



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

EFECTO DEL ARENADO EN LA RESISTENCIA DE LA CEMENTACIÓN ADHESIVA DE RESTAURACIONES REALIZADAS CON CIRCONIO. REVISIÓN SISTEMÁTICA.

EFFECT OF SANDBLASTING ON THE STRENGTH OF ADHESIVE CEMENTATION OF CIRCONIA RESTORATIONS. A SYSTEMATIC REVIEW.

Navarro, C.¹, Zuleta, C.¹, Ávila, C.², Bader, M.³

1. Cirujano Dentista Egresadas de la Escuela de Odontología de la Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales, Santiago de Chile.
2. Especialista y Profesora del Área de Metodología de la Investigación, de la Escuela de Odontología de la Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales, Santiago de Chile.
3. Especialista, Magíster y Profesor del Área de Simulación Clínica de la Escuela de Odontología de la Facultad de Salud y Odontología, Universidad Diego Portales, Santiago de Chile.

Correspondencia: marbader@yahoo.com

Volumen 10.
Número 3.
Septiembre - Diciembre 2021

Recibido: 02 julio 2021
Aceptado: 28 julio 2021

RESUMEN

Dado que las restauraciones realizadas con Cerámicas Circoniosas no pueden ser grabadas con ácido fluorhídrico, el propósito de este estudio fue establecer si existe evidencia que permita validar el arenado como medio de acondicionamiento para generar una superficie microrretentiva en el Circonio y permitir una cementación adhesiva.

Material y método: Se realizó una búsqueda de la literatura en inglés para identificar todas las publicaciones que informaran sobre el efecto del arenado sobre la superficie de las restauraciones de Circonio. Cuatro revisores realizaron de forma independiente la información del estudio y las evaluaciones de la calidad metodológica. Las palabras clave utilizadas fueron: "Circonio, Cementación Adhesiva, arenado". Además, la función "Artículos relacionados" de PubMed se utilizó para identificar otras referencias de interés dentro de la búsqueda principal. Luego de la aplicación de los criterios de exclusión, se acotó la lista definitiva de artículos para extraer los datos y se analizaron los resultados.

Resultados: En total, se identificaron 950 artículos en la primera fase de revisión, de los cuales se eliminaron 277 estudios duplicados. Luego del primer filtro, se excluyeron 628 de acuerdo a los criterios de exclusión y 48 se consideraron relevantes, los cuales fueron analizados in extenso, y de acuerdo a los objetivos del estudio, se consideraron 14 para ser incluidos en esta revisión.

Conclusiones: El arenado aumenta los valores de resistencia adhesiva de restauraciones de Circonio cementadas adhesivamente pero sin alcanzar los valores que muestran el grabado de vitrocerámicas con ácido fluorhídrico o el grabado de las estructuras dentarias.

Palabras clave: Restauraciones de Circonio, cementación adhesiva, arenado.

ABSTRACT

Restorations made with zirconia cannot be etched with hydrofluoric acid, then, sandblasting of their surface was implemented to be able to adhesively luting them to the dental structures. Therefore, the purpose of this study was to establish whether there is evidence to validate this procedure to generate a microretentive surface in the Zirconia to allow adhesive cementation.

Materials and methods: An electronic search of dental literature in English was carried out to identify all publications that reported on the effect of sandblasting on the surface of Zirconia restorations. Four authors independently performed study information extraction and methodological quality assessments. The keywords searched were: "Zirconia restorations, Adhesive Cementation, sandblasting". In addition, PubMed's "Related Articles" function was used to identify more references of interest within the main search. After applying the exclusion criteria, the definitive list of articles was narrowed down to extract qualitative data and the results were analyzed.

Results: In total, 950 articles were identified in the first review phase, of which, 277 duplicate studies were eliminated. After the first filter, 628 were excluded according to the exclusion criteria and 48 were considered relevant, which were analyzed extensively, and according to the objectives of the study, 14 were considered to be included in this review.

Conclusions: The use of sandblasting increases the adhesive bond strength values of adhesively cemented Zirconia restorations but without reaching the values shown by ceramics etched with hydrofluoric acid or tooth structures etched with phosphoric acid.

Keywords : Zirconia restorations, adhesive luting, sandblasting y sandblast.



INTRODUCCIÓN

La Odontología restauradora, definida como la especialidad de la Odontología que estudia, diagnostica, trata y realiza un pronóstico de las piezas dentarias que presentan una falta o pérdida de sus estructuras normales, se centra en como enfocar el manejo de ellas para mantener o recuperar su salud integral¹, buscando entre otros objetivos, devolver forma y función de las estructuras dañadas o deficientes, ya sea mediante procedimientos directos o indirectos.²

Dentro de los materiales utilizados para la confección de restauraciones indirectas encontramos las cerámicas, materiales que han ido evolucionando y mejorando sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, dando paso a un número creciente de sistemas cerámicos libres de metal que están disponibles hoy en día para su uso clínico³.

En general, las cerámicas de uso Odontológico presentan una estructura interna constituida por dos fases:

- Una Fase vítrea, cuyos átomos se encuentran desordenados.
- Una Fase cristalina, cuyos átomos se encuentran organizados en una red cristalina altamente ordenada⁴.

