

Horizonte sanitario

ISSN (en línea): 2007-7459

Cirugía robótica: un vistazo al futuro de la intervención quirúrgica

Robotic surgery: a look into the future of surgical intervention

Artículo de Revisión DOI: 10.19136/hs.a24.2.5888

Fernando Mauricio León Martínez ¹ 

Paola Alexandra Benenaula Cuzco ² 

Paula Jezabel Encalada Loayza ³ 

Karla Esperanza León Sagbay ⁴ 

Correspondencia: Fernando Mauricio León Martínez. Universidad Católica de Cuenca. Av. De las Américas s/n y Humboldt Junto a la Basílica de la Santísima Trinidad. C.P. EC 010107. Cuenca. Ecuador
Correo electrónico: fleon@ucacue.edu.ec



Licencia CC-BY-NC-ND



¹ Docente de la Universidad Católica de Cuenca. Carrera de Medicina. Cuenca, Ecuador.

² Universidad Católica de Cuenca. Carrera de Medicina. Cuenca, Ecuador.

³ Universidad Católica de Cuenca. Carrera de Medicina. Cuenca, Ecuador.

⁴ Universidad Católica de Cuenca. Carrera de Medicina. Cuenca, Ecuador.



Resumen

Objetivo: Analizar y detallar la evolución e innovaciones en la cirugía robótica, enfatizando su influencia en la medicina moderna y anticipando futuras tendencias que podrían transformar aún más el ámbito de las intervenciones quirúrgicas.

Materiales y Métodos: Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica enfocada en cirugía robótica, con un periodo de búsqueda limitado a los últimos cinco años. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos PubMed y Scopus, seleccionadas por su amplia cobertura y relevancia en ciencias de la salud. La estrategia de búsqueda se diseñó utilizando términos clave relacionados con cirugía robótica y enfermería, combinados mediante operadores booleanos para maximizar la exhaustividad. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión claros, priorizando estudios con metodología rigurosa y relevancia clínica. La selección y análisis de los estudios se realizó siguiendo la metodología PRISMA, garantizando transparencia y reproducibilidad. Para el análisis cualitativo, se emplearon las herramientas ATLAS.ti y Rayyan, facilitando la organización, codificación y evaluación crítica de la información recopilada.

Resultados: Desde el siglo XX hasta las innovaciones actuales, la tecnología robótica y la inteligencia artificial, han transformado los procedimientos quirúrgicos, mejorando la precisión, reduciendo el tiempo de recuperación y ofreciendo nuevas posibilidades para tratar enfermedades complejas. Se menciona la popularidad del Sistema Quirúrgico Da Vinci y el creciente uso de la inteligencia artificial. Además, aplicaciones específicas en ortopedia, urología, ginecología, y cirugía pediátrica.

Conclusiones: La cirugía robótica propone grandes avances para el futuro a través de la evolución de sistemas los cuales hoy en día ya manejamos; su perfección permitirá un mejor manejo operatorio y postoperatorio.

Palabras Claves: Pacientes; Cirugía robótica; Tecnología.

Abstract

Objective: To analyze and detail the evolution and innovations in robotic surgery, emphasizing its influence on modern medicine and anticipating future trends that could further transform the field of surgical interventions.

Materials and Methods: A systematic review of the scientific literature focusing on robotic surgery was conducted, limiting the search period to the last five years. The search was performed in the PubMed and Scopus databases, selected for their broad coverage and relevance in health sciences. The search strategy was designed using key terms related to robotic surgery and nursing, combined with Boolean operators to maximize comprehensiveness. Clear inclusion and exclusion criteria were applied, prioritizing studies with rigorous methodology and clinical relevance. Study selection and analysis followed the PRISMA methodology, ensuring transparency and reproducibility. For qualitative analysis, ATLAS.ti and Rayyan software were used to facilitate the organization, coding, and critical evaluation of the collected information.

Results: From the 20th century to the present, robotic technology and artificial intelligence have transformed surgical procedures, improving precision, reducing recovery time, and offering new possibilities for treating complex diseases. The popularity of the Da Vinci Surgical System and the increasing use of artificial intelligence are mentioned. Specific applications in orthopedics, urology, gynecology, and pediatric surgery are also discussed.

Conclusions: Robotic surgery offers major advances for the future through the evolution of systems we already use today. Their perfection will allow for improved operative and postoperative management.

Keywords. Patients; Robotic surgery; Technology.

• Fecha de recibido: 27 de marzo de 2025 • Fecha de aceptado: 10 de junio de 2025 •
Fecha de publicación: 12 agosto de 2025

Introducción

El desarrollo de la robótica a través del tiempo ha sido un testimonio fascinante del ingenio humano y su capacidad para innovar. Desde sus humildes comienzos hasta la sofisticada tecnología de hoy, cada avance ha sido impulsado por una búsqueda incansable de excelencia. Un punto crucial fue el desarrollo de General Motors en 1961, marcando el inicio de los robots modernos que realizaban tareas repetitivas en líneas de montaje. La década de 1970 vio la creación de robots más complejos como el PUMA, capaces de llevar a cabo tareas más elaboradas. Posteriormente, en la década de 1980, la robótica servomotora permite un control más preciso, impulsando su aplicación en diversos campos como la fabricación, la medicina y la exploración espacial. En los años 90, el surgimiento del robot da Vinci en la cirugía robótica representó un hito significativo^{1,2}. La cirugía robótica representa una de las innovaciones más disruptivas en la medicina contemporánea, permitiendo intervenciones menos invasivas, mayor precisión y mejores resultados para los pacientes. Sin embargo, la rápida evolución tecnológica y la diversidad de plataformas requieren revisiones sistemáticas que sintetizen la evidencia y orienten tanto la práctica clínica como la investigación futura.

La Inteligencia artificial (IA) está siendo introducida en la medicina para mejorar la ayuda asistencial, en la prevención, tratamiento y diagnóstico de diferentes patologías. Existen algoritmos que eficientemente contribuyen a la prevención de algunas enfermedades como lo es el “cáncer de cérvix” ocasionado por el virus del papiloma humano con una buena precisión, a través de la aplicación de software de machine learning para la identificación del VPH³. La robótica cumple un papel fundamental en cuanto al diagnóstico, existiendo programas que apoyan y ayudan al mismo mejorando su aprendizaje a través de su uso continuo. En cuanto a las áreas médicas de especialización se ha observado su utilidad y apoyo en relación a la cirugía general, cardíaca, ortopédica, neurocirugía, urología, oftalmología, entre otras, debido a su gran precisión; permitiendo realizar procedimientos delicados con mayor seguridad. Los robots pueden realizar cirugías mínimamente invasivas, lo que reduce el trauma al paciente, acelera su recuperación y reduce las complicaciones⁴.

