



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

Eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

**Autor:
Bravo Moina Diego Andrés**

**Tutor:
Dr. Manuel Alejandro León Velastegui**

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Diego Andrés Bravo Moina**, con cédula de ciudadanía 0604316505, autor del trabajo de investigación titulado: **“Eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 19 días del mes de enero de 2024.



Diego Andrés Bravo Moina
C.I: 0604316505

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación “**Eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales**”, presentado por **Diego Andrés Bravo Moina**, con cédula de identidad número 0604316505, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, a los 24 días del mes de enero de 2024.

Víctor Israel Crespo Mora, Dr.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Cristian David Guzmán Carrasco, Dr.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Manuel Alejandro León Velastegui, Dr.
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales**”, presentado por **Diego Andrés Bravo Moina**, con cédula de identidad número 0604316505, bajo la tutoría de Dr. Manuel Alejandro León Velastegui; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, a los 24 días del mes de enero de 2024.

Presidente del Tribunal de Grado

Dra. Kathy Marilou Llori Otero



Firma

Miembro del Tribunal de Grado

Dr. Víctor Israel Crespo Mora



Firma

Miembro del Tribunal de Grado

Dr. Cristian David Guzmán Carrasco



Firma



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 12 de diciembre del 2023
Oficio N°209-2023-2S-URKUND-CID-2023

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. Manuel Alejandro León Velastegui**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°1154-D-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa URKUND, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% URKUND verificado	Validación	
					Si	No
1	1154-D-FCS-05-12-2023	Eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales	Bravo Moina Diego Andrés	3	x	

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
FRANCISCO JAVIER
USTARIZ FAJARDO

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa URKUND
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis seres queridos, cuyo amor y apoyo incondicional han sido el motor que me impulsó a alcanzar esta meta. A mi familia, por su constante aliento y paciencia durante mis largas jornadas de estudio. A mis amigos, que compartieron conmigo tanto los momentos de alegría como los desafíos académicos. A mis maestros, cuyas enseñanzas han dejado una marca indeleble en mi camino educativo.

Esto es un tributo a cada uno de ustedes, porque sé que, sin su respaldo, este logro no sería posible. A medida que avance en mi carrera, llevaré conmigo el recuerdo de las lecciones que me han enseñado y el amor que me han brindado.

Diego Andrés Bravo Moina

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han desempeñado un papel fundamental en mi travesía académica. A mis padres, cuya dedicación y sacrificio me han permitido perseguir mis sueños. A mis hermanos, por su aliento constante y por ser un faro de apoyo en tiempos difíciles.

Mis abuelos, tíos, tías y primos han sido una fuente de inspiración y amor a lo largo de los años, y estoy agradecido por tenerlos en mi vida.

Mis amigos, quienes compartieron conmigo no solo momentos de estudio, sino también risas y aventuras, han sido una parte esencial de mi viaje académico. Sus contribuciones y amistad significan el mundo para mí.

A mis profesores y mentores, les agradezco por su dedicación a la enseñanza y por guiarme en el camino hacia el conocimiento. Sus valiosas lecciones han dejado una huella profunda en mi desarrollo académico.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, en su momento, cruzaron mi camino y me brindaron enseñanzas valiosas que contribuyeron a mi crecimiento como estudiante y como persona. Sus palabras de sabiduría y sus experiencias compartidas han sido un regalo invaluable.

Este logro es el resultado del amor, el apoyo y la sabiduría que he recibido a lo largo de mi vida. A todos ustedes, les debo mi gratitud eterna.

Diego Andrés Bravo Moina

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO II.....	15
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Eficacia.....	15
2.2. Implantología dental.....	15
2.3. Cirugía convencional en implantología dental.....	16
2.4. Cirugía guiada en implantología dental	16
2.5. Eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales.....	17
CAPÍTULO III	19
3. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Protocolo y registro.....	19
3.2. Pregunta de investigación.....	19
3.3. Medidas de Resultado	19
3.4. Criterio de Elegibilidad	19
3.5. Fuentes de información y estrategia de búsqueda.....	20
3.6. Selección de estudios	20
3.7. Extracción y selección de datos	20
CAPÍTULO IV	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Resultados	22
4.2. Selección de estudios	22
4.3. Evaluación de calidad.....	23
4.4. Características de los estudios.....	23
4.5. Discusión.....	33

CAPÍTULO V.....	36
5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	36
5.1. Conclusiones	36
5.2. Recomendaciones.....	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	43
Anexo 1: Estudios que no cumplieron con los criterios de selección	43
Anexo 2: Revisión y gestión bibliográfica de los estudios en Mendeley	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Fórmula de búsqueda y resultados según base de datos</i>	21
Tabla 2: <i>Evaluación de la calidad</i>	23
Tabla 3: <i>Criterios de inclusión y de exclusión de las publicaciones seleccionadas</i>	27
Tabla 4: <i>Marcas de implantes utilizadas en la cirugía guiada</i>	28
Tabla 5: <i>Resultados de la desviación de los implantes (angular, coronal, apical y profundidad), entre cirugía guiada y convencional</i>	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios.....</i>	<i>22</i>
---	-----------

RESUMEN

El principal objetivo de esta revisión fue evaluar la eficacia de la colocación de implantes dentales mediante cirugía guiada en comparación con la técnica convencional en pacientes adultos, parcial y totalmente edéntulos. **Materiales y Métodos:** Se realizó una revisión sistemática bajo las normas PRISMA, la búsqueda se hizo en 4 bases de datos PubMed, Embase, Web of Science y Scopus, además de una búsqueda manual de estudios relevantes adicionales, incluyendo estudios que evaluaron la precisión de las cirugías de implantes dentales mediante la desviación angular, desviación coronal, desviación apical y profundidad. Se identificaron 232 estudios, descartando duplicados mediante Mendeley, seleccionándolos por título y resumen; para analizar los textos completos se seleccionaron 14 estudios los cuales son estudios clínicos. **Resultados:** Se encontraron 232 artículos en total, de los cuales 14 estudios seleccionados, 10 mostraron bajo riesgo de sesgo, 3 altas preocupaciones y 1 alto riesgo. La dimensión con mayor riesgo fue la aleatorización (D1), con solo 7 estudios de bajo riesgo. Sin embargo, las dimensiones de datos faltantes (D3) y medición del resultado (D4) tuvieron bajo riesgo unánimemente. Los estudios presentan diferencias en las mediciones realizadas. Existe consenso en que la cirugía guiada por computadora es más precisa que la técnica convencional a mano alzada. **Conclusión:** La investigación respalda la eficacia de la cirugía guiada en la colocación de implantes dentales, destacando su superior precisión en comparación con la cirugía convencional. Los estudios revisados revelaron una variabilidad en las desviaciones angular, coronal y apical de los implantes, pero la cirugía guiada demostró consistentemente menor margen de error. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre diversos sistemas, se enfatiza la necesidad de investigaciones adicionales para comparaciones más amplias. En conjunto, la cirugía guiada emerge como una opción precisa y confiable, mejorando las prácticas de implantología dental.

Palabras Clave (MeSH): Arcada Parcialmente Edéntula Arcada Totalmente Edéntula, Implantes Dentales, Cirugía Asistida por Computador, Resultado del Tratamiento.

ABSTRACT

The main objective of this research study was to assess the efficacy of guided dental implant placement compared to conventional techniques in adult patients, both partially and completely edentulous. **Materials and Methods:** A systematic review was conducted following PRISMA guidelines. The search was performed in four databases: PubMed, Embase, Web of Science, and Scopus. Additionally, a manual search for relevant studies was carried out, including those evaluating the accuracy of dental implant surgeries based on angular deviation, coronal deviation, apical deviation, and depth. A total of 232 studies were identified, duplicates were removed using Mendeley, and after title and abstract screening, 14 clinical studies were selected for full-text analysis. **Results:** A total of 232 articles were initially found, with 14 selected studies. Among these, 10 exhibited a low risk of bias, 3 raised high concerns, and 1 was considered high risk. The dimension with the highest risk was randomization (D1), with only 7 studies at low risk. However, dimensions such as missing data (D3) and outcome measurement (D4) unanimously presented low risk. Studies showed variations in the measurements conducted. There is consensus that computer-guided surgery is more accurate than the traditional freehand technique. **Conclusion:** The research supports the effectiveness of guided surgery in dental implant placement, highlighting its superior precision compared to conventional surgery. The reviewed studies revealed variability in angular, coronal, and apical deviations of implants, but guided surgery consistently demonstrated a lower margin of error. Although no significant differences were found among various systems, the need for additional research for broader comparisons is emphasized. Overall, guided surgery emerges as a precise and reliable option, enhancing dental implant practices.

Keywords: Jaw Edentulous Partially, Dental Implants, Surgery Computer-Assisted, Treatment Outcome.



Reviewed by:

Mgs. Marco Antonio Aquino

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 1753456134

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El edentulismo, definido como la pérdida completa de los dientes naturales, afecta significativamente a la población mundial¹, con una prevalencia que se incrementa notablemente en la población de más de 60 años, alcanzando hasta un 48%². Este fenómeno se ve influenciado por varios factores, incluyendo las condiciones socioeconómicas y geográficas que pueden afectar el acceso a servicios de atención dental preventiva y curativa³.

El edentulismo no solo representa un problema estético, sino que, debido a su gravedad, puede llevar a problemas más serios como malnutrición, enfermedades cardiovasculares y diabetes⁴. Es una condición que disminuye considerablemente la calidad de vida de los individuos afectados, presentando desafíos importantes tanto en la masticación como en la estética facial, lo que puede incidir directamente en la autoestima del individuo⁵.

Ante esta problemática, los implantes dentales surgen como una solución viable para la rehabilitación oral. Esta técnica se ha consolidado como una excelente opción, brindando una solución duradera y estable que simula de manera precisa la dentición natural. Sin embargo, este proceso puede ser complejo, requiriendo en algunos casos procedimientos preliminares de regeneración ósea para asegurar el éxito del implante⁶.

En este panorama, la cirugía guiada por computadora se presenta como una innovación significativa para la colocación de implantes dentales. Este enfoque utiliza software especializado y toma imágenes tridimensionales para planificar meticulosamente el procedimiento, permitiendo una intervención menos invasiva, precisión optimizada, y potencialmente una recuperación más rápida y menos dolorosa para los pacientes. Sin embargo, esta técnica requiere una inversión considerable en tecnología y formación especializada⁷⁻⁹.

Pese a las ventajas que presenta la cirugía guiada, existe una controversia considerable respecto a su implementación, comparándola con la técnica convencional. Este debate se centra no solo en el costo y la accesibilidad, sino también en la eficiencia y seguridad de ambos métodos^{10,11}. A través de esta indagación, se pretende arrojar luz sobre cuál técnica ofrece los mejores resultados, considerando variables como la precisión en la colocación del implante, el tiempo de recuperación, y la satisfacción del paciente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Eficacia

La eficacia es la capacidad de lograr el efecto deseado o previsto. En el contexto de la cirugía guiada, la eficacia se define como la probabilidad de éxito en la colocación de los implantes en la posición deseada sin complicaciones. Para medir esta eficacia, es común evaluar la precisión en la colocación del implante, que abarca el ángulo, la posición coronal, la posición apical y la profundidad¹².

