



Avances en la cirugía robótica, una revisión sistemática enfocada en Cirugía General

Johan Sebastián Silva Matute¹ Angel Eleison Maya Meza² Daniela Cordero Sánchez³ Daniela Tafur Puentes⁴ Sandra Carolina Claros Montero⁵

1 Johan Sebastián Silva Matute*, Fundación Universitaria Juan N. Corpas, Johan-silva@juanncorpas.edu.co

2 Angel Eleison Maya Meza, Universidad Metropolitana de Barranquilla, drangelmayameza@gmail.com

3 Daniela Cordero Sánchez, Universidad de Pamplona, danielacordero077@gmail.com

4 Daniela Tafur Puentes, Universidad Surcolombiana,dani_24tafur@hotmail.com

5 Sandra Carolina Claros Montero, Universidad Surcolombiana de Neiva, caritoc.2929@gmail.com

Historia del Artículo:

Recibido el 20 de mayo de 2021

Aceptado el 10 de marzo de 2022

On-line el 25 de abril de 2022

Palabras Clave: Avances, robótica, mínimamente invasiva, laparoscopia, cirugía, evolución.

Keywords:

Advances, robotics, minimally invasive, laparoscopy, surgery, evolution.

Resumen

La cirugía robótica se planteaba como hipótesis desde 1967, pero su origen se sitúa en 1985 con el uso del robot PUMA 560 para la toma de una biopsia cerebral(52). El primer robot aprobado por la FDA para la utilización en pacientes es el Da Vinci de Intuitive Surgical Inc, con el cual se realizó la primera colecistectomía asistida por robot hacia 1997(1).

Este artículo tiene como objetivo establecer los avances de la cirugía robótica en el campo de la cirugía general por medio de una revisión sistemática de artículos científicos, para lo cual se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos, seleccionando artículos que estuvieran relacionados con el tema de interés y las palabras clave. Con los 50 artículos, se realizó una tabla de contenido que resumiera los puntos importantes de cada uno, la fecha de publicación, el título, la base de datos de la cual fue extraída y las diferencias con los demás revisados, para proceder a comparar la costo-efectividad de la cirugía robótica con la cirugía laparoscópica y la cirugía abierta, evaluar en qué campos de la cirugía general ha sido de utilidad la creación de la cirugía robótica y plantear en base a la revisión de artículos científicos si la cirugía robótica será el futuro de la cirugía general.

Se concluye que la cirugía mínimamente invasiva es de elección en muchos pacientes, sin embargo, sigue siendo el abordaje laparoscópico el que muestra resultados más costo-efectivos respecto a la cirugía robótica, la cual se recomienda de forma selectiva a aquellos pacientes que puedan beneficiarse de esta nueva tecnología.

Abstract

Robotic surgery had been hypothesized since 1967, but its origin dates back to 1985 with the use of the PUMA 560 robot to take a brain biopsy(52). The first robot approved by the FDA for use in patients is the Da Vinci from Intuitive Surgical Inc, with which the first robot-assisted cholecystectomy was performed around 1997(1).

The objective of this article is to establish the advances of robotic surgery in the field of general surgery through a systematic review of scientific articles, for which an exhaustive search was carried out in the Pubmed and Google Scholar databases, selecting 300 articles, published from 2018 to date that were related to the topic of interest and the keywords. Subsequently, the articles were reviewed and 50 that provided complete, relevant and comparable information were chosen. With the 50 articles, a table of content was made that summarized the important points of each one, the date of publication, the title, the database from which it was extracted and the differences with the others reviewed, to proceed to compare the cost-effectiveness of robotic surgery with laparoscopic surgery and open surgery, to evaluate in which fields of general surgery the creation of robotic surgery has been useful, and to propose, based on the review of scientific articles, whether robotic surgery will be the future of general surgery.

It is concluded that minimally invasive surgery is the choice in many patients, however, the laparoscopic approach continues to be the one that shows more cost-effective results compared to robotic surgery, which is selectively recommended for those patients who can benefit from it. this new technology.

* Autor para correspondencia:

Johan Sebastián Silva Matute*, Fundación Universitaria Juan N. Corpas e-mail: Johan-silva@juanncorpas.edu.co

Cómo citar:

Silva et al. Avances en la cirugía robótica, una revisión sistemática enfocada en Cirugía General.S&EMJ. Año 2022; Vol. 2: 59-70.

Introducción

La cirugía robótica se planteaba como hipótesis desde 1967, pero su origen se sitúa en 1985 con el uso del robot PUMA 560 para la toma de una biopsia cerebral (52).

El primer robot aprobado por la FDA para la utilización en pacientes es el *Da Vinci* de *Intuitive Surgical Inc.*, con el cual se realizó la primera colecistectomía asistida por robot hacia 1997 (1). Este artículo tiene como objetivo establecer los avances de la cirugía robótica en el campo de la cirugía general por medio de una revisión sistemática de artículos científicos.

Objetivo general

Establecer los avances de la cirugía robótica en el campo de la cirugía general por medio de una revisión sistemática de artículos científicos.

Objetivos específicos

- Analizar las ventajas y desventajas hasta el momento estudiadas en la cirugía robótica.
- Comparar la costo-efectividad de la cirugía robótica con la cirugía laparoscópica y la cirugía abierta.
- Evaluar en qué campos de la cirugía general ha sido de utilidad la cirugía robótica.

Metodología

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Pubmed y Google Académico, seleccionando 300 artículos publicados del 2018 hasta la fecha que estuvieran relacionados con el tema de interés y las palabras clave. Posteriormente se revisaron los artículos y se escogieron 50 que brindaran información relevante para alcanzar los objetivos planteados en el artículo.

Con los 50 artículos, se realizó una tabla de contenido que resumiera los puntos importantes de cada uno, la fecha de publicación, el título, la base de datos de la cual fue extraída y las diferencias con los demás revisados, para proceder a comparar la costo-efectividad de la cirugía robótica con la cirugía laparoscópica y la cirugía abierta, evaluar en qué campos de la cirugía general ha sido de utilidad la creación de la cirugía robótica y plantear en base a la revisión de artículos científicos si la cirugía robótica será el futuro de la cirugía general.

Introduction

Robotic surgery had been hypothesized since 1967, but its origin dates back to 1985 with the use of the PUMA 560 robot to take a brain biopsy (52).

The first robot approved by the FDA for use in patients is the *Da Vinci* from *Intuitive Surgical Inc.*, with which the first robot-assisted cholecystectomy was performed around 1997(1). This article aims to establish the advances of robotic surgery in the field of general surgery through a systematic review of scientific articles.

General objective

Establish the advances of robotic surgery in the field of general surgery through a systematic review of scientific articles.

Specific objectives

- Analyze the advantages and disadvantages studied so far in robotic surgery.
- Compare the cost-effectiveness of robotic surgery with laparoscopic surgery and open surgery.
- Evaluate in which fields of general surgery robotic surgery has been useful.

