

Tipo de artículo: Artículos de revisión

Temática: Inteligencia Artificial

Recibido: 27/5/2025 | Aceptado: 14/7/2025 | Publicado: 30/9/2025

Identificadores persistentes:

DOI: [10.48168/innosoft.s24.a223](https://doi.org/10.48168/innosoft.s24.a223)

ARK: [ark:/42411/s24.a223](https://nbn-resolving.org/ark:/42411/s24.a223)

PURL: [42411/s24.a223](https://purl.org/42411/s24.a223)

Innovaciones en Inteligencia Artificial para la Asistencia Quirúrgica: Revisión Sistemática de Aplicaciones y Eficacia Clínica

Innovations in Artificial Intelligence for Surgery Assistance: Systematic Review of Applications and Clinical Efficacy

Cristian Daniel Armas Abad¹[\[0009-0006-7124-440X\]*](mailto:carmasa@unitru.edu.pe), Deysi Elvia Yuvixa Quiliche Plasencia²[\[0009-0000-7549-7048\]](mailto:dquiliche@unitru.edu.pe), Marcelino Torres Villanueva³[\[0000-0002-9797-1510\]](mailto:mtorres@unitru.edu.pe)

¹Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. carmasa@unitru.edu.pe

²Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. dquiliche@unitru.edu.pe

³Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: carmasa@unitru.edu.pe

Resumen

La inteligencia artificial (IA) presenta actualmente una innumerable cantidad de implementaciones con resultados ampliamente comprobados. Las asistencias quirúrgicas, parte fundamental de la cirugía médica, son un ejemplo claro de innovación y eficaz aplicación de tecnologías que replican distintas cualidades y habilidades humanas para mejorar la atención quirúrgica del paciente. La presente investigación, a través de la metodología PRISMA, se enfoca en el análisis de las aplicaciones en IA para la asistencia quirúrgica, haciendo uso de artículos obtenidos luego de implementar una serie de criterios de búsqueda, inclusión y exclusión diseñados para lograr una total sintonía entre la literatura científica descrita y el tema central de la investigación. Se realizó una búsqueda profunda de la bibliografía en las bases de datos ProQuest y Google Académico y se seleccionaron 17 artículos de un total de 272 candidatos. Los resultados obtenidos muestran que, tecnologías como el Machine Learning (ML), Deep Learning (DL) o Robótica Quirúrgica son utilizadas para mejorar la atención al paciente con procedimientos menos invasivos y reduciendo riesgos. Este estudio subraya el impacto transformador de la IA en la asistencia quirúrgica y sugiere la necesidad de investigar más sobre su integración en nuevas especialidades y los aspectos éticos y normativos para garantizar su uso seguro.

Palabras claves: Asistencia Quirúrgica, Cirugía Médica, Eficacia Médica, Inteligencia Artificial

Abstract

Artificial intelligence (AI) currently presents an innumerable number of implementations with widely proven results. Surgical assistance, a fundamental part of medical surgery, is a clear example of innovation and effective application of technologies that replicate different human qualities and skills to improve patient surgical care. The present research, through the PRISMA methodology, focuses on the analysis of AI applications for surgical assistance, making use of articles obtained after implementing a series of search, inclusion and exclusion criteria designed to achieve a total syntony between the scientific literature described and the central theme of the research. An in-depth search of the literature was performed in the ProQuest and Google Scholar databases and 18 articles were selected from a total of 272 candidates. The results show that technologies such as Machine

Learning (ML), Deep Learning (DL), and Surgical Robotics are used to improve patient care with less invasive procedures and reduced risks. This study highlights the transformative impact of AI in surgical assistance and suggests the need for further research on its integration into new specialties, as well as ethical and regulatory aspects to ensure its safe use.

Keywords: *Surgical Assistance, Medical Surgery, Medical Efficacy, Artificial Intelligence*

Introducción

No existe, actualmente, área del conocimiento o rama de la ciencia en donde no se hayan implementado o al menos explorado, soluciones de inteligencia artificial (IA) como apoyo o alternativa a procedimientos convencionales. Las ventajas derivadas de su utilización son ampliamente reconocidas y dentro de la medicina esto no es la excepción. Investigaciones como [1], [2], relatan que, en diversas especialidades médicas, la IA se encuentra transformando la forma en la que se realizan actualmente muchas de las técnicas tradicionales, con especial énfasis en el sector quirúrgico. Ya sea por medio de cirugía asistidas por robot [3], [?], Machine Learning (ML) para la toma de decisiones quirúrgicas complejas y de alto riesgo [1], Deep Learning (DL) enfocado en el procesamiento de imágenes médicas para el diagnóstico de enfermedades y la planificación quirúrgica [4], [5] e incluso Realidad Aumentada (RA) para la simulación de escenarios controlados que permitan la formación y capacitación de profesionales en el ámbito quirúrgico [6]. Estas herramientas no solo respaldan la toma de decisiones, sino que también contribuyen a la reducción de costos, minimización del margen de error humano [7] y a brindar una atención médica de calidad. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue analizar distintos tipos de aplicaciones de la IA en el ámbito de la asistencia quirúrgica. Para ello, se evaluó el impacto de dichas aplicaciones en términos de eficacia clínica, entendida como el grado en que una intervención mejora la calidad de la atención médica [8]. De esta manera, se busca ofrecer una visión integradora que permita comprender mejor el papel de la IA en la práctica quirúrgica actual, así como sus implicaciones en la seguridad del paciente y el perfeccionamiento continuo de las técnicas utilizadas.

