación hidrolítica.⁽²¹⁾

Por otra parte, el mecanismo de unión entre el cemento resinoso autoadhesivo (Maxcem Elite), y el sustrato de las aleaciones metálicas (níquel-cromo y níquel-cromo-titanio) debe ser estudiado a mayor profundidad, ya que reveló resultados significativamente menores que los grupos CFSE y SBU. De momento se asume que dichos resultados son debido a la alta viscosidad del material, lo que impide una correcta humectación de la superficie del sustrato. Esto condicionó el proceso de adhesión, a pesar de que el cemento contiene monómeros ácidos con grupos fosfato para promover una unión química con aleaciones de metales base.⁽²²⁾ Los cementos autoadhesivos se consideran altamente viscosos, por tal motivo se piensa que es difícil una adecuada humectación de la superficie del sustrato.⁽²³⁾

Con relación al cemento de fosfato de zinc, a pesar de que al igual que el sistema Clearfil SE Bond y el sistema SBU, este agente de fijación también posee en su composición fosfato, lo cual podría brindarle cierto grado de unión química a los metales base. Sin embargo, es probable que debido a la alta viscosidad del mismo, su capacidad de humectación de la superficie sea limitada. Por lo tanto, se obtiene una pobre adhesión al sustrato metálico.⁽¹⁴⁾ Los cementos de fosfato de zinc logran la retención de restauraciones con base en fricción y traba macro-mecánica, sin generar una interacción química con los sustratos. Además, no posee



propiedades anticariogénicas. Presenta un pH muy ácido, que lo hace irritante para la pulpa.⁽²⁴⁾

Finalmente, pese a la poca información disponible sobre la adhesión entre cementos de ionómero de vidrio y aleaciones de metales base, se decidió evaluar dicho cemento. Los resultados observados en el grupo de ionómero de vidrio evidencian su nula adhesión a substrato de aleación de metales base. Esto puede sugerir que dicho material es incompatible con aleaciones base. Los mecanismos de unión del cemento a la superficie de las aleaciones de metales base no han sido estudiadas extensamente. Por tal motivo se recomienda una investigación con mayor profundidad sobre la interacción entre estos materiales.

A pesar de los resultados obtenidos hay que considerar que el presente estudio in vitro tiene limitaciones, ya que solo se estudiaron aleaciones base. Se dejó aún la pregunta de cómo sería el comportamiento de estos agentes de fijación con aleaciones nobles.

