

## Artículo original

# Implantes de Zirconia. Protocolo quirúrgico y consideraciones clínicas.

Ana Boquete: DDS, MSc, Ph.D., Coordinadora de la Cátedra de Formación e I+D en Odontología Clínica de la Universidad Católica de Murcia UCAM- Madrid, España [ana.boquete@odontologiaucam.com](mailto:ana.boquete@odontologiaucam.com)

José María Aguado Gil: DDS, Coordinador Académico del Máster en Cirugía, Periodoncia y Rehabilitación en Implantología Oral. Universidad Católica de Murcia UCAM- Madrid, España [joseaguadoqil@gmail.com](mailto:joseaguadoqil@gmail.com)

Andréina Di Tirro Dávila: Alumna 2ª edición del Máster en Cirugía, Periodoncia y Rehabilitación en Implantología Oral. Universidad Católica de Murcia UCAM- Madrid, España [andreditirro2029@gmail.com](mailto:andreditirro2029@gmail.com)

Boquete A. Aguado J. Di Tirro A. *Implantes de Zirconia. Protocolo quirúrgico y con-sideraciones clínicas*. Revista Científica PgO 2020;22:1-13

## Resumen

**Antecedentes:** La zirconia se ha convertido en un material dental versátil debido a sus excelentes resultados estéticos y propiedades mecánicas únicas que pueden imitar la apariencia de los dientes naturales y disminuir las reacciones inflamatorias periimplantarias, logrando la integración ósea y el éxito a largo plazo del tratamiento, el cual deberá prever la combinación de una adecuada técnica quirúrgica, la carga protésica gradual y funcional y una correcta higiene oral por parte del paciente.

**Objetivos:** El objetivo de esta revisión se basa en la realización de un protocolo de trabajo quirúrgico de implantes de zirconia, revisar los artículos clínicos y de investigación realizados sobre estos y compararlos con los implantes dentales de titanio, para simplificar la sistemática y crear una base de tratamiento sobre la que trabajar, de manera de no improvisar en la interpretación, diagnóstico, pronóstico y ejecución del tratamiento, sino por el contrario avanzar con la seguridad de obtener un resultado predecible. Son escasos los protocolos existentes actualmente, así como sus interpretaciones y sus resultados, tanto en el ámbito de la técnica quirúrgica en sí misma, como en referencia a las consideraciones que se deben tener.

**Métodos:** Se llevó a cabo una búsqueda electrónica en la base de datos PubMed hasta mayo de 2020 utilizando la siguiente combinación de palabras clave y términos MeSH con períodos de tiempo de hasta 10 años de antigüedad: “Zirconia” o “Implantes Dentales” o “Protocolo” o “Osteointegración” o “Modificación superficial” o “Tratamiento superficial de zirconia”.

**Conclusiones:** Los Implantes De Zirconia presentaron una influencia POSITIVA en la adhesión, proliferación y diferenciación de osteoblastos y fibroblastos en la interfaz implante a hueso durante el proceso de osteointegración. Las superficies de zirconia modificada demuestran claramente una osteointegración más rápida que la de las superficies no tratadas. Modificaciones superficiales tienen una gran influencia en la fuerza y la resistencia al envejecimiento, lo cual no es tenido en cuenta por los estándares actuales.

**Relevancia clínica:** Este protocolo terapéutico que proponemos ofrece la posibilidad de una práctica quirúrgica con menor morbilidad y altos resultados estéticos, permitiendo afrontar de manera estandarizada las diferentes situaciones que pueden encontrarse en la Implantología moderna. Por ello, desde todo punto de vista,

los implantes de zirconia son actualmente una opción. Los protocolos adaptados de este trabajo podrían ser útiles.

**Palabras clave:** Zirconia, Implantes Dentales, Protocolo, Osteointegración, Modificación superficial, Tratamiento superficial de zirconia, Óxido de circonio.

## Introducción

En la Implantología moderna, la búsqueda de diferentes materiales alternativos ha ido creciendo gracias a los altos estándares estéticos y a la creciente incidencia de alergias al titanio que, aunque suelen ser muy raras, se ha demostrado la sensibilización celular. Todo esto sumado a una creciente demanda de reconstrucciones sin metales, han llevado, después de muchos estudios experimentales, a la propuesta de la cerámica como posible sustituto del titanio, el cual presenta algunas desventajas, principalmente en los periodontos con un biotipo delgado en el área anterior, donde la mucosa en el cuello del implante puede volverse grisácea comprometiendo la estética y, en consecuencia, limitar el éxito del tratamiento general <sup>1</sup>. El uso de implantes de zirconia evitaría esta complicación y accede a la solicitud de muchos pacientes acerca del uso de implantes sin metal, proporcionando además alta resistencia a la fractura, buena respuesta inflamatoria y la resorción ósea inducida por las partículas cerámicas son menores que las inducidas por las partículas de titanio, lo que sugiere la biocompatibilidad de las cerámicas <sup>2</sup>.

Los buenos parámetros químicos, anticorrosión, resistencia mecánica, módulo de elasticidad cercano al del acero, y especialmente la biocompatibilidad hacen del dióxido de circonio un material perfecto para este propósito. Sin embargo, aunque este material presente una baja afinidad por la placa y propiedades biomecánicas favorables, se han presentado fallas tempranas significativas que implican un alto riesgo de fractura, tales como: su sensibilidad al corte, a la carga de tracción y los defectos de la superficie, lo que nos hace pensar en un protocolo quirúrgico y una serie de consideraciones clínicas que debemos tomar en consideración a fin de garantizar la correcta planificación y colocación de implantes de zirconia a largo plazo cumpliendo las expectativas de los pacientes <sup>3</sup>.

La composición del material y la topografía de la superficie de un biomaterial juegan un papel fundamental en la osteointegración. Según Albrektsson et al., la calidad de la superficie del implante es un factor importante que influye en la cicatrización de heridas en el sitio de implantación y, posteriormente, afecta la osteointegración; por lo tanto, se han desarrollado diversas modificaciones químicas y físicas de la superficie para mejorar la cicatrización ósea y las propiedades de la superficie, mediante dos enfoques principales; el primero: **la optimización de la micro rugosidad** (chorro de arena, grabado con ácido): las partículas de zirconia también se usan como material de recubrimiento de los implantes dentales de titanio, ya que estas se consideran inertes en el cuerpo y exhiben una mínima liberación de iones en comparación con los implantes metálicos, un proceso de chorro de arena con partículas redondas de zirconia puede ser un tratamiento de superficie alternativo para mejorar la osteointegración de los implantes de titanio ofreciendo ventajas dentales debido a su mayor resistencia a la fractura y a la flexión, y el segundo: **la aplicación de recubrimientos bioactivos**; tales como: fosfato de calcio, bifosfonatos y colágeno <sup>4</sup>.