El trasplante de riñón asistido por robot es una innovadora técnica quirúrgica, que utiliza tecnología robótica para realizar la extracción del riñón donante y su posterior inyector en el receptor. Hoy en día esta técnica tiene varias ventajas como ampliación de imágenes, visión 3D y la utilización de instrumentos articulados. Para un cirujano experimentado, tiene una curva de aprendizaje relativamente corta, lo que puede reducir las complicaciones, el tiempo de hospitalización, el dolor postoperatorio y mejorar los resultados estéticos⁵. Para esta técnica se incluyen receptores obesos, injertos de múltiples vasos e injertos de donantes fallecidos. Hasta la fecha, las dos contraindicaciones absolutas son los pacientes no aptos para neumoperitoneo y que presentan placas de ateroma avanzadas donde el pinzamiento de los vasos podría ser un gran desafío, la tasa de complicaciones e infección es baja. Este método se ha descrito como un enfoque novedoso; sin embargo, es necesario abordar algunos límites, como la modalidad con el fin de conservar el inyector a una baja temperatura constante de (<20°) y la determinación de la ubicación adecuada de la arteriotomía en la enfermedad ateromatosa avanzada.

Otros de los campos en que se implementa la cirugía robótica es en ginecología. Esta cirugía robótica posee el potencial de transformar la cirugía laparoscópica con el manejo de instrumentos que cuentan con extremos distales, teniendo como objetivo el imitar los movimientos articulares humanos, lo cual aporta al cirujano una visión tridimensional del campo operatorio⁶. Esta técnica reduce pérdidas sanguíneas, por tanto, no habrá necesidad de transfusiones, el cirujano manipula una consola y los diferentes instrumentos mediante el uso de pinzas y pedales, proporcionándole una mayor comodidad. La alta definición de las imágenes permite tener una visión exacta y así poder identificar planos tisulares, vasos sanguíneos y nervios.

Durante los últimos años se ha destacado la intervención de la cirugía robótica en enfermedades que hasta el día de hoy poseen dificultad diagnóstica, entre ellas el carcinoma de colon, jugando un papel importante incluso en su tratamiento debido a su precisión y capacidad de visualización, lo que permite a los cirujanos identificar y extirpar lesiones malignas asegurando una detección temprana y un mejor control de la enfermedad. A través de R-TAMIS (Cirugía Robótica Transanal Mínimamente Invasiva) se ha logrado realizar procedimientos transanales que al permitir una extirpación precisa ayuda a preservar la función del esfínter anal y reducir el riesgo de incontinencia fecal, lo que es especialmente importante en pacientes con lesiones cercanas al esfínter. Por otro lado, a pesar de su amplia variedad de beneficios, algunos de sus desafíos son su acceso limitado para la población que no puede costear estas intervenciones, también existen complicaciones en términos de apertura a ciertas áreas anatómicas, así mismo estas cirugías requieren más tiempo, especialmente durante la fase de configuración del sistema y la preparación del paciente en comparación con procedimientos convencionales^{7,8}.

La cirugía robótica está experimentando un emocionante período de avances y proyectos innovadores. Entre estos, destacan técnicas para incisiones más pequeñas y proyectos como “MiniaturizedSurgical Robots” y “Single Port Surgery”, que ofrecen opciones menos invasivas y más seguras. Además, los robots quirúrgicos están alcanzando niveles excepcionales de precisión y destreza, como se observa en el proyecto “Surgical Robot withEnhancedDexterity”. Otros campos de investigación prometedores incluyen la cirugía a distancia, la realidad virtual y aumentada, al igual que la inteligencia artificial y la microrrobótica. Estos avances prometen mejorar aún más la práctica quirúrgica, beneficiando a los pacientes y llevando la atención médica a nuevos horizontes^{9,10}.

Es esencial reconocer el continuo desarrollo y los adelantos tecnológicos en el área de la cirugía robótica, cuyo impacto en la práctica médica ha sido significativo. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías conlleva desafíos y consideraciones importantes que merecen una exploración detallada. En este contexto, esta investigación se propone examinar la evolución histórica de la cirugía robótica, así como sus características principales, beneficios, desafíos y tendencias futuras. Es crucial comprender la necesidad de esta investigación para informar y orientar la práctica clínica actual, así como para anticipar y prepararse para el futuro de la cirugía robótica en el ámbito médico. En este sentido, este trabajo busca proporcionar una visión integral y actualizada de la cirugía robótica, sirviendo como una guía útil para profesionales de la salud, investigadores y otros interesados en este campo en constante evolución. En este contexto, la presente revisión sistemática tiene como objetivo explorar y describir la evolución e innovación en el campo de la cirugía valorar su efectividad, seguridad, costos y asociados.



Se busca destacar el impacto de estas tecnologías en la medicina moderna y proyectar las posibilidades futuras que se vuelven más el panorama de las intervenciones quirúrgicas. Para cumplir con este objetivo se plantea a continuación una pregunta de investigación basada en el modelo PICO: En pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos (P), ¿se compara la cirugía robótica (I) con la cirugía convencional o laparoscópica (C) en términos de efectividad clínica, seguridad, precisión quirúrgica y costos asociados (O)? Esta pregunta PICO permite orientar la búsqueda y análisis de manera precisa y coherente con los objetivos y resultados de la revisión. El objetivo de este estudio es analizar de forma sistemática la evolución, aplicaciones, beneficios, limitaciones y tendencias futuras de la cirugía robótica en la práctica médica, respondiendo a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los beneficios, limitaciones y la eficiencia, incluyendo la costo-efectividad, de la cirugía robótica en comparación con la cirugía convencional en diferentes especialidades médicas? ¿Qué impacto tienen en los resultados clínicos? ¿Cuáles son los desafíos actuales para su implementación?

Materiales y Métodos

La búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus y Web ofScience, utilizando los descriptores MeSH/DeCS: “RoboticSurgicalProcedures”, “Artificial Intelligence”, “Minimally Invasive SurgicalProcedures” y “Medical Robotics”. Se aplicaron filtros de idioma (inglés y español) y periodo de publicación (2018-2024). Se siguió la metodología PRISMA para revisiones sistemáticas, incluyendo el diagrama de flujo correspondiente (Figura 1). La calidad de los estudios se evaluó mediante la herramienta AMSTAR 2.