El ángulo del implante se determina por el ángulo entre el eje del implante y la línea media del paciente. La posición coronal se refiere a la distancia entre la parte superior del implante y la superficie del hueso, mientras que la posición apical se relaciona con la distancia entre la parte inferior del implante y la cresta ósea. Por último, la profundidad del implante se define como la longitud del implante que se inserta en el hueso¹³.

La precisión en estas dimensiones es crucial para el éxito del implante. Una colocación precisa asegura la integración adecuada del implante con el hueso, contribuyendo así a una restauración dental duradera y exitosa.

2.2. Implantología dental

La implantología dental, una disciplina dedicada a la restauración de piezas dentales perdidas, ha experimentado una evolución notable en las últimas décadas. Desde técnicas convencionales hasta métodos avanzados respaldados por la tecnología, el objetivo principal siempre ha sido lograr intervenciones más precisas, eficaces y seguras¹⁴.

En los últimos años, los implantes dentales han ganado una popularidad significativa como tratamiento para reemplazar dientes perdidos. Según un análisis de datos provenientes de siete Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición realizadas en los Estados Unidos entre 1999 y 2016, la prevalencia del uso de implantes dentales ha experimentado un crecimiento notable. En el periodo de 1999 a 2000, la prevalencia de implantes dentales era solo del 0.7%, mientras que para el periodo de 2015 a 2016, este porcentaje se había incrementado a un 5.7%. Es particularmente destacable el aumento en la prevalencia entre las personas de 65 a 74 años, donde se observó el mayor incremento absoluto, llegando al 12.9%. Además, las proyecciones realizadas hasta el año 2026 indican que, dependiendo de la continuidad de la tendencia temporal, la prevalencia de implantes dentales podría oscilar entre el 5.7% y el 23%. Estos datos subrayan la creciente confianza y dependencia hacia la implantología dental en la población estadounidense^{15,16}.

Los implantes dentales se llevan a cabo cuando una persona ha perdido un diente por diversas razones, y el implante se utiliza para llenar los espacios resultantes. Una de las características clave que confiere a los implantes su reconocida fiabilidad es la exitosa osteointegración. Esta integración demanda un método que minimice complicaciones quirúrgicas, como el daño nervioso, perforaciones y perforaciones de la placa cortical, para lograr dicho objetivo¹⁷. Entre los hallazgos clínicos-patológicos más comunes asociados con los implantes dentales se encuentran defectos en tejidos duros, como los presentes en los sitios de implante que abarcan defectos intraalveolares, dehiscencia, fenestración y defectos en crestas horizontales y verticales. Por otro lado, los defectos en tejidos blandos comprenden deficiencias en volumen y calidad con una falta de tejido queratinizado, lo que puede llevar a la pérdida ósea marginal, inflamación del tejido blando y estancamiento de este^{18,19}.

2.2.1. Tipos de implantes dentales

En el ámbito de la odontología clínica, se han creado y utilizado cuatro tipos principales de diseños de implantes dentales. Estos diseños incluyen la forma subperióstica, la forma de la hoja, el marco de la rama y la forma endoósea²⁰. Los implantes dentales endoóseos, que se asemejan a tornillos, se insertan en el maxilar o la mandíbula para reemplazar la raíz del diente. Por lo general, estos implantes se fabrican principalmente con titanio comercialmente puro de grado 4 debido a su resistencia a la corrosión y su mayor resistencia en comparación con otros grados de titanio. Sin embargo, también se utilizan aleaciones de titanio, como la aleación Ti6Al4V, que presenta una mayor resistencia a la fatiga que el titanio puro. Los implantes endoóseos difieren en gran medida en su forma general, ya sea cónica o cilíndrica, y en su macro-topografía¹⁵.

2.3. Cirugía convencional en implantología dental

La cirugía convencional ha sido el estándar en la implantología desde sus inicios. Esta técnica se basa en la experiencia clínica, el juicio y la habilidad del cirujano dental para determinar la ubicación, orientación y profundidad óptima para la colocación del implante²¹. El proceso inicia con la evaluación clínica del paciente, donde se determina la necesidad y viabilidad del implante. Posteriormente, se realiza una incisión en la encía para exponer el hueso alveolar. Luego, se utiliza una serie de fresas (brocas) de diferentes tamaños para preparar el sitio del implante, incrementando gradualmente el diámetro hasta alcanzar el tamaño deseado para el implante. Una vez preparado el sitio, el implante es insertado en el hueso y la encía se sutura para permitir la cicatrización^{22,23}.

Aunque la técnica convencional ha mostrado ser efectiva, presenta ciertos desafíos. Es dependiente en gran medida de la habilidad y experiencia del cirujano, lo que significa que hay un margen de variabilidad entre profesionales²⁴. Asimismo, puede presentar complicaciones si el implante no se coloca adecuadamente, tales como daño a estructuras cercanas o una inadecuada osteointegración. Sin embargo, al basarse en la experiencia directa y en la percepción táctil del cirujano, esta técnica tiene la ventaja de ser adaptativa y flexible frente a variaciones anatómicas no esperadas, permitiendo decisiones intraoperatorias fundamentadas²⁵.

2.4. Cirugía guiada en implantología dental

La cirugía guiada es un enfoque quirúrgico que utiliza imágenes médicas para guiar la colocación de implantes dentales. Esta técnica se basa en la creación de un plan quirúrgico virtual, que se utiliza para fabricar un dispositivo de guía quirúrgica. El dispositivo de guía se coloca en la boca del paciente durante la cirugía, lo que ayuda al cirujano a colocar los implantes en la posición correcta²⁶.

La cirugía guiada ofrece una serie de ventajas sobre la cirugía tradicional. En primer lugar, la cirugía guiada es más precisa, lo que reduce el riesgo de complicaciones. En segundo lugar, la cirugía guiada es más predecible, lo que permite al cirujano planificar mejor el procedimiento. En tercer lugar, la cirugía guiada es más mínimamente invasiva, lo que reduce el dolor y el tiempo de recuperación del paciente²⁷.

2.4.1. Guía quirúrgica

La guía quirúrgica es un dispositivo que se utiliza para guiar la colocación de implantes dentales. Se basa en un modelo virtual tridimensional de la boca del paciente, que se crea a partir de imágenes de tomografía computarizada (TC)²⁸. La guía quirúrgica se imprime en

un material resistente, como acrílico o poliamida, y se adapta a la boca del paciente para que las fresas de los implantes se muevan a través de ella con precisión²⁹.

Las guías quirúrgicas ofrecen varias ventajas sobre la cirugía tradicional de implantes dentales. En primer lugar, permiten una mayor precisión en la colocación de los implantes, lo que puede reducir el riesgo de complicaciones, como la pérdida del implante o la necesidad de cirugía adicional. En segundo lugar, pueden reducir el tiempo de cirugía y el dolor postoperatorio. En tercer lugar, pueden mejorar la estética del resultado final³⁰.

2.4.2. Tecnologías usadas en cirugía guiada

En la cirugía guiada se utilizan una variedad de tecnologías para crear el plan quirúrgico virtual y fabricar el dispositivo de guía quirúrgica. Las tecnologías más comunes son:

2.4.2.1. Tomografía computarizada (TC)

La TC es una técnica de imagen médica que utiliza rayos X para crear imágenes tridimensionales del cuerpo. La TC se utiliza para crear imágenes detalladas del hueso maxilar y mandibular, lo que es necesario para planificar la colocación de los implantes³¹.

2.4.2.2. Resonancia magnética (RM)

La RM es otra técnica de imagen médica que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para crear imágenes detalladas del cuerpo. La RM se utiliza para evaluar la calidad del hueso maxilar y mandibular, lo que es importante para determinar la idoneidad del paciente para la colocación de implantes³².

2.4.2.3. Software de planificación quirúrgica

El software de planificación quirúrgica es una herramienta esencial para los cirujanos que realizan implantes dentales. El software utiliza las imágenes médicas del paciente para crear un modelo tridimensional de la boca y la mandíbula. Esto permite al cirujano planificar con precisión la ubicación, la orientación y la profundidad de los implantes. Algunos ejemplos de software de planificación quirúrgica incluyen CoDiagnostiX de Dentsply Sirona, Phasis de Zimmer Biomet y 3Shape Implant Studio de 3Shape³³.

2.4.2.4. Dispositivos de guía quirúrgica

Los dispositivos de guía quirúrgica son instrumentos que ayudan al cirujano a colocar los implantes dentales en la posición correcta. Se fabrican a partir de un plan quirúrgico virtual, que se crea utilizando tecnología de imágenes 3D. El dispositivo de guía se coloca en la boca del paciente durante la cirugía y se utiliza para guiar la broca quirúrgica. Esto ayuda a garantizar que los implantes se coloquen de forma precisa y segura³⁴.

2.5. Eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales

La cirugía guiada es una técnica quirúrgica mínimamente invasiva que utiliza un software informático para planificar la colocación de implantes dentales. Esta técnica se basa en la creación de una guía quirúrgica personalizada que dirige al cirujano al lugar exacto donde se debe colocar el implante³⁵.

La eficacia de la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales ha sido ampliamente estudiada en la literatura científica. Los resultados de estos estudios muestran que la cirugía guiada es una técnica eficaz que permite colocar los implantes dentales con mayor precisión y exactitud que la cirugía tradicional³⁶.

2.5.1. Ventajas de la cirugía guiada sobre la cirugía convencional

La cirugía guiada en odontología representa una evolución significativa frente a las técnicas convencionales, ofreciendo un abordaje más preciso, seguro y eficiente.

Las ventajas de la cirugía guiada en comparación con la cirugía convencional son las siguientes:

- Mayor precisión: la guía quirúrgica ayuda al cirujano a colocar los implantes en la posición correcta, lo que reduce el riesgo de complicaciones, como la pérdida del implante o la necesidad de cirugía adicional³⁷.
- Menor trauma quirúrgico: la cirugía guiada permite realizar incisiones más pequeñas y utilizar fresas de mayor diámetro, lo que reduce el daño al tejido blando y óseo³⁷.
- Mejor postoperatorio: la cirugía guiada suele asociarse a un menor dolor y una recuperación más rápida³⁷.
- Visualización clara de la porción cervical de la prótesis dental: la cirugía guiada permite una visualización clara de la porción cervical de la prótesis dental, lo que facilita la planificación de la restauración protésica³⁸.
- Optimización de la fase quirúrgica y prostodóntica: la cirugía guiada permite optimizar tanto la fase quirúrgica como la prostodóntica, lo que puede reducir el número de sesiones necesarias para el tratamiento³⁸.
- Posibilidad de carga inmediata de los implantes: la cirugía guiada permite la carga inmediata de los implantes en algunos casos, lo que puede acelerar la recuperación del paciente³⁸.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Protocolo y registro

Se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo las normas de revisiones sistemáticas y metaanálisis de acuerdo con PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) cumpliendo con su checklist 2020³⁹.

3.2. Pregunta de investigación

Se elaboró una pregunta de investigación de acuerdo con el método (PICO) Paciente, Intervención, Comparación y Resultado: ¿Cuál es la eficacia de la colocación de implantes dentales mediante cirugía guiada en comparación con la técnica convencional en pacientes adultos edéntulos?, en la cual:

- Población: Pacientes adultos edéntulos.
- Intervención: Implantes dentales con cirugía guiada.
- Comparación: Método convencional.
- Resultados: Eficacia.

