

Actualidad de la cirugía robótica

Present time of the robotic surgery

Jorge Gerardo Pereira Fraga

Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso. La Habana, Cuba.

RESUMEN

Introducción: la cirugía robótica es ya una realidad. Aunque la historia de la cirugía se remonta a más de 2000 años; las últimas dos décadas del siglo XX han mostrado una marcada revolución en la medicina, debido a todos los cambios que ha provocado en la manera de hacer, enseñar y practicar la cirugía.

Objetivo: exponer aspectos generales y actuales de la robótica aplicada a la medicina y en especial a la cirugía; así como el impacto que la cirugía robótica ha tenido en la enseñanza médica.

Métodos: se realizó una revisión sistemática a partir de la consulta de artículos científicos indexados relacionados con el tema. Las fuentes de información consultadas fueron: Pubmed, Ebsco y Scielo. La información se analizó y seleccionó en correspondencia con el tema y los objetivos.

Resultados: la cirugía robótica ha evolucionado hasta ser un campo aparte con un enorme potencial para su desarrollo presente y futuro. Los robots que se utilizan para este tipo de cirugías han tenido una gran aceptación en la comunidad científica por las ventajas significativas como la posibilidad de llegar a partes del cuerpo donde un humano no podría llegar y accionar.

Conclusiones: esta revisión muestra que la tecnología robótica es capaz de ofrecer resultados satisfactorios y un adecuado tratamiento a los pacientes. Esto garantiza un riesgo de intervención mucho menor y una óptima recuperación en el menor tiempo posible, al crearse programas muy eficaces para su aprendizaje.

Palabras clave: cirugía robótica; cirugía laparoscópica; LESS; puerto único.

ABSTRACT

Introduction: Robotic surgery is already a reality. Although surgery history dates back from more than 2000 years, the last two decades of the twentieth century

have shown a marked revolution in medicine, due to all the changes it has caused in the way of doing, teaching and practicing surgery.

Objective: To present general and current aspects of robotics applied to medicine and especially to surgery, as well as the impact of robotic surgery in medical teaching.

Methods: A systematic review was carried out based on the consultation of indexed scientific articles related to the topic. The sources of information consulted were *PubMed*, *Ebsco* and *Scielo*. The information was analyzed and chosen in correspondence with the topic and objectives.

Results: Robotic surgery has evolved into a separate field with enormous potential for its present and future development. The robots used for this type of surgeries have had a great acceptance among the scientific community, for the significant advantages, such as the possibility to arrive at body areas a human could not arrive and act on.

Conclusions: This review shows that robotic technology is able to offer patients satisfactory outcomes and adequate treatment. This guarantees a much lower intervention risk and an optimum recovery in the shortest possible time, creating very effective programs for their learning.

Key words: robotic surgery; laparoscopic surgery; LESS; single port.

INTRODUCCIÓN

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. La cirugía robótica es una técnica en la cual un cirujano lleva a cabo una cirugía mediante una computadora que controla de manera remota instrumentos pequeños fijados a un robot.

La robótica como ciencia, es el resultado de varios siglos del progreso de la razón humana. Podríamos decir que tan solo faltaban las herramientas matemáticas y el progreso de la física matemática descubierta por Galileo, Newton, Gauss, entre otros; para que inventores antiguos como *Arquitas de Tarento* (400 a.C.)¹ pudiesen desarrollar sistemas autónomos o automáticos que tenemos hoy. La robótica ha pasado por varias etapas:

– Período de madurez (1942 - 1955): *Isaac Asimov* acuña el término "robótica" en sus relatos cortos reunidos en su libro *Yo robot* (1950). *H. Reselund* y *W. Pollard* de la compañía *Devilviss*, construyó el primer brazo articulado (o manipulador) para pintura en *spray* (1948).

– Período de desarrollo: En 1962, *Enst* construye un brazo robótico de 6 grados de libertad. *McCarthy* del *Stanford Artificial Inteligente Laboratory*, publicó una computadora con "manos" (capacidad de manipulación), "ojos" (cámara para movimiento) y "oídos" (reconocimiento de órdenes verbales). A partir de este periodo, crece de forma caudalosa el desarrollo en el campo de la robótica, y comienza su integración a otras ciencias, especialmente a la biología y a la nanotecnología, que comenzó en 1985 con las investigaciones de *Curl*, *Kroto* y *Smalley*.

