



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**LA TECNOLOGÍA ROBÓTICA Y SU APLICACIÓN EN LA CIRUGÍA
MAXILOFACIAL, VENTAJAS DE LAS INTERVENCIONES
QUIRÚRGICAS ASISTIDAS POR ROBOTS**

Autores:

Br. Marlon Castellanos

Br. Otto Franco

Urb. Yuma II, calle No 3. Municipio San Diego.
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
CARRERA: ODONTOLOGÍA



LA TECNOLOGÍA ROBÓTICA Y SU APLICACIÓN EN LA CIRUGÍA MAXILOFACIAL, VENTAJAS DE LAS INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS ASISTIDAS POR ROBOTS

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Odontólogo

Autores:

Br. Marlon Castellanos

Br. Otto Franco

Tutor: Cir. Rafael Muñoz

San Diego, octubre de 2023.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto, elaborado por los ciudadanos **Marlon Castellanos** y **Otto Franco**, titulares de la cédula de identidad N° **V. 29.636.350** y **V. 28.191.816**, respectivamente, para optar al grado académico de Odontólogo, cuyo título es **La Tecnología Robótica y su Aplicación en la Cirugía Maxilofacial, Ventajas de las Intervenciones Quirúrgicas Asistidas por Robots**, adscrito a la línea de investigación: **Odontología Clínica y correctiva**, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto y de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los 20 días del mes de octubre del año dos mil 23



Cir. Rafael Alberto Muñoz Morales
CÍ V- 20730922.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe Cir. Rafael Alberto Muñoz Morales, portador de la cédula de identidad N° V-27730922, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el(la)(los) ciudadanos(as) **Marlon Castellanos** y **Otto Franco**, portadores de la cédula de identidad N V. 29.636.350 y V. 28.191.816, titulado **La Tecnología Robótica y su Aplicación en la Cirugía Maxilofacial, Ventajas de las Intervenciones Quirúrgicas Asistidas por Robots**, presentado como requisito parcial para optar al título de Odontólogo, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 20 días del mes de Octubre del año dos mil 23.

(Firma autógrafa del tutor)
Cir. Rafael Alberto Muñoz Morales
CI.: V-20730922.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



ACTA DE APROBACION DEL TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud, para la evaluación del Trabajo de Grado titulado: **LA TECNOLOGÍA ROBÓTICA Y SU APLICACIÓN EN LA CIRUGÍA MAXILOFACIAL, VENTAJAS DE LAS INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS ASISTIDAS POR ROBOTS** realizado por los Br. Marlon Castellanos y Otto Franco, portadores de la Cédula de Identidad N° V. 29.636.350 y V.28.191.816 Cursante de la carrera ODONTOLOGIA, hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación.

En San Diego, a los 14 días del mes de noviembre del año dos mil veintitrés.

Tutor Académico:
Nombre: Rafael Muñoz
C.I.: V. 20730922



Jurado:
Nombre: Humberto Ramírez
C.I.: 22009406

Jurado:
Nombre: Roberto Pin
C.I. 17399344

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, te agradezco Señor por brindarme la oportunidad de cumplir mi sueño y por guiarme en cada paso del camino. Sin su amor y protección, nada de esto hubiera Sido posible

A mí Madre Carolina Castellanos y Mi hermano Junior Castellanos y mis abuelos María Edilia y José María, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles. Quienes siempre han sido mi gran apoyo y motivación en cada etapa de mi vida. Sin su amor incondicional, no hubiera Sido posible llegar hasta aquí.

A mi prima María Rugeles, quien fue la persona que me apoyo cuando decidí iniciar mi Carrera y me impulso a terminarla, Enseñándome que todo el esfuerzo de hoy es la recompensa de mañana, Gracias por tenerme confianza y creer en mí, animándome a seguir mis sueños y brindándome su apoyo económico. Gracias por siempre estar a mi lado y ser mi fuente de Inspiración, este triunfo ha sido gracias a ti.

A mis ti@s Mairis, Nelida, José, Nidia y Reyes, quienes siempre han estado presentes económicamente y me han enseñado el valor del esfuerzo , gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

A mis profesores y mentores, quienes me han guiado y enseñado todo lo necesario para convertirme en un odontólogo Profesional. Gracias por su paciencia, dedicación y conocimientos compartidos.

A mis demás familiares, quienes han aportado un granito de arena en mi formación. Gracias porque sin ustedes tampoco sería esto posible.

Esta tesis está dedicada a todos ustedes, quienes han sido parte fundamental en mi formación como Odontólogo. Gracias por su amor apoyo y confianza.

Marlon Castellanos

DEDICATORIA

Primeramente, agradecer a Dios por guiarme en este camino, por darme la sabiduría y la motivación para llegar hasta este punto y cuidarme en todo momento.

A mis padres Otto Franco, Noemi Acuña y Erlinda Díaz por formarme primeramente como persona de bien, con valores. Por su apoyo incondicional en todo momento, sus palabras de aliento cuando más las necesite y por supuesto brindarme comodidades económicas durante mi periodo universitario. A mi madre en especial por brindarme su ejemplo, sus consejos, palabras de motivación y por confiar en mí, no tengo como agradecer, por tanto.

A mis hermanos Otto, Jesus y Nohely por siempre estar en todo momento animándome a continuar luchando por mis sueños y escucharme cuando lo necesitaba.

A las personas que me acompañaron en este largo camino gracias por su amistad, su compañía, su amor, sus buenos deseos y por animarme a luchar cada día por mis sueños y mis metas en especial a Cristina y Andrea.

A mi compañero Marlon por su amistad sus ocurrencias y confianza.

A todos mis familiares quienes han aportado de una u otra manera a mi formación como futuro odontólogo.

A mis profesores los cuales han sido parte de mi formación como futuro profesional gracias por su dedicación y conocimientos compartidos conmigo. En especial a los profesores Blasmir, Romelia, Alba y Rodrigo porque en un momento en el que veía todo oscuro y no veía salida estuvieron apoyándome y animándome a continuar luchando por mis sueños.

Este trabajo va dedicado a todos ustedes, quienes me han acompañado en este proceso de formación académica.

Otto Franco

RECONOCIMIENTO

Queremos agradecer a Dios primeramente por brindarnos la oportunidad de formarnos y guiarnos en todo momento, a nuestros padres por inculcarnos los valores, la disciplina y la motivación para luchar por nuestros sueños.

A nuestra casa de estudios UJAP por nuestra formación académica profesional y por brindarnos herramientas para lograr nuestro sueño.

A nuestros docentes por su dedicación y conocimientos compartidos hacia nosotros.

Gracias.

Marlon Castellanos y Otto Franco

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
Páginas Preliminares	ii
Resumen Informativo	xii
Informative Summary	xiii
Introducción	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.2 Bases teóricas	10
2.3 Bases legales	12
2.4 Definición de términos	14
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo y Nivel de investigación	16
3.2 Diseño de la investigación	17
3.3 Procedimiento metodológico	17
3.4 Técnica de análisis de resultados	20
CAPÍTULO IV SISNTESIS YANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1 Análisis y presentación de resultado	21
4.2 Discusión de resultados	32
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONESA	
5.1 Conclusiones	34
5.2 Recomendaciones	35
REFERENCIAS	36

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO

TABLA	pp.
1. Cantidad de artículos recuperados según bases de datos seleccionados.....	18
2. Análisis de la información sobre los medios tecnológicos robóticos empleados en la cirugía maxilofacial.....	23
3. Análisis de la información sobre las limitaciones que presenta la tecnología robótica empleada en la cirugía maxilofacial	28
4. Análisis de la información sobre las ventajas de las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots	30

LISTA DE GRÁFICOS

CONTENIDO

GRÁFICO		pp.
1. Diagrama PRISMA.....		19



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



LA TECNOLOGÍA ROBÓTICA Y SU APLICACIÓN EN LA CIRUGÍA MAXILOFACIAL, VENTAJAS DE LAS INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS ASISTIDAS POR ROBOTS

Autor: Br. Marlon Castellanos

Autor: Br. Otto Franco

Tutor: Cir. Rafael Muñoz

Línea de investigación: Odontología Clínica
y correctiva.

Fecha: octubre, 2023

RESUMEN INFORMATIVO

Introducción: la tecnología robótica ha evolucionado la cirugía maxilofacial en la realización de tratamientos como: la reconstrucción facial, cirugías ortognáticas, eliminación de quistes y tumores, colocación de implantes, entre otros procedimientos convirtiéndola de vital importancia en las intervenciones y mantenimiento de la salud oral en conjunto a las reparaciones de lesiones maxilofaciales. **Objetivo:** analizar las ventajas de la tecnología robótica y su aplicación en la cirugía maxilofacial. **Metodología:** investigación de tipo documental se llevó a cabo una búsqueda de información vía internet a través del buscador Google Académico, siendo consultadas bases de datos en la cual se emplearon palabras claves en idioma español e inglés. Luego se emplearon criterios para la elegibilidad de los artículos, extrayendo un total de 15 artículos. **Resultados:** en la actualidad se dispone de la nanotecnología en la cirugía de navegación asistida por computador en cirugía oral y maxilofacial, los microscopios de operación dental, los endoscopios dentales, los microrobots y la cirugía robótica de navegación. Entre las limitaciones que presenta se tuvo la falta de instrumental específico para la cirugía, algunos equipos son de gran tamaño y presentan un costo elevado, la falta de retroalimentación háptica, y la falta de percepción táctil y propiocepción. Sin embargo, entre las ventajas de las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots se obtuvo que brinda una visualización tridimensional ampliada, presenta brazos robóticos equipados con instrumentos quirúrgicos articulados, abordajes mínimamente invasiva y menor complejidad en el manejo. **Conclusión:** La odontología asistida por robótica ha evolucionado de la cirugía de navegación tradicional a sistemas más complejos que demostrarán ser esenciales en el mantenimiento de la salud oral y la reparación de lesiones orales.