3.3. Medidas de Resultado

Las medidas de resultado evaluadas en nuestro estudio incluyen aspectos clave relacionados con la precisión y calidad de la colocación de implantes dentales, específicamente:

- Desviación Angular (grados): Esta medida evalúa la inclinación del implante en relación con su posición ideal o planificada. Se determina calculando el ángulo entre el eje del implante y una línea de referencia preestablecida basada en la planificación preoperatoria.
- Desviación Coronal (mm): Se refiere a la desviación horizontal en la región coronal del implante respecto a su posición prevista. Esta desviación puede indicar un posicionamiento no óptimo del implante que podría afectar la adaptación de la prótesis y la función oclusal.
- Desviación Apical (mm): Esta es una desviación horizontal en la región apical o la punta del implante en comparación con la posición ideal planificada. Una desviación significativa en esta región podría tener implicaciones en la estabilidad del implante a largo plazo.
- Profundidad (mm): Se mide la diferencia entre la profundidad planificada y la profundidad real en la que se coloca el implante. Una correcta profundidad es esencial para garantizar la estabilidad del implante y su integración con el hueso subyacente.

3.4. Criterio de Elegibilidad

Los criterios de inclusión utilizados para la revisión fueron los siguientes: estudios realizados en humanos o *in vivo*, pacientes adultos edéntulos (parcial o total), implantes dentales,

comparativos de cirugía guiada por computadora versus método convencional a mano alzada, estudios clínicos transversales.

Los criterios de exclusión: estudios *in vitro*, estudios en cadáveres, revisiones bibliográficas, revisiones sistemáticas.

3.5. Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Las bases de datos utilizadas para esta revisión hasta septiembre de 2023 fueron: PubMed, Embase, Scopus y Web of Science, de acuerdo con la ecuación de búsqueda definida previamente, no se aplicaron filtros de fecha o lenguaje, siguiendo los criterios y reglas para cada base de datos, utilizando los términos booleanos AND u OR, para combinar los términos MesH y No MesH buscados mediante título y abstract.

El proceso de búsqueda y selección de estudios, extracción de datos se realizó por dos examinadores independientes (M.A.L.V. y D.A.B.M.), ante cualquier discrepancia entre ellos, se consultó a un tercer autor. Además, se realizó una búsqueda manual de la lista de referencias de los artículos científicos seleccionados para identificar estudios adicionales.

3.6. Selección de estudios

Luego de eliminar los duplicados o triplicados con el gestor bibliográfico: Mendeley. Dos revisores independientes (M.A.L.V. y D.A.B.M.) realizaron la selección de los estudios mediante título y resumen-abstract, de acuerdo a los criterios de selección y se anotaron en una hoja de Excel para facilitar el manejo de los datos. Una vez definidos los estudios a ser utilizados se obtuvieron los textos completos de los artículos científicos, no hizo falta contactar con los investigadores para solicitarlos.

3.7. Extracción y selección de datos

La extracción de datos se llevó a cabo mediante la construcción de búsquedas avanzadas en cada uno de los repositorios (PubMed, Embase, WOS y Scopus), de acuerdo con las palabras clave y las configuraciones de búsqueda correspondientes.

La búsqueda se realizó en septiembre de 2023. Se identificaron 232 artículos: 28 en PubMed, 7 en Embase, 10 en Web of Science y 187 en Scopus. Después de la eliminación de duplicados, quedaron un total de 35 artículos, luego de revisar los títulos y resúmenes se excluyeron 2 estudios, como se presenta a continuación:

Base de datos	Fórmula de búsqueda	Resultados
PUBMED	((Surgery, Computer-Assisted) AND (Dental Implants) AND (Surgery, Computer-Assisted) AND (Dental Implants)) AND (Computer Aided Surgery[Text Word] AND (implant[Text Word] OR implants[Text Word]) AND (guided surgery[Text Word] OR guided implant placement[Text Word] OR computer guided[Text Word] OR ((drill guide[Text Word] OR template[Text Word]) AND computer[Text Word]) OR surgical template[Text Word] OR implant[Text Word]))	28
EMBASE	('Edentulous Patients'/exp OR 'Edentulous Patients') AND ('Dental Implants'/exp OR 'Dental Implant Surgery'/exp OR 'Implant Surgery'/exp OR	7

Base de datos	Fórmula de búsqueda	Resultados
	'Computer-Guided Applications'/exp) AND ('Single dental implantation'/exp OR 'Implant treatment'/exp OR 'Oral Surgery'/exp) AND ('Treatment Outcome'/exp OR 'Treatment Outcome')	
WOS (Web of Science)	(TS=("Jaw, Edentulous") OR TS=("Jaw, Edentulous, Partially")) AND (TS=("Dental Implants") OR TS=("Surgery, Computer-Assisted")) AND (TS=("Prostheses and Implants")) AND (TS=("Treatment Outcome"))	10
SCOPUS	ALL ("Partially edentulous") AND ("Surgery, Computer-Assisted") AND ("Dental Implants") AND ("Surgery, Computer-Assisted") AND ("outcome")	187
Total		232

Tabla 1: *Fórmula de búsqueda y resultados según base de datos*

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Un total de 33 artículos fueron elegibles para la lectura de texto completo y posteriormente se eliminaron 19 artículos por no cumplir con los criterios de inclusión; finalmente se eligieron 14 estudios para el análisis cualitativo (Figura 1).

4.2. Selección de estudios

En la Figura 1 se muestra que se localizaron 232 publicaciones: 28 a través de PubMed, 187 en Scopus, 7 en Embase y 10 en WOS, con una búsqueda efectuada hasta el 30 de septiembre de 2023. Tras descartar las entradas repetidas, se contabilizaron 176 artículos. Al revisar los títulos y resúmenes, se descartaron 143 investigaciones. Se seleccionaron 33 artículos para una revisión completa del contenido, de los cuales se excluyeron 16 por no ajustarse a los criterios de selección. Al final, 14 estudios fueron escogidos para el análisis cualitativo.

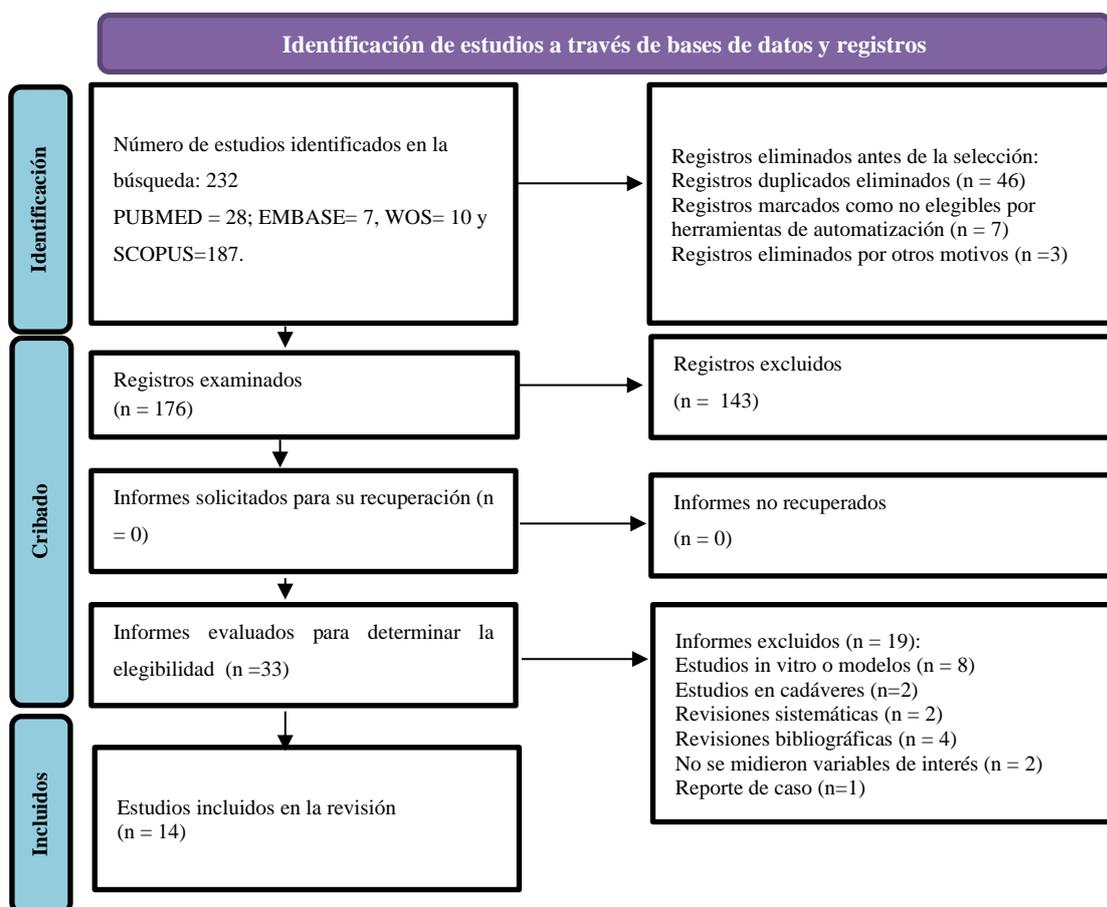


Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios

4.3. Evaluación de calidad

Dos investigadores independientes (M.A.L.V – D.A.B.M.) evaluaron el sesgo en todos los estudios seleccionados, utilizando la herramienta de Cochrane RoB 2.0 de riesgo de sesgo⁴⁰, con ayuda de la herramienta RoB 2 Excel Marco para evaluar ensayos clínicos. La evaluación de metodología Cochrane RoB, consta de 5 dominios que evalúan: proceso de aleatorización, desviaciones de las intervenciones previstas, datos de resultado faltantes, medición del resultado, selección del resultado informado. Produciendo tres niveles de sesgo: ‘bajo riesgo de sesgo’, ‘riesgo de sesgo poco claro’ o ‘alto riesgo de sesgo’. Los resultados de evaluación de la calidad se presentan en la tabla 2, se identificaron 14 estudios clínicos y se utilizó la herramienta RoB 2.0 de Cochrane para la evaluación de la calidad utilizando la herramienta RoB 2 Excel Marco Form.

Como se puede observar de los 14 estudios seleccionados, de manera general 10 de ellos presentaron bajo riesgo de sesgo, 3 representan altas preocupaciones y 1 es de alto riesgo de sesgo. La dimensión con mayor riesgo fue la referida al proceso de aleatorización (D1) en la que solo 7 estudios presentan bajo riesgo; por el contrario, las dimensiones relacionadas con datos faltantes (D3) y la medición del resultado (D4) presentaron unanimidad en la calificación de bajo riesgo de sesgo.

ID	Autores	Experimental	Comparación	Resultado	Peso	D1	D2	D3	D4	D5	General
1	Carosi et al. (2020)	No	No	Survival	1	●	!	+	+	●	●
2	Cattoni et al. (2021)	Yes	Yes	Precision	1	+	+	+	+	+	+
3	Chang et al. (2018)	Yes	Yes	Precision	1	!	+	+	+	+	!
4	Cueva-Príncipe et al. (2022)	No	No	Precision	1	!	+	+	+	!	!
5	Edelmann et al. (2021)	No	No	Precision	1	!	+	+	+	+	+
6	Amorfini et al. (2022)	Yes	Yes	Precision	1	+	+	+	+	+	+
7	Gargallo-Albiol et al. (2022)	No	Yes	Precision	1	+	+	+	+	+	+
8	Magrin et al. (2020)	Yes	Yes	Precision	1	+	+	+	+	+	+
9	Naziri et al. (2016)	No	No	Precision	1	!	+	+	+	+	+
10	Ochandiano et al. (2022)	No	No	Precision	1	!	+	+	+	+	!
11	Özden et al. (2020)	Yes	Yes	Precision	1	+	+	+	+	+	+
12	Smitkarn et al. (2019)	Yes	Yes	Precision	1	+	+	+	+	+	+
13	Vinci et al. (2020)	No	No	Precision	1	!	+	+	+	+	+
14	Yang et al. (2023)	No	No	Precision	1	+	+	+	+	+	+

Leyenda:

- Riesgo bajo
- ! Algunas preocupaciones
- Alto riesgo

- D1 Proceso de aleatorización
- D2 Desviaciones de las intervenciones previstas
- D3 Datos de resultados faltantes
- D4 Medición del resultado
- D5 Selección del resultado informado.