– Inicios de la robótica médica: A partir de 1980 comenzaron los primeros experimentos quirúrgicos con robots en neurocirugía y ortopedia. En 1985, el robot PUMA 560 introdujo una aguja en el cerebro mediante una guía por Tomografía Axial Computarizada (TAC). En 1993, *Computer Motion Inc.* comenzó a trabajar en el robot cirujano *Zeus*, cuyo primer prototipo estuvo terminado en 1995 y fue probado en modelo animal en 1996. En 1996, *Computer Motion Inc.* siguió con las mejoras hasta llegar a AESOP 4000, disponible hoy en día. Se trata de un brazo robotizado inteligente controlado por medio de una tarjeta digitalizada que reconoce la voz. En 1997, se terminó el prototipo llamado *Mona*, un robot precursor del actual *Da Vinci*, que utilizaba un sistema amo-esclavo con consola de manos y brazos independientes. En 1999, surgió el robot más avanzado hasta la actualidad *Da Vinci*; en el 2000, obtiene la validación FDA para realizar procedimientos de cirugía abdominal por vía laparoscopia.

El sistema de cirugía robótica *Da Vinci®* también presenta inconvenientes. El principal de ellos continúa siendo el del tamaño; también requiere un gran número de delicadas conexiones que se encuentran dentro de la sala de operaciones y que pueden causar accidentes o sufrir daños.

A partir de 2007, aparecen una diversidad de robots cirujanos, estos pueden ser: robots servo-asistentes, asistentes-coordinadores, efectores semiautónomos y los robots tele manejados.²⁻⁴

El Sistema de Telepresencia *Da Vinci* es el más utilizado actualmente en la cirugía robótica. Ofrece significativas ventajas como la posibilidad de llegar con sus brazos a partes del cuerpo del paciente donde los cirujanos no pueden llegar. Está compuesto por los siguientes elementos:

– Consola maestra: Es la mesa de control donde el cirujano ejecuta los movimientos que habrá de simular el robot. Este cuenta con un módulo electrónico que consta de suministro de energía, banco de baterías e interface digital y un visor estereoscópico de alta resolución conformado por dos monitores de 990 x 1 313 líneas de resolución que proyectan las imágenes en una caja de espejos, mismos que permiten obtener la imagen en tercera dimensión y al cirujano le permiten la sensación de inmersión (Fig. 1).



Fig. 1. Da Vinci Surgical System® (Intuitive Surgical, Inc., Sunny-Valley, California, USA).

– Robot esclavo: Está conectado al ordenador y a la consola maestra a través de cables. Posee una base con ruedas que le permite trasladarse con facilidad e instalarlo junto a la mesa de operaciones. En cuanto a su diseño, está compuesto por tres brazos, uno de ellos contiene el manipulador para la cámara y los otros dos son los manipuladores de instrumentos que simulan los movimientos dirigidos por el cirujano desde la consola (Fig. 2).



Fig. 2. Carro robótico. (Robot esclavo)

– Interface gráfica de usuario: Se utiliza un ordenador con procesador Pentium de 200 mega Hertz y 64 megabytes de memoria RAM y 20 procesadores Sharc. A través de esta interfaz, el cirujano puede realizar la cirugía ampliando o disminuyendo sus movimientos. Además, el software que posee, corrige cualquier error que pueda cometer el cirujano, potencia sus habilidades y le da una mayor precisión a la hora de actuar.³

Otro acontecimiento importante, llevado a cabo por el desarrollo de las comunicaciones, fue la realización de la primera intervención transatlántica, llevada a cabo por *J. Marescaus* con el robot Zeus en 2001.

El objetivo con este trabajo fue exponer aspectos generales y actuales de la robótica aplicada a la medicina y en especial a la cirugía, así como el impacto que la cirugía robótica ha tenido en la enseñanza médica.

MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática a partir de la consulta de artículos científicos indexados relacionados con el tema: actualidad de la cirugía robótica. Las fuentes de información consultadas fueron: Pubmed, Ebsco y Scielo. La versión a texto completo se obtuvo a través de acceso libre en Pubmed, HINARI y por acceso libre a algunos Jornal. La información se analizó y seleccionó en correspondencia con el tema y los objetivos declarados y fue procesada con medios computarizados.

