



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

EFECTO DE LOS AGENTES IMPRIMANTES EN LA ADHESIÓN A CERÁMICAS CIRCONIOSAS REVISIÓN SISTEMÁTICA. EFFECT OF PRIMING AGENTS ON ADHESION TO CIRCONIA A SYSTEMATIC REVIEW.

Bader, M. M.,¹ Venegas, M.,² Ahumada, P. P.,³ Opazo, V. D.,³ Urzúa, G. A.⁴

1. Magister en Ciencias de la Educación, Docente Asignaturas Preclínicas, Escuela de Odontología, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales.

2. Magister en Ciencias de la Educación, Docente Asignaturas Preclínicas, Escuela de Odontología, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales.

3. Cirujano Dentista, Egresado de la Escuela de Odontología, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales.

4. Docente de la Asignatura de Salud Pública, Escuela de Odontología, Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales.

Volumen 13.

Número 2.

Mayo - Agosto 2024

Recibido: 25 noviembre 2023

Aceptado: 3 febrero 2024

RESUMEN

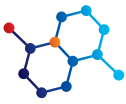
Introducción: La odontología restauradora actual cada vez más recurre a los materiales cerámicos como medio de restauración indirecta, dentro de las cuales las cerámicas circoniosas constituyen uno de los materiales que se utilizan como una opción para devolver la función y la estética. Uno de los inconvenientes de estos materiales es que no pueden grabados con ácido fluorhídrico por lo que se han buscado lograr su cementación adhesiva mediante el uso de algunos agentes imprimantes. La presente revisión sistemática busca establecer el real efecto de estos agentes en el grado de adhesión logrado al cementar estas cerámicas. **Materiales y métodos:** Se realizó una revisión de la literatura actualizada y disponible, con la finalidad de establecer en qué medida el uso de los agentes imprimantes tienen algún efecto real en la adhesión a las cerámicas de circoniosas. Las búsquedas se realizaron en las bases de datos Pubmed/ medline, Cochrane database (CENTRAL), Scielo, Elsevier y EBSCO, incluyendo estudios experimentales in vitro, en inglés y español, desde el año 2015 hasta 2020. **Resultados:** Se incluyeron 21 estudios. Los métodos de prueba más utilizados para medir el grado de adhesión logrado fueron las pruebas de resistencia al cizallamiento (SBS) microcizallamiento (μ SBS), y la prueba de la resistencia a la tracción (TBS). Los resultados encontrados muestran que el uso de agentes imprimantes sobre las cerámicas circoniosas previamente arenadas muestran un aumento de la resistencia adhesiva en comparación con la Circonia solamente arenada. **Conclusión:** Los agentes imprimantes demostraron una mejora en la resistencia adhesiva de la cementación de cerámicas circoniosas solo cuando estas son arenadas previamente.

Palabras clave: Cerámicas circoniosas, cementación adhesiva, agentes imprimantes.

ABSTRACT

Introduction: Currently restorative dentistry increasingly uses ceramic materials as a means of indirect restoration, within which zirconia ceramics constitute one of the materials used as an option to restore function and aesthetics. One of the drawbacks of these materials is that they cannot be etched with hydrofluoric acid, so efforts have been made to achieve adhesive cementation using some priming agents. The present systematic review seeks to establish the real effect of these priming agents on the degree of adhesion achieved when cementing these ceramics. **Materials and methods:** A review of the updated and available literature was carried out, with the purpose of establishing if the use of priming agents has any real effect on the adhesion to zirconia ceramics. The searches were carried out in the Pubmed/medline, Cochrane database (CENTRAL), Scielo, Elsevier and EBSCO databases, including in vitro experimental studies, in English and Spanish, from 2015 to 2020. **Results:** 21 studies were included. The most commonly used test methods to measure the degree of adhesion achieved were shear strength tests (SBS), microshear strength tests (μ SBS), and tensile strength tests (TBS). The results showed that the use of priming agents on previously sandblasted zirconia ceramics allow an increase in adhesive resistance compared to only sandblasted Zirconia. **Conclusion:** Priming agents demonstrated an improvement in the adhesive cementation strength of previously surface-treated zirconia ceramics only when they are previously sandblasted.

