

Uso de implantes dentales en la rehabilitación oral: evaluación de materiales y técnicas modernas

Use of dental implants in oral rehabilitation: evaluation of modern materials and techniques

Leslie Yajaira Rosero Flores

Investigadora independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-6003-5884>

Arianna Berenice Salazar Ocaña

Investigadora independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0004-0470-6008>

Erika Anahi Almeida Beltrán

Investigadora independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0003-2947-6272>

María José Armas Vaca

Investigadora independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0006-4994-7723>

María Alejandra Quinde Jiménez

Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0003-4683-0229>

Myrka Abigail Hidalgo Abata

Universidad de las Américas, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0002-9175-1960>

Christian Sebastián Beltrán Cabezas

Investigador independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0003-8700-066X>

Alvaro Xavier Armijos Alvarez

Ministerio de Salud Pública, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0002-6953-1726>

RESUMEN

El uso de implantes dentales ha revolucionado la rehabilitación oral, ofreciendo soluciones efectivas y duraderas para la pérdida dental. Este artículo de revisión narrativa explora los avances más recientes en materiales y técnicas empleadas en implantología dental. Se analizan materiales como el titanio y sus aleaciones, ampliamente reconocidos por su biocompatibilidad y resistencia, así como el zirconio, que ofrece ventajas estéticas significativas. Además, se evalúan técnicas modernas como la cirugía guiada por computadora y la carga inmediata, que han optimizado los resultados clínicos al mejorar la precisión y reducir los tiempos de tratamiento. La revisión también aborda las innovaciones en superficies de implantes, diseñadas para mejorar la osteointegración y reducir el riesgo de complicaciones. Asimismo, se discuten las consideraciones biomecánicas y las estrategias de planificación que son esenciales para el éxito a largo plazo de los implantes. Este análisis ofrece una visión comprensiva de cómo los avances tecnológicos y científicos han transformado la práctica de la implantología dental, proporcionando a los profesionales del sector herramientas mejoradas para enfrentar los desafíos clínicos y satisfacer las expectativas estéticas y funcionales de los pacientes.

Palabras clave: Implantes dentales, Rehabilitación oral, Materiales, Técnicas modernas, Odontología, Prótesis.

ABSTRACT

The use of dental implants has revolutionized oral rehabilitation, offering effective and long-lasting solutions for tooth loss. This narrative review article explores the most recent advances in materials and techniques used in dental implantology. Materials such as titanium and its alloys, widely recognized for their biocompatibility and resistance, are analyzed, as well as zirconium, which offers significant aesthetic advantages. Additionally, modern techniques such as computer-guided surgery and immediate loading are evaluated, which have optimized clinical outcomes by improving precision and reducing treatment times. The review also addresses innovations in implant surfaces, designed to improve osseointegration and reduce the risk of complications. Additionally, biomechanical considerations and planning strategies that are essential for the long-term success of implants are discussed. This analysis offers a comprehensive view of how technological and scientific advances have transformed the practice of dental implantology, providing professionals in the sector with improved tools to face clinical challenges and meet the aesthetic and functional expectations of patients.

Keywords: Dental Implants, Oral Rehabilitation, Materials, Modern Techniques, Dentistry, Prosthetics.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el uso de implantes dentales ha revolucionado el campo de la rehabilitación oral, ofreciendo soluciones efectivas y duraderas para la reposición de dientes perdidos (1). Esta técnica ha evolucionado significativamente gracias a los avances en materiales y tecnologías, permitiendo resultados más predecibles y estéticamente satisfactorios. Los implantes dentales, que consisten en dispositivos de titanio u otros materiales biocompatibles, se integran con el hueso maxilar para proporcionar una base estable para prótesis dentales (2). La selección adecuada de materiales y técnicas es crucial para el éxito a largo plazo de los implantes, influyendo en factores como la osteointegración, la estabilidad primaria y la estética final (3). Este artículo de revisión narrativa tiene como objetivo evaluar los materiales contemporáneos utilizados en la fabricación de implantes, así como las técnicas quirúrgicas y protésicas modernas que han mejorado los resultados clínicos (4). Se explorarán aspectos como las superficies de los implantes, los biomateriales emergentes y las innovaciones tecnológicas, como la cirugía guiada por computadora y la impresión 3D (5). Además, se discutirán las tendencias actuales y futuras en el campo, proporcionando una visión comprensiva del estado actual de la rehabilitación oral mediante implantes (6). Al abordar estos temas, se pretende ofrecer a los profesionales del área una guía informada que les permita tomar decisiones basadas en evidencia para optimizar el tratamiento de sus pacientes, asegurando no solo la funcionalidad del implante sino también la satisfacción del paciente.