Algunos parámetros son esenciales para lograr la integración ósea y el éxito a largo plazo de los implantes de zirconia. Una de las opciones es que se les mantenga bajo control durante el proceso (descontaminación, esterilización) y que presenten macro y micro-estructuras adecuadas en su superficie. Así, los implantes tendrán éxito no sólo porque se les inserte en el hueso de manera atraumática y porque tengan encima una prótesis estética, sino también porque sigan un plan de tratamiento preciso que se proyecte teniendo en consideración la globalidad clínica del paciente, ya no hay seguridad de éxito terapéutico sin un plan adecuado de tratamiento. Por lo tanto; se puede afirmar que la exigencia de instaurar un posible protocolo estudiado específicamente para

cada paciente, es una necesidad absoluta. Este proceso deberá prever la combinación del material implantológico biocompatible con la adecuada técnica quirúrgica, la carga protésica gradual y funcional y

finalmente, una correcta higiene oral por parte del paciente <sup>5</sup>.

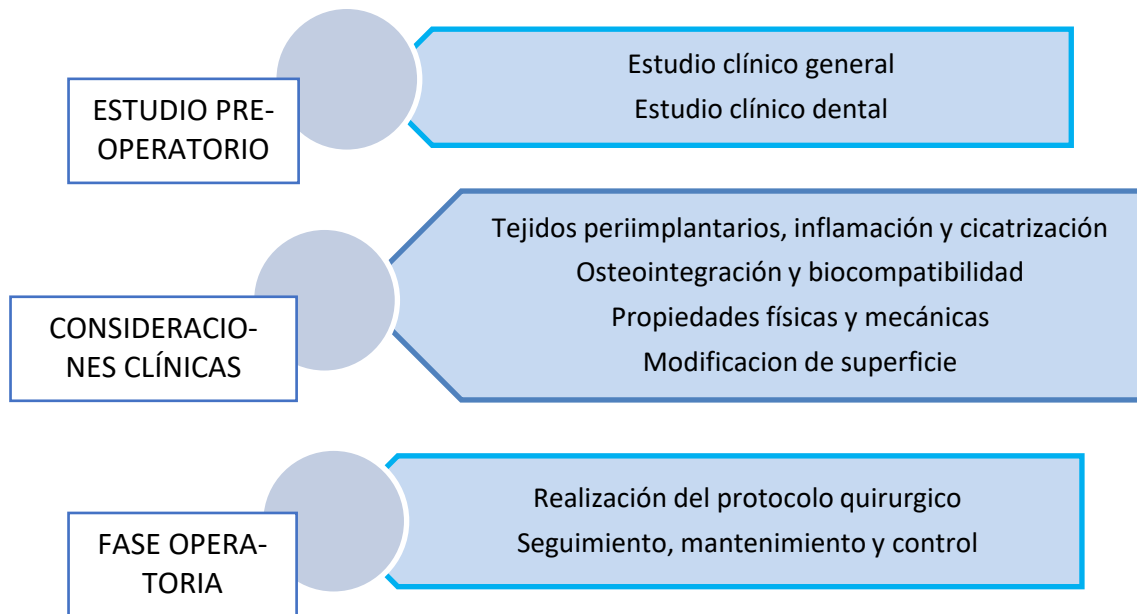


Diagrama 1

## Métodos

Se llevó a cabo una búsqueda electrónica en la base de datos PubMed hasta mayo de 2020 utilizando la siguiente combinación de palabras clave y términos MeSH con períodos de tiempo de hasta 10 años de

antigüedad: “Zirconia” o “Implantes Dentales” o “Protocolo” “Osteointegración” o “Modificación superficial” o “Tratamiento superficial de zirconia”.

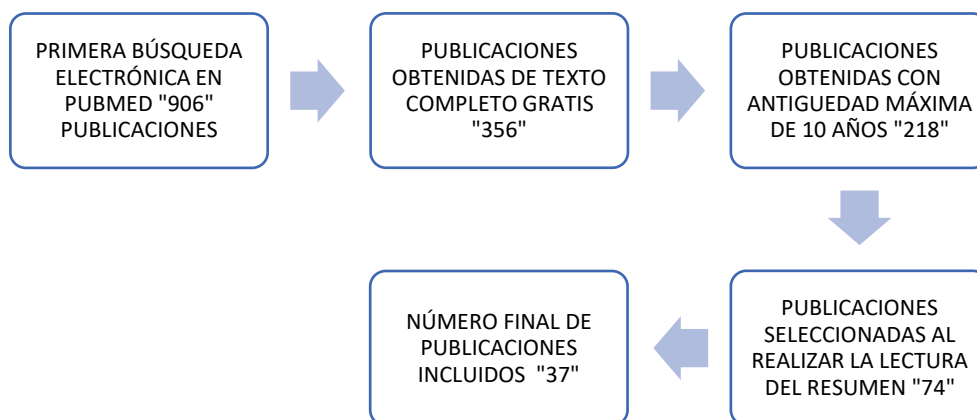


Diagrama 2

**Variables a estudiar:** El objetivo de esta revisión fue responder las siguientes preguntas específicas:

1. ¿Cuáles son las tasas de supervivencia clínica de los implantes de cerámica de circonio?
2. ¿Qué consideraciones clínicas debemos valorar para justificar el uso de implantes de zirconia como alternativas a los implantes de titanio?

**Criterios de inclusión:** Las publicaciones se consideraron para su inclusión si se cumplían los siguientes criterios:

- Estudios reportados en idioma inglés en revistas de odontología.
- Estudios clínicos que incluyan humanos con implantes de zirconia.
- Estudios clínicos que incluyan animales In Vivo e In Vitro.
- Todo tipo de implantes de zirconia, incluidos los sistemas de una y / o dos piezas.
- Número de implantes especificado.
- Período de observación de al menos 1 año después de la carga funcional.
- Tasas de supervivencia y / o éxito claramente establecidas.

