



2020/2021

CEMENTACIÓN ADHESIVA DE LAS RESTAURACIONES DE CIRCONA.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN ODONTOLOGÍA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

AUTOR: Francisco José Torrejón Valle

TUTOR: Emilio Jiménez-Castellanos
Ballesteros

CO-TUTORA: Gema Arroyo Cruz



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR./DRA. EMILIO JIMÉNEZ-CASTELLANOS BALLESTEROS, CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA, COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE GRADO Y DR./DRA. GEMA ARROYO CRUZ, PROFESOR/A ASOCIADA ADSCRITA AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA, COMO COTUTOR/A DEL TRABAJO FIN DE GRADO.

CERTIFICAN: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “CEMENTACIÓN ADHESIVA DE LAS RESTAURACIONES DE CIRCONA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA” HA SIDO REALIZADO POR FRANCISCO JOSÉ TORREJÓN VALLE BAJO NUESTRA DIRECCIÓN Y CUMPLE A NUESTRO JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE GRADO.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMAMOS EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 31 DE MAYO DE 2021

D/D^a Emilio Jiménez-Castellanos B.

TUTOR/A

D./D^o Gema Arroyo Cruz

COTUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

Torrejón Valle, Francisco José

con DNI 32072582W alumno/a del Grado en Odontología de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado:

“Cementación adhesiva de las restauraciones de circona. Revisión bibliográfica.”

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso 2020/2021, es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que semodifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla.....2.....de.....Junio.....de 20...21

(Firma del interesado interesado)

Fdo.: *Francisco José Torrejón Valle*

Mi agradecimiento a las personas que han hecho posible el desarrollo de esta revisión bibliográfica, en especial a mi tutor, el Dr. Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros y a mi cotutora Gema Arroyo Cruz porque sin su trabajo, dedicación y ayuda no hubiera sido posible la realización de este trabajo. Así como agradecerles los conocimientos y el apoyo recibido durante los tres cursos anteriores.

También agradecer a mis familiares por el apoyo durante esta etapa de mucho trabajo y esfuerzo. En especial, agradecer a mis padres el gran esfuerzo que han hecho para que pudiera cumplir mi sueño de estudiar Odontología.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
2. 1. RESTAURACIONES DE CIRCONA.....	4
2.1.1. Propiedades	4
2.1.2. Indicaciones.....	6
2.2. ADHESIÓN	7
2.2.1. Tratamiento mecánico	8
2.2.2. Tratamiento químico	10
3. OBJETIVOS.....	11
4. MATERIAL Y MÉTODO.....	11
5. RESULTADO	12
6. DISCUSIÓN.....	24
7. CONCLUSIONES.....	28
8. BIBLIOGRAFÍA	29

1. RESUMEN

Objetivo: Realizar una revisión bibliográfica para determinar los protocolos seguidos para la cementación de restauraciones de circona, así como su idoneidad, supervivencia, resultados y problemas.

Material y método de búsqueda: Se realizó una revisión bibliográfica en la base de datos de PubMed. Estrategia de búsqueda: "Survival rate" AND "monolithic zirconia"; "Zirconia bonding"; "Monolithic zirconia" AND ("single crown" OR "fixed partial denture"); "Adhesive cementation zirconia crown"

Resultados: De un total de 294 artículos de acuerdo con las estrategias de búsquedas formuladas, seleccionamos 119 artículos. De ellos, 16 artículos forman parte de esta revisión bibliográfica. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión.

Conclusiones: Las restauraciones de circona necesitan una preparación de su superficie interna mediante tratamiento mecánico y químico previa a la cementación. Los resultados de la cementación adhesiva presentan altas tasas de éxito debido a la fuerte unión que se produce entre ambos materiales.

Palabras claves: Circona; Tasa de supervivencia; Prótesis parcial fija; Cementación adhesiva.

ABSTRACT

Objective: To carry out a literature review to determine the protocols followed for the cementation of zirconia restorations, as well as their suitability, survival, results and problems.

Materials and search methods: A literature review was performed in the PubMed database. Search strategy: "Survival rate" AND "monolithic zirconia"; "Zirconia bonding"; "Monolithic zirconia" AND ("single crown" OR "fixed partial denture"); "Adhesive cementation zirconia crown"

Results: From a total of 294 articles according to the search strategies formulated, we selected 119 articles. Of these, 16 articles form part of this literature review. After applying the inclusion and exclusion criteria.

Conclusions: Zirconia restorations require internal surface preparation by mechanical and chemical treatment prior to cementation. Adhesive cementation results in high success rates due to the strong bond between the two materials.

Key words: Zirconia; Survival rate; Fixed partial denture; Bonding cementation.

2. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha incrementado la demanda de tratamientos odontológicos por motivos estéticos, biocompatibles y mínimamente invasivos. Para satisfacer dicha demanda se han mejorado y desarrollado progresivamente las restauraciones sin metal a base de porcelanas feldespáticas convencionales o de alta resistencia, como las de disilicato de litio o restauraciones de circona. (1)

En las restauraciones feldespáticas, tanto convencionales como de alta resistencia, juega un papel importante la adhesión, ya que la fuerza de unión de la interfase entre la cerámica y el cemento de resina proporciona un aumento a la resistencia a las fracturas, mejor adaptación marginal y reduce la microfiltración. (1,2)

Para las restauraciones feldespáticas el protocolo de adhesión que se lleva a cabo es el tratamiento de la superficie de la restauración. La superficie se graba con ácido fluorhídrico (HF). Este HF crea en la superficie irregularidades aumentando así el área superficial disponible para la unión, ya que al disolver parte del feldespato permite aflorar en superficie las partículas de sílice, esta superficie grabada proporciona además mayor energía superficial antes de colocar el silano. Con la colocación de silano se favorece la humectabilidad y la unión a las cerámicas mediante depósitos de grupos metacrilatos que se unirán a los de la resina, favoreciendo la unión química entre lo orgánico y lo inorgánico. Por tanto, es otra forma eficaz de aumentar el efecto de unión. (2,3)

Como observamos en los diferentes estudios, las restauraciones feldespáticas tienen un sistema protocolizado para la adhesión de ese tipo de restauración, teniendo gran éxito y durabilidad.