Regulando la cantidad de las fases vítrea y cristalina, se determinan sus propiedades físicas y mecánicas finales. Una mayor cantidad de fase vítrea permitirá obtener una cerámica con mayor translucidez y estética, pero menos resistente, en cambio si hay una mayor cantidad de fase cristalina se obtiene una cerámica más resistente pero más opaca y menos estética.⁴

En virtud de lo anterior, las cerámicas las podríamos clasificar principalmente en 3 grandes grupos:

Cerámicas de matriz vítrea o predominantemente vítreas: que contienen una proporción importante de fase vítrea y se utilizan ampliamente por sus propiedades ópticas de alta estética y resistencia mecánica adecuada. Se caracterizan además por ser cerámicas sensibles a la acción del ácido fluorhídrico lo que permitiría integrarlas adhesivamente con las estructuras dentarias.⁴

Cerámicas policristalinas o Cerámicas de óxidos: que no contienen fase vítrea o esta se encuentra en una mínima cantidad, por lo tanto, no reaccionan ante los protocolos de grabado con ácido fluorhídrico. Se utilizan principalmente para la fabricación de estructuras de alta resistencia. Dado que pueden tener limitaciones en cuanto a estética, en muchos casos son recubiertas con cerámicas vítreas.⁵

Cerámicas híbridas o de matriz de resina: desarrolladas más recientemente, buscan lograr un comportamiento biomecánico que sea más tolerable tanto por las estructuras dentarias como por los tejidos de sostén y consisten en matrices de polímeros que contienen compuestos refractarios predominantemente inorgánicos que pueden incluir porcelanas, vidrios, cerámicas y vitrocerámicas.

Dentro de las cerámicas antes clasificadas, en la actualidad las circoniosas son uno de los materiales libres de metal más utilizados en rehabilitación oral, ya que cumplen con los requisitos adecuados de resistencia mecánica para esta función.⁶

Características y propiedades

El circonio puro se encuentra en tres formas alotrópicas: monoclinica, que es estable hasta 1.170°C, temperatura a partir de la cual se transforma en tetragonal, y luego cúbica cuando la temperatura supera los 2.370°C. Este cambio de estructura es reversible a medida que baja la temperatura y provoca cambios dimensionales que pueden producir grietas en el material pero también, un gran aumento de volumen (4%). Este aumento de volumen puede cerrar las grietas, lo que resulta en el aumento de la resistencia a la fractura del material. Pero para ello se requiere que las fases tetragonal o cúbica se establezcan a temperatura ambiente, lo que se logra aleando el circonio puro con óxidos de itrio, magnesio, calcio y cerio.⁵

Este mecanismo de refuerzo, denominado “transformación resistente” fue descubierto por Garvie & cols. en 1975 y consiste en que el circonio parcialmente estabilizado, ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta, sufre una transformación de fase cristalina, pasando de una forma tetragonal a una monoclinica, adquiriendo un volumen mayor. De este modo, se aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura. Esta propiedad les confiere a estas cerámicas una resistencia a la flexión entre 1000 y 1500 MPa, superando ampliamente al resto de porcelanas, lo cual ha llevado a que estos sistemas sean muy utilizados para elaborar prótesis cerámicas libres de metal en zonas de alto compromiso mecánico.⁴

Según el esquema de estabilización utilizado y por lo mismo, de acuerdo con su microestructura, podemos encontrar 3 tipos de Cerámicas Circoniosas:

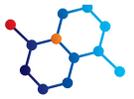
- a. Circonio totalmente estabilizado (FSZ), donde el circonio está en su forma cúbica y contiene más de 8% en moles de óxido de itrio (Y₂O₃).⁵
- b. Circonio parcialmente estabilizado (PSZ), que está formado por partículas tetragonales o monoclinicas de tamaño nanométrico en una matriz cúbica.⁵
- c. Policristales tetragonales de circonio (TZP), son materiales para uso en estructuras monolíticas, estabilizados con mayor frecuencia el itrio o cerio.⁵

Las Cerámicas Circoniosas para uso Odontológico son del tipo TZP y más comúnmente Y-TZP, ya que esta forma tiene la mayor resistencia a la fractura después de su mecanizado y la sinterización.⁵

Seleccionado el material para confeccionar una restauración y una vez aprobado el trabajo que llega del laboratorio, el siguiente paso es su cementación, que se define como el acto clínico de fijar una restauración indirecta en la preparación dentaria, con la finalidad de mantenerla in situ, sellar la interfaz, sellar los túbulos dentinarios y tener un control bacteriano.³

Esta cementación se puede realizar de dos formas: convencional y adhesiva.

Cementación convencional: que utiliza cementos dentales fraguables y la restauración es retenida en la preparación dentaria gracias al diseño de ésta y sobre la base de la penetración del cemento en las irregularidades de las superficies dentarias y del material restaurador, trabándose micromecánicamente lo que



impide su separación o deslizamiento, siempre y cuando la restauración esté bien ajustada a la preparación dentaria.^{7,8}

Cementación adhesiva: que busca que la restauración se mantenga en posición gracias a una articulación adhesiva mediada por un cemento a base de resina compuesta, el cual requiere de un tratamiento adhesivo tanto de las superficies dentarias como del material. El acondicionamiento del material debe realizarse de manera específica según el tipo de material de la restauración.⁹ Los tratamientos de superficie aplicados a las vitrocerámicas, que implican su grabado ácido y silanización, no son aplicables a las cerámicas circoniosas debido a la ausencia de matriz vítrea y a su naturaleza completamente inerte que la convierte en una superficie de muy baja reactividad, por lo que se ha buscado a través del arenado lograr una superficie que permita su cementación adhesiva.¹⁰

ARENADO DEL CIRCONIO

El arenado es un método de tratamiento que se emplea para generar micro irregularidades y aumentar la superficie de contacto, para permitir que el cemento de resina compuesta pueda adherirse de mejor forma en allí.⁶