Methodology

An exhaustive search was carried out in the Pubmed and Google Scholar databases, selecting 300 articles published from 2018 to date that were related to the topic of interest and the keywords. Subsequently, the articles were reviewed and 50 were chosen that provided relevant information to achieve the objectives set out in the article. With the 50 articles, a table of content was made that summarized the important points of each one, the date of publication, the title, the database from which it was extracted and the differences with the others reviewed, to proceed to compare the cost-effectiveness of robotic surgery with laparoscopic surgery and open surgery, to evaluate in which fields of general surgery the creation of robotic surgery has been useful, and to propose, based on the review of scientific articles, whether robotic surgery will be the future of general surgery.

Cirugía Colorrectal

El primer intento de resección de un tumor de recto fue hecho por vía perineal en 1739 por *Faget*; más tarde en 1826, *Lisfranc* agregó una incisión circular perianal sin apertura peritoneal con resección y descenso del borde superior del recto a la piel, logrando así poder resecar los últimos 8 a 9 cm del intestino. El abordaje endoanal fue realizado por primera vez por *Jacques Lisfranc* en 1815 y ha sido empleado para realizar la resección quirúrgica, endoscópica o la electro fulguración de tumores del recto medio e inferior.

En 1875 el primer cirujano que empleó la vía sacra fue *Kocher* y luego *Volkmann*. Sin embargo, fue popularizada

por su discípulo Kraske, quien en 1885 detalló la técnica e hizo un excelente relato durante el XIV Congreso Alemán de Cirugía. Posteriormente, se conoció en todo el mundo y con algunas modificaciones, fue empleada en Europa por Bardenhaver, Hochenegg, Billroth, Rehn, Heinike y Rygidier; y en los Estados Unidos por Harrison Cripps (1907), Swinford Edwards (1908), Arthur Bevan y Grey Turner (1931).

La vía combinada abdomino perineal la empleó por primera vez Volkmann en 1877; Czerny, en 1883, se vio obligado a realizarla por necesidad, al no poder completar una resección por vía sacra. La resección de la pared posterior de la vagina en el cáncer del recto fue hecha por primera vez por Hildebrant en 1879. La vía abdominal pura fue empleada por primera vez para la resección del cáncer del recto sin anastomosis por Hartmann, en 1923, y más tarde por Rankin, Muir (1939) y Gabriel (1948), quienes reportaron buenos resultados con esta técnica. El intento de conservación del aparato esfinteriano en el tratamiento de los tumores ubicados por debajo de los 10 cm del margen anal, llevó a realizar resecciones con anastomosis que se conocieron con el nombre de "abdominoanales" (53).

La cirugía laparoscópica colorrectal comenzó a desarrollarse casi al mismo tiempo que la colecistectomía, y antes que otros desarrollos de cirugía laparoscópica avanzada, la primera publicación es de 1991.

La disminución de la agresión quirúrgica con iguales resultados que en las técnicas abiertas, o en muchos casos mejores, se ha constituido como objetivo primordial del cirujano actual. No obstante, la cirugía laparoscópica presenta aún déficits tecnológicos

relacionados con la visión, movilidad de instrumentos, entre otras; que dificultan la ejecución sencilla de algunos procedimientos. Estos déficits tecnológicos se hacen especialmente evidentes en la patología oncológica (55).

La cirugía colorrectal robótica se describió por primera vez en 2001 y la primera escisión total mesorrectal (ETM) se reportó en 2006. Posteriormente se han realizado múltiples estudios que comparan la cirugía robótica, con la laparoscópica y la cirugía abierta, demostrando que la morbilidad postoperatoria (21), pérdida de sangre intraoperatoria, requisitos de analgesia posoperatoria y tiempo de resolución del íleo, es menor en laparoscopia y cirugía robótica respecto a la cirugía abierta (12), sin embargo no hay diferencia en tiempo de estancia hospitalaria, fugas de anastomosis (46), supervivencia ni recidiva (4). Unos artículos exponen que la calidad de la resección es mayor en las cirugías abiertas, sin embargo otros argumentan que la instrumentación y el campo de visión superiores de la cirugía robótica (22), permiten una disección precisa en espacios reducidos como la pelvis (6), proporcionando mejores resultados clínicos, oncológicos y funcionales en la cirugía del cáncer de recto.

Ensayos controlados aleatorios no han logrado demostrar la superioridad de la cirugía robótica sobre la cirugía laparoscópica (20), en un artículo se menciona que la tasa de conversión es menor en la cirugía robótica en comparación a la cirugía laparoscópica (18) (36), sin embargo, el costo de la cirugía robótica para el cáncer de recto es 1,3 a 2,5 veces más alto por paciente (23) y el tiempo quirúrgico es mayor (25) (30).

Figura 1: Equipo médico multidisciplinario del Instituto Lacy



Fuente: Tomada para fines académicos del artículo "Recuperación de una operación de cáncer de colon" del Instituto Quirúrgico Lacy (57).

Figura 2: Evolución del robot Da Vinci

Fuente: Tomado para fines académicos del artículo "Cirugía robótica en el cáncer colorrectal" de Cirugía Andaluza (54).

La tasa de fugas anastomóticas en la cirugía robótica mostró ser menor que en la cirugía laparoscópica en unos artículos (29), sin embargo en otros artículos presentaron una tasa similar (45).

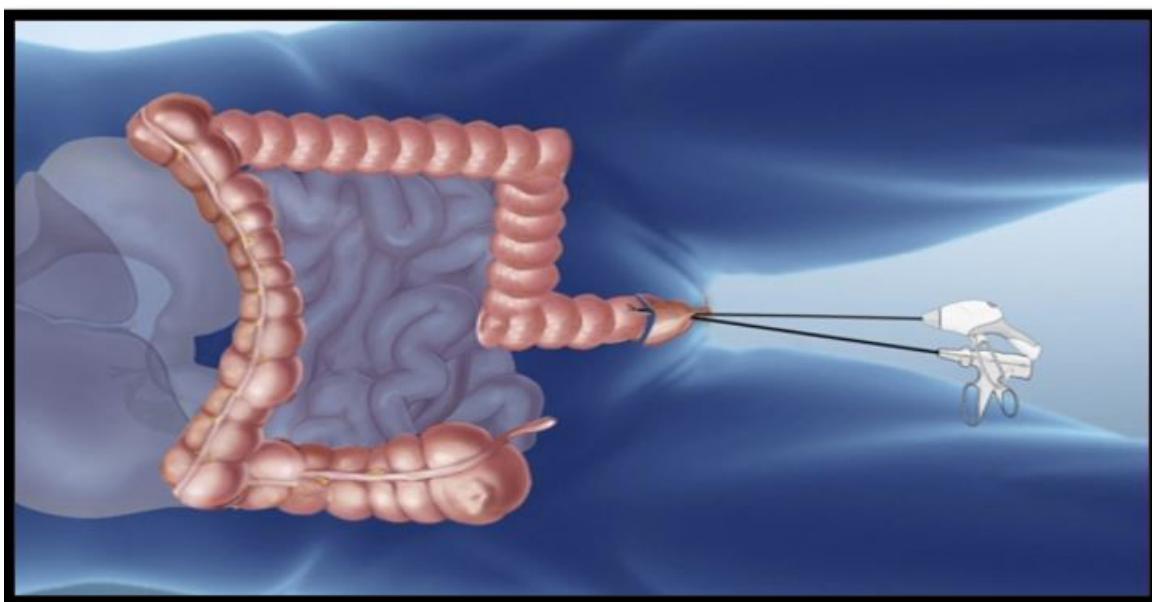
En cuanto a la extracción de ganglios linfáticos y mantenimiento de márgenes radiales negativos, la escisión mesorrectal total asistida por robot es factible, segura y tan eficaz como los abordajes abiertos y laparoscópicos (19). No encontraron diferencias significativas en los resultados oncológicos (17).

