

Consideraciones sobre la robótica aplicada a la cirugía y en especial a la cirugía cardiovascular

Eliani Caridad Martín Reyes ¹ , Marina Felicia Valdés Silva ¹ , Roilien Gutierrez Rios ¹ 

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Artemisa. Filial de Ciencias Médicas Piti Fajardo. San Cristóbal, Artemisa, Cuba.

RESUMEN

Introducción: los avances en informática y comunicaciones con la medicina en general y la cirugía en particular, han permitido que surja un nuevo capítulo: la cirugía robotizada. **Objetivo:** caracterizar los aspectos generales y actuales de la robótica aplicada a la cirugía y en especial a la cirugía cardiovascular. **Método:** se realizó una revisión bibliográfica a partir de la consulta de 11 artículos científicos relacionados con el tema: cirugía cardiovascular robotizada, los cuales cumplieran con los requisitos de inclusión. Las fuentes de información consultadas fueron: SciELO y a partir de esta base diversas revistas, utilizando como descriptores: Cardiología; Cirugía asistida por computador; Cirugía general; para el español e inglés. **Desarrollo:** la informática ha evolucionado de manera que hoy existe la cirugía robotizada que se convierte en un campo de una enorme potencial para el presente y el futuro, mostrando como ventajas la posibilidad de llegar a lugares que antes la comunidad científica no podía acceder, aunque aumenta el tiempo de la operación cuando se compara con otras más tradicionales. Representa un gran impacto en numerosas especialidades, especialmente en la cardiovascular. **Conclusiones:** hoy día, la cirugía robótica se convierte en una realidad que garantiza un futuro mejor. Entre sus ventajas se destacan que mejora la precisión, la flexibilidad y el control durante la operación. Como desventajas se observa menor sensación táctil y limitación de los procedimientos.

Palabras clave: Cardiología; Cirugía asistida por computador; Cirugía general.

La cirugía cardiovascular, desde sus inicios, ha ocupado un lugar destacado en la investigación científica y en la tecnología aplicada a la salud. En 1893 el notable cirujano austríaco Theodor Billroth (1829- 1894) afirmaba: “el cirujano que trate de suturar una herida del corazón perderá el respeto de sus colegas”, pero solo unos pocos años después el cirujano alemán, Ludwing Wilhelm Carl Rehn (1849- 1930) suturaba, por primera vez en la historia de la cirugía documentada, una herida cardíaca. Algo místico había acerca de la cirugía del corazón, por siempre considerado como el asiento del alma y los sentimientos, de ahí la importancia del coraje de este hombre, que inició un nuevo capítulo en la historia de esta cirugía ¹.

 OPEN ACCESS

Correspondencia a: Eliani Caridad Martín Reyes
Correo electrónico: 2000eliani@gmail.com

Publicado: 16/07/2021

Recibido: 21/07/2020; **Aceptado:** 31/08/2020

Como citar este artículo:

Martín Reyes EC, Valdés Silva MF, Gutierrez Rios R. Consideraciones sobre la robótica aplicada a la cirugía y en especial a la cirugía cardiovascular. 16 de Abril [Internet]. 2021 [fecha de citación]; 60 (281): e982. Disponible en: http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16_4/article/view/982

Conflicto de intereses

Los autores no declaran ningún conflicto de intereses.

La convergencia de los avances en informática y comunicaciones con la medicina en general y la cirugía en particular, ha dado como resultado un acelerado proceso de informatización de todas las áreas de la medicina ². Por lo que se inicia una nueva etapa mediante la cirugía robótica.

La cirugía robótica, o cirugía asistida por robot, permite a los médicos hacer muchos tipos de procedimientos complejos con mayor precisión, flexibilidad y control en comparación con las técnicas convencionales. La cirugía robótica generalmente está asociada con la cirugía de invasión mínima (procedimientos realizados a través de pequeñas incisiones). Además, se utiliza algunas veces en determinados procedimientos quirúrgicos abiertos tradicionales ³.

Se pretende con la realización de este trabajo dar a conocer los aspectos generales y actuales de la cirugía asistida por robot, haciendo énfasis en la cirugía cardiovascular, debido al desconocimiento de estudiantes y profesionales de la salud enmarcado en los rápidos avances de las ciencias.