Dado que la ausencia de sílice en el circonio hace que sea difícil establecer una fuerza de unión idónea con el cemento de resina compuesta, una alternativa al arenado es el tratamiento triboquímico, que consiste en un arenado con partículas de alúmina modificadas con sílice, que impactan la superficie a alta velocidad y penetran hasta 15 micras en el circonio. La alúmina se desprende y deja las superficies infiltradas con la sílice que podría ser silanizada, favoreciendo así la unión con el cemento resinoso.³ El primer sistema triboquímico para uso odontológico (sistema Rocatec™, 3M ESPE, Seefeld, Alemania), fue introducido en 1989 y buscaba crear enlaces químicos mediante la aplicación de energía cinética en forma de chorro de arena, sin calor o luz adicional. Sin embargo, se le atribuyen dos posibles desventajas: una es la posibilidad de propagación de grietas subcríticas dentro de la superficie del circonio en caso de restauraciones delgadas, y la otra, el potencial de eliminar una cantidad significativa de material que podría afectar su adaptación clínica.¹¹

La superficie generada por ambos métodos podría mejorar la unión cerámica-resina al incrementar la rugosidad superficial y el área de adhesión, remover cualquier contaminante orgánico de la superficie cerámica, para así mejorar la humectabilidad de los adhesivos y el material de cementación.¹⁰

Sin embargo, otros estudios demuestran que cuando las estructuras de circonio son arenadas, se observan disminuciones significativas de los valores de resistencia a la flexión y resistencia a la fractura de las cerámicas de circonio estabilizado con itrio, posiblemente debido al incremento en la fase monoclinica.¹²

Debido a esta dualidad de conceptos, y a la falta de información clínica sobre los reales efectos del arenado en el circonio para generar una superficie micro retentiva, algunos fabricantes de cerámica de circonio no recomiendan el arenado previo a la cementación.¹⁰

Dado que la evidencia existente aún no permite establecer un consenso frente al uso del arenado⁶ y la controversia existente acerca de su efectividad para permitir una cementación adhesiva, el presente estudio buscó determinar a través de una revisión sistemática de la información publicada en los últimos 10 años sobre el tema, si existe evidencia científica suficiente para validar este procedimiento o de lo contrario, para descartarlo como medio de tratamiento previo a la cementación de restauraciones de cerámicas a base de circonio y utilizar la cementación convencional para este tipo de restauraciones.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática para identificar y analizar la evidencia disponible para determinar si el arenado, como tratamiento de superficie en las restauraciones de circonio, permite lograr una adhesión eficaz que permita la cementación adhesiva de ellas.

Criterios de inclusión:

- Estudios experimentales in vitro.
- Estudios en idioma inglés.
- Estudios que asocien el arenado y el grado de adhesión logrado.
- Estudios en los cuales los resultados sean medidos en Megapascuales.
- Estudios en los que se evalúen los resultados con pruebas de tracción, micro tensión y cizallamiento.

Criterios de exclusión:

- Revisiones de la literatura, revisiones sistemáticas y otras síntesis de evidencia (e.g broad synthesis).
- Estudios en humanos.
- Estudios en los cuales los resultados sean medidos en Kg/cm².
- Uso de Agentes Imprimantes. (Para limitar el resultado exclusivamente al efecto del arenado y no influenciada por otros elementos)

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda de evidencia en las bases de datos: Pubmed/ medline, Cochrane database (CENTRAL), Embase, EBSCO y Scielo, desde el 2010 hasta Enero del 2020, mediante una estrategia de búsqueda sensible (Tabla1.) con la utilización de operadores booleanos y diferentes keywords.

PLAN DE ANÁLISIS

Luego de la búsqueda en las bases de datos señaladas, el primer filtro fue efectuado evaluando todos los artículos por su título y resumen de manera individual y luego por los revisores en su conjunto, descartando aquellos en los que hubo desacuerdo. En el segundo filtro, los artículos elegidos por los revisores se analizaron en su texto completo, registrando en una planilla Excel: título, tipo de muestra de circonio, tipo de tratamiento superficial, tipo de prueba y los resultados. Posteriormente se realizaron dos tablas resumen que incluyeron los datos registrados, esto con el fin de realizar una comparación de los diferentes artículos analizados, la cual será descrita en la sección de resultados del presente estudio.



RESULTADOS

Los resultados de esta búsqueda se presentan en un diagrama de flujo, el cual muestra el número de artículos encontrados y los pasos del proceso de selección (Figura 1)