**Criterios de exclusión:** Se excluyeron de la revisión los estudios que no cumplieron con todos los criterios de inclusión. Tampoco se consideraron las publicaciones basadas en gráficos, cuestionarios o entrevistas. Debido al número limitado de estudios disponibles, no se especificaron más criterios de exclusión.

**Selección de estudios:** Se examinaron de forma independiente los títulos y resúmenes derivados de la búsqueda, según los criterios enumerados. Luego se obtuvieron los artículos de texto completo de todos los títulos acordados.

**Evaluación de calidad:** Se evaluó la calidad metodológica de los estudios incluidos. Los estudios se evaluaron de acuerdo con su diseño, el alcance de los exámenes clínicos y radiográficos, el ajuste de posibles variables de confusión y los diferentes protocolos quirúrgicos, la completitud del seguimiento y el análisis estadístico.

**Extracción de datos:** Se extrajeron datos sobre el diseño de cada estudio, año de publicación, período de seguimiento, número de pacientes e implantes, diseño del implante y características de la superficie, protocolos quirúrgicos, tasas de supervivencia y / o éxito, detalles sobre la pérdida de hueso marginal y rehabilitación protésica; así como las tasas de fracaso y complicaciones.

## Resultados

La búsqueda inicial en la base de datos electrónica arrojó 906 títulos que se seleccionaron de forma independiente, lo que resultó en la consideración de obtención de textos completos gratis 356 publicaciones. Luego se revisaron las fechas de publicación y se excluyeron aún más noventa y ocho estudios. Los 258 estudios restantes fueron revisados en detalle con su resumen, quedando 74 estudios. En el caso de que varios documentos evaluaran el mismo grupo de

pacientes, se seleccionaron las publicaciones más recientes o relevantes. Treinta y siete estudios se excluyeron aún más debido al tamaño insuficiente de la muestra, al corto período de seguimiento, protocolo quirúrgico y/o protésico poco claro o estudios que examinan el mismo grupo de pacientes. Finalmente, se seleccionaron 37 ensayos clínicos para su inclusión en la revisión actual.

## Discusión

### Consideraciones clínicas:

1. Compatibilidad con tejidos periimplantarios, inflamación y cicatrización de tejidos blandos alrededor de implantes de zirconia:

Las propiedades bio-inertes de la zirconia ayudan a la rápida proliferación de los fibroblastos gingivales humanos sobre la superficie del implante y a la formación de una buena barrera mucosa<sup>6</sup>. Una superficie lisa del implante promueve un buen sellado del tejido blando en comparación con una superficie rugosa del implante. Se han observado varias diferencias en la mucosa periimplantaria alrededor de los implantes de zirconia en comparación con el titanio<sup>7</sup>. Sin embargo, el patrón de adhesión del tejido conectivo y el collar transgingival alrededor de los implantes de zirconia es similar al observado alrededor de la superficie mecanizada de titanio (orientación de la fibra de colágeno predominantemente en un patrón oblicuo paralelo)<sup>8</sup>. El color de la mucosa periimplantaria, la cantidad de sangrado al sondaje y la profundidad de sondeo es similar alrededor de los implantes de zirconia en comparación con los implantes de titanio<sup>9</sup>. La distancia desde la mucosa periimplantaria hasta la terminación apical del epitelio de barrera es menor para los implantes de zirconia en comparación con el titanio<sup>10</sup>. Se ha observado un contenido significativamente mayor de colágeno y una longitud más corta del epitelio surcular alrededor de los implantes de zirconia (0,76 mm) en comparación con los implantes de titanio (1,4 mm). La presencia de un epitelio de unión largo con una alta densidad de fibras de colágeno alrededor de los implantes de zirconia proporciona una mejor integración de los tejidos blandos con menos ingreso de bacterias y una menor infiltración inflamatoria en comparación con los implantes de titanio<sup>11</sup>. El implante de zirconia también ha demostrado inhibir la adhesión bacteriana y la formación de biopelículas en su superficie debido a su hidrofobia, propiedades bio-inertes, suavidad óptima, energía libre de superficie reducida y humectabilidad superficial<sup>12</sup>. Varios estudios microbiológicos e in vivo han reportado un número reducido de cocos y varillas alrededor del implante de zirconia (aumento en los niveles de *Streptococcus mutans* con menos *Streptococcus sanguis*) en comparación con los implantes de titanio.

Estas propiedades de bioinerte mejoran la integración perioperatoria alrededor de los implantes de zirconia y, a su vez, evitan el desarrollo de resorción ósea periimplantaria e inflamación suave periimplantaria<sup>13</sup>. Nascimento y col. en un ensayo clínico aleatorio cruzado, se identificaron y cuantificaron las especies microbianas en biopelículas de 24 h sobre diferentes materiales de implante (titanio mecanizado; titanio moldeado y pulido; y zirconia) utilizando la técnica de hibridación de cuadros de ADN. Los resultados mostraron que el titanio fundido y pulido mostró mayores proporciones de barras y bacterias filamentosas y menos cocos en comparación con el titanio mecanizado y la zirconia. En el grupo de titanio moldeado y pulido, se detectaron *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* y *Porphyromonas gingivalis* en el 100% y el 95% de las muestras, respectivamente. Además, en el grupo Zirconia, se registró *S. mutans* en 58.34% de las muestras, mientras que *Streptococcus mitis* y *Staphylococcus pasteurii* se recuperaron de solo el 54,17% de las muestras<sup>14</sup>.

Además de la baja colonización bacteriana, una respuesta inflamatoria baja alrededor del implante de zirconia se atribuye a una mayor liberación de diversos factores angiogénicos y citocinas antiinflamatorias en comparación con el titanio<sup>15</sup>. La respuesta inflamatoria es más alrededor del implante de titanio con mayor densidad de microvasos, expresión del factor de crecimiento endotelial vascular, expresión de óxido nítrico sintasa en comparación con la zirconia<sup>16</sup>. Sin embargo, en un estudio contraindicador realizado por Cionca, los niveles de citocinas proinflamatorias en el periimplante y se comparó el líquido crevicular gingival alrededor del implante de zirconia y los dientes contralaterales. Los resultados mostraron que la respuesta inflamatoria reducida indica que la aparición de periimplantitis sería menor con los implantes de zirconia que con los implantes de titanio<sup>17</sup>.