Descriptor: Robótica, Cirugía Maxilofacial, Intervención Quirúrgica, Odontología.



**BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
SCHOOL OF DENTISTRY**



**ROBOTIC TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN MAXILLOFACIAL
SURGERY, ADVANTAGES OF THE INTERVENTIONS
ROBOTS-ASSISTED SURGERIES**

Author: Br. Marlon Castellanos

Author: Br. Otto Franco

Tutor: Cir. Rafael Muñoz

Research line: Clinical and corrective dentistry

Date: october, 2023

INFORMATIVE SUMMARY

Introduction: robotic technology has evolved maxillofacial surgery in the performance of treatments such as: facial reconstruction, orthognathic surgeries, removal of cysts and tumors, placement of implants, among other procedures, making it of vital importance in the interventions and maintenance of oral health. in conjunction with the repairs of maxillofacial injuries. **Objective:** analyze the advantages of robotic technology and its application in maxillofacial surgery. **Methodology:** documentary type research, a search for information was carried out via the Internet through the Google Academic search engine, consulting databases in which keywords in Spanish and English were used. Criteria were then used for article eligibility, extracting a total of 15 articles. **Results:** nanotechnology is currently available in computer-assisted navigation surgery in oral and maxillofacial surgery, dental operating microscopes, dental endoscopes, microrobots and robotic navigation surgery. Among the limitations it presents was the lack of specific instruments for surgery, some equipment is large in size and has a high cost, the lack of haptic feedback, and the lack of tactile perception and proprioception. However, among the advantages of robotic-assisted surgical interventions are that it provides expanded three-dimensional visualization, presents robotic arms equipped with articulated surgical instruments, minimally invasive approaches and less complexity in management. **Conclusion:** Robotic-assisted dentistry has evolved from traditional navigation surgery to more complex systems that will prove essential in maintaining oral health and repairing oral injuries.

Descriptors: Robotics, Maxillofacial Surgery, Surgical Intervention, Dentistry.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la tecnología robótica como los avances científicos han progresado enormemente en área de la salud y en todas las ramas que derivan de esta misma, incorporándose y haciendo usos de estas en el campo de la cirugía. Empleando sistemas robóticos quirúrgicos desde hace más de dos décadas, siendo cada vez más avanzada y adaptándose ultimadamente a la odontología que se beneficia totalmente de estas nuevas tecnologías revolucionarias.

Las ventajas que aporta todas estas nuevas tecnologías en el área de la odontología, se basan notoriamente en el empleo del instrumental. Ya que, con las nuevas creaciones, tales como sistemas especializados y guías de navegación, proporcionando exactitud en el tratamiento dental, disminuyendo de igual forma los tiempos de trabajo. Estos asistentes robóticos sufren cambios constantemente lo que genera cada vez ser esencialmente más complejos, lo que da como resultado mejores modalidades de diagnóstico y terapéutico.

Dando paso a las nuevas cirugías mínimamente invasivas, en el área de la cirugía maxilofacial ha pasado por grandes evoluciones en cuanto al respecto del uso de robots y tecnologías robóticas, algunas de ellas de gran ventaja y otras no tantas, estas nuevas tecnologías permiten incisiones de pequeño tamaño a comparación de los métodos tradicionales con grandes incisiones, esto reducirá la recuperación postquirúrgica del paciente, sin interferir en su calidad de vida. Sin embargo, estas tecnologías de futuro que suenan muy prometedoras aun presentan gran cantidad de desafíos y una de ellas

sigue siendo la destreza del operador y su habilidad motriz. En razón de lo cual, la presente investigación procura analizar las ventajas de la aplicación de la tecnología robótica en la cirugía maxilofacial.

En el Capítulo I está determinado por el planteamiento y formulación del problema, también se formularon los objetivos para la elaboración del sistema de la investigación, así como también la justificación que llevó a la elaboración del presente trabajo.

El Capítulo II, nos aborda los aspectos teóricos que sustentan la investigación, constituido en dos planos, en donde el primero nos detalla las bases teóricas el segundo las bases legales relacionadas al trabajo de investigación.

Por su parte, el Capítulo III, especifica la metodología usada en la investigación, donde se indica el tipo, nivel, y diseño del marco metodológico, las fuentes y métodos de búsqueda de la información, criterios de elegibilidad, el instrumento de recolección de datos, y técnicas de análisis.

En cuanto al Capítulo IV, se realizó un análisis de la información obtenida de estudios realizados por otros autores, médicos profesionales, artículos científicos, revistas entre otros, para el alcance de los objetivos de los objetivos planteados.

Para finalizar, en el Capítulo V, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas tras la realización de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La cirugía robótica, con la creciente evolución de la salud, ha alcanzado en las últimas décadas gran desarrollo. Internacionalmente lleva tres décadas. La cirugía robótica, o cirugía asistida con robot, es una forma de hacer cirugía de mínimo acceso por medio de un instrumento tecnológicamente avanzado, que conecta al cirujano con una computadora, ligándolo a un instrumento mecánico por medio de una plataforma o sistema de cómputo especializado, obteniendo con esto la conexión cirujano/ordenador/instrumento. Permitiéndole el control absoluto de la óptica y del instrumental, correctos movimientos intuitivos de los instrumentos, desapareciendo el temblor del instrumental, alargando la vida útil del cirujano y, por último, se pueden realizar procedimientos más precisos básicos y complejos con mayor seguridad para el paciente (1).

Gracias a un proyecto del gobierno de los Estados Unidos nace la Tecnología robótica, cuyo objetivo era desarrollar un programa de cirugía a distancia que pudiera atender heridos en campo de batalla protegiendo el talento humano en salud con el que se contaba. En 1992, en el Reino Unido se presentó el primer asistente mecánico Robodoc para cirugía ortopédica (2).

Actualmente la robótica es uno de los campos con mayor acogida en el mundo esto se debe a los grandes beneficios que obtienen los seres humanos al optar por el uso de

esta tecnología, en los países de primer mundo como Estados Unidos, China, Rusia, entre otros. Es común ver el uso de robots en distintas áreas, esto se debe a que tienen un nivel económico muy alto. En la robótica se incluyen varias ciencias que pueden verse beneficiadas con la implementación de nuevas tecnologías, entre ellas están la informática, electrónica, mecánica, etc. Sin embargo, las nuevas implementaciones de robots se están desarrollando en base y beneficio a la ciencia de la medicina, a partir de esto se crea la ingeniería biomédica que tiene algo en común con la robótica y es que se encarga del estudio y desarrollo de nuevas tecnologías con la diferencia que es para el beneficio de la medicina (3).

Por otra parte, en cuanto a la cirugía maxilofacial como especialidad, con el uso de las nuevas tecnologías y uso de informáticas esta ha sido grandemente beneficiada, brindando una perfecta orientación tridimensional que es requerida para lograr los objetivos planteados. Creándose de esta manera un modelo virtual tridimensional del paciente que permite la planificación quirúrgica con máxima precisión y fiabilidad por parte del cirujano maxilofacial (4).

En la actualidad en nuestro país Venezuela no disponemos de estos avances tecnológico-mecánicos en el área de la cirugía oral y maxilofacial debido a los altos costos que implican desarrollar e importar este tipo de robots para su uso en el área de la salud oral.

1.2 Formulación del Problema

Debido a la anatomía compleja y al espacio de operación limitado, la cirugía maxilofacial generalmente se realiza a través de incisiones grandes. Estos procedimientos a menudo resultan en complicaciones quirúrgicas graves, problemas del habla y dispepsia debido a la disección extensa de tejido normal. Sin embargo, las cirugías robóticas brindan consistencia, eficiencia superior en el flujo de trabajo y mayor seguridad para el paciente. Generando una mayor tasa de éxito. Por tal motivo se genera la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las aplicaciones actuales y que ventajas ofrece la tecnología robótica en el campo de la cirugía maxilofacial?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Analizar las ventajas de la aplicación de la tecnología robótica en la cirugía maxilofacial.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir los medios tecnológicos robóticos empleados en la cirugía maxilofacial.
- Determinar las limitaciones que presenta la tecnología robótica empleada en la cirugía maxilofacial.
- Describir las ventajas de las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots.