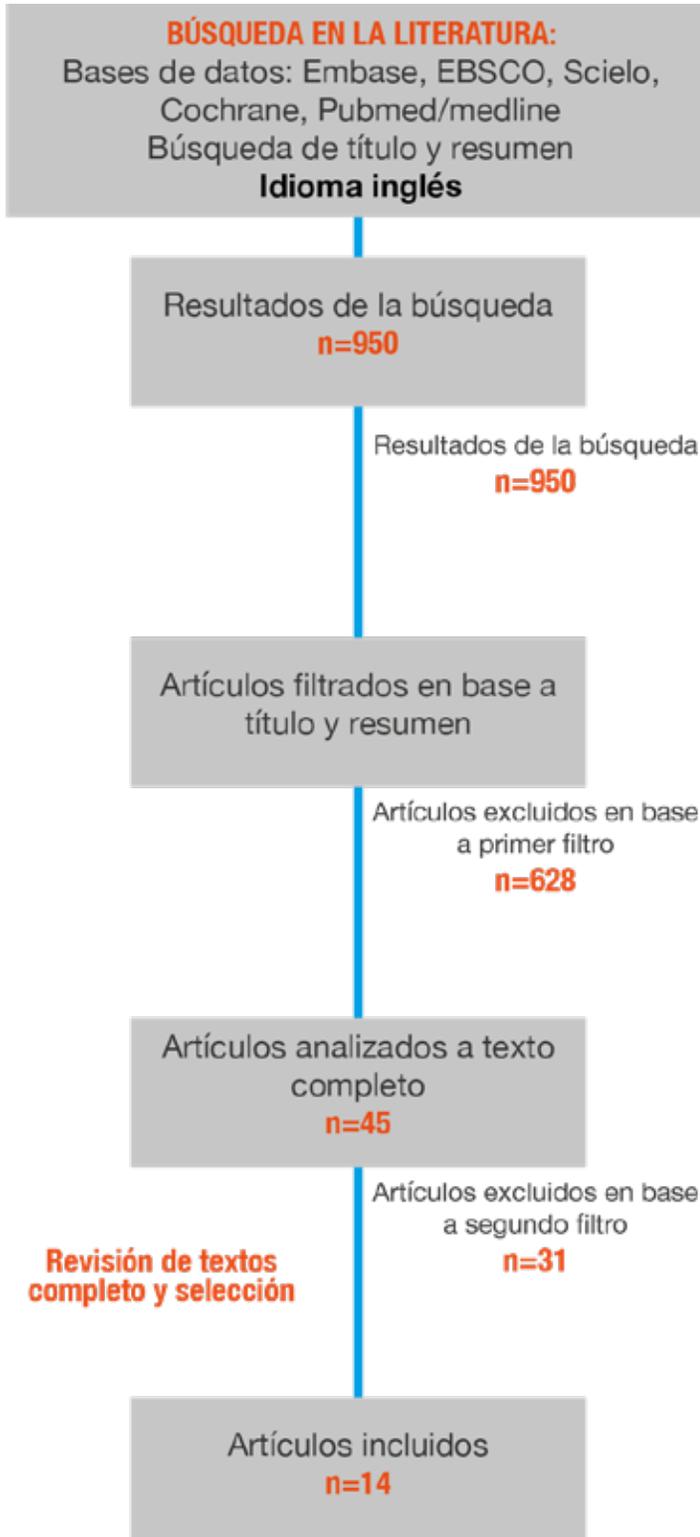


Fig. 1: Diagrama de flujo

De acuerdo a lo establecido en la fig 1, se identificaron 950 artículos, de los cuales se eliminaron 277 artículos duplicados. A partir de ese primer filtro, se excluyeron 628 artículos según título/resumen, quedando 45 artículos que se consideraron relevantes. Analizados estos 45 artículos potenciales en su texto completo y siguiendo los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron un total de 14 artículos para ser incluidos en la presente revisión. Las principales razones de la exclusión en texto completo fueron:

- Los estudios no cumplieron con los criterios de inclusión.
- Los estudios evaluaban la resistencia de unión en cerámicas de recubrimiento.
- Los estudios evaluaban la resistencia de unión en implantes.
- Los estudios evaluaban la resistencia de unión en tratamientos de ortodoncia.
- Dificultades para determinar el resultado final y la información de los procesos correspondientes no fue clara.
- Los estudios no tenían un grupo de control.

En la tabla N° 1 se muestran los resultados promedios, de todos los estudios considerados en la revisión, de la resistencia adhesiva lograda con y sin arenado de la superficie del circonio.

Superficie sin arenar	Superficie Arenada
6,97 Mpa	13,98 Mpa

Tabla N° 1. Resistencia adhesiva promedio en Mpa

Los resultados anteriores corresponden al promedio observado en los estudios realizados en las 14 publicaciones incluidas de acuerdo a la metodología utilizada en la revisión sistemática, la que se muestra en un diagrama de flujo, el cual establece el número de artículos encontrados y los pasos del proceso de selección (Figura 1).

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tipo muestra de circonio utilizado en los estudios:

Entre las cerámicas circoniosas utilizadas en los estudios, el óxido de circonio Y-TZP fue el más utilizado, ya que esta forma tiene la mayor resistencia a la fractura después del mecanizado y la sinterización⁵. Del total de estudios analizados, 11 utilizaron el Y-TZP en sus estudios 3,14-23. El resto de los estudios, utilizaron PSZ24-26 y FSZ26. Todos los materiales utilizados en los estudios incluidos se resumen en la Tabla 2.

Tratamiento de superficie utilizado:

Como se observa en la Tabla 2, todos los estudios incluidos evaluaron el arenado con partículas de alúmina como mecanismo para el tratamiento de superficie de las cerámicas (13-26). El procedimiento de arenado varió en el tamaño de la partícula, la distancia a la que se aplicó, la presión aplicada y el tiempo del arenado.

- En relación al tamaño de partículas, 3 estudios utilizaron un tamaño de grano de 25 μm ^{15,18,19}; 10 estudios utilizaron un tamaño de grano de 50 μm ^{14,15,17, 19,21-26} y 6 estudios utilizaron un tamaño de grano de 110 μm .^{13,15-17,20 y 23}

- En relación a la presión, 3 estudios arenaron a 1 Bar^{19,23,24}, 3 estudios arenaron a 2 Bar^{14,24,26}, 3 estudios arenaron a 2.5 Bar^{15,20,21}.



Título	Prueba
Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation (Akyil et al., 2010).	SBS.
Evaluation of shear bond strength of zirconia-based monolithic CAD-CAM materials to resin cement after different surface treatments (Altan et al., 2019).	SBS.
Effects of alumina-blasting pressure on the bonding to super/ultra-translucent zirconia (Aung et al., 2019).	TBS.
In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. (Blatz et al., 2010).	SBS.
Influence of Surface Treatment on the Bond Strength of Resin Cements to Monolithic zirconia. (Elsaka, 2016).	uTBS.
Influence of sandblasting granulometry and resin cement composition on microtensile bond strength to zirconia ceramic for dental prosthetic frameworks (Gomes et al., 2013).	uTBS.
Effect of air abrasion particles on the bond strength of adhesive resin cement to zirconia core. (Külünk et al., 2011).	SBS.
Effect of airborne particle abrasion and sintering order on the surface roughness and shear bond strength between Y-TZP ceramic and resin cement. (Okutan et al., 2019).	SBS.
Effect of different surface treatments on the bond strength of a resin cement in zirconia frameworks (Pardo et al. 2016).	SBS.
Early bond strength to low-pressure sandblasted zirconia: evaluation of a self-adhesive cement (Re et al., 2012).	SBS.
Surface roughness and bond strength between Y-TZP and self-adhesive resin cement after air particle abrasion protocols (Sousa et al., 2016).	SBS.
Resin cementation of zirconia ceramics with different bonding agents (Tanış et al, 2015).	SBS.
The Effect of Sandblasting and Different Primers on Shear Bond Strength Between Ytria-tetragonal zirconia Polycrystal Ceramic and a Self-adhesive Resin Cement (Yi et al., 2015).	SBS.
Does the bond strength of highly translucent zirconia show a different dependence on the airborne-particle abrasion parameters in comparison to conventional zirconia? (Zhao et al., 2020).	SBS.