CONCLUSIONES

El uso del sistema Clearfil SE Bond obtuvo los mayores valores de resistencia de unión de cementos resinosos a aleaciones metálicas. Esto sugiere que el uso de este material podría estar indicado para conseguir una adecuada retención y sellado de la interfase entre el material restaurador y el diente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aslam A, Hassan SH, Nayyer M, Ahmed B. Intraoral repair protocols for fractured metal-ceramic restorations-Literature review. *S. Afr. Dent. J.* 2018 [acceso 13/05/2022];73(1):[aprox. 7 p.]. Disponible en: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-85162018000100008
- Yadav JS, Dabas N, Bhargava A, Malhotra P, Yadav B, Sehgal M. Comparing two intraoral porcelain repair systems for shear bond strength in repaired cohesive and adhesive fractures, for porcelain-fused-to-metal restorations: An in vitro study. *J. Indian Prosthodont. Soc.* 2019;19(4):362. DOI: [10.4103/jips.jips_120_19](https://doi.org/10.4103/jips.jips_120_19)
- Nima G, Ferreira PVC, Paula AB de, Consani S, Giannini M. Effect of metal primers on bond strength of a composite resin to nickel-chrome metal alloy. *Braz. Dent. J.* 2017;28(2):210-5. DOI: [10.1590/0103-6440201701288](https://doi.org/10.1590/0103-6440201701288)
- Abduo J, Sambrook RJ. Longevity of ceramic onlays: A systematic review. *J. Esthet. Dent.* 2018;30(3):193-215. DOI: [10.1111/jerd.12384](https://doi.org/10.1111/jerd.12384)
- Cuevas Suárez CE, de Oliveira da Rosa WL, Vitti RP, da Silva AF, Piva E. Bonding Strength of Universal Adhesives to Indirect Substrates: A Meta-Analysis of in Vitro Studies. *J. Prosthodont.* 2020;29(4):298-308. DOI: [10.1111/jopr.13147](https://doi.org/10.1111/jopr.13147)
- Hopp CD, Land MF. Considerations for ceramic inlays in posterior teeth: A review. *Clin. Cosmet. Investig. Den.* 2013;5:21-32. DOI: [10.2147/CCIDE.S42016](https://doi.org/10.2147/CCIDE.S42016)
- Wingo K. A review of dental cements. *J. Vet. Dent.* 2018;35(1):18-27. DOI: [10.1177/0898756418755339](https://doi.org/10.1177/0898756418755339)
- Nikaido T, Tagami J, Yatani H, Ohkubo C, Nihei T, Koizumi H, et al. Concept and clinical application of the resin-coating technique for indirect restorations. *Dent. Mater. J.* 2018;37(2):2017-253. DOI: [10.4012/dmj.2017-253](https://doi.org/10.4012/dmj.2017-253)
- Suksaphar W, Banomyong D, Jirathanyanatt T, Ngoenwiwatkul Y. Survival rates against fracture of endodontically treated posterior teeth restored with full-coverage crowns or resin composite restorations: a systematic review. *Restor. Dent. Endod.* 2017;42(3):157-67. DOI: [10.5395/rde.2017.42.3.157](https://doi.org/10.5395/rde.2017.42.3.157)
- Heboyan AG, Vardanyan AR, Avetisyan AA. Cement selection in dental practice. *World Science.* 2019;2(3):4-9. DOI: [10.31435/rsglobal_ws/31032019/6405](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31032019/6405)
- Klosa K, Meyer G, Kern M. Clinically used adhesive ceramic bonding methods: a survey in 2007, 2011, and in 2015. *Clin. Oral Investig.* 2016;20(7):1691-8. DOI: [10.1007/s00784-015-1684-0](https://doi.org/10.1007/s00784-015-1684-0)
- Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dent. Clin. of North Am.* 2007;51(3):643-58. DOI: [10.1016/j.cden.2007.04.002](https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.04.002)
- Rezaie HR, Rizi HB, Khamseh MMR, Öchsner A. Dental restorative materials. In: *A Review on Dental Materials.* Springer; 2020. p. 47-171.
- Sita Ramaraju D v, Alla RK, Alluri VR, Raju M. A review of conventional and contemporary luting agents used in dentistry. *Am. J. Mater. Sci. Eng.* 2014;2(3):28-35. DOI: [10.12691/ajmse-2-3-1](https://doi.org/10.12691/ajmse-2-3-1)
- Imamura N, Kawaguchi T, Shimizu H, Takahashi Y. Effect of three metal priming agents on the bond strength of adhesive resin cement to Ag-Zn-Sn-In alloy and component metals. *Dent. Mater. J.* 2017;37(2):301-7. DOI: [10.4012/dmj.2017](https://doi.org/10.4012/dmj.2017)
- Carrilho E, Cardoso M, Marques Ferreira M, Marto CM, Paula A, Coelho AS. 10-MDP based dental adhesives: Adhesive interface characterization and adhesive stability—A systematic review. *Materials.* 2019;12(5):790. DOI: [10.3390/ma12050790](https://doi.org/10.3390/ma12050790)
- Valente LLLL, Sarkis-Onofre R, Gonçalves APAP, Fernández E, Loomans B, Moraes RRRR, et al. Repair bond strength of dental composites: systematic review and meta-analysis. *Int. J. Adhes. Adhes.* 2016;69:15-26. DOI: [10.1016/j.ijadhadh.2016.03.020](https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.03.020)
- Ahmed MH, Yao C, van Landuyt K, Peumans M, van Meerbeek B. Extra Bonding Layer Compensates Universal Adhesive's Thin Film Thickness. *J. Adhes. Dent.* 2020;22(5):483-501. DOI: [10.3290/j.jad.a45179](https://doi.org/10.3290/j.jad.a45179)
- Al-Helou H, Swed E. Effect of metal type and surface treatment on shear bond strength of resin cement (in vitro study). *J. Indian Prosthodont. Soc.* 2016;16(1). DOI: [10.4103/0972-4052.164882](https://doi.org/10.4103/0972-4052.164882)
- Naghili A, Talebi S, Amirifar H. Universal adhesives: A literature review. *Int. J. Pharm. Res.* 2018 [acceso 13/05/2022];10(4):[aprox. 12 p.]. Disponible en: <http://www.ijpronline.com/ViewArticleDetail.aspx?ID=7343>
- Dos Santos RA, de Lima EA, Mendonça LS, de Oliveira JE, Rizuto AV, de Araújo Silva Tavares ÁF, et al. Can universal adhesive systems bond to zirconia? *J. Esthet. Restor. Dent.* 2019;31(6):589-94. DOI: [10.1111/jerd.12521](https://doi.org/10.1111/jerd.12521)
- Raeisosadat F, Ghozeizi R, Eskandarion S, Beyabanaki E, Tavakolizadeh S. Influence of different surface treatments on the shear bond strength of resin cement to base metal alloys. *J. Lasers Med. Sci.* 2020;11(1):45-9. DOI: [10.15171/jlms.2020.08](https://doi.org/10.15171/jlms.2020.08)
- Shafiei F, Behroozibakhsh M, Abbasian A, Shahnavazi S. Bond strength of self-adhesive resin cement to base metal alloys having different surface treatments. *Dent. Res. J.* 2018;15(1):63-70. DOI: [10.4103/1735-3327.223610](https://doi.org/10.4103/1735-3327.223610)
- Gryksa M, Eriksson M, de Basso N, Shen Z. Phosphate dental cements aged in vivo up to 25 years. *Adv. Appl. Ceram.* 2020;119(5-6):338-47. DOI: [10.1080/17436753.2020.1774221](https://doi.org/10.1080/17436753.2020.1774221)



CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: Guillermo Grazioli y Carlos Enrique Cuevas Suárez.

Curación de datos: Iván Humberto Medina Ordaz.

Análisis formal: J. Alejandro Rivera Gonzaga.

Adquisición de fondos: Carlos Enrique Cuevas Suárez.

Investigación: Iván Humberto Medina Ordaz.

Metodología: Iván Humberto Medina Ordaz.

Administración del proyecto: Carlos Enrique Cuevas Suárez.

Recursos: J. Eliezer Zamarripa Calderón.

Supervisión: Carlos Enrique Cuevas Suárez.

Validación: J. Alejandro Rivera Gonzaga.

Visualización: J. Alejandro Rivera Gonzaga.

Redacción-borrador original: Guillermo Grazioli y J. Eliezer Zamarripa Calderón.