Tabla 2: Evaluación de la calidad

4.4. Características de los estudios

Todos los pacientes de cada estudio fueron previamente evaluados para determinar si eran candidatos adecuados para recibir prótesis sostenidas por implantes. Al momento de la implantación, todos estaban en buen estado de salud. De los 14 estudios, 12 examinaron los resultados de la cirugía guiada en pacientes parcialmente edéntulos y 2 en pacientes totalmente edéntulos en arcos maxilares.

En 12 de los 14 estudios se utilizó exclusivamente la técnica CBCT para la evaluación preliminar, mientras que en uno (1) se empleó tomografía computarizada (TC) y un (1) estudio utilizó ambas tecnologías, CT y CBCT. La mayoría de los estudios usaron diferentes mecanismos de soporte para las guías quirúrgicas, que incluyen mucosa, mucosa con pasadores de fijación, hueso y diente.

En esta revisión sistemática llevada a cabo, varios estudios se encontraron no aptos para su inclusión en el análisis principal y, por lo tanto, fueron excluidos (Anexo 1). Las razones de estas exclusiones proporcionan una comprensión crucial de las bases sobre las cuales se fundamenta el estudio actual y también señalan áreas potenciales que requieren una consideración más cuidadosa en futuras investigaciones: Estudios de Revisión, *In Vitro* Experimentales y Evaluaciones, Descriptivos y Reportes de Casos.

En resumen, la exclusión de estos estudios asegura que el análisis final esté basado en datos clínicos pertinentes y que refleje adecuadamente la efectividad y precisión de la cirugía guiada de implantes en pacientes reales. Es esencial recordar que, si bien los estudios excluidos no se ajustaban a los criterios de este análisis específico, pueden ofrecer información valiosa en otros contextos o para otros propósitos de investigación.

En cuanto a los criterios de inclusión (Tabla 3), la edad de los pacientes es un factor comúnmente considerado en los estudios seleccionados. Generalmente, se enfocan en poblaciones adultas, con rangos de edad que comienzan alrededor de los 20 años y pueden extenderse hasta los 65 años o más. Otro criterio de inclusión prevalente es el estado de salud general. Es esencial que los pacientes estén en buen estado de salud, sin enfermedades crónicas que puedan complicar la cirugía o el proceso de recuperación. En cuanto a la condición dental, la mayoría de los estudios buscan pacientes con edentulismo parcial o total. Esta característica es vital ya que el propósito principal de estos estudios es investigar el efecto y éxito de los implantes dentales. Algunos estudios también requieren la presencia de ciertos dientes residuales o la ausencia de enfermedades específicas en la mucosa oral.

Las dimensiones y la calidad del hueso en el que se insertará el implante son cruciales. Varios estudios han establecido dimensiones mínimas y específicas del hueso requeridas para que los pacientes sean considerados aptos. Además, la capacidad y disposición del paciente para dar su consentimiento y seguir el procedimiento del estudio, incluyendo visitas de seguimiento, son esenciales. Algunos estudios, por ejemplo, exigen la presentación de un consentimiento informado.

Por otro lado, respecto a los criterios de exclusión (Tabla 3) se observó que son tan variados y específicos como los de inclusión. Uno de los factores excluyentes más comunes en estos estudios es el hábito de fumar, especialmente en aquellos que consumen un número significativo de cigarrillos diariamente. Además, la presencia de enfermedades crónicas o condiciones que pueden complicar la cirugía o el proceso de cicatrización, como enfermedades cardíacas, problemas de coagulación, radioterapia o quimioterapia, también son razones comunes para la exclusión.

Otros factores de exclusión notables son las condiciones orales, como una mala higiene bucal, enfermedades de la mucosa oral o problemas dentales específicos que no se alinean con el objetivo del estudio. En algunas investigaciones, circunstancias particulares como el embarazo, el abuso de alcohol o drogas, o enfermedades específicas como el SIDA o la hepatitis también son motivos de exclusión. Finalmente, un factor excluyente interesante es la disposición del paciente: en varios estudios, no aceptar participar o decidir abandonar el estudio son razones directas de exclusión.

En general, estos criterios reflejan el deseo de los investigadores de tener una población de estudio claramente definida y controlada, asegurando que las variables que puedan afectar los resultados estén minimizadas. Esto, a su vez, garantiza la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Autor (año)	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Carosi et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Pacientes con prótesis fijas de arco completo retenidas por tornillos soportadas por cuatro implantes dentales cargados inmediatamente en el maxilar y/o mandíbula. - Al menos 1 año de seguimiento después de la entrega de la prótesis definitiva. - Pacientes que presenten arcos completamente edéntulos o dientes sin esperanza que requieran extracción y que rechacen procedimientos de injerto invasivos. - Ausencia de enfermedades de la mucosa oral. - Dimensiones óseas adecuadas para la inserción de cuatro implantes de las siguientes dimensiones mínimas: $\varnothing \geq 4.1$ mm x longitud 8 mm o $\varnothing 3.3$ mm x longitud 10 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fumadores recurrentes (> 5 cigarrillos por día). - Abuso de alcohol o drogas. - Mala higiene oral. - Radioterapia en la región de cabeza y cuello. - Quimioterapia antitumoral.
Cattoni et al. (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier etnia y sexo mayores de 18 años; - Buen estado de salud general, sin enfermedades crónicas (inmunosupresión, problemas de coagulación no tratados, quimioterapia y radioterapia, asunción de bifosfonatos, afecciones cardíacas y diabetes descompensada) - Al menos una arcada totalmente edéntula o con pocos elementos irrecuperables, apertura superior de la boca mayor a 50 mm, suficiente hueso disponible para la colocación de los implantes: para el maxilar edéntulo una cresta residual de un mínimo de 4 mm de ancho vestibulolingual y mayor de 10 mm de alto de canino a canino; para el maxilar inferior, una cresta residual de al menos 4 mm de ancho vestibulolingual y más de 8 mm de alto en el área intraforaminal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hábito de fumar y drogas - Embarazo - Cresta ósea irregular o delgada - Línea de sonrisa alta en el maxilar que hubiera necesitado reducción ósea.
Chang et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Edad entre 20 y 65 años. - Paciente con un diente posterior faltante que puede ser reconstruido con una prótesis soportada por implantes. - Buena salud general. - Capacidad para leer el formulario de consentimiento informado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de nuez de betel. - Diagnóstico de leucemia. - Problemas de coagulación sanguínea deficientes. - Diagnóstico de depresión o trastorno bipolar. - Embarazo.
Cueva-Príncipe et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida parcial de piezas dentales - Cumplir requisitos clínicos para implante guiado. 	<ul style="list-style-type: none"> - No aceptar su participación.
Edelmann et al. (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación de consentimiento informado por escrito; - Restauración de al menos un diente faltante mediante un implante; - Al menos seis dientes residuales en la mandíbula afectada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personas menores de 18 años o personas sin capacidad jurídica; - No es posible el uso de un marcador de referencia para la colocación del implante (apertura bucal restringida); - Requisitos de aumento adicionales necesarios; - Fumador empedernido (>10 cigarrillos/día); - Colocaciones inmediatas de implantes; - Ingesta de bifosfonatos; - Mujeres embarazadas; - Abuso de alcohol y/o drogas; - Pacientes con enfermedades infecciosas, como hepatitis o SIDA; - Diabetes mellitus mal controlada.

Autor (año)	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Amorfini et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Más de 20 años - Buen estado de salud general sin contraindicaciones para la cirugía bucal. - Implante único insertado en el maxilar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fumadores empedernidos (20 cigarrillos/día) - Enfermedad de la mucosa oral. - Radioterapia previa de la zona de cabeza y cuello. - Necesidad de procedimientos de regeneración ósea. - Bruxismo - Higiene bucal inadecuada
Gargallo-Albiol et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Pacientes globalmente sanos. - Hombres y mujeres de al menos 18 años de edad. - Necesidad de dos implantes en el área molar y/o premolar por dos o tres dientes faltantes (maxilar o mandíbula). - Higiene oral adecuada con menos del 15% de Full Mouth Plaque Score (FMPS). - Capacidad para seguir instrucciones y disponibilidad para asistir regularmente durante todo el estudio. - Disponibilidad ósea suficiente para colocar un implante de diámetro 3.3, 4.1, o 4.8 mm con una longitud mínima de 8 mm, sin necesidad de aumento óseo. - Cresta completamente curada (sitios de extracción con más de dos meses de antigüedad). 	<ul style="list-style-type: none"> - Infección local aguda. - Enfermedad periodontal no tratada. - Fumadores que consumen más de 10 cigarrillos al día. - Dependencias de drogas y/o alcohol. - Condiciones médicas que contraindican la cirugía de implantes. - Historial de radiación en cabeza y/o cuello. - Terapia con bifosfonatos.
Magrin et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Hueso suficiente para la inserción de implantes de longitud convencional; - Apertura bucal adecuada para la técnica de cirugía virtual guiada; - Presencia de ambos dientes adyacentes al diente faltante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitación anatómica para la colocación de implantes dentales; - Pacientes con alteraciones inflamatorias en el sitio quirúrgico; - Espacio protésico limitado; - Mujeres embarazadas o en período de lactancia; - Presencia de trastornos metabólicos, hemorrágicos y sistémicos relevantes que podrían alterar la reparación tisular.
Naziri et al. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Pacientes parcialmente edentulados. - Aceptar la participación en el estudio. 	N. E.
Ochandiano et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> - Edentulismo parcial. - Aceptar su participación. 	- No aceptar su participación.
Özden et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Sufrir pérdida parcial de dientes de forma bilateral y simétrica en la parte posterior del maxilar o la mandíbula; - Estar dispuesto a utilizar una prótesis soportada por implantes dentales; - Tener suficiente altura y volumen óseo para insertar implantes dentales de $\geq 4,0$ mm de diámetro y 10 mm de longitud. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requieren injertos óseos y procedimientos quirúrgicos más avanzados en el sitio receptor del implante; - Aquellos que tenían el hábito de fumar (más de 10 cigarrillos por día); - Mujeres embarazadas; - Con enfermedades renales y hepáticas; - Estaban recibiendo quimioterapia para el tratamiento; - Con antecedentes de radioterapia en la región de cabeza y cuello; - Con diabetes no compensada; - Con enfermedades periodontales activas que afectaban a la dentición residual; - Con mala higiene bucal; - Expresaron el deseo de no participar.