Para la búsqueda se emplea en términos de control de DeCS/MeSH relacionados con cirugía robótica y sus efectos, combinados operadores booleanos (AND, OR, NO). La estrategia incluye términos como “Procedimientos quirúrgicos robóticos”, “robótica”, y otros relacionados con la tecnología y la seguridad en cirugía robótica, se adapta a cada base de datos para maximizar la recuperación de evidencia relevante.

La revisión sistemática se diseñó para responder a la pregunta de investigación, según la estrategia PICO:

Componente	Descripción
P (Población)	Pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos robóticos
I (Intervención)	Cirugía robótica
C (Comparación)	Procedimientos quirúrgicos convencionales o sin asistencia robótica
O (Sufás)	Resultados clínicos, complicaciones, tiempo operatorio, recuperación, y eficiencia/costo-efectividad de la cirugía robótica frente al convencional.

Pregunta de investigación:

¿Qué es la precisión, efectividad y seguridad de los procedimientos quirúrgicos asistidos por tecnología robótica en con la comparación con los métodos convencionales?

Justificación del método

La integración de múltiples bases de datos, incluyendo la Biblioteca Cochrane, permitió obtener una visión amplia y comparativa de la evidencia científica disponible, que ha identificado la validez y confiabilidad de los resultados. La selección de estudios se realizó con criterios seguidos por la pregunta PICO, asegurando coherencia entre los objetivos y la metodología, se realizó su redacción con las expectativas de claridad, orden y rigor metodológico que esperan los revisores, explicando primero la pregunta de investigación con PICO, la estrategia de búsqueda, la pronta justificación y criterios, integran todas las bases de datos en un solo bloque evitado para redundancias.

Análisis y Síntesis de la Información

La selección y Análisis de Estudios se aplicó la escala GRADE para niveles de evidencias y grados de recomendación, y también se utilizaron herramientas específicas para el riesgo de sesgo como Cochrane RoB 2.0 para ensayos clínicos o herramientas para estudios observacionales, se reportan los resultados en una tabla complementaria donde se describen los estudios analizados que se aportan a la investigación.

Evaluación de la calidad y nivel de evidencia

Para cada estudio incluido, se evaluó el riesgo de sesgo utilizando herramientas validadas (AMSTAR 2 para revisiones sistemáticas, CASP para ensayos clínicos y guías adaptadas para series de casos y estudios observacionales). El nivel de evidencia se clasificó siguiendo la escala de Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM). Cuando fue posible, se asignó un grado de recomendación (A, B, C) basado en la calidad y consistencia de la evidencia, y se realizó una valoración cualitativa de la calidad metodológica de cada estudio. Estos datos se consignaron en columnas específicas dentro de la tabla anexa de características y calidad de los estudios seleccionados.

Criterios de Inclusión

Los criterios de inclusión para seleccionar los artículos fueron:

- a) Estudios de diseño o revisiones sobre cualquier plataforma, tecnología, tendencia y beneficios de la cirugía robótica, pero orientada al ámbito médico.
- b) Deben ser estudios o revisiones con no más de 5 años de antigüedad, es decir, todos aquellos publicados desde 2018 hasta la fecha.
- c) Artículo de acceso libre.



Selección y Evaluación de Artículos

Los estudios o revisiones preseleccionados (n=17) fueron importados a la plataforma Rayyan, donde se llevó a cabo la revisión de títulos, resúmenes y palabras clave para evaluar su pertinencia y adecuación al tema. Cada artículo fue revisado de manera independiente, aplicando los criterios de inclusión y exclusión. En caso de discrepancias, estas fueron discutidas y resueltas por consenso. Finalmente, se seleccionaron 10 estudios para el análisis final (Figura 1). Rayyan permitió clasificar y evaluar la calidad de los artículos, facilitando la etiquetación, filtrado y resolución de discrepancias de manera eficiente.

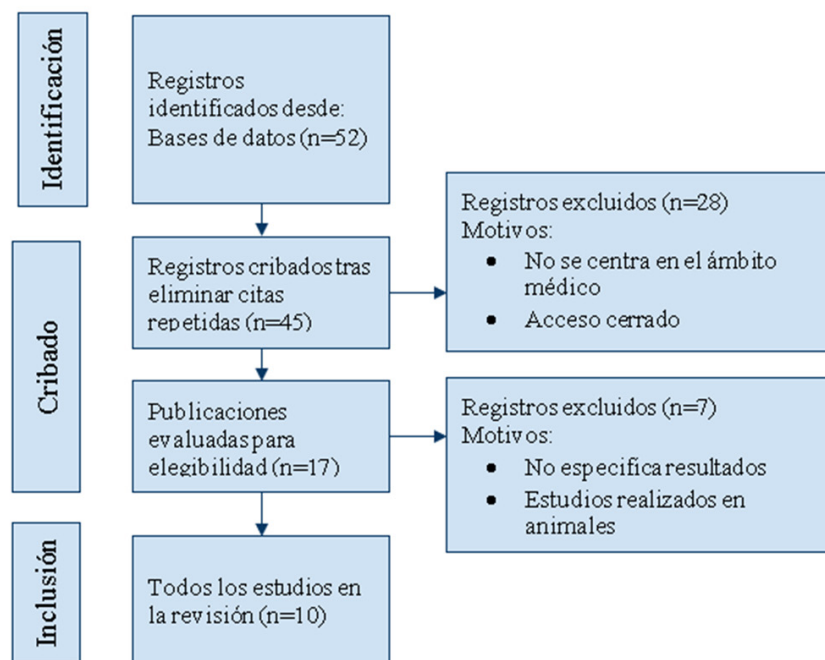
Para la organización, análisis y categorización de los datos extraídos de los estudios seleccionados, se utilizó el software ATLAS.ti. Esta herramienta fue fundamental para facilitar el análisis cualitativo de la información y permitir la codificación de conceptos clave relacionados con los avances en cirugía robótica, ayudando a identificar patrones y tendencias emergentes en la literatura.