ACTUALIDAD DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

Hoy en día, la cirugía robótica dejó de ser ciencia 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 complicaciones.

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. Si bien estos y otros procedimientos son realizables, eso no los transforma automáticamente en el actual " *gold standard*" de tratamiento.

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 próximo.

Su elevado costo es uno de los principales problemas para la difusión, sobre todo en países de menores recursos. Además, del valor del equipo, deberán considerarse los gastos que representa cada vez que se utiliza el sistema. Por ejemplo, cada pinza debe ser desechada luego de diez usos; pues cada vez que un instrumento es conectado al brazo robótico el robot lo va registra. Luego del décimo acople, no lo reconoce.

El cirujano no sólo debe entrenarse en nuevas técnicas quirúrgicas; además, debe tener un acabado conocimiento de la patología en tratamiento para priorizar la intervención más correcta por encima de cualquier intención de tratar de demostrar que se está en la cresta de la ola tecnológica.

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 pre programadas. Sólo complementan o mejoran las habilidades del cirujano, transformando los movimientos humanos en movimientos robóticos sumamente estables, precisos y delicados. 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.

PROCEDIMIENTO DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

El cirujano se sienta delante de la consola maestra y coloca su cabeza mirando hacia abajo, donde hay un video para cada ojo que le ofrece una imagen en 3D de la operación (con sensación de profundidad, que ofrece una imagen magnificada y ampliada de los órganos que opera). Esto permite que el especialista se introduzca dentro del cuerpo humano con una capacidad de visión inaudita en la historia de la cirugía. El especialista controla todas las acciones de la máquina y sus movimientos con delicadeza para preservar al máximo los órganos del paciente. La visualización, precisión, destreza y control otorgados por el sistema robótico *Da Vinci* ofrece ventajas para el cirujano con respecto a otros procedimientos. Antes de comenzar con la operación, el asistente del cirujano hace una pequeña incisión al paciente en el lugar correspondiente donde se introducirán los instrumentos del robot.

El robot tiene tres brazos, uno es portador de la cámara y los otros dos llevan los instrumentos necesarios para la operación. A través de la cámara, el cirujano puede observar el interior del cuerpo del paciente detalladamente, así como los instrumentos que va utilizando al efectuar la operación.

Los movimientos realizados por el cirujano a través de la consola maestra, son transmitidos al robot a la velocidad de la luz, quien los reproduce con exactitud.^{4,5}

Al equipo quirúrgico moderno se ha integrado un ingeniero biomédico que controla los sistemas de cómputo y los sistemas de alta tecnología, con los que hoy se realizan complejas intervenciones quirúrgicas.

VENTAJAS DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

- 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, editándola 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 acelerar 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

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 limitado. 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 paciente.^{2,6}

Aunque la cirugía robótica se ideó inicialmente para operaciones cardiovasculares, el campo donde ha causado un mayor impacto ha sido en urología, donde ha demostrado una enorme expansión, con resultados excelentes en distintos tipos de intervenciones. En la actualidad, prácticamente cualquier procedimiento laparoscópico puede ser realizado con cirugía robótica. Sin lugar a dudas, los más beneficiados son los procedimientos que se realizan en campos reducidos o de difícil acceso, como la pelvis o la cirugía reconstructiva.

IMPACTO EN UROLOGÍA

- Nefrectomías (radicales y parciales), y pieloplastias. Los estudios sugieren buenos resultados referidos a tiempo quirúrgico, pérdidas sanguíneas, control medido con escala analógica visual e índice de complicaciones.
- Nefrectomía de donante vivo.
- Nefrectomía parcial bilateral, adrenalectomías e incluso nefrectomías mediante abordaje retroperitoneal.
- Otras (cirugía de Litiasis, divertículo vesical).

La cirugía pélvica, y concretamente la prostatectomía radical, es la cirugía urológica por excelencia, al ser el centro de atención de la mayor parte de los especialistas en el momento actual.