Tabla 2: Características de los estudios incluidos

3 estudios arenaron a 2.8 Bar^{13,19,25}, 3 estudios arenaron a 3 Bar^{16,17,23}, 1 estudio arenó a 3.5 Bar²², 2 estudios arenaron a 4 Bar^{17,24}, 1 estudio arenó a 4.5 Bar¹⁸ y 1 estudio arenó a 6 Bar²³.

- En relación a la distancia, 1 estudio trabajó a 0 mm²⁰, 12 estudios trabajaron a 10 mm^{13-16,18-25}, 1 estudio trabajó a 15 mm²⁶ y 1 estudio trabajó a 20mm¹⁷.

- En relación al tiempo, 1 estudio arenó durante 5 segundos²⁰; 2 estudios arenaron durante 10 segundos^{20,23}, 1 estudio arenó durante 12 segundos²⁵, 6 estudios arenaron durante 15 segundos^{13,14,16,17,21,22} y 5 estudios arenaron durante 20 segundos^{15,19,23,24,26}, Solo 1 estudio no especificó el tiempo de arenado.¹⁸

Entre los artículos incluidos, 8 estudios evaluaron también el tratamiento triboquímico (TT) como tratamiento de superficie^{13,14,16,18,26,20,22}. En estos estudios también se analizaron las mismas variables:

- En relación con el tamaño de partículas, 7 estudios utilizaron un tamaño de grano de 30 um^{13,14,16,18,26,22} y 1 estudio utilizó un tamaño de grano de 110 um.²⁰

- En relación con la presión, 1 estudio arenó a 2 Bar,²² 2 estudios arenaron a 2.8 Bar^{13,14}, 2 estudios arenaron a 2.5 Bar,^{26,20} 2 estudios arenaron a 3 Bar^{16,22} y 1 estudio arenó a 4.5 Bar.¹⁸

- En relación con la distancia, 1 estudio trabajó a 0 mm,²⁰ 6 estudios trabajaron a 10mm^{13,14,26,18,22} y 1 estudio no especificó la distancia utilizada.²²

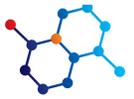
- En relación con el tiempo, 1 estudio arenó durante 5 segundos²⁰, 1 estudio arenó durante 10 segundos²⁰, 5 estudios arenaron durante 15 segundos.^{13,14,16,22,26} Solo 1 estudio no especificó el tiempo de arenado (Pardo et al. 2016).

Prueba de Resistencia adhesiva utilizada:

La prueba SBS (cizallamiento) fue utilizada en 11 estudios y fue el método de prueba más utilizado^{13,14,16-23,25}. Esta prueba es una de las más simples y ampliamente utilizada, y consiste en romper la



Título	Resultados
Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal circonio ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation(Akyil et al., 2010).	- Hubo diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de tratamiento de superficies en los valores de resistencia de la unión ($p < 0.05$).
Evaluation of shear bond strength of circonio-based monolithic CAD-CAM materials to resin cement after different surface treatments (Altan et al., 2019).	- Los resultados mostraron que tanto el tratamiento de la superficie como el tipo de material CAD-CAM tuvieron un efecto significativo en los valores de resistencia de la unión ($p < 0.05$). - Los valores de resistencia de la unión alcanzados en los grupos con tratamiento triboquímico fueron significativamente más altos en comparación con el arenado con partículas de alúmina para bloques de circonio Y-TZP y circonio monolítico.
Effects of alumina-blasting pressure on the bonding to super/ultra-translucent circonio (Aung et al., 2019).	- El arenado con partículas de alúmina a 1 Bar mejoró la resistencia adhesiva, pero esta no fue significativa ($p > 0.05$). - El arenado con partículas de alúmina a 2 y 4 Bar fueron significativamente mayores en comparación al grupo control ($p < 0.05$). - La presión de 4 Bar obtuvieron la resistencia adhesiva más alta en comparación con cualquier otra presión probada.
In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion (Blatz et al., 2010).	- Todos los cementos de prueba revelaron una mayor fuerza de unión a las superficies de circonio arenadas con partículas de alúmina que a las superficies sin tratar.
Influence of Surface Treatment on the Bond Strength of Resin Cements to Monolithic circonio (Elsaka, 2016).	- Los valores de resistencia de la unión alcanzados en los grupos de arenado con partículas de alúmina y tratamiento triboquímico fueron significativamente más altos en comparación con los grupos de control para ambos tipos de sistemas de resina de cementación / circonio monolítico ($p < 0,001$). - Para ambos sistemas de cemento de resina /circonio monolítico, el tratamiento de la superficie con tratamiento triboquímico produjo una mayor fuerza de adhesión que con el arenado con partículas de alúmina ($p < 0,001$).
Influence of sandblasting granulometry and resin cement composition on microtensile bond strength to circonio ceramic for dental prosthetic frameworks (Gomes et al., 2013).	- Tanto el tratamiento superficial de circonio ($p < 0.01$) y el cemento ($p < 0,001$) influyeron en la fuerza de unión. Las interacciones fueron significativas ($p < 0,05$).
Effect of air abrasion particles on the bond strength of adhesive resin cement to circonio core (Külünk et al., 2011).	- Tanto el arenado con partículas de alúmina como el tratamiento triboquímico tuvieron una resistencia adhesiva más alta en comparación con el grupo control ($p < 0.05$). - El tratamiento triboquímico produjo una mayor resistencia adhesiva en comparación con el arenado con partículas de alúmina ($p < 0.05$).
Effect of airborne particle abrasion and sintering order on the surface roughness and shear bond strength between Y-TZP ceramic and resin cement (Okutan et al., 2019).	- Todos los grupos tratados mostraron valores de SBS más altos que el grupo control ($p < 0.05$). - No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos pre sinterizados y sinterizados ($p > 0.05$). - La presión y el tamaño de las partículas tuvieron un efecto leve pero no significativo en los valores de SBS ($p > 0.05$).
Efect of different surface treatment on the bond strength of a resin cement in circonio frameworks (Pardo et al., 2016).	- Todos los grupos tratados mostraron valores de SBS más altos que el grupo control. - Las resistencias al cizallamiento fueron significativamente mejores con el tratamiento triboquímico en comparación con el grupo de control ($p = 0.001$).
Early bond strength to low-pressure sandblasted circonio: evaluation of a self-adhesive cement (Re et al., 2012).	- Los grupos arenados con partículas de alúmina fueron significativamente mejores en comparación al grupo de control ($p < 0.001$). - Aunque el arenado con partículas de alúmina a baja presión produjo una desviación estándar menor, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos arenados con partículas de alúmina ($p = 0.8580$).



