

# HISTORIA, EVOLUCIÓN, ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

Jorge Ramón Lucena Olavarrieta<sup>1</sup>, Paúl Coronel<sup>2</sup>, Ysabelén Orellana Pérez<sup>3</sup>

**RESUMEN:** La finalidad de este estudio es describir el estado de la cirugía robótica, la tele presencia, los resultados; realizando investigación documental sistemática y crítica de la literatura utilizando la base de datos MEDLINE ISIMESH, y COCHRANE con el término de búsqueda "cirugía robótica". En 1994 se inició el uso de los asistentes robóticos, en 1997, se intervinieron los primeros pacientes, en 1998 comienza el proyecto DA VINCI; en 2001 se trabaja en el proyecto ZEUS. En el 2003, se fusionan los fabricantes y líderes mundiales en robótica, este proceso ha sucedido en plenos desarrollo de las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas, hoy en día se han realizado más de 600 000 procedimientos. En el futuro veremos su consolidación y el desarrollo de la micro y nanomanipulación.

**Palabras clave:** Cibernética, Robótica, Tele presencia, Digitalización, Cirugía de mínima invasión.

**ABSTRACT:** The objective this study is to describe the state of the art of robotic- assisted Surgery, telepresence surgery, an overview of the scientific results obtained to the present. In 1994, the use of robotic assistants was started in minimal invasive surgery. We perform searches of the Medline electronic database and the Cochrane Controlled Trial Register using the text words Robotic Surgery. In 1997, the first patients were operated with a telepresence system; in 1998, the DA VINCI project was started obtaining FDA approval in July 2000, in 2001 the ZEUS. A fusion process between the two leading world enterprises in robotics has been started. This process has happened in less than 10 years, during the boom of minimal invasives techniques development. In the following year we will witness the consolidation of these projects and the development of robotic micro- and nano-manipulation techniques.

**Key words:** Cybernetics, Robotics, Telepresence, Digitalization, Minimally invasive surgery.

## INTRODUCCIÓN

La concepción popular del robot comienza con las historias de ciencia ficción (Blade Runner y Guerras de las Estrellas)<sup>(1-4)</sup>. En 1921, el escritor Checo Karel Capek, utilizó por primera vez el término robot, en su drama "Rossum Universal Robots"<sup>(5-8)</sup>. La palabra robot deriva del checo robota (labor tediosa o servil)<sup>(5,6,10)</sup>. Posteriormente Isaac Asimov, otro escritor de ciencia ficción fue el primero en utilizar el término robotics para referirse a la tecnología de robot<sup>(9-10)</sup>. La definición más

actualizada del robot sería: Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a los humanos<sup>(11-16)</sup>. En los años 40, se desarrolla el primer manipulador industrial programable. Con el perfeccionamiento de la tecnología computacional en los años 50; el evento que marca el inicio de la era moderna de la robótica fue el diseño en 1954, por Devol del manipulador con "Playback memory". Desde esa época se han integrado los robots

<sup>1</sup> Profesor Titular. Cátedra de Técnica Quirúrgica, Escuela "Luis Razetti", Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

<sup>2</sup> Médico Veterinario. Investigador del Instituto de Cirugía Experimental Universidad Central de Venezuela.

<sup>3</sup> Estudiante de tercer año de Medicina. Escuela "Luis Razetti". Universidad Central de Venezuela.

Trabajo subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela PI No 09-00-6197-2005.

Recibido: 02 - 05 - 07.

Aceptado: 20 - 11 - 07.

a diferentes actividades<sup>(14-20)</sup>. En estos años, la informática exhibía avances significativos en una era que crecía y en los laboratorios, se gestaban herramientas informáticas que usamos hoy día cotidianamente y que constituyeron la base del “boom” que ocurrió en cirugía a partir de 1985, cuando E. Muhe en Boligen, Alemania, realiza la primera colecistectomía laparoscópica (CL)<sup>(24-27)</sup>, y hoy en día se efectúa en todo el mundo<sup>(28,29,31)</sup>.

La neurocirugía y la traumatología fueron las primeras especialidades quirúrgicas donde se utilizaron los robots<sup>(31-34)</sup>. En neurocirugía, los robots fueron aplicados en muchas intervenciones que requieren una localización anatómica exacta, mejor visualización del campo operatorio, destrezas y precisión en las maniobras<sup>(33-37)</sup>. Kwoh y col. (1985) usando un robot industrial modificado, guía un haz de rayos láser en la cirugía del cerebro. Los sistemas robóticos fueron diseñados para la neuro-navegación, localización esterotáxica y asistencia robótica (NeuroMate Integrated Surgical Systems, Davis, California).