La IA puede definirse como un conjunto de herramientas y métodos computacionales, incluyendo el aprendizaje automático (Machine Learning) y el aprendizaje profundo (Deep Learning), diseñados para resolver desafíos complejos que normalmente requerirían de inteligencia humana. Estos sistemas, a través de algoritmos y modelos matemáticos que procesan datos y realizan predicciones, buscan simular la capacidad de aprendizaje, razonamiento, percepción y toma de decisiones humana de forma automática [9]. La inteligencia artificial, con sus métodos y procedimientos, constituyen una solución tecnológica de alto nivel que aplicada en la asistencia quirúrgica aporta elementos que optimizan el hacer médico. Las necesidades médicas son, frecuentemente, identificar, cuantificar e interpretar las relaciones entre variables de su entorno para mejorar la atención al paciente [10]. Bajo esta perspectiva, la utilización de la IA representa una novedosa aproximación que pretende

influir positivamente en la reducción de costos, tiempo y errores médicos, al potenciar el uso de los recursos tecnológicos en áreas médicas con mayores demandas. [11] En este sentido, la asistencia quirúrgica es un proceso integral que comprende múltiples aspectos e involucra a diversas especialidades y profesionales de la salud, incluyendo el procedimiento quirúrgico como tal, equipos de cirujanos, enfermería, farmacia, ingeniería clínica, laboratorios de análisis clínicos, higiene, limpieza y los propios pacientes [10]. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías asociadas juegan un papel fundamental para optimizar el desempeño de la asistencia quirúrgica. La asistencia quirúrgica potenciada por IA permite la evaluación de las intervenciones operatorias [12], obtención de información en tiempo real de factores clave como la anatomía y signos vitales del paciente, anticipando necesidades de recursos, detectando anomalías y sugiriendo mejores enfoques quirúrgicos. Con estas prestaciones, los cirujanos son capaces de realizar intervenciones quirúrgicas de manera más precisa y segura, reduciendo las complicaciones y los tiempos de recuperación [13]. Finalmente, la consideración de la eficacia médica resulta esencial para entender el impacto de estas tecnologías. Esta hace referencia a la capacidad que un procedimiento, tratamiento o intervención tiene de lograr los resultados deseados en relación con los objetivos establecidos [14] dentro del ámbito de la atención sanitaria. Es una medida de cómo una acción médica específica cumple con las metas organizacionales y clínicas, optimizando la calidad de la atención al paciente. Para que una intervención sea considerada eficaz, es necesario priorizar y ejecutar de manera ordenada aquellas tareas que permitan alcanzar los objetivos exitosamente [8]. En condiciones ideales, la eficacia médica evalúa la relación entre los objetivos planteados y los resultados obtenidos, determinando hasta qué punto un procedimiento o servicio puede lograr el mejor resultado posible [15].

Materiales y métodos o Metodología computacional

En el desarrollo de la revisión sistemática se utilizó la metodología PRISMA, la cual es reconocida por su eficacia en la evaluación y selección de literatura científica. La Figura 1 muestra un diagrama de flujo que ilustra la estructura de las etapas de esta metodología, detallando los criterios aplicados que tienen como propósito asegurar la confiabilidad y validez en los resultados obtenidos.