METODOLOGÍA

Para la elaboración de este artículo de revisión narrativa, se realizó una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos científicas, incluyendo PubMed, Scopus y Web of Science. Se emplearon términos MeSH como "dental implants", "oral rehabilitation", "biocompatible materials", así como términos DeCS como "implantes dentales", "rehabilitación oral" y "materiales biocompatibles". Los operadores booleanos "AND" y "OR" se utilizaron para combinar los términos de búsqueda y refinar los resultados. Los criterios de inclusión abarcaron artículos publicados en los últimos diez años, estudios que evaluaran materiales y técnicas modernas en implantes dentales, y publicaciones en inglés o español. Se excluyeron aquellos estudios que no presentaran datos empíricos o que se centraran exclusivamente en aspectos quirúrgicos sin considerar materiales o técnicas. De un total de 250 artículos inicialmente identificados, se revisaron 16 que cumplían con los criterios establecidos, permitiendo así un análisis detallado de las innovaciones en materiales y técnicas en el contexto de la rehabilitación oral mediante implantes dentales. Este enfoque metodológico garantiza una revisión comprensiva y actualizada sobre el tema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipos de materiales utilizados en implantes dentales

Los implantes dentales son una solución ampliamente utilizada en la rehabilitación oral, y la selección del material adecuado es crucial para el éxito del tratamiento. Existen varios tipos de materiales empleados en la fabricación de implantes dentales, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones clínicas (1).

El titanio es el material más comúnmente utilizado en los implantes dentales debido a su excelente biocompatibilidad y resistencia a la corrosión. Este metal tiene la capacidad de integrarse con el hueso a través de un proceso conocido como osteointegración, lo que proporciona una base sólida y estable para las prótesis dentales. Además, el titanio es relativamente ligero y presenta una alta resistencia mecánica, lo que lo hace ideal para soportar las fuerzas masticatorias (1).

Recientemente, las aleaciones de titanio han ganado popularidad, especialmente las que contienen aluminio y vanadio, ya que ofrecen una mayor resistencia y durabilidad. Estas aleaciones mejoran las propiedades mecánicas del implante sin comprometer su biocompatibilidad (1).

Por otro lado, el circonio es otro material que ha emergido como una alternativa viable al titanio. Los implantes de circonio son conocidos por su color blanco, que proporciona una ventaja estética significativa, especialmente en áreas visibles de la boca. Además, el circonio es altamente biocompatible y presenta una baja conductividad térmica, lo que puede ser beneficioso para la salud del tejido circundante (2).

Sin embargo, el circonio tiene algunas limitaciones en términos de su fragilidad comparativa frente al titanio, lo que puede restringir su uso en situaciones donde se requiere una mayor resistencia a la fractura. A pesar de esto, los avances tecnológicos han permitido mejorar las propiedades mecánicas del circonio, haciéndolo una opción cada vez más atractiva

(2).

Adicionalmente, se están investigando nuevos materiales compuestos y cerámicos para implantes dentales con el objetivo de combinar las ventajas del titanio y el circonio. Estos materiales buscan proporcionar una mejor integración ósea y estética mientras mantienen una alta resistencia estructural (2).

Técnicas modernas en la colocación de implantes

En la última década, la implantología dental ha experimentado avances significativos, impulsados por el desarrollo de nuevas tecnologías y enfoques quirúrgicos. Estas técnicas modernas no solo han mejorado la tasa de éxito de los implantes dentales, sino que también han optimizado la experiencia del paciente, reduciendo el tiempo de recuperación y aumentando la precisión en los procedimientos (3).