1.4 Justificación de la Investigación

El desarrollo de la tecnología robótica ha sido muy productiva y rápida en la odontología, primeramente, en el campo de la cirugía maxilofacial. Su aplicación ha sido principalmente para ayudar a realizar cirugías mínimamente invasivas sin estar limitada difícilmente por posiciones que no podría alcanzar tan solo con las manos. Desde el punto de vista técnico, gracias a un dispositivo robótico que genera una conexión entre el operador y el instrumento, es posible facilitar al cirujano menor desafío técnico que los métodos tradicionales utilizados, dado a que los profesionales del área de la Odontología, han tenido problemas a nivel físico y mental debido a las altas horas y la posición que adoptan seguidamente para ejecutar dichos procedimientos. Problemas que podrían verse minimizados con la Odontología digital verdaderamente compatible con la robótica, mejorando la calidad y cantidad general de atención a los pacientes.

Desde el punto de vista teórico, la siguiente revisión bibliográfica tiene el objetivo de proporcionar a los estudiantes de odontología, especialistas en cirugía maxilofacial, odontólogos, y de interés para investigadores, una completa descripción genuina, basada únicamente en evidencia de las ventajas, uso y aplicación de tecnología robótica en la Cirugía Maxilofacial.

A nivel metodológico, aporta información acerca de los medios tecnológicos robóticos empleados en la cirugía maxilofacial, así como los beneficios que adquiere el cirujano con este medio, dirigido a los estudiantes de la escuela de Odontología de la Universidad José Antonio Páez.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Una vez definido el planteamiento del problema, y precisado sus objetivos generales y específicos que determinan los fines de la investigación; es necesario establecer los aspectos teóricos que sustentarán el estudio en cuestión los cuales se encuentran definidos en este capítulo II, dentro del marco teórico se muestran los antecedentes y las bases de las diversas teorías o conceptos relativos a la problemática del estudio, que orienten el sentido de la investigación.

2.1 Antecedentes de la investigación

En la actualidad se encuentran avances tecnológicos-robóticos en servicio de la salud oral que benefician tanto al operador como al paciente, a continuación, se presenta una serie de antecedentes sobre el tema de estudio los cuales se encuentran ordenados de acuerdo al año de su publicación.

Bolding y col. (2020) publicaron un artículo que lleva por título “*Robotic-guided dental implant placement in fully edentulous patients: preliminary results of a Prospective multi-center clinical study*” el cual se basó en un estudio para determinar la eficacia, mejoría en el tiempo operatorio, precisión del operador por medio del uso de un brazo robótico llamado Yomi en la ciudad de Miami en Estados Unidos. Dando como resultado que con el uso de la guía robótica Yomi la cual consta de una férula para pacientes edéntulos que se fija en la parte anterior del maxilar o la mandíbula mediante

tornillos óseos autorroscantes y se conecta intraoperatoriamente a un efector final de seguimiento del paciente, lo que permite que el sistema robótico siga el movimiento del paciente y de un brazo guía robótico a la cual se le acopla una pieza de mano, un gran beneficio por los breves tiempos de procedimiento, compatibilidad con el manejo de tejidos blandos mínimamente invasivo y acceso a la carga inmediata de restauraciones para pacientes candidatos (5).

Ma y col. (2020) realizaron una investigación titulada “Robot quirúrgico autónomo con navegación sin marcadores basada en cámara para cirugía oral y maxilofacial”, propusieron un robot quirúrgico autónomo para realizar automáticamente la cirugía según un plan preoperatorio con la asistencia de un cirujano. Utilizaron una imagen de tomografía computarizada en 3D de los dientes del sujeto para construir un modelo basado en formas fuera de línea mediante la creación de una gran cantidad de datos de contorno en 2D. Montaron una cámara monocromática en un robot de desarrollo propio para capturar la imagen en tiempo real de los dientes y compararla con el contorno 2D fuera de línea para verificar la postura de los dientes sin utilizar marcadores comunes. Los datos del plan preoperatorio y la postura de los dientes se integraron para guiar el movimiento del robot durante la operación. Realizaron experimentos de perforación en los cinco modelos de mandíbula impresos en 3D y un análisis estadístico reveló resultados muy precisos. Este robot autónomo proporciona una solución práctica para OMS realizada robóticamente y tiene el potencial de reducir significativamente la carga de trabajo de los cirujanos (6).

Baiquan y col. (2022) en su artículo de título “Robot aspirador autónomo para la extracción de líquido mixto sangre saliva en cirugía bucal” en Beijin-China después de presentar lo engorroso que es trabajar con una mezcla de saliva, sangre y partículas óseas en la cavidad oral y lo interrumpida que se torna la cirugía deteniéndose a aspirar dichos líquidos, usaron un robot diseñado para que realice esta tarea de succionar, dicho sistema robótico está diseñado y compuesto por una cámara RGB-D, un manipulador, un aspirador oral desechable. Al cual le desarrollaron un algoritmo para la detección de líquidos y que los succione y mantenga limpia el área de trabajo. Como resultado demostraron que el 95% de la cavidad quedo limpia en un grupo de 10 personas (7).

Cheng y col. (2022) crearon un artículo que lleva por título “Alineación guiada por fuerza y control de velocidad de avance de archivos para el tratamiento de endodoncia asistido por robot” articulo realizado en Kioto-Japón presentan el Dentibot el cual es un robot creado por ellos para la realización de endodoncias asistidas por robot el cual implementa alineación guiada por fuerza y control de velocidad de avance de la lima para ajustar de forma autónoma la ruta quirúrgica y compensar el movimiento del paciente en tiempo real mientras protege contra la fractura de la lima endodóntica (8).

Ebeling y col. (2023) en su artículo que lleva por nombre “*First-Hand Experience and Result with New Robot-Assisted Laser LeFort-I Osteotomy in Orthognathic Surgery: A Case Report*” usaron tecnología láser por medio de un robot para realizar una osteotomía y posteriormente colocar un implante en una cirugía ortognatica en la cual quedo demostrado la eficacia y precisión que obtuvo teniendo como máximo margen de diferencia con lo planeado de 1,5mm. Con esto quedó demostrado su eficacia y la

gran ayuda que puede brindar al operador además de representar un periodo más corto de postoperatorio debido al no uso de taladros grandes y más traumáticos (9).

Se puede observar que el avance en cuanto a tecnología robótica aplicada al área odontológica es real y que va encaminada a un futuro con asistencia robótica en la consulta dental, ya no es ficción, se encuentra en la actualidad robots que asisten en cirugías, tratamientos endodónticos y hasta succionadores de líquidos biológicos los cuales dieron como resultados mejores tiempos de trabajo, prevención de accidentes entre otros.

2.2 Bases Teóricas

Robótica

La robótica es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica o la informática (10, 11).

Cirugía Robótica

El uso de robots está aumentando rápidamente con un crecimiento del mercado en todo el mundo de menos de 5 mil millones en 2000, un estimado de 25 mil millones en 2010 y un valor desconocido en la actualidad. La tecnología robótica ofrece la oportunidad única de controlar el proceso operativo fuera de la ubicación real, con los operadores

calificados y a menudo expertos no necesariamente estar físicamente presente. Probablemente, más importante que las características de teleoperación son las oportunidades para que el robot realice actos extremadamente precisos, controlados y sin fatiga. (12, 13).

Esto permitirá reemplazar los movimientos humanos limitados tanto en el tiempo como en el espacio para hacer más seguros y seguros los procesos complicados. Curiosamente, hasta hace poco la tecnología robótica se aplicaba principalmente en los procesos de fabricación, pero ahora se está volviendo cada vez más importante en las máquinas para uso personal. Se espera que después del aumento actual en el dominio público, el campo médico también comience a hacer un uso cada vez mayor de la robótica (12).

Maxilofacial

Según Zimmermann es una especialidad quirúrgica que se ocupa de las enfermedades, afecciones y lesiones de la boca, los maxilares, la cara, la cabeza, el cuello y las estructuras asociadas. Los profesionales modernos de la cirugía oral y maxilofacial han ampliado aún más el alcance de la especialidad para incluir todos los procesos que van desde la duramadre hasta la pleura; casi todos los cirujanos orales maxilofaciales experimentados están de acuerdo en que muchos de los procedimientos que se realizan hoy en día no estaban disponibles o ni siquiera eran posibles hace décadas durante el tiempo de su formación (11).

Cirugía Maxilofacial

La Cirugía Oral y Maxilofacial es una especialidad quirúrgica que se ocupa de las enfermedades, afecciones y lesiones de la boca, los maxilares, la cara, la cabeza, el cuello y las estructuras asociadas. Los profesionales modernos de la cirugía oral y maxilofacial han ampliado aún más el alcance de la especialidad para incluir todos los procesos que van desde la duramadre hasta la pleura; casi todos los cirujanos orales maxilofaciales experimentados están de acuerdo en que muchos de los procedimientos que se realizan hoy en día no estaban disponibles o ni siquiera eran posibles hace décadas durante el tiempo de su formación (12).