<p>Surface roughness and bond strength between Y-TZP and self-adhesive resin cement after air particle abrasion protocols</p> <p>(Sousa et al., 2016).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los grupos tratados mostraron valores de SBS más altos que el grupo control. - Solo el factor de partículas ($p < 0.0001$) influyó en los valores de SBS. - Los factores distancia ($p = 0.6161$) y duración ($p = 0.7574$), así como la interacción entre los factores, no afectaron los valores de SBS. - El tratamiento triboquímico independientemente de la distancia y la duración, promovieron mayores valores de SBS que el arenado con partículas de alúmina. ($p < 0.0001$).
<p>Resin cementation of circonio ceramics with different bonding agents</p> <p>(Taniş et al, 2015).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los métodos de tratamiento de superficies probados mostraron valores de resistencia a la adherencia al cizallamiento estadísticamente más altos que los del grupo de control ($p < 0.05$). - La mejora lograda por el arenado con partículas de alúmina fue menor que la mostrada por los otros métodos probados.
<p>The Effect of Sandblasting and Different Primers on Shear Bond Strength Between Ytria-tetragonal circonio Polycrystal Ceramic and a Self-adhesive Resin Cement</p> <p>(Yi et al., 2015).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El arenado con partículas de alúmina y el tratamiento triboquímico fueron más efectivos que el grupo de control ($p < 0.05$). - No existen diferencias significativas entre el arenado con partículas de alúmina y el tratamiento triboquímico.
<p>Does the bond strength of highly translucent circonio show a different dependence on the airborne-particle abrasion parameters in comparison to conventional circonio?</p> <p>(Zhao et al., 2020).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En resumen, el arenado mejoró el SBS tanto del circonio convencional como del circonio altamente translúcido, pero los dos materiales mostraron reacciones diferentes al cambio en tres parámetros de arenado con partículas de alúmina, lo que se atribuye a sus propiedades químicas y mecánicas únicas.

Tabla 3: Descripción comparativa entre estudios con diferencias significativas de los resultados

unión a través de una fuerza aplicada paralelamente a la interfaz adhesiva. Las muestras son unidas a una superficie plana por medio de un adhesivo, en la que se aplicará una carga a través de un alambre o una matriz de acero acoplada a una máquina de ensayo universal, induciendo a la desunión de las muestras a través de una tensión de cizallamiento²⁷.

La prueba uTBS (microtensión) se realizó en 2 estudios^{15,26}. En esta prueba las muestras son tensionadas (estiradas) en una dirección axial mediante un probador de tensión, a una tensión promedio constante^{28,29}.

Solo un estudio utilizó la prueba TBS o tracción convencional²⁴, es decir, se aplica una o varias fuerzas externas que van a tratar de estirar el material hasta llegar a su separación. Las muestras se colocan en forma vertical, las cuales se sujetan en sus extremos entre dos accesorios llamados “agarres o mordazas” y se comienza a aplicar una fuerza externa por uno de los extremos de la muestra a una velocidad lenta y constante, mientras que el otro extremo permanece fijo³⁰.

Las pruebas antes mencionadas se muestran en la Tabla 2. de este estudio.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN LOS ESTUDIOS ANALIZADOS

En los 14 estudios incluidos en la revisión, se observó que en la mayoría de los grupos en que se aplicó arenado con alúmina o tratamiento triboquímico, tuvieron una mayor resistencia adhesiva

en comparación con el grupo control^{13-15-17-20,21-26}. Sin embargo, en algunos estudios se presentaron resultados que fueron menores en comparación al grupo control.^{15,23}

Extracción de datos:

El resumen de los resultados de los estudios incluidos se describe en la Tabla 3.

La mayoría de los estudios incluidos en esta revisión, concluyen que hay un aumento de la resistencia adhesiva de cementación cuando se utiliza arenado de partículas de alúmina o tratamiento triboquímico en comparación a los grupos sin intervenir^{13-17,19,20-26}.

De los estudios analizados, 4 presentaron, dentro de sus grupos, diferencias significativas entre el arenado y el tratamiento triboquímico, teniendo mayor resistencia adhesiva de cementación este último^{14,16,20,26}. Sin embargo, 3 estudios no presentaron dentro sus grupos diferencias significativas en la resistencia adhesiva de cementación entre ambos tipos de intervención^{13,18,22}.