Una de las innovaciones más destacadas es el uso de la cirugía guiada por computadora. Este enfoque combina tomografías computarizadas (CBCT) con software de planificación 3D, permitiendo al clínico diseñar con precisión la colocación del implante antes de la intervención quirúrgica. Este nivel de planificación reduce los márgenes de error y minimiza el riesgo de complicaciones, garantizando una colocación más predecible y funcional (3).

Otra técnica relevante es la carga inmediata, que permite la colocación del implante y su prótesis provisional en una sola sesión. Este enfoque es posible gracias a los avances en los materiales de los implantes y las mejoras en el diseño de las superficies, que favorecen una integración ósea más rápida. La carga inmediata no solo mejora la estética inmediata del paciente, sino que también reduce el tiempo total del tratamiento (3).

El desarrollo de biomateriales más avanzados también ha sido crucial. Implantes con superficies tratadas mediante técnicas como el grabado ácido o el recubrimiento con hidroxiapatita han demostrado una mayor capacidad osteointegrativa. Además, el uso de titanio grado IV y aleaciones de titanio-zirconio ha mejorado tanto la resistencia como la biocompatibilidad de los implantes (4).

En cuanto a las técnicas quirúrgicas, el enfoque mínimamente invasivo ha ganado popularidad. Este método utiliza incisiones más pequeñas y herramientas especializadas para reducir el trauma en los tejidos blandos y óseos. Como resultado, los pacientes experimentan menos dolor postoperatorio y una recuperación más rápida (4).

Finalmente, la incorporación de tecnologías como la impresión 3D y la realidad aumentada está revolucionando la personalización de los tratamientos. Estas herramientas permiten crear guías quirúrgicas personalizadas y prótesis adaptadas a las necesidades anatómicas específicas de cada paciente, lo que mejora significativamente los resultados estéticos y funcionales (4).

Evaluación de la biocompatibilidad de los materiales

La evaluación de la biocompatibilidad de los materiales utilizados en implantes dentales es un aspecto crucial en la rehabilitación oral moderna. Los implantes deben integrarse adecuadamente con el tejido óseo y gingival para asegurar su éxito a largo plazo. En este contexto, la biocompatibilidad se refiere a la capacidad de un material para desempeñar su función sin provocar una respuesta adversa en el organismo (5).

Los materiales comúnmente utilizados en implantes dentales incluyen titanio y sus aleaciones, debido a su excelente resistencia a la corrosión y su capacidad para formar una conexión directa con el hueso, fenómeno conocido como osteointegración. El titanio es considerado el estándar de oro en la fabricación de implantes debido a su alta biocompatibilidad y éxito clínico demostrado (5).

Además del titanio, se están explorando otros materiales como las cerámicas de zirconia, que presentan ventajas estéticas al ser de color blanco y ofrecen una buena biocompatibilidad. Sin embargo, es fundamental evaluar no solo la interacción inicial del material con los tejidos, sino también su comportamiento a largo plazo en el entorno oral, que es dinámico y sometido a diversas fuerzas masticatorias y cambios de pH (5,6).

La evaluación de la biocompatibilidad incluye pruebas in vitro e in vivo. Las pruebas in vitro permiten estudiar las propiedades citotóxicas y la capacidad del material para inducir respuestas inflamatorias. Por otro lado, los estudios in vivo proporcionan información sobre cómo el material se comporta en un organismo vivo, incluyendo su capacidad de integración ósea y la respuesta del tejido circundante (6).

Es esencial que los materiales no solo sean biocompatibles, sino que también mantengan sus propiedades mecánicas y estéticas a lo largo del tiempo. La investigación continua en este campo busca desarrollar nuevos materiales que ofrezcan mejores resultados clínicos, minimizando el riesgo de rechazo o complicaciones postoperatorias (6).

Comparación de técnicas quirúrgicas tradicionales y modernas

La evolución de las técnicas quirúrgicas en el ámbito de la implantología dental ha marcado un antes y un después en la rehabilitación oral. Las técnicas tradicionales, aunque efectivas en su tiempo, presentan limitaciones en comparación con los avances modernos que han transformado la práctica clínica. A continuación, se ofrece una comparación entre ambas aproximaciones, destacando sus características, ventajas y desafíos (7).