La colonoscopia robótica posee diseños automatizados más suaves, más delgados que ya no requieren que el operador presione con fuerza para hacer avanzar el colonoscopio dentro del colon, lo que reduce los riesgos de perforación y dolor para el paciente, aumentando así la tasa de adherencia al seguimiento colonoscópico (40).

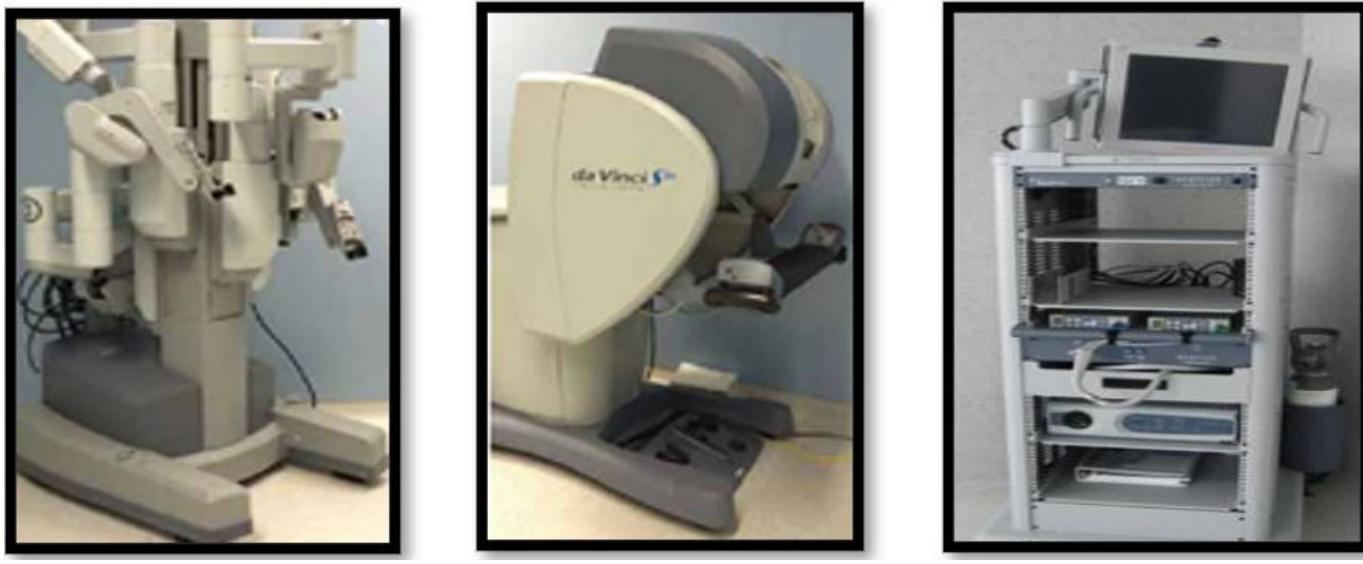
La cirugía combinada laparoscópica y robótica para el cáncer colorrectal y genitourinario sincrónico es adecuada para casos de cáncer avanzado que requieren un tratamiento multidisciplinario (31).

Cabe mencionar que la cirugía robótica puede ser potencialmente beneficiosa para pacientes obesos, hombres o pacientes sometidos a cirugía para preservar el esfínter por cáncer de recto (13), además es excelente como medio para preservar los nervios durante la cirugía pélvica y mejorar la precisión de la resección mesorrectal total.

Tiene el potencial de superar algunas limitaciones de la cirugía laparoscópica, especialmente en la pelvis estrecha, proporcionando una vista tridimensional, instrumentos articulados y una plataforma de cámara estable (10).

Figura 3: Futuro de la cirugía de colon por robótica

Fuente: Tomado para fines académicos del artículo "El futuro de la cirugía del colon" de la página web El Mundo (58).

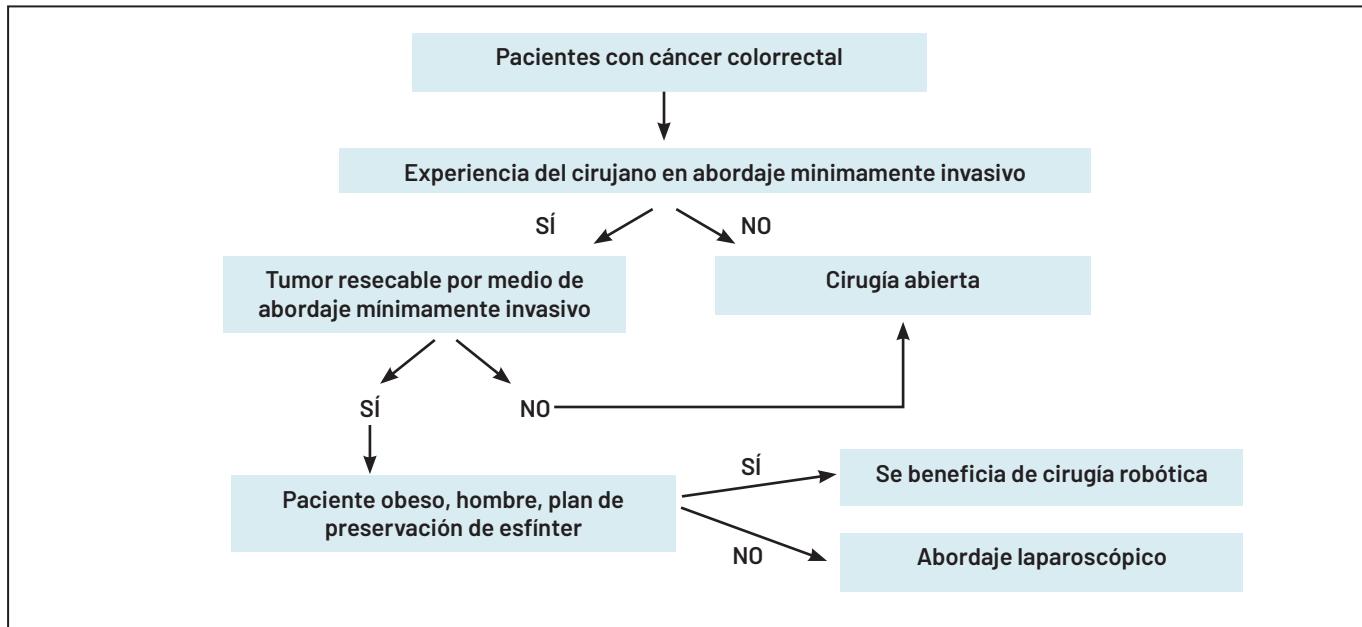
Figura 4: Componentes del sistema de cirugía robótica da Vinci. A. Carro del paciente. B. Consola del cirujano. C. Carro de vídeo**A****B****C**

Fuente: Tomado para fines académicos del artículo "Cirugía robótica en el cáncer colorrectal" de Cirugía Andaluza (54).