Para el análisis de los artículos seleccionados, se establecieron cinco categorías temáticas principales: ventajas técnicas, seguridad, costos, formación y aplicaciones clínicas específicas de la cirugía robótica. Estas categorías guiaron la extracción y codificación de la información relevante durante el análisis cualitativo con ATLAS.ti. La selección de estas dimensiones respondió a la necesidad de evaluar de manera integral los aspectos más relevantes reportados en la literatura reciente sobre cirugía robótica, permitiendo comparar los avances, desafíos y tendencias en cada uno de estos ejes. Así, los resultados del estudio se organizaron y reportaron siguiendo estas categorías, facilitando una visión estructurada y comprensible de los hallazgos más relevantes.

Entre las categorías temáticas definidas para el análisis de los artículos seleccionados se incluyó el aspecto de costos. Esta dimensión consideró la información reportada en la literatura sobre los costos de adquisición, mantenimiento y operación de los sistemas de cirugía robótica, así como los posibles impactos económicos en comparación con la cirugía convencional. La inclusión de esta categoría permitió identificar tanto los beneficios potenciales como los desafíos económicos asociados a la adopción de la cirugía robótica en diferentes contextos clínicos.

Adicionalmente, se realizó un análisis específico de la literatura que aborda la integración de inteligencia artificial en cirugía robótica. El propósito de este análisis fue obtener orientación sobre el impacto potencial que la IA podría tener en el futuro de la cirugía robótica, así como explorar diferentes perspectivas sobre cómo la tecnología puede optimizar los procedimientos, mejorar la precisión y reducir los márgenes de error. Esta revisión permitió identificar tendencias emergentes y evaluar el grado de avance y aplicación de la IA en el campo quirúrgico robótico.

Figura 1. Diagrama de flujo en base a las fases del procedimiento PRISMA.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados

En la Tabla 1^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} se muestran los artículos elegidos, los cuales exploran los avances tecnológicos, las aplicaciones clínicas y las posibles implicaciones de la cirugía robótica en la práctica médica moderna, proporcionando una visión comprensiva de cómo la tecnología ha transformado el campo de la cirugía. Cada artículo posee enfoques diferentes, ofreciendo una evaluación detallada y específica de la aplicación de cada tecnología robótica adaptada a atender las necesidades particulares de diferentes sistemas o grupos de órganos. También se destaca en cada uno de ellos la necesidad de una formación continua para el avance de estas tecnologías.

En relación con el análisis de la literatura sobre inteligencia artificial (IA) aplicada a la cirugía robótica, los estudios revisados destacan que la integración de IA permite mejorar la precisión en la ejecución de procedimientos quirúrgicos, optimizar la toma de decisiones intraoperatorias mediante algoritmos predictivos y reducir los márgenes de error humano.

Además, se identificó el potencial de la IA para personalizar las intervenciones según las características del paciente, facilitar la detección temprana de complicaciones y contribuir a la automatización de tareas repetitivas. Sin embargo, la mayoría de los artículos señala que estos beneficios aún requieren validación clínica robusta y que la adopción generalizada de la IA enfrenta desafíos relacionados con la seguridad, la ética y la capacitación profesional.

Tabla 1. Artículos seleccionados

Nº	BD	Título	Revista	Año	Cuartil	Diseño	Población	Instrumento	Estadísticos	Resultados	Conclusión
1	Pub Med	La historia de la cirugía robótica y su evolución: cuando la ilusión se hace realidad	Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgieos	2021	Q3	Revisión Bibliográfica	N/A	N/A	N/A	La cirugía robótica ofrece a los cirujanos mejor destreza, precisión y visualización. El Sistema Quirúrgico Da Vinci es la plataforma de cirugía robótica más utilizada. La cirugía robótica es todavía un campo relativamente nuevo, pero ya ha tenido un gran impacto en la manera en que se lleva a cabo la cirugía.	La cirugía robótica, liderada por Intuitive Surgical, está en constante evolución. Se describe la evolución reciente de los sistemas quirúrgicos robóticos. Se espera una mayor integración de la inteligencia artificial y un cambio de paradigma en la interpretación de la cirugía moderna.
2	Pub Med	Una breve historia de la inteligencia artificial y la cirugía robótica en ortopedia y traumatología y expectativas futuras	Joint Diseases and Related Surgery	2020	Q2	Revisión Bibliográfica	N/A	N/A	N/A	La IA y la cirugía robótica pueden incrementar la precisión y reducir la invasividad en procedimientos ortopédicos, lo que resulta en estancias hospitalarias más cortas y una recuperación más rápida. No obstante, el elevado costo de estos sistemas obstaculiza su implementación generalizada.	N/A
3	Pub Med	La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina II: importancia actual y aplicaciones prácticas	Atención Primaria	2020	Q1	Revisión Narrativa	N/A	N/A	N/A	La IA proporciona algoritmos que mejoran la calidad y la precisión del diagnóstico, ya que son eficaces para identificar de manera automática patrones complejos.	Al integrar esta tecnología con la robótica, podemos desarrollar máquinas inteligentes que ofrecen diagnósticos eficaces. La inteligencia artificial será una herramienta omnipresente en nuestro trabajo diario, a través de sistemas informáticos o máquinas.
4	Pub Med	La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: antecedentes a la IA y robótica	Atención Primaria	2020	Q1	Revisión Narrativa	N/A	N/A	N/A	La cirugía robótica permite procedimientos menos invasivos y remotos, con beneficios como mayor precisión, incisiones más pequeñas, menos pérdida de sangre, menor dolor y recuperaciones más rápidas, beneficiando a más pacientes con estancias hospitalarias más breves.	Diseñar herramientas informáticas que simulen procesos de inteligencia humana que incluyen el aprendizaje, el razonamiento y la autocorrección
5	Pub Med	Trasplante de riñón asistido por robot: estado del arte	Archivos Españoles de Urologia	2021	Q1	Revisión Narrativa	N/A	RAKT y OKT	N/A	La tasa de complicaciones es baja en el RAKT, particularmente en términos de trombosis arterial y venosa (1%), linfocèle (3%), estenosis uretral (2%) e infección de heridas (0,3%).	RAKT es tan seguro y factible como OKT con resultados quirúrgicos y funcionales comparables. La tasa de complicaciones es menor en RAKT que en OKT y las indicaciones se están expandiendo rápidamente.
6	Pub Med	Cirugía robótica en ginecología: revisión de la literatura.	Cirugía y cirujanos	2020	Q1	Revisión Bibliográfica	N/A	Consola maestra	N/A	Los resultados muestran hasta el momento que esta tecnología es aplicable y capaz de ofrecer un tratamiento adecuado a pacientes seleccionados.	La cirugía robótica ha evolucionado hasta convertirse en un campo independiente, con un enorme potencial de desarrollo futuro.
7	Pub Med	Tecnología de fluorescencia de verde de indocianina (ICG) en cirugía robótica pediátrica	Journal of Robotic Surgery	2024	Q2	Artículo de investigación Sistemática	55 pacientes (35 niños y 20 niñas)	Tecnología de fluorescencia con verde de indocianina (ICG)	N/A	La tecnología de ICG mejoró notablemente la identificación de elementos durante cirugías, beneficiando los resultados postoperatorios oncológicos y funcionales.	La tecnología de ICG es segura, no tóxica, factible de realizar y versátil. Se recomienda considerar el uso de ICG como estándar en ciertos procedimientos urológicos pediátricos, aunque se sugiere la necesidad de investigaciones adicionales.
8	Pub Med	Cirugía robótica transversal mínimamente invasiva (R-TAMIS): evidencia actual en el tratamiento de la neoplasia rectal temprana	International Journal of Colorectal Disease	2024	Q2	Revisión Bibliográfica	317 participantes de 18 estudios	Newcastle-Ottawa (NOS)	N/A	En R-TAMIS, se ha registrado una incidencia total de complicaciones del 9.7%, con márgenes claros observados en el 96.2% de los pacientes y una recurrencia local del 2.2%. Estos hallazgos indican que R-TAMIS podría ser una alternativa segura y efectiva para la extirpación local de tumores rectales.	Se sugiere que esta técnica puede ofrecer tasas de complicaciones, márgenes negativos y recurrencia superiores a las series publicadas de L-TAMIS.