Las técnicas quirúrgicas tradicionales en implantología se basaban en procedimientos invasivos que requerían incisiones amplias para la exposición del hueso alveolar. Estas técnicas, aunque funcionales, solían asociarse con tiempos de recuperación prolongados, mayor dolor postoperatorio y un riesgo elevado de complicaciones como infecciones o pérdida ósea periimplantaria. Además, la planificación preoperatoria era más limitada debido a la falta de herramientas diagnósticas avanzadas, lo que incrementaba la probabilidad de errores en la colocación del implante (7).

Por otro lado, las técnicas modernas han revolucionado el campo gracias al desarrollo de tecnologías de vanguardia como la cirugía guiada por computadora, la impresión 3D y el uso de imágenes tridimensionales obtenidas mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Estas innovaciones permiten una planificación quirúrgica precisa, minimizando los márgenes de error y optimizando los resultados funcionales y estéticos. La cirugía mínimamente invasiva es uno de los pilares de estas técnicas modernas, ya que reduce significativamente el trauma quirúrgico al emplear incisiones más pequeñas o incluso técnicas flapless (sin colgajo), disminuyendo así el dolor postoperatorio y acelerando la recuperación del paciente (7,8).

En cuanto a los materiales utilizados, las técnicas tradicionales dependían principalmente de implantes fabricados con titanio puro. Si bien este material sigue siendo ampliamente utilizado debido a su biocompatibilidad y resistencia, los avances modernos han introducido alternativas como los implantes de zirconia, que ofrecen ventajas estéticas superiores al ser libres de metal y presentar un color más similar al diente natural. Además, los recubrimientos avanzados en los implantes actuales promueven una osteointegración más rápida y eficaz (8).

No obstante, las técnicas modernas también presentan desafíos. Su implementación requiere una curva de aprendizaje más pronunciada, inversión en tecnología especializada y formación continua por parte del equipo clínico. Además, el costo asociado a estos procedimientos puede ser más elevado, lo que podría limitar su accesibilidad para ciertos pacientes (8).

Factores que afectan el éxito de los implantes dentales

Los implantes dentales han revolucionado la rehabilitación oral, proporcionando soluciones duraderas y estéticamente satisfactorias para pacientes con pérdida dental. Sin embargo, el éxito de estos implantes depende de múltiples factores que deben ser cuidadosamente considerados tanto por los profesionales de la salud dental como por los pacientes (9).

Uno de los factores primordiales que influye en el éxito de los implantes dentales es la calidad del hueso maxilar del paciente. La densidad y volumen óseo adecuados son esenciales para asegurar una osteointegración efectiva, que es el proceso mediante el cual el implante se fusiona con el hueso. En casos donde el hueso es insuficiente, se pueden requerir procedimientos complementarios como injertos óseos para mejorar las condiciones del sitio receptor (9).

La técnica quirúrgica empleada también juega un papel crítico. La precisión en la colocación del implante es fundamental para evitar complicaciones y asegurar su estabilidad a largo plazo. Los avances en tecnología, como la cirugía guiada por computadora, han mejorado significativamente la exactitud de estas intervenciones, reduciendo el margen de error y mejorando los resultados clínicos (9).

Otro factor determinante es la selección del material del implante. Los implantes de titanio son los más comunes debido a su biocompatibilidad y resistencia a la corrosión. Sin embargo, los implantes de zirconio están ganando popularidad por sus propiedades estéticas superiores y su capacidad para integrarse bien con el tejido blando circundante (10).

La salud general del paciente también impacta el éxito del tratamiento. Condiciones sistémicas como la diabetes no controlada o el tabaquismo pueden comprometer la cicatrización y aumentar el riesgo de fracaso del implante. Es crucial que los pacientes mantengan un buen estado de salud general y sigan las recomendaciones de cuidado postoperatorio para maximizar las probabilidades de éxito (10).

Finalmente, la experiencia y habilidad del profesional dental son fundamentales para el éxito del procedimiento. La capacitación continua y la familiaridad con las técnicas modernas permiten al profesional abordar adecuadamente las complejidades de cada caso individual (10).