Se trazó como objetivo caracterizar los aspectos generales y actuales de la robótica aplicada a la cirugía y en especial a la cirugía cardiovascular.

MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica a partir de la consulta de 11 artículos científicos relacionados con el tema: cirugía robotizada, los cuales se eligieron a partir del

cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión pre-establecidos. Las fuentes de información consultadas fueron: SciELO y a partir de esta base diversas revistas tales como Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, utilizando como descriptores: Cardiología; Cirugía asistida por computador; Cirugía general para el español e inglés.

Se consultaron un total de 30 referencias bibliográficas de las cuales fueron seleccionadas 11 ya que eran las que realmente se ajustaban al tema en estudio. Gran porcentaje de la bibliografía utilizada es de los últimos 5 años y ha sido comprobada su validez.

DESARROLLO

Casi todas las disciplinas quirúrgicas han desarrollado técnicas en las últimas dos décadas. En cirugía cardíaca, la adopción de estas nuevas tecnologías ha supuesto clásicamente un difícil reto debido a varios motivos³.

Primero, la complejidad en sí misma de los procedimientos de esta especialidad que ha hecho que la aproximación endoscópica no haga más que complicarlos aún más; segundo, no ha existido una tradición sólida respecto a la técnicas endoscópicas en este campo concreto; y tercero, los intentos iniciales para llevar a cabo el pontaje aortocoronario con instrumental toracoscópico convencional fracasaron completamente³.

En el 2010 se publicó una noticia que revolucionó los avances hasta estos momentos logrados en América Latina, con la realización de la primera cirugía cardíaca totalmente robotizada en Brasil, con un procedimiento mínimamente invasivo con mayor precisión y disminuyendo el tiempo de recuperación del paciente⁴.

Años más tardes en el 2017 se inauguró en Cuba un centro de entrenamiento para la cirugía robótica, con la visión de que en un futuro próximo esta nueva tecnología mejorara la calidad de vida y los riesgos en los pacientes que se sometían a operaciones⁵.

Hoy día, la cirugía robótica dejó de ser ficción para convertirse en una realidad. Probablemente, sea la cirugía del futuro con tendencia a la miniaturización. Su aplicabilidad ha quedado demostrada en procedimientos complejos, con un bajo índice de conversiones y escasas complicaciones².

Cada vez son más los lugares en donde se realizan procedimientos robóticos en forma sistemática y las comunicaciones científicas sobre fallas del robot y sus componentes son extremadamente escasas.

En prestigiosas clínicas de países desarrollados se usan robots, que trabajan de forma autónoma o semiautónoma a través de un sistema informático con capacidad para operar, supervisar y corregir afectaciones con precisión geométrica en las incisiones y suturación. Ellos realizan microcirugías, dadas las li-

mitaciones del ser humano, en especialidades como: la cirugía cardíaca, gastrointestinal, pediátrica o de la neurocirugía⁵.

Muchas de las limitaciones actuales de la cirugía robótica están relacionadas con la falta de sensación táctil y el tamaño del equipo. Sin embargo, debido a que los avances tecnológicos son muy rápidos y van de la mano de la demanda del mercado, es muy esperable que estas dificultades sean resueltas en un futuro próximo².

Por otro lado, estos robots no son máquinas autónomas capaces de realizar toda una cirugía por ellos mismos ni resolver un problema dado con instrucciones preprogramadas. Sólo complementan o mejoran las habilidades del cirujano, transformando los movimientos humanos en movimientos robóticos sumamente estables, precisos y delicados². Por estas razones, el cirujano continúa siendo el protagonista y mayor responsable de la sala de operaciones. En esto la experiencia del cirujano, como en cualquiera técnica quirúrgica, es la que finalmente determinará los resultados.

Ventajas de la cirugía robótica

La cirugía abierta tradicional, realizada a través de grandes incisiones, ha sido sustituida en las últimas décadas por la cirugía laparoscópica por sus enormes beneficios para el paciente⁶.