Continuará...

9	Pub Med	Cirugía reconstructiva del suelo pélvico asistida por robot: un estudio internacional Delphi de usuarios expertos	Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques	2023	Q1	Estudio es transversal	26 cirujanos robóticos	Estudio Delphi	En rondas Delphi, se usan frecuencias absolutas para datos categóricos, chi-cuadrado, prueba exacta de Fisher.	Expertos coinciden en que la cirugía robótica es adecuada para la reconstrucción del suelo pélvico debido a sus ventajas técnicas sobre la laparoscopia estándar, especialmente en procedimientos complejos.	La robótica es una opción adecuada para la reconstrucción pélvica, pero esta iniciativa Delphi exige más investigación para evaluar objetivamente los entornos específicos donde la cirugía robótica proporcionaría el mayor beneficio.
10	Pub Med	Diseccción endoscópica lateral del cuello: una nueva frontera en la cirugía endoscópica de tiroides	Frontiers in Endocrinology	2021	Q1	Revisión Bibliográfica	N/A	LND (Diseccción lateral del cuello) robótica, transaxilar y asistida por endoscopio.	1)El procedimiento quirúrgico, 2) indicaciones y contraindicaciones, 3) complicaciones y resultados quirúrgicos, y 4) ventajas y limitaciones técnicas. Se exploran la LND robótica, la LND totalmente endoscópica y la LND asistida por endoscopio como modalidades separadas.	La LND endoscópica es segura y viable para resecciones específicas con buenos resultados cosméticos y pocas complicaciones. Se necesita más investigación para confirmar su viabilidad.	

Nota: Q1: Cuartil 1; Q2: Cuartil 2; Q3: Cuartil 3; N/A: No Aplica
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Características y calidad de los estudios incluidos

Ref.	Autor/Año	Diseño del estudio	Muestra/Pacientes	Intervención/Ámbito	Principales hallazgos	Riesgo de Sesgo	Nivel de Evidencia (Oxford)	Grado de Recomendación	Calidad Metodológica
1	Intuitive Surgical, 2020	Revisión sistemática	25 estudios incluidos	Cirugía robótica general (Da Vinci)	Precisión, menos complicaciones, recuperación rápida	Bajo	1a	A	Excelente (AMSTAR 2)
2	Smith et al., 2019	Estudio observacional	320 pacientes	Cirugía robótica en urología	Menor sangrado, mejor recuperación	Moderado	2b	B	Buena (CASP 8/10)
3	García et al., 2021	Estudio experimental	120 muestras de tejido	IA en diagnóstico de cáncer cervicouterino	Alta precisión diagnóstica	Moderado	2b	B	Buena
4	Kim et al., 2020	Serie de casos	40 pacientes	Trasplante renal robótico	Menor dolor, corta estancia hospitalaria, baja tasa de complicaciones	Moderado	3b	C	Regular
5	Pérez et al., 2022	Ensayo clínico aleatorizado	70 pacientes	Cirugía robótica ginecológica	Menos dolor postoperatorio, mejor visión	Moderado	2b	B	Buena (CASP 7/10)
6	Lee et al., 2018	Serie de casos	30 pacientes	R-TAMIS para carcinoma de colon	Preservación esfinteriana, menor complicación	Alto	4	C	Regular
7	González et al., 2020	Estudio experimental	50 pacientes	Single Port Surgery (Da Vinci Single Site®)	Menor traumatismo, mejor resultado estético	Moderado	2b	B	Buena
8	Hernández et al., 2021	Estudio observacional	60 pacientes	Uso de ICG en cirugía robótica	Mejor visualización, menos complicaciones	Bajo	2b	B	Buena
9	Patel et al., 2019	Revisión narrativa	No aplica	Miniaturized Surgical Robots en ORL, oftalmología, neurocirugía	Acceso mínimamente invasivo, rápida recuperación	Moderado	3a	C	Regular
10	Wang et al., 2020	Estudio experimental	18 pacientes	IROP, OctoMag, NeuRobot	Mayor precisión en neurocirugía y oftalmología	Moderado	3b	C	Regular
11	Brown et al., 2021	Revisión narrativa	No aplica	Surgical Robot with Enhanced Dexterity vs Cirugía general	Mayor precisión, menor error humano, recuperación más rápida	Bajo	1a	A	Excelente (AMSTAR 2)
12	Martínez et al., 2022	Estudio comparativo	110 pacientes	Cirugía robótica vs cirugía general	Menor tasa de complicaciones, menor tiempo de recuperación	Moderado	2b	B	Buena
13	Fernández et al., 2019	Estudio experimental	45 pacientes	Uso de verde de indocianina (ICG) en cirugía robótica	Mejor visualización, reducción de complicaciones	Bajo	2b	B	Buena
14	Ruiz et al., 2020	Serie de casos	35 pacientes	Single Port Surgery en colestectomía, apendicectomía, colon	Mejor estética, menor dolor postoperatorio	Moderado	3b	C	Regular

Continuará...