Key Words: Zirconia ceramics, adhesive cementation, priming agents.



INTRODUCCIÓN

El concepto de salud es definido por la OMS en 1948 como el “estado de bienestar físico, mental y social, y no solamente como la ausencia de enfermedades”, lo que cobra relevancia en los tratamientos rehabilitadores en odontología, en los cuales se busca cumplir con los requerimientos estéticos y funcionales de los pacientes, más aún si consideramos la sonrisa como un determinante de aceptación social y como un indicador de confianza y salud.¹

En virtud de ello, la necesidad de las personas por mejorar su salud bucal, tanto en lo funcional como en lo estético, ha generado el desarrollo de nuevos materiales, métodos y técnicas operatorias clínicas para lograr dichas exigencias y en este contexto, una de las tantas opciones disponibles en odontología restauradora, son los materiales cerámicos, dentro de las cuales se encuentran las cerámicas circoniosas, que en la actualidad, y gracias a las mejoras que se le han inducido por medio de nuevas investigaciones y desarrollo, son posibles de ser consideradas como una opción real tanto para devolver función como estética y por ello han ido tomando cada vez mayor relevancia como una de las opciones a elegir como parte de un procedimiento de rehabilitación oral.^{2,3}

Sin embargo, dado que las cerámicas circoniosas no presentan fase vítrea, no pueden ser sometidas al mismo procedimiento de cementación adhesiva utilizado con las vitrocerámicas, ya que son refractarias al grabado con ácido fluorhídrico⁴

En virtud de lo anterior, para poder cementar una estructura circoniosa, se han buscado diversos protocolos para lograr una forma de generar una superficie receptiva para la adhesión del material cementante, entre los cuales se pueden mencionar el arenado con partículas de óxido de aluminio, el uso de un spray de plasma, o bien, la posibilidad de realizar una silicatización de su superficie. De ellos, el más utilizado y accesible, es el arenado mediante partículas de óxido de aluminio de diferentes tamaños (entre los 50-110 micrones) a gran presión (entre 1 a 8 bar de presión), las que impactan sobre la superficie cerámica generando microretenciones de hasta 15 micras, que tienen como objetivo obtener una mayor rugosidad superficial, para que de esta forma el sistema adhesivo y de cementación puedan lograr una retención de tipo micromecánica por efectos geométricos y reológicos sobre esta superficie así tratada.²

Sin embargo, este procedimiento no genera valores de resistencia adhesiva similares o cercanos a aquellos logrados con el grabado de las vitrocerámicas.⁵

Como una manera de aumentar el valor de resistencia adhesiva lograda con el arenado, se ha propuesto complementar dicho procedimiento tratando la superficie del circonio arenado mediante métodos químicos, con el uso de algunos agentes imprimantes tales como el tetracloruro de silicio, el acrilizado de la superficie circoniosa, la silanización de la misma o mediante el uso de cementos y adhesivos con agentes imprimantes específicos.⁴

Los agentes Imprimantes o Primers corresponden a un elemento cuya finalidad es la de facilitar la adhesión a ciertas superficies,

actuando como un agente intermediario. Una vez aplicados en espesores muy reducidos, son complementados con el uso de un adhesivo para resina compuesta que actúa como medio de conexión entre el agente imprimante y los cementos de resina compuestas utilizados en la fijación del dispositivo protésico⁶

Existen principalmente tres tipos de compuestos que se utilizan como agentes imprimantes: MEPS (metacrilato tiofosfórico), el 4-META (4-metacriloxietil trimelitato anhídrido) y el más estudiado y utilizado, que es a base de 10 MDP (10- metacriloxidecil dihidrógeno fosfato). Este último está compuesto por un extremo con un grupo activo a base un fosfato hidrofílico, el cual tiene la capacidad de unirse al sustrato cerámico y otro extremo con un grupo vinílico, con la capacidad de unirse al adhesivo, y a través de él, al elemento cementante.⁶

Normalmente se pueden dividir los agentes imprimantes en dos grupos, dependiendo de la indicación de uso:

Agentes Imprimantes utilizados solo con zirconio:

- Z prime (Bisco, USA).
- AZ Primer (Shofu, Japón).