Tabla 1: Abordaje robótico en Cirugía Colorrectal

Ventajas	Desventajas	No hay diferencia
La morbilidad postoperatoria, pérdida de sangre intraoperatoria, requisitos de analgesia posoperatoria y tiempo de resolución del ileo, es menor en laparoscopia y cirugía robótica respecto a la cirugía abierta.	El costo de la cirugía robótica para el cáncer de recto es 1,3 a 2,5 veces más alto por paciente.	No hay diferencia en tiempo de estancia hospitalaria, fugas de anastomosis, supervivencia ni recidiva respecto a la cirugía abierta.
Disección precisa en espacios reducidos como la pelvis, proporcionando mejores resultados clínicos, oncológicos y funcionales en la cirugía del cáncer de recto respecto al abordaje abierto.	El tiempo quirúrgico es mayor respecto a la cirugía laparoscópica.	No se ha demostrado superioridad de la cirugía robótica sobre la cirugía laparoscópica.
La colonoscopia robótica reduce los riesgos de perforación y dolor para el paciente, aumentando así la tasa de adherencia al seguimiento colonoscópico.		La escisión mesorrectal total asistida por robot es factible, segura y tan eficaz como los abordajes abiertos y laparoscópicos.
Es potencialmente beneficiosa para pacientes obesos, hombres o pacientes sometidos a cirugía para preservar el esfínter por cáncer de recto, además es excelente como medio para preservar los nervios durante la cirugía pélvica.		
Proporciona una vista tridimensional, instrumentos articulados y una plataforma de cámara estable.		

Fuente: Realizada para fines académicos por el autor.

Algoritmo 1: Manejo del paciente con cáncer colorrectal.

Fuente: Realizado para fines académicos por los autores.

Cirugía hepatobilipancreática

2000 años a. de C. los babilonios describieron la vesícula biliar, el canal cístico y el colédoco, de un modelo de barro de un hígado de oveja. Galeno en el siglo II creía y enseñaba que el hígado era el órgano central de la vida vegetativa, el foco del calor animal, el origen de las venas y de los órganos formadores de sangre. Los desperdicios de la circulación fueron clasificados en bilis negra y bilis amarilla, y así, en el movimiento filosófico de la época, en los temperamentos se incluye el "bilioso". En 1673 Joenius describió la primera colecistolitotomía exitosa al remover los cálculos de la

vesícula a través de una fístula colecistocutánea que se formó luego del drenaje espontáneo de un absceso. El 15 de julio de 1867, John S. Bobbs, profesor de cirugía del Colegio Médico de Indiana, realizó la primera colecistostomía electiva de la historia, con este evento nació la cirugía de la vía biliar.

El 15 de julio de 1882, 15 años después de la primera colecistostomía practicada por Bobbs, Langenbuch realizaba la primera colecistectomía en un hombre de 43 años que sufrió durante 16 años de cólico biliar.

Figura 5: Imagen hepática



Fuente: Tomado para fines académicos de la página web de cirugía hepatobilipancreática de la Clínica Imbanaco (56).

La primera coledocotomía con éxito fue practicada el 9 de mayo de 1889 por el cirujano inglés Knowsley Thorton en Londres. En 1894 Ludwig Rehn en Edimburgo, efectuó la primera colecistectomía con exploración de vías biliares. Fue Kehr, en los primeros años de 1900, quien diseñó el tubo en T de caucho, que lleva su nombre, y que fue universalmente aceptado como drenaje de la vía biliar después de la exploración. Bakes introduce en 1893 los dilatadores de la papila de Vater. Sólo hasta 1924 Graham y Cole descubren la colecistografía. Fue Mirizzi en Córdoba, Argentina, en 1931, quien describió por primera vez la colangiografía intraoperatoria a través de la inyección de lipiodol durante la cirugía y a través de una sonda transcística o el tubo en T. El 12 de septiembre de 1985, Erich Mühe, en Alemania, practica la primera colecistectomía laparoscópica, 103 años después de que Carl Langenbuch, practicara la primera colecistectomía abierta. En Colombia se realizó la primera colecistostomía por el profesor Pablo García Aguilera, en Cali en 1888, y la primera colecistectomía por el profesor Julio Torres en Bogotá en 1905.

La efectividad de la laparoscopia en cirugía hepatobiliopancreática frente a la cirugía abierta fue ampliamente discutida a través de la historia, sin embargo, es el abordaje más aceptado en la actualidad en manos de cirujanos expertos en laparoscopia (51).

Ahora bien, la primera colecistectomía asistida por robot se realizó hacia 1997 con el primer robot aprobado por la FDA, el *Da Vinci* de Intuitive Surgical Inc. Aunque la cirugía robótica representa un costo mucho más elevado que la cirugía abierta y la cirugía laparoscópica y un tiempo quirúrgico mayor; el sangrado, la estancia hospitalaria y las complicaciones son menores y la visualización mejorada aumenta el perfil de seguridad de la colecistectomía (2)(50). En cuanto a los resultados

en lesiones malignas, la cirugía robótica permite preservar más bazo con vasos esplénicos y es superior la tasa de resección de tumores malignos (3) (26). Se plantea que la cirugía robótica será el futuro de la intervención quirúrgica en colangiocarcinoma (15).

Esofagectomía

En la esofagectomía, la aplicación de la robótica ha demostrado el potencial de aumentar la precisión en la disección mediante una mejor maniobrabilidad y visualización, al tiempo que se minimiza el tiempo de recuperación postoperatoria y la pérdida de sangre. La esofagectomía mínimamente invasiva ha mostrado disminución de las complicaciones pulmonares, menor infección de la herida posoperatoria, disminución del dolor posoperatorio y disminución de la duración de la hospitalización (32).