En traumatología y ortopedia, el RoboDoc fue desarrollado para asistir a los cirujanos en la colocación de prótesis de cadera. Empleando el RoboDoc, el hueso puede ser seccionado para luego colocar la prótesis con una precisión diez veces mayor que con la técnica manual.

La cirugía cardíaca fue una de las primeras especializaciones en manifestar el interés por adoptar este tipo de técnica, aceptando los beneficios de las pequeñas incisiones realizadas entre las costillas para los *bypass* coronarios, y las reparaciones del corazón bajo visualización directa usando el toracoscopio. El sistema Da Vinci, proporciona al paciente y cirujano, la modalidad de tratamiento más efectiva y menos invasiva aún en los procedimientos más complejos (reparación de la válvula mitral). Entre los beneficios de la robótica en cirugía cardiotorácica están: el reducido riesgo de infección, escasa pérdida sanguínea, necesidad de transfusiones, menor dolor posoperatorio, corta estancia hospitalaria y una rápida recuperación con un pronto retorno a las actividades normales.

En cirugía general, los sistemas robóticos laparoscópicos se han utilizado en ensayos clínicos prospectivos en CLs. En agosto de 1993, en el Centro Médico de San Diego de la Universidad de California, en La Jolla, Jonathan Sackier realizó la CL con el robot AESOP 1.000 (*Advanced Endoscopic System for Optimal Positioning*) Marescaux y col. (2001), realizaron una CL el 9 de septiembre con el sistema ZEUS, transmitida desde Nueva York, EE.UU, a Estrasburgo, Francia, por medio

de un cable de fibra óptica. Asimismo, ocurrió con la funduplicatura de Nissen por Cadieri y col. (2001). En cirugía ginecológica se ha utilizado para reversar la ligadura de trompa por Falcone y col. (2000)<sup>(28)</sup>, en histerectomías por afecciones benignas por Arnold Advincula en la Universidad de Michigan, en histerectomías radicales con linfadenectomías para cáncer cervical y del endometrio por John Bogges, en la Universidad de Nort Carolina. En urología, el primer procedimiento realizado con la asistencia del robot fue la resección transuretral de la próstata por Davies y col. en 1991, y posteriormente por Harris y col. en 1997.

En 1989; un equipo de cirujanos del Colegio Imperial en Londres, liderizado por Davies y col., diseñó un aparato para la resección automática de la próstata. Este robot tenía siete grados de libertad, definiendo el concepto *off-line* (como un robot que es preprogramable para realizar intervenciones sin la directa interacción con los humanos).

Asimismo, el grupo de investigadores del Instituto Politécnico de Milán, Italia encabezado por Rockall A., y Sala R., (1995), utilizaron un robot para la biopsia transperineal de la próstata (BTPP). El equipo de cirujanos del Johns Hopkins Medical Center ha desarrollado el PAKY, robot para el acceso percutáneo al riñón.

Kavoussi y col. en 1994, reportan el uso inicial en clínica de la cirugía robótica asistida utilizando el AESOP en la ejecución de la CL, ligadura de varices y cistopexia. El empleo del sistema robótico Da Vinci, en cirugía fue realizado en Europa por Cadieri y col.<sup>(17)</sup>, en la realización de 146 intervenciones entre marzo de 1997 y febrero del 2001, sin ningún tipo de complicaciones.

Cientos de robots han sido utilizados en varios países de Europa, América y Asia, en más de 250 000 operaciones desde 1994 al 2003 y se han efectuado investigaciones en Telecirugía con la utilización de diversos sistemas.

En este artículo se analiza el origen de los sistemas robóticos, su evolución, desarrollo, y las características de los robots de última generación, el fuerte impulso de la cirugía robótica y sus perspectivas en el futuro, considerando que los cirujanos han de conocer todo lo referente a estas técnicas emergentes e innovadoras.

## MÉTODO

Se realizó la revisión sistemática y crítica de la literatura en el período comprendido desde 1983-2007, utilizando los artículos seleccionados de Medline tanto en idioma inglés como español que describen la historia, y el desarrollo y aquellos que reportan los datos encontrados

en sus aplicaciones.