Agentes Imprimantes utilizados en todo tipo de cerámica:

- ClearFil Ceramic Primer (Kuraray, Japón)
- Monobond Plus (Ivoclar/Vivadent, Liechtenstein)

Lograr altos valores de adhesión en la cementación de este tipo de cerámicas, podría permitirnos recuperar la función del diente a rehabilitar, mediante procedimientos más conservadores basados en la filosofía de máxima conservación de las estructuras dentarias naturales⁷

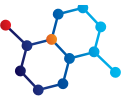
Sin embargo, existe controversia acerca del real alcance que podrían tener el uso de estos agentes imprimantes para poder alcanzar valores de adhesión entre la cerámica circoniosa y el agente cementante que sean capaces de emular aquellos logrados con el grabado con ácido fluorhídrico sobre la cerámicas vítreas, que corresponden a la verdadera cementación adhesiva. De allí que a través del presente estudio se realizó una revisión sistemática de la evidencia científica publicada, para determinar los verdaderos alcances del uso de los agentes imprimantes como opción para mejorar la adhesión de restauraciones de cerámicas circoniosas a las estructuras dentarias.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática para identificar y analizar la evidencia científica disponible acerca del efecto que tienen los agentes imprimantes para circonio en la resistencia adhesiva alcanzada, en contraste con otras técnicas de cementación.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Estudios experimentales in vitro.
- Estudios publicados en idioma español e inglés, desde le 2015 adelante.
- Estudios que comparen al menos 2 métodos de cementación.



CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Revisiones sistemáticas y estudios clínicos.
- Publicaciones realizadas antes de 2015.
- Artículos que no fuese posible acceder al texto completo.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realizó una búsqueda de evidencia publicada desde enero de 2015 hasta diciembre del 2020, en las bases de datos Pubmed/Medline, Cochrane data base (CENTRAL), Scielo, Elsevier y EBSCO, utilizando una estrategia de búsqueda sensible con la utilización de operadores booleanos y diferentes palabras claves (zirconio, adhesive luting, cementation, Primers, Primer Agent).

PLAN DE ANÁLISIS.

Inicialmente se seleccionaron los artículos según título, fecha de publicación, resumen y conclusión o resultado.

Posteriormente, se filtraron por criterios de inclusión y exclusión, y que se pudiese acceder al texto completo, para luego realizar la lectura completa y seleccionar aquellos estudios que fuesen relevantes y con resultados claros.

Se sintetizaron los resultados obtenidos de los distintos estudios, utilizando una herramienta informática de procesamiento de datos tabulados, para facilitar la organización y análisis de los datos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras la búsqueda en las bases de datos señaladas, arrojaron un total de 563 artículos que coincidían con al menos 3 palabras claves, de los cuales se eliminaron 431 por no cumplir con los criterios de inclusión o por estar duplicados, quedando un total de 132 artículos. De estos se eliminaron 111 artículos que no estaban disponibles como texto completo, lo que redujo la muestra a 21 artículos con resultados confiables y útiles para el uso en esta revisión sistemática. Todo este procedimiento se muestra en el diagrama de flujo 1:

DESGLOSE DE LOS ESTUDIOS UTILIZADOS

Tipo de circonio utilizado en los estudios:

De los 21 estudios, diez utilizaron Y-TZP, una de las formas empleadas en Odontología por su resistencia a la fractura después del mecanizado y la sinterización, en dos estudios utilizaron 3Y-TZP (cerámica policristalina de circonio tetragonal estabilizado con Itria al 3%) y nueve estudios no especifican la forma alotrópica utilizada.