Autor (año)	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Smitkarn et al. (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Falta un único espacio dental. - Presenta dientes vecinos mesiales y distales. - Espacio mesiodistal $\geq 6,5$ mm. - Apertura de boca mínima de 30 mm. - Edad de 20 años y más. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sujetos médicamente comprometidos (clasificación ASA III-V). - Contraindicaciones generales contra el tratamiento con implantes (por ejemplo, inmunodeficiencia, enfermedades sistémicas avanzadas). - Signo clínico o radiográfico presenta cualquier patología en el hueso maxilar. - Fumador empedernido ≥ 10 cigarrillos/día. - Sitios desdentados “abiertos” (Kennedy Clase I o II). - El sujeto elige abandonar el estudio en cualquier período de tiempo.
Vinci et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura superior de la boca de más de 50 mm; - Edentulismo de los arcos maxilares; - Suficiente hueso disponible para colocar el implante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedad cardíaca; - Quimioterapia o radioterapia; - Tratamiento con bifosfonatos; - Embarazo; - Problemas asmáticos; - Diabetes descompensada; - Tabaquismo (más de 10 cigarrillos/día); - Parafunciones maxilares.
Yang et al. (2023)	N. E.	N. E.

Tabla 3: *Criterios de inclusión y de exclusión de las publicaciones seleccionadas*

La cirugía guiada ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, y la diversidad de marcas de implantes utilizadas en los estudios refleja el amplio rango de opciones disponibles en el mercado. Al analizar la tabla 4, se observa una prevalencia en el uso de ciertas marcas, particularmente de Straumann, que se destaca en varios estudios. Straumann, aparece en los trabajos de Naziri et al., Carosi et al., Gargallo Albiol et al., Smitkarn et al. y Amorfini et al., lo que subraya la confianza de los investigadores en esta marca y posiblemente su renombre en la industria de implantes dentales.

Las marcas de origen europeo dominan en gran medida la lista, con Suecia, Suiza, Alemania, Italia y España como países prominentes. Específicamente, las empresas con sede en Suiza (como Straumann y Neodent) y Alemania (como XiVE® y iSy) demuestran ser populares entre los investigadores. Sin embargo, no solo las marcas europeas tienen una presencia en la cirugía guiada. También se observan marcas de otras regiones, como Conexão® de Brasil, Dentium® de Corea y Royal dent de Taiwán. Esta diversidad geográfica sugiere una adopción global de la cirugía guiada y una competencia saludable entre los fabricantes de implantes en diferentes partes del mundo.

Es importante señalar que algunos estudios, como el de Cueva-Príncipe et al. (2022), no se limitaron a una sola marca y, en cambio, evaluaron múltiples marcas, lo que sugiere un interés en comparar la eficacia y eficiencia de diferentes implantes en el contexto de la cirugía guiada. Por último, el estudio más reciente de Yang et al. (2023) no especifica la marca utilizada. Esto puede deberse a que es una investigación preliminar o que la marca no es relevante para los resultados del estudio.

Autor (año)	No. de implantes	Marca
Naziri et al. (2016) ⁴¹	246	- Astra Tech Osseospeed (Dentsply Implants, Mölndal, Sweden) - Straumann ITI Bone Level (Straumann AG, Basel, Switzerland) - Camlog Promote Plus (Camlog Biotechnologies AG, Basel, Switzerland)
Cattoni et al. (2021) ⁴²	200	- Winsix TTx (Biosafin SRL, Ancona, Italia)
Carosi et al. (2020) ⁴³	160	- Straumann Bone Level (Straumann AG, Basel, Switzerland) - Straumann Bone Level Tapered (Straumann AG, Basel, Switzerland)
Vinci et al. (2020) ⁴⁴	100	- Winsix TTx (Biosafin SRL, Ancona, Italia)
Gargallo-Albiol et al. (2022) ⁴⁵	60	- Straumann Bone Level (Straumann AG, Basel, Switzerland)
Smitkarn et al. (2019) ³⁶	60	- Straumann Bone Level (Straumann AG, Basel, Switzerland)
Cueva-Príncipe et al. (2022) ⁴⁶	56	- Conexão® (Brasil). - Dentium® (Korea). - Sweden & Martina® (Italy). - Neodent® (Switzerland). - GMI® (Spain).
Ochandiano et al. (2022) ⁴⁷	56	- Ticare® Osseous (Mozo-Grau, SA, Valladolid, España) - Ticare® Osseous Quattro (Mozo-Grau, SA, Valladolid, España)
Amorfini et al. (2022) ⁴⁸	44	- Straumann Bone Level (Straumann AG, Basel, Switzerland)
Özden et al. (2020) ⁴⁹	26	- XiVE®, (DENTSPLY Friadent, Mannheim, Alemania)
Magrin et al. (2020) ⁵⁰	24	- Neodent (Neodent, Curitiba - PR, Brasil)
Chang et al. (2018) ⁵¹	20	- E system and C system, (Royal dent, Taiwan)
Edelmann et al. (2021) ⁵²	20	- iSy, (Camlog, Wimsheim, Alemania)
Yang et al. (2023) ⁵³	10	- N. E.

Tabla 4: *Marcas de implantes utilizadas en la cirugía guiada*

En la revisión sistemática, se evaluaron diversos estudios sobre implantes dentales, considerando la cantidad de implantes y el número de pacientes involucrados en cada estudio. La tabla presenta un resumen de 14 estudios realizados entre 2016 y 2023 (Tabla 5). La cantidad total de implantes analizados en estos estudios es de 1.082, distribuidos entre 503 pacientes. Es importante destacar la variabilidad en la cantidad de implantes y pacientes por estudio. Por ejemplo, el estudio de Naziri et al. (2016) reportó la mayor cantidad de implantes (246) y pacientes (181), mientras que el estudio de Yang et al. (2023) indicó la menor cantidad, con 10 implantes en 10 pacientes.

También se observa que hay estudios, como el de Edelmann et al. (2021) y Amorfini et al. (2022), donde el número de implantes y el número de pacientes es igual, lo que sugiere que en esos casos se colocó un solo implante por paciente. Por otro lado, en investigaciones como la de Cattoni et al. (2021), donde se registraron 200 implantes en 50 pacientes, se infiere que hubo un promedio de 4 implantes por paciente. Este análisis proporciona una perspectiva general sobre la cantidad de implantes y pacientes en los estudios revisados, y refleja la diversidad en las metodologías y poblaciones estudiadas en el ámbito de los implantes dentales durante el periodo de tiempo considerado.

La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) emerge como el método de evaluación predominante entre los estudios. Este método ofrece imágenes tridimensionales detalladas del área de interés, facilitando la planificación y ejecución del procedimiento

implantario. Sin embargo, el estudio de Cueva-Príncipe et al. (2022) utilizó la Tomografía Computarizada (CT) convencional, que proporciona imágenes de alta resolución, pero con una mayor dosis de radiación.

La digitalización es un paso crucial para obtener modelos precisos de la anatomía del paciente. Varios softwares y dispositivos, como 3Shape, Planmeca y Romexis, han sido empleados en los diferentes estudios. La variedad de dispositivos y programas refleja la rápida evolución tecnológica en el campo de la odontología.

La planificación digital de implantes se ha vuelto esencial para garantizar una colocación precisa y predecible del implante. El software coDiagnostiX de Dental Wings ha sido comúnmente utilizado en varios estudios. Sin embargo, otros softwares, como NobelClinician-DTX, SimPlant Pro y RealGUIDE, también han sido mencionados, evidenciando la diversidad de herramientas disponibles para los profesionales.

Las guías o plantillas son fundamentales para transferir la planificación digital al sitio quirúrgico real. La mayoría de los estudios optaron por guías impresas en 3D, que ofrecen alta precisión y adaptabilidad. Además, algunas investigaciones mencionaron guías específicas, como las producidas por NextDent™ SG o gonyX, que se adaptan a necesidades particulares del procedimiento.

La desviación angular representa un aspecto crucial en la cirugía guiada, ya que indica la precisión en la orientación del implante. En los artículos seleccionados, las desviaciones angulares para cirugía guiada varían desde 1,11° en Yang et al. (2023) hasta 8,98° en Ochandiano et al. (2022). Sin embargo, es relevante notar que algunos estudios, como Chang et al. (2018) y Cueva-Príncipe et al. (2022), proporcionan un rango de desviación, lo que indica una variabilidad en sus resultados. Varios autores no especificaron esta variable, lo que puede indicar que no consideraron la desviación angular como un punto focal en sus investigaciones o que no obtuvieron datos relevantes al respecto.

La desviación coronal varía desde 0,21±0,69 mm en Gargallo-Albiol et al. (2022) hasta 2,6 mm en Naziri et al. (2016); esta variable parece tener una menor variabilidad en comparación con la desviación angular, aunque algunos autores tampoco especificaron estos datos. En relación con la desviación en la parte inferior del implante, los valores fluctúan entre 0,73 mm en Yang et al. (2023) y 3,3 mm en Naziri et al. (2016). Pocos estudios especificaron la profundidad en sus investigaciones. Entre los que lo hicieron, Cueva-Príncipe et al. (2022) reportó una profundidad de 1,11 mm.

Al observar el método convencional, es evidente que la mayoría de los estudios no proporcionaron datos para estas variables. Sin embargo, se destaca Magrin et al. (2020) y Smitkarn et al. (2019), quienes proporcionaron datos tanto para la desviación angular como coronal y apical. Es importante notar que la desviación angular en Smitkarn et al. (2019) fue significativamente mayor con 7,0° en el método convencional comparado con la cirugía guiada, concluyendo que la cirugía guiada por computadora cuenta con mayor precisión que la técnica convencional.

Autor (año)	Diseño del Estudio	Método de evaluación	Software de digitalización	Software de Planificación de implantes	Guía / Plantilla	No. de implantes	Pacientes	Desviación Angular "Cirugía Guiada"	Desviación Coronal "Cirugía Guiada"	Desviación Apical "Cirugía Guiada"	Profundidad "Cirugía Guiada"	Desviación Angular "Convencional"	Desviación Coronal "Convencional"	Desviación Apical "Convencional"	Profundidad "Convencional"
Carosi et al. (2020) ⁴³	Estudio retrospectivo.	CBCT	D2000, 3Shape	coDiagnostix, Dental Wings	Referenzpins, Bredent	160	37	2,94°	0,87 ± 0,40 mm	0,95 ± 0,60 mm	N. E.	N. E.	N. E.	1,12 ± 0,26 mm	N. E.
Cattoni et al. (2021) ⁴²	Ensayo clínico aleatorizado.	CBCT	CAD Lynx 8853 S.P.A., Milán, Italia	RealGuide Implant Design Software (3DIEMME, Milan, Italia)	3DIEMME, Milán, Italia	200	50	N. E.	0,83 ± 0,11 mm	N. E.	N. E.	N. E.	1,12 ± 0,26 mm	N. E.	N. E.
Chang et al. (2018) ⁵¹	Estudio piloto: grupos in vivo e in vitro	CBCT	ImplantMax Workstation, Saturn Imaging, Taiwan	ImplantMax Workstation, Saturn Imaging, Taiwan	Producida manualmente en el laboratorio	20	17	3,92° (0,44 - 11,66°)	0,95 mm (0,3 - 1,3 mm)	1,35 mm (0,1 - 3,6 mm)	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Cueva-Príncipe et al. (2022) ⁴⁶	Estudio observacional retrospectivo	CT	- Romexis 5.3 implant module (Planmeca®) - 3D printer (Planmeca®)	PlanScan@ Lab (Planmeca®)	Creo 3D printer (Planmeca®)	56	12	3,97° (± 3,34°)	1,38 mm (± 0,66 mm)	1,63 mm (± 0,97mm)	1,11 mm (± 0,72)	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Edelmann et al. (2021) ⁵²	Estudio clínico prospectivo.	CBCT	PaX-i3D Green nxt, Orangedental, Biberach, Alemania	- coDiagnostiX Version 9.11 (Dental Wings GmbH, Chemnitz, Alemania - Trios 3, 3Shape, Copenhagen, Dinamarca)	3D (Straumann CARES P20, Straumann AG, Basilea, Suiza)	20	20	2,7° (IC del 95%: 2,2°-3,36°)	1,83 mm (IC del 95%: 1,34-2,33 mm)	1,95 mm (IC del 95%: 1,40-2,50 mm)	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Amorfini et al. (2022) ⁴⁸	Estudio clínico retrospectivo.	CBCT	Impregum or Intraroal scan, 3Shape	CoDiagnostix software (Straumann AG, Basel, Suiza)	Guías dentadas	44	44	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.