Los resultados oncológicos asociados a los funcionales son los que van a marcar la excelencia de la técnica. La cirugía robótica ya es para algunos la técnica que asegura de una manera más fiable los mejores y más precoces resultados funcionales.⁷⁻¹⁰

IMPACTO EN OTRAS ESPECIALIDADES

Cualquier intervención que pueda ser realizada por laparoscopia o toracoscopia, es susceptible de realizarse con el Sistema Quirúrgico *Da Vinci*. Hay una serie de procedimientos que, por su complejidad técnica y por su larga curva de aprendizaje son especialmente idóneos para su realización con el robot:

- La Cirugía General: cáncer colorectal (recto bajo), cirugía esofágica: esofagectomías, miotomías, funduplicaturas, cirugía bariátrica, cirugía hepato-bilio-pancreática, esplenectomías.¹¹⁻¹⁴
- Ginecología: histerectomía con linfadenectomía pélvica y paraaórtica. Ofrece un mejor estadiaje (mayor número de ganglios resecaados, sobre todo para aórticos izquierdos). Miomectomías: especialmente en pacientes en edad fértil, reanastomosis tubáricas, anexectomías, etc.^{15,16}
- Cirugía cardiotorácica: 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 esternotomía.¹⁷
- Cirugía torácica: cualquier procedimiento que se pueda realizar mediante toracoscopia, pero con mucha mayor precisión y seguridad.¹⁷
- Cirugía maxilofacial: permite realizar resecciones de tumores base de lengua, amígdalas, etc.
- Cirugía pediátrica: al estar disponible el instrumental de 5 mm de diámetro, cualquier tipo de cirugía pediátrica mínimamente invasiva puede ser realizada.

- Otorrinolaringología: nueva especialidad en desarrollo en varios centros del Reino Unido, en el tratamiento de neoplasias de base de lengua, suelo de boca y laringe.¹⁸
- Otras: en la cirugía Ortopédica y la Oftalmología.

PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO

A pesar del alto costo, las ventajas de la cirugía robótica parecen prometedoras. Permitirá, por ejemplo, que un mismo cirujano controle varios robots en diferentes quirófanos, o incluso efectuar telecirugías, en las que el cirujano no se encuentre ni siquiera cerca de la sala de cirugía. Podemos imaginar a un especialista realizando una intervención a distancia, incluso en el espacio, donde los astronautas colocarán al paciente bajo los brazos robotizados, y el cirujano en la Tierra llevará a cabo la cirugía.

En lo que respecta al desarrollo de los robots, en un futuro próximo se diseñarán instrumentos que puedan flexionarse en un mayor número de ángulos, lo que implica una mayor libertad de movimiento durante la cirugía y superar incluso los movimientos restringidos de la mano del hombre.

También habrá una tendencia a disminuir el tamaño de los brazos robóticos, al punto de que probablemente se llegue al nivel de unas pequeñas "arañas robóticas". Por otra parte, para detectar los movimientos de las manos del cirujano podrían usarse guantes con sensores y si se aunara un visor que transmitiera una imagen interior del paciente, se llevaría a cabo una cirugía en una realidad virtual, con el cirujano trabajando con las manos en el aire y pequeños robots realizando los procedimientos quirúrgicos en el cuerpo del paciente. Todavía no hay robots que sustituyan totalmente al cirujano, sin embargo, es altamente probable que llegará el momento en que los robots tendrán un importante papel en la medicina, podrán detectar y reparar las anomalías en el cuerpo humano fungiendo como un robot médico cirujano.

El deseo de minimizar el malestar posoperatorio del paciente y mejorar la cosmética ha estimulado el interés por la cirugía a través de orificios naturales (NOTES) y la cirugía laparoendoscópica a través de puerto único (LESS). Muchos consideran que la cirugía robótica es un paso fundamental e imprescindible para el desarrollo de la cirugía laparoendoscópica por puerto único (LESS).

Gracias al robot Da Vinci, se ha conseguido una adecuada triangulación en el campo intrabdominal, superando las dificultades técnicas que conlleva.

Los primeros estudios realizados por *Joseph* y otros, describieron el conflicto intrabdominal que surgía después de introducir material recto por un puerto único, fenómeno denominado *chopstick*, que se solucionó diseñando pinzas curvas y un adecuado posicionamiento cruzado de las estas dentro del abdomen.

El objetivo de la cirugía robótica asociada a LESS será incrementar —en la medida de lo posible— las ventajas de la técnica actual en lo referente a recuperación clínica, control analgésico y estancia hospitalaria sin olvidar los resultados oncológicos y funcionales.

Los grupos de *Kaouk* y *Barret* realizaron las primeras prostatectomías R-LESS, aunque la serie más amplia corresponde a *White* (n= 20).^{7,8} Los nuevos sistemas *Da Vinci S* y *Si* son los que permiten una mayor facilidad para su disposición en el campo quirúrgico.