Sin embargo, actualmente no existe un consenso en la literatura sobre cuál debería ser el método idóneo de cementado de las cerámicas de alta resistencia de circona. Con este trabajo intentaremos analizar la cuestión, para determinar cuál es el mejor protocolo para el cementado adhesivo de las restauraciones de circona. (4,5)

2. 1. RESTAURACIONES DE CIRCONA

En los últimos años, las crecientes demandas estéticas en odontología han llevado a la progresiva superación de las prótesis metal-cerámicas y a centrarse en restauraciones sin metal. En este sentido, el óxido de circonio ocupa un papel cada vez más importante. (6)

El circonio es un elemento metálico. Es un metal blanco grisáceo, brillante y resistente a la corrosión, más ligero que el acero y con dureza similar al cobre.

Las restauraciones de circona se confeccionan por sistemas de diseño y fabricación asistidos por ordenador (CAD/ CAM). Estos sistemas permiten obtener restauraciones en menor tiempo y de mejor calidad, con un adecuado ajuste marginal, durabilidad mecánica y previsibilidad. (4,7,14)

Actualmente, en odontología la circona más usada es en forma de Y-TZP (óxido de circonio tetragonal parcialmente estabilizado con itrio). Su composición, en general, es óxido de circonio al 95% y óxido de itrio al 5%. (4,8)

2.1.1. Propiedades

La principal característica de la circona es la elevada tenacidad o resistencia a la deformación. Es decir, posee un mecanismo de refuerzo denominado “transformación resistente”. Esto quiere decir, que ante una zona de elevada tensión mecánica como puede ser el extremo de una grieta, la fase cristalina sufre una transformación pudiendo pasar de forma tetragonal a monoclinica. Con este cambio adquiere un volumen mayor por lo que se aumenta la resistencia localmente y se evita la propagación de la fractura. Por tanto, esta propiedad le confiere una resistencia a la flexión entre 1000-1500 MPa, superando con un amplio margen al resto de las porcelanas, por ello, se le considera como el “acero cerámico”. (4,5,7,8,9)

La circona proporciona importantes ventajas frente a otros sistemas cerámicos como la biocompatibilidad o las propiedades mecánicas. Su estética es comparable a la de las restauraciones cerámicas. Presenta además radiopacidad y resistencia a la corrosión. (9,10)

En cuanto a las propiedades ópticas, se han producido mejoras en las restauraciones de circona que han llevado a un mayor uso de este tipo de restauraciones.

Pero estas propiedades ópticas pueden verse afectadas por:

- Parámetros intrínsecos (materiales): por la capa de cemento, el espesor y la degradación a bajas temperaturas.
- Parámetros extrínsecos (características y entorno): como son los límites de granos y poros, que dispersan parte de la luz, lo que genera translucidez e incluso opacidad.

La translucidez y la opacidad de los materiales dependen de cómo y en qué medida la luz incidente es reflejada, dispersada, refractada, transmitida y absorbida.

Los poros son la principal causa de la dispersión de la luz, especialmente cuando son similar al tamaño de las longitudes de onda visibles. Cuando hay poros submicrométricos deben eliminarse para disminuir la opacidad. Por tanto, cuando haya poros o granos, sobre todo de gran tamaño, deben ser eliminados porque pueden tener efectos nocivos tanto en las propiedades mecánicas como ópticas. (11)

La circona es un material biocompatible, con índice bajo de abrasividad con lo cual no produce grandes desgastes en los dientes antagonistas naturales ($0,6\mu\text{m}$). El desajuste marginal de las restauraciones de circona es de $60-75\mu\text{m}$, siendo tolerable hasta $120\mu\text{m}$.

El óxido de circonio tiene dos inconvenientes principales en comparación con las metal-cerámicas:

- Alta incidencia de chipping o deslaminado de la cerámica de recubrimiento. Se manifiesta en clínica con la aparición de fractura o astillado y con o sin exposición del núcleo Y-TZP subyacente. Esto se produce en los casos que la restauración tenga un núcleo de circona y este recubierta con porcelana. (4,8,12)

- Envejecimiento acelerado del óxido de circonio en presencia de agua. A esto se le conoce como “Degradación de baja temperatura (LTD)”. Esto se debe a que la zircona en presencia de humedad o bajas temperatura cambia su fase tetragonal a monoclinica, aumentando el volumen de los cristales y apareciendo fisuras. Todo esto hace que pierda sus propiedades mecánicas. (4,8)

2.1.2. Indicaciones

Las indicaciones de la zircona son para confección de prótesis de recubrimiento total, ya sean individuales (coronas) o múltiples (puentes), en las zonas anteriores o posteriores.

Se usará en anteriores cuando los dientes sean oscuros (como es el caso de que posea una obturación de amalgama de plata) y en posteriores por necesidades mecánicas. Cuando utilizamos la zircona como núcleo de una restauración es por su propiedad de opacidad, ya que nos cubre de algún defecto en la coloración del diente. Posteriormente, se recubre con porcelanas convencionales para conseguir una buena estética. Aunque hay casos en lo que no es necesario realizar este procedimiento hoy en día, sino que con el fresado a volumen total se puede conseguir también buena estética.

No se indican en prótesis de recubrimiento parcial. Por ejemplo, en carillas por su menor adhesión y por su ratio de contraste (CR). El CR es muy similar al de un metal, debido a que es muy opaca la zircona y por ello dificulta la translucidez de una restauración en espesores finos. Los valores de este índice van de 0 (transparencia total) al 1 (opacidad total). Últimamente se han desarrollado zircona más translucidas (CR=0.68-0.75, con espesores de 0.3-0.5mm), con objeto de emplearlas con técnicas “Monoblock”, evitando así el “chipping”, pero aún no alcanza los valores de las cerámicas de silicatos (feldespática 0,60; silicatos de alta resistencia 0,68).