2. Osteointegración y biocompatibilidad de implantes de zirconia:

Las cerámicas a base de zirconia son biomateriales químicamente inertes con mínimas reacciones adversas locales o sistémicas; buena adhesión celular,

excelente respuesta tisular y un alto grado de biocompatibilidad con el hueso circundante y los tejidos blandos. Los estudios clínicos en animales y humanos han evaluado y confirmado la deposición de hueso maduro recién formado cerca de superficies de implantes de zirconia con pocos espacios de médula, inflamación mínima y numerosos pequeños osteoblastos multinucleados que secretan activamente <sup>18</sup>. Varios estudios *in vitro* e *in vivo* han revelado la naturaleza osteoconductora de la zirconia sin citotóxico, oncogénico o efectos mutagénicos sobre el hueso y los fibroblastos después de la implantación en músculos o huesos <sup>19</sup>. Scarano y col. demostró una buena respuesta ósea a los implantes de zirconia a las cuatro semanas con contacto de hueso a implante (BIC) de casi el 68,4%. Dubruille y col. comparó el BIC en implantes de titanio, alúmina y zirconia y no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de implantes. Se encontró que el BIC era 68% para alúmina, 64.6% para zirconia y 54% para titanio <sup>20</sup>.

Cuando la osteointegración del implante de zirconia se compara con el implante de titanio, se observó una diferencia mínima en el BIC y la distribución de los patrones de estrés. Sin embargo, un estudio en animales realizado por Hoffmann et al. mostró que, aunque los implantes de zirconia mostraron un mayor grado de aposición ósea (54–55%) en comparación con los implantes de titanio (42–52%) en las dos semanas, la aposición ósea fue mayor en titanio (68–91%) en comparación con zirconia (62–80%) a las cuatro semanas. La osteointegración inicial de los implantes de zirconia y titanio fueron similares con efectos positivos sobre la morfología de los osteoblastos, la tasa de proliferación y la síntesis de proteínas asociadas a los huesos. Sin embargo, al final del día tres y cinco, el crecimiento y la proliferación celular fue significativamente mayor en las superficies de zirconia que en las superficies de titanio <sup>21</sup>. Akagawa y col. examinó la interfaz inicial entre el implante y el hueso en un implante de zirconia de tornillo de una etapa con diferentes condiciones de carga oclusal en perros beagle. A los tres meses, el BIC fue mayor para el grupo sin carga (81.9%) en comparación con el grupo cargado (69.8%) con evidente pérdida de hueso crestral alrededor de los implantes cargados. Otro estudio en animales por Akagawa et al. evaluó el pronóstico a largo plazo y la

estabilidad de la osteointegración alrededor de los implantes PSZ de una etapa con tres conceptos diferentes de carga (soporte de implante independiente único; soporte de implante independiente conectado; una combinación de implante y soporte dental). Los resultados revelaron una diferencia mínima entre los soportes de dientes individuales independientes, conectados independientes y de implantes para implantes PSZ. Con base en estos hallazgos, se concluyó que los implantes de zirconio tienen la capacidad de osteointegrarse en la misma medida que los implantes de titanio incluso bajo carga, sin embargo, las condiciones iniciales sin carga son preferibles para lograr una osteointegración favorable en los implantes de zirconia de una etapa <sup>22</sup>.

### 3. Supervivencia y tasa de éxito de los implantes de zirconia:

La figura 1 muestra la Supervivencia del implante de zirconia. Solo un estudio informó la supervivencia de los implantes de una pieza después de 4 años (23), mientras que otros dos informaron las tasas de supervivencia acumulada después de 5 <sup>24</sup> y 7 años <sup>32</sup>. La tasa de supervivencia general de los implantes de una y dos piezas de zirconia fue del 92% (IC del 95%) después de 1 año de funcionamiento (Fig. 1).

La figura 2 muestra la prevalencia de fallas tempranas y tardías en los estudios. La falla temprana de los implantes de zirconia de una pieza varió entre 1.8 <sup>21</sup> y 100% <sup>23</sup>, con una tasa de falla temprana global calculada en 77% (IC 95%). Por otro lado, solo dos <sup>30</sup> de los tres estudios que evaluaron los implantes de zirconia de dos piezas informaron claramente las tasas de fracaso. Cionca y col. informó una tasa de falla del 12.2% con solo una falla temprana (2%) en comparación con cinco (10.2%) fallas tardías <sup>30</sup>. Payer y col. mostró una tasa de fracaso del 6,3% con un solo fracaso del implante después de la rehabilitación protésica <sup>31</sup>. En contraste, Brull et al. solo informó la pérdida de tres implantes (una falla temprana, una falla tardía y un implante fracturado) sin detalles sobre el diseño del implante <sup>25</sup>.



Estudio	N Implantes	Total	Supervivencia en 1 año	Porcentaje
Blaschke & Volz 2006	33	34	0.97	5.1 %
Pirker & Kocher 2009	11	12	0.92	4.9 %
Oiva 2010	793	831	0.95	12.2 %
Cannizzarro 2010	35	40	0.88	9.5 %
Kohal 2012	63	66	0.95	8.4 %
Kohal 2013	55	56	0.98	5.2 %
Borgonovo 2013	28	28	1.00	3.2 %
Payer 2013	19	20	0.95	5.1 %
Osman 2014	52	73	0.71	11.6 %
Spies 2015	24	27	0.89	8.2 %
Roehling 2015	144	161	0.89	11.6 %
Payer 2015	15	16	0.94	5.0 %
Cionca 2015	43	49	0.88	10.0 %
		<b>1.413</b>	<b>0.92</b>	<b>100%</b>

Figura 1

Estudio	N Implantes	Total	Fracaso Temprano	Porcentaje
Blaschke & Volz 2006	1	2	0.50	7.5 %
Pirker & Kocher 2009	7	7	1.00	7.2 %
Oiva 2010	38	42	0.90	16.5 %
Cannizzarro 2010	5	5	1.00	7.1 %
Kohal 2012	3	3	1.00	6.9 %
Kohal 2013	1	1	1.00	6.2 %
Payer 2013	1	1	1.00	6.2 %
Osman 2014	15	21	0.71	17.0 %
Spies 2015	3	3	1.00	6.9 %
Roehling 2015	14	36	0.39	18.6 %
		<b>121</b>	<b>0.77</b>	<b>100%</b>