Tratamiento de superficie aplicado a las muestras de Zirconio:

El tratamiento de superficie más utilizado (18 estudios) fue el arenado con el posterior uso de agentes imprimantes, aunque algunos utilizaron un agente imprimante como tratamiento único de superficie (2 estudios) y en otro lo incluyeron como intermediario

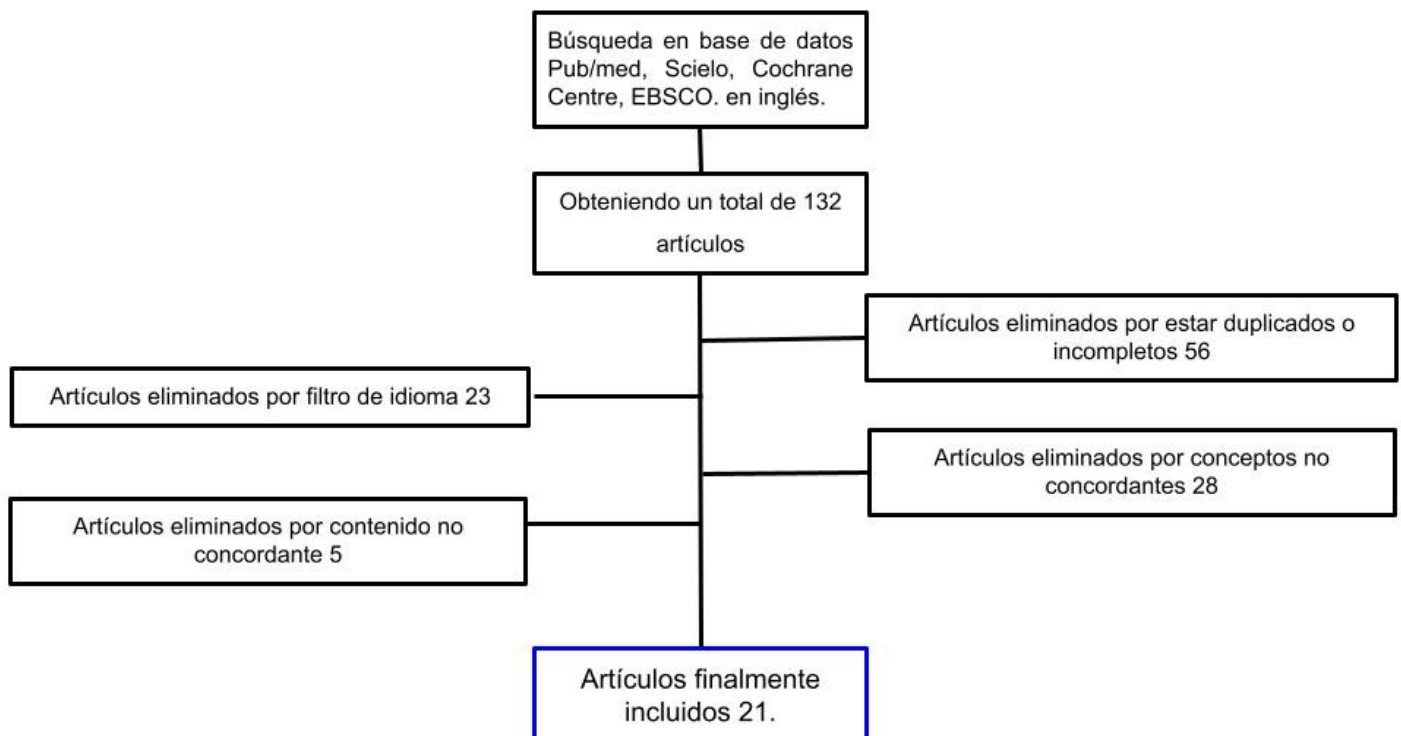
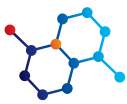


Diagrama de flujo 1.



en la adhesión junto al material cementante. Además, en los 21 artículos se utilizaron imprimantes, ya sea como tratamiento de superficie único, o como un paso adicional posterior el acondicionamiento de la superficie, concluyendo que la adición de un agente imprimante siempre mejora la resistencia adhesiva de la cementación.

