

## ANTECEDENTES, DESARROLLO Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA ROBÓTICA EN CIRUGÍA.

Javier Romero Otero, Philippe Paparel, Dash Atreya, Karim Touijer y Bertrand Guillonau.

Department of Urology. Memorial Sloan Kettering Cancer Center. New York City (NY). USA.

**Resumen.-** La robótica es un término y concepto que viene de lejos. Mucho es el tiempo transcurrido y el esfuerzo realizado desde los primeros robots o instrumentos mecánicos concebidos, hasta la robótica actual. Los primeros robots empleados en cirugía fueron de "trayectoria precisa" a mediados de la década de los 80. Se emplearon en neurocirugía para biopsias estereotáxicas y posteriormente para resecciones prostáticas y en ortopedia. A partir de ellos se desarrollaron brazos articulados más complejos: AESOP, Endoassist, que facilitaban la cirugía al realizar trabajos tediosos durante la misma (disminuían el cansancio y el temblor del cirujano). Por último llegaron los robots tipo maestro esclavo que son los más extendidos y empleados en la cirugía actual. Han sido empleados en todos los tipos de cirugías y cada vez está más extendido su uso.

Valorar el coste-efectividad de los mismos es la tarea que nos corresponde desempeñar a la generación actual de cirujanos. La robótica proporciona muchas ventajas, pero también algún inconveniente y a un alto coste.

**Palabras clave:** Robótica. Cirugía robótica. Historia de la cirugía. Historia de la urología. Robótica y urología.

**Summary.-** Robotic is an antique concep. The first robots used in surgery were precise path systems in the 80's. Stereotactic neurosurgery was the first field applying this devices. Based on these more complex devices were built: AESOP and Endoassist help the surgeon during the surgery. The surgical assistant will not fatigue and there will be no tremor of the camera. Finally the master-slave devices were developed. They are the most commenly used all around the world. They are involved many types surgery in. To evaluate the cost-effectiveness of robotics in surgery is our responsibility. Robotics provides many advantages but also has a few disadvantages including expense.

**Keywords:** Robotics. Robotic surgery. Robotic surgery history. Urologic history. Robotics and urology.

Correspondencia  
Javier Romero Otero  
Department of Urology  
Memorial Sloan Kettering Cancer Center  
353 E 68th st,  
ZIP: 10028. New York City (NY).  
U.S.A.  
romerooj@mskcc.org

## INTRODUCCIÓN

La robótica como concepto es una atractiva idea que viene de lejos. La idea de personas artificiales data al menos de la época de la antigua leyenda de Cadmus y el mito del Pygmalion. Posteriormente

en la antigua Grecia, tres siglos antes de cristo, Ctesibius y Philon de Bizancio ya desarrollaban figuras mecánicas con el fin del entretenimiento de la gente.

La robótica tal y como la concebimos hoy en día surgió con el desarrollo industrial. El término "robótica" significa en checo trabajos forzados. Fue acuñado por Karel Capek, quien inspirado por el desempleo secundario a la mecanización de las fábricas con la revolución industrial, escribió su obra: *Rossum's Universal Robots* (1921). Posteriormente lo popularizó el escritor de ciencia ficción Isaac Asimov en su obra *Runaround* (1942) y *I, Robot* (1950) (1).

### **Desarrollo de la robótica en cirugía**

A finales de la década de los 80 un esfuerzo conjunto entre investigadores de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) Ames Research Center, muy interesados en realidad virtual e ingenieros mecánicos del Stanford Research Institute (SRI), culminó en el desarrollo de un sistema de telecirugía para mejorar la destreza en microcirugía de la mano. Realizaron 10 anastomosis de arterias femorales en ratas, consiguiendo un 100% de permeabilidad vascular (2). Pero pronto cambió la idea original de micro- a macro-cirugía. En 1989 Perissat y cols. realizaron en Atlanta una demostración de colecistectomía laparoscópica (3), era el escenario perfecto para el desarrollo de su nueva tecnología.

El US Department of Defense basándose en la idea de la tele-cirugía desarrolló un nuevo dispositivo: SRI Green Telepresence Surgery System. Consistía en un vehículo blindado que hacía las veces de quirófano. Éste se equiparía con el instrumental médico imprescindible y los brazos del robot, que serían controlados por un cirujano desde una consola en la retaguardia. El soldado herido podría recibir una primera atención quirúrgica para controlar todas las heridas mortales, traumas vasculares principalmente, que serían tratados de una forma definitiva en los hospitales de campaña posteriormente. Este sistema desarrollaba cirugía abierta y además requería 2.7 veces más tiempo que la cirugía convencional. Nunca se ha llegado a utilizar en caso de guerra, pero es sin duda la base de los actuales robots (4).