Durante muchos años, la cirugía laparoscópica ha sido considerada como el paradigma de la tecnología más avanzada. Sin embargo, la realidad es que, a pesar de ser un importante avance quirúrgico, existen limitaciones o dificultades para efectuar diferentes técnicas quirúrgicas abdominales con procedimientos laparoscópicos. La cirugía asistida por robot está dirigida a suplir estas limitaciones. La incorporación de la cirugía robótica, a nivel mundial, ha abierto las puertas a alternativas terapéuticas menos invasivas y más precisas para el paciente, inimaginables hace algunos años⁶.

En diversas entrevistas los médicos aseguran que esta técnica mejora la precisión, la flexibilidad y el control durante la operación y les permite ver mejor el campo, en comparación con las técnicas tradicionales³.

Por lo que después de diversos estudios se llegaron a las siguientes ventajas^{2,4}:

Visión tridimensional: manejo de la cámara por el propio cirujano (las imágenes logran aumentar hasta 20 veces el tamaño normal), lo que permite ver los órganos con más detalle.

Permite una mayor precisión en los movimientos (utilización de instrumentos articulados, mejor precisión, filtro de temblor, adecuada ergonomía). El robot ejecuta las acciones que le son ordenadas por el médico, editándolas por medio de un sistema de cómputo.

Otorga mayor libertad de movimiento al cirujano que en una cirugía laparoscópica tradicional (el cirujano puede realizar movimientos más precisos y ace-

lerar o reducir la velocidad de los movimientos de las manos), lo que permite que sea más fácil realizar las suturas y atar nudos.

Reduce el tiempo de estancia hospitalaria de los pacientes, quienes pueden reincorporarse a sus actividades normales en un lapso no mayor a 7 días.

Reduce el tiempo de convalecencia, mejores resultados funcionales, y menor pérdida sanguínea.

Permite realizar operaciones a distancia, lo cual evita desplazarse tanto al paciente como al médico que la efectúa.

Desventajas de la cirugía robótica

Como ya se había comentado anteriormente durante la cirugía robótica, el cirujano tiene una menor sensación táctil del tejido. Cuando se utiliza más de un brazo robótico, el movimiento puede ser limitado².

Dado que el cirujano controla los brazos robóticos, se reducen las oportunidades de tener ayudantes quirúrgicos para ayudar durante la cirugía. Además, el tiempo que se tarda en realizar la cirugía robótica puede ser más largo que para la laparoscopia o la laparotomía tradicional. Debido a este tiempo más prolongado, el tiempo bajo anestesia puede incrementarse, lo que puede conducir a un mayor riesgo para el paciente².

Limitaciones tecnológicas de la cirugía torácica y abdominal

La cirugía sobre tejidos blandos, deformables o en movimiento, es un tipo de operación que presenta la mayor dificultad para la aplicación de las técnicas robóticas. Ello es debido a que muy difícilmente pueden planificarse tareas complejas, como las que deben realizarse en toda intervención quirúrgica⁷.

A esta dificultad de planificación, se le añade además el problema de no disponer de posiciones absolutas de los elementos poco deformables, o la dificultad que supone tener que efectuar la deformación topológica de los modelos disponibles, para aplicarlos sobre estos elementos deformables sobre la mesa de operaciones. A esta problemática vista desde el punto de vista estático, debe añadirse también el problema dinámico que suponen los movimientos anatómicos de tipo periódico, la respiración o el latido del corazón, así como los espasmódicos⁷.

A pesar de estas dificultades, la robótica puede prestar una gran ayuda al cirujano mediante la teleoperación, en que es el propio cirujano quien realiza las complejas tareas de planificación y continua corrección de estos planes durante la intervención, necesaria por los continuos imprevistos y la localización de los distintos órganos⁷.

En este caso, el beneficio de la robótica se centra en la miniaturización y una mejor accesibilidad y un control de la teleoperación que puede incorporar

cambio de escala, filtrado o incluso la estabilización dinámica⁷.

Así pues, la cirugía mediante robots teleoperados facilita el acceso y operatividad en zonas restringidas, mediante instrumentos con largas cánulas y terminales miniaturizados y reduce el tiempo de operación.

Impacto de la cirugía cardiovascular

La cirugía robótica se ideó inicialmente para operaciones cardiovasculares, aunque en la actualidad ha causado mayor impacto en otras ramas de la ciencia.

Cualquier intervención que pueda ser realizada por laparoscopia o toracoscopia, es susceptible de realizarse con el Sistema Quirúrgico Da Vinci².