Tampoco se indican en incrustaciones debido principalmente a la adhesión y, en menor medida, por razones estéticas debido a la localización posterior de estas restauraciones. (4,8)

2.2. ADHESIÓN

Respecto a la adhesión a la circona, se ha sugerido que no hay adhesión para este tipo de material restaurador, pero algunos autores señalan que esta afirmación no es cierta, ya que existe, aunque sea de menor resistencia que la de las cerámicas de disilicato de litio. (8)

Hoy en día existe una gran demanda de prótesis fijas sin metal de las que destaca el óxido de circonio por sus excelentes propiedades mecánicas. (13)

Además, el cementado adhesivo de las restauraciones cerámicas mejora las propiedades, ya que incrementan la resistencia de la restauración, disminuye la fractura dentaria, mejora el sellado marginal y disminuye la descementación en casos de tallados expulsivos o muñones cortos. (8)

El objetivo primordial es la unión química para conseguir una conexión exitosa entre el cemento de resina y el material, aunque influyen otros factores como la humectabilidad de la cerámica por los adhesivos, la rugosidad de la superficie, la composición de la resina adhesiva, los elementos de los procedimientos de manipulación, la contaminación de la restauración y el procedimiento de unión. (14)

Las indicaciones de las restauraciones de circona son las restauraciones de recubrimiento total, donde la tasa de supervivencia a los 5 años es similar a las metal-cerámicas. Estas se retienen por fricción y disposición axial de los pilares, además de los componentes adhesivos. Por tanto, tiene los mismos valores de descementado que otro material.

Las restauraciones de circona no tienen un protocolo estandarizado para la cementación, si bien deben someterse a tratamientos de superficies para mejorar la adhesión, es un tratamiento mecánico para generar micro-rugosidades retentivas para permitir la entrada de adhesivo y/o cemento para facilitar la unión mecánica. Además, se necesita un tratamiento químico para aumentar la adhesión entre la restauración y el cemento. Con este tratamiento mejora la humectabilidad del material cerámico y facilita la reacción química entre la cerámica y los agentes adhesivo y/o cemento.

La circona es un material que es resistente a los agentes químicos agresivos tradicionales, como es el caso del ácido fluorhídrico debido a las propiedades estables y no reactivas del material. A causa de ello, la adhesión a la circona es un reto. Por ello, a la hora de producirse la cementación se probó con ácido fluorhídrico siendo este ineficaz, siendo una unión difícil en comparación con materiales cerámicos a base de sílice. Por tanto, los métodos de unión ya sean mecánicos o químicos, utilizados para vitrocerámicas no son aplicables para la unión a la circona. (5,8,14,15,16)

2.2.1. Tratamiento mecánico

Dentro de los mencionados tratamientos mecánicos, existen distintos procedimientos para conseguir micro-rugosidades en la restauración de circona:

- Abrasión o rugosidad de la superficie: se realiza mediante el arenado con óxido de aluminio. Se utilizan partículas de 50 μm , con una presión de 2,5 bares y durante 10 segundos. Con el tamaño de esas partículas para la abrasión de la superficie no se reduce la resistencia de la circona. La abrasión establece más que una adhesión una retención micromecánica. Además, este arenado produce una mayor resistencia a la fatiga y a la fractura a largo plazo en el medio oral. (8,14,15)

El arenado limpia la superficie de la cerámica, elimina las impurezas, aumenta la rugosidad superficial y modifica la tensión superficial y la mojabilidad. Los residuos del arenado o de la silicatización, que veremos en el siguiente punto, deberán ser eliminados mediante aire a presión.

Existe controversia respecto al arenado porque puede dañar la restauración. Se ha informado de que se crean microgrietas y defectos estructurales, haciendo más susceptible a la circona que se produzcan grietas durante la función, por tanto, se produce una disminución a la resistencia de la fractura. A pesar de ello, la evidencia científica mayoritaria no habla de evitar el arenado de óxido de aluminio.

Lo que recomienda es que se utilicen partículas de menor tamaño (50 μm), pues se ha demostrado que un aumento del tamaño no mejora la adhesión. (5,8,14)

Se ha descrito que el arenado puede inducir el cambio de circona de la fase tetragonal a monoclínica, provocando peores propiedades del material. Se recomienda que el arenado se realice tras la sinterización de la circona. (8)

Diversos estudios llegaron a la conclusión de que el tratamiento superficial abrasivo con partículas puede proporcionar una mayor adhesión a la circona. (16)

- Silicatización de la circona (revestimiento de sílice triboquímico): se realiza con partículas de óxido de aluminio recubierto de sílice. Se utilizan partículas de 30 μm , con una presión de 2-3 bares y durante unos 10-15 segundos. (8)

Este método es utilizado para recubrir la cerámica de alta resistencia con sílice, es decir, las partículas de sílice quedan incrustadas en la superficie de la cerámica y crean una base para la unión micromecánica. Con este recubrimiento triboquímico seguido de la silanización tradicional, mejora la adhesión a la resina de circona. (5,8,14)

Cuidado cuando se realiza silicatización en la restauración, ya que para eliminar los residuos no se debe usar aire y agua ni baños de ultrasonidos porque se produce una disminución de los valores de la adhesión a consecuencia de la eliminación de la parte de sílice. (8,14)

El revestimiento de sílice triboquímico permite la formación de enlaces químicos con un agente de acoplamiento de silano y cemento de resina. Este producto podría verse afectado porque no produce resistencias de unión tan altas como en las porcelanas unidas con silano. Los datos sobre eficacia y durabilidad a largo plazo obtenido con esta técnica son contradictorios. (5,14,15)

Puede ser que el sílice triboquímico produzca una capa de sílice no uniforme en la superficie de unión, lo que da como resultado una variación de la resistencia de unión. Otro punto débil es la disminución de la concentración de sílice en la superficie de unión. Se podría

resolver aumentando la presión, pero corremos el riesgo de que se produzcan daños en el material.

Existen artículos que confirman que el tratamiento triboquímico no aporta ventajas en combinación con los cementos autoadhesivos. (14)

- Tratamientos con láser: este tratamiento podría ser una alternativa eficaz para aumentar la adhesión a la circona. Se han investigado distintos procedimientos con diferentes resultados y aunque alguno podría en el futuro mejorar la unión a las resinas, muchos de ellos han dificultado o han creado sobrecalentamientos, microgrietas, transformación de fases, grietas superficiales y porosidades macroscópicas y microscópicas entre otras posibilidades. Con las porosidades se aumentó la retención, pero pueden producirse fracturas si aparecen grietas. (8,14)

Se ha sugerido reducir la potencia del láser y permitir la irradiación de la superficie con enfriamiento constante por agua. A pesar de ello, los resultados son cuestionables respecto a que la irradiación por láser no es tan eficaz para aumentar la fuerza de unión como el arenado de partículas. (8,14)

2.2.2. Tratamiento químico

A parte del tratamiento mecánico, los autores respaldan la necesidad del tratamiento químico para conseguir una resistencia óptima en la unión de la circona con la resina. (14)

El objetivo del tratamiento químico es fomentar la unión química entre la circona y los cementos de resina. Esta unión se produce al aplicarle a la restauración uno o varios productos que interactúen con ellas, mejorando la humectabilidad y promoviendo la creación de enlaces químicos entre la restauración y el cemento.