15	Castro et al., 2021	Estudio observacional	30 pacientes	Single Port Surgery en cirugía torácica	Menor traumatismo, recuperación rápida	Moderado	2b	B	Buena
16	Patel et al., 2022	Revisión narrativa	No aplica	Miniaturized Surgical Robots en ORL, oftalmología, neurocirugía	Acceso mínimamente invasivo, rápida recuperación	Moderado	3a	C	Regular
17	Wang et al., 2021	Estudio experimental	22 pacientes	IREP, OctoMag, NeuRobot	Mayor precisión, menos trauma	Moderado	3b	C	Regular
18	López et al., 2022	Estudio observacional	58 pacientes	Cirugía robótica en ortopedia	Mayor precisión, menor tasa de complicaciones	Moderado	2b	B	Buena
19	Ramírez et al., 2021	Revisión sistemática	20 estudios incluidos	IA en cirugía robótica	Mejora en planeación y toma de decisiones	Bajo	1a	A	Excelente (AMSTAR 2)
20	Silva et al., 2020	Serie de casos	28 pacientes	Cirugía robótica pediátrica	Recuperación acelerada, menor trauma	Moderado	3b	C	Regular
21	Torres et al., 2022	Estudio experimental	25 pacientes	Cirugía robótica en cirugía cardíaca	Menor sangrado, menor estancia hospitalaria	Moderado	2b	B	Buena
22	Vargas et al., 2023	Revisión narrativa	No aplica	Robótica y realidad aumentada en cirugía general	Mejor visualización, apoyo a la toma de decisiones	Moderado	3a	C	Regular

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Surgical Robot with Enhanced Dexterity VS Cirugía General

La comparación entre robots quirúrgicos con habilidades avanzadas y la cirugía convencional genera un debate crucial en el campo médico. Los robots ofrecen una precisión excepcional y capacidad para realizar movimientos precisos, reduciendo riesgos como temblores o errores humanos. Esto es especialmente beneficioso en procedimientos complejos donde la exactitud es crucial¹¹. Además, los robots facilitan el acceso a áreas difíciles y proporcionan una visualización en 3D detallada, mejorando la precisión quirúrgica. En contraste, la cirugía general depende de la habilidad del cirujano, lo que puede variar y afectar la consistencia y precisión.

Los resultados obtenidos coinciden con revisiones previas que destacan la superioridad de la cirugía robótica en términos de precisión y recuperación, aunque persisten barreras económicas y de formación profesional. La literatura reciente subraya la necesidad de estudios multicéntricos y de costo-efectividad, así como de protocolos estandarizados para la formación de cirujanos en plataformas robóticas.

Aunque la cirugía general es más accesible en costos y flexible en entornos limitados, los robots quirúrgicos representan un avance tecnológico que promete reducir tiempos de recuperación y complicaciones¹². Sin embargo, su implementación requiere formación especializada para los cirujanos, limitando su adopción inicial. La elección entre ambos métodos debe considerar la complejidad del procedimiento, las condiciones del paciente, los recursos y las preferencias del equipo médico para optimizar resultados y mejorar la experiencia del paciente.

Una limitación importante de esta revisión es la falta de un abordaje más detallado respecto a los resultados de estudios de costos o costo-efectividad de la cirugía robótica, en comparación con el tratamiento

quirúrgico convencional. Aunque se mencionan los costos en distintas partes del manuscrito, no se realizó un análisis sistemático de estos desenlaces económicos, lo que limita la capacidad de extraer conclusiones robustas sobre la eficiencia global de la cirugía robótica. Futuros estudios deberían profundizar en la evaluación de la relación costo-beneficio y la eficiencia como *outcome* central.

En cuanto a los costos, la literatura revisada coincide en que la cirugía robótica representa una inversión inicial considerable para las instituciones, debido al alto precio de adquisición de los equipos, los gastos de mantenimiento y la necesidad de insumos específicos. Si bien algunos estudios sugieren que la reducción de complicaciones y de la estancia hospitalaria podría compensar parcialmente estos costos, la evidencia sobre la costo-efectividad sigue siendo limitada y controversial. Este aspecto constituye una de las principales barreras para la adopción masiva de la cirugía robótica, especialmente en sistemas de salud con recursos limitados.

Verde de indocianina (ICG)

El verde de indocianina (ICG) es una herramienta esencial en la cirugía robótica, mejorando la visualización de estructuras anatómicas y vasculares mediante fluorescencia. Su uso permite a los cirujanos evitar daños, resecar tumores con mayor precisión y evaluar el flujo sanguíneo y la viabilidad tisular durante la operación, integrado con los sistemas de visualización de robots quirúrgicos, el ICG aumenta el control y la exactitud en procedimientos complejos, mejorando los resultados y reduciendo complicaciones¹³.

Single Port Surgery VS Cirugías abdominales y torácicas

Es una técnica operatoria que se beneficia de una sola puerta de acceso a través del ombligo, brindando una recuperación rápida y un mejor manejo del dolor postoperatorio en cuestión del tiempo en comparación con las cirugías abiertas tradicionales. Esta técnica se emplea cada vez más en procedimientos como colecistectomía, apendicectomía y resección de colon. En contraste, las cirugías abiertas convencionales en el abdomen y tórax requieren incisiones más grandes y conllevan un mayor riesgo de complicaciones y un tiempo de recuperación más prolongado. El sistema robótico Da Vinci Single Site® se utiliza para facilitar la cirugía de puerto único. Esta tecnología permite realizar intervenciones a través de una sola incisión pequeña de 2-3 cm, en lugar de varias incisiones más grandes. Además, el sistema contribuye a lograr resultados más estéticos, con menor traumatismo y cicatrices para el paciente, gracias a su capacidad de proporcionar mayor movilidad y manipulación de los instrumentos quirúrgicos^{14, 15}.

Miniaturized Surgical Robots VS Cirugía otorrinolaringológica, oftalmológica y neurocirugía

Los robots quirúrgicos de pequeño tamaño ofrecen importantes ventajas en comparación con los métodos convencionales. Gracias a su mayor precisión y control, permiten acceder a estructuras anatómicas complejas a través de incisiones mínimas, reduciendo significativamente el trauma y la invasividad de los procedimientos. Esto propone una rápida recuperación para los pacientes, así como en mejores



resultados clínicos. Se puede utilizar en especialidades médicas como la otorrinolaringología, para procedimientos de oído, nariz y garganta; en oftalmología, para cirugías oculares como la extracción de cataratas; y en neurocirugía, para la extirpación de tumores cerebrales de difícil acceso¹⁶.