Innovaciones tecnológicas en la fabricación de implantes

En las últimas décadas, la tecnología ha revolucionado la fabricación de implantes dentales, mejorando su calidad, eficacia y adaptabilidad. Los avances en materiales y técnicas han permitido a los profesionales de la salud oral ofrecer soluciones más personalizadas y duraderas a sus pacientes (11).

Uno de los desarrollos más significativos ha sido la introducción de materiales biocompatibles avanzados, como el titanio y sus aleaciones, que ofrecen una excelente resistencia a la corrosión y una alta compatibilidad con el tejido óseo humano. Sin embargo, en busca de mejorar las propiedades mecánicas y estéticas, se ha investigado el uso de cerámicas avanzadas como el zirconio. Este material no solo es altamente resistente, sino que también presenta una apariencia más natural, lo que es especialmente beneficioso en implantes ubicados en zonas visibles (11).

La fabricación aditiva, comúnmente conocida como impresión 3D, ha emergido como una técnica revolucionaria en la producción de implantes dentales. Esta tecnología permite la creación de estructuras complejas con una precisión milimétrica, facilitando la personalización de cada implante según las necesidades anatómicas del paciente. Además, reduce significativamente el tiempo de producción y los costos asociados, haciendo que los tratamientos sean más accesibles (11).

Otra innovación clave es el desarrollo de superficies bioactivas en los implantes. Estas superficies están diseñadas para mejorar la osteointegración, es decir, la unión entre el implante y el hueso. Técnicas como el grabado ácido o el recubrimiento con hidroxiapatita han demostrado aumentar la tasa de éxito de los implantes, promoviendo una integración más rápida y estable (12).

Además, la digitalización de procesos mediante el uso de software CAD/CAM ha transformado la planificación y colocación de implantes. Estos sistemas permiten a los dentistas planificar con precisión la posición del implante antes de la cirugía, utilizando imágenes tridimensionales del maxilar del paciente. Esta planificación minuciosa no solo mejora los resultados clínicos sino que también minimiza el riesgo de complicaciones (12).

Impacto de los implantes dentales en la calidad de vida del paciente

Los implantes dentales han revolucionado la rehabilitación oral, ofreciendo una solución efectiva y duradera para pacientes con pérdida dental. Su impacto en la calidad de vida de los pacientes es significativo, ya que no solo mejoran la funcionalidad oral, sino también aspectos psicológicos y sociales (13).

Desde el punto de vista funcional, los implantes dentales permiten una masticación más eficiente, lo que favorece una mejor digestión y, en consecuencia, una nutrición adecuada. A diferencia de las prótesis removibles, los implantes ofrecen una estabilidad superior, eliminando las molestias asociadas con el desplazamiento o el uso de adhesivos. Esto se traduce en una mayor confianza al comer y hablar, aspectos cruciales en la vida diaria del paciente (13).

En el ámbito psicológico, los implantes dentales contribuyen significativamente a la autoestima y al bienestar emocional. La pérdida dental puede generar inseguridad, vergüenza e incluso aislamiento social. Los implantes, al restaurar la apariencia natural de los dientes, permiten a los pacientes sonreír y expresarse con mayor libertad, reduciendo el impacto emocional negativo asociado con la ausencia dental (13).

Socialmente, los beneficios son igualmente notables. Una sonrisa completa y funcional facilita la interacción social y profesional, mejorando las relaciones interpersonales y las oportunidades laborales. Los pacientes que optan por implantes dentales suelen reportar una mayor satisfacción general con su apariencia y desempeño oral, lo que repercute positivamente en su integración social (14).

Además, los avances en materiales y técnicas modernas han optimizado los resultados de los implantes dentales. El uso de titanio y cerámicas de alta calidad ha mejorado la biocompatibilidad y la durabilidad de los implantes. Asimismo, técnicas como la cirugía guiada por computadora y la carga inmediata han reducido los tiempos de tratamiento y aumentado las tasas de éxito, haciendo que este procedimiento sea más accesible y menos invasivo para los pacientes (14).

Sin embargo, es importante considerar que el impacto positivo de los implantes dentales está condicionado por una adecuada selección del paciente, un diagnóstico preciso y un mantenimiento riguroso posterior al tratamiento. El éxito a largo plazo depende no solo de la pericia del profesional, sino también del compromiso del paciente con la higiene oral y las revisiones periódicas (14).