Figura 2

La tasa de supervivencia general de los implantes de zirconia fue del 92% (IC 95%) después de 1 año de función, con una heterogeneidad significativa entre los estudios de 79.3%. En comparación, las tasas de supervivencia general de los implantes de titanio que soportan coronas individuales (SC) fueron del 97,2% a los 5 años y del 95,2% a los 10 años<sup>35</sup>. Mientras que las tasas de supervivencia de los implantes de titanio que soportan prótesis dentales fijas (FDP) fue de 97.2 y 93.1% después de 5 y 10 años, respectivamente<sup>36</sup>. Osman y col. comparó los implantes de zirconia alveolar y palatino con los de titanio como pilares para sobredentaduras. La tasa de supervivencia global fue del 71,2% para los de zirconia y del

82,1% para los implantes de titanio. Esta supervivencia generalmente baja se atribuyó al diseño de una pieza de los implantes y a su superficie moderadamente rugosa en contacto con la mucosa, así como al protocolo quirúrgico sin colgajo, la distribución no convencional de los implantes y el protocolo de carga inmediata.

Cuando se examinaron los patrones de falla de los implantes de zirconia, los implantes de una pieza demostraron una mayor tendencia hacia la falla temprana (y Fig. 2), con una tasa de falla temprana global calculada en 77% (IC 95%). Los seis implantes en el primer grupo fallaron temprano, mientras que solo uno de los 12 implantes en el segundo grupo se

perdió. Además, solo un estudio <sup>32</sup> informaron una alta tasa de fracturas del 11,2% durante un período de observación promedio de 5,9 años, mientras que otros tres <sup>22, 25, 26</sup> informaron tasas bajas de fracturas de implantes que oscilan entre el 0,8 y el 4%. Además, la fractura única informada por Blaschke et al. se debió a un trauma externo <sup>22</sup>. Por otro lado, los dos estudios que examinaron los implantes de dos piezas <sup>30, 31</sup> informaron un mayor porcentaje de fracaso tardío en comparación con temprano, y ningún implante fracturado.

#### 4. Modificaciones de la superficie de los implantes de zirconia:

Diversas modificaciones de la superficie, como zirconia grabada con ácido, zirconia con chorro de arena, rociado con plasma, anodizado, mecanizado, modificado químicamente (anodizado por plasma), recubierto (fosfato de calcio, bifosfonatos o colágeno tipo I con sulfato de condroitina), superficie modificada nanotecnológica (nanocapa de fosfato de calcio) se han desarrollado para mejorar la osteointegración de los implantes de zirconia. Estas modificaciones de la superficie a nivel microscópico mejoran la osteointegración al aumentar la rugosidad, la humectabilidad en los sustratos de implante de zirconia. Cuando se comparó la diferenciación de osteoblastos en dos superficies diferentes de zirconia (arenado con partículas de alúmina o SLA en una mezcla de ácido fluorhídrico y ácido sulfúrico) con la superficie de titanio estándar (arenado y grabado con ácido), los sustratos de zirconia mostraron una mejor adhesión y proliferación osteoblástica en comparación con el titanio <sup>27</sup>. Sin embargo, en algunos estudios clínicos se han observado cicatrizaciones óseas y BIC comparables entre los implantes de titanio grabados con ácido y la superficie de los implantes de zirconia. Bachle y col. evaluó la proliferación celular en superficies de zirconia mecanizada, arenada y arenada, granulada, grabada con ácido (SLA) y descubrió que la abrasión de partículas en el aire y el grabado con ácido aumentaron la rugosidad de la superficie de los implantes de zirconia con una proliferación celular mejorada en comparación con los implantes mecanizados de zirconia. Además, las partículas de zirconia con chorro de arena en la superficie del implante mejoran significativamente la osteogénesis periimplantaria en comparación con las superficies mecanizadas de titanio. Cuando las superficies de implantes de titanio químicamente mo-

dificadas o recubiertas (anodizadas en plasma; fosfato de calcio; bifosfonatos; colágeno tipo I o sulfato de condroitina recubiertos) se comparan con los implantes de zirconia SLA, los implantes de titanio modificados farmacológicamente y químicamente tienen un mejor BIC a las ocho semanas en comparación con la zirconia implantes con superficie anodizada por plasma (37-39). Las propiedades adhesivas, morfológicas y estructurales de los recubrimientos pulverizados con plasma sobre implantes de titanio y cobalto, cromo, molibdeno (CoCrMo) recubiertos con  $ZrO_2$  (4%  $CeO_2$ ) y  $ZrO_2$  (3%  $Y_2O_3$ ) demostraron que la resistencia adhesiva de  $ZrO_2$  recubrimiento (4%  $CeO_2$ ) fue mayor en comparación con  $ZrO_2$  (3%  $Y_2O_3$ ) a implantes de titanio. Además, el valor RTQ fue de cuatro a cinco veces más para la circonita arenada que para la zirconia mecanizada. Los estudios incluso han comparado los implantes de zirconia grabados con infiltración selectiva con los implantes de zirconia sinterizada y los implantes de titanio (arenados y grabados con ácido) y encontraron que los implantes de zirconia con grabado selectivo por infiltración mostraron un BIC mayor (75%) que los dos de zirconia sinterizada (62%) y titanio (68%) implantes (41). Vidrio bioactivo como material de recubrimiento de superficie también se ha probado para implantes de zirconia con resultados prometedores como la mejora de la tasa de osteointegración temprana en comparación con los implantes no recubiertos. Los implantes de zirconia con recubrimiento de vidrio bioactivo son útiles en pacientes geriátricos con mala calidad ósea o hueso osteoporótico, ya que exhiben una resistencia a la flexión (dos veces mayor que la Y-TZP), mayor tenacidad a la fractura y menor degradación a baja temperatura (28).

Los láseres, particularmente el láser de dióxido de carbono (láser de  $CO_2$ ), se usan comúnmente para mejorar la humectabilidad y disminuir la rugosidad de la superficie de los implantes de zirconia. Varios estudios también han demostrado un grado comparable de aposición ósea temprana alrededor de la circonita sinterizada, la zirconia modificada con láser y los implantes de circonita arenada a los implantes de titanio modificado en superficie. El láser de  $CO_2$  produjo una discreta alteración de la superficie en la superficie del implante de zirconia que mejoró la adherencia del osteoblasto con una mayor formación de hueso. Por lo tanto, se concluyó



que el láser de CO<sub>2</sub> es el mejor para las modificaciones de la superficie y el láser de diodo es el único sistema láser que podría usarse en pacientes con periimplantitis y modificaciones de tejidos blandos alrededor de los implantes de zirconia<sup>29</sup>.