Índice de dificultad quirúrgica

Es aquel índice que orienta sobre la dificultad de la extracción de la tercera molar y necesita guiarse de las radiografías panorámicas y periapicales, basándose también en la posición y profundidad que presenta. Así, se han enumerado diversos índices para determinar el grado de dificultad de las terceras molares. Es decir, el índice de dificultad quirúrgica no es más que un renglón que permite establecer el impedimento al que se enfrenta el odontólogo frente a una extracción de cualquier tipo (13).

2.3 Bases Legales

En primer lugar, es indispensable conocer los artículos dentro de las leyes venezolanas que le competen al área de la salud y en especial a la odontología, para esto se analiza la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, específicamente con el

Artículo 83, este indica que la salud es un derecho social fundamental, obligación del Estado, que lo garantizará como parte del derecho a la vida. El Estado promoverá y desarrollará políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Todas las personas tienen derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley, de conformidad con los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificados por la República (14). En este artículo habla que el Estado está en la obligación de garantizar el derecho a la salud y lo promoverá, esto guarda relación con el ejercicio odontológico que está igualmente orientado a la promoción de la salud del ciudadano.

Dentro de las bases legales se deben comprender todos aquellos artículos albergados en las leyes venezolanas que presenten relevancia para la realización de este estudio, puesto que es imprescindible conocer el margen legal al cual debe apegarse la investigación. De esta manera la Ley de ejercicio de odontología, que es el reglamento de mayor importancia para el profesional odontólogo ya que en él se reflejan los deberes, ocupaciones y derechos del odontólogo y sirve entonces de directriz para el ejercicio de la profesión (15).

Asimismo, el Código de Deontología Odontológica indica la postura del profesional odontólogo desde el punto de vista ético, habla de las acciones que son pertinentes tomar para el odontólogo y cuáles no lo son. De esta manera, se presenta el artículo 17, el Profesional de la Odontología debe prestar debida atención a la elaboración del diagnóstico, recurriendo a los procedimientos científicos a su alcance y debe asimismo

procurar por todos los medios que sus indicaciones terapéuticas se cumplan (16). En este artículo se refleja la importancia que se merece la elaboración del diagnóstico, ya que sin este primer paso que está vinculado con la exploración clínica y anamnesis no sería posible el éxito del tratamiento odontológico.

Es de importancia mencionar, La Ley del Derecho de Autor, en su artículo 3, explica que son obras del ingenio distintas de la obra original, las traducciones, adaptaciones, transformaciones o arreglos de otras obras, así como también las antologías o compilaciones de obras diversas y las bases de datos, que por la selección o disposición de las materias constituyen creaciones personales. De igual manera el artículo 19, cita que en caso de que una determinada obra sea publicada o divulgada por persona distinta a su autor, este tiene el derecho de ser reconocido como tal, determinando que la obra lleve las indicaciones correspondientes (17).

2.4 Definición de Términos

Biomecánica: ciencia que estudia la aplicación de las leyes de la mecánica a las estructuras y los órganos de los seres vivos.

Científico: Que se ajusta a los principios y métodos de la ciencia o está relacionado con ella.

Complicación: resultado desfavorable de una enfermedad, condición de salud o tratamiento.

Exodoncia: consiste en la extracción de un diente dañado o que presenta problemas para la salud bucodental del paciente.

Impactación: causar un choque físico.

Robótica: Técnica que se utiliza en el diseño y la construcción de robots y aparatos que realizan operaciones o trabajos, generalmente en instalaciones industriales y en sustitución de la mano de obra humana.

Sutura: es el material destinado a favorecer la cicatrización de una herida mediante el cosido quirúrgico de los bordes de la misma con objeto de mantenerlos unidos.

Tecnología: es el conjunto de conocimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada para alcanzar un determinado objetivo

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación realizada se encuentra enmarcada dentro de la línea de investigación de Odontología Clínica y Correctiva, perteneciente a la escuela de Odontología de la Universidad José Antonio Páez (UJAP), siendo el propósito analizar las ventajas de la aplicación de la tecnología robótica en la cirugía maxilofacial a través de una revisión bibliográfica.

3.1 Tipo y Nivel de la Investigación

De acuerdo a las características el estudio fue una investigación de tipo documental, basado en una revisión bibliográfica narrativa, es un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea ésta clínica, docente, investigadora o de gestión (18). Por consiguiente, la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales impresas, audiovisuales o electrónicas (19). Por lo tanto, permite analizar la información de fuentes primarias como artículos científicos originales, permitiendo tener las bases necesarias para analizar las ventajas de la aplicación de la tecnología robótica en la cirugía maxilofacial.

Asimismo, el nivel de la investigación, este se enmarcó en un nivel descriptivo, donde dichos estudios buscan especificar las propiedades más importantes de personas, grupos, comunidades, entes, o cualquier otro fenómeno que sea sometido a un proceso de análisis, el propósito es exponer el evento estudiado, haciendo una enumeración detallada de sus características (20).

3.2 Diseño de la Investigación

Por otro lado, el estudio se enmarco en un diseño de revisiones críticas del estado del conocimiento, este implica el análisis de información teórica disponible en relación al tema en estudio, así como, la compilación de experiencias previa, en ambos casos, se debe integrar, organizar y evaluar la información, haciendo énfasis en los avances observados para el momento en que se realiza el estudio y en nuevas vías para mejorar la situación planteada (21).

3.3 Procedimiento Metodológico

Para la realización de esta revisión bibliográfica acerca de la tecnología robótica y su aplicación en la cirugía maxilofacial, para ello se realizó un proceso de búsqueda de información vía electrónica en internet, donde se consultó el buscador Google Académico y las bases de datos de Biblioteca virtual en salud (BVS), Journal of Oral and Maxillofacial Surgery (JOMS) y Pubmed; se emplearon palabras claves en idioma español e inglés: robótica, cirugía maxilofacial, odontología, *Robotics*, *maxillofacial surgery*, *dentistry*. De tal manera que resulto de la primera búsqueda una total de 6450

publicaciones variadas. Asimismo, se emplearon operadores y conectores, y se llevó a cabo las siguientes formulaciones de búsqueda: (robótica) AND (cirugía maxilofacial), (*robotics*) AND (*maxillofacial surgery*), (*robotics*) AND (*dentistry*). Y se filtró según la fecha de publicación de los últimos cinco años (2018-2023), resultando un total de 1941 artículos:

Tabla N°1. Cantidad de artículos recuperados según bases de datos seleccionados

Bases de datos	Términos de búsqueda			Filtro 1	Cantidad de artículos
	Termino 1	Operador lógico	Termino 2	Periodo	
Google Académico	robótica	AND	cirugía maxilofacial	2018-2023	241
BVS	<i>robotics</i>	AND	<i>maxillofacial surgery</i>	2018-2023	87
Journal of Oral and Maxillofacial Surgery	<i>robotics</i>	AND	<i>maxillofacial surgery</i>	2018-2023	148
	<i>robotics</i>	AND	<i>dentistry</i>	2018-2023	22
Pubmed	<i>robotics</i>	AND	<i>maxillofacial surgery</i>	2018-2023	613
	<i>robotics</i>	AND	<i>dentistry</i>	2018-2023	830

Seguidamente, en vista de que el total de las publicaciones mencionadas no necesariamente fueron fuentes confiables de información y no todas contienen la información de interés, se procedió a extraer aquellas relacionadas con el tema abordado; esta selección se realizó por medio de criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de inclusión: se incluyeron aquellos artículos completos de revistas indexadas, en idioma español e inglés relacionados con el tema abordado y los objetivos propuestos.

- Criterios de exclusión: fueron excluidos aquellos artículos incompletos y duplicados, documentos de repositorios institucionales, libros, aquellos que no tuvieron relación con el tema abordado y no cumplieron con los criterios de inclusión. De tal manera que, de los 1941 artículos publicados a partir del año 2018 en idioma español e inglés, se excluyeron 1200 artículos que no estaban relacionadas al tema abordado, fueron escogido 170 artículos en base al título y resumen presentado en revistas indexadas. De las cuales fueron excluidos 155 por estar repetidos, no disponibles e incompletos, resultando un total de 15 artículos originales para su revisión, tal como se muestra en el siguiente PRISMA:

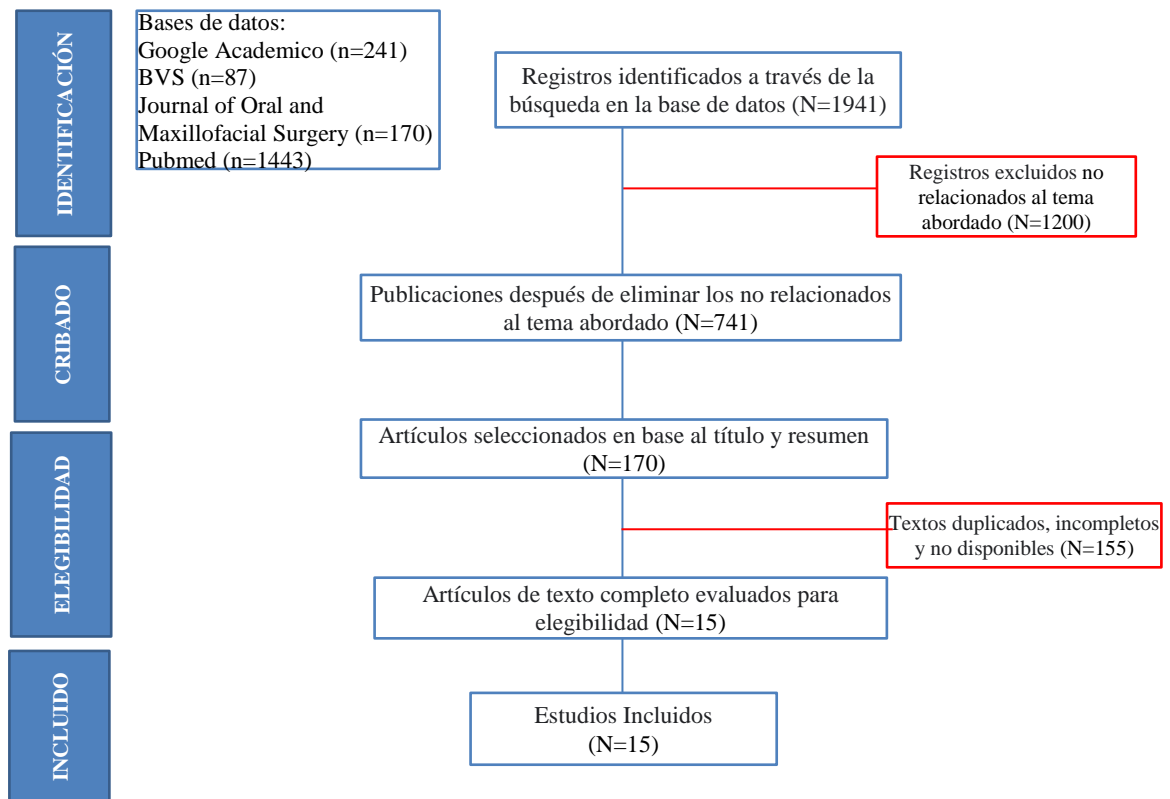


Gráfico N°1. Diagrama PRISMA.

3.4 Técnica de análisis de resultado

Se empleó una ficha bibliográfica para la recolección de la información, la misma fue clasificada asociada a los artículos seleccionados con los objetivos específicos de la investigación por medio de una matriz de contenido. Asimismo, para el análisis de los resultados obtenidos se llevó a cabo el análisis de contenido, es una técnica de procesamiento de cualquier tipo de información acumulada en categorías codificadas de variables que permitan el análisis del problema motivo de la investigación (22).

CAPÍTULO IV

SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Dando continuidad a la investigación, en el presente capítulo se muestra la síntesis y análisis de los resultados obtenidos de la recolección de información para analizar las ventajas de la aplicación de la tecnología robótica en la cirugía maxilofacial a través de una revisión bibliográfica de las últimas publicaciones científicas, de tal manera que se obtuvo lo siguiente:

4.1 Análisis y presentación de resultado

Medios tecnológicos robóticos empleados en la cirugía maxilofacial

Los avances en la tecnología e informática han llevado a un aumento en el uso de la robótica en el campo de la cirugía para múltiples especialidades médicas. Desde el desarrollo del sistema quirúrgico Da Vinci en el año 2000, hasta las nuevas técnicas de inteligencia artificial más avanzadas, están siendo empleadas en el campo dental, lo que permite a los profesionales manejar tecnologías revolucionarias con múltiples funciones y grandes beneficios.

De acuerdo a los estudios la odontología asistida por robótica ha evolucionado de la cirugía de navegación tradicional a sistemas más complejos que demostrarán ser esenciales en el mantenimiento de la salud oral y la reparación de lesiones orales utilizando nanomateriales, nanorobots e ingeniería de nuevas modalidades diagnósticas y terapéuticas. Si bien estas intervenciones terapéuticas alteran los

puntos de vista y comprensión contemporáneos, los sistemas robóticos que incluyen la nanotecnología y nanorobótica, ya se están utilizando en procedimientos dentales y están ayudando a los profesionales en el campo de la cirugía maxilofacial con el tratamiento quirúrgico de quistes, tumores, reconstrucciones faciales, cirugías ortognáticas, colocación de implantes, entre otra. De los estudios se obtuvo que entre los medios tecnológicos robóticos empleados en la cirugía maxilofacial se tiene los microscopios de cirugía dental, los endoscopios dentales, la cirugía de navegación asistida por computador en cirugía oral y maxilofacial, tal como se muestra en la tabla 2 siguiente (23-31).

Sin embargo, Avila et al., señalaron que el Sistema Robótico Quirúrgico Da Vinci® que en su versión más reciente, el sistema da Vinci Xi® es uno de los medios tecnológicos más utilizados esta permite una visión en 3D con un aumento de hasta 10 veces y elimina el temblor fisiológico, utilizándose principalmente en intervenciones de urología, cirugía general y ginecología oncológica, pero también en cirugía oral y maxilofacial, cirugía pediátrica, cirugía torácica o cirugía cardíaca; Probot®, diseñado para realizar prostatectomías, Robodoc® para cirugía ortopédica, Acrobot® para cirugía de rodilla³⁸ y CyberKnife®³⁹ sistema de radiocirugía robótica diseñado para tratar tumores ubicados en todo el cuerpo de manera no invasiva, entre otros (23).

Tabla N°2. Análisis de la información sobre los medios tecnológicos robóticos empleados en la cirugía maxilofacial

Autor, Año	Objetivo	Medios tecnológicos
Avila et al. (2020) (23)	Dar una visión básica de esta tecnología adaptada a los médicos con un repaso de su historia y evolución, de sus aplicaciones reales en el momento actual y una visión de un futuro en el que la IA y el Big Data van a conformar la medicina personalizada que caracterizará al siglo XXI	La cirugía asistida por robot ha permitido avances en el campo quirúrgico como la cirugía a distancia y la cirugía mínimamente invasiva, junto a ventajas de precisión, incisiones más pequeñas, menor pérdida de sangre, disminución del dolor y tiempo de curación menor, lo que permite tratar un mayor número de pacientes con menor tiempo de hospitalización, haciendo que sea posible realizar intervenciones que de otro modo no serían viables.
Moothedath, et al. (2019) (24)	Proporcionar una visión general del papel de la nanotecnología en odontología y evaluar su aplicabilidad en la prevención y el tratamiento de enfermedades bucales.	Los avances en la nanotecnología han influido enormemente en la prevención y terapia de enfermedades dentales.
Louis y Morlandt (2018) (25)	Evaluar la efectividad de los nuevos avances de la tecnología en la Cirugía bucal	Las técnicas modernas de planificación incluyen diseño asistido por computadora /fabricación asistida por computadora (CAD/CAM), para fabricar modelos anatómicos en 3D y para personalizar plantillas y guías quirúrgicas, refinando las técnicas quirúrgicas.
Lane (2018) (26)	Identificar las herramientas para de la tecnología robótica para mejorar la cirugía	En la sección patológica de resección quirúrgica de tumores fue donde se utilizó por primera vez el microscopio. Inicialmente, la microscopía se utilizó principalmente para la observación postoperatoria de tumores o quistes
Wu et al. (2019) (27)	Proporcionar una descripción general de la cirugía robótica y sus aplicaciones actuales en cirugía oral y maxilofacial y en implantología.	El examen patológico microscópico oral de los márgenes quirúrgicos asegura una resección limpia. Con la ampliación del campo, las herramientas robóticas y microrobóticas ayudan a los médicos a localizar la lesión con precisión y reducen significativamente el área de la herida
Reyneke y Ferretti (2021) (28)	Proporcionar alternativas terapéuticas para la evaluación de pacientes con deformidades dentofaciales	La tasa de éxito de la reparación maxilofacial con tecnología de microcirugía ha mejorado significativamente y la incidencia de complicaciones se ha reducido. Los dentistas también pueden usar herramientas robóticas y microrobóticas para la reparación de nervios, lo cual es difícil de operar sin aumento.
Brownlee y Slack (2022) (29)	Describir las ventajas del rol de cirugía robótica en pacientes pediátricos	La aplicabilidad de la cirugía asistida por robot se va abriendo paso poco a poco entre la población quirúrgica pediátrica tras el éxito y beneficios demostrados en la población adulta. Las cirugías robóticas realizadas en poblaciones pediátricas han demostrado su seguridad, viabilidad y eficacia en una amplia gama de procedimientos en niños.
Uribe, y Farrell (2021) (30)	Describe las indicaciones y el abordaje paso a paso de esta técnica en conjunto con la planificación quirúrgica virtual.	Los endoscopios pueden permitir una observación de alta resolución y casi no invasiva dentro de los conductos radiculares bajo tratamiento, y están bajo investigación activa para diversas aplicaciones.
Khandalavala, et al. (2020) (31)	Destacar la tecnología robótica quirúrgica emergente con un enfoque especial en la miniaturización de modalidades hacia la construcción de robots quirúrgicos a microescala, denominados "microbots".	La cirugía asistida por robot se ha expandido rápidamente debido a las crecientes oportunidades para la cirugía mínimamente invasiva en todos los dominios quirúrgicos. A medida que la cirugía robótica se acerca a una década de uso comercial, el mercado se está diversificando y están disponibles nuevas modalidades quirúrgicas con nueva tecnología, costos reducidos y tamaños más pequeños.