Complicaciones y manejo en la rehabilitación con implantes

En la rehabilitación oral mediante implantes dentales, es crucial abordar tanto las complicaciones potenciales como las estrategias de manejo para asegurar el éxito a largo plazo del tratamiento. Las complicaciones pueden ser clasificadas en

tempranas y tardías, dependiendo del momento en que se presentan respecto al procedimiento quirúrgico (15).

Entre las complicaciones tempranas, la infección postoperatoria es una de las más comunes. Esta puede ser mitigada mediante una estricta asepsia durante la cirugía y el uso de antibióticos profilácticos. Además, el fracaso en la osteointegración, que es la falta de unión entre el hueso y el implante, puede ocurrir debido a factores como la calidad del hueso o el sobrecalentamiento durante la perforación. Para prevenirlo, es esencial una planificación cuidadosa y el uso de técnicas quirúrgicas adecuadas (15).

Las complicaciones tardías incluyen problemas como la periimplantitis, que es una inflamación de los tejidos alrededor del implante que puede llevar a la pérdida ósea. El manejo de esta condición requiere un diagnóstico temprano, seguido de una intervención que puede incluir desbridamiento mecánico y terapia antibiótica. Además, el sobrecarga oclusal puede causar fracturas en los componentes del implante o incluso en el hueso circundante. Para evitarlo, es fundamental realizar un ajuste oclusal preciso y considerar el uso de materiales más resistentes para las prótesis (15).

La selección de materiales juega un papel crucial en la prevención de complicaciones. Los implantes de titanio han demostrado una alta tasa de éxito debido a su biocompatibilidad y resistencia a la corrosión. Sin embargo, los avances en materiales cerámicos también están ganando popularidad debido a su estética superior y menor conductividad térmica (16).

Las técnicas modernas en la colocación de implantes también han evolucionado para mejorar los resultados. La cirugía guiada por computadora permite una colocación precisa del implante, minimizando el riesgo de daño a estructuras anatómicas críticas y mejorando la predictibilidad del tratamiento. Además, las técnicas mínimamente invasivas reducen el trauma quirúrgico y aceleran el tiempo de recuperación (16).

En resumen, el éxito en la rehabilitación con implantes dentales depende de una combinación de selección adecuada de materiales, técnicas quirúrgicas avanzadas y un manejo efectivo de las complicaciones. Un enfoque integral que incluya una evaluación preoperatoria exhaustiva, una ejecución quirúrgica precisa y un seguimiento postoperatorio riguroso es esencial para maximizar la longevidad y funcionalidad de los implantes dentales (16).

CONCLUSIÓN

En conclusión, la evolución de los implantes dentales ha revolucionado la rehabilitación oral, ofreciendo soluciones efectivas y duraderas para la pérdida dental. La evaluación de materiales y técnicas modernas revela que los avances en biocompatibilidad, resistencia y estética han mejorado significativamente los resultados clínicos. Los materiales como el titanio y las cerámicas de zirconio han demostrado ser altamente eficaces, mientras que las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas han reducido el tiempo de recuperación y mejorado el confort del paciente. Además, la integración de tecnologías digitales, como la planificación asistida por computadora y la impresión 3D, ha permitido una mayor precisión en la colocación de implantes y una personalización más detallada de las prótesis. Sin embargo, es crucial seguir investigando para optimizar estos procedimientos y abordar desafíos como las complicaciones periimplantarias y la longevidad del implante. La capacitación continua de los profesionales en estas innovaciones es esencial para maximizar los beneficios de los implantes dentales en la rehabilitación oral. En definitiva, el uso adecuado de estos avances promete mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes, proporcionando soluciones restaurativas que son no solo funcionales, sino también estéticamente satisfactorias.