### Fase Operatoria:

#### Realización del protocolo quirúrgico

El uso de zirconia como alternativa viable al titanio solo puede establecerse si proporciona un buen pronóstico a largo plazo en los pacientes.

**Implante inmediato post-extracción:** El sitio de extracción ideal para la colocación de un implante inmediato es aquel sin pérdida de soporte óseo periodontal o con muy poca pérdida de inserción en el diente que va a ser extraído; por ejemplo, dientes con compromiso endodóntico, fractura radicular, reabsorción radicular, enfermedad periapical, perforación radicular o relación corona-raíz desfavorable, aquellos casos que no incluyen defectos óseos bucales o circunferenciales severos, o defectos óseos de 2 o 3 paredes<sup>26</sup>.

**Implante diferido en localización post-extracción:** cuando, encontrándonos o no, frente a una localización particularmente infectada, se decide diferir la inserción del implante completamente y esperar la obtención de la estabilización osteomucosa. La espera, de alrededor de 2 o 3 semanas, permite operar en una estructura mucosa íntegra y prácticamente en ausencia total de infecciones a nivel óseo, lo que ciertamente permite un mejor rendimiento biológico de las membranas y materiales de relleno<sup>24</sup>.

**Implantes unitarios o múltiples:** No se observan diferencias en los cambios en el nivel óseo marginal entre los implantes múltiples y unitarios desde el inicio hasta 4 años después de la cirugía; los valores medios de resorción ósea fueron 1.2081 mm para implantes múltiples y 1.2088 mm para implantes únicos (22). Sin embargo, la morfología de una pieza de los implantes dentales de zirconia puede influir en la pérdida ósea marginal. De hecho, se ha propuesto que la pérdida ósea marginal del periimplante se extiende más alrededor de los implantes de dos piezas que alrededor de los implantes de una pieza como resultado de la ubicación del microgap<sup>22, 24</sup>; el cual conduce a una fuga bacteriana y una colonización

microbiana de la brecha a nivel del hueso. Los tejidos blandos del periimplante desarrollan una respuesta inflamatoria que promueve la formación y activación de osteoclastos para provocar la pérdida de hueso alveolar. La remodelación ósea progresará hasta que se haya creado y estabilizado el ancho biológico. Este ancho no solo progresa apicalmente, a lo largo del eje vertical, sino que según los estudios realizados por Tarnow et al.<sup>23</sup> también hay un componente horizontal de 1–1.5 mm. Es importante tener en cuenta que la acumulación de placa en la superficie del implante o del pilar induce una reacción inflamatoria gingival<sup>22</sup> y, en consecuencia, una pérdida ósea progresiva<sup>24</sup>. En particular, la aspereza juega un papel importante en la adhesión bacteriana y esta relación se ha demostrado en varios estudios in vivo e in vitro<sup>23, 24</sup>. Scarano y col.<sup>24</sup> mostró que el óxido de circonio presentaba una reducción significativa de la presencia de bacterias, lo que promueve la formación temprana del ancho biológico y, por lo tanto, la formación de un sello mucoso que detiene la resorción ósea marginal temprana<sup>24, 25</sup>.

**Carga inmediata o diferida:** Una buena conservación del hueso marginal con una pérdida ósea reducida del periimplante bajo carga cíclica ha demostrado ser una característica de los implantes de zirconia. A diferencia de la zirconia, los implantes de titanio han mostrado una mayor resorción ósea periimplantaria; aumento de la flexión del implante, fractura por fatiga en condiciones de carga cíclica aumentada. Borgonovo y col. evaluó la salud del tejido blando junto con la pérdida ósea radiográfica alrededor de los implantes de circonio con restauraciones de implantes múltiples o simples y concluyó que la pérdida ósea marginal media alrededor del implante de zirconia fue 1.631 mm al final de tres años. La pérdida ósea marginal durante el primer año de carga para los implantes de zirconia colocados en las regiones molares posteriores fue comparable a los implantes colocados en otros sitios y no se observaron diferencias para los sitios con restauración de implantes múltiples y únicos. Por lo tanto, la protección de la zirconia de una pieza sin carga oclusal durante la fase de cicatrización es un paso crítico para lograr un buen pronóstico<sup>31</sup>.

**Correcto diseño protésico:** se recomienda preparar en exceso la osteotomía, para evitar la necesidad de cualquier torsión manual en una etapa posterior, especialmente en áreas donde está presente un hueso duro y denso. Esto ayuda a evadir la transferencia de

fuerzas de flexión desfavorables sobre los implantes y promueve una buena osteointegración<sup>32</sup>. Es fundamental colocar el implante de zirconia de una pieza en su posición quirúrgica y protésica más precisa para evitar cualquier modificación posterior y transferencia de carga durante la preparación del pilar. El pilar de implante de zirconia debe colocarse a una distancia mínima de 1,5 mm por debajo del plano de oclusión y no menos de 3 mm de altura. El hombro del implante debe ser festoneado para que coincida con el contorno gingival de los tejidos y debe favorecer la colocación subgingival del hombro de la corona. El diseño de hombro recomendado para el implante de zirconia es el chaflán. La sección del pilar debe alisarse sin márgenes ni áreas ásperas antes de la impresión final. Las coronas deben colocarse en una etapa posterior después de la osteointegración completa y la carga inicial debe ser limitada. Cualquier modificación inmediata en la sección del pilar después de la colocación del implante debe realizarse con una fresa de diamante ultrafina junto con abundante irrigación. El pilar solo debe prepararse para permitir la adaptación de la restauración provisional y la modificación más definitiva del hombro del implante debe realizarse solo después de la cicatrización del tejido blando. Adicionalmente, el uso de pilares de zirconia para coronas fijas con implantes individuales en regiones posteriores sigue siendo cuestionable debido a la ausencia de datos a largo

plazo. Pocos estudios clínicos a largo plazo han reportado una ruptura mecánica aséptica inesperada de la osteointegración y el aflojamiento de los implantes de zirconia de dos piezas sin ningún dolor, molestia y signos clínicos de infección o inflamación. Por lo tanto, se debe ser cauteloso al usar pilares de zirconia en regiones posteriores hasta que más evidencia clínica muestre resultados favorables a largo plazo<sup>33-36</sup>.