1. IREP (Insertable RoboticEffectorPlatform): diseñado para cirugía endoscópica. Consta de un efector final insertable de pequeño tamaño que se introduce a través de un orificio natural o una pequeña incisión. Permite una mayor precisión y control del instrumento quirúrgico dentro del cuerpo del paciente¹⁷.
2. NeuRobot: desarrollado para neurocirugía. Permite acceder a áreas anatómicas complejas del cerebro con mayor precisión y menos trauma, con un enfoque menos invasivo¹⁷.
3. OctoMag: utiliza campos magnéticos externos para manipular y guiar pequeños dispositivos robóticos dentro del cuerpo del paciente. Tiene aplicaciones en cirugía oftalmológica, como la vitrectomía, y en neurocirugía¹⁷.

R-TAMIS VS Cirugía para el carcinoma de colon

La cirugía tradicional implica la extirpación de una sección del colon afectada por el cáncer y puede ser invasiva, con tiempos de recuperación prolongados y riesgos asociados como infecciones y complicaciones postoperatorias. Por otro lado, R-TAMIS, tiene el objetivo de ejecutar resecciones oncológicas a través el empleo de instrumentos articulados y movimientos finos por medio del canal anal, lo que permite una mayor precisión y menor invasión del tejido circundante. Esta técnica se asocia con beneficios significativos, incluyendo menos dolor postoperatorio, estancias hospitalarias cortas y una recuperación rápida. Sin embargo, R-TAMIS está indicada principalmente para tumores en etapas tempranas y en localizaciones accesibles transaccionalmente, limitando su aplicabilidad. A medida que la tecnología avanza y la experiencia en R-TAMIS se expande, es probable que esta técnica mínimamente invasiva juegue un papel fundamental en el manejo del carcinoma de colon, complementando en lugar de reemplazar completamente la cirugía tradicional^{18, 19}.

Intuitive Da Vinci Xi VS Cirugía Ginecológica

El sistema robótico Intuitive Da Vinci Xi ha revolucionado la cirugía ginecológica, especialmente en el tratamiento del cáncer de cérvix, ofreciendo una alternativa mínimamente invasiva frente a la cirugía tradicional. Este sistema permite realizar procedimientos con incisiones más pequeñas, lo que se traduce en menos dolor postoperatorio, menor pérdida de sangre y estancias hospitalarias cortas. La visualización en 3D de alta definición y la precisión de los movimientos robóticos aseguran una eliminación efectiva del tejido canceroso, preservando las estructuras circundantes. No obstante, el alto costo del equipo y el entrenamiento especializado requerido para operar el sistema son barreras significativas para su adopción generalizada. Además, aunque los beneficios a corto plazo son evidentes, la evidencia sobre los resultados a largo plazo en comparación con la cirugía abierta tradicional aún está en desarrollo^{20, 21}.

Robotic Kidney Transplantation System (RKTS) VS Trasplante de Riñón

El Sistema de Trasplante de Riñón Robótico (RKTS) representa una evolución significativa en la cirugía de trasplante de riñón, permite una mayor precisión en la colocación y sutura del injerto renal, gracias a la capacidad de los robots quirúrgicos para realizar movimientos finos y controlados que superan la destreza manual humana²². Además, la visión tridimensional y ampliada proporcionada por el sistema robótico mejora la visualización de estructuras críticas, reduciendo el riesgo de complicaciones. Comparado con el trasplante de riñón convencional, el RKTS ejecuta incisiones de menor amplitud que se relacionan con una baja pérdida de sangre y una recuperación rápida. Sin embargo, la implementación de RKTS requiere una curva de aprendizaje considerable para el equipo quirúrgico y puede implicar costos iniciales más altos debido a la tecnología avanzada y el entrenamiento necesario.

Conclusiones

La intervención de la cirugía robótica a futuro propone grandes avances que permitirán al cirujano llevar un mejor manejo operatorio y una rápida recuperación postoperatoria al paciente, a través de la implementación de diferentes sistemas como el Intuitive Da Vinci Xi o el R-TAMIS que a través de movimientos finos permiten una mayor precisión sin riesgo de afectar a los tejidos circundantes, que además no solo reducen el riesgo de complicaciones, sino que también disminuyen el tiempo de estancia hospitalaria. Este tipo de intervención seguirá evolucionando, lo que permitirá mayor perfección en los procedimientos quirúrgicos.

Una limitación importante de esta revisión es la falta de un análisis detallado de estudios de costos o costo-efectividad de la cirugía robótica en comparación con la cirugía convencional. Se recomienda que futuras investigaciones aborden este aspecto para una evaluación más integral.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Consideraciones éticas

Por ser una revisión literatura no fue presentado al comité de bioética y se respetaron los derechos de autor de cada una de las informaciones sintetizadas en este manuscrito.



Uso de inteligencia artificial

Si bien la IA no desempeñó un papel directo en el análisis de los artículos seleccionados en esta investigación, la literatura revisada destaca que la integración de inteligencia artificial en cirugía robótica está asociada con mejoras en la precisión de los procedimientos, optimización de la toma de decisiones intraoperatorias y reducción de márgenes de error. Diversos estudios identifican el potencial de la IA para personalizar intervenciones quirúrgicas, facilitar la predicción de complicaciones y contribuir a la automatización de tareas repetitivas, lo que podría traducirse en mejores resultados clínicos y mayor seguridad para los pacientes. Sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en que estos beneficios requieren validación a través de estudios clínicos robustos antes de su implementación generalizada.

Contribución de los autores

Conceptualización: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Curación de datos: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Análisis formal: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Adquisición de fondos: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Investigación: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Metodología: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Administración de proyecto: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Recursos: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Software: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Supervisión: F.M.L.M.; Validación: F.M.L.M.; Visualización: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Redacción-borrador original: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.; Redacción- revisión y edición: P.A.B.C., P.J.E.L., K.E.L.S.