Estos productos pueden ser:

- Silano: es uno de los más conocidos porque mejora la humectabilidad y establece enlaces entre la cerámica y la resina.

- Imprimadores con monómeros resinosos: como el 10-metacriloxidecilo fosfato dihidrogenado (10-MDP). Este es capaz de establecer uniones fuertes con óxidos, como la circonita.
- Adhesivos universales: son los que más recientemente se han empezado a usar. Se trata de productos que en algunos casos pueden contener en un mismo frasco el agente adhesivo, el silano y diferentes monómeros resinosos.

La tendencia actual es usar adhesivos universales para simplificar la técnica y ahorrar tiempo al clínico, pero los valores de adhesión son ligeramente superiores si cada producto se aplica por separado. (8)

3. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica de los artículos publicados en los últimos 10 años sobre la cementación adhesiva en restauraciones de circonita, para determinar:

- La mejor preparación de la superficie de las restauraciones de circonita.
- La supervivencia de las restauraciones de circonita con cementos adhesivos.
- Las complicaciones y fracasos que nos pueden aparecer.
- La evolución con el paso del tiempo.

4. MATERIAL Y MÉTODO

Realizamos una estrategia de búsqueda en la base de datos de PubMed de la información publicada sobre el tema seleccionado.

Las palabras claves escogidas para la revisión fueron las siguientes:

- Zirconia
- Monolithic zirconia
- Survival rate
- Adhesive
- Single crown
- Fixed partial denture
- Cementation
- Crown
- Bonding

A continuación, se combinaron las palabras claves escogidas con los operadores booleanos (AND y OR) y seguimos las siguientes estrategias de búsquedas:

- "Survival rate" AND "monolithic zirconia"
- "Zirconia bonding"
- "Monolithic zirconia" AND ("single crown" OR "fixed partial denture")
- "Adhesive cementation zirconia crown"

Los criterios de inclusión/exclusión utilizados en nuestra búsqueda fueron:

- Tipo de artículos: texto completo y resumen.
- Fecha de publicación: últimos 10 años.
- Estudios en vivo en humanos y estudios in vitro.
- Idiomas: inglés y español

5. RESULTADO

A los resultados obtenidos en la búsqueda científica le aplicamos los criterios de inclusión anteriormente mencionados, con las palabras claves seleccionadas y los operadores booleanos.

De esta búsqueda obtuvimos un total de 294 artículos.

De ellos, una vez leídos los resúmenes, y aplicados los diferentes criterios de inclusión de los artículos obtuvimos 119 artículos.

Criterios de inclusión	"Survival rate" AND "monolithic zirconia"	"Zirconia bonding"	"Monolithic zirconia" AND ("single crown" OR "fixed partial denture")	"Adhesive cementation zirconia crown"
Abstract y texto completo	26	31	35	202
In vivo/ In vitro	20	7	20	105
10 años	20	7	20	74
English/ Spanish	19	6	20	74

Finalmente, de esos 119 artículos, seleccionamos aquellos en los que aparecían los objetivos que habíamos propuestos. Es decir, que aparecieran en el artículo el tratamiento de la superficie de la restauración, la supervivencia y éxito de la restauración, las complicaciones y cómo evoluciona en el tiempo. Después de la lectura seleccionamos para la tabla 16 de esos artículos.

AÑO	REVISTA	AUTOR	TIPO DE RESTAURACIÓN	OBJETIVOS	RESULTADOS
2016	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. (17)	Sorrentino R, Triulzio C, Tricarico MG, Bonadeo G, Gherlone EF, Ferrari M.	Restauraciones de circona unitarias de cobertura total.	Comparación de la resistencia a la fractura de las coronas de circona monolítica CAD/CAM con diferentes espesores oclusales.	<p>En este estudio se dividió en grupos las coronas dependiendo del grosor de cada una de ellas: 2mm (grupo 1), 1,5mm (grupo 2), 1mm (grupo3) y 0,5mm (grupo4). La tasa de supervivencia de las coronas de circona monolítica fue del 100% en los grupos 1, 2 y 3, mientras que en el grupo 4 fue del 90%. La mayor resistencia a la fractura se produjo en el grupo 1, en cambio, la menor resistencia se produjo en el grupo 4.</p> <p>Todos los grupos mostraban microgrietas cohesivas de circona en la región oclusal (en el área de la carga).</p> <p>No se evidenciaron diferencias significativas entre los grupos, ni para la resistencia a la fractura.</p>
2017	Quintessence International Prosthodontics	Worni A, Katsoulis J, Kolgeci L,	Restauraciones de circona monolíticas apoyadas sobre	Realizar un estudio a corto plazo sobre la supervivencia de las	Se realizó un seguimiento clínico de 40 pacientes de edad media 59,1 años. La tasa de supervivencia en un

	(18)	Worni M, Mericske- Stern R.	diente y cementada con cemento de resina.	coronas de circona dentosoportadas.	periodo de tiempo de 33,8 meses, para las coronas de circona, fue de 100%. No se registraron complicaciones como desprendimientos, fracturas o grietas.
2017	Journal of Prosthodontics (19)	Cheng CW, Chien CH, Chen CJ, Papaspnyrida kos P.	Restauraciones unitarias y puentes en zonas posteriores dentosoportadas e implantosoportadas.	Realizar un estudio de 2 años para saber la tasa de supervivencia de prótesis fija de circona y sus complicaciones.	Se realiza un seguimiento clínico de 2 años para saber la tasa de supervivencia de coronas y puentes de circona cementados a dientes con sistemas adhesivos. La superficie de la circona fue tratada con arenado con sílice, se grabó 20 segundos con HF al 4,9%, se enjuago con agua 1 minuto, se secó con aire y se le aplico 10-MDP durante 60 segundos. La tasa de supervivencia fue del 98,2% después de 2 años. En las coronas fue del 100% y en los puentes del 91,7%. Las tasas libres de complicaciones, en cuanto al tipo de retención, fue del 84,6% en las prótesis atornilladas y del 93% en las prótesis cementadas.
2017	The international	Hüttig F, Keitel J, Prutscher A,	Restauraciones unitarias de cobertura total y	Ensayo clínico donde se pone a prueba las restauraciones de dos	En el estudio se observó la tasa de supervivencias de las coronas y puentes en diferentes pacientes donde se recogió que la tasa de supervivencia a los 2 años

	Journal of Prosthodontics (20)	Spintzyk S, Klink A.	prótesis dentales fijas.	capas basada en estructuras de circonio tetragonal recubiertas con cerámica feldespática.	era del 100% tanto para las coronas como para los puentes. En cambio, a los 3 años la tasa de supervivencia de las coronas era de 93% y de los puentes 89%.
2017	Journal of Dentistry (21)	Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C.	Restauraciones fijas en voladizo en la zona de incisivos superiores.	Evaluación clínica retrospectiva donde se trata de obtener la tasa de supervivencia a los 10 años de prótesis fija en voladizo	Para obtener la tasa de supervivencia de las restauraciones de circona, tratada la superficie con chorreado de partículas de alúmina, se observaron un mínimo de 33 meses y un máximo de 185 meses. Esta tasa fue del 92% de éxito a los 10 años. Las complicaciones fueron 6 desprendimiento de las restauraciones, 3 de ellas fueron por traumatismo en la zona de la colocación de la prótesis y los otros 3 no se pudo especificar el motivo del desprendimiento.
2018	Jornual of Dental Research (22)	M.B. Blatz, M.Vonderh eide, and J.Conejo	Puentes de recubrimiento total en zonas posteriores dentosoportadas.	Realizaron una revisión sistemática donde buscan la relación de unión de las cerámicas de alta resistencia.	La tasa de supervivencia de prótesis fijas de 3 piezas de circona fue de 100% después de 5 años de seguimiento. Se trató la superficie de la circona con abrasión de óxido de aluminio y se cementó con cemento que contenía 10-MDP. Se registró pérdida

					de retención en una restauración, que posteriormente se cementó con el mismo cemento y no se registraron más complicaciones.
2018	Journal of Oral Science (23)	Gunge H, Ogino Y, Kihara M, Tsukiyama Y, Koyano K.	Coronas de recubrimiento total.	Estudio retrospectivo donde se analiza los resultados clínicos de restauraciones de circona monolítica y los factores relacionados con el éxito de la restauración.	Las restauraciones fueron chorreadas con óxido de aluminio, después le pusieron imprimaciones de fosfatos (10-MDP) y se cementaron con cemento dual y autograbado. Durante el seguimiento de 25 +/- 9,9 meses. No se descementaron ninguna, ni hubo fractura de ninguna.
2018	Journal of Prosthetic Dentistry (24)	Bankoğlu Güngör M, Karakoca Nemli S.	Coronas de recubrimiento total de los primeros molares.	Estudio in vitro para investigar la resistencia a la fractura de las coronas de molares de circona monolítica.	En el estudio se preparó la superficie de las restauraciones de circona monolítica con un chorreado de óxido de aluminio. Después, las restauraciones se introdujeron en un simulador de masticación para ver el envejecimiento térmico y mecánico. Todas las restauraciones de circona monolítica sobrevivieron al proceso.

2019	Dental Materials Jornal (16)	Le M, Larsson C, Papia E	Estudios in vitro, para el que se han fabricado bloques y cilindros de zircona.	Estudio “in vitro” donde se trata la relación entre la preparación de la superficie de la zircona, el envejecimiento artificial y la resistencia al cizallamiento con la fuerza de unión a través de cementación adhesiva.	En el análisis de la superficie se observó las estructuras de zircona tratadas con chorreado de arena, HF y sinterización. Se vio que el mayor aumento de superficie de unión fue en el grupo de zircona chorreado con arena. Con este aumento de la superficie de unión, aumentó también la fuerza de adhesión, independientemente de los procedimientos de envejecimiento artificial. La complicación observada fue el despegamiento de las estructuras. Se produjo la mayor concentración de en el grupo tratada la superficie con HF y sinterización.
2019	BMC Oral Health (25)	Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R.	Prótesis fija dentosoportadas.	Revisión bibliográfica donde trata de proporcionar las propiedades mecánicas, ópticas y físicoquímicas, además de aplicaciones dentales	Según las restauraciones de zircona de arcadas completas soportada por dientes tiene una tasa de éxito a corto y medio plazo de 94,8% después de 3 años. Aunque debemos señalar que la tasa de complicaciones a los 5 años es del 27,6%.

				de los materiales cerámicos, en este caso nos centramos en la circona.	
2019	Journal Prosthet Dent (26)	Maroulakos G, Thompson GA, Kontogiorgos ED.	Restauraciones unitarias de recubrimiento total.	Realizaron una revisión bibliográfica donde tratan de comparar la supervivencia de circona con el disilicato de litio y la cementación adhesiva con el cementado convencional.	Se realizó un seguimiento entre 25,3 a 49 meses, donde la tasa de supervivencia de las coronas de circona cementadas con resina adhesiva fue entre 83,3 al 100%. La tasa libre de complicaciones fue entre 69,8 a 83,3%. En comparación con las coronas de disilicato de litio cementadas con resina adhesivas y las coronas de circona cementadas con cemento convencional la tasa de supervivencia es entre 83,5 al 100% y entre 82 al 100%, respectivamente. La tasa libre de complicaciones fue entre 71 al 96,7% en las coronas de disilicato de litio y entre 64 al 100% en las coronas de circonio cementadas convencionalmente.

2019	Nigerian Journal of Clinical Practice (27)	Altan B, Cinar S, Tuncelli B.	Estudio con bloques de zircona monolítica y zircona tetragonal estabilizada con itrio.	Comparación de la resistencia al cizallamiento del cemento de resina con los materiales de circonio monolítico sometido a tratamientos superficiales.	Se observó en el estudio que los tratamientos de superficie, ya sea con grabado con ácido fluorhídrico, pulido con chorro de arena, irradiación con láser, pulido con chorro de arena + irradiación laser y recubrimiento con sílice triboquímico, mejoraron la fuerza de unión entre los materiales fabricado por el sistema CAD/CAM y el cemento de resina. Se reveló que la fuerza de unión era mayor en los bloques de zircona monolítica respecto a los de zircona Y-TZP en las superficies tratadas con pulido con chorro de arena y con recubrimiento triboquímico. La resistencia de la unión fue mayor en los bloques de zircona tratados con recubrimiento triboquímico en comparación con el pulido con chorro de arena.
2020	Revista Internacional de Prótesis Estomatológica (8)	Roman JL.	Prótesis de recubrimiento completo dentosoportada (coronas o puentes) y prótesis de	Diferencia de la supervivencia entre las restauraciones de circona y las metal-cerámicas.	Las restauraciones de recubrimiento completo como es el caso de las coronas presentan una tasa de supervivencia a los 5 años del 91,2% las de circona y del 95,7% las metal-cerámicas. Los puentes presentan una tasa de supervivencia del 90,4% los de circona frente al 94,4% a los de metal-cerámicas.

			recubrimiento parcial dentosoportada.		<p>Como podemos comprobar existe una tasa de supervivencia a los 5 años de ambos materiales muy semejante.</p> <p>Las prótesis de recubrimiento parcial de circonita con un seguimiento de 10 años tienen una tasa de supervivencia de 21,2% en caso de inlay por lo que se desaconseja por completo este tipo de prótesis con este material.</p>
2020	Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. (28)	Monteiro RV, dos Santos DM, Bernardon JK, De Souza GM.	Restauraciones unitarias completas cementadas con adhesivos.	Evaluar el efecto de diferentes tratamientos superficiales sobre la retención de coronas de circonita y estructura dental tras el envejecimiento in vitro.	<p>En el estudio se observó que existe un efecto significativo de la fuerza de retención de los cementos adhesivos con respecto al envejecimiento de las piezas. El grupo de control, sin envejecimiento, presentaron una mayor fuerza de retención que en el grupo donde se hizo el envejecimiento in vitro. Además, el tratamiento de la superficie de las coronas de circonita, tanto la abrasión con alúmina y el recubrimiento de silicio triboquímico aumentó la retención respecto a las coronas que no recibieron ningún tratamiento de la superficie.</p>

2021	Jornual of Prosthodontics (29)	Gupta S, Abdulmajee d A, Donovan T, Boushell L, Bencharit S, Sulaiman TA.	Restauraciones unitarias de cobertura total y de cobertura parcial.	Evaluar la tasa de supervivencia, la eficacia de unión y la integridad de las restauraciones individuales de cobertura total y parcial de circonio monolítico. Estas restauraciones son adheridas con cementos adhesivo.	El estudio dividió a las muestras en 4 tipos de restauraciones: coronas completas (grupo 1), onlay preservando 2mm el ancho de la cúspide funcional, de vestibular a lingual (grupo 2), onlay preservando 2mm el ancho de la cúspide no funcional, de vestibular a lingual (grupo 3) y overlay (grupo 4). Todas las restauraciones fueron chorreadas con óxido de aluminio. Posteriormente, se colocó una imprimación y finalmente se cementó con cemento adhesivo. Todos los grupos se sometieron a cargas termomecánicas y posteriormente se observaron al microscopio. En los grupos 1,3 y 4 sobrevivió a la carga y no se detectó ninguna grieta, ni fractura dentro de la estructura dental ni en la restauración. En el grupo 2 hubo despegamientos y deterioro de la cara oclusal de las restauraciones.
2021	Journal of Prosthodontics (30)	Pontevedra P, López-Suarez C, Peláez J,	Prótesis parcial fija en posteriores.	Ensayo clínico prospectivo, donde se observan prótesis parcial fija de zirconio	Tras un seguimiento de 2 años, la tasa de supervivencia y de éxito del estudio fue del 100%, sin observarse ninguna complicación biológica ni técnica.

		Garcia- Serdio S, Suarez MJ.		cementada con cemento autoadhesivo durante 2 años.	
--	--	------------------------------------	--	--	--

6. DISCUSIÓN

Como hemos comentado al inicio del trabajo y analizados los artículos seleccionados en nuestros resultados, no hemos encontrado un protocolo estandarizado de cementación con sistemas adhesivos para las restauraciones de circona.

Según Hüttig y cols. (20) y Pontevedra y cols. (30) las estructuras de circona recubiertas con cerámica feldespática reducen el grosor de las capas que actúan de soporte, con un éxito del 100%. Aunque este tipo de restauración bicapa permite una excelente adaptación marginal, aparece como alternativa la circona monolítica que se ha desarrollado para evitar chipping o el delaminado que sufren las cerámicas feldespáticas cuando actúan de recubrimiento de la estructura de circona.

Además, este tipo de circona tiene buen comportamiento y es considerada una opción clínica para las restauraciones dentales. (23,30)

Sorrentino y cols. (17), Worni y cols. (18), Cheng y cols. (19) y Güngör y cols. (24) certifican que las restauraciones de circona tienen alta resistencia a la fractura.

Según Blatz y cols. (22) y Gupta y cols. (29) la circona tiene durabilidad y es capaz de soportar las fuerzas de la masticación y esto se debe a su excelente resistencia a la flexión.

A la hora de conseguir la adhesión a circona no se ha encontrado el protocolo adecuado para ello. Según Gunge y cols. (23), Zarone y col. (25) y Altan y cols. (27) para conseguir una buena adhesión y retención de las restauraciones de circona, la superficie interna de la restauración tiene que ser tratada para conseguir una rugosidad que aumente el área para que facilite la humectación de la circona, para ello, debemos realizar un tratamiento mecánico. En combinación con el tratamiento mecánico realizamos un tratamiento químico para conseguir una unión más fuerte y duradera.

Para el tratamiento mecánico LE y cols. (16), Zarone y col. (25), Altan y cols. (27) y Monteiro y cols. (28) proponen diferentes tipos de tratamientos de superficie:

- Abrasión o chorreado con óxido de aluminio: la abrasión según LE y cols. (16) Zarone y col. (25) debe realizarse con partículas del tamaño de 110 μm y a una presión de 2 bares.

En cambio, Román (8), Monteiro y col. (28) y Gupta y cols. (29) recomiendan la abrasión con partículas de 30-50 μm a presión de 2-2,5 bares, durante 10-15 segundos y a una distancia de 10-15 mm para minimizar defectos y formación de grietas en la superficie de la circona.

Como se observan en los diferentes estudios (16, 27, 28) la abrasión con óxido de aluminio aumenta la rugosidad y el área de la superficie de la circona. Con ello, conseguimos una mayor retención de las restauraciones.

- Recubrimiento con sílice triboquímico: según Altan y cols. (27) el tratamiento de superficie de la circona produce un aumento en la resistencia de la unión gracias a la retención de sílice en la superficie de la restauración. Este tratamiento produce unas microrretenciones más finas y fuerzas mayores que en la abrasión con óxido de aluminio.

Según Monteiro y cols. (28) y Gupta y cols. (29) el tratamiento de la superficie interna con recubrimiento de sílice triboquímico no mejoró ni comprometió la retención de las coronas en comparación con el chorreado de óxido de aluminio.

Según Ramón (8) se utilizan partículas de 30 μm , con una presión de 2-3 bares, una durante un tiempo de 10-15 segundos y a una distancia de 10-15 mm.

- Irradiación con láser: otro método alternativo al tratamiento de la superficie interna de las restauraciones de circona. Altan y cols. (27) propusieron el láser porque rayaba la superficie de cerámica y mejoraba la retención. Pero con diversos estudios se dio cuenta que eran destructivos para la superficie de circona, ya que producían grietas y altas temperaturas en la restauración. Con este método se llegó a la conclusión de que disminuye la fuerza de unión porque no crea microporosidades suficientes y la penetración del cemento queda limitada.
- Chorreado con óxido de aluminio + irradiación con láser: Altan y cols. (27) propusieron otro método alternativo más a los anteriores. Este fue tratar primeramente la superficie interna de la circona con abrasión por óxido de aluminio y después usar la irradiación con láser. Esto resultó que producía una fuerza de unión menor debido a que disminuía la rugosidad después de la irradiación con láser.

- Acido fluorhídrico: según LE y cols. (16) y Altan y cols. (27) el tratamiento de superficie interna de la zircona no producía ningún cambio en la superficie. Por ello, se recomienda que no se utilice en el futuro con este tipo de material de restauración ya que no contiene fase vítrea.

En cuanto al tratamiento químico, Román (8), Zarone y cols. (25) y Altan y cols. (27) nos hablan de que tenemos 3 métodos químicos que podemos usar para la adhesión:

- Imprimadores con monómeros resinosos: Gunge y cols. (23), Maroulakos y cols. (26), Altan y cols. (27) y Gupta y cols. (29) para este método la imprimación más usada es con 10-MDP, que optimiza el rendimiento de la restauración de zircona y aporta mayor durabilidad a largo plazo gracias a la reacción con el grupo hidroxilo. Román (8) y LE y cols. (16) comprobaron con la aplicación de 10-MDP a las diferentes estructuras de zircona tratadas previamente con chorreado de óxido de aluminio, aumentando la humectabilidad y la penetración del cemento de resina adhesiva dentro de la zircona y produciéndose enlaces entre la resina y la cerámica.

Altan y cols. (27) dijeron que la selección del cemento es un factor relevante para la unión a zircona. Los cementos a base de 10-MDP proporcionan una fuerza mayor de unión que otros tipos de cementos.

- Silano: Zarone y cols. (25) estudiaron que el silano puede adaptarse después de que la superficie haya sido tratada previamente de forma mecánica con recubrimiento de sílice triboquímico para que se pueda producir esa adhesión mediante enlaces químicos. Además, comprobó el efecto sinérgico que se produce de la aplicación de 10-MDP y el silano, mejorando la eficacia de las técnicas adhesivas. (25,28)

Altan y cols. (27) realizaron un estudio con tratamiento mecánico de recubrimiento con sílice triboquímico y tratado químicamente con silano. En este estudio se vio un aumento de la resistencia de la unión más que en tratamientos tratados mecánicamente con chorreado de óxido de aluminio. Monteiro y cols. (28) indicaron la importancia de aumentar la rugosidad de la superficie y generar la unión sílice-silano.

- Adhesivos universales: Román (8) propone que, si usamos este tipo de adhesivos, estos contengan en su interior silano y 10-MDP para aumentar la adhesión de las restauraciones de circona.

La tasa de supervivencia, tratada la superficie mecánicamente con chorreado de óxido de aluminio o revestimiento de sílice triboquímico y químicamente con 10-MDP o silano o la combinación de ambos, según Worni y cols. (18) después de un periodo de seguimiento entre 1-3 años es del 99,6%. En cambio, según Gunge y cols. (23) fue alrededor del 95% después de un periodo de seguimiento de 5 años. Según Kern y cols. (21) la tasa de supervivencia fue del 100% después de un periodo de seguimiento de 10 años. Mientras, según Pontevedra y cols. (30) la tasa de supervivencia después de un periodo de seguimiento entre 1-3,5 años es dentro de un rango de 91,5% al 100%.

En cuanto a las complicaciones, Kern y cols. (21) realizaron un estudio donde apareció desprendimiento de las restauraciones.

Según Zarone y cols. (25) la degradación a bajas temperaturas produce un empeoramiento de las propiedades mecánicas y es posible que aparezcan fracturas espontáneas en la restauración, microgrietas y acumulación de placa.

Altan y cols. (27) analizaron y vieron se producen microfisuras con el tratamiento de superficie de chorreado con óxido de aluminio, pero se demostró tras un estudio que el cemento de resina fluye por esas microfisuras y fortalece a la restauración de circona.

En cuanto al envejecimiento artificial, LE y cols. (16) comentaron que las restauraciones tratadas con chorreado de óxido de aluminio y 10- MDP no sufrieron ningún problema en la resistencia a la unión.

Monteiro y cols. (28) realizaron un estudio de envejecimiento in vitro durante 1 año. El mayor defecto producido durante el estudio fue en la interfase de la circona y el cemento de resina, donde no realizo ningún tratamiento mecánico de superficie. Solo usó tratamiento químico (adhesivos universales). Posteriormente, propuso el tratamiento de superficie y mejoró la interfase.

7. CONCLUSIONES

Respecto a los resultados estudiados en los diferentes artículos de esta revisión bibliográfica podemos concluir:

1. Las restauraciones cerámicas de alta resistencia de circonita deben ser preparadas para la adhesión mediante la combinación de un tratamiento mecánico (abrasión o chorreado de óxido de aluminio y el revestimiento de sílice triboquímico) y químico (combinación de silano y 10-MDP).
2. La supervivencia de las restauraciones de circonita adherida con cementos adhesivos tiene un promedio del 95% entre los diferentes estudios.
3. La principal complicación observada ha sido el descementado a causa de realizar la adhesión con adhesivos universales sin un tratamiento mecánico previo, por sobrecarga en la restauración y por traumatismo externo.
4. Realizando una preparación adecuada de la superficie interna de la restauración de circonita, tanto tratamiento mecánico como tratamiento adhesivo, se consigue una gran resistencia en la unión.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Krummel A, Garling A, Sasse M, Kern M. Influence of bonding surface and bonding methods on the fracture resistance and survival rate of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic after cyclic loading. *Dent Mater.* 2019;35(10):1351–9.
2. Li R, Ma SQ, Zang CC, Zhang WY, Liu ZH, Sun YC, et al. Enhanced bonding strength between lithium disilicate ceramics and resin cement by multiple surface treatments after thermal cycling. *PLoS One.* 2019;14(7):1–12.
3. Lirios R, Rodríguez O, José A, Corts P, Abella R. Cementation Protocols for ceramic restorations. *Actas Odontológicas.* 2013;10(2):37–44.
4. Andrés DGS, Moreno DVH, Azorín DJFM-L, Panadero DRA. ¿Circonio, cerámica o metal-porcelana? *GD Gac Dent Cienc.* 2014;259:134–42.
5. Smith RL, Villanueva C, Rothrock JK, Garcia-Godoy CE, Stoner BR, Piascik JR, et al. Long-term microtensile bond strength of surface modified zirconia. *Dent Mater.* 2011;27(8):779–85.
6. Russo DS, Cinelli F, Sarti C, Giachetti L. Adhesion to zirconia: A systematic review of current conditioning methods and bonding materials. *Dent J.* 2019;7(3).
7. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res.* 2013;57(4):236–61.
8. Román JL. Los misterios de la adhesión a la circona. *Rev Int Prótesis Estomatológica.* 2020; 22(3): 46-56.
9. Kontonasaki E, Giasimakopoulos P, Rigos AE. Strength and aging resistance of monolithic zirconia: an update to current knowledge. *Jpn Dent Sci Rev.* 2020;56(1):1–23.

10. Zhang Y, Lawn BR. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res.* 2018;97(2):140–7.
11. Shahmiri R, Standard OC, Hart JN, Sorrell CC. Optical properties of zirconia ceramics for esthetic dental restorations: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2018;119(1):36–46.
12. Zhang Y, Lawn BR. Evaluating dental zirconia. *Dent Mater.* 2019;35(1):15-23.
13. Omid BR, Yeganeh PK, Oveisi S, Farahmandpour N, Nouri F. Comparison of micro-shear bond strength of resin cement to zirconia with different surface treatments using Universal Adhesive and zirconia primer. *J Lasers Med Sci.* 2018;9(3):200–6.
14. Obradovic-Djuricic K, Medić V, Dodić S, Gavrilov D, Antonijević D, Zrilić M. Dilemmas in zirconia bonding: A review. *Srp Arh Celok Lek.* 2013;141(5–6):395–401.
15. Piascik JR, Wolter SD, Stoner BR. Development of a novel surface modification for improved bonding to zirconia. *Dent Mater.* 2011;27(5):99–105.
16. Le M, Larsson C, Papia E. Bond strength between MDP-based cement and translucent zirconia. *Dent Mater J.* 2019;38(3):480–9.
17. Sorrentino R, Triulzio C, Tricarico MG, Bonadeo G, Gherlone EF, Ferrari M. In vitro analysis of the fracture resistance of CAD-CAM monolithic zirconia molar crowns with different occlusal thickness. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016;61:328–33.
18. Worni A, Katsoulis J, Kolgeci L, Worni M, Mericske-Stern R. Monolithic zirconia reconstructions supported by teeth and implants: 1- to 3-year results of a case series. *Quintessence Int (Berl).* 1993;48(6):459–67.

19. Cheng CW, Chien CH, Chen CJ, Papaspyridakos P. Clinical Results and Technical Complications of Posterior Implant-Supported Modified Monolithic Zirconia Single Crowns and Short-Span Fixed Dental Prostheses: A 2-Year Pilot Study. *J Prosthodont.* 2018;27(2):108–14.
20. Hüttig F, Keitel J, Prutscher A, Spintzyk S, Klink A. Fixed Dental Prostheses and Single-Tooth Crowns Based on Ceria-Stabilized Tetragonal Zirconia/Alumina Nanocomposite Frameworks: Outcome After 2 Years in a Clinical Trial. *Int J Prosthodont.* 2017;30(5):461–4.
21. Kern M, Passia N, Sasse M, Yazigi C. Ten-year outcome of zirconia ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses and the influence of the reasons for missing incisors. *J Dent.* 2017;65(January):51–5.
22. Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics. *J Dent Res.* 2018;97(2):132–9.
23. Gunge H, Ogino Y, Kihara M, Tsukiyama Y, Koyano K. Retrospective clinical evaluation of posterior monolithic zirconia restorations after 1 to 3.5 years of clinical service. *J Oral Sci.* 2018;60(1):154–8.
24. Güngör M, Karakoca Nemli S. Fracture resistance of CAD-CAM monolithic ceramic and veneered zirconia molar crowns after aging in a mastication simulator. *J Prosthet Dent.* 2018;119(3):473–80.
25. Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: A narrative review. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):1–14.
26. Maroulakos G, Thompson GA, Kontogiorgos ED. 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. *J Prosthet Dent.* 2019;121(5):754–65.

27. Altan B, Cinar S, Tuncelli B. Evaluation of Shear Bond Strength of Zirconia-Based Monolithic CAD-CAM Materials to Resin Cement after Different Surface Treatments. *Niger J Clin Pract.* 2019;22(11):1475–82.
28. Monteiro RV, dos Santos DM, Bernardon JK, De Souza GM. Effect of surface treatment on the retention of zirconia crowns to tooth structure after aging. *J Esthet Restor Dent.* 2020;32(7):699–706.
29. Gupta S, Abdulmajeed A, Donovan T, Boushell L, Bencharit S, Sulaiman TA. Monolithic Zirconia Partial Coverage Restorations: An In Vitro Mastication Simulation Study. *J Prosthodont.* 2021;30(1):76–82.
30. Pontevedra P, Lopez-Suarez C, Pelaez J, Garcia-Serdio S, Suarez MJ. Prospective Clinical Evaluation of Posterior Monolithic Zirconia Fixed Partial Dentures Using a Complete Digital Workflow: Two-Year Follow-Up. *J Prosthodont.* 2021;30(4):298–304.