Seguimiento, mantenimiento y control: Este control debe constar de exámenes radiográficos y la evaluación clínica que debe incluir una minuciosa revisión general, en especial si existe o no presencia de movilidad, la evaluación periodontal con sonda calibrada para evaluar la profundidad de las bolsas periodontales y/o periimplantares, el índice de placa y el sangrado al sondaje. Verificar los criterios de éxito de los implantes de zirconia de acuerdo con los siguientes parámetros: ausencia de movilidad, evaluación de la integridad de la prótesis final, ausencia de dolor o parestesia, ausencia de la radiolucidez del periimplante y pérdida ósea marginal periimplantaria inferior a 1,5 mm durante el primer año de funcionamiento y una pérdida ósea anual a partir de entonces que no exceda de 0,2 mm<sup>37</sup>.

## Conclusiones

Los IMPLANTES DE ZIRCONIA presentan una influencia positiva en la adhesión, proliferación y diferenciación de osteoblastos y fibroblastos en la interfaz implante a hueso durante el proceso de osteointegración. Estos implantes cerámicos se han fabricado principalmente como sistemas de implantes de una pieza, sin embargo varios sistemas de múltiples piezas han ido emergiendo progresivamente con resultados prometedores. Por lo tanto, las evaluaciones a largo plazo de una población de estudio están garantizadas para verificar a lo largo del tiempo el excelente desempeño clínico del presente protocolo, además de abordar casos más desafiantes con pacientes apretadores o fumadores.

Las superficies de zirconia modificada demuestran claramente una osteointegración más rápida que la de las superficies no tratadas. Modificaciones superficiales tienen una gran influencia en la fuerza y la resistencia al envejecimiento, por encima del nivel observado con la mayoría de las superficies mecanizadas mejora la respuesta ósea a los implantes, por lo que es recomendable continuar con las investigaciones acerca de los efectos de la rugosidad de la superficie en la función celular y la interacción entre un implante de zirconia y el tejido óseo adyacente.

Este protocolo propuesto ofrece la posibilidad de una práctica quirúrgica con menor morbilidad y altos resultados estéticos, permitiendo afrontar de manera estandarizada las diferentes situaciones que pueden encontrarse en la Implantología moderna, ofreciendo la oportunidad de operar en un tejido mucoso íntegro y sin inflamaciones,

permitiendo obtener una cicatrización completa de la zona de intervención y acortar considerablemente los tiempos de tratamiento, consiguiendo el mantenimiento de las estructuras alveolares y llegando incluso a incrementarlas en muchos casos.

## Referencias

1. Kohal R.J., Wolkewitz M., Mueller C. Alumina-reinforced zirconia implants: survival rate and fracture strength in a masticatory simulation trial. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Jul 7. [Epub ahead of print] PMID: 20626420
2. Joseph Oliva, MS/Xavi Oliva, MS/Joseph D. Oliva, DM. Five-year success Rate of 831 Consecutively placed Zirconia Dental Implants in Humans: A comparison of three Different Rough surfaces. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2010; 25:336-344.
3. Stadlinger B, Henning M, Eckelt U, Kuhlisch E, Mai R. Comparison of zirconia and titanium implants after a short healing period. A pilot study in minipigs. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2010 Jun; 39(6): 585-92 Epub. 2010 Feb.20.
4. Koch FP, Weng D, Krämer S, Biesterfeld S, Jahn-Eimermacher A, Wagner W. Osseointegration of one-piece zirconia implants compared with a titanium implant of identical design: a histomorphometric study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Mar;21(3):350-6. Epub 2010 Jan 13. PMID: 20074240.
5. Schliephake H, Hefti T, Schlottig F, Gédet P, Staedt H. Mechanical anchorage and peri-implant bone formation of surface-modified zirconia in minipigs. *J Clin Periodontol.* 2010 Sep;37(9):818-28. Epub 2010 Jun 21. PMID: 20573183.
6. Arnetzl GV, Payer M, Koller M, Kirmeier R, Arnetzl C, Jakse N, Holly L, Arnetzl G. *Int J Comput Dent.* 2010. All-ceramic immediate restoration of one-piece zirconium dioxide implants.;13(1):27-41. English, German. PMID: 20481289.
7. Oliva X, Oliva J, Oliva JD. *Eur J Esthet Dent.* Full-mouth oral rehabilitation in a titanium allergy patient using zirconium oxide dental implants and zirconium oxide restorations. A case report from an ongoing clinical study. 2010 Summer;5(2):190-203.PMID: 20589262.
8. Pol CWP, Raghoobar GM, Maragkou Z, Cune MS, Meijer HJA. *Clin Implant Dent Relat Res.* Full-zirconia single-tooth molar implant-supported restorations with angulated screw channel abutments: A 1-year prospective case series study. 2020 Feb;22(1):138-144. doi: 10.1111/cid.12872. Epub 2019 Dec 3. PMID:31793193.
9. Hanawa T. *Dent Mater J.*Zirconia versus titanium in dentistry: A review 2020 Jan 31;39(1):24-36. doi: 10.4012/dmj.2019-172. Epub 2019 Oct 30. Review. PMID:31666488
10. Yoshinari M. *Dent Mater J.*Future prospects of zirconia for oral implants -A review. 2020 Jan 31;39(1):37-45. doi: 10.4012/dmj.2019-151. Epub 2019 Oct 30. Review.PMID:31666487
11. Schünemann FH, Galárraga-Vinueza ME, Magini R, Fredel M, Silva F, Souza JCM, Zhang Y, Henriques B. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* Zirconia surface modifications for implant dentistry. 2019 May;98:1294-1305. doi: 10.1016/j.msec.2019.01.062. Epub 2019 Jan 16. Review. PMID:30813009