Con respecto al tamaño de las partículas de alúmina, 4 estudios presentaron un aumento en la resistencia adhesiva mientras mayor fue el tamaño de la partícula de alúmina^{15,17,19}.

En relación con la presión que se utiliza en el arenado con partículas de alúmina, solo dos estudios presentaron aumento de la resistencia adhesiva a medida que se aumentó la presión^{23,24}. En cambio, en los otros estudios este aumento no fue significativo^{17,19}.



DISCUSIÓN

El propósito de esta revisión sistemática fue recopilar, identificar y analizar los datos disponibles en la literatura, en relación a si el arenado permite aumentar la resistencia de unión de los cementos de resina compuesta a las restauraciones realizadas con circonio.

El éxito a largo plazo de las restauraciones a base de circonio dependerá del grado de adhesión logrado entre el cemento de resina compuesta y la superficie de la cerámica. Dado que este tipo de materiales no puede ser grabado con ácido Fluorhídrico, se ha recurrido al arenado para lograr esa ansiada adhesión. Sin embargo, si el cemento no se adhiere eficazmente a la superficie arenada, las microgrietas provocadas por el arenado en la superficie de la cerámica podrían progresar en el material provocando la fractura de la restauración¹⁴.

Para evaluar la resistencia adhesiva, algunos autores eligieron la prueba μ TBS^{15,26}, sin embargo, la mayoría de los estudios utilizaron pruebas de resistencia al cizallamiento, porque desde el punto de vista de la Ingeniería, es el método de prueba más eficaz para evaluar resistencia adhesiva, ya que a través de esta prueba se tensiona directamente la interfaz adhesiva²¹.

De acuerdo a los resultados observados, la mayoría de los estudios incluidos en la revisión, describen una mejora en la resistencia adhesiva cuando se utiliza un tratamiento de superficie ya sea con arenado mediante óxido de aluminio o con un tratamiento triboquímico^{13,14,16-22,25,26}, estableciendo que la resistencia adhesiva sería dependiente del tamaño de partícula utilizadas en el arenado^{15,19,23}.

Los resultados de los estudios analizados no son concluyentes para establecer una correlación con la presión ejercida durante el arenado con alúmina y el valor de resistencia adhesiva obtenido, ya que mientras algunos lo establecen así^{23,24}, otros estudios señalan que el aumento de la presión no incide en el aumento de la resistencia adhesiva¹⁷.

En cuanto al tipo de arenado aplicado, tampoco es concluyente que haya diferencias entre arenado convencional y tratamiento triboquímico, habiendo solo 4 estudios que demuestran que el tratamiento triboquímico logra una resistencia adhesiva mayor en comparación con el arenado con partículas de alúmina^{14,16,20,26}, mientras que otros 3 estudios no evidenciaron diferencias significativas en la resistencia adhesiva lograda con ambos tratamientos^{13,18,22}.

Según los estudios incluidos en la presente revisión existiría una asociación entre el arenado de la superficie del circonio, ya sea con partículas de alúmina o tratamiento triboquímico, con el aumento en el grado de adhesión al utilizar cementos de resina compuesta de activación dual. A pesar de que en la mayoría de los estudios analizados se concluye que el arenado es un buen método para mejorar la cementación adhesiva de estructuras de circonio, se requieren estudios clínicos antes de que se desarrolle un protocolo de cementación universal y confiable para la unión óptima de circonio a estructuras dentarias.^{31,32}

A pesar de que todos los estudios analizados fueron realizados invitro, los resultados de esta revisión pueden aportar conclusiones para apoyar la toma de decisiones en la práctica clínica de los profesionales odontólogos, pero siempre teniendo en consideración que, dado que los test se realizan con un ambiente y materiales idóneos para el estudio, pero no en la cavidad oral directamente, podrían existir variables que de no ser controladas adecuadamente, ya sea durante la prueba de la restauración o durante la cementación, podrían generar diferencias significativas en el resultado de la adhesión obtenida, independientemente del tratamiento aplicado a la superficie de la restauración.^{32,33}

CONCLUSIONES

De acuerdo con la metodología utilizada en esta revisión, al análisis y comparación de todos los estudios incluidos, se podría concluir que:

1. El arenado previo de la superficie del circonio permite un aumento en la resistencia adhesiva durante los protocolos de cementación.
2. No es concluyente que la presión utilizada para realizar el arenado con alúmina incida en la resistencia adhesiva de los cementos sobre la superficie del circonio.
3. El tratamiento triboquímico podría mejorar la resistencia adhesiva entre el circonio y los cementos de resina compuesta al compararla con el grupo control.