Autor (año)	Diseño del Estudio	Método de evaluación	Software de digitalización	Software de Planificación de implantes	Guía / Plantilla	No. de implantes	Pacientes	Desviación Angular "Cirugía Guiada"	Desviación Coronal "Cirugía Guiada"	Desviación Apical "Cirugía Guiada"	Profundidad "Cirugía Guiada"	Desviación Angular "Convencional"	Desviación Coronal "Convencional"	Desviación Apical "Convencional"	Profundidad "Convencional"
Gargallo-Albiol et al. (2022) ⁴⁵	Estudio prospectivo de cohorte.	CBCT	- Planmeca ProMax® 3D Classic, Helsinki, Finlandia - 3shape TRIOS MOVE, Copenhagen, Dinamarca	coDiagnostix®; Dental Wings® Inc., Montreal, Canadá	Guías impresas (3D) - NextDent™ SG, Soesterberg, Países Bajos	60	30	5,62°±4,09°	0,21±0,69 mm	0,67±1,06 mm	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Magrin et al. (2020) ⁵⁰	Ensayo clínico aleatorizado de boca dividida	CBCT	i-CAT, Imaging Sciences International, Hatfield – PA, USA	DentalSlice, Bioparts, Brasilia - DF, Brasil	Impresión de resina 3D	24	12	2,2 ± 1,1°	2,34 ± 1,01 mm	2,53 ± 1,11 mm	N. E.	3,5 ± 1,6°	1,93 ± 0,95 mm	2,19 ± 1,00 mm	N. E.
Naziri et al. (2016) ⁴¹	Estudio clínico.	CBCT / CT	Somatom Definition Siemens, Erlangen, Alemania	coDiagnostiX® software version 6.0 (Dental Wings Inc., Montreal, Canadá)	Guías de perforación utilizando mesa gonyX (IVS Solutions AG, Chemnitz, Alemania) en el laboratorio	246	181	3,6°	2,6 mm	3,3 mm	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Ochandiano et al. (2022) ⁴⁷	Estudio prospectivo.	CBCT	3D digital models with a D700 3Shape® scanner	- NobelClinician-DTX® studio implant software (Nobel Biocare®, Zurich, Suiza) - 3D CAD (Blue Sky Bio software)	Plantilla de silicona	56	11	8,98° (± 5,38°)	1,96 mm (± 0,95)	2,66 mm (± 1,33 mm)	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.

Autor (año)	Diseño del Estudio	Método de evaluación	Software de digitalización	Software de Planificación de implantes	Guía / Plantilla	No. de implantes	Pacientes	Desviación Angular "Cirugía Guiada"	Desviación Coronal "Cirugía Guiada"	Desviación Apical "Cirugía Guiada"	Profundidad "Cirugía Guiada"	Desviación Angular "Convencional"	Desviación Coronal "Convencional"	Desviación Apical "Convencional"	Profundidad "Convencional"
Özden et al. (2020) ⁴⁹	Estudio de cohorte prospectivo de casos y controles.	CBCT	Kodak 9000 3D (Dental Systems, Carestream Health, Rochester, USA)	SimPlant® Pro 15, Materialise Dental, Leuven, Bélgica	Impresión de resina 3D	26	13	N. E.	1,1 mm	0,74 mm	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Smitkarn et al. (2019) ³⁶	Ensayo clínico controlado aleatorio	CBCT	- Accutomo 3D machine (J. Morita Inc., Kyoto, Japón) - Trios intraoral scanner (3Shape, Copenhagen, Dinamarca)	coDiagnostiX® software version 9.7 (Dental Wings Inc., Montreal, Canadá)	Impresión de resina 3D	60	52	2,8° (± 2,6°)	0,9 mm (± 0,8 mm)	1,2 mm (± 0,9 mm)	N. E.	7,0° (± 7,0°)	1,3 mm (± 0,7 mm)	2,2 mm (± 1,2 mm)	N. E.
Vinci et al. (2020) ⁴⁴	Estudio multicéntrico retrospectivo	CBCT	Activity 885, Smart Optics, Bochum, Alemania	RealGUIDE, 3DIEMME, Milan, Italia	Se crearon plantillas de guía quirúrgica con soporte mucoso	100	14	5°	1 mm	1,6 mm	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Yang et al. (2023) ⁵³	Estudio clínico	CBCT	Exocad GmbH, Darmstadt, Alemania	coDiagnostiX, Dental Wings GmbH, Chemnitz, Alemania	Impresión de resina 3D	10	10	1,11° (0,78 - 1,44°)	0,74 mm (0,53 - 0,93 mm)	0,73 (0,53 - 0,93 mm)	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.	N. E.
Total						1.082	503								

Tabla 5: Resultados de la desviación de los implantes (angular, coronal, apical y profundidad), entre cirugía guiada y convencional

4.5. Discusión

La cirugía guiada ha experimentado un notable auge en los últimos años, evidenciado por la proliferación de investigaciones y estudios centrados en esta técnica⁵⁴. La revisión presentada ofrece un panorama comprensivo sobre las prácticas actuales, las marcas de implantes en uso y los resultados obtenidos.

El presente estudio tuvo como finalidad una revisión bibliográfica, la cual se realizó sobre un total de 14 estudios que cumplieron los criterios de inclusión y de exclusión a partir de un cribado hecho sobre una base de 232 artículos; los estudios seleccionados reportaron un total de 1.082 implantes en 503 pacientes. Por su parte, Tahmaseb et al. (2018), realizaron un trabajo similar con una muestra de 20 estudios a partir de una base de 372 artículos; la base de análisis fue de 2.238 implantes en 471 pacientes²⁴.

La prevalencia del uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en 13 de los 14 estudios seleccionados resalta la confianza consolidada en esta modalidad de imagenología en el campo de la implantología dental. Esta preferencia por el CBCT refleja no solo su capacidad para proporcionar imágenes detalladas y precisas, sino también su relevancia y adaptabilidad a las necesidades contemporáneas de la investigación en implantología³¹. El hecho de que una abrumadora mayoría de los estudios opte por esta tecnología subraya su rol fundamental en la evolución y el avance de las prácticas implantológicas basadas en evidencia.

Uno de los hallazgos más notables se centra en la diversidad de técnicas quirúrgicas empleadas en la colocación de implantes. Desde las cirugías totalmente guiadas hasta las parcialmente guiadas, es evidente que los profesionales de la implantología dental buscan técnicas que se adapten mejor a las necesidades clínicas específicas y que garanticen un alto grado de precisión. De acuerdo con Ku et al. (2022), dicha precisión es esencial para minimizar las complicaciones postoperatorias y asegurar la satisfacción del paciente a largo plazo⁷.

En la revisión sistemática llevada a cabo, se destacan variaciones significativas en las desviaciones apical, coronal y angular de los implantes dentales, resaltando una diversidad en los resultados entre los estudios analizados. La desviación apical oscila entre 0.15 mm y 1.8 mm, mientras que la desviación coronal muestra una variabilidad que va desde 0.1 mm hasta 2.1 mm. Por otro lado, la desviación angular varía desde 0.5° hasta 5.7°. Por su parte, Tahmaseb et al. (2018) encontraron en su revisión sistemática que la desviación apical se ubicó entre 1.28 mm y 1.58 mm, la desviación coronal de 1.04 mm hasta 1.44 mm y la desviación angular varió entre 3.0° y 3.96°, presentando diferencias considerables respecto al presente estudio²⁴. Estos resultados subrayan la importancia de considerar la técnica empleada y las circunstancias individuales de cada paciente al interpretar los resultados.

Adicionalmente, se evidencia una tendencia clara hacia el uso de implantes Straumann, que destaca por su prevalencia en múltiples estudios. Esta tendencia podría deberse a una combinación de factores, incluida la calidad del producto, la reputación de la marca en la industria dental y las asociaciones de investigación. Sin embargo, es imperativo considerar la aparición de marcas de otras regiones del mundo, lo que sugiere una adopción y aceptación global de diversas tecnologías y productos en el ámbito de la cirugía guiada.

A pesar de la prominencia de ciertas marcas, la variedad de implantes utilizados en los estudios refleja una diversidad que puede atribuirse a las preferencias clínicas, regionales o de investigación. Tal diversidad en la elección de los implantes puede también indicar que

no existe un consenso universal sobre qué marca o tipo de implante es superior para la cirugía guiada. Esto pone de manifiesto la necesidad de futuras investigaciones comparativas que evalúen la eficacia, seguridad y rentabilidad de los diferentes implantes en el contexto de la cirugía guiada.

En cuanto a la adaptación de las técnicas y tecnologías, es esencial subrayar la importancia de la formación continua y la actualización profesional. De acuerdo con Buser et al. (2017), las innovaciones en el campo de la cirugía guiada, aunque prometedoras, requieren un conocimiento profundo y habilidades especializadas para su implementación efectiva⁵⁵.

En síntesis, la cirugía guiada representa una evolución en la odontología implantológica, ofreciendo técnicas precisas y resultados prometedores. Sin embargo, a pesar de las ventajas evidentes, es crucial abordar las variabilidades existentes, desde las técnicas empleadas hasta la elección de los implantes, para garantizar un estándar óptimo de atención al paciente. La investigación futura deberá centrarse en comparar y contrastar estas variables para establecer protocolos claros y recomendaciones basadas en evidencia.

La heterogeneidad en las metodologías de los diferentes estudios analizados es evidente y puede influir significativamente en la interpretación y comparación de los resultados. Por ejemplo, se observa que algunos estudios ofrecen rangos de desviación en lugar de un valor único, como en el caso de Chang et al. (2018) y Cueva-Príncipe et al. (2022). Esta presentación de datos sugiere una considerable variabilidad dentro de sus muestras, posiblemente indicando la presencia de factores no controlados o diferencias en la técnica aplicada.

Además, la falta de especificación en muchos de los registros sugiere que no todos los estudios abordaron o informaron todas las variables de interés de manera uniforme. Esto no solo limita la comparabilidad directa entre los estudios, sino que también puede sesgar el análisis global si solo se consideran los datos disponibles, omitiendo las ausencias. Otro aspecto que considerar es la variabilidad en los valores reportados, lo que puede atribuirse a diferencias en la selección de la muestra, la técnica quirúrgica empleada, la precisión del equipo utilizado o la calibración y formación del profesional que realiza el procedimiento. Por ejemplo, mientras que Naziri et al. (2016) reportaron una desviación angular de 3,6° para la cirugía guiada, Ochandiano et al. (2022) informaron una desviación de 8,98°, lo que indica una amplia variación en los resultados, a pesar de ser para el mismo tipo de procedimiento.