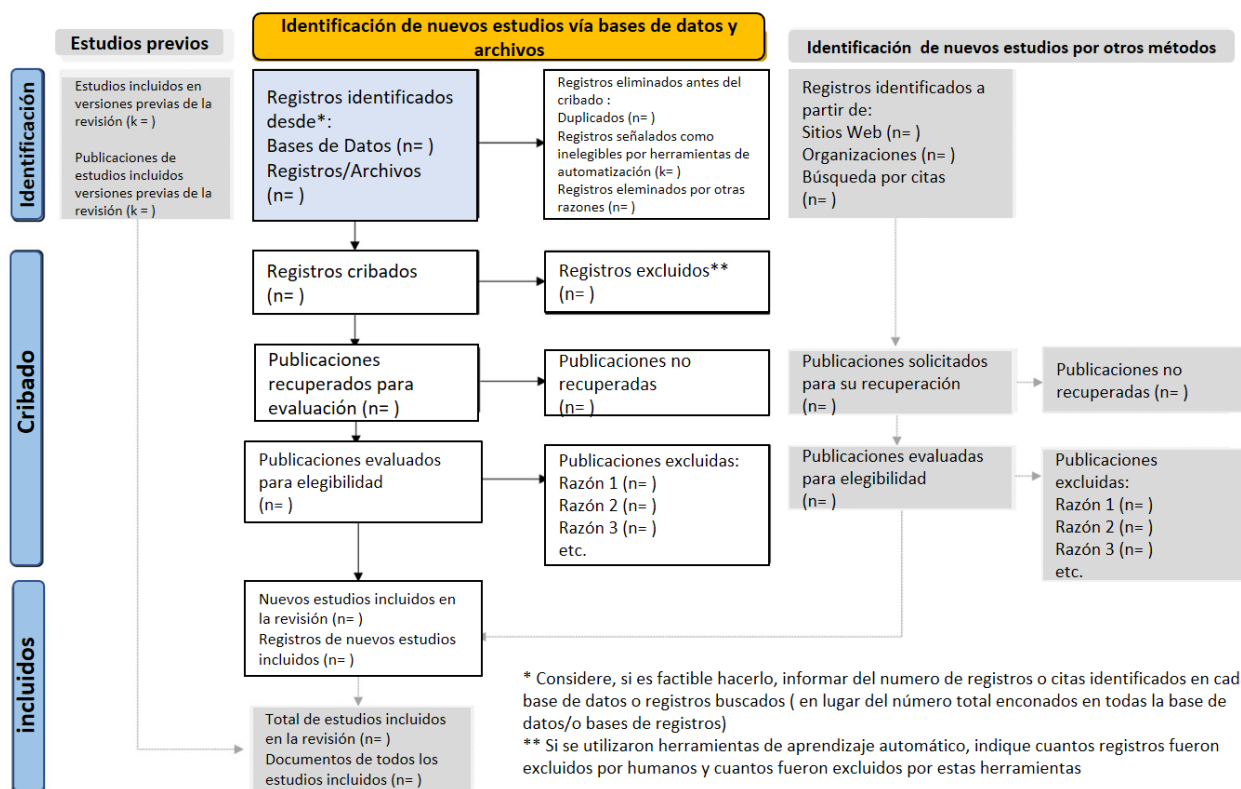


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología PRISMA [16].

Términos y Operadores de búsqueda

El proceso de búsqueda comenzó con la utilización de conectores booleanos, mismas que facilitaron la integración adecuada de las diversas variables del estudio. Con el objetivo de maximizar la precisión en la identificación de literatura científica relevante, se diseñó un protocolo específico. Este protocolo combinó términos predefinidos con operadores booleanos, cuyo desglose detallado se encuentra en la Tabla 1.

Repositorio	Cadena de Búsqueda
Google Académico	“inteligencia artificial” “asistencia quirúrgica”
ProQuest	((TITLE-ABS-KEY (“artificial intelligence”) OR TITLE-ABS-KEY (“AI”)) AND (TITLE-ABS-KEY (“surgical assistance”)))

Tabla 1. Términos y Operadores por cada base de datos.

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son directrices clave que son diseñadas para detallar el proceso de revisión de un artículo. La función principal es determinar qué estudios o artículos son considerados y cuáles serán descartados durante la evaluación. Los criterios son esenciales para garantizar relevancia, calidad y rigor metodológico de los estudios seleccionados para el análisis. Los criterios de inclusión se encuentran resumidos en la Tabla 2, mientras que los criterios de exclusión se detallan en la Tabla 3.

N°	Criterios de inclusión
CI1	Literatura que aborda el tema de la inteligencia artificial aplicada a la asistencia quirúrgica, incluyendo herramientas, técnicas y aplicaciones específicas en cirugía asistida de distintas áreas médicas.
CI2	Literatura de tipo artículo.
CI3	Artículos en español e inglés.
CI4	Artículos publicados entre los años 2019 y 2024.

Tabla 2. Criterios de inclusión.

N°	Criterios de Exclusión
CI1	Literatura distinta a la de un artículo.
CI2	Artículos no publicados entre 2019 y 2024
CI3	Artículos con Acceso Limitado o Restringido
CI4	Artículos sin relación directa con el tema central

Tabla 3. Criterios de exclusión.

Recopilación de información

En la Tabla 4 se presenta un desglose detallado de los artículos recopilados, organizados según las bases de datos y los motores de búsqueda utilizados como referencia.

Base de Datos	Artículos Totales	Aplicación CE1	Aplicación CE2	Aplicación CE3	Aplicación CE4
ProQuest	115	106	95	95	
Google Académico	157	66	23	15	
Total	272	172	118	110	

Tabla 4. Artículos seleccionados tras aplicar criterios de inclusión y exclusión.

Se aplicaron diversos filtros a las publicaciones y revistas científicas seleccionadas, detallado en la Figura 2, en relación a las directrices de inclusión y exclusión previamente establecidas. Este proceso permitió garantizar la relevancia, calidad y pertinencia de las fuentes utilizadas.

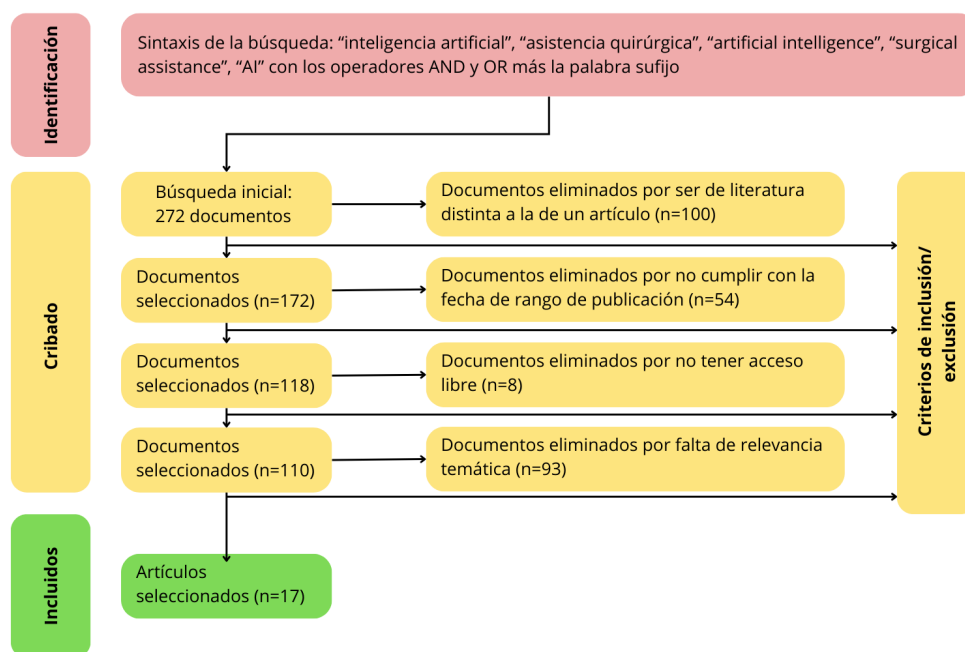


Figura 2. Diagrama de flujo de PRISMA aplicado a este artículo.