Tipos de cementos utilizados:

En los diferentes estudios analizados se utilizaron cementos de resina compuesta de activación dual (PANAVIA™ F 2.0, RelyX™ Ultimate, CLEARFIL™ SA Luting), y cementos de resina compuesta de activación dual autoadhesivos (3M™ RelyX™ Unicem, RelyX™ U200),

Pruebas aplicadas para medir la resistencia adhesiva:

Los métodos de prueba más utilizados fueron la prueba SBS (resistencia de unión al cizallamiento) utilizada en 12 estudios y la de μ SBS, ((resistencia de unión al microcizallamiento) en otros 3 estudios. La prueba TBS (resistencia a la tracción) se realizó en 2 estudios

TABULACIÓN DE RESULTADOS

La Tabla 1, resume los distintos resultados obtenidos mediante las pruebas utilizadas por los estudios incluidos en esta revisión, siendo descritos o convertidos a megapascales.

DISCUSIÓN

El Circonio, como ya se expuso a lo largo de esta revisión, es un biomaterial que no se ve afectado por el grabado con ácido fluorhídrico como tratamiento de superficie para la cementación adhesiva. De allí que se hayan buscado otras opciones para lograr adherir este tipo de materiales a las superficies dentarias.

En este contexto es que se ha recurrido al arenado y al uso de agentes imprimantes para optimizar su unión con el medio cementante.

Al analizar los resultados encontrados en esta revisión sistemática, podemos ver claramente en los valores registrados como promedio en la tabla 1, que el uso de agentes imprimantes como el Z Prime y el Monobond S, sin preparación previa de la superficie de la cerámica circoniosa, no logra valores de adhesión suficientes como para permitir una cementación adhesiva de este tipo de restauraciones cerámicas.

Por otro lado, al observar los valores promedio obtenidos con estos mismos agentes imprimantes utilizados posterior al arenado de la superficie, en ambos casos se logra un aumento en la resistencia adhesiva alcanzada y con valores muy similares, lo que algunos interpretan como un resultado positivo para el uso de los agentes imprimantes. Sin embargo, al observar estos valores y compararlos con aquellos en otras revisiones sistemáticas⁴ que solo evaluaron el efecto del arenado previo a la cementación, se puede observar que no hay diferencias en los valores logrados con arenado solo y con arenado más el agente imprimante, lo que pone en duda la eficacia de estos sistemas para el aumento de la resistencia adhesiva en la cementación del circonio.

Por otro lado, al observar los resultados encontrados y que se muestran en la tabla 1, el uso de un adhesivo Universal que presenta en su composición 10 MDP y silano o solo 10 MDP, aparecerían con un aumento superior al alcanzado con los agentes imprimantes de circonio, en ambos casos con arenado previo de la superficie cerámica. Sin embargo, esto podría ser engañoso, porque el caso del primero de ellos solo estamos viendo el promedio, el que se da sobre 4 estudios, en los cuales dos muestran valores muy altos, sobre 30 Mpa, y los otros dos, valores muy inferiores, lo que permite lograr ese promedio señalado en la tabla 1. En el otro caso, es el resultado obtenido de un solo estudio, lo que no podría interpretarse como un predictor de una tendencia.

Si bien, se aprecia una tendencia en cuanto a los resultados obtenidos, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta revisión sistemática, podríamos afirmar que aún se requiere de mayores estudios de investigación sobre la adhesión a circonio, y el efecto sobre la utilización de agentes imprimantes como elemento esencial del protocolo adhesivo, con protocolos estandarizados de estudios in vitro, que permitan una medición equiparable y por consiguiente resultados con una mayor relevancia y confiabilidad.