## DISCUSIÓN

La video laparoscopia robótica con el Sistema Da Vinci, (Intuitive Surgical Sunnyvale, CA. EE.UU. 2003) es una tecnología de introducción reciente. Los procedimientos están aún definiéndose y se realizan actualmente en diversos centros de prestigio investigaciones prospectivas comparativas para validarlas<sup>(1-5)</sup>. Cerca, de 200 000 procedimientos han sido realizados alrededor del mundo (EE.UU Europa, Asia, Latinoamérica) utilizando el sistema Da Vinci. Un alto porcentaje fueron realizadas en el tracto gastrointestinal. Los reportes iniciales en la literatura fueron en CLs<sup>(16,21,25)</sup>, seguidos por la miotomía de Heller, funduplicatura de Nissen, resecciones esofágicas, gástricas y la operación de Whipple<sup>(21,26,33)</sup>.

La cirugía robótica requiere de una curva de aprendizaje, que de acuerdo a la experiencia publicada por los centros que manejan casuística numerosa están en un promedio 50 intervenciones en CLs y hernioplastia mediante la técnica TAPP. En la literatura actual no existen datos concluyentes sobre el número de intervenciones necesarias que han de efectuarse, para lograr una formación adecuada<sup>(34-37)</sup>.

Se afirma: que las primeras intervenciones en los seres humanos han de cometerse luego de cumplir entrenamiento adecuado en instituciones de acreditada ascendencia, que operen considerable número de casos, bajo la dirección de un preceptor cirujano experto (acreditado y certificado)<sup>(1-7-10)</sup>. No obstante, hay que reconocer que en los ámbitos cardioquirúrgico y urológico muchos cirujanos se han aventurado a utilizar este tipo de procedimiento sin un período de adiestramiento previo en laparoscopia.

La complejidad de las tareas previas para preparar el quirófano, y la disposición de robot influye en retasar el comienzo del acto quirúrgico en sí. Por este motivo, algunos grupos quirúrgicos han dejado de realizar intervenciones de corta duración, en cambio, otros han superado esta dificultad preparando el paciente en el tiempo anestésico en forma simultánea con la configuración del robot (*set-up*).

Los investigadores consideran que cuando se empieza la labor con el sistema Da Vinci, ha de considerarse la CL como la intervención ideal para aprender a trabajar con seguridad con el método y asimilar las diferencias esenciales que existen con la cirugía endoscópica estándar<sup>(17)</sup>. Trabajando desde la consola la experiencia que se

logra es más intuitiva.

Consideran los expertos, que un equipo de cirujanos endoscopistas con su personal auxiliar con experiencia en más de 250 intervenciones, es factible que realicen las CLs *in vitro* preparando y conectando el sistema en menos de una hora.

En la cirugía laparoscópica existen algunas dificultades con los instrumentos actuales: poca articulación de la muñeca, sin capacidad háptica (táctil), efecto paradójico, poca dexteridad manual, pérdida de la visión tridimensional (3D) y pobre ergonomía; y sólo los procedimientos más simples puedan realizarse en forma masiva. Se ha demostrado que con la cirugía robótica asistida se superan la mayoría de estas dificultades, ya que actualmente se considera, que la laparoscopia es una tecnología “transicional” que conducirá irremediablemente a la cirugía robótica. Sin embargo, hoy en día, se puede considerar a los robots como una “extensión o mejoramiento de las capacidades humanas” más que una técnica donde se reemplaza a los cirujanos.

Según algunos estudios, durante las CLs, no se han demostrado beneficios objetivos con la asistencia robótica, pero esto es la regla en muchos procedimientos complejos; como por ejemplo, en las colecistitis severas e intervenciones que requieren la exploración del conducto común o anastomosis biliodigestivas. En las CLs estándar, el tiempo operatorio y los porcentajes de conversión fueron comparables a los mencionados en la literatura<sup>(34,35)</sup>. Diversos autores expresan el criterio que combinando los costos adicionales de estas técnicas, no se justifica el uso rutinario del sistema robótico para la CL.

La práctica de la mayoría de las comunidades quirúrgicas señalan que la curva del aprendizaje está exclusivamente relacionada con la valoración ergonómica, de las torres del robot y los procesos de interacción del cirujano entre la consola y los ayudantes en la mesa operatoria<sup>(1-3)</sup>.