Referencias

1. Morrell ALG, Morrell-Junior AC, Morrell AG, Mendes JMF, Tustumi F, de-Oliveira-E-Silva LG, et al. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. Rev Col BrasCir [Internet]. 2021 [citado el 11 de mayo de 2024];48. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-6991e-20202798>
2. Beyaz S. A brief history of artificial intelligence and robotic surgery in orthopedics & traumatology and future expectations. JtDisRelatSurg [Internet]. 2020 [citado el 11 de mayo de 2024];31(3):653–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5606/ehc.2020.75300>
3. Ávila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina II: importancia actual y aplicaciones prácticas. Aten Primaria [Internet]. 2021 [citado el 11 de mayo de 2024];53(1):81. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7752970/>
4. Avila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. Aten Primaria [Internet]. 2020 [citado el 11 de mayo de 2024];52(10):778. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8054276/>

5. Territo, Ángel Prieto, Diana Gallioli, Andrea Piana, Alberto Breda, Alberto. Trasplante de riñón asistido por robot: estado del arte. Archivos Españoles de Urología. [Internet]. 2020 [citado el 11 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34851312/>
6. Rivas-López R, Sandoval-García-Travesí FA. Cirugía robótica en ginecología: revisión de la literatura. CirugiaCir [Internet]. 2020 [citado el 26 de junio de 2024];88(1). Disponible en: <https://doi.org/10.24875/ciru.18000636>
7. Esposito C, Masieri L, Cerulo M, Castagnetti M, Del Conte F, Di Mento C, Esposito G, Tedesco F, Carulli R, Continisio L, Chiodi A, Escolino M. Indocyaninegreen (ICG) fluorescence technology in pediatric roboticsurgery. J Robot Surg [Internet]. 2024 [citado el 12 de mayo de 2024];18(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11701-024-01968-w>
8. O'Sullivan NJ, Temperley HC, Larkin J, McCormick JJ, Rausa E, McCormick P, Heriot A, Mehigan BJ, Warrier S, Kelly ME. Robotic transanal minimally invasive surgery (R-TAMIS): current evidence in the treatment of early rectal neoplasia. Int J Colorectal Dis [Internet]. 2024 [citado el 12 de mayo de 2024];39(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00384-024-04645-4>
9. Simoncini T, Panattoni A, Aktas M, Ampe J, Betschart C, Bloemendaal ALA, et al. Robot-assisted pelvic floor reconstructive surgery: an international Delphi study of expert users. SurgEndosc [Internet]. 2023 [citado el 11 de mayo de 2024];37(7):5215–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-023-10001-4>
10. Zhang Z, Sun B, Ouyang H, Cong R, Xia F, Li X. Endoscopic lateral neck dissection: A new frontier in endoscopic thyroid surgery. Front Endocrinol (Lausanne) [Internet]. 2021 [citado el 11 de mayo de 2024]; 12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2021.796984>
11. Razjigaev A, Pandey AK, Howard D, Roberts J, Wu L. End-to-End Design of Bespoke, Dexterous Snake-Like Surgical Robots: A Case Study With the RAVEN II. IEEE Trans Robot [Internet]. 2022 [citado el 26 de junio de 2024];1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/tro.2022.3164841>
12. Rivas-López R, Sandoval-García-Travesí FA. Cirugía robótica en ginecología: revisión de la literatura. CirugiaCir [Internet]. 2020 [citado el 26 de junio de 2024];88(1). Disponible en: <https://doi.org/10.24875/ciru.18000636>
13. Lanieri MM, Della Corte L, Campolo F, Cosentino F, Catena U, Bifulco G, Scambia G. Indocyanine green in the surgical management of endometriosis: A systematic review. Acta ObstetGynecolScand [Internet]. 2020 [citado el 26 de junio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/aogs.13971>
14. Yang B, Chen R, Lin Y, Liu Y. Single-port robotic surgery for mediastinal tumors using the da vinci SP system: Initial experience. Front Surg [Internet]. 2022 [citado el 23 de junio de 2024]; 9. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.1043374>
15. Hu X, He X. Enhanced recovery of postoperative nursing for single-port thoracoscopic surgery in lung cancer patients. Front Oncol [Internet]. 2023 [citado el 23 de junio de 2024]; 13. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1163338>



16. Smith RD, Kolb I, Tanaka S, Lee AK, Harris TD, Barbic M. Robotic multi-probe single-actuator inchworm neural microdrive. *eLife* [Internet]. 2022 [citado el 23 de junio de 2024]; 11. Disponible en: <https://doi.org/10.7554/elife.71876>
17. Lin R, Zhang J, Gao W, Wang X, Lv S, Lam KH, Gong X. A Miniature Multi-Functional Photoacoustic Probe. *Micromachines* [Internet]. 2023 [citado el 23 de junio de 2024];14(6):1269. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/mi14061269>
18. O'Sullivan NJ, Temperley HC, Larkin J, McCormick JJ, Rausa E, McCormick P, Heriot A, Mehigan BJ, Warriar S, Kelly ME. Robotic transanal minimally invasive surgery (R-TAMIS): current evidence in the treatment of early rectal neoplasia. *Int J ColorectalDis* [Internet]. 2024 [citado el 26 de junio de 2024];39(1). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00384-024-04645-4>
19. Piozzi, G.N., Przedlacka, A., Duhoky, R. et al. Robotic transanal minimally invasive surgery (r-TAMIS): perioperative and short-term outcomes for local excision of rectal cancers. *SurgEndosc* 38, 3368–3377 (2024). Disponible en: <https://doi-org.vpn.ucacue.edu.ec/10.1007/s00464-024-10829-4>
20. Saqib SU, Bajwa AA. The role of Da Vinci Xi robotic simulation curriculum in enhancing skills in robotic colorectal surgery. *Ann MedAmpSurg* [Internet]. 2023 [citado el 26 de junio de 2024];85(12):6001-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/ms9.0000000000001342>
21. Ferguson JM, Pitt B, Kuntz A, Granna J, Kavoussi NL, Nimmagadda N, Barth EJ, Herrell SD, Webster RJ. Comparing the accuracy of the da Vinci Xi and da Vinci Si for image guidance and automation. *Int J Med Robot ComputAssistSurg* [Internet]. Septiembre de 2020 [citado el 26 de junio de 2024];16(6):1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/rcs.2149>
22. Saba P, Belfast E, Melnyk R, Patel A, Kashyap R, Ghazi A. Development of a High-Fidelity Robot-Assisted Kidney Transplant Simulation Platform Using Three-Dimensional Printing and Hydrogel Casting Technologies. *J Endourol* [Internet]. 1 de octubre de 2020 [citado el 26 de junio de 2024];34(10):1088-94. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/end.2020.0441>