Por otro lado, Moothedath et al., en su estudio indico que la nanotecnología, si bien la cirugía de navegación, la robótica y los microrobots se están abriendo paso en el tratamiento dental, existen otras oportunidades para la robótica dentro del campo dental a través de la nanotecnología. La nanotecnología se refiere al diseño, construcción e ingeniería de nanobots. Los nanobots son máquinas robóticas microscópicas que tienen un tamaño cercano a un nanómetro, pueden consistir en miles de piezas mecánicas y pueden usarse con el fin de interactuar o manipular células en el cuerpo humano (24).

El avance de la tecnología se ha extendido más allá de la planificación y ha progresado hacia la ejecución de procedimientos quirúrgicos a través de la navegación intraoperatoria o la cirugía guiada dinámica, lo que podría mejorar significativamente la precisión quirúrgica. Asimismo, Morlandt indicó que las técnicas modernas de planificación incluyen diseño asistido por computadora /fabricación asistida por computadora (CAD/CAM), para fabricar modelos anatómicos en 3D y para personalizar plantillas y guías quirúrgicas, refinando las técnicas quirúrgicas. Entre las técnicas de vanguardia existentes, la bioimpresión, aún en estudio, pero es estrategia prometedora, y ha sido denominada como un andamio biológico personalizado en 4D para la regeneración de tejidos (25).

De acuerdo a Lane la cirugía oral y maxilofacial implica el tratamiento de órganos orales (dientes, hueso alveolar, labios, mejillas, lengua, paladar, faringe, otros), tejidos blandos faciales, huesos maxilofaciales (mandíbula superior, mandíbula, pómulo, otros), tratamiento quirúrgico de la articulación temporomandibular, las

glándulas salivales, entre otros. La sección patológica de resección quirúrgica de tumores fue donde se utilizó por primera vez el microscopio. Inicialmente, la microscopía se utilizó principalmente para la observación postoperatoria de tumores o quistes (26).

Wu et al., afirmaron que después del desarrollo de la tecnología de microcirugía, las herramientas robóticas y microrobóticas se han utilizado ampliamente en las clínicas de cirugía oral: la microsutura oral se puede usar para suturar finamente tejidos pequeños como vasos sanguíneos; el microdiagnóstico oral puede identificar tejidos cancerosos y paredes de quistes; la resección microscópica oral de tumores puede ubicar con precisión el sitio de resección y reducir el trauma; El examen patológico microscópico oral de los márgenes quirúrgicos asegura una resección limpia. Con la ampliación del campo, las herramientas robóticas y microrobóticas ayudan a los médicos a localizar la lesión con precisión y reducen significativamente el área de la herida (27).

Según la investigación de Reyneke et al., la tasa de éxito de la reparación maxilofacial con tecnología de microcirugía ha mejorado significativamente y la incidencia de complicaciones se ha reducido. Los dentistas también pueden usar herramientas robóticas y microrobóticas para la reparación de nervios, lo cual es difícil de operar sin aumento (28). En resumen, la aplicación y el desarrollo de microscopios de cirugía dental promueven la minimización del daño iatrogénico en el tratamiento quirúrgico, la minimización de los costos médicos y la maximización de la rehabilitación del paciente. Los robots también se utilizan en cirugía oral y maxilofacial.

Por otro lado, en un estudio de campo realizado por Brownlee et al., hicieron énfasis en el uso de endoscopios dentales, los cuales son definidos como dispositivos médicos estándar compuestos por una cámara intraoral, una sonda de endoscopio y una computadora. En la actualidad, un endoscopio es una de las herramientas comunes para la aplicación de microrobots. Sin embargo, a pesar de la disponibilidad de estos dispositivos de diagnóstico, la observación de conductos radiculares colaterales y fracturas cerca del área profunda del conducto radicular, el ápice de la raíz, sigue siendo difícil (29).

Además, de acuerdo a Uribe y Farrell, los microscopios quirúrgicos dentales solo permiten evaluar áreas cercanas a la entrada del conducto radicular, y la tomografía no brinda la resolución requerida para identificar estructuras finas y no puede usarse bajo tratamiento de endodoncia. Por el contrario, los endoscopios pueden permitir una observación de alta resolución y casi no invasiva dentro de los conductos radiculares bajo tratamiento, y están bajo investigación activa para diversas aplicaciones. Sus estudios anteriores, han demostrado que los endoscopios dentales son un dispositivo popular para extraer cosas que caen en los senos paranasales, la tráquea, el esófago u otras cavidades. Por lo tanto, la endoscopia dental también se ha informado para la cirugía de implantes. Los estudios históricos han demostrado que la endoscopia puede ayudar en la cirugía periodontal, la cirugía articular, la observación de la cavidad de la médula ósea, la reparación de heridas, la osteotomía, la litotricia salival, la biopsia, la polipectomía, la radioterapia estereotáctica, la extirpación de tumores e incluso la visualización de nervios (30).

Khandalavala et al., propone el uso de los microscopios quirúrgicos dentales, siendo microscopios estereoscópicos. Las trayectorias de luz izquierda y derecha del microscopio proporcionan diferentes ángulos del objeto para lograr una imagen tridimensional ampliada. El sistema de zoom amplía la imagen a través de múltiples grupos de lentes según la ampliación seleccionada. Un microscopio quirúrgico dental puede proporcionar un aumento de 2 a 30 veces, que se puede ajustar de acuerdo con las demandas de los médicos (31).

Limitaciones que presenta la tecnología robótica empleada en la cirugía maxilofacial

De acuerdo a las limitaciones que presenta la tecnología robótica empleada en la cirugía maxilofacial se obtuvo la falta de percepción táctil y propiocepción, falta de retroalimentación háptica, trabajo complicado, costo elevado, equipos de gran tamaño. Por lo que el alto costo de los sistemas y la prolongación de los tiempos quirúrgicos no se ven recompensados con una mayor precisión y previsibilidad del tratamiento. Como es de saber, el área más importante que abre la introducción de los robots es el desarrollo de nuevas técnicas que no se pueden realizar manualmente. Por ejemplo, técnicas mínimamente invasivas con pequeñas incisiones o técnicas endoscópicas. Técnicas que requieren una precisión extremadamente alta (cirugía CAD/CAM), como la implantología y las grandes resecciones craneofaciales, podrían realizarse con la ayuda de robots (32-34) (ver tabla 3).

Tabla N°3. Análisis de la información sobre las limitaciones que presenta la tecnología robótica empleada en la cirugía maxilofacial

Autor, Año	Objetivo	Limitaciones que presenta la tecnología robótica
Oh (2018). (32)	Describir los procesos de fabricación utilizando CAD/CAM, los materiales de los implantes, el flujo de trabajo que reconstruye los defectos cráneo-maxilofaciales y las direcciones futuras de desarrollo.	Seleccionando el método de diseño, proceso de fabricación y material del implante adecuado según el caso, es posible obtener un procedimiento quirúrgico más preciso, un menor tiempo operatorio, la prevención de diversas complicaciones que pueden ocurrir con el método tradicional y resultados predictivos comparados. al método tradicional.
Rao et al. (2021) (33)	Describe la técnica de embolización preoperatoria selectiva para reducir el riesgo de sangrado perioperatorio y enumera sus ventajas al proporcionar un campo sin sangre durante la cirugía.	El costo es un problema importante que limita su amplia aplicación. El gasto principal de un solo sistema quirúrgico robótico, incluida la instalación, es de aproximadamente 1,5 millones de dólares, además de aproximadamente 100.000 dólares para el mantenimiento anual y aproximadamente 200 dólares en instrumentos desechables por paciente, lo que aumenta los costos de la cirugía.
Rosa y Ferraz (2020) (34)	Analizar los grandes desafíos en cirugía bucal	El restringido campo quirúrgico y la particular anatomía del área maxilofacial han limitado su uso en cirugía oral. Para que se utilice de forma rutinaria, es necesario superar algunos desafíos, como el desarrollo de instrumentos específicos, el costo total del equipo, la necesidad de una amplia formación quirúrgica y, lo más importante, la transmisión de la propiocepción

Al señalar la falta de percepción táctil y propiocepción, estudios señalan que es imposible, a través de un sistema quirúrgico robótico, sentir la fuerza y la elasticidad de los tejidos o el pulso radial. Por lo tanto, es difícil controlar el sangrado de manera oportuna una vez que se produce una hemorragia exanguinante (32).

Y para algunos movimientos finos, como anudar, la sutura puede romperse como resultado de un exceso de tensión. Además, varios estudios encontraron que la tasa posoperatoria de edema lingual es significativamente mayor con la cirugía robótica que con el enfoque convencional, como se mencionó anteriormente, lo que puede deberse a un exceso de presión a largo plazo. Sin embargo, varios investigadores descubrieron que la visualización en 3D compensaría la falta de retroalimentación háptica, hasta cierto punto, con una mayor experiencia (3,33).