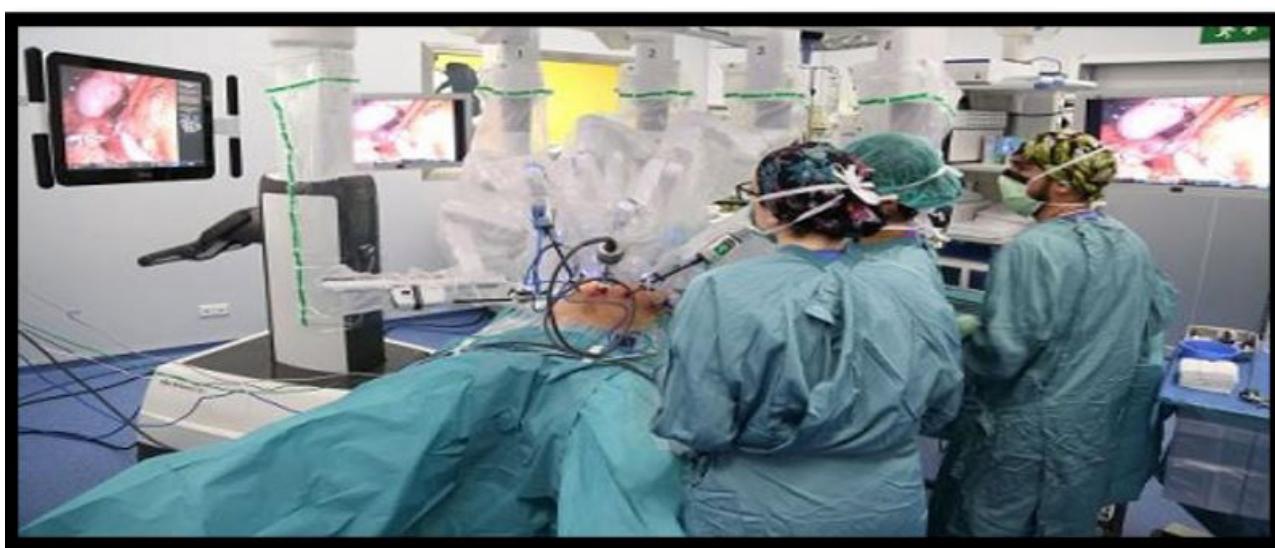
Gastrectomía

Estudios con alto nivel de evidencia confirman la importancia de la aplicación de técnicas mínimamente invasivas para mejorar los resultados a corto y largo plazo de pacientes que se someten a gastrectomía (42) (49).

Fístula pancreática

La fístula pancreática posoperatoria es una de las complicaciones más graves después de la cirugía por cáncer gástrico. La gastrectomía laparoscópica se asocia más a menudo con la fístula pancreática posoperatoria que la gastrectomía abierta; sin embargo, la tasa de la fístula disminuye al 1% con cirugía robótica (44).

Figura 6: Resección de la cabeza del páncreas con el robot *Da Vinci*

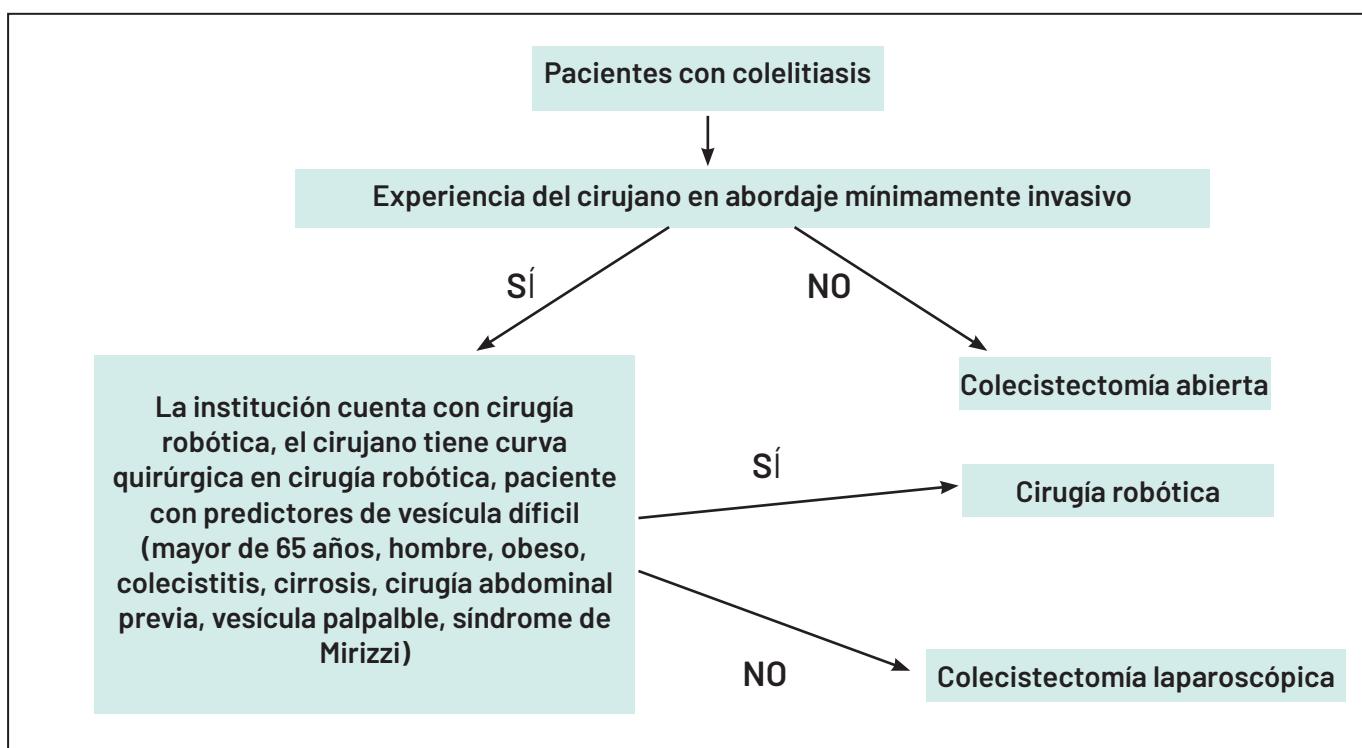


Fuente: Tomado para fines académicos de la página web del Hospital Vall d'Hebron, el primero de Cataluña en realizar una resección de la cabeza del páncreas con el robot *Da Vinci* (59).

Tabla 2: Abordaje robótico en Cirugía Hepatobilíopancreática

Ventajas	Desventajas	No hay diferencia
La tasa de complicaciones, sangrado y estancia hospitalaria es menor que en el abordaje abierto.	Tiempo quirúrgico mayor respecto al abordaje abierto.	La tasa de complicaciones, estancia hospitalaria y eficacia en lesiones malignas es similar al abordaje laparoscópico.
En cirugía pancreática permite preservar más bazo con vasos esplénicos y es superior la tasa de resección de tumores malignos.	Costo mucho mayor respecto al abordaje laparoscópico.	

Fuente: Realizada para fines académicos por el autor.

Algoritmo 2: Ruta del paciente con colelitiasis según la institución tratante

Fuente: Realizado para fines académicos por el autor.

Cirugía de cabeza y cuello

El abordaje robótico implica aumento del tiempo requerido y esfuerzo financiero adicional que no se justifica al compararlo con otros abordajes en la cirugía de cabeza y cuello; sin embargo, en áreas de difícil acceso, ayudan a reducir la morbilidad quirúrgica y aumentar la seguridad del paciente (33)(38).

Tiroidectomía

La ventaja más significativa de la tiroidectomía de acceso remoto es su excelente estética, sin embargo, la tasa de complicaciones es similar con la cirugía abierta y el tiempo quirúrgico es mayor en la cirugía robótica (11)(27).