Son muy escasas las publicaciones en relación con R-LESS en cirugía prostática no oncológica (enucleación transvesical de adenoma prostático); si bien, la técnica sigue experimentando modificaciones.^{3,6,7,9,19}

Todo apunta a que la cirugía por puerto único asistida por robot es una técnica reproducible, segura y con resultados iniciales comparables a la obtenida por cirugía LESS convencional.

ROBÓTICA E INMUNOFLUORESCENCIA

La cirugía mínimamente invasiva ha experimentado una importante revolución al aplicar la inmunofluorescencia. La administración del colorante verde indocianina (IGF) permitió que -tras ser estimulada con una luz infrarroja- los tejidos irrigados con dicha sustancia emitiesen una luz verde.

La cámara permite, al tener incorporada tanto la luz blanca como la infrarroja, obtener sendas imágenes en tiempo real. De esta forma, se hace posible la identificación de forma mucho más precisa del margen tisular isquémico.

La cirugía robótica se convertirá en un nuevo medio para adquirir las aptitudes necesarias para operar, gracias a la simulación de todas las intervenciones que pueden realizarse con el robot. Los cirujanos pueden usar robots quirúrgicos para practicar operaciones con simuladores tridimensionales de realidad virtual, y modelos de las partes blandas que recrean la textura de los tejidos humanos a través de sistemas de respuesta de fuerza o *Force Feedback* (la tecnología del tacto o háptica hace referencia al tacto o sensación táctil). Las simulaciones guiadas por imágenes permitirán a los cirujanos practicar diferentes intervenciones, gracias a las reconstrucciones tridimensionales de la parte de la anatomía que será objeto de cirugía al día siguiente. (*Morris B*, 2005).

Otro aspecto importante de la robótica es que puede ser utilizada para la formación virtual. Existen algunos simuladores y software que permiten a los cirujanos practicar algunas intervenciones tantas veces como sea necesario antes de llevarlas a cabo en un paciente real. *Mimic Technologies*, es una de las compañías especializadas en robots para la enseñanza virtual, han creado sistemas como:

- *Mimic'sdV-Trainer™*: un "simulador de vuelo" para cirugía robótica diseñado para impartir clases de formación por encargo a cirujanos que estén aprendiendo a operar con el sistema quirúrgico *Da Vinci*.
- *Mimic's Mantis Duo™* es un sistema de entrenamiento con dos manos que ofrece una amplia gama de aplicaciones de simulación relacionadas con la tecnología del tacto. Esto incluye la cirugía abierta y robótica con un sistema de respuesta de fuerza de alta calidad y poca sobrecarga en el PC servidor.^{5,6}

CONCLUSIONES

La cirugía robótica ofrece un adecuado tratamiento y resultados muy satisfactorios a los pacientes. Garantiza un riesgo de intervención mucho menor y una óptima recuperación en el menor tiempo posible. Tiene un gran impacto en especialidades médicas, pues su intervención es mínima y alcanza lugares pequeños a los que no podría llegar el brazo humano. Sin embargo, demandará una nueva generación de médicos capacitados para manejar los complejos sistemas. Se han creado programas donde los estudiantes pueden realizar cirugías virtualmente sin poner en riesgo la vida del paciente, y de esta forma, adquirir la práctica en este tipo de cirugías.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez-Martín FM, Jiménez Schlegl P, Millán Rodríguez F, Salvador-Bayarri J, Monllau Font V, Palou Redorta J, et al. Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci (Parte II). Actas Urol Esp [Internet]. 2007 [citado 20 oct 2016]; 31(3):185-96. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-48062007003300002&nrm=iso
2. Galeano D. Robótica Médica. Universidad católica Nuestra señora de Asunción [Internet]. 2012 [citado 20 oct 2016];22(1):21. Disponible en: http://jeuazaru.com/wp-content/uploads/2014/10/robotica_medicinal.pdf
3. Lucena Olavarrieta JR, Coronel P, Orellana Pérez s. Historia, evolución, estado actual y futuro de la cirugía robótica. Rev Fac Med [Internet]. 2007 [citado 20 oct 2016];30(2):109-14. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692007000200002&nrm=iso
4. Morris B. Robotic surgery: applications, limitations, and impact on surgical education. MedGenMed [Internet]. 2005 [citado 2016 oct 20];7(3):72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1681689/>
5. Olweny EO, Park SK, Tan YK, Gurbuz C, Cadeddu JA, Best SL. Perioperative comparison of robotic assisted laparoendoscopic single-site (LESS) pyeloplasty versus conventional LESS pyeloplasty. European urology [Internet]. 2012 [citado 2016 oct 20];61(2):410-4. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/journal/1-s2.0-S0302283811011304>
6. Valero R, Ko YH, Chauhan S, Schatloff O, Sivaraman A, Coelho RF, et al. Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza. Actas Urol Esp [Internet]. 2011 [ciatdo 20 oct 2016];35(9):540-5. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/journal/1-s2.0-S0210480611001902>