El procedimiento quirúrgico robótico es complicado y la duración de la operación es mucho más larga que con la cirugía abierta. Esto se debe a que el robot debe acoplarse en una posición adecuada antes de la cirugía, lo que requiere tiempo adicional, especialmente en esta etapa inicial. Con experiencia adicional en cirugía robótica, la duración de la operación sería similar a la cirugía abierta (32,33)

Referente al costo los estudios indican que es un problema importante que limita su amplia aplicación. El gasto principal de un solo sistema quirúrgico robótico, incluida la instalación, es de aproximadamente 1,5 millones de dólares, además de lo necesario para el mantenimiento anual y los instrumentos desechables por paciente, lo que aumenta los costos de la cirugía (32-34).

Rosa y Ferraz destacan que a corto plazo, el sistema quirúrgico robótico no tendrá un impacto positivo en el costo debido a varios costos asociados con los sistemas, las telecomunicaciones, la capacitación del personal y la infraestructura. Además, los sistemas quirúrgicos robóticos son difíciles de manejar y requieren un espacio considerable. El tamaño voluminoso de los instrumentos limita su aplicación en el tratamiento de pacientes con carcinoma de laringe, que tienen apertura bucal limitada o retracción mandibular, y en cirugías trans nasales u otología. Aunado a esto, la falta de instrumental específico para cirugía maxilofacial es una limitante como por ejemplo, sierras y taladros eléctricos para huesos. Este problema deberá resolverse en un futuro próximo (34).

Ventajas de las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots

De acuerdo a los estudios entre las ventajas de las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots se obtuvo que brinda una visualización tridimensional ampliada, brazos robóticos, abordajes mínimamente invasiva y menor complejidad en el manejo (29, 35-37), tal como se muestra en la siguiente tabla 4:

Tabla N°4. Análisis de la información sobre las ventajas de las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots

Autor, Año	Objetivo	Limitaciones que presenta la tecnología robótica
Brownlee y Slack (2022) (29)	Describir las ventajas del rol de cirugía robótica en pacientes pediátricos	La aplicabilidad de la cirugía asistida por robot se va abriendo paso poco a poco entre la población quirúrgica pediátrica tras el éxito y beneficios demostrados en la población adulta. Las cirugías robóticas realizadas en poblaciones pediátricas han demostrado su seguridad, viabilidad y eficacia en una amplia gama de procedimientos en niños.
Alcázar et al. (2020) (35)	Describir técnicas robóticas mínimamente invasiva en cirugía y ventajas sobre las técnicas quirúrgicas estándar.	Recientes avances en el equipamiento y en las técnicas quirúrgicas han mejorado el postoperatorio en este campo, permitiendo una recuperación precoz, un menor grado de dolor y tasa de infección, una menor estancia hospitalaria e incluso unos mejores resultados estéticos. Esto se debe al uso de técnicas mínimamente invasivas, que están cobrando protagonismo en los últimos años. Estos permiten realizar procedimientos complejos en la región de cabeza y cuello, a través de orificios naturales o pequeñas incisiones, con mínimo daño y mínimas secuelas para los pacientes.
Rubio et al. (2023) (36).	mostrar los avances y perspectivas de la cirugía robótica en el campo quirúrgico.	La evolución tecnológica que progresivamente ha ido transformando los quirófanos, ha propiciado un importante adelanto en los procedimientos quirúrgicos, la cirugía robótica se alza en este siglo como un modelo, una nueva forma de la enseñanza, a la cual aspiran los sistemas de salud para el tratamiento de disímiles entidades quirúrgicas, la misma asume como premisas la calidad, precisión y rápida recuperación de los enfermos que se someten a los procedimientos
Scotty et al. (2022) (37)	Determinar la precisión de la colocación de implantes dentales mediante el uso de guía robótica háptica en participantes completamente edéntulos.	Descubrieron que esta serie clínica para el tratamiento de pacientes completamente edéntulos mediante el uso de guía robótica háptica es segura y precisa.

Según un estudio estudio de campo, destacó que la cirugía robótica ofrece varias ventajas en el campo de la cirugía, tales como la visualización tridimensional ampliada, el espacio quirúrgico puede ser estereoscópico y ampliarse de 10 a 15 veces a través de dos o más cámaras integradas que se utilizan en el sistema, lo que puede mejorar la capacidad del cirujano para distinguir los tejidos normales de los tumores y preservar los tejidos normales en la mayor medida posible. Así, el tumor puede extirparse en bloque, con mínima morbilidad y recuperación funcional acelerada (29).

Otra ventaja son los brazos robóticos estos están equipados con instrumentos quirúrgicos articulados, que brindan mayores grados de libertad y amplían el rango de movimiento. Como resultado, se mejoran la estabilidad y la precisión de los procedimientos quirúrgicos (35, 36).

Alcázar et al., en su estudio señalo que a menudo se aplica un abordaje transcervical para la resección de neoplasias de cabeza y cuello con o sin mandibulotomía o una incisión para dividir el labio a fin de obtener suficiente espacio quirúrgico; esto se acompaña de una alta morbilidad y malas funciones posoperatorias de deglución y habla. Por el contrario, la cirugía robótica podría extirpar tumores a través de un enfoque mínimamente invasivo, como un enfoque transoral y retroauricular, para disminuir en gran medida las complicaciones quirúrgicas y el daño funcional. La pérdida de sangre promedio fue mínima y ningún paciente requirió transfusiones de sangre intra o postoperatoriamente (35). Por otro lado, la operación remota y la cirugía compartida en tiempo real pueden estar disponibles a través de internet y tecnología satelital (36).

Scotty et al., determinaron que para el tratamiento de pacientes completamente edéntulos mediante el uso de guía robótica háptica es segura y precisa. Si bien se necesitan más estudios clínicos a más largo plazo para medir los resultados y evaluar las diferencias en comparación con las implementaciones no robóticas, la preparación robótica háptica parece conferir ventajas intraoperatorias adicionales sobre otras técnicas para el tratamiento de arcos completamente edéntulos (37).

4.2 Discusión

En la actualidad los robots ya se utilizan ampliamente en la fabricación y su uso está creciendo rápidamente. En muchos hospitales, la cirugía asistida por robot está disponible, como lo demuestra mejor el Sistema Quirúrgico da Vinci, que se utiliza para realizar procedimientos cardíacos complejos y precisos de una manera mínimamente invasiva, con mejores resultados, menos molestias postoperatorias para el paciente y tiempos de recuperación más cortos (38,39).

Los cirujanos orales y maxilofaciales emplean tecnologías de vanguardia de forma rutinaria en la práctica clínica. Los avances en la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y el diseño/fresado asistido por computadora (CAD/CAM) permiten a los cirujanos fabricar guías quirúrgicas personalizadas y utilizar sistemas de navegación guiados por video para la colocación precisa de implantes dentales, así como, así como para la planificación y ejecución de procedimientos quirúrgicos (40). Además, existe una gran demanda para mejorar la eficiencia y la cantidad de la atención sanitaria y al mismo tiempo estandarizar los métodos actuales. La odontología ofrece

múltiples oportunidades para que la automatización robótica y la tecnología de asistencia mejoren la calidad de la atención dental. Los robots pueden aliviar los recursos humanos para tareas más importantes, como interactuar con pacientes u otras funcionalidades que requieren altas habilidades cognitivas. Aunque los robots dentales pueden ayudar a mejorar la precisión y los resultados del tratamiento, la transformación robótica todavía enfrenta diversos tipos de desafíos (41,42).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Finalmente se analizó las ventajas de la aplicación de la tecnología robótica en la cirugía maxilofacial a través de una revisión bibliográfica de las últimas publicaciones científicas, por lo que se concluye que de acuerdo a los medios tecnológicos robóticos empleados en la cirugía maxilofacial, en la actualidad se dispone de la nanotecnología en la cirugía de navegación asistida por computador en cirugía oral y maxilofacial, los microscopios de operación dental, los endoscopios dentales, los microrobots y la cirugía robótica de navegación.

Las aplicaciones clínicas de los medios tecnológicos robóticos en el campo de la cirugía maxilofacial permiten realizar cirugías ortognáticas mínimamente invasivas, levantamiento de seno maxilar, cirugías de terceros molares sin complicaciones, cirugías de quistes y tumores benignos o malignos, simulación de cirugías, cirugías a distancia, cirugías anatomopatológicas y para el diagnóstico de múltiples enfermedades. Entre las limitaciones que presenta la tecnología robótica empleada en la cirugía maxilofacial se tuvo la falta de instrumental específico para la cirugía, algunos equipos son de gran tamaño, algunos equipos también presentan un costo elevado, la falta de retroalimentación háptica, y la falta de percepción táctil y propiocepción.

Sin embargo, entre las ventajas de las intervenciones quirúrgicas asistidas por robots se obtuvo que brinda una visualización tridimensional ampliada, presenta brazos robóticos equipados con instrumentos quirúrgicos articulados, abordajes mínimamente invasiva y menor complejidad en el manejo.