Cirugía transoral

La técnica robótica transoral es una operación en la que el paciente se somete a anestesia durante un tiempo más corto y los efectos secundarios de esta operación y el tiempo de hospitalización son menores, además de brindar mejor vista del campo quirúrgico, sin embargo, con las desventajas de brindar menor detección de características del tejido y tener un costo más elevado (9).

Endoscopia robótica

El robot puede sostener el endoscopio durante mucho tiempo sin fatiga ni temblores, lo que permite obtener una visión constante del campo quirúrgico durante toda la operación (24)(28).

Figura 7: Primer robot radiológico para endoscopias del mundo

Fuente: Tomado para fines académicos de la página web del Hospital Vall d'Hebron, donde se ubica el primer robot radiológico para endoscopias del mundo (60).

Timectomía

Las ventajas de la cirugía robótica en la timectomía incluyen reducción de la pérdida de sangre, menos complicaciones posoperatorias, estancia hospitalaria más corta y una menor tasa de margen positivo (41)(48). La timectomía robótica fue comparable con el abordaje VATS (laparoscopia); ambos tienen la ventaja de evitar la esternotomía media (35).

Cirugía de mama

Los resultados estéticos de la cirugía de mama mínimamente invasivos, hacen que se prefiera su

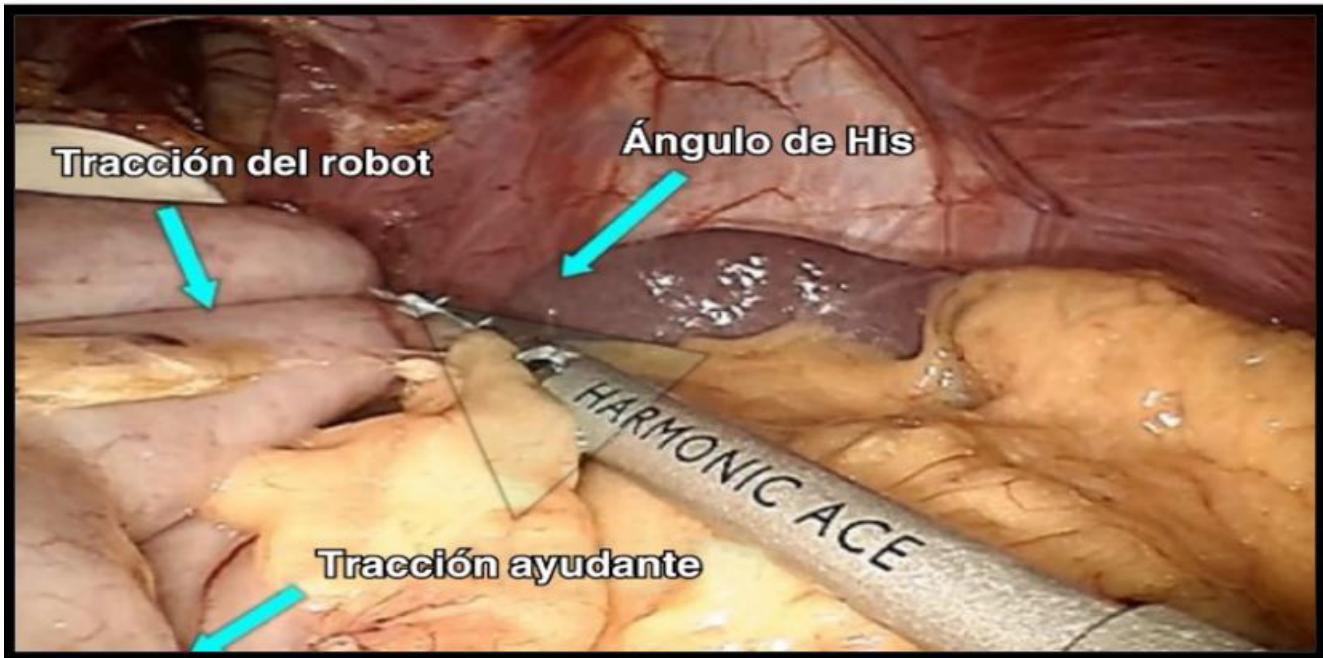
uso, pero faltan estudios respecto a los resultados oncológicos y costo-efectivos en la cirugía de mama (47).

Tumores pulmonares

Varios estudios han demostrado los beneficios de la cirugía robótica, incluida una menor pérdida de sangre, menor tasa de complicaciones, tiempo de estancia hospitalaria más corto y una mejor extirpación de los ganglios linfáticos (8)(37); permitiendo llegar a espacios profundos y estrechos, permitiendo la remoción segura (15) y precisa de tumores ubicados en áreas remotas,

Figura 8: Información sobre la biología de los tumores pulmonares y los posibles objetivos farmacológicos

Fuente: Tomado para fines académicos del artículo "Información sobre la biología de los tumores pulmonares y los posibles objetivos farmacológicos" de la página web de investigación genómica (61).

Figura 9: Casos de funduplicatura Nissen asistida por robot

Fuente: Tomado para fines académicos del artículo "Primeros 100 casos de funduplicatura Nissen asistida por robot en México" de la revista mexicana de Cirugía Endoscópica (62).

como espacios retroesternal y mediastínico posterior (14).

Otros aspectos de la cirugía robótica en cirugía general

Las cirugías asistidas por robot más comunes incluyen las funduplicaturas, resecciones colónicas, bypass gástricos, y plastías inguinales (34).

La cirugía robótica ha demostrado visualización mejorada, destreza y precisión superior durante procedimientos mínimamente invasivos (7), tiene la ventaja de eliminar el temblor fisiológico del cirujano (13) (45), además permite que los principiantes quirúrgicos puedan adquirir competencia rápidamente a pesar de la falta de experiencia laparoscópica previa (6)(50).

Hallazgos implican que la demanda potencial del mercado es un fuerte impulsor de la compra hospitalaria de sistemas quirúrgicos robóticos (43). Desafortunadamente en Colombia, la mayoría de las instituciones no tienen la capacidad o la infraestructura para la cirugía mínimamente invasiva y asistida por video, y mucho menos para la cirugía asistida por robot, lo cual se hace más evidente en el campo de la cirugía cardiaca (5).

Teniendo en cuenta los gastos financieros y de tiempo adicionales, la cirugía robótica podría aplicarse de forma selectiva a aquellos pacientes que puedan beneficiarse de esta nueva tecnología (39).

Conclusiones

El campo en el que más ha sido estudiada la cirugía robótica es en la cirugía colorrectal, encontrando considerables ventajas sobre la cirugía abierta, sin embargo, salvo para casos específicos como pacientes obesos, hombres o pacientes sometidos a cirugía para preservar el esfínter por cáncer de recto, no ha mostrado resultados superiores a la cirugía laparoscópica y sí implica un costo más elevado por paciente y un tiempo quirúrgico mayor.