REFERENCIAS

- Nocchi Conceição, E. *Odontología Restauradora: salud y estética*. 2ª ed. 2008.
- Dávila D, Farfán Karina. Restauraciones indirectas: análisis comparativo en elemento finito de inlays y overlays en premolares con cavidades mod restauradas con cerámico y cerámica, *Odontología* 2015, Vol. 17: 117-125.
- Corts J P, Abella R. Protocolos de cementado de restauraciones cerámicas. *Actas Odontológicas* 2013, Vol. 10 Núm. 2:37-44.
- Martínez Rus F, Pradés Ramiro G, Suárez García Ma Jesús y Rivera B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE*, 2007, Vol. 12, Num 4, 253-263.
- Gracis S, Thompson V, Ferencz J, Silva N & Bonfante E. A New Classification System for All-Ceramic and Ceramic-like Restorative Materials. *The International Journal of Prosthodontics*, 2016;28(3) 227-235.
- Cabello K T, Pérez C V y Fischer J. Evaluación de adhesión entre la superficie de zirconio arenado con óxido de aluminio y resina compuesta. Tesis de Grado, Santiago de Chile, Facultad de Odontología Universidad Finis Terrae, 2018.
- Macchi, R. L. *Materiales Dentales*, Editorial Panamericana, 4ta ed. Buenos Aires, 2007
- Castillo N, Casaux C, Cordova B, Diaz D, Donoso F, et al. *Materiales de Cementación Convencional*. 2012, disponible en <https://es.scribd.com/doc/98122960/Materiales-de-Cementacion-Convencional>
- Muñoz S A L.. Evaluación del grado de adhesión obtenido en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con y sin polimerizar el adhesivo en forma previa. Tesis de Grado, Facultad de Odontología Universidad de Chile, 2012.
- Palomino D M E & Rayo H G Cementation of structures for zirconio-based fixed partial dentures 2013, disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2013000100011&lng=en
- El-Ghany O S A, & Sherief A H). Zirconio based ceramics, some clinical and biological aspects: Review. *Future Dental Journal*, 2016;2(2), 55-64.
- Ramírez J N C, Hurtado J D & Hernández N A O. Efecto del arenado en la resistencia a la flexión y a la fractura de dos zirconios con dos áreas de sección transversa. *Acta Odontológica Colombiana*, 2015;5(1),13-23.
- Akyil M S, Uzun I H & Bayindir F.. Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconio ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation. *Photomedicine and Laser Surgery*, 2010;28(6), 801-808.
- Altan B, Cinar S & Tuncelli B. Evaluation of shear bond strength of zirconio-based monolithic CAD-CAM materials to resin cement after different surface treatments. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 2019;22(11), 1475-1482.
- Gomes A L, Castillo-Oyagüe R, Lynch C D, Montero J & Albaladejo A.). Influence of sandblasting granulometry and resin cement composition on microtensile bond strength to zirconio ceramic for dental prosthetic frameworks. *Journal of Dentistry*, 2013;41(1), 31-41.
- Kulunk S, Kulunk T, Ural C, Kurt M & Baba S.. Effect of air abrasion particles on the bond strength of adhesive resin cement to zirconio core. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2011;69(2) 88-94.
- Okutan Y, Yucel M T, Gezer T & Donmez M B.. Effect of airborne particle abrasion and sintering order on the surface roughness and shear bond strength between Y-TZP ceramic and resin cement. *Dental Materials Journal*, 2019;38(2), 241-249.
- Pardo N P, Araya P L & Pardo M P. Effect of different surface treatments on the bonds strength of a resin cement in zirconio frameworks. *Journal of International Dental & Medical Research*, 2016; 9(1) 1-5.
- Re D, Augusti D, Augusti G & Giovannetti A Early bond strength to low-pressure sandblasted zirconio: evaluation of a self-adhesive cement. *The European Journal of Esthetic Dentistry : Official Journal of the European Academy of Esthetic Dentistry*. 2012;7 (2), 164-175.
- Sousa R S de, Campos F, Sarmento H. R., Alves M L, Dal Piva A M et al: Surface roughness and bond strength between Y-TZP and self-adhesive resin cement after air particle abrasion protocols. *General Dentistry*, 2016 64(5), 50-55.
- Tanis M C, Akay C & Karakis D. Resin cementation of zirconio ceramics with different bonding agents. *Biotechnology, Biotechnological Equipment*, 2015;29(2), 363-367.
- Yi Y A, Ahn J S., Park Y J, Jun S H, Lee IB et al. The effect of sandblasting and different primers on shear bond strength between yttria-tetragonal zirconio polycrystal ceramic and a self-adhesive resin cement. *Operative Dentistry*, 2015;40(1), 63-71.
- Zhao P, Yu P, Xiong Y, Yue L, Arola D & Gao S.. Does the bond strength of highly translucent zirconio show a different dependence on the airborne-particle abrasion parameters in comparison to conventional zirconio? *Journal of Prosthodontic Research*, 2020;64(1), 60-70.
- Aung S S M P, Takagaki T, Lyann S K, Ikeda M, Inokoshi M, Sadr A, et al.. Effects of alumina-blasting pressure on the bonding to super/ultra-translucent zirconio. *Dental Materials*, 2019;35(5), 730-739.
- Blatz M B, Phark, J H, Ozer F, Mante F K, Saleh N, et al. In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. *Clinical Oral Investigations*, 2010;14(2), 187-192.
- Elsaka S E. Influence of Surface Treatments on the Bond Strength of Resin Cements to Monolithic zirconio. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 2016; 18(5), 387-395.
- Viegas R, Análisis comparativo entre los experimentos mecánicos de Cizallamiento y Microcizallamiento. *Acta Od. Ven.* 2008;46 (4).
- Velezmoro, D.. Influencia en la aplicación de dos tipos de silano y un nuevo adhesivo universal en la resistencia de unión de cerámica feldespática en esmalte bovino. (2015) Repositorio Académico UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR. <http://repositorio.cientifica.edu.pe:8080/handle/UCS/82>
- Real Academia de Ingeniería. (n.d.). Test de microtensión. Retrieved November 10, 2020, from <http://diccionario.raing.es/es/lema/test-de-microtension>.
- Ensayo de Tracción. Ensayo, Grafica, Fórmulas, Problemas. (n.d.). from <https://www.areatecnologia.com/materiales/ensayo-de-traccion.html>
- Papia E, Larsson C, du Toit M, Vult von Steyern P. Bonding between oxide ceramics and adhesive cement systems: A systematic review. *J Biomed Mater Res Part B* 2014;102B:395-413
- Tzanakakis EG, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconio restorations? A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2016 Jan;115(1):9-19.
- Christensen G J. BruxZir e IPS e.maxCAD fresado: Resultados muy prometedores de 1 año. Disponible en <http://bruxzirlabsoft-pain.es/estudio-clinico-del-doctor-gordon-j-christensen/> 2014.