Resultados y discusión

En la Tabla 5, se presenta un registro de los artículos que contienen información filtrada, en los cuales se detalla el uso de innovaciones en la inteligencia artificial aplicadas en diversas especialidades quirúrgicas. De igual forma, se incluyó una columna adicional de resultados obtenidos en cada artículo, proporcionando un contexto sobre la aplicación e impacto de estas herramientas, teniendo en cuenta que los artículos seleccionados corresponden al periodo comprendido entre los años 2019-2024.

Tabla 5. Resultados del análisis de los artículos seleccionados.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
1	Artificial Intelligence Tools in Pediatric Urology: A Comprehensive Review of Recent Advances [13].	Cirugía Pediátrica Urológica	Dispositivos de navegación intraoperatoria asistidos por IA. Sistemas de apoyo a la toma de decisiones para la planificación y simulación de procedimientos quirúrgicos.	Mejora los resultados de la pieloplastia pediátrica al ofrecer tratamientos personalizados, aumentar la precisión quirúrgica y reducir las complicaciones. El enfoque en la capacitación, planificación y asistencia de todo el procedimiento quirúrgico determina un mayor beneficio a largo plazo.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
2	Illuminating the Future of Precision Cancer Surgery with Fluorescence Imaging and Artificial Intelligence Convergence [5].	Cirugía Oncológica	Redes Neuronales Convolucionales (CNN) para la detección y asistencia en la extracción tumoral a partir de imágenes con fluorescencia.	La combinación de variantes de redes neuronales permiten aumentar la precisión en la delimitación de tumores hasta en un 130 %, mejorando variables como el contraste y definición. Al integrar información multimodal (como diseño de corte quirúrgico, imágenes radiológicas, resultados histopatológicos y alteraciones genéticas), puede ayudar a formular planes quirúrgicos basados en información multidimensional, lo que mejora la toma de decisiones durante la cirugía.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
3	Artificial Intelligence and Robotics in Spine Surgery [17].	Cirugía de Columna Vertebral	Sistemas de Navegación asistida impulsados por IA. Asistencia Robótica haciendo uso de sistemas como SpineAssist o ROSA.	Alta precisión en la colocación de tornillos pediculares a comparación de técnicas tradicionales, cercana al 98 %. Esto sumado a las ventajas asociadas a una menor carga de fatiga en el cirujano, lo que contribuye a un mejor rendimiento en sesiones largas.
4	The Role of Augmented Reality in the Advancement of Minimally Invasive Surgery Procedures: A Scoping Review [18].	Cirugía Laparoscópica (mínimamente invasiva)	Navegación quirúrgica guiada por Realidad Aumentada, con interfaces avanzadas entre el usuario y el entorno quirúrgico	Reducción de los tiempos quirúrgicos y pérdida de sangre, enfocado en prácticas quirúrgicas suaves y menos invasivas. La precisión de la navegación guiada por AR aún no supera significativamente los métodos convencionales, las mejoras en ergonomía y visualización durante los procedimientos son notables.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
5	Deep-Learning-Based Cerebral Artery Semantic Segmentation in Neurosurgical Operating Microscope Vision Using Indocyanine Green Fluorescence Videoangiography [19].	Neurocirugía	Segmentación quirúrgica de las arterias cerebrales con visión de campo mediante el deep learning (DL), concretamente con el modelo DeepLabv3+.	Los investigadores utilizaron la angiografía intraoperatoria con fluorescencia de ICG para generar automáticamente un conjunto de datos fiables de arterias cerebrales. Cuatro modelos diferentes de redes neuronales fueron entrenados y comparados, destacando el modelo DeepLabv3+, que alcanzó una puntuación Dice del 79 % en la segmentación de las arterias cerebrales. El método permitió distinguir eficazmente entre arterias y venas basándose en las fases de la angiografía con ICG. La validación se realizó rigurosamente en diferentes grupos de pacientes, demostrando la viabilidad y proyectándose a representar una implementación en sistemas robóticos complejos.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
6	Autonomous Image Segmentation and Identification of Anatomical Landmarks from Lumbar Spine Intraoperative Computed Tomography Scans Using Machine Learning [20].	Cirugía de columna vertebral	Sistema de IA utilizando neuronales convolucionales (CNN) con machine learning (ML), para analizar automáticamente datos de escaneos de la columna vertebral.	El algoritmo desarrollado es capaz de segmentar e identificar diferentes componentes de la anatomía ósea vertebral sin intervención humana, con una precisión del 98 %. Uno de los principales beneficios concluidos por la investigación es la capacidad de determinar la trayectoria ideal para la colocación del implante usando el modelo desarrollado, pudiendo mostrar esta información al cirujano o integrar directamente en plataformas robóticas.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
7	Cirugía robótica: ¿una tecnología disruptiva? [21].	Cirugía General	El robot Da Vinci Xi con mesa operatoria integrada, que combina un sistema de brazos quirúrgicos suspendidos y una mesa operatoria 7000dv de Trumpf Medical 's TruSystem®.	El robot Da Vinci Xi, equipado con brazos robóticos controlados por un cirujano desde una consola, permite realizar procedimientos mínimamente invasivos con extraordinaria precisión. Además, incorpora una cámara de alta definición que proporciona imágenes en 3D, mejorando significativamente la visibilidad durante las intervenciones quirúrgicas.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
8	Hyperspectral Imaging Benchmark Based on Machine Learning for Intraoperative Brain Tumour Detection [22].	Neurocirugía	Imágenes Hiperespectrales (HSI) con Algoritmos de Machine Learning y Deep Learning como Máquinas de Soporte Vectorial (SVM) para separar las clases de tumores, Bosques Aleatorios (RF) que combinan predicciones de árboles de decisión, K-Vecinos Más Cercanos (KNN) para clasificar píxeles cercanos en el espacio espectral y Red Neuronal Profunda (DNN) de dos capas ocultas para extraer patrones no lineales, mejorando el rendimiento en la clasificación de los datos.	La combinación de Imágenes Hiperespectrales (HSI) y aprendizaje automático alcanzó como resultado una puntuación macro F1 media de $70.2 \pm 7.9\%$ en el conjunto de prueba, lo que refleja que el modelo es capaz de identificar con cierta precisión las clases de tumores cerebrales sin generar demasiados falsos positivos ni falsos negativos.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