5.2 Recomendaciones

- El especialista debe analizar qué tan conveniente es el uso de tecnología robótica para obtener mayor práctica, las ventajas y desventajas de su adquisición, así como las dificultades que pueden surgir al aprender a usarlo, además del costo que genera adquirir este recurso. Dado a que la calidad de los tratamientos no depende sólo del equipo, si el operador no tiene los conocimientos básicos no se podrá dar el uso.
- A la Universidad José Antonio Páez, considerar el estudio presente para ser utilizado por investigaciones futuras que aborden el tema planteado.
- A los estudiantes se les recomienda realizar más estudios sobre este tema, dado a que siempre existirá el avance tecnológico por lo que se debe estar en constante actualización.

REFERENCIAS

1. Hernández R. Cirugía robótica. *Rev Mex Cir Endoscop.* 2018;19 (3):96-102.
2. García L, Contreras N, Gonzáles I, Morales F, Narváez L, Useche L, Ruiz J. Historia de la cirugía endoscópica. *Rev med sanit.*2020; 23(2): 108-112.
3. Hakobyan, G. New Trends Oral and Maxillofacial Surgery Past Two Decades. *Journal of Surgery.* 2020; 1(1): 1-4. doi:<http://dx.doi.org/10.24966/SCTI-7284/S2001>
4. Ugalde A, Reynaldo B. Los recursos informáticos en las especialidades de estomatología y cirugía maxilofacial desde una perspectiva de ciencia, tecnología y sociedad. *Univ Soc.* 2023; 15(2), 27-39.
5. Bolding S, Reebye O. Robotic-Guided Dental Implant Placement in Fully Edentulous Patients: Preliminary Results of a Prospective Multi-Center Clinical Study. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac.* 2020; 78 (10): e22-e23.
6. Ma Q, Kobayashi E, Suenaga H, Hara K, Wang J, et al. Autonomous Surgical robot with camera-based markerless navigation for oral and maxillofacial surgery in *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics.* 2020; 25(2): 1084-1094, doi: 10.1109/TMECH.2020.2971618.
7. Baiquan S, Han L, Wei X, Yang G, Yi G, Zehao W, Yida D, et al. Autonomous robot vacuum cleaner for the extraction of mixed liquid saliva blood in oral surgery. *Mater Today.* 2022; 66(1): 55-68.
8. Cheng H, Li Y, Ho Y, Chen C. Force-Guided Alignment and File Feedrate Control for Robot-Assisted Endodontic Treatment. 2022 *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Kyoto, Japan, 2022; 1(1): 1841-1847, doi: 10.1109/IROS47612.2022.9981393.
9. Ebeling M, Scheurer M, Sakkas A, Wilde F, Schramm A. First-Hand Experience and Result with New Robot-Assisted Laser LeFort-I Osteotomy in Orthognathic Surgery: A Case Report. *J. Pers. Med.* 2023; 13(2):287.
10. Quezada Ó. Presentación. Tópicos del seminario. 2008; 20 (1): 5-19. Disponible en; <http://www.scielo.org.mx/pdf/tods/n20/n20a1.pdf>

11. Zimmermann M, Nkenke E. Approaches to the management of patients in oral and maxillofacial surgery during COVID-19 pandemic. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 2020; vol (48): 521-526.
12. Gay C, Berini L. *Tratado de Cirugía Bucal. Tomo I.* Madrid-España: Ediciones Ergón, S.A; 2004.
13. Martin, R. Robotic Surgery. *The surgical clinics of north America.* 2020; 100(2): 13-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.suc.2020.02.001>
14. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. *Gaceta Oficial Extraordinario N° 5.908* de fecha 19 de Febrero de 2009.
15. Ley del Ejercicio de la Odontología. *Gaceta oficial N° 29.288* del 10 agosto de 1970.
16. Código de Deontología Odontológica (1992). Venezuela. XXXIX Convención Nacional del Colegio de Odontólogos de Venezuela de fecha 15 de Mayo de 1992.
17. Ley Sobre el Derecho de Autor. Pub. *Gaceta Oficial N° 4.638 (Extraordinario)* de 1993, octubre 1. Caracas: Congreso de la República de Venezuela, 1993.
18. Salinas M. Sobre las revisiones sistemáticas y narrativas de la literatura en Medicina. *Rev. chil. enferm. respir.* 2020; 36(1): 26-32. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482020000100026>.
19. Arias F. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.* 5ta ed. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme; 2015.
20. Tamayo y Tamayo M. *El proceso de la investigación científica.* (5ta ed). México: Editorial Limusa; 2021
21. Páez H, Figueredo O, González Y, Martínez E, Moreno J, et al. *Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros de la Universidad José Antonio Páez.* Consejo Universitario; 2020.
22. Hernández R, Fernández C, Baptista M. *Metodología de la investigación.* 6ta ed. México: McGraw Hill, Interamericana Editores. S.A; 2014.
23. Avila J, Mayer M, Quesada V. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. *Atención Primaria.* 2020; 52(10): 778–784. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.04.013>

24. Moothedath M, Moothedath M, Jairaj A, Harshith S, Ullah S. Role of Nanotechnology in Dentistry: Systematic Review. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2019; 9(6), 535-541. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_223_19
25. Louis P, Morlandt A. Advancements in Maxillofacial Trauma: A Historical Perspective. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018;76(11):2256-2270. doi: 10.1016/j.joms.2018.08.021.
26. Lane T. A short history of robotic surgery. *Ann R Coll Surg Engl.* 2018;100(6):5-7. doi: 10.1308/rcsann.suppl.5.
27. Wu Y, Wang F, Fan S, Chow J. Robotics in Dental Implantology. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019;31(3):513-518. doi: 10.1016/j.coms.2019.03.013.
28. Reyneke J, Ferretti C. Diagnosis and Planning in Orthognathic surgery. *The Association of Oral and Maxillofacial Surgeons of India.* 2021; 1(1): 1437-1462. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8054276/>
29. Brownlee E, Slack M. The Role of the Versius Surgical Robotic System in the Paediatric Population. *Children (Basel).* 2022;9(6):805. doi: 10.3390/children9060805.
30. Uribe F, Farrell B. Surgery-First Approach in the Orthognathic Patient. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2020; 32(1):89-103. doi: 10.1016/j.coms.2019.08.009.
31. Khandalavala K, Shimon T, Flores L, Armijo P, Oleynikov D. Tecnología robótica quirúrgica emergente: una progresión hacia los microrobot. 2020; 33(4): 90-100. Disponible en: <https://ales.amegroups.org/article/view/5499/html>
32. Oh J. Recent advances in the reconstruction of cranio-maxillofacial defects using computer-aided design/computer-aided manufacturing. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery.* 2018; 40(2): 1-7. doi:10.1186/s40902-018-0141-9
33. Rao V, Subash A, Bhargavi V, Sinha P, Bagadia R, Kudpaje A, Subbana I. Selective embolization of lingual artery in transoral robotic surgery for the management of recurrent base of tongue carcinomas. *Head & Neck.* 2021; 43(4): 1174-1183. doi:<https://doi.org/10.1002/hed.26585>
34. Rosa A, Ferraz E. Grand Challenges in Oral Surgery. *Frontiers in Oral Health.* 2020; 1(5): 1-3. doi:<https://doi.org/10.3389/froh.2020.00005>

35. Alcázar E, Bacian S, Del Toro L, Gómez V. Manejo postoperatorio en UCI de cirugía de cabeza y cuello. *Medicina Intensiva*. 2020; 44 (1):46-53. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2019.05.004>.
36. Rubio J, Martínez J, Riofrio E, Pino D. Avances y perspectivas de la cirugía robótica: explorando las fronteras de la innovación en el campo quirúrgico. *RECIMUNDO*,2023; 7(1): 697-705. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(1\).enero.2023.697-705](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(1).enero.2023.697-705)
37. Scotty L. Bolding, Uday N. Reebye, Accuracy of haptic robotic guidance of dental implant surgery for completely edentulous arches, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2022; 128 (4): 639-647. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.12.048>.
38. Chen Y, Hanak B, Yang T, Wilson T, Hsia J, Walsh H, Shih H, Nagatomo K. Cirugía asistida por computadora en medicina y odontología solicitudes, Revisión de expertos de dispositivos médicos. 2021; 18(7): 669-696. Doi:10.1080/17434440.2021.1886075
39. Ruiz C, Cortez D, Pallo L, Doménico L. Cirugía de mínima incisión asistida por robot en colectomías: resultados comparativos y consideraciones para una práctica óptima. *Dominio De Las Ciencias*. 2023; 9(3): 1783–1798. Doi: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i3.3525>
40. Jiménez D, Mariel J, Sánchez W, et al. Magnificación en la terapia endodóncica mediante el microscopio operatorio. *Rev ADM*. 2021;78(3):176-180. doi:10.35366/100076.
41. James H. Robótica y Cirugía Buco-Maxilofacial. *JOMS*. 2020; 78(4):493-495. [https://www.joms.org/article/S0278-2391\(20\)30027-6/fulltext](https://www.joms.org/article/S0278-2391(20)30027-6/fulltext)
42. Brent F. Robótica en cirugía bucal: mi incursión en el mundo de la robótica de implantes dentales. *JOMS*. 2023; 81(7):799-801. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2023.03>