Las diferencias en los tamaños de muestra, tanto en términos de implantes como de pacientes, pueden afectar significativamente la robustez y la interpretabilidad de los resultados en investigaciones científicas. Un tamaño de muestra más grande generalmente ofrece mayor poder estadístico y, por lo tanto, resultados más fiables y generalizables. Sin embargo, en el contexto de los estudios analizados, los tamaños de muestra dependieron en gran medida del cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión. Las variaciones en el número de implantes evaluados frente al número de pacientes pueden introducir variabilidad, ya que un paciente puede tener múltiples implantes, y las condiciones intraorales y sistémicas del paciente pueden influir en los resultados de esos implantes.

La variabilidad en la presentación de los resultados en los estudios analizados es notable y puede dificultar las comparaciones directas entre investigaciones. Mientras que algunos estudios proporcionaron valores medios junto con medidas de dispersión, otros optaron por rangos o simplemente reportaron valores promedio sin indicar la variabilidad asociada. Esta falta de uniformidad en la presentación de resultados subraya la necesidad de estandarizar formatos y criterios de reporte en investigaciones futuras para facilitar revisiones sistemáticas

La presente revisión sistemática, como toda investigación, posee limitaciones inherentes. Una de ellas es la posible exclusión de estudios relevantes que no cumplieran con los criterios de inclusión definidos inicialmente, lo que podría influir en la amplitud y representatividad del análisis. Asimismo, la heterogeneidad en las metodologías y en la presentación de resultados entre los estudios seleccionados puede dificultar las comparaciones directas y afectar la interpretación global. La calidad y el rigor de los estudios incluidos, así como posibles sesgos en su realización y reporte, también pueden influenciar las conclusiones derivadas de esta revisión. Finalmente, al basarse en investigaciones previamente publicadas, esta revisión está sujeta a las limitaciones y sesgos inherentes a esos estudios, y no puede abordar preguntas o temas que no hayan sido previamente investigados en la literatura existente.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En conclusión, la cirugía guiada para la colocación de implantes dentales se ha establecido como una técnica altamente eficaz, superando en precisión a la cirugía convencional.

La revisión de diversos estudios reveló una variabilidad significativa en las desviaciones angular, coronal y apical de los implantes, con rangos de 0,5° a 5,7°, 0,1 mm a 2,1 mm y 0,15 mm a 1,8 mm, respectivamente.

Aunque no se observaron diferencias sustanciales en las medidas de discrepancia entre la planificación y la colocación de implantes dentales en diversos sistemas, es crucial destacar que la mayoría de los estudios se enfocaron en sistemas específicos (coDiagnostiX, RealGUIDE, SimPlant, DentalSlice, etc.).

Los resultados analizados indican consistentemente que la cirugía guiada ofrece una mayor precisión en comparación con la cirugía convencional, evidenciando desviaciones angulares, coronales y apicales más pequeñas. Este hallazgo respalda la eficacia y confiabilidad de la cirugía guiada como una opción preferida para la colocación de implantes dentales.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda que los profesionales de la implantología dental consideren cuidadosamente la diversidad de técnicas quirúrgicas empleadas en la colocación de implantes, desde cirugías totalmente guiadas hasta parcialmente guiadas. La elección de la técnica debe adaptarse a las necesidades clínicas específicas de cada paciente, garantizando un alto grado de precisión.

Dada la prevalencia del uso de CBCT en la mayoría de los estudios revisados, se sugiere que los profesionales consideren esta tecnología como una herramienta fundamental para la planificación y colocación de implantes dentales. La CBCT proporciona imágenes detalladas y precisas, siendo esencial para la investigación basada en evidencia en implantología dental.

Aunque se observa una tendencia hacia el uso de marcas de implantes Straumann, se recomienda que los profesionales estén al tanto de la diversidad de marcas y tecnologías disponibles globalmente. Futuras investigaciones deben abordar la comparación de diferentes marcas, evaluando la eficacia, seguridad y rentabilidad en el contexto de la cirugía guiada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lee DJ, Saponaro PC. Management of Edentulous Patients. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2019;63(2):249–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.11.006>
2. Al-Rafee M. The epidemiology of edentulism and the associated factors: A literature Review. *J Family Med Prim Care* [Internet]. 2020;9(4):1841–3. Available from: https://doi.org/10.4103%2Fjfmprc.jfmprc_1181_19
3. Zhang X, Chen S. Association of childhood socioeconomic status with edentulism among Chinese in mid-late adulthood. *BMC Oral Health* [Internet]. 2019 Dec 29;19(292):1–11. Available from: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/counter/pdf/10.1186/s12903-019-0968-1.pdf>
4. Romandini M, Baima G, Antonoglou G, Bueno J, Figuero E, Sanz M. Periodontitis, Edentulism, and Risk of Mortality: A Systematic Review with Meta-analyses. *J Dent Res* [Internet]. 2021 Jan 31;100(1):37–49. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0022034520952401>
5. Nimonkar S, Godbole S, Belkhode V, Nimonkar P, Pisulkar S. Effect of Rehabilitation of Completely Edentulous Patients With Complete Dentures on Temporomandibular Disorders: A Systematic Review. *Cureus*. 2022 Aug 14;18(4):1–6.
6. Spencer K. Implant based rehabilitation options for the atrophic edentulous jaw. *Aust Dent J* [Internet]. 2018 Mar 25;63(S1):S100–7. Available from: <https://doi.org/10.1111/adj.12595>
7. Ku JK, Lee J, Lee HJ, Yun PY, Kim YK. Accuracy of dental implant placement with computer-guided surgery: a retrospective cohort study. *BMC Oral Health* [Internet]. 2022 Dec 16;22(1):8. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02046-z>
8. Gajjar C, Ajmera V, Shah D, Chauhan C, Doshi P. A Flapless Surgical Placement of Implants in Mandibular Arch Using Computer-Guided Surgical Stent. *J Adv Oral Res* [Internet]. 2018 May 6;9(1–2):55–60. Available from: <https://doi.org/10.1177/2229411218766969>
9. Kaushik K, Dhawan P, Tandan P, Jain M. Oral health-related quality of life among patients after complete denture rehabilitation: A 12-month follow-up study. *Int J Appl Basic Med Res* [Internet]. 2018;8(3):169–73. Available from: https://doi.org/10.4103%2Fijabmr.IJABMR_171_18
10. Alqahtani M, Alammari M, Fageeha Y. Awareness, knowledge, and acceptance of dental implants among the geriatric population of Jeddah, Saudi Arabia. *J Pharm Bioallied Sci* [Internet]. 2022;14(Suppl 1):S464–9. Available from: https://doi.org/10.4103%2Fjpbs.jpbs_674_21
11. Ali Z, Baker SR, Shahrbaq S, Martin N, Vettore M V. Oral health-related quality of life after prosthodontic treatment for patients with partial edentulism: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2019 Jan;121(1):59–68.e3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.03.003>
12. Bover-Ramos F, Viña-Almunia J, Cervera-Ballester J, Peñarrocha-Diago M, García-Mira B. Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018 Jan;33(1):101–15.
13. Raico Gallardo YN, da Silva-Olivio IRT, Mukai E, Morimoto S, Sesma N, Cordaro L. Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue

- of support: a systematic review and meta-analysis. Vol. 28, *Clinical Oral Implants Research*. Blackwell Munksgaard; 2017. p. 602–12.
14. Pérez Padrón A, Pérez Quiñones JA, Díaz Martell Y, Bello Fuentes R, Castillo Matheu L, Pérez Padrón A, et al. Revisión Bibliográfica sobre la implantología: causas y complicaciones. *Revista Médica Electrónica* [Internet]. 2020;42(2):1713–23. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1684-18242020000201713&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 15. Block MS. Dental Implants: The Last 100 Years. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2018;76(1):11–26. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278239117312491>
 16. Abraham CM. A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments. *Open Dent J* [Internet]. 2014;8:50–5. Available from: <files/114/Abraham - 2014 - A brief historical perspective on dental implants,.pdf>
 17. Huang YS, McGowan T, Lee R, Ivanovski S. 7.23 Dental Implants: Biomaterial Properties Influencing Osseointegration. In: *Comprehensive Biomaterials II* [Internet]. Elsevier; 2017. p. 444–66. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128035818093061>
 18. Pérez Padrón A, Pérez Quiñones JA, Cid Rodríguez M del C, Díaz Martell Y, Saborit Carvajal T, García Martí CD. Causas y complicaciones de los fracasos de la implantología dental. Matanzas. *Revista Médica Electrónica* [Internet]. 2018;40(4):1023–31. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1684-18242018000400010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 19. Corona Carpio MH, Hernández Espinosa Y, Mondelo López I, Castro Sánchez YE, Díaz del Mazo L. Principales factores causales del fracaso de los implantes dentales. *MEDISAN* [Internet]. 2015;19(11):1325–9. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1029-30192015001100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 20. Gaviria L, Salcido JP, Guda T, Ong JL. Current trends in dental implants. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2014;40(2):50–60. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4028797/>
 21. Afshari A, Shahmohammadi R, Mosaddad SA, Pesteei O, Hajmohammadi E, Rahbar M, et al. Free-Hand versus Surgical Guide Implant Placement. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2022 Feb 17;2022:1–12.
 22. Rashik. K. M M, Das AV, Raja S, Dolly. A S, P. L R. Minimally invasive flapless approach in dental implant – A review. *IP International Journal of Periodontology and Implantology*. 2023 Jun 28;8(2):80–5.
 23. Wang X, Shujaat S, Meeus J, Shaheen E, Legrand P, Lahoud P, et al. Performance of novice versus experienced surgeons for dental implant placement with freehand, static guided and dynamic navigation approaches. *Sci Rep*. 2023 Feb 14;13(2598):1–8.
 24. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2018 Oct 17;29(S16):416–35.
 25. Meyer-Szary J, Luis MS, Mikulski S, Patel A, Schulz F, Tretiakow D, et al. The Role of 3D Printing in Planning Complex Medical Procedures and Training of Medical Professionals—Cross-Sectional Multispecialty Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Mar 11;19(6):1–38.
 26. Dioguardi M, Spirito F, Quarta C, Sovereto D, Basile E, Ballini A, et al. Guided Dental Implant Surgery: Systematic Review. *J Clin Med*. 2023 Feb 13;12(4):1–17.