En el ámbito de la cirugía hepatobilipancreática, la cirugía robótica también muestra superioridad frente a la cirugía abierta, sin embargo no lo hace frente a la cirugía laparoscópica. En los demás campos ha mostrado superioridad por disminución de complicaciones postoperatorias como fístula pancreática, por aumento de la precisión en la disección mediante una mejor maniobrabilidad y visualización, mejores resultados estéticos y en unos artículos se describen mejores márgenes de resección oncológica.

La cirugía mínimamente invasiva es de elección en muchos pacientes, sin embargo, sigue siendo el abordaje laparoscópico el que muestra resultados más costo-efectivos respecto a la cirugía robótica, la cual se recomienda de forma selectiva a aquellos pacientes que puedan beneficiarse de esta nueva tecnología.

Se plantea que con el tiempo la cirugía robótica se convertirá en la vía de abordaje de preferencia (50).

Responsabilidades morales, éticas y bioéticas

Protección de personas y animales

Los autores declaramos que, para este estudio, no se realizó experimentación en seres humanos ni en animales. Este trabajo de investigación no implica riesgos ni dilemas éticos, por cuanto su desarrollo se hizo con temporalidad retrospectiva. El proyecto fue revisado y aprobado por el comité de investigación del centro hospitalario. En todo momento se cuidó el anonimato y confidencialidad de los datos, así como la integridad de los pacientes.

Confidencialidad de datos

Los autores declaramos que se han seguido los protocolos de los centros de trabajo en salud, sobre la publicación de los datos presentados de los pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaramos que en este escrito académico no aparecen datos privados, personales o de juicio de recato propio de los pacientes.

Financiación

No existió financiación para el desarrollo, sustentación académica y difusión pedagógica.

Potencial Conflicto de Interés(es)

Los autores manifiestan que no existe ningún(os) conflicto(s) de interés(es), en lo expuesto en este escrito estrictamente académico.

Bibliografía

1. George EI, Brand TC, LaPorta A, Marescaux J, Satava RM. Origins of robotic surgery: From skepticism to standard of care. *J SLS*. 2018;22(4):e2018.00039.
2. Liu R, Wakabayashi G, Kim H-J, Choi G-H, Yienpruksawan A, Fong Y, et al. International consensus statement on robotic hepatectomy surgery in 2018. *World J Gastroenterol*. 2019;25(12):1432-44.
3. Liu R, Wakabayashi G, Palanivelu C, Tsung A, Yang K, Goh BKP, et al. International consensus statement on robotic pancreatic surgery. *Hepatobiliary Surg Nutr*. 2019;8(4):345-60.
4. Feeney G, Sehgal R, Sheehan M, Hogan A, Regan M, Joyce M, et al. Neoadjuvant radiotherapy for rectal cancer management. *World J Gastroenterol*. 2019;25(33):4850-69.
5. Andrade D, Vinck EE, Parra JF, Balkhy HH, Núñez F. Robotic cardiac surgery in Colombia: Overcoming the challenges of a middle-income setting. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2020;35(6):990-3.
6. Shah MF, Nasir IUI, Parvaiz A. Robotic surgery for colorectal cancer. *Visc Med*. 2019;35(4):247-50.
7. Morrell ALG, Morrell-Junior AC, Morrell AG, Mendes JMF, Tustumí F, DE-Oliveira-E-Silva LG, et al. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. *Rev Col Bras Cir*. 2021;48:e20202798.
8. Ricciardi S, Zirafa CC, Davini F, Melfi F. How to get the best from robotic thoracic surgery. *J Thorac Dis*. 2018;10(Suppl 8):S947-50.
9. Kalantari F, Rajaeih S, Daneshvar A, Karbasi Z, Mahdi Salem M. Robotic surgery of head and neck cancers, a narrative review. *Eur J Transl Myol*. 2020;30(2):8727.
10. Katsuno H, Hanai T, Masumori K, Koide Y, Ashida K, Matsuoka H, et al. Robotic surgery for rectal cancer: Operative technique and review of the literature. *J Anus Rectum Colon*. 2020;4(1):14-24.
11. Tae K, Ji YB, Song CM, Ryu J. Robotic and endoscopic thyroid surgery: Evolution and advances. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2019;12(1):1-11.
12. Ngu JC-Y, Kim S-H. Robotic surgery in colorectal cancer: the way forward or a passing fad. *J Gastrointest Oncol*. 2019;10(6):1222-8.
13. Matsuyama T, Kinugasa Y, Nakajima Y, Kojima K. Robotic-assisted surgery for rectal cancer: Current state and future perspective. *Ann Gastroenterol Surg*. 2018;2(6):406-12.
14. Shanahan B, O'Sullivan KE, Redmond KC. Robotic sleeve lobectomy-recent advances. *J Thorac Dis*. 2019;11(4):1074-5.
15. Kovid N, Han H-S, Yoon Y-S, Cho JY. Advanced laparoscopic HPB surgery: Experience in Seoul National University Bundang Hospital. *Ann Gastroenterol Surg*. 2020;4(3):224-8.
16. Siu ICH, Li Z, Ng CSH. Latest technology in minimally invasive thoracic surgery. *Ann Transl Med*. 2019;7(2):35.
17. Akagi T, Inomata M. Essential advances in surgical and adjuvant therapies for colorectal cancer 2018-2019. *Ann Gastroenterol Surg*. 2020;4(1):39-46.
18. Hopkins MB, Geiger TM, Bethurum AJ, Ford MM, Muldoon RL, Beck DE, et al. Comparing pathologic outcomes for robotic versus laparoscopic Surgery in rectal cancer resection: a propensity adjusted analysis of 7616 patients. *Surg Endosc*. 2020;34(6):2613-22.
19. Huang C-W, Su W-C, Chang T-K, Ma C-J, Yin T-C, Tsai H-L, et al. Impact of previous abdominal surgery on robotic-assisted rectal surgery in patients with locally advanced rectal adenocarcinoma: a propensity score matching study. *World J Surg Oncol*. 2020;18(1):308.
20. Xv Y, Fan J, Ding Y, Hu Y, Hu Y, Jiang Z, et al. Latest advances in intersphincteric resection for low rectal cancer. *Gastroenterol Res Pract*. 2020;2020:8928109.
21. Kumar NA, Sasi SP, Shinde RS, Verma K, Sugor P, Desouza A, et al. Minimally invasive surgery for pelvic exenteration in primary colorectal cancer. *J SLS*. 2020;24(3):e2020.00026.
22. Alsowaina KN, Schlachta CM, Alkhamesi NA. Cost-effectiveness of current approaches in rectal surgery. *Ann Med Surg (Lond)*. 2019;45:36-9.
23. Rouanet P, Mermoud A, Jarlier M, Bouazza N, Laine A, Mathieu Daudé H. Combined robotic approach and enhanced recovery after surgery pathway for optimization of costs in patients undergoing proctectomy. *BJS Open*. 2020;4(3):516-23.
24. Gifari MW, Naghibi H, Stramigioli S, Abayazid M. A review on recent advances in soft surgical robots for endoscopic applications. *Int J Med Robot*. 2019;15(5):e2010.
25. Liu H, Xu M, Liu R, Jia B, Zhao Z. The art of robotic colonic resection: a review of progress in the past 5 years. *Updates Surg*. 2021;73(3):1037-48.
26. Scieduredirect.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/>