En la experiencia publicada por diversos grupos, el sistema robótico añade significativos beneficios en procedimientos que requieren delicadas maniobras en espacios pequeños (durante la manipulación precisa en la operación de Heller y esofagomiotomías largas, la visión 3D proporciona la imagen precisa de las fibras musculares circulares).

Asimismo, las articulaciones de los instrumentos permiten trabajar en paralelo con el esófago, abordando las fibras musculares circulares en forma perpendicular y sin tremor, lográndose la destreza necesaria para llevar a

cabo la disección delicada de la musculatura circular.

En la reparación de las hernias paraesofágicas se ha señalado que la disección del extremo superior del saco herniario resulta más fácil con los instrumentos articulados si se les compara a las herramientas convencionales de laparoscopia. En la funduplicatura de Nissen, en la experiencia publicada se señala que la disección de la pared posterior del esófago y la sutura de los pilares es más fácil que con los instrumentos usuales.

En la literatura se han divulgado dos estudios clínicos comparativos entre la cirugía robótica asistida versus el procedimiento común en las funduplicatura de Nissen con apreciaciones similares<sup>(26)</sup>. Ambos estudios reportan la seguridad y eficacia del procedimiento sin complicaciones, sin embargo, ninguno de los beneficios en las técnicas de asistencia robótica (con tiempos operatorios prolongados y similares resultados clínicos).

Debido a la separación virtual del cirujano principal y sus asistentes y la barrera física de estar sentado a distancia y detrás de la consola, el cirujano se siente “inmerso” en la consola. El cirujano no siente la relación entre los instrumentos y la anatomía del paciente y puede tener dificultades para retirar los instrumentos del campo de visión. Asimismo, la comunicación con el equipo es sub óptima. No obstante, esta dificultad ha sido resuelta trabajando con audífonos, estableciéndose una comunicación fluida entre los miembros del equipo quirúrgico. En las versiones más recientes del sistema Da Vinci, viene integrada la interfase comunicacional.

Los aspectos ergonómicos y el costo que genera el uso de los sistemas robóticos limita su amplia difusión. La futura introducción y masificación de la cirugía robótica asistida en nuestro medio, se verá facilitada si las desventajas del procedimiento son compensadas. En los sistemas actualmente disponibles, el cirujano nunca percibe la sensación táctil o la retroalimentación durante las maniobras, asimismo, no recibe información de la fuerza aplicada. Estas fallas son compensadas por la información visual.

### **Reflexiones para establecer un programa robótico.**

Para establecer un proyecto en cirugía robótica, se requiere más que transferir una nueva técnica quirúrgica a un hospital o adquirir nuevos instrumentos o equipos<sup>(1)</sup>. Al principio, la institución y sus cirujanos deberían determinar si el programa es factible e identificar los líderes del esfuerzo. Un grupo multidisciplinario es ideal y debería incluir cirujanos, enfermeras, y administradores. Estos líderes deberían valorar todos los componentes del

programa: (a) procedimientos quirúrgicos a realizar, (b) entrenamiento, (c) personal, (d) equipos, (e) facilidades, (f) valoración operacional, (g) líneas de investigación, (h) entes financieros, (i) mercadeo. Estas reflexiones deben plantearse al comienzo antes de adquirir los equipos. La infraestructura necesaria para establecer un programa robótico es primordial, y puede explicar el uso sub óptimo del sistema robótico en algunas instituciones. Las actividades a realizar requieren de una valoración de las facilidades de los quirófanos existentes, el uso, y las fuentes de energía. En los centros académicos se deben proyectar las estrategias para la enseñanza. Las líneas de investigación y los resultados clínicos y financieros deberían ser monitoreados desde el principio. Debido a los altos costos iniciales (directos e indirectos) muchos hospitales y clínicas no podrán comenzar con un programa de esta clase. Se deberá establecer un programa que incluya las modificaciones a realizar en los quirófanos, adquisición de equipos, contratación de personal auxiliar, y entrenamiento de los cirujanos de planta. Una vez que el programa este operativo, deben realizarse evaluaciones periódicas (costos y académicos) para justificar o no cualquier procedimientos o técnicas nuevas.

Debería una institución comenzar con un programa de cirugía robótica?