7. Kaouk JH, Goel RK, Haber GP, Crouzet S, Desai MM, Gill IS. Single-port laparoscopic radical prostatectomy. *Urology* [Internet]. 2008 [citado 2016 oct 20];72(6):1190-3. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/journal/1-s2.0-S0090429508007449>
8. Kaouk JH, Autorino R, Kim FJ, Han DH, Lee SW, Yinghao S, et al. Laparoendoscopic single-site surgery in urology: worldwide multi-institutional analysis of 1076 cases. *European urology* [Internet]. 2011 [citado 2016 oct 20];60(5):998-1005. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.eururo.2011.06.002>
- 9 White MA, Autorino R, Spana G, Laydner H, Hillyer SP, Khanna R, et al. Robotic laparoendoscopic single-site radical nephrectomy: surgical technique and comparative outcomes. *European urology* [Internet]. 2011 [citado 2016 oct 20];59(5):815-22. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/journal/1-s2.0-S0302283811001217>
10. Castillo C OA, Vidal M I. Cirugía robótica. *Rev Chil Cir* [Internet]. 2012 [citado 20 oct 2016];64(1):88-91. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-40262012000100016&nrm=iso
11. Pai A, Melich G, Marecik SJ, Park JJ, Prasad LM. Current status of robotic surgery for rectal cancer: A bird's eye view. *J Minim Access Surg* [Internet]. 2015 [citado 2016 oct 20];11(1):29-34. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4290115/>
12. Aly EH. Robotic colorectal surgery: summary of the current evidence. *Int J Colorectal Dis* [Internet]. 2014 [ciatdo 2016 oct 20];29(1):1-8. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00384-013-1764-z>
13. Giza DE, Tudor S, Purnichescu-Purtan RR, Vasilescu C. Robotic splenectomy: what is the real benefit? *World J Surg* [Internet]. 2014 [ciatdo 2016 oct 20];38(12):3067-73. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00268-014-2697-6>
14. Vasilescu C, Stanciulea O, Tudor S. Laparoscopic versus robotic subtotal splenectomy in hereditary spherocytosis. Potential advantages and limits of an expensive approach. *Surgical endoscopy* [Internet]. 2012 [citado 2016 oct 20];26(10):2802-9. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00464-012-2249-9>
15. Health Quality O. Robotic-Assisted Minimally Invasive Surgery for Gynecologic and Urologic Oncology: An Evidence-Based Analysis. *Ont Health Technol Assess Ser* [Internet]. 2010 [ciatdo 2016 oct 20];10(27):1-118. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3382308/>
16. Kumar A, Asaf BB. Robotic thoracic surgery: The state of the art. *J Minim Access Surg* [Internet]. 2015 [citado 2016 oct 20];11(1):60-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4290121/>

17. Park YM, Kim WS, Byeon HK, Lee SY, Kim SH. Oncological and functional outcomes of transoral robotic surgery for oropharyngeal cancer. The British journal of oral & maxillofacial surgery [Internet]. 2013 [citado 2016 oct 20];51(5):408-12. Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266435612005268>

18. Kolata G. Results Unproven, Robotic Surgery Wins Converts. The New York Times. 2010 FEB 13 [En Internet] [citado 2016 oct 20]. Disponible en:

<http://www.nytimes.com/2010/02/14/health/14robot.html>

Recibido: 15 de noviembre de 2016.

Aprobado: 27 de diciembre de 2016.

Jorge Gerardo Pereira Fraga. Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso

Correo electrónico: jorge.pereira@infomed.sld.cu