En Europa también se ha trabajado para llegar al desarrollo actual. Fruto de ello en Alemania Schurr y cols. llegaron a conseguir el primer sistema con 6 grados de libertad de movimiento y visión en tres dimensiones: Advanced Robotic Telemanipulator for Minimally Invasive Surgery: ARTEMIS. Pese al éxito de la empresa, la financiación fue retirada y no se llegó a comercializar (5).

Muchos otros esfuerzos y trabajos han sido desarrollados hasta llegar a la situación actual. Existen multitud de tipos de robots que se utilizan en muy distintas áreas de la cirugía: traumatología, neurocirugía y muchas otras. También debe ser reconocida su aportación para alcanzar el nivel del que disfrutamos hoy en día. En este sentido cabe destacar los trabajos iniciales en robótica aplicados a la medicina que comenzaron con Kwoh y cols., quienes ya en 1985 realizaron la primera cirugía robótica de la historia (6). Utilizaron el Programmable Universal Machina for Assembly (PUMA) 560 para la realización de neuro-biopsias estereotáxicas. Además sirvió de germen para el desarrollo de un programa de cirugía robótica en el Imperial College (Londres), gracias al cual Wickham y cols. desarrollaron el primer robot para la realización de resecciones transuretrales prostáticas (7). Posteriormente, siguiendo el mismo camino, irrumpió el Robodoc (Integrated surgical systems, Sacramento, CA) en el ámbito de la cirugía ortopédica (8).

Basado en los avances anteriormente descritos, el AESOP fue desarrollado para sujetar la cámara durante la cirugía laparoscópica. Pronto fue utilizado rutinariamente en muchos centros de referencia (9).

Actualmente la gran mayoría de intervenciones laparoscópicas asistidas roboticamente, lo son con el da Vinci® system. La cirugía robótica fue desarrollada en base a los principios y experiencia de la cirugía laparoscópica, probablemente por eso hoy en día la robótica no es más que una herramienta para simplificar y favorecer este tipo de intervenciones. Por esto los cirujanos pioneros en robótica son aquellos que lo fueron en laparoscopia, pues eran los profesionales con mayor conocimiento y experiencia para desarrollar la nueva tecnología. Este hecho ha favorecido el rápido desarrollo de este nuevo abordaje quirúrgico. Así en el campo de la Urología la primera prostatectomía robótica fue realizada por Binder en Alemania, mientras que Abbou y cols., en Francia, fueron los primeros en publicarlo en la literatura (10). Paralelamente el grupo de Guillonnet y cols. comunicaron la primera nefrectomía (11) y linfadenectomía robótica como tratamiento de cáncer prostático (12) descritos en la literatura.

### **Clasificación de los sistemas robóticos:**

Existen tres tipos diferentes de robots (4):

1. El primer tipo es el de "trayectoria precisa", son unidades mecánicas preprogramadas para repetir sistemáticamente y de forma repetitiva determinados

movimientos. No existe control directo del cirujano. En este grupo estarían: Surgeon Robot for Prostatectomies, desarrollado para realizar resecciones transuretrales de próstata de una forma mecánica (13); sistema PAKY, desarrollado para el acceso percutáneo renal (14).

2. Los robots de "reemplazo interno", son intermedios entre los de "trayectoria precisa" y los de "maestro-esclavo". Intentan sustituir alguna de las funciones del cirujano que requieren más destreza o mayor cansancio. Dentro de este grupo están: Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (AESOP), utilizado para manejar la cámara durante la cirugía laparoscópica.

3. El tipo "maestro-esclavo" es el paradigma de lo que entendemos por robot en la actualidad. Consiste en una consola desde donde el cirujano controla una segunda unidad, el robot, que está sobre el paciente y que reproduce exactamente los gestos del cirujano. Dentro de este grupo se encuentran: da Vinci® Surgical System (Intuitive Surgical, Sunnyvale, California) y el Zeus Robotic Surgical System (Computer Motion, Goleta, California). Realmente más que un robot es un sistema controlado por un ordenador para mejorar la destreza del cirujano (15).

### **Sistemas robóticos disponibles en la actualidad:**

En la actualidad disponemos de cinco sistemas robóticos con aprobación por parte de la Food and Drug Administration (FDA). Están integrados en la actividad diaria de multitud de centros asistenciales y de investigación: Neuromate, AESOP, Endoassist, da Vinci® Surgical System y Zeus Surgical System. En Junio del 2003 Intuitive Surgical y Computer Motion fueron fusionadas y desde entonces trabajan como una sola compañía. El sistema Zeus ya no se comercializa, pero sí se sigue utilizando en diversos centros a los cuales Intuitive les proporciona el instrumental.