9	Present and Future Applications of Artificial Intelligence in Kidney Transplantation [23]	Cirugía de trasplante renal	Integración de la IA en sistemas de registro electrónico de pacientes para el análisis de datos clínicos. Impresión de órganos y desarrollo de riñones bioartificiales con IA implementado con monitoreo y detección temprana de complicaciones.	El artículo determina que existe un enorme potencial para transformar el ámbito de los trasplantes de riñón (KT) con soluciones innovadoras con enfoque en la IA. Sin embargo, detalla ciertas limitaciones en la tecnología implementada y destaca que el trabajo en conjunto entre las tecnologías de IA y los profesionales médicos será crucial para lograr innovaciones en este campo.
10	Partnering With Technology: Advancing Laparoscopy With Artificial Intelligence and Machine Learning [24]	Cirugía Laparoscópica	Algoritmos de Machine Learning como modelos predictivos para los resultados de trasplante, prediciendo la probabilidad de rechazo en el trasplante, mitigando riesgos y mejorando la asignación del donante-receptor.	Se afirma que la técnica de machine learning presenta el potencial para cambiar el rumbo del trasplante de riñón ofreciendo herramientas innovadoras personalizando el tratamiento, prediciendo riesgos y optimizando los resultados en la cirugía laparoscópica.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
11	Exploring the Practical Applications of Artificial Intelligence, Deep Learning, and Machine Learning in Maxillofacial Surgery: A Comprehensive Analysis of Published Works [25]	Cirugía Maxilofacial	Implementación de la inteligencia artificial (IA), el deep learning (DL) y machine learning (ML) en el diagnóstico y planificación de tratamientos, detallando la precisión en procedimientos quirúrgicos y evaluación de resultados.	El artículo destaca el impacto significativo de las tecnologías de inteligencia artificial, aprendizaje profundo y aprendizaje automático en la cirugía maxilofacial, revolucionando la práctica quirúrgica mediante herramientas avanzadas que optimizan la precisión y mejoran significativamente la atención al paciente.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
12	Autonomous image segmentation and identification of anatomical landmarks from lumbar spine intraoperative computed tomography scans using machine learning: A validation study [7].	Cirugía de Columna Vertebral	Modelo de CNN para la medición de la anatomía vertebral y predicción de trayectorias de implantes con tomografías computarizadas	El algoritmo desarrollado es capaz de detectar la anatomía normal y anormal de la columna lumbar a la vez que realiza una correcta segmentación de las partes de la misma. Según la investigación, la precisión obtenida por la red neuronal fue de 97.5 %, similar a investigaciones previas. La investigación concluye que esta información permitiría presentar la trayectoria ideal para la colocación de un implante, ya sea en un monitor para el cirujano o mediante una plataforma robótica autónoma, dejando al cirujano la tarea de supervisión y verificación del plan quirúrgico.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
13	The Application of Augmented Reality Technology in Perioperative Visual Guidance: Technological Advances and Innovation Challenges [26].	Cirugía Oftalmológica	Sensores electrónicos portátiles integrados con sistemas de realidad aumentada proporcionando información a tiempo real de los síntomas del paciente. Integración de machine learning con sistemas de realidad aumentada para el reconocimiento de patrones y optimización de imágenes virtuales y estructuras físicas en el proceso perioperatorio.	El artículo resalta que dispositivos electrónicos en la piel y diseños ergonómicos mejoran la practicidad y comodidad en los sistemas de realidad aumentada (AR). Así como, la incorporación de machine learning permitirá un diagnóstico más inteligente con una navegación quirúrgica más precisa en el periodo perioperatorio de la cirugía oftalmológica.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
14	Unveiling the Potential: A Comprehensive Review of Artificial Intelligence Applications in Ophthalmology and Future Prospects [27]	Cirugía Oftalmológica	Realidad Virtual y Realidad Aumentada para la formación y planificación quirúrgica. Sistemas de Aprendizaje Profundo para Terapia de Láser Asistida.	La investigación destaca el uso de técnicas de aprendizaje profundo y realidad aumentada en la formación académica de oftalmólogos, proporcionando entornos seguros para la práctica de procedimientos quirúrgicos, lo que fomenta el desarrollo de sus habilidades técnicas. Asimismo, se resalta la integración de imágenes multimodales con sistemas de aprendizaje profundo para implementar terapias con láser guiadas por inteligencia artificial. Estas tecnologías permiten pronosticar la evolución de la enfermedad y los resultados visuales de cada paciente, perfeccionando los tratamientos y mejorando tanto la precisión como la eficacia.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
15	Toward Intraoperative Visual Intelligence: Real-Time Surgical Instrument Segmentation for Enhanced Surgical Monitoring [28].	Cirugía General	Modelo Enhanced U-Net con GridMask (EUGNet) para la segmentación de instrumentos quirúrgicos, capturando a escala y comprimiendo el formato MPEG para ser transmitido a una estación de medios en tiempo real RTSP (Real-Time Streaming Protocol).	En un entorno simulado, el sistema alcanzó una precisión del 85.5 % en la identificación y segmentación de instrumentos quirúrgicos, con una transmisión inalámbrica del video confiable mediante una latencia de 200 ms, adecuada para procesamiento en tiempo real.
16	Clinical Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Children with Cleft Lip and Palate—A Systematic Review [3].	Cirugía Ortognática	Implementación de la inteligencia artificial (IA) y el machine learning (ML) en cirugía ortognática facilitando el diagnóstico, predicción y tratamiento en niños con labio y paladar hendido.	La inteligencia artificial es una herramienta avanzada con aplicaciones prometedoras en la atención clínica para niños con labio y paladar hendido. Así como el machine learning es útil en la predicción de necesidades quirúrgicas futuras y lograr optimizar la toma de decisiones en los cirujanos.