El análisis de los costos – beneficios, determinará si una institución está en condiciones para llevar a cabo el programa de cirugía robótica. Han de establecerse claramente los beneficios para los pacientes, cirujanos y la institución. Para los pacientes y cirujanos, las nuevas tecnologías médicas generan grados variables de entusiasmo y atracción aún antes de que se demuestren las ventajas de sus resultados.

Otro beneficio institucional es el potencial de llegar a constituirse en un centro de entrenamiento y poder ofrecer tele conferencias con fines didácticos.

Es conveniente señalar que en Venezuela los programas de cirugía robótica se realizan en las instituciones privadas desde julio de 2006, siendo el primero en el Hospital de Clínicas Caracas, que se realizan las primeras intervenciones de este tipo. Posteriormente en enero de 2007 se incorporó el Instituto Médico “La Floresta”. En el curso del presente año se iniciará en el Hospital Universitario de Caracas, y se contempla colocar en fecha próxima un modelo robótico para entrenamiento en el Instituto de “Cirugía Experimental” Escuela “Luis Razetti”, Facultad de Medicina Universidad Central de Venezuela.

## CONCLUSIONES

La cirugía robótica es una tecnología que va a más y sin retorno: la cirugía laparoscópica es una tecnología en proceso de transición hacia la cirugía robótica. La calidad de la imagen tridimensional intraoperatoria con sensación de profundidad, la perfecta sincronización cerebro – ojos - manos, la precisión de los instrumentos, la exactitud de las suturas y la exéresis que se realiza con mayor destreza y confort, harán que pronto la cirugía robótica sea ampliamente difundida y realizada en el mundo entero.

Los resultados de nuestras observaciones en la clínica y experiencias *in vitro* en el laboratorio (simuladores y en animales) soportan claramente la factibilidad de usar los sistemas robóticos en la realización rutinaria de los procedimientos laparoscópicos en cirugía general y cardiotorácica. Estamos impresionados por las capacidades del sistema robótico, sin embargo, es necesario disponer de datos objetivos que demuestren la mejora en la calidad de los cuidados utilizando estas herramientas.

Los cirujanos entusiastas han de prepararse en el laboratorio, continuando con la exploración de nuevas aplicaciones de la cirugía robótica video-asistida y demostrar el valor aditivo de la asistencia robótica.