La cirugía robótica en cardiología actualmente se utiliza principalmente en cirugía valvular, ya sea para reemplazar o reparar la válvula mitral, para reparar o reemplazar la válvula tricúspide, en cirugía de la fibrilación auricular y resección de tumores (mixomas)⁸.

Existen una serie de procedimientos que son especialmente idóneos para su realización con el robot 9:

Cirugía cardiorálica: reparación de válvula mitral sin esternotomía; la mayor incisión es de 15 - 20 mm; circulación extracorpórea por vía femoral; derivación coronaria sin circulación extracorpórea ni esternotomía⁹.

Cirugía torácica: cualquier procedimiento que se pueda realizar mediante toracoscopia, pero con mucha mayor precisión y seguridad⁹.

Entre las ventajas de la técnica está la rapidez con la que permite actuar, lo que en el caso del corazón es vital, pues se requiere la realización de un paro cardíaco, por lo que mientras más corta la cirugía mejor¹⁰.

También permite que la máquina de circulación corazón-pulmón, que produce una inflamación muy grande, se utilice menos tiempo¹⁰.

Además de los beneficios cosméticos, el paciente puede reintegrarse a su trabajo o rutina normal de forma más rápida, hay menor necesidad de transfusiones sanguíneas y menor incidencia de infecciones de sitio operatorio⁸.

Descripción de sistemas robóticos telemanipuladores

El principio básico de los robots utilizados corrientemente es el de brazos manipuladores con una arquitectura serial de articulaciones y conexiones. La movilidad de las articulaciones está provista de actores mecánicos que se manejan eléctrica o hidráulicamente. Los robots usados hoy en cirugía cardíaca son los llamados on line, porque el operador está en control permanente del sistema por vía de una interfase hombre-máquina. El concepto es combinar las habilidades humanas, como el juicio y la percepción, con la mecánica precisa del robot mediante tecnología mejorada por computadora¹¹.

La virtud de los telemanipuladores que se utilizan es la de poder trabajar a distancia. Las unidades de amo y esclavo pueden acoplarse mecánicamente o interactuar electrónicamente a través de varios procesadores que expanden vastamente sus posibilidades¹¹.

El sistema Da Vinci, del Intuitive surgical Mountain View en California, consiste en una consola maestra o master, de diseño ergonómico. Contiene una pantalla en la cual el cirujano observa el campo quirúrgico a través del sistema de video. Su dispositivo master quirúrgico consiste en dos mangos o master handles (remendan la forma de un portaagujas convencional seccionado por la mitad). El master está conectado con el manipulador del robot, que a distancia mueve la muñeca mecánica¹¹.

Los movimientos del cirujano, que parecen repetir como un mimo los de la cirugía convencional, estimulan sensores de movimientos electrónicos, altamente sensibles para cada componente de un movimiento dado. Estos datos son procesados por una computadora que utiliza una matriz de transformación basada en coordenadas cartesianas y luego son transferidos a los manipuladores quirúrgicos que reproducen exactamente los movimientos dentro del tórax, de modo tal que los movimientos de la mano y la muñeca del cirujano se trasladan directamente a los instrumentos en el robot insertados por trócares¹¹.

CONCLUSIONES

Hoy día, la cirugía robótica se convierte en una realidad que garantiza un futuro mejor. Entre sus ventajas se destacan que mejora la precisión, la flexibilidad y el control durante la operación. Como desventajas se observa menor sensación táctil y limitación de los procedimientos.

AUTORÍA:

ECMR: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, administración del proyecto, redacción -revisión y edición.