N°	Título del Artículo	Especialidades quirúrgicas	Aplicación de la IA	Resultados
17	Hey Siri! Perform a Type 3 Hysterectomy. Please Watch Out for the Ureter! What is Autonomous Surgery and What are the Latest Developments? [29].	Cirugía General	Sistemas de IA para evaluar mamografías IA para seleccionar el embrión con mayor probabilidad de embarazo en los ciclos de fertilización in vitro (IVF).	El desarrollo con la IA, el deep learning y la cirugía autónoma en medicina brinda un beneficio social, optimizando los procedimientos médicos y generando un impacto positivo y con resultados precisos mejorando la atención al paciente.

La aplicación de la inteligencia artificial está transformando diversas áreas dentro de las especialidades quirúrgicas. En la Figura 3, extraída de la búsqueda realizada en este artículo, se muestran las especialidades quirúrgicas en las que se está utilizando con mayor frecuencia.

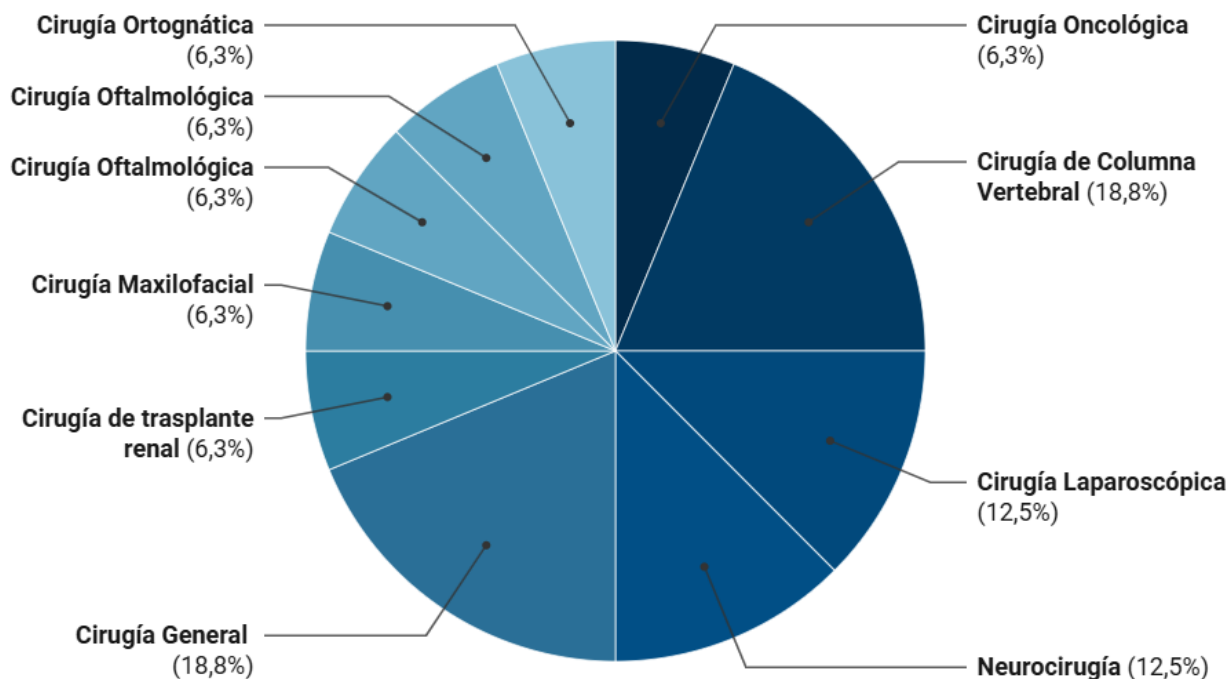


Figura 3. Distribución porcentual de las especialidades quirúrgicas con mayor implementación de herramientas con inteligencia artificial.

Los resultados señalan el creciente impacto de la inteligencia artificial (IA) en diversos campos de la asistencia quirúrgica, desempeñando un papel clave al ofrecer herramientas avanzadas que apoyan a los profesionales de la salud y abren vastas oportunidades de innovación en el ámbito médico [30]. Este enfoque resalta cómo el uso de técnicas avanzadas como machine learning (ML), deep learning (DL), realidad aumentada (AR), entre otras, han demostrado ser altamente eficaces en la optimización de procedimientos quirúrgicos, permitiendo una mayor precisión en diagnósticos, planificación y ejecución de intervenciones. Además, estas arquitecturas avanzadas no solo mejoran la precisión de los resultados clínicos, sino que también abren a la posibilidad de desarrollar sistemas predictivos para identificar complicaciones quirúrgicas, reduciendo tiempos de respuesta y mejorando la seguridad del paciente.