## REFERENCIAS

1. Advincola A, Reynolds R, Kartha P. Telerobotic laparoscopic hysterectomy and myomectomy case series. SLS Annual Meeting, 12th International Congress and Endo Expo. Las Vegas, 2003.
2. Annibale AD, Orsini C, Morpugo E, Sovernigo G, Vallerio M, Menin N. Cirugía robótica del aparato gastrointestinal. *Endosurgery*. 2006; 14:1-7.
3. Arroyo C. Cirugía robótica. *Rev Elementos, Ciencia y Cultura*. 2005;58(12):13-19.
4. Aybek T, Kessler P, Khan M. Operative techniques in awake coronary bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;125:1394-1400.
5. Ballantyne GH. Robotic surgery Telerobotic surgery, telepresence, and telementoring. Review of early clinical results. *Surg Endosc*. 2002;16(10):1389-1402.
6. Ballantyne GH, Moll F. The da Vinci telerobotic surgical system: The virtual operative field and telepresence surgery. *Surg Clin Nort Am*. 2003;83:1293-1304.
7. Berry M. Medicina y Robótica. *Rev Clínica Los condes Santiago de Chile*. 2005;4:1-17.
8. Buckingham RA, Buckingham RO. Robots in operating theatres. *BMJ*. 1995;311:1479-1482.
9. Bodner J, Wykpiel H, Wetcher G, Schmid T. First experiences with the da Vinci operating robot in thoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2004;(25):844-851.
10. Boehm DM, Gulbin H. Early experience with robotic technology for coronary artery surgery. *Ann Thorac Surg*. 1999;68:1542-1546.
11. Cadiere GB, Himpens J, Vertruyen M. Evaluation of telesurgical (robotic) Nissen fundoplication. *Surg Endosc*. 2001;15:918-923.
12. Cadiere GB, Himpens J, Germany O, Jzizaw R, Degueldre M, Vadome J, Capelluto E. Feasibility of Robotic laparoscopy surgery: 146 cases. *World J Surg*. 2001;25:1467-1477.
13. Chapman WHH, Albrecht RJ, Kim VB. Computer-assisted laparoscopic splenectomy with the da Vinci surgical robot. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2002;12:155-159.
14. Chang L, Satava RM, Pellegrini CA, Sinannan MN. Robotic Surgery, identifying the learning curve thought objective measurement of skill. *Surg Endosc*. 2003;17:1744-1748.
15. Carvajal RA. Cirugía robótica. *Rev Cir Gen*. 2003;25(4):314-320.
16. Chitwood WR, Nifong LW, Chapman WH, Flegler JE, Bailey BM. Robotic Surgery training in an academic institution. *Ann Surg*. 2001;234:475-478.
17. Caramillo DB, et al. Robotic surgery today and tomorrow. *Am J Surg*. 2004;118(Suppl):2-15.
18. Delaney C, Lynch A, Senagore A. Comparison of robotically performed and traditional laparoscopic colorectal surgery. *Dis Col Rectum*. 2003;46:1633-1639.
19. Eadie LH, Seifalian AM, Davison BR. Telemedicine in Surgery. *Br J Surg*. 2003;90: 647-658.
20. Falcone T, Goldberg J, García Ruiz A. Full robotic assistance for laparoscopic tubal anastomosis: A case report. *J Laparoendosc Adv Surg Tech*. 1999;9:107-113.
21. Green SP, Hill JH, Satava RM. Telepresence dexterous procedures in a virtual operating field. *Surg Endosc*. 1991;57:192.
22. Guillonneau B, el-Fettouh H, Banmert H. Laparoscopic radical prostatectomy oncological Evaluation after 1 000 cases at Montsouris Institute. *J Urology*. 2003;169:1261-1266.
23. Hanisch E, Markus B, UGT C. Robot-assisted laparoscopic cholecystectomy and funduplications. initial experience with the Da Vinci system. *Chirurg*. 2001;72:286-288.
24. Himpens J, Leman G, Cadiere GB. Telesurgical laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 1998;12:1091.
25. Hogan S, Vanuno D. Robots in laparoscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2001;11:415-419.
26. Hubens G, Coveliers H, Balliu L, Rupert M. A performance study comparing manual and robotically assisted laparoscopic surgery using da Vinci system. *Surg Endosc*. 2003;17(10):1595-1599.
27. Kernstine KH. Robotics in thoracic surgery. *Am J Surg*. 2004;188(4 Suppl):89-97.
28. Marescaux J, Smith MK, Folscher D, Jamali F, Mallassagne B, Leroy J. Telerobotic laparoscopy cholecystectomy: Initial clinical experience with 25 patients. *Ann Surg*. 2001;234:1-7.
29. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M, et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature*. 2001;413:379-380.
30. Marescaux J, Smith MK, Folscher D, Jamal F. Telerobotic laparoscopic cholecystectomy: Initial clinical experience with 25 patients. *Ann Surgery*. 2001;234 (1):1-7.
31. Menon M, Tewari I. Robotic radical prostatectomy and the Vattikutim Urology institute technique: An interim análisis of results and technical points. *Urology*. 2003;61:15-20.
32. Reynolds W Jr. The first laparoscopic cholecystectomy. *SLS*. 2001;5:89-94.
33. Ruuda JP, Van Vroonhoven TJ, Broeders IA. Robotic-assisted surgical systems: A new era in laparoscopic surgery. *Ann R Coll Surg Engl*. 2002;84:223-226.
34. Sackier JM, Wang Y. Robotically assisted laparoscopic surgery from

- concept to development. *Surg Endosc.* 1994;8:63-66.
35. Kavoussi LR, Moore RG, Partin AW, Bender JS, Zenilman ME, Satava RM. Telerobotic assisted laparoscopic surgery: Initial laboratory and clinical experience. *Urology.* 1994;44(1):15-19.
36. Satava RM. Emerging technologies for surgery in the 21st century. *Arch Surg.* 1999;134:11197-11202.

37. Satava RM. *Cybersurgery: Advanced technologies for surgical practice.* Nueva York: Willey -Liss; 1998:99-176.

**DIRECCIÓN:** Jorge Ramón Lucena Olavarrieta. Cátedra de Técnica Quirúrgica primer piso del Instituto Anatómico “José Izquierdo” oficina 213. Telefax 5802129863458. Correo electrónico [jorge\\_lucena@Yahoo.com](mailto:jorge_lucena@Yahoo.com).