No obstante, al momento de determinar cuál es el mejor método de cementación adhesiva de cerámicas circoniosas, entendiendo como tal, el acondicionamiento previo de la superficie del sustrato protésico junto a la posterior aplicación de un agente imprimante, se hace evidente la disparidad de los resultados, pudiendo ser producto de la inexistencia de estándares de estudio y a la constante aparición de nuevos métodos experimentales que buscan posicionarse como opciones viables en el proceso de cementación, haciéndose apreciable la necesidad de estándares de estudio que apunten a replicar correctamente las características físicas, químicas y mecánicas bajo las cuales funcionan estos biomateriales, y así poder validar correctamente los resultados.

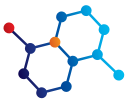
Z Prime solo	Z Prime con tratamiento previo	Monobond S solo	Monobond S con tratamiento previo	Adhesivo Universal con MDP y silano con tratamiento previo	Adhesivo con MDP con tratamiento previo
6,78	14,56	7.45	14.46	25.45	18.03

Tabla 1: Valor promedio de resistencia adhesiva lograda expresado en MPa



CONCLUSIÓN

Por medio de la lectura, análisis y discusión de los resultados obtenidos en los diferentes estudios considerados en esta revisión, es factible concluir que los agentes imprimantes no mejoran significativamente la resistencia adhesiva de cementación de cerámicas circoniosas. Los valores alcanzados distan mucho de aquellos logrados con la cementación adhesiva de las Cerámicas Vítreas grabadas con ácido fluorhídrico.



REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas. Salud Bucodental. Obtenido de la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas. Salud Bucodental.: https://www.who.int/topics/oral_health/es.
2. Blatz, M. B., Alvarez, M., Sawyer, K., & Brindis, M. (2016). How to Bond Zirconia: The APC Concept. *Compendium of continuing education in dentistry* (Jamesburg, N.J. : 1995), 37(9), 611–618.
3. Echeverri Palomino, Diana Margarita, & Garzón Rayo, Herney. (2013). Cementación de estructuras para prótesis parcial fija en zirconia. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 24(2), 321-335. Retrieved December 03, 2021.
4. Taniş, M. Ç., & Akçaboy, C. (2015). Effects of different surface treatment methods and MDP monomer on resin cementation of zirconia ceramics an in vitro study. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 6(4), 174–181. <https://doi.org/10.15171/jlms.2015.15>.
5. Bader et al 2021 Efecto del arenado en la resistencia de la cementación adhesiva de restauraciones realizadas con circonio. *Revisión sistemática. Camila Navarro Arenas (1) Carla Zuleta Basualto (1) Camila Ávila Oliver (2) Marcelo Bader Mattar (3) RODYB Volumen 10. Número 3. Septiembre - Diciembre 2021. Maeda, Bello-Silva, Eduardo, Junior, M., & Cesar. (2014, June 16). Association of Different Primers and Resin Cements for adhesive bonding to zirconia ceramics. Quintessenz Verlags-GmbH. <https://www.quintessenz-publishing.com/deu/de/article/843135/the-journal-of-adhesive-dentistry/2014/03/association-of-different-primers-and-resin-cements-for-adhesive-bonding-to-zirconia-ceramics>.*
6. Andrade Ponce, M., & Carrión Bustamante, I. (2020). CEMENTACIÓN ADHESIVA DE RESTAURACIONES CERÁMICAS. *Revista Científica Especialidades Odontológicas UG*, 3(1). <https://doi.org/10.53591/eoug.v3i1.309>.
7. Afrasiabi, A., Mostajir, E., & Golbari, N. (2018). The effect of Z-primer on the shear bond strength of zirconia ceramic to dentin: In vitro. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(7). <https://doi.org/10.4317/jced.54619>.
8. Ahn, J.-S., Yi, Y.-A., Lee, Y., & Seo, D.-G. (2015). Shear bond strength of mdp-containing self-adhesive resin cement and Y-TZP ceramics: Effect of phosphate monomer-containing primers. *BioMed Research International*, 2015, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2015/389234>.
9. Akio Maeda, F., Bello-Silva, M. S., de Paula Eduardo, C., Gomes Miranda Junior, W., & Francisco Cesar, P. (2014). Association of Different Primers and Resin Cements for Adhesive Bonding to Zirconia Ceramics. *Journal of Adhesive Dentistry*, 16(3), 261–265. <https://doi-org.sibudp.idm.oclc.org/10.3290/j.jad.a31938>.
10. Altan, B., Cinar, S., & Tuncelli, B. (2019). Evaluation of shear bond strength of zirconia-based monolithic CAD-CAM materials to resin cement after different surface treatments. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 22(11), 1475. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_157_19.
11. Butler, S., Linke, B., & Torrealba, Y. (2018). Effect of mdp-based primers on the luting agent bond to Y-TZP ceramic and to dentin. *BioMed Research International*, 2018, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2018/2438145>.
12. Byeon, S.-M., Jang, Y.-S., Lee, M.-H., & Bae, T.-S. (2016). Improvement in the tensile bond strength between 3Y-TZP ceramic and enamel by surface treatments. *Materials*, 9(8), 702. <https://doi.org/10.3390/ma9080702>.
13. Caballero M., Pulgar, A. (2016). Resistencia adhesiva al cizallamiento de diferentes primers cerámicos a óxido de circonio.
14. Cura, Özcan, Isik, & Saracoglu. (2012, February 15). Comparison of alternative adhesive cementation concepts for zirconia ceramic: Glaze layer vs zirconia primer. *Quintessenz Verlags-GmbH. <https://www.quintessenz-publishing.com/deu/de/article/842960/the-journal-of-adhesive-dentistry/2012/01/comparison-of-alternative-adhesive-cementation-concepts-for-zirconia-ceramic-glaze-layer-vs-zirconia-primer>*.
15. Colombo, M., Gallo, S., Padovan, S., Chiesa, M., Poggio, C., & Scribante, A. (2020). Influence of different surface pretreatments on shear bond strength of an adhesive resin cement to various zirconia ceramics. *Materials*, 13(3), 652. <https://doi.org/10.3390/ma13030652>.
16. De-Paula, D. M., Loguercio, A. D., Reis, A., Frota, N. M., Melo, R., Yoshihara, K., & Feitosa, V. P. (2017). Micro-Raman vibrational identification of 10-MDP bond to zirconia and shear bond strength analysis. *BioMed Research International*, 2017, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2017/8756396>.
17. Feitosa, V. P., Pomacóndor-Hernández, C., Ogliairi, F. A., Leal, F., Correr, A. B., & Sauro, S. (2014). Chemical interaction of 10-MDP (methacryloyloxi-decyl-dihydrogen-phosphate) in zinc-doped self-etch adhesives. *Journal of Dentistry*, 42(3), 359–365. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.01.003>.
18. Gargari, M., Gloria, F., Napoli, E., & Pujia, A. M. (2010). Zirconia: cementation of prosthetic restorations. *Literature review. ORAL & implantology*, 3(4), 25–29.
19. Ghasemi, A., Sadr, A., & Pourhashemi, A. (2018). Effect of storage time of a ceramic primer on microshear bond strength to zirconia. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences*, 15(6), 375–381. <https://doi.org/10.18502/jdt.v15i6.331>.
20. Giti, R., & Zarkari, R. (2019). The effect of a zirconia primer on the shear bond strength of Y-TZP ceramic to three different core materials by using a self-adhesive resin cement. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 19(2), 134. https://doi.org/10.4103/jips.jips_348_18.
21. Jo, E.-H., Huh, Y.-H., Ko, K.-H., Park, C.-J., & Cho, L.-R. (2018). Effect of liners and primers on tensile bond strength between zirconia and resin-based luting agent. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(5), 374. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.5.374>.
22. Kaimal, A. (2017). Evaluation of effect of zirconia surface treatment, using plasma of argon and silane, on the shear bond strength of two composite resin cements. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(8), 39–43. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2017/27426.10372>.
23. Llerena-Icochea, A., Costa, R., Borges, A., Bombonatti, J., & Furuse, A. (2017). Bonding polycrystalline zirconia with 10-mdp-containing adhesives. *Operative Dentistry*, 42(3), 335–341. <https://doi.org/10.2341/16-156-l>.
24. Mahgoli, H., Arshad, M., Rasouli, K., Sobati, A. A., & Shamshiri, A. R. (2020). Repair bond strength of composite to zirconia ceramic using two types of zirconia primers. *Frontiers in Dentistry*, 16(5), 342–350. <https://doi.org/10.18502/ffd.v16i5.2279>.
25. Maroulakos, G., Thompson, G. A., & Kontogiorgos, E. D. (2019). Effect of cement type on the clinical performance and complications of zirconia and lithium disilicate tooth-supported crowns: A systematic review. *Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the American Academy of Fixed Prosthodontics. The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(5), 754–765. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.10.011>.
26. Mattiello, R. D. L., Coelho, T. M. K., Insaurralde, E., Coelho, A. A. K., Terra, G. P., Kasuya, A. V. B., Favarão, I. N., Gonçalves, L. de S., & Fonseca, R. B. (2013). A review of surface treatment methods to improve the adhesive cementation of zirconia-based ceramics. *ISRN Biomaterials*, 2013, 1–10. <https://doi.org/10.5402/2013/185376>.