- article/pii/S1015958419303094?via%3Dihub
27. Lee D, Kong H-J, Kim D, Yi JW, Chai YJ, Lee KE, et al. Preliminary study on application of augmented reality visualization in robotic thyroid surgery. *Ann Surg Treat Res.* 2018;95(6):297-302.
 28. Li Z, Chiu PW-Y. Robotic endoscopy. *Visc Med.* 2018;34(1):45-51.
 29. Panteleimonitis S, Harper M, Hall S, Figueiredo N, Qureshi T, Parvaiz A. Precision in robotic rectal surgery using the da Vinci Xi system and integrated table motion, a technical note. *J Robot Surg.* 2018;12(3):433-6.
 30. Skelton WP 4th, Franke AJ, Iqbal A, George TJ. Comprehensive literature review of randomized clinical trials examining novel treatment advances in patients with colon cancer. *J Gastrointest Oncol.* 2020;11(4):790-802.
 31. Imagami T, Takayama S, Hattori T, Matsui R, Sakamoto M, Kani H, et al. Combined laparoscopic and robotic surgery for synchronous colorectal and genitourinary cancer: A case series. *Int J Surg Case Rep.* 2018;51:323-7.
 32. Takahashi C, Shridhar R, Huston J, Meredith K. Esophagectomy from then to now. *J Gastrointest Oncol.* 2018;9(5):903-9.
 33. Frenkel CH, Yang J, Zhang M, Ferrara A, Telem DA, Samara GJ. Gastrostomy in the era of minimally invasive head and neck cancer surgery: Gastrostomy Minimally Invasive Head and Neck. *Laryngoscope.* 2018;128(4):847-51.
 34. Org.mx. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0484-79032019000100062&script=sci_arttext
 35. O'Sullivan KE, Kreaden US, Hebert AE, Eaton D, Redmond KC. A systematic review of robotic versus open and video assisted thoracoscopic surgery (VATS) approaches for thymectomy. *Ann Cardiothorac Surg.* 2019;8(2):174-93.
 36. Schulte Am Esch J, Iosivan S-I, Steinfurth F, Mahdi A, Förster C, Wilkens L, et al. A standardized suprapubic bottom-to-top approach in robotic right colectomy: technical and oncological advances for complete mesocolic excision (CME). *BMC Surg.* 2019;19(1):72.
 37. Li C, Hu Y, Huang J, Li J, Jiang L, Lin H, et al. Comparison of robotic-assisted lobectomy with video-assisted thoracic surgery for stage IIB-IIIA non-small cell lung cancer. *Transl Lung Cancer Res.* 2019;8(6):820-8.
 38. Boehm F, Graesslin R, Theodoraki M-N, Schild L, Greve J, Hoffmann TK, et al. Current advances in robotics for head and neck surgery-A systematic review. *Cancers (Basel).* 2021;13(6):1398.
 39. Matsuda T, Yamashita K, Hasegawa H, Oshikiri T, Hosono M, Higashino N, et al. Recent updates in the surgical treatment of colorectal cancer. *Ann Gastroenterol Surg.* 2018;2(2):129-36.
 40. Yeung C-K, Cheung JL, Sreedhar B. Emerging next-generation robotic colonoscopy systems towards painless colonoscopy. *J Dig Dis.* 2019;20(4):196-205.
 41. Na KJ, Kang CH. Robotic thymectomy for advanced thymic epithelial tumor: indications and technical aspects. *J Thorac Dis.* 2020;12(2):63-9.
 42. Jbuon.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.jbuon.com/archive/24-3-889.pdf>
 43. Shen C, Gu D, Klein R, Zhou S, Shih Y-CT, Tracy T, et al. Factors associated with hospital decisions to purchase robotic surgical systems. *MDM Policy Pract.* 2020;5(1):2381468320904364.
 44. Washio M, Yamashita K, Niihara M, Hosoda K, Hiki N. Postoperative pancreatic fistula after gastrectomy for gastric cancer. *Ann Gastroenterol Surg.* 2020;4(6):618-27.
 45. Sato T, Watanabe M. The present status and developments of laparoscopic surgery for colorectal cancer. *J Anus Rectum Colon.* 2017;1(1):1-6.
 46. Brown RF, Cleary RK. Intracorporeal anastomosis versus extracorporeal anastomosis for minimally invasive colectomy. *J Gastrointest Oncol.* 2020;11(3):500-7.
 47. Mok CW, Lai H-W. Evolution of minimal access breast surgery. *Gland Surg.* 2019;8(6):784-93.
 48. Funaki S, Shintani Y, Fukui E, Kanzaki R, Kanou T, Ose N, et al. Surgical treatment strategies for invasive thymoma. *J Thorac Dis.* 2020;12(12):7619-25.
 49. Song JH, Son T, Lee S, Choi S, Cho M, Kim YM, et al. D2 lymph node dissections during reduced-port robotic distal subtotal gastrectomy and conventional laparoscopic surgery performed by a single surgeon in a high-volume center: A propensity score-matched analysis. *J Gastric Cancer.* 2020;20(4):431-41.
 50. Zaman JA, Singh TP. The emerging role for robotics in cholecystectomy: the dawn of a new era? *Hepatobiliary Surg Nutr.* 2018;7(1):21-8.
 51. Revistamedicina.net. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://revistamedicina.net/ojsanm/index.php/Medicina/article/view/67-5/542>
 52. Cirurobotica.co. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.cirurobotica.co/historia-de-la-cirugia-robotica/>
 53. Org.ar. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.sacp.org.ar/revista/files/PDF/24_03/RACP_24_03_03_capitulo3.pdf
 54. Asacirujanos.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.asacirujanos.com/admin/upfiles/revista/2018/Cir_Aandal_vol29_n4_14.pdf
 55. Isciii.es. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000600009
 56. Imbanaco.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.imbanaco.com/cirugia-hepatobiliar/>
 57. Iqlacy.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.iqlacy.com/que-operamos/cancer-de-colon/recuperacion-de-una-operacion-de-cancer-de-colon/>
 58. Uecdns.es. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://e00-elmundo.uecdn.es/elmundosalud/imagenes/2011/10/06/tecnologiamedica/1317883072_0.jpg
 59. Biotech-spain.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://biotech-spain.com/es/articles/vall-d-hebron-es-el-primer-hospital-de-catalu-a-que-hace-una-resecci-n-de-la-cabeza-del-p-ncreas-con-el-robot-d-vinci/>
 60. Diariomedico.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.diariomedico.com/medicina/radiodiagnostico/empresas/el-primer-robot-radiologico-para-endoscopias-del-mundo-estara-en-el-valle-de-hebron.html>
 61. News-courier.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.news-courier.com/genomics/news/insights-into-lung-tumor-biology-and-potential-drug-targets-351736>
 62. Medigraphic.com. [citado el 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/endosco/ce-2020/ce202c.pdf>