12. Bumbu BA, Bumbu GA, Berechet MC, Rus V, Ruxanda F, Miclăuș V, Vicaș RM, Rotaru DI, Zdrincă MM, Ciobanu CF, Berechet D. Rom J Morphol Embryol. Osseointegration of zirconium dental implants three months after insertion in rabbit femur. Histopathological study. 2018;59(3):781-786. PMID:30534817
13. Bormann KH, Gellrich NC, Kniha H, Schild S, Weingart D, Gahlert M. BMC Oral Health. A prospective clinical study to evaluate the performance of zirconium dioxide dental implants in single-tooth edentulous area: 3-year follow-up. 2018 Nov 1;18(1):181. doi: 10.1186/s12903-018-0636-x. PMID:30382850
14. CalvoGuirado J.L, RamosOltra M.L, Negri B, DelgadoRuíz R.A, RamirezFernández A, MateSánchez J.E, et al.Osseointegration of zirconia dental implants modified by femtosecond laser vs. zirconia implants in healed bone: a histomorphometric study in dogs with three-month follow-up. J Osseointegr, 5 (2013)
15. Yamano S, Kwok-Yui Ma A, Shanti R.M, Kim S.W, Wada K, Sukotjo C.The influence of different implant materials on human gingival fibroblast morphology, proliferation, and gene expression. Int J Oral Maxillofac Implants, 26 (2011)
16. Noro A, Kaneko M, Murata I, Yoshinari M. Influence of surface topography and surface physicochemistry on wettability of zirconia (tetragonal zirconia polycrystal).J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 101 (2013)
17. Cionca N, Hashim D, Cancela J, Giannopoulou C, Mombelli A. Pro-inflammatory cytokines at zirconia implants and teeth: a cross-sectional assessment. Clin Oral Investig, 20 (2016)
18. Van Brakel R, Cune M.S, Van Winkelhoff A.J, De Putter C, Verhoeven J.W, Van der Reijden W.. Early bacterial colonization, and soft tissue health around zirconia and titanium abutments: an In vivo study in man.Clin Oral Impl Res, 22 (2011)
19. Van Brakel R, Meijer G.J, Verhoeven J.W, Jansen J, De Putter C, Cune M.S.Soft tissue response to zirconia and titanium implant abutments: an in vivo withinsubject comparison. J Clin Periodontol, 39 (2012)
20. Salihoglu U, Boynuegri D, Engin D, Duman A.N, Gokalp P, Balos K. Bacterial adhesion and colonization differences between zirconium oxide and titanium alloys: an in vivo human study. Int J Oral Maxillofac Implants, 26 (2011)
21. Nascimento C.D, Pita M.C, Fernandes F.H.N.C., Pedrazzi V, DeAlbuquerque Junior R.F, Ribeiro R.F.. Bacterial adhesion on the titanium and zirconia abutment surfaces.Clin Oral Implants Res, 25 (2014)
22. Linares A, Grize L, Munoz F, Pippenger B.E, Dard M, Domken O, Blanco-Carrion J. Histological assessment of hard and soft tissues surrounding a novel ceramic implant: a pilot study in the minipig. J Clin Periodontol, 43 (2016)
23. Nickenig H.J, Andreas Schlegel K, Wichmann M, Eitner S. Expression of interleukin 6 and tumor necrosis factor alpha in soft tissue over ceramic and metal implant materials before uncovering: a clinical pilot study. Int J Oral Maxillofac Implants, 27 (2012)
24. DeMedeiros R.A, Vechiato-Filho A.J, Pellizzer E.P, Mazaro J.V, Dos Santos D.M, Goiato M.C. Analysis of the peri-implant soft tissues in contact with zirconia abutments: an evidence-based literature review. J Contemp Dent Pract, 14 (3) (2013)
25. Nevins M, Camelo M, Nevins M.L, Schupbach P, Kim D.M. Pilot clinical and histologic evaluations of a two-piece zirconia implant.Int J Periodontics Restorative Dent, 31 (2011)
26. Stadlinger B, Hennig M, Eckelt U, Kuhlisch E, Mai R. Comparison of zirconia and titanium implants after a short healing period: a pilot study in minipigs. Int J Oral Maxillofac Surg, 39 (2010)

27. Siddiqi A, Kieser J.A, De Silva R.K, Thomson W.M, Duncan W.J. Soft and hard tissue response to zirconia versus titanium one-piece implants placed in alveolar and palatal sites: a randomized control trial. *Clin Implant Dent Related Res*, 17 (2015)
28. Spies B.C, Nold J, Vach K, Kohal R.J. Two-piece zirconia oral implants withstand masticatory loads: an investigation in the artificial mouth. *J Mech Behav Biomed Mater*, 53 (2016)
29. Gahlert M, Burtscher D, Grunert I, Kniha H, Steinhauser E. Failure analysis of fractured dental zirconia implants. *Clin Oral Implants Res*, 23 (2012)
30. Gahlert M, Roehling S, Sprecher CM, Kniha H, Milz S, Bormann K. In vivo performance of zirconia and titanium implants: a histomorphometric study in mini pig maxillae. *Clin Oral Implants Res*, 23 (2011)
31. Takano T, Tasaka A, Yoshinari M, Sakurai K. Fatigue strength of Ce-TZP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanocomposite with different surfaces. *J Dent Res*, 91 (2012)
32. Hempel U, Hefti T, Kalbacova M, WolfBrandstetter C, Dieter P, Schlottig F. Response of osteoblast-like SAOS-2 cells to zirconia ceramics with different surface topographies. *Clin Oral Implants Res*, 21 (2010)
33. Pjetursson BE, Valente NA, Strasding M, Zwahlen M, Liu S, Sailer I. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Oct;29 Suppl 16:199-214. doi: 10.1111/clr.13306. PMID:30328190
34. Sailer I, Strasding M, Valente NA, Zwahlen M, Liu S, Pjetursson BE. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic multiple-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Oct;29 Suppl 16:184-198. doi: 10.1111/clr.13277. PMID:30328185
35. Kubasiewicz-Ross P, Hadzik J, Dominiak M. *Adv Clin Exp Med*. Osseointegration of zirconia implants with 3 varying surface textures and a titanium implant: A histological and micro-CT study. 2018 Sep;27(9):1173-1179. doi: 10.17219/acem/69246. PMID:29912481
36. Sanz-Martín I, Sanz-Sánchez I, Carrillo de Albornoz A, Figuero E, Sanz M. Effects of modified abutment characteristics on peri-implant soft tissue health: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018 Jan;29(1):118-129. doi: 10.1111/clr.13097. Epub 2017 Oct 26. Review. PMID:29072346
37. Hafezeqoran A, Koodaryan R. *Biomed Res Int*. Effect of Zirconia Dental Implant Surfaces on Bone Integration: A Systematic Review and Meta-Analysis.. 2017;2017:9246721. doi: 10.1155/2017/9246721. Epub 2017 Feb 16. Review.