La implementación de la robótica quirúrgica con la inteligencia artificial (AI) jugará un papel fundamental en el futuro de la medicina quirúrgica, a pesar de los desafíos y riesgos en su implementación, esta herramienta se perfila como un avance crucial que logrará transformar los procedimientos quirúrgicos [21]. Este estudio revela que, a pesar de los desafíos técnicos, económicos y éticos asociados con la implementación de la robótica quirúrgica y la inteligencia artificial, estas tecnologías tienen el potencial de revolucionar la cirugía. De manera

que, la robótica quirúrgica apoyada por la inteligencia artificial modificará el panorama quirúrgico creando entornos más eficientes, seguros y precisos.

Por otro lado, aunque se destaca la integración de la IA en la asistencia quirúrgica por su potencial para mejorar la eficiencia clínica, es crucial una investigación continua, colaboración entre actores clave e inversión constante para enfrentar los desafíos relacionados con la privacidad de los datos, el cumplimiento normativo y las consideraciones éticas [27]. Esta perspectiva plantea nuevas expectativas respecto a las soluciones que ofrece la IA, al tiempo que garantiza su implementación de acuerdo con los más altos estándares éticos y legales, asegurando la seguridad, privacidad y efectividad de estas tecnologías. En este contexto, la inversión en tecnologías basadas en IA, el desarrollo de protocolos de seguridad adecuados y la formación continua de los profesionales serán esenciales para lograr una integración exitosa de la inteligencia artificial en la asistencia quirúrgica y sus especialidades.

Conclusiones

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos acerca de la implementación de la inteligencia artificial en la asistencia quirúrgica, se han revelado claros avances significativos que impulsan la transformación de las especialidades quirúrgicas. El estudio detalla soluciones innovadoras que hacen uso de tecnologías emergentes como el machine learning (ML), deep learning (DP) y la robótica quirúrgica asistida por inteligencia artificial (IA), con las que logran mejoras en la precisión, eficacia y seguridad en la ejecución de intervenciones quirúrgicas, con mejores resultados para los pacientes.

La integración de la inteligencia artificial en sistemas de segmentación de imágenes ha logrado optimizar el diagnóstico e intervención, mejorando la visualización de aspectos como la anatomía del paciente, la entidad o problema a tratar, y hasta incluso el reconocimiento de instrumentos quirúrgicos. Además, la robótica quirúrgica, apoyada por la inteligencia artificial, permite procedimientos más seguros y menos invasivos, reduciendo en gran medida el riesgo de en el proceso quirúrgico.

Sin embargo, aunque las tecnologías emergentes de la inteligencia artificial se han implementado en este campo, se identifican ciertos desafíos debido a la privacidad de los datos y el cumplimiento de regulaciones éticas. Es por ello que se requiere una atención continua y colaboración entre los especialistas médicos para garantizar una implementación segura y ética de estas herramientas.

En conjunto, este estudio contribuye significativamente al campo de la asistencia quirúrgica asistida por inteligencia artificial, mostrando su potencial transformador y su impacto positivo en la atención al paciente. Para trabajos futuros, se sugiere continuar investigando en la integración de estas tecnologías en desarrollos de

sistemas predictivos más avanzados y ampliando su aplicación en nuevas especialidades quirúrgicas. También es necesario profundizar en el estudio de los aspectos éticos y normativos para garantizar una implementación responsable y segura de la inteligencia artificial en la asistencia quirúrgica.

Contribución de Autoría

Cristian Daniel Armas Abad: [Conceptualización](#), [Investigación](#), [Metodología](#), [Redacción - borrador original](#).
Deysi Elvia Yuvixa Quiliche Plasencia: [Investigación](#), [Curación de datos](#), [Escritura](#), [revisión y edición](#).
Marcelino Torres Villanueva: [Supervisión](#), [Administración de proyectos](#).

Referencias

- [1] D. Lanzagorta-Ortega, D. L. Carrillo-Pérez, and R. Carrillo-Esper, “Artificial intelligence in medicine: present and future,” *Gac. Med. Mex.*, vol. 158, no. Supplement 1, pp. 17–21, 2022.
- [2] K. E. Moncada Granda and F. G. Correa Martínez, “Aplicaciones de la inteligencia artificial en cirugía,” *Salud ConCienc.*, vol. 2, no. 2, p. e31, 2023.
- [3] M. Z. U. Huq *et al.*, “Clinical applications of artificial intelligence and machine learning in children with cleft lip and palate-a systematic review,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 17, p. 10860, 2022.
- [4] M. D. J. Sánchez, E. M. P. Charris, and B. M. R. Rodríguez, “¿cómo ha ayudado la inteligencia artificial en la medicina?” *Convicciones*, vol. 8, no. 16, pp. 6–20, 2021.
- [5] H. Cheng *et al.*, “Illuminating the future of precision cancer surgery with fluorescence imaging and artificial intelligence convergence,” *NPJ Precis. Oncol.*, vol. 8, no. 1, p. 196, 2024.
- [6] J. S. Barajas-Gamboa, “Redefiniendo la era de la cirugía digital: el rol de la inteligencia artificial, la realidad aumentada y el aprendizaje automático en el campo quirúrgico,” *Medunab*, vol. 25, no. 3, pp. 353–358, 2022.
- [7] I. Suazo Galdames, “Artificial intelligence in human medicine,” *International Journal of Medical and Surgical Sciences*, pp. 1–4, 2023.
- [8] R. M. Lam Díaz and P. Hernández Ramírez, “Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad ¿son sinónimos en el área de la salud?” *Rev. Cuba. Hematol. Immunol. Hemoter.*, vol. 24, no. 2, 2008.