MFVS Y RGR: conceptualización, análisis formal, investigación, borrador original, redacción -revisión y edición.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo del presente artículo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la profesora Dr. Yadira Gamboa Díaz por su ayuda en la realización de la presente revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vera-Rivero DA, Chirino-Sánchez L, Yanes García R. Orígenes y desarrollo histórico de la cirugía cardiovascular en Cuba durante el siglo XX. AMC [Internet] 2020. [citado 15/07/2020];14(1):133-141. Disponible en: <http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/988>
2. Pereira Fraga JG. Actualidad de la cirugía robótica. Rev Cubana Cirugía. [Internet] 2017. [citado 13/07/2020]; 56(1): 50-61. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cir/v56n1/cir06117.pdf>
3. Núñez IJ. Cardiología hoy. Cirugía coronaria endoscópica robótica: ¿Ciencia ficción o realidad? [Internet]. Madrid; 2011. [citado 16/07/2020]. Disponible en: https://secardiologia.es/blog/3500-cirugia-coronaria-endoscopica-robotica-iciencia-ficcion-o-realidad&ved=2ahUKewit-49fWs9LqAhWxUt8KHcSdCmYQF-jACegQIBBAb&usq=AOvVaw0BX_xfhDUE1oWGOgzcxoOC.
4. Infomed [Internet]. Ciudad de La Habana; mar 2010 [citado 13/07/2020]. Disponible en: http://www.cardiocirugia.sld.cu/node?iwp_post=2010%2F03%2F20%2FRealizan%20la%20primera%20cirug%C3%ADa%20card%C3%ADaca%20robotizada%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina%2F2224&iwp_ids=2_224&blog=1_cardiocirugia&from_more=2
5. Barbosa León N. Inaugurarán en Cuba centro de entrenamiento para la cirugía robótica. Granma. [Internet] 2017. [citado 14/07/2020]. Disponible en: <http://www.granma.cu/salud/2017-03-23/inauguraran-en-cuba-centro-de-entrenamiento-para-la-cirugia-robotica-23-03-2017-18-03-49>
6. Cirujanos asociados. Quirúrgica. Las ventajas de la cirugía robótica [Internet] Barcelona; 2014 [citado 16/07/2020]. Disponible en: <https://www.quirurgica.com/cirugia-robotica-2/>
7. Casals A, Frigola M, Amat J. La robótica, una valiosa herramienta en Cirugía. RIAI [Internet] 2009. [citado 14/07/2020] 6(1):5-19. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S169779120970072X/pdf>
8. Clínica las Condes. Los beneficios de la cirugía robótica en cardiología [Internet]. Santiago de Chile; 2017 [citado 14/07/2020]. Disponible en: <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Robotica/beneficios-cirugia-robotica-cardiologia>
9. Young Min P, Won Shik K, Hyung Kwon B, Sei Young L, Se-Heon K. Oncological and functional outcomes of transoral robotic surgery for oropharyngeal cancer. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. [Internet]. 2013 [citado 14/07/2020]; 51(5):408-12. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266435612005268>.
10. Clínica las Condes. Cirugía robótica cardíaca: una alternati-

va más segura [Internet]. Santiago de Chile; 2017 [citado 14/07/2020]. Disponible en: <https://www.clinicalascondes.cl/BLOG/Listado/Cardiologia/Cirugia-robotica-cardiaca-alternativa-mas-segura>

11. Battelini R, Falk V, Mohr F. Cirugía coronaria miniinvasiva asistida por computadora (robótica). SAC. [Internet]. 2003 [citado 16/07/2020]; 71(4):302-6. Disponible en: <http://www.old2.sac.org.ar/wp-content/uploads/2014/04/726.pdf>

Considerations on robotics applied to surgery and especially cardiovascular surgery

ABSTRACT

Introduction: advances in computing and communications with medicine in general and surgery in particular have allowed a new chapter to emerge: robotic surgery. **Objective:** to characterize the general and current aspects of robotics applied to surgery and especially cardiovascular surgery. **Method:** a bibliographic review was carried out from the consultation of 11 scientific articles related to the topic: robotic cardiovascular surgery, which met the inclusion requirements. The sources of information consulted were: SciELO and within this database various journals, using as descriptors: Cardiology; Computer assisted surgery; General Surgery; for Spanish and English. **Development:** computing has evolved in such a way that today there is robotic surgery that becomes a field of enormous potential for the present and the future, showing as advantages the possibility of reaching places that the scientific community could not access before, although increases the operation time when compared to other more traditional ones. It represents a great impact in many specialties, especially cardiovascular. **Conclusions:** today, robotic surgery becomes a reality that guarantees a better future. Its advantages include that it improves precision, flexibility and control during operation. Disadvantages are less tactile sensation and limitation of procedures.

Keywords: Cardiology; Surgery, Computer-assisted; General surgery.



Este artículo de *Revista 16 de Abril* está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, *Revista 16 de Abril*.