- 27.** Mendes, F., Zanini, M. M., Favarão, J., Camilotti, V., Sinhoreti, M. A. C., Mendonça, M. J., & Consani, S. (2019). Bonding strength of luting cement to zirconia-based ceramic under different surface treatments. *European Journal of Dentistry*, 13(02), 222–228. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696076>.
- 28.** Pott, P. C., Stiesch, M., & Eisenburger, M. (2015). Influence of 10-MDP adhesive system on shear bond strength of zirconia-composite interfaces. *Journal of Dental Materials and Techniques*, 4(3), 117–126. <https://doi.org/10.22038/jdmt.2015.4594>.
- 29.** Ranjbar Omidi, B., Karimi Yeganeh, P., Oveisi, S., Farahmandpour, N., & Nouri, F. (2018). Comparison of micro-shear bond strength of resin cement to zirconia with different surface treatments using universal adhesive and zirconia primer. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 9(3), 200–206. <https://doi.org/10.15171/jlms.2018.36>.
- 30.** Rosenstiel, S. F., Land, M. F., & Crispin, B. J. (1998). Dental luting agents: A review of the current literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(3), 280–301. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(98\)70128-3](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(98)70128-3).
- 31.** Saade, J., Skienhe, H., Ounsi, H., Matinlinna, J. P., & Salameh, Z. (2019). Effect of different combinations of surface treatment on adhesion of resin composite to zirconia. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, Volume 11, 119–129. <https://doi.org/10.2147/ccide.s204986>.
- 32.** Sharafeddin, F., & Shoale, S. (2018). Effects of Universal and Conventional MDP Primers on the Shear Bond Strength of Zirconia Ceramic and Nanofilled Composite Resin. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)*, 19(1), 48–56.
- 33.** Tabatabaei, M. H., Chiniforush, N., & Namdar, S. F. (2018). Effects of different ceramic primers and surface treatments on the shear bond strength of restorative composite resin to zirconium. *LASER THERAPY*, 27(2), 111–117. <https://doi.org/10.5978/islsm.18-or-10>.
- 34.** Yoshida, K. (2020). Effect of 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate concentrations in primers on bonding resin cements to zirconia. *Journal of Prosthodontics*, 30(4), 356–362. <https://doi.org/10.1111/jopr.13255>.
- 35.** Yue, X., Hou, X., Gao, J., Bao, P., & Shen, J. (2019). Effects of MDP-based primers on shear bond strength between resin cement and zirconia. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 17(5), 3564–3572. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7382>.