27. Li S, Yi C, Yu Z, Wu A, Zhang Y, Lin Y. Accuracy assessment of implant placement with versus without a CAD/CAM surgical guide by novices versus specialists via the digital registration method: an in vitro randomized crossover study. *BMC Oral Health*. 2023 Dec 1;23(1).
28. Ebeling M, Sakkas A, Schramm A, Wilde F, Scheurer M, Winter K, et al. Accuracy Analysis of Computer-Assisted and Guided Dental Implantology by Comparing 3D Planning Data and Actual Implant Placement in a Mandibular Training Model: A Monocentric Comparison between Dental Students and Trained Implantologists. *J Pers Med*. 2023 Jul 1;13(7).
29. Schnutenhaus S, Knipper A, Wetzel M, Edelmann C, Luthardt R. Accuracy of computer-assisted dynamic navigation as a function of different intraoral reference systems: An in vitro study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Mar 2;18(6):1–13.
30. Ruppin J, Popovic A, Strauss M, Spüntrup E, Steiner A, Stoll C. Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: Optical tracking vs. stereolithographic splint systems. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Jul;19(7):709–16.
31. Jacobs R, Salmon B, Codari M, Hassan B, Bornstein MM. Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. *BMC Oral Health* [Internet]. 2018 Dec 15;18(88):1–16. Available from: <https://doi.org/10.1186%2Fs12903-018-0523-5>
32. Fuglsig J, Wenzel A, Hansen B, Lund T, Spin-Neto R. Magnetic Resonance Imaging for the Planning, Execution, and Follow-up of Implant-Based Oral Rehabilitation: Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 May;36(3):432–41.
33. Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health* [Internet]. 2020;20(1):251. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01208-1>
34. Al Yafi F, Camenisch B, Al-Sabbagh M. Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable? Vol. 63, *Dental Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2019. p. 381–97.
35. Naeini EN, Atashkadeh M, De Bruyn H, D’Haese J. Narrative review regarding the applicability, accuracy, and clinical outcome of flapless implant surgery with or without computer guidance. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet]. 2020;22(4):454–67. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7496427/>
36. Smitkarn P, Subbalekha K, Mattheos N, Pimkhaokham A. The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery. *J Clin Periodontol*. 2019;46(9):949–57.
37. Greenberg AM. Advanced dental implant placement techniques. *J Istanbul Univ Fac Dent* [Internet]. 2017;51(3 Suppl 1):S76–89. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5750831/>
38. Unsal G, Turkyilmaz I, Lakhia S. Advantages and limitations of implant surgery with CAD/CAM surgical guides: A literature review. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(4):e409–17.
39. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Syst Rev* [Internet]. 2021 Dec 29;10(89):1–11. Available from: <https://d-nb.info/1234873869/34>
40. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *The BMJ*. 2019;366:1–8.

41. Naziri E, Schramm A, Wilde F. Accuracy of computer-assisted implant placement with insertion templates Genauigkeit computerassiiert geplanter und schablonengeführter Implantatinsertion. Vol. 5. 2016.
42. Cattoni F, Chirico L, Merlone A, Manacorda M, Vinci R, Gherlone EF. Digital smile designed computer-aided surgery versus traditional workflow in “all on four” rehabilitations: A randomized clinical trial with 4-years follow-up. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Apr 1;18(7).
43. Carosi P, Ferrigno N, Arcuri C, Laureti M. Computer-Aided Surgery and Immediate Loading to Rehabilitate Complete Arch with Four Dental Implants and Fixed Screw-Retained Prosthesis Up to 4 Years in Function: A Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 Nov;36(6):1180–7.
44. Vinci R, Manacorda M, Abundo R, Lucchina AG, Scarano A, Crocetta C, et al. Accuracy of edentulous computer-aided implant surgery as compared to virtual planning: A retrospective multicenter study. *J Clin Med*. 2020 Mar 1;9(3).
45. Gargallo-Albiol J, Zilleruelo-Pozo MJ, Lucas-Taulé E, Muñoz-Peñalver J, Paternostro-Betancourt D, Hernandez-Alfaro F. Accuracy of static fully guided implant placement in the posterior area of partially edentulous jaws: a cohort prospective study. *Clin Oral Investig*. 2022 Mar 1;26(3):2783–91.
46. Cueva-Príncipe LA, Wahjuningrum DA, Djuanda AG, Agurto-Huerta A, Guerrero ME. Precision of the CAD/CAM Planmeca System Computer-Guided Surgery for the Placement of Dental Implants. *Journal of International Dental and Medical Research [Internet]*. 2022;15(3):1107–12. Available from: http://www.jidmr.com/journal/wp-content/uploads/2022/09/23-D22_1849_Dian_Agustin_Wahjuningrum_Indonesia.pdf
47. Ochandiano S, García-Mato D, Gonzalez-Alvarez A, Moreta-Martinez R, Tousidonis M, Navarro-Cuellar C, et al. Computer-Assisted Dental Implant Placement Following Free Flap Reconstruction: Virtual Planning, CAD/CAM Templates, Dynamic Navigation and Augmented Reality. *Front Oncol*. 2022 Jan 28;11.
48. Amorfini L, Pesce P, Migliorati M, Drago S, Storelli S, Romeo E, et al. Implant rehabilitation of the esthetic area: A five-year retrospective study comparing conventional and fully guided surgery. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2023 Jun 1;25(3):438–46.
49. Özden Yüce M, Günbay T, Güniz Baksı B, Çömlekoğlu M, Mert A. Clinical benefits and effectiveness of static computer-aided implant surgery compared with conventional freehand method for single-tooth implant placement. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2020 Nov 1;121(5):534–8.
50. Magrin GL, Rafael SNF, Passoni BB, Magini RS, Benfatti CAM, Gruber R, et al. Clinical and tomographic comparison of dental implants placed by guided virtual surgery versus conventional technique: A split-mouth randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2020 Jan 1;47(1):120–8.
51. Chang RJ, Chen HL, Huang LG, Wong YK. Accuracy of implant placement with a computer-aided fabricated surgical template with guided parallel pins: A pilot study. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2018 Nov 1;81(11):970–6.
52. Edelmann C, Wetzel M, Knipper A, Luthardt RG, Schnutenhaus S. Accuracy of computer-assisted dynamic navigation in implant placement with a fully digital approach: A prospective clinical trial. *J Clin Med*. 2021 May 1;10(9).
53. Yang S, Chen J, Li A, Deng K, Li P, Xu S. Accuracy of autonomous robotic surgery for single-tooth implant placement: A case series. *J Dent*. 2023 May 1;132.

54. Chen P, Nikoyan L. Guided Implant Surgery: A Technique Whose Time Has Come. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2021 Jan;65(1):67–80. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.09.005>
55. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol 2000* [Internet]. 2017 Feb 21;73(1):7–21. Available from: <https://doi.org/10.1111/prd.12185>

ANEXOS

Anexo 1: Estudios que no cumplieron con los criterios de selección

Autores	Título	Año	Razón de exclusión
Al-Yafi et al.	Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable?	2019	Estudio de revisión bibliográfica narrativa
Wismeijer et al.	Group 5 ITI Consensus Report: Digital technologies	2018	Estudio de revisión sistemática
Schnutenhaus et al.	Accuracy of Dynamic Computer-Assisted Implant Placement: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and In Vitro Studies	2021	Estudio de revisión de la literatura.
Baruffaldi et al.	Computer-aided flapless implant surgery and immediate loading. A technical note	2016	Estudio descriptivo de corte transversal. No se midió precisión.
Raico et al.	Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis	2016	Estudio de revisión sistemática y meta-análisis
González Rueda et al.	Accuracy of computer-aided static and dynamic navigation systems in the placement of zygomatic dental implants	2023	Estudio in vitro.
Chen et al.	Accuracy of Implant Placement with a Navigation System, a Laboratory Guide, and Freehand Drilling	2018	Se utilizaron 30 modelos de fundición.
González Rueda et al.	Accuracy of a Computer-Aided Dynamic Navigation System in the Placement of Zygomatic Dental Implants: An In Vitro Study	2022	Estudio in vitro.
Matta et al.	The impact of the fabrication method on the three-dimensional accuracy of an implant surgery template	2017	Estudio clínico. Se evaluaron las guías, no los implantes.
Rubio et al.	Software applied to oral implantology: Update	2008	Revisión de literatura
Ramasamy et al.	Implant surgical guides: From the past to the present	2013	Revisión de literatura
Ebeling et al.	Accuracy Analysis of Computer-Assisted and Guided Dental Implantology by Comparing 3D Planning Data and Actual Implant Placement in a Mandibular Training Model: A Monocentric Comparison between Dental Students and Trained Implantologists	2023	Experimental en modelos.
Schnutenhaus et al.	Accuracy of Computer-Assisted Dynamic Navigation as a Function of Different Intraoral Reference Systems: An In Vitro Study	2021	Estudio in vitro.
Gargallo-Albiol et al.	Intra-osseous heat generation during implant bed preparation with static navigation: Multi-factor in vitro study	2021	Estudio in vitro.
Eufinger et al.	Experimental Computer-Assisted Alloplastic Sandwich Augmentation of the Atrophic Mandible	1999	Estudio experimental en mandíbula cadavérica.
Ruppin et al.	Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems	2008	Evaluación experimental: 20 mandíbulas de cadáveres humanos.
Dreiseidler et al.	Accuracy of a newly developed integrated system for dental implant planning	2009	Evaluación experimental en modelos anatómicos equivalentes a parcialmente edéntulos
Watzinger et al.	Positioning of dental implants using computer-aided navigation and an optical tracking system: case report and presentation of a new method	1999	Reporte de caso de un paciente

Autores	Título	Año	Razón de exclusión
Li et al.	Accuracy assessment of implant placement with versus without a CAD/CAM surgical guide by novices versus specialists via the digital registration method: an in vitro randomized crossover study	2023	Estudio in vitro

Anexo 2: Revisión y gestión bibliográfica de los estudios en Mendeley

Mendeley Reference Manager

Mendeley Reference Manager File Edit Tools Help

+ Add new

All References

Q Search Filters

	AUTHORS	YEAR	TITLE	SOURCE	ADDED
<input type="checkbox"/>		2020	Revolución digital en pro de la cirugía implantológica mínimamente inva...		18/6/2023
<input type="checkbox"/>	Abraham C	2014	A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings a...	The Open Dentis...	18/6/2023
<input type="checkbox"/>	Afshari A, Shahmoham...	2022	Free-Hand versus Surgical Guide Implant Placement	Advances in Mat...	23/10/2023
<input type="checkbox"/>	Ajoka H, Kihara H, Od...	2016	Examination of the Position Accuracy of Implant Abutments Reproduced ...	PloS One	18/6/2023
<input type="checkbox"/>	Al Yafi F, Camenisch B,...	2019	Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable?	Dental Clinics of ...	6/10/2023
<input type="checkbox"/>	Al-Rafee M	2020	The epidemiology of edentulism and the associated factors: A literature ...	Journal of Famil...	18/9/2023
<input type="checkbox"/>	Alberto Cueva-Príncipe...	2022	Journal of International Dental and Medical Research ISSN 1309-100X ...	J Int Dent Med Res	6/10/2023
<input type="checkbox"/>	Alhossan A, Chang Y, ...	2023	Reliability of Cone Beam Computed Tomography in Predicting Implant Tr...	Diagnostics	18/9/2023
<input type="checkbox"/>	Ali Z, Baker S, Shahr...	2019	Oral health-related quality of life after prosthodontic treatment for patient...	The Journal of P...	18/9/2023
<input type="checkbox"/>	Almagro Z		Incorrecta planificación en casos de implantes bucales óseointegrados	Revista Cubana ...	18/6/2023
<input type="checkbox"/>	Almusallam S, AlRafee M	2020	The prevalence of partial edentulism and complete edentulism among a...	Journal of Famil...	18/9/2023
<input type="checkbox"/>	Alqahtani M, Alammari ...	2022	Awareness, knowledge, and acceptance of dental implants among the g...	Journal of Phar...	18/9/2023
<input type="checkbox"/>	Amorfini L, Pesce P, Mi...	2023	Implant rehabilitation of the esthetic area: A five-year retrospective study...	Clinical Implant ...	6/10/2023
<input type="checkbox"/>	Aslan S, Buduneli N, C...		La "preservación completa de papila" es efectiva para tratar defectos intr...		18/6/2023

COLLECTIONS

TESIS

New Collection

GROUPS

New Group