**1. Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (AESOP):** Es un producto de Computer Motion. Consiste en un brazo articulado con 4 grados de movimiento que sujeta la cámara durante los procedimientos laparoscópicos. Previamente era controlado por el cirujano mediante un pedal, pero en la actualidad se hace por control de voz. El objetivo principal es evitar el temblor y distracción que el cansancio puede provocar en el ayudante. Además proporciona una mayor autonomía del cirujano que no dependerá de la experiencia de su ayudante. Ha demostrado ser un excelente instrumento permitiendo

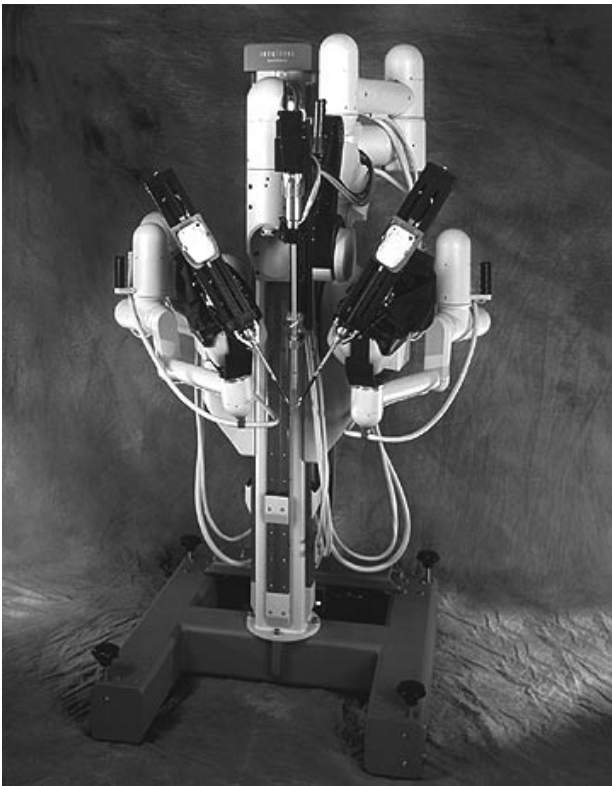


FIGURA 1. Sistema "da Vinci®".



FIGURA 2. Sistema "da Vinci®".

operar sólo al cirujano, sin aportar incremento en el tiempo quirúrgico (16). Además se ha comprobado su utilidad en diferentes tipos de cirugías: ginecológica (17), cirugía general (18) y otras.

**2. Endoassist:** Es un dispositivo muy similar al AESOP para sujetar y posicionar la cámara. Se controla por un sensor que detecta los movimientos de la cabeza del cirujano, al presionar un pedal, la cámara se posiciona hacia donde mira el cirujano. Pese a que es tan buen instrumento como el AESOP no está tan extendido y poco se ha publicado sobre él (19).

**3. Neuromate:** Es un sistema de posicionamiento para facilitar los procedimientos neuroquirúrgicos estereotáxicos (20).

**4. da Vinci® Surgical System:** Consiste en un sistema compuesto por tres unidades: 1). la consola donde está el ordenador central y desde donde el cirujano controla el robot; 2). una torre para el vídeo, la luz, el insuflador y una pantalla de televisión para el ayudante y por último 3). la torre que sujeta tres o cuatro brazos quirúrgicos que será la que se sitúe sobre el enfermo (Figuras 1 y 2). Recibió en julio del 2000 la aprobación por la FDA.

En la consola el cirujano se sienta confortablemente y a través de un puerto binocular ve en tres dimensiones el campo quirúrgico. Tiene dos mandos manuales muy anatómicos que le permiten manejar con siete grados de libertad el instrumental quirúrgico. Una de las grandes ventajas que aporta es que al mirar por el puerto binocular, la reconstrucción del ordenador, hace coincidir las manos del cirujano con la visión del instrumental en el campo quirúrgico, de modo que se integran perfectamente las manos del cirujano con el instrumental y la cirugía resulta muy intuitiva. Además tiene unos pedales que permiten controlar las fuentes de energía que se estén utilizando en cada caso. La torre que se posiciona sobre el enfermo puede tener tres o cuatro brazos. El central sostiene la cámara y los otros dos o tres, son brazos articulados que permiten hasta 7 grados de movimiento (simulan perfectamente los movimientos de una mano). La consola y el esclavo deben permanecer siempre en la misma habitación.

Muchas son las ventajas e inconvenientes que se han relacionado con este sistema. Entre las primeras destacan: visión en tres dimensiones, con el consiguiente aumento en la precisión de los movimientos; brazos articulados con muñecas, que permiten los mismos movimientos que una mano; procesamiento del movimiento por el ordenador y en consecuencia desaparición del temblor; posición cómoda y ergonómica del cirujano y magnificación de la imagen hasta 10 veces.

Entre los problemas del robot destacan: el aspecto económico, el espacio que ocupa, cada procedimiento se tiene que recolocar sobre la mesa de operaciones, la pérdida absoluta de sensación táctil y los brazos en ocasiones, si han de actuar en espacios reducidos, pueden interferir unos con otros.

**5. Zeus Surgical System:** Consiste en una consola desