

**REPÚBLICA DOMINICANA**  
**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EN LA SALUD**  
**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**“AVANCE Y DESARROLLO EN LA ADHESIÓN DE LA ZIRCONIA: UNA  
REVISIÓN LITERARIA”**

**ESTUDIANTES:**

EMELY CORTORREAL 19-0864

LÍA RAMÍREZ 20-0264

Los conceptos emitidos en el presente trabajo final son de la exclusiva responsabilidad de los estudiantes.

**Docente Especializado:**

Dra. Laura Nadal

**Docente Titular:**

Dra. Helen Rivera

**Santo Domingo, Distrito Nacional**  
**Julio 2023**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer principalmente a Dios, por siempre demostrarme que sus planes son perfectos, por siempre serme fiel y hacerme saber que su amor siempre está presente. A mi madre, porque sin ella nada de esto pudiese ser posible, por siempre estar ahí para mi día y noche, por forjarme para ser una mujer luchadora y darme todo su amor, a mi padre por siempre cuidarme y darme su amor y apoyo

A mi tía Yudi por su apoyo incondicional y acoso, a mis tias vany y norma por siempre dejarme saber lo orgullosas que estan de mi, a mi primo el Dr. Néstor Cortorreal por siempre ayudarme en lo que necesite, siempre enseñarme y ser mi mentor, a mis amigos de la universidad Brandon, Manuel, Ricardo, Martin, Aida y María Patricia , alania, chelsea, roxana y nickole ya que sin ellos el camino no hubiese sido igual, gracias por su amistad verdadera, por todas las risas y momentos felices que vivimos, fueron un gran soporte y por eso estaré siempre agradecida. Le doy las gracias a Dios por esas amigas del alma que siempre estuvieron en todas las etapas de mi vida y se quedaron y me dieron todo su apoyo, rachel y luciany , gracias por su amistad incondicional y cariño verdadero, gracias a claudill quien fue mi primera amiga cuando me mude a Santo Domingo por todos los momentos felices y por estar ahí para mi siempre.

Por último, pero no menos importante, debo agradecer a mis docentes por darme la preparación. A cada uno que fueron partícipes de este proceso ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Quiero agradecer en especial a la Dra. Laura Nadal por apoyar nuestro trabajo desde el primer momento y por sus aportes en la elaboración del mismo.

Emely Cortorreal

Agradezco a mi madre, Rosa Ercilia Bonetti, por ser mi apoyo incondicional en todo momento brindarme su amor y sabiduría en los momentos difíciles, y guiarme siempre por el camino correcto en mi educación.

Agradezco a mi padre, Salvador Ramírez, por sus sacrificios, su presencia como padre y su arduo trabajo para brindarme lo mejor en todas las etapas de mi vida.

Agradezco a mis tíos, Nelson Peña y Carlos Bonetti, por tratarme como una hija y enseñarme que, sin importar lo difícil que sea la vida, siempre habrá luz al final del túnel y que nuestro esfuerzo será recompensado.

Agradezco a mis adorables perritas, Bella y Shanie, quienes han sido mis fieles compañeras en las noches de desvelo durante estos años.

Agradezco a cada Doctor que formó parte de mi aprendizaje, en especial al Dr. Vicioso cuyas enseñanzas despertaron en mí el amor por la hermosa especialidad de rehabilitación bucal.

Agradezco a mis hermanas, Kimberly Rosanna y Mia Rosy, por estar siempre presentes y nunca dejarme sola.

Un agradecimiento especial a mis amigos, Diego Oviedo, Ámbar Fernández, Andy Reyes y muchos más quienes me han apoyado durante todo este trayecto con palabras de aliento y abrazos en los momentos que más los necesitaba. Les deseo a cada uno de ustedes éxito en sus vidas y que el amor que entregan les sea devuelto.

A mi novio, Narciso Lorenzo, por siempre incitarme a dar lo mejor de mí en todo y siempre acompañarme cada momento.

No puedo dejar de mencionar a mi amiga y compañera, Christy Gómez, quien me ha enseñado que la hermandad no siempre se limita a la sangre, y que también se encuentra en las conexiones de la vida. Gracias por compartir este arduo camino conmigo y por brindarme tu cariño y genuina amistad desde el primer día. Te deseo lo mejor del mundo y que sigas irradiando con esa luz que te caracteriza.

Lía Ramírez

## **DEDICATORIA**

Le dedico con todo mi corazón el resultado de este proyecto final de grado a mi madre Elizabeth Pichardo pues sin ella no podría ser posible, por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida por dejarme saber que siempre estará ahí para mí, por forjarme con buenos sentimientos, por ser el pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme su consejo, la oportunidad y recursos para lograrlo.

Te amo.

Emely Cortorreal

Dedico este proyecto realizado con mucho esfuerzo y concluido con satisfacción y entrega a mi madre Rosa Bonetti ya que, sin su apoyo, entrega, y dedicación en todo momento no hubiese sido posible, por siempre estar dispuesta a brindarme los recursos necesarios para la formación de mi carrera, también agradezco a mi padre Salvador Ramírez por su aliento y entrega, así como apoyo en cada circunstancia que se me presentase.

Lía Ramírez

## **RESUMEN**

El presente trabajo investigativo tuvo como objetivo identificar el avance y desarrollo de la adhesión de la zirconia, mediante una revisión bibliográfica de artículos científicos encontrados en los últimos 5 años en diversas bases científicas como PubMed, Redalyc, Scopus y EBSCO. Para la búsqueda y revisión científica de las publicaciones, se seleccionaron mediante criterios de inclusión referidos a la rehabilitación con zirconio monolítico en el sector anterior y a artículos que mencionen el avance y desarrollo de la adhesión de la zirconia. Los resultados de las publicaciones indican que las características actuales de la adhesión de la zirconia se deben a su capacidad adhesiva, baja conductividad térmica, bajo potencial de corrosión, buen contraste radiográfico, biocompatibilidad, estética y propiedades mecánicas sobresalientes, como alta resistencia al movimiento y estabilidad química. Además, en los últimos cinco años, los avances en la adhesión de la zirconia han sido sorprendentes, lo que ha aumentado su uso en consultas dentales. Por lo tanto, es necesario que los futuros profesionales de la Odontología conozcan el proceso mediante el cual la zirconia se adhiere a la estructura dental, utilizando diferentes materiales adhesivos para seleccionar el más adecuado y lograr una adhesión eficaz.

**Palabra clave:** rehabilitación oral, zirconio, adhesión y estética dental.

## **ABSTRACT**

The aim of this study of work research work was to identify the progress and development of zirconia adhesion through a bibliographic review of scientific articles found in the last 5 years in various scientific databases such as PubMed, Redalyc, Scopus, and EBSCO. For the search and scientific review of the publications, inclusion criteria were employed, focusing on rehabilitation with monolithic zirconia in the anterior sector and articles that mention the advancement and development of zirconia adhesion. Results from the publications indicate that the current bonding characteristics of zirconia are due to its adhesive capacity, low thermal conductivity, low corrosion potential, good radiographic contrast, biocompatibility, aesthetics, and outstanding mechanical properties, such as high resistance to movement and chemical stability. Additionally, in the last five years, advances in zirconia bonding have been astounding, increasing its use in dental practices. Therefore, it is necessary for future dental professionals to understand the process by which zirconia adheres to the dental structure, enabling them to use different adhesive materials to select the most suitable and achieve effective adhesion.

**Keyword:** oral rehabilitation, zirconium, adhesion and dental aesthetics.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	2
DEDICATORIA.....	5
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
3. OBJETIVOS .....	15
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
4. MARCO TEÓRICO.....	16
4.1 ANTECEDENTES DE LOS ADHESIVOS EN ODONTOLOGÍA .....	16
4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	20
4.2.1 ADHESIVO .....	20
4.2.1.1 CONCEPTO DE ADHESIVO.....	20
4.2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS .....	21
4.2.2 ZIRCONIA.....	23
4.2.2.1 USOS DE LA ZIRCONIA EN ODONTOLOGÍA .....	24
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	27
5.1 TIPO DE ESTUDIO.....	27

5.2 CRITERIOS PARA LA DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN .....	27
5.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	27
5.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	28
6. DISCUSIÓN .....	29
7. CONCLUSIONES.....	32
8. RECOMENDACIONES .....	34
9. PROSPECTIVA.....	35
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36

# 1. INTRODUCCIÓN

La zirconia es una cerámica que se ha empleado extensamente como biomaterial en diferentes campos de la medicina. Inicialmente, se utilizaba para la reparación y reconstrucción de partes afectadas del sistema musculoesquelético. Posteriormente, se introdujo en el ámbito odontológico como un biomaterial de recubrimiento para implantes dentales. Su adopción se vio impulsada por el aumento de respuestas de hipersensibilidad asociadas a ciertos metales. <sup>1</sup>

Fueron estas características que justifican la elección del tema, ya que las mismas despertaron en el profesional de la odontología un interés en utilizar la zirconia como biomaterial cerámico en restauraciones odontológicas. <sup>2</sup>

Además, se suman sus propiedades mecánicas superiores en comparación con las cerámicas convencionales a base de sílice, cerámicas prensadas de disilicato de litio y las compuestas de alúmina. Estas propiedades mejoradas permitieron su aplicación en prótesis parciales sin metal tanto en el segmento anterior como en el posterior, algo que no había sido posible hasta entonces con los materiales mencionados anteriormente. <sup>3</sup>

Debido a su naturaleza inerte, presenta la limitación de una adhesión deficiente a los cementos de resina. En donde, los estudios actuales se centran en mejorar los sistemas de adhesión de la zirconia mediante la modificación de monómeros, la morfología, la rugosidad y la reactividad de su superficie. <sup>4</sup>

Lo que incentiva a formular este proyecto final de grado, cuyo propósito es realizar una revisión bibliográfica que logre el identificar el avance y desarrollo en la adhesión de la zirconia. Y es, que la adhesión confiere un sellado adecuado prolongando la vida de la

restauración, aumenta la resistencia mecánica, permite la unión química de la restauración cuando no existe una adecuada retención por fricción, aumenta la estética, previene la microfiltración y la caries secundaria. <sup>5</sup>

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La rehabilitación oral de hoy en día, requiere de mucha cautela al realizar los tratamientos, ya que los materiales restaurativos deben tener excelentes propiedades y características para su uso en la cavidad oral. La elección de materiales que se van a usar debe ser la adecuada.<sup>6</sup>

Hay materiales que poseen excelentes propiedades tanto mecánicas como biocompatibilidad, pero con el tiempo de uso va acarreado problemas como desgaste, astillamiento, entre otros inconvenientes, afectando así la funcionalidad masticatoria y dando como resultado un tratamiento fallido. Igualmente, existe para la elección del material las necesidades de cada paciente, los cuales buscan mejorar la estética, uno de los materiales en cuestión es el zirconio.<sup>7</sup>

Este es uno de los materiales no metálicos más utilizados en la rehabilitación oral en la actualidad, ya que cumple con requisitos estéticos y biomecánicos idóneos para un tratamiento dental a largo plazo<sup>8</sup>. Debido a esto, se encuentra en constante investigación para mejorar su desempeño<sup>9</sup>. En los últimos años, se ha visto un cambio importante, con la evolución del zirconio opaco en altamente translúcido, dejándolo para uso exclusivo como subestructura para fijar una prótesis. Actualmente, se utiliza como estructura monolítica con una alta demanda para fines estéticos.<sup>10</sup>

Es preciso señalar el interés académico de realizar este proyecto de grado, el cual está enfocado en brindar información considerablemente valiosa y concreta de este material en la rehabilitación bucal, porque sobre el mismo no existe un consenso en la literatura actual acerca del avance y desarrollo en la adhesión de la zirconia.<sup>11</sup>

Así mismo, se encuentra el interés profesional de que, a partir de la difusión de este proyecto de grado, se puedan beneficiar tanto profesionales como estudiantes en formación.

De ser así, se necesitan responder las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características actuales de la adhesión de la zirconia?
- ¿Cuáles son los factores que influyen en el fracaso de la adhesión de la zirconia a la superficie dental?
- ¿Cuáles son los factores éxito en la adhesión de la zirconia en la superficie dental?
- ¿Cuáles han sido los avances en la adhesión de la zirconia en los últimos cinco años?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Identificar el avance y desarrollo de la adhesión de la zirconia.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mencionar cuáles son las características actuales de la adhesión de la zirconia.
- Evaluar cuáles son los factores que influyen en el fracaso de la adhesión de la zirconia a la superficie dental.
- Conocer cuáles son los factores éxito en la adhesión de la zirconia en la superficie dental.
- Analizar cuáles han sido los avances en la adhesión de la zirconia en los últimos cinco años.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 ANTECEDENTES DE LOS ADHESIVOS EN ODONTOLOGÍA

Aunque la evolución de los sistemas adhesivos es lenta, es constante y existen registros de su uso desde culturas precolombinas, como las mayas e incas, que se remontan al periodo comprendido entre los años 300 y 900 d.C. Durante este tiempo, se realizaron incrustaciones en los dientes anteriores e incluso en los primeros molares, utilizando materiales como jadeíta, pirita, turquesa, cuarzo, hematita y serpentina, y en ocasiones, obsidiana. Los pegamentos o sustancias adhesivas utilizados en estas incrustaciones contenían compuestos similares a los fosfatos de calcio insoluble, con la presencia de sílices y restos de minerales no significativos, y posiblemente, polvo que se originó al realizar la perforación. <sup>12</sup>

No se ha podido determinar con certeza el aglutinante utilizado junto a estos materiales, ya que éste se fusionó con el pegamento al endurecerse. En base a investigaciones efectuadas por diversos autores, se ha sugerido que el aglutinante podría ser una resina proveniente de las orquídeas Tzacuhtli. Esta práctica era comúnmente realizada como parte de rituales religiosos y culturales. <sup>13</sup>

En 1855, se introdujeron las láminas de oro con una gran capacidad de adherencia. Sin embargo, no fue hasta 1879 cuando apareció el cemento precursor del fosfato de zinc, que tuvo que ser reemplazado constantemente debido a que no lograba una adhesión adecuada entre éste y la estructura dental. <sup>14</sup>

Fue necesario un largo período de investigación sobre la composición del esmalte, y la dentina antes de lograr crear adhesivos más efectivos. Finalmente, en la década de los

cincuenta, se inventó el primer adhesivo propiamente dicho, llamado Sevriton. Este estaba compuesto por ácido glicerofosfóricodimetacrilato. Sin embargo, la unión entre el adhesivo y la estructura dental se volvía inestable o desaparecía en medios húmedos. <sup>16</sup>

En 1955, Buonocore <sup>16</sup>, diseñó un método de adhesión de la resina al esmalte mediante el tratamiento con ácido fosfórico al 85% durante 30 segundos. Este tratamiento producía un grabado en la superficie del esmalte, que luego se lavaba y secaba. Aunque, las fuerzas adhesivas reportadas por Buonocore eran bajas y la adhesión obtenida no era estable hidrolíticamente, se le reconoce como el pionero en adhesión dental. Después de cinco meses, la fuerza adhesiva disminuyó.

Posteriormente, en 1962, Bowen <sup>17</sup>, obtuvo una resina a base de una suma de tres moléculas: bisfenol A, alcohol glicídico y ácido metacrílico (Bis- GMA), conocida como “resina de Bowen”. Dicha resina era capaz de adherirse al diente previamente grabado con ácido fosfórico. Fue el mismo autor que en 1965 publicó detalles de un sistema que aumentaba la humedad de la superficie dentinaria lo que mejoraba la adhesión. Este sistema, tenía una molécula, el NPG-GMA GMA (Nfenilglicina-glicidil Metacrilato) que poseía un carácter bifuncional, de forma que el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta como material restaurador y el otro extremo se uniría a la dentina. Fue comercializado como Cervident de la S:S: White.

Después de tres años, los resultados clínicos demostraron una tasa significativa del 50% de fallos, y más de la mitad de ellos ocurrieron durante los primeros seis meses del tratamiento. Se atribuyó como causa a las deficiencias en las propiedades de humectación, cristalización y secado posterior, lo que resultó en una reducción de la

superficie disponible para la unión con la resina compuesta. Este adhesivo se consideró como la primera generación de adhesivos dentinarios.<sup>18</sup>

Unos veinte años después, surgió la segunda generación de adhesivos dentinarios, que incluía productos como Scotchbond, Dentin Bonding Agent, Dentin Adhesit, Bondlite y Prisma Universal Bond. Estos adhesivos estaban compuestos de ésteres halofosfóricos de Bis-GMA, los cuales se diseñaron para unirse al componente mineral de la dentina y formar una unión fosfato-calcio. En estudios in vitro, estos materiales demostraron una fuerza de adhesión de 30-90 kg/cm<sup>2</sup>, en comparación con los adhesivos de primera generación que tenían una fuerza de adhesión de 10-20 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, con el tiempo, la adhesión se hidrolizaba en el medio oral.<sup>19</sup>

En 1982, Bowen<sup>17</sup>, introdujo la tercera generación de adhesivos dentinarios, que incluían oxalato. Este sistema era complejo, pero tenía una fuerza adhesiva de 100-150 kg/cm<sup>2</sup>. Se pensaba que el oxalato férrico presente en este sistema producía manchas marginales, y la sucesión de reactivos complicaba su aplicación en la práctica clínica. Con este sistema, se logró una fuerza de unión del esmalte grabado al composite de 200-220 kg/cm<sup>2</sup>. A diferencia de los adhesivos de primera y segunda generación, estos adhesivos se centraron en el acondicionamiento de la dentina, ya que los anteriores presentaron bajas fuerzas de adhesión debido a defectos en la parte del barrillo dentinario o entre éste y la dentina subyacente.

Más tarde surgieron los adhesivos de cuarta generación, que representaron un gran avance al utilizar la técnica de grabado ácido total para aplicar el adhesivo en la superficie del esmalte, eliminando el barrillo dentinario y produciendo prolongaciones de resina en los tubulillos dentinarios, lo que contribuyó a la retención de la resina. Estos adhesivos

cambiaron la creencia anterior de que no era adecuado grabar la dentina y también modificaron la condición del secado intenso del esmalte y la dentina antes de la aplicación del adhesivo, ya que debía estar húmeda la superficie para que fuera permeable. <sup>20</sup>

La quinta generación de adhesivos es muy similar a la cuarta, pero tiene la ventaja de que se simplifican los pasos. Con una sola botella, el imprimador y la resina adhesiva se encuentran juntos, y se aplican después del grabado total. Algunos sistemas incorporaron pequeñas cantidades de partículas de relleno para dar más consistencia a la resina adhesiva. <sup>21</sup>

En el año 2000, aparece la sexta generación, la cual no requiere grabado en la superficie de la dentina, ya que posee un acondicionador para la dentina entre sus componentes, disminuyendo el tratamiento ácido. Además, el acondicionador se queda en la interfase entre la restauración y el diente. Sin embargo, este sistema ha generado dudas en el campo odontológico sobre la calidad de unión a lo largo del tiempo en el esmalte. En la dentina, no ha mostrado problemas. <sup>22</sup>

Recientemente, se ha creado el sistema de séptima generación, que simplifican la multitud de materiales de la sexta generación reduciéndolos a un sistema de un solo componente y un solo frasco. Tanto los adhesivos de la sexta como los de la séptima generación ofrecen el autograbado, con baja reacción a variaciones en la técnica y poca o ninguna sensibilidad post-operatoria. <sup>23</sup>

## **4.2 REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **4.2.1 ADHESIVO**

#### **4.2.1.1 CONCEPTO DE ADHESIVO**

La adhesión se refiere al proceso mediante el cual se unen dos superficies de naturaleza química diferente a una manera íntima, con el objetivo de lograr la mayor fuerza de unión posible durante un tiempo prolongado. La adhesión se produce a través de la atracción molecular o atómica entre las dos superficies en contacto, lo que es promovido por una fuerza de atracción interfacial entre las moléculas o átomos de las dos especies diferentes. Este proceso puede ser de naturaleza química, mecánica o una combinación de ambas. <sup>24</sup>

La superficie que es adherida se le conoce como adherente, mientras que el agente o sistema adhesivo se puede definir como un material que puede unir ciertas superficies, resistir cualquier fuerza que pueda separarlas, y además transmitir cargas a través de dicha unión. <sup>25</sup>

En el ámbito de la odontología, se utiliza la técnica de unión mecánica, la cual consiste en la aplicación de un material, como el cemento, en estado fluido, el cual se adhiere a las irregularidades de las superficies a unir, evitando que se separen. La adhesión mecánica se produce a través de la formación de una especie de traba que no altera la estructura de los materiales involucrados, ya que no hay una atracción molecular propiamente dicha. El adhesivo, que es ligeramente viscoso, penetra en los defectos superficiales, mientras que las proyecciones que están en la superficie adherente proporcionan un anclaje para que la unión o retención sea posible. Un ejemplo de esta

técnica es el grabado ácido, que se utiliza para lograr la unión entre un material y la estructura dentaria. <sup>26</sup>

En otro modo, se encuentra la adhesión química o específica, la cual se produce cuando el adhesivo y el adherente tienen una interacción química en la superficie de contacto. En el campo de la odontología, este tipo de adhesión se observa con cementos como el policarboxilato de zinc y el ionómero de vidrio, los cuales establecen una unión con el diente a través de la quelación. En el caso de los cementos dentales que contienen ácido carboxílico, éste puede atrapar iones metálicos del esmalte y la dentina (como el calcio), lo que permite establecer una unión química con el diente. <sup>27</sup>

Si se pudiera lograr una unión perfecta entre dos superficies en odontología, se podría evitar la microfiltración de fluidos orales o bacterias en la interfaz diente-restauración, lo cual ayudaría a reducir problemas como la sensibilidad postoperatoria, la caries recurrente, la pigmentación marginal y, además, permitiría conservar una mayor cantidad de estructura dental debido a una excelente retención. Sin embargo, hasta el momento, no se ha conseguido alcanzar una unión perfecta en odontología. <sup>28</sup>

#### **4.2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS**

Los avances en el campo de la adhesión han permitido la existencia de numerosos sistemas adhesivos en odontología. No obstante, es crucial conocer los requisitos que debe cumplir un buen material de este tipo, ya que el éxito clínico de las restauraciones dentales depende de ello, según Gordillo et al <sup>29</sup>:

- Adherirse a la dentina con una fuerza igual o mayor que la de un composite al esmalte grabado.

Es esencial lograr una adhesión adecuada entre ambas estructuras en odontología. Asimismo, es fundamental entender que no se puede emplear el mismo procedimiento de adhesión en la dentina y en el esmalte, dado que estos tejidos no responden de forma similar ante un mismo sistema adhesivo debido a sus diferentes composiciones.<sup>30</sup>

- Lograr en pocos minutos la máxima fuerza de adhesión, para dar tiempo suficiente para los pasos siguientes a realizar, y también para que el paciente pueda restablecerse funcionalmente lo más rápido posible.
- Debe ser biocompatible, evitando dañar el tejido pulpar.
- Conseguir un óptimo sellado de interfase entre diente y restauración.

Es crucial que los materiales adhesivos en odontología presenten una mínima o nula contracción al polimerizarse, ya que esto reduce significativamente la probabilidad de que se produzcan microfiltraciones en el futuro.<sup>31</sup>

- Debe ser fácil para colocar, pues muchas veces resulta tedioso utilizar sistemas adhesivos que requieran muchos pasos.
- Debe permanecer por un largo tiempo actuando adecuadamente en el medio oral. El período de tiempo durante el cual la unión permanece efectiva es referido como durabilidad.

El ambiente húmedo del medio bucal puede ser perjudicial durante y después del procedimiento adhesivo en odontología. Por tanto, es esencial que un adhesivo pueda adherirse a superficies que no estén totalmente secas y que estén en contacto continuo con la humedad del medio bucal. Otro factor importante, además de un contacto íntimo entre superficies, es que la humectación del adhesivo será efectiva siempre y cuando

su tensión superficial sea menor que la energía superficial libre del adherente.<sup>21</sup>

#### **4.2.2 ZIRCONIA**

La zirconia (o circonio) es un elemento químico de número atómico 40 situado en el grupo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Zr.

El circonio es un metal duro y resistente a la corrosión que es similar al acero. Se encuentra principalmente en los minerales del circón ( $ZrSiO_4$ ) y la badeleyita ( $ZrO_2$ ), ya que los procesos geológicos no han sido capaces de separarlos. Se utiliza sobre todo en reactores nucleares debido a su baja sección de captura de neutrones, y también se emplea para formar parte de aleaciones con alta resistencia a la corrosión.<sup>32</sup>

La zirconia es un material cerámico ampliamente utilizado en la fabricación de dispositivos protésicos debido a sus excelentes propiedades químicas, estabilidad dimensional y resistencia mecánica. Es conocida, como el acero cerámico debido a sus propiedades similares a las de los metales, pero con la ventaja de tener un color muy similar al de los dientes, lo que lo hace ideal para restauraciones dentales estéticas.<sup>33</sup>

Puede presentarse en tres estructuras diferentes como monocíclica, cúbica y tetragonal, siendo esta última la más utilizada en odontología al ser estabilizada con itrio. Cuando se produce estrés en la superficie de la zirconia, capaz de causar grietas, la estructura tetragonal de esa zona se transforma en monocíclica y aumenta su volumen para sellar la grieta, evitando que se propague y ocasione una fractura. A este fenómeno se le conoce como transformación resistente, descubierto por Garvie en 1975.<sup>34</sup>

En 1969 se inició la utilización del zirconio en la medicina con fines protésicos. Uno de sus primeros usos fue como material de reemplazo en la cadera y el fémur, debido a su capacidad de integrarse adecuadamente con el hueso y los músculos. <sup>35</sup>

A finales de la década de los 80, se llevaron a cabo numerosos estudios que utilizaron la zirconia en contacto con hueso y músculo, y no se observaron resultados adversos. La zirconia es un material biocompatible que no causa mutaciones en el genoma celular, y produce menos productos bacterianos que otros materiales como el titanio. Además, tiene propiedades mecánicas similares a las del acero inoxidable, con una alta resistencia a la tracción de 900-1450 MPa y una resistencia a la compresión de aproximadamente 2000 MPa. Por último, se debe tener en cuenta que la exposición prolongada a la humedad puede afectar negativamente a las propiedades originales de la zirconia. <sup>36</sup>

#### **4.2.2.1 USOS DE LA ZIRCONIA EN ODONTOLOGÍA**

Por todas las características físicas de este material, es un candidato excelente para elaborar prótesis cerámicas de gran dureza. A este grupo pertenecen las cerámicas dentales de última generación: DC-Zircon® (DCS), Cercon® (Dentsply), In-Ceram® YZ(Vita), Procera® Zirconia (Nobel Biocare), Lava® (3M Espe), IPS e.max® Zir-CAD (Ivoclar), etc. <sup>37</sup>

Se ha utilizado para brackets ortodóncicos desde 1994, y para prótesis parcial fija (PPF) desde 1998. El primer uso de zirconia como material de implante dental en humanos se reportó en 2004. <sup>38</sup>

El material en cuestión se utiliza comúnmente como núcleo en coronas dentales, ya que tiene una alta opacidad que ayuda a mejorar los resultados estéticos cuando se recubre con porcelana. Es particularmente útil en casos en los que la superficie dental tiene problemas de coloración, como la fluorosis, o en situaciones en las que se coloca un poste metálico, ya que su opacidad ayuda a ocultar estos factores no deseados.<sup>39</sup>

Debe tenerse en cuenta, que la superficie de los conectores debe ser de al menos 6.25 mm<sup>2</sup>. Además, se puede utilizar este tipo de restauraciones cuando la distancia entre la papila interdental a la cresta marginal y de 4 mm como mínimo.<sup>40</sup>

La radiopacidad de la zirconia es muy útil para controlar la adaptación marginal a través de la evaluación radiográfica, sobre todo, cuando se utilizan preparaciones por debajo del surco.<sup>42</sup>

La preparación del diente para recibir restauraciones de zirconia más recomendada consiste en realizar un chaflán curvo y un hombro redondeado, siguiendo el margen gingival. Se recomienda una reducción axial adecuada de 1.5mm, y de 1.5 a 2mm por incisal, con una conicidad de 4 a 6 grados.<sup>40</sup>

Del mismo modo, se encuentran las cerámicas como material coadyuvante de la zirconia. Las mismas se graban con ácido, sin embargo, Y-TZP es una cerámica resistente a los ácidos, lo que influye directamente en el protocolo de cementación adhesiva de las restauraciones.<sup>32</sup>

Los cementos de resina compuesta son los materiales estándar utilizados para cementar prótesis de cerámica a la estructura dental. La composición libre de sílice y la estructura

cristalina de la zirconia dificultan que la zirconia se adhiera a las estructuras dentales con los cementos de resina tradicionales.<sup>21</sup>

Aunque, los estudios in vitro indican un aumento significativo en la resistencia a la flexión de las restauraciones cerámicas de alta resistencia después de la unión con cemento de resina, la evidencia sobre la influencia exacta del medio de cementación en el desempeño clínico es limitada.<sup>42</sup>

Por lo tanto, para obtener una unión adhesiva uniforme entre las cerámicas resistentes a los ácidos, como la Y-TZP, y los materiales de resina, existen algunos tratamientos de superficie, ya que la zirconia no tiene reactividad superficial a los ácidos de uso común, como el arenado de partículas, uso de primer o silanos para mejorar su adhesión a la estructura dental.<sup>39</sup>

## **5. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **5.1 TIPO DE ESTUDIO**

Este trabajo de investigación representó una revisión de literatura de diseño descriptivo o narrativo por ser una selección detallada, selectiva y crítica que integra la información esencial en una perspectiva unitaria y de conjunto, con la finalidad de examinar la bibliografía publicada sobre el avance y desarrollo de la adhesión de la zirconia, según Otzen et al.<sup>43</sup>

### **5.2 CRITERIOS PARA LA DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN**

Se llevó a cabo una búsqueda de literatura científica durante el período de enero a agosto de 2023. Esta búsqueda se realizó utilizando buscadores de salud como PubMed, Redalyc y Scopus y, como base de datos EBSCO.

Para la búsqueda de información, se seleccionaron palabras clave relevantes relacionadas con el tema de esta revisión de literatura. De esta manera, se aumentaron las probabilidades de obtener información precisa y relevante para la elaboración de este proyecto final de grado.

Se utilizaron los descriptores de ciencias de la salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH) para seleccionar las palabras clave de rehabilitación oral, zirconio, adhesión y estética dental. Las cuales se usaron en conjunto con los operadores booleanos de: and, or y not.

### **5.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Los artículos para revisar se seleccionaron de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos de investigaciones originales, revisiones de literatura y revisiones sistemáticas.
- Artículos de investigaciones publicados entre el periodo 2018-2023.

#### **5.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Por otra parte, se excluyen de la búsqueda:

- Metaanálisis.
- Reportes de casos clínicos.

## 6. DISCUSIÓN

El avance y desarrollo de la adhesión de la zirconia, con el pasar de los años ha sido sorprendente. Como relaciona Echeverri et al. <sup>44</sup>, el avance de la tecnología en el campo de los biomateriales de uso odontológico ofrece posibilidades interesantes para la elaboración de prótesis fijas que reúnan de forma equilibrada los requisitos biomecánicos y estéticos en la cavidad oral.

Siendo una de las posibilidades para la elaboración de tratamientos de alta resistencia la zirconia. Koutayas et al. <sup>45</sup> y Adlin et al. <sup>46</sup> adicionan, que este material ofrece baja conductividad térmica, bajo potencial de corrosión, buen contraste radiográfico, biocompatibilidad, estética y propiedades mecánicas sobresalientes como alta resistencia al movimiento y estabilidad química, vienen siendo las características actuales más destacadas de la adhesión de la zirconia.

Al contrario de lo antes mencionado, Liu et al. <sup>47</sup> desarrollan, que al momento de comparar las restauraciones de zirconia con las hasta ahora más utilizadas, metal-cerámica, se llega a la conclusión de que, a pesar de ser un material indicado para el buen funcionamiento de las restauraciones por sus buenas cualidades, lo cierto es que en la práctica clínica la tasa de fracaso por fractura es mayor en el óxido de zirconio que en las restauraciones de metal-cerámica.

Son entonces, que los factores que influyen en el fracaso de la adhesión de la zirconia a la superficie dental, de acuerdo con Alshali et al. <sup>48</sup>, provienen del esmalte dental por su estructura y su composición. Özcan et al. <sup>49</sup> sugirieron, que para que no se produzcan fallos a este nivel es necesario que el esmalte tenga una energía superficial alta y el

ácido y la resina adhesiva una humectabilidad también alta. En circunstancias normales el esmalte tiene una energía superficial baja esto le preserva su integridad estructural y además impide la adherencia bacteriana.

Otro factor de fracaso a mencionar, son los que desarrollan Kaneshima et al.<sup>50</sup>, entre la dentina y el material adhesivo. La dentina siempre ha sido y sigue siendo un reto para la adhesión, como lo demuestran los constates estudios que se siguen realizando para hacer de su estructura un buen substrato para la técnica adhesiva. El aislamiento incorrecto impedirá una correcta adhesión por la contaminación de saliva y de sangre.

De modo contrario, se encuentran las afirmaciones de Yu et al.<sup>32</sup> y Kontonasaki et al.<sup>51</sup>, que plantean que la adhesión con zirconia muestra una estética superior porque tiene más transmisión de luz y como resultado un aspecto más natural del diente, lo que hace que se pueda usar en piezas dentales anteriores, aun mas cuando hoy en día se introdujo este material altamente translucido lo que ayuda a dar características únicas en su uso.

Sin embargo, Sadowsk<sup>7</sup>, contrapone ciertos criterios indicando que a pesar de que la misma ofrece muchas ventajas tanto para el paciente como para el profesional, necesita aún más estudios a largo plazo ya que existe un desafío estético tomando en cuenta los sectores anteriores, al igual que Schriwer et al.<sup>52</sup>, que señala que los tratamientos con zirconio son estéticamente aceptables pero han sido necesarias algunas alteraciones en la translucidez y color considerando que anteriormente el color del zirconio era normalmente muy blanco, y en la actualidad se diseñó con características altamente translucidas.

Esquivel et al. <sup>53</sup>, mencionan principalmente que el zirconio puede ser comparado con otros materiales y cerámicas, donde el mismo tiene menor rugosidad superficial que la porcelana feldespática y una preparación más conservadora que el disilicato de litio, que en conclusión es estéticamente superior en relación con otras aleaciones dentales como las restauraciones de cerámica sobre metal; además, la alta tenacidad a la fractura hace que el zirconio monolítico sea comparado con el disilicato de litio, la porcelana feldespática y cerámicas sobre metal ya que por su ajuste marginal ayuda a reducir el riesgo de desconchado y menor desgaste de antagonistas.

## 7. CONCLUSIONES

1. Se determina, que las características actuales de la adhesión de la zirconia proceden de su capacidad adicionar, que el material ofrece baja conductividad térmica, bajo potencial de corrosión, buen contraste radiográfico, biocompatibilidad, estética y propiedades mecánicas sobresalientes como alta resistencia al movimiento y estabilidad química.
2. Se concluye, que los factores que influyen en el fracaso de la adhesión en la superficie dental más notables pueden ser dos: los fallos adhesivos entre esmalte y material adhesivo y, entre dentina y material. Con el primero, es necesario que el esmalte tenga una energía superficial alta y el ácido y la resina adhesiva una humectabilidad también alta. El cual puede ser solucionado por el profesional de área realizando un arenado a la superficie de zirconia, con partículas de óxido de aluminio de 50 Ms, seguida por una apropiada limpieza de la corona antes de la cementación. El segundo, surge del aislamiento incorrecto lo impedirá una correcta adhesión por la contaminación de saliva y de sangre.
3. Los factores éxito en la adhesión de la zirconia en la superficie dental se originan porque este muestra una estética superior porque tiene más transmisión de luz y como resultado un aspecto más natural del diente.
4. Se clausura, con que, en los últimos cinco años, los avances en la adhesión de la zirconia han sido sorprendentes y más su uso en consultas dentales. Por lo que, se es necesario a los futuros profesionales de la Odontología el conocer el proceso por medio del cual la zirconia se adhiere a la estructura dental, por medio de los diferentes materiales adhesivos, para utilizar el que posea las

características más favorables para una adhesión eficaz, para que cuando sea un profesional en el área lo utilice con mayor habilidad y que logre permanecer en boca durante un periodo de tiempo prolongado.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, el evaluar la influencia de los diferentes métodos de acondicionamiento de superficie en la adhesión de la zirconia. Mediante la revisión de la literatura formulada para llevar a cabo este proyecto final de grado, se demostró cuáles eran los factores de fracaso de la adhesión de la zirconia. Los cuales, en un futuro, el profesional de la Odontología podría evitar.
2. Se hace necesario, establecer protocolos de adhesión estandarizados para la zirconia. Esto incluye definir los pasos de preparación de la superficie, seleccionar los agentes de adhesión más efectivos y determinar las condiciones ideales de aplicación. Estos protocolos ayudarían a garantizar la consistencia y la calidad de las restauraciones de zirconia, y facilitarían la comparación de estudios futuros.
3. Se recomienda, realizar estudios a largo plazo para evaluar la resistencia y la durabilidad de las restauraciones de zirconia en condiciones clínicas reales. Esto ayudará a comprender mejor el rendimiento a largo plazo de las restauraciones y permitirá realizar mejoras en los protocolos de adhesión existentes si es necesario.

## 9. PROSPECTIVA

1. Realizar una evaluación comparativa de diferentes agentes de adhesión en la zirconia.
2. Investigar sobre la influencia de los tratamientos de superficie en la adhesión de la zirconia. En la misma, se podría investigar cómo los diferentes tratamientos de superficie afectan a la adhesión de la zirconia. Se pudieran estudiar técnicas como el grabado ácido, el arenado con partículas de óxido de aluminio, el tratamiento con plasma, entre otros, y evaluar su efecto en la fuerza de adhesión y la resistencia a largo plazo.
3. Formular nuevos protocolos de adhesión para la zirconia. El cual pretenda, explorar diferentes enfoques, como el uso de agentes de acoplamiento específicos para la zirconia o la modificación de las técnicas de grabado y acondicionamiento de la superficie, con el objetivo de mejorar la adhesión y la durabilidad de las restauraciones de zirconia.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Srivastava R, Bhandi S, Makker R, Panta P, Albar NH, Reddy P, et al. Impact Strength of Various Types of Acrylic Resin: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract.* 2023;24(1):56-60.
2. Alfahed BA, Alayad AS. Influence of Layer and Sintering Temperature on the Optical Properties of Multilayered Zirconia Materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2023;5(6):15-9.
3. Russo D, Cinelli F, Sarti C, Giachetti L. Adhesion to Zirconia: A Systematic Review of Current Conditioning Methods and Bonding Materials. *Dent J.* 2019;7(3):74.
4. Zhang W, Fu W, Wang X, Ye J. Improving the osseointegration and soft tissue sealing of zirconia ceramics by the incorporation of akermanite via sol infiltration for dental implants. *J Mater Chem B.* 2023;11(19).
5. Zothner A, Moss C, Hopp M, Friedrich R, Hoppe U, Blöcker TO, et al. Acondicionamiento de la superficie de dióxido de zirconio para mejorar la unión adhesiva. *Quintessence Técnica.* 2020;21(4):219-32.
6. Perdigão J. Current perspectives on dental adhesion: Dentin adhesion - not there yet. *Jpn Dent Sci Rev.* 2020;56(1):190-207.
7. Sadowsky S. Has zirconia made a material difference in implant prosthodontics? A review. *Dent Mater.* 2020;36(1):1-8.
8. Olloni T, Krasniqi TP, Xhajanka E. The influence of Zirconia and Fiber posts with different lengths on Fracture strength of Maxillary Central Incisors restored with

- zirconia crowns - An in vitro study. *Int J Comput Dent.* 2023;2(10):10-8.
9. Cardoso M, De Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust Dent J.* 2021;56(SUPPL. 1):31-44.
  10. Ghodsi S, Jafarian Z. A Review on Translucent Zirconia. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2018;26(2):62-74.
  11. O'Connor C, Gavriil D. Predictable bonding of adhesive indirect restorations: factors for success. *Br Dent J.* 2021;231(5):287-93.
  12. Fastlicht S. Evolution of the universal appliance. *Am J Orthod.* 1950;36(6):433-44.
  13. Alvarez M. Los artistas del Códice Laud: el enigma de su origen The Origin of Codex Laud's Artists: An Enigma. *An del Inst Investig Estéticas.* 2020;43(118):183-226.
  14. Vagkopoulou T. Zirconia en odontología: primera parte . Descubriendo la naturaleza. *Eur J Esthet Dent.* 2009;2(4):274-95.
  15. Camps Alemany I. La evolución de la adhesión a dentina. *Av Odontoestomatol.* 2004;20(1):11-7.
  16. Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849-53.
  17. Bowen R. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963;66(1):57-64.
  18. Bayne S. Beginnings of the dental composite revolution. *J Am Dent Assoc.*

- 2013;144(8):880-4.
19. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol.* 2017;8(1):1.
  20. Kazak M, Donmez N. Development of Dentin Bonding Systems from Past to Present. *Bezmialem Sci.* 2019;7(4):322-30.
  21. Koh SH, Powers JM, Bebermeyer RD, Li D. Tensile bond strengths of fourth- and fifth-generation dentin adhesives with packable resin composites. *J Esthet Restor Dent.* 2001;13(6):379-86.
  22. De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, et al. Microtensile bond strengths of one- and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent.* 2003;16(6):414-20.
  23. Ebrahimi M, Janani A, Majidinia S, Sadeghi R, Shirazi A. Are self-etch adhesives reliable for primary tooth dentin? A systematic review and meta-analysis. *J Conserv Dent.* 2018;21(3):243-50.
  24. Carrilho E, Cardoso M, Ferreira M, Marto C, Paula A, Coelho A. 10-MDP Based Dental Adhesives: Adhesive Interface Characterization and Adhesive Stability-A Systematic Review. *Mater.* 2019;12(5).
  25. Robles-Andrade M, Guerrero-Sierra C. Impacto de la anquiloglosia y la frenotomía lingual en la alimentación neonatal. *Perinatol y Reprod humana.* 2014;28(3):154-8.
  26. Da Rosa W, Piva E, Da Silva A. Bond strength of universal adhesives: A systematic

- review and meta-analysis. *J Dent.* 2017;43(7):765-76.
27. Dressano D, Salvador M, Oliveira M, Marchi G, Fronza B, Hadis M, et al. Chemistry of novel and contemporary resin-based dental adhesives. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;110(2):11-5.
  28. Yamauchi S, Wang X, Egusa H, Sun J. High-Performance Dental Adhesives Containing an Ether-Based Monomer. *J Dent Res.* 2020;99(2):189-95.
  29. Gordillo-Delgado F, Bedoya-Pérez A, Delgado-Osorio H. Características mecánicas y térmicas de un poliuretano elaborado a partir de aceite de higuera (ricinus communis) para la adhesión de elementos estructurales de guadua angustifolia kunth. *Rev UIS Ing.* 2020;19(4):103-14.
  30. Fakhri E, Eslami H, Maroufi P, Pakdel F, Taghizadeh S, Ganbarov K, et al. Chitosan biomaterials application in dentistry. *Int J Biol Macromol.* 2020;162(6):956-74.
  31. Sharifianjazi F, Khaksar S, Esmaeilkhanian A, Bazli L, Eskandarinezhad S, Salahshour P, et al. Advancements in Fabrication and Application of Chitosan Composites in Implants and Dentistry: A Review. *Biomolecules.* 2022;12(2):11-8.
  32. Zhang Y, Lawn B. Evaluating dental zirconia. *Dent Mater.* 2019;35(1):15-23.
  33. Hanawa T. Zirconia versus titanium in dentistry: A review. *Dent Mater J.* 2020;39(1):24-36.
  34. Schünemann F, Galárraga-Vinueza M, Magini R, Fredel M, Silva F, Souza J, et al. Zirconia surface modifications for implant dentistry. *Mater Sci Eng.* 2019;98(3):1294-305.

35. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*. 2019;20(1):1-25.
36. Zhang Y. Overview: Damage resistance of graded ceramic restorative materials. *J Eur Ceram Soc*. 2019;32(11):2623-32.
37. Balmer M, Spies B, Vach K, Kohal R, Hämmerle C, Jung R. Three-year analysis of zirconia implants used for single-tooth replacement and three-unit fixed dental prostheses: A prospective multicenter study. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(3):290-9.
38. Hu B, Hu Y, Li X, Gao J, Sun R, Zhan D, et al. Shear bond strength of different bonding agents to orthodontic metal bracket and zirconia. *Dent Mater J*. 2022;41(5):749-56.
39. Zhivago P, Turkyilmaz I, Yun S. Aesthetic and functional rehabilitation of collapsed occlusal vertical dimension using an advanced digital workflow. *Prim Dent J*. 2023;12(1):57-61.
40. Monaco C, Ragazzini N, Scheda L, Evangelisti E. A fully digital approach to replicate functional and aesthetic parameters in implant-supported full-arch rehabilitation. *J Prosthodont Res*. 2018;62(3):383-5.
41. Liu B, He M, Chen B, Shuai Y, He X, Liu K, et al. Identification of key pathways in zirconia/dental pulp stem cell composite scaffold-mediated macrophage polarization through transcriptome sequencing. *Biotechnol Genet Eng Rev*. 2023;1-25.

42. Stanley M, Paz A, Miguel I, Coachman C. Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: Case report. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):28-32.
43. Manterola C, Otzen T. Estudios Observacionales: Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. *Int J Morphol*. 2018;32(2):634-45.
44. Echeverri D, Garzón H. Cementación de estructuras para prótesis parcial fija en zirconia. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2013;24(2):321-35.
45. Koutayas S, Vagkopoulou T, Pelekanos S, Koidis P, Strub J. Zirconia in dentistry: part 2. Evidence-based clinical breakthrough. *Eur J Esthet Dent*. 2009;4(4):348-80.
46. Ardlin B. Transformation-toughened zirconia for dental inlays, crowns and bridges: chemical stability and effect of low-temperature aging on flexural strength and surface structure. *Dent Mater*. 2002;18(8):590-5.
47. Liu L, Liu S, Song X. Effect of Nd : YAG laser irradiation on surface properties and bond strength of zirconia ceramics. *Lasers Med Sci*. 2015;30(2):627-34.
48. Alshali S, Attar E. Fracture Strength of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing Ceramic Materials: An In-Vitro Study. *Cureus*. 2023;15(7):41-53.
49. Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. 2015;17(1):7-26.
50. Kaneshima T, Yatani H, Kasai T, Watanabe E, Yamashita A. The influence of blood contamination on bond strengths between dentin and an adhesive resin cement.

Oper Dent. 2000;25(3):195-201.

51. Kontonasaki E, Rigos A, Ilia C, Istantos T. Monolithic Zirconia: An Update to Current Knowledge. Optical Properties, Wear, and Clinical Performance. Dent J. 2019;7(3):90.
52. Schriwer C, Skjold A, Gjerdet N, Øilo M. Monolithic zirconia dental crowns. Internal fit, margin quality, fracture mode and load at fracture. Dent Mater. 2017;33(9):1012-20.
53. Esquivel-Upshaw J, Kim M, Hsu S, Abdulhameed N, Jenkins R, Neal D, et al. Randomized clinical study of wear of enamel antagonists against polished monolithic zirconia crowns. J Dent. 2008;68(3):19-27.