- [9] E. Gallego-Colón, “La inteligencia artificial como herramienta diagnóstica: ¿la nueva telemedicina?” *Sanid. Mil.*, vol. 79, no. 3, pp. 156–158, 2023.
- [10] E. P. Álvarez Morejón, “Proceso de aplicación del consentimiento informado a pacientes quirúrgicos en el servicio de cirugía del hospital general san francisco,” *Universidad de las Américas, Quito*, 2019.
- [11] M. C. G. Gallardo and R. A. Avila, “Aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina: perspectivas y problemas,” *ACIMED*, vol. 17, no. 5, 2008.
- [12] D. Kiyasseh *et al.*, “A multi-institutional study using artificial intelligence to provide reliable and fair feedback to surgeons,” *Commun. Med. (Lond.)*, vol. 3, no. 1, p. 42, 2023.
- [13] A. T. Chowdhury *et al.*, “Artificial intelligence tools in pediatric urology: A comprehensive review of recent advances,” *Diagnostics (Basel)*, vol. 14, no. 18, p. 2059, 2024.
- [14] R. S. George Quintero, Y. Gámez Toirac, D. Matos Laffita, I. González Rodríguez, R. Labori Ruiz, and S. A. Guevara Silveira, “Eficacia, efectividad, eficiencia y equidad en relación con la calidad en los servicios de salud,” *Infodir*, no. 35, 2021.
- [15] R. M. Lam Díaz and P. Hernández Ramírez, “Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad ¿son sinónimos en el área de la salud?” *Rev. Cuba. Hematol. Immunol. Hemoter.*, vol. 24, no. 2, 2008.
- [16] BiblioGETAFE, “Diagrama de flujo prisma 2020,” 2021, consultado: 11-dic-2024. [Online]. Available: <https://bibliogetafe.com/2021/06/23/diagrama-de-flujo-prisma-2020/>
- [17] J. J. Rasouli *et al.*, “Artificial intelligence and robotics in spine surgery,” *Global Spine J.*, vol. 11, no. 4, pp. 556–564, 2021.
- [18] P. Brockmeyer, B. Wiechens, and H. Schliephake, “The role of augmented reality in the advancement of minimally invasive surgery procedures: A scoping review,” *Bioengineering (Basel)*, vol. 10, no. 4, 2023.
- [19] M.-S. Kim *et al.*, “Deep-learning-based cerebral artery semantic segmentation in neurosurgical operating microscope vision using indocyanine green fluorescence videoangiography,” *Front. Neurobot.*, vol. 15, p. 735177, 2021.
- [20] K. Siemionow, C. Luciano, C. Forsthoefel, and S. Aydogmus, “Autonomous image segmentation and identification of anatomical landmarks from lumbar spine intraoperative computed tomography scans using machine learning: A validation study,” *J. Craniovertebr. Junction Spine*, vol. 11, no. 2, p. 99, 2020.
- [21] R. T. Peña, “Cirugía robótica: ¿una tecnología disruptiva?” *Infodir*, vol. 0, no. 29, pp. 91–106, 2019.

- [22] R. Leon *et al.*, “Hyperspectral imaging benchmark based on machine learning for intraoperative brain tumour detection,” *NPJ Precis. Oncol.*, vol. 7, no. 1, p. 119, 2023.
- [23] E. Kotsifa and V. K. Mavroeidis, “Present and future applications of artificial intelligence in kidney transplantation,” *J. Clin. Med.*, vol. 13, no. 19, 2024.
- [24] T. Reza and S. F. H. Bokhari, “Partnering with technology: Advancing laparoscopy with artificial intelligence and machine learning,” *Cureus*, vol. 16, no. 3, p. e56076, 2024.
- [25] L. Czako *et al.*, “Exploring the practical applications of artificial intelligence, deep learning, and machine learning in maxillofacial surgery: A comprehensive analysis of published works,” *Bioengineering (Basel)*, vol. 11, no. 7, p. 679, 2024.
- [26] Y. Shen, S. Wang, Y. Shen, and J. Hu, “The application of augmented reality technology in perioperative visual guidance: Technological advances and innovation challenges,” *Sensors (Basel)*, vol. 24, no. 22, 2024.
- [27] U. Swaminathan and S. Daigavane, “Unveiling the potential: A comprehensive review of artificial intelligence applications in ophthalmology and future prospects,” *Cureus*, vol. 16, no. 6, p. e61826, 2024.
- [28] M. Daneshgar Rahbar, G. Pappas, and N. Jaber, “Toward intraoperative visual intelligence: Real-time surgical instrument segmentation for enhanced surgical monitoring,” *Preprints*, 2024.
- [29] B. Gültekin, E. Karabük, and M. F. Köse, “Hey siri! perform a type 3 hysterectomy. please watch out for the ureter! what is autonomous surgery and what are the latest developments?” *Journal of the Turkish-German Gynecological Association*, vol. 22, no. 1, pp. 58–70, 2021.
- [30] F. Gou, J. Liu, C. Xiao, and J. Wu, “Research on artificial-intelligence-assisted medicine: A survey on medical artificial intelligence,” *Diagnostics (Basel)*, vol. 14, no. 14, p. 1472, 2024.