REFERENCIAS

1. Guillaume B. Dental implants: A review. *Morphologie*. 2016 Dec;100(331):189-198. doi: 10.1016/j.morpho.2016.02.002.
2. Jiang X, Yao Y, Tang W, Han D, Zhang L, et al. Design of dental implants at materials level: An overview. *J Biomed Mater Res A*. 2020 Aug 1;108(8):1634-1661. doi: 10.1002/jbm.a.36931.
3. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):84-102. doi: 10.1111/prd.12170.
4. Rahate PS, Kolte RA, Kolte AP, Bodhare GH, Lathiya VN. Efficacy of simultaneous placement of dental implants in osteotome-mediated sinus floor elevation with and without bone augmentation: A systematic review and meta-analysis. *J Indian Soc Periodontol*. 2023 Jan-Feb;27(1):31-39. doi: 10.4103/jisp.jisp_196_21.
5. Saulacic N, Schaller B. Prevalence of Peri-Implantitis in Implants with Turned and Rough Surfaces: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res*. 2019 Mar 31;10(1):e1. doi: 10.5037/jomr.2019.10101.

6. Kochar SP, Reche A, Paul P. The Etiology and Management of Dental Implant Failure: A Review. *Cureus*. 2022 Oct 19;14(10):e30455. doi: 10.7759/cureus.30455.
7. Esposito M, Barausse C, Pistilli R, Jacotti M, Grandi G, et al. Immediate loading of post-extractive versus delayed placed single implants in the anterior maxilla: outcome of a pragmatic multicenter randomised controlled trial 1-year after loading. *Eur J Oral Implantol*. 2015 Winter;8(4):347-58.
8. Bischof FM, Mathey AA, Stähli A, Salvi GE, Brägger U. Survival and complication rates of tooth- and implant-supported restorations after an observation period up to 36 years. *Clin Oral Implants Res*. 2024 Dec;35(12):1640-1654. doi: 10.1111/clr.14351.
9. Scarano A, Khater AGA, Gehrke SA, Serra P, Francesco I, et al. Current Status of Peri-Implant Diseases: A Clinical Review for Evidence-Based Decision Making. *J Funct Biomater*. 2023 Apr 10;14(4):210. doi: 10.3390/jfb14040210.
10. Naeini EN, Atashkadeh M, Jacquet W, D'Haese J, De Bruyn H. Incidence of Peri-Implantitis, Technical and Biological Complications of Single Implants Placed with Flap or Flapless Surgery-A 10-12-Year Case-Series. *J Clin Med*. 2023 May 25;12(11):3668. doi: 10.3390/jcm12113668.
11. Bakitani FA. A Comprehensive Review of the Contemporary Methods for Enhancing Osseointegration and the Antimicrobial Properties of Titanium Dental Implants. *Cureus*. 2024 Sep 5;16(9):e68720. doi: 10.7759/cureus.68720.
12. Pradíes G, Morón B, Martínez F, Salido MP, Berrendero S. Current applications of 3D printing in dental implantology: A scoping review mapping the evidence. *Clin Oral Implants Res*. 2024 Aug;35(8):1011-1032. doi: 10.1111/clr.14198.
13. Mora M, Chauca L, Rodríguez M, Poussin L, Velásquez B. Oral Health-Related Quality of Life in Patients Rehabilitated with Dental Implants. *Healthcare (Basel)*. 2025 Apr 3;13(7):813. doi: 10.3390/healthcare13070813.
14. Boukhris H, Zidani H, Bouslama G, Bel Haj Salah K, BenYoussef S. Long-Term Patient Satisfaction and Oral Health-Related Quality of Life Following Anterior Maxillary Implant Placement: A Five-Year Follow-Up Study. *Eur J Dent*. 2026 May;20(2):612-621. doi: 10.1055/s-0045-1811195.
15. Vražić D, Komar K, Blašković M, Butorac I, Čandrlić M, et al. Peri-Implantitis-An Overview of Treatment Options and a New Approach to the Treatment of Peri-Implantitis Using a Magnesium Membrane in Three Case Reports. *Dent J (Basel)*. 2026 Feb 13;14(2):112. doi: 10.3390/dj14020112.
16. Dutta SR, Passi D, Singh P, Atri M, Mohan S, et al. Risks and complications associated with dental implant failure: Critical update. *Natl J Maxillofac Surg*. 2020 Jan-Jun;11(1):14-19. doi: 10.4103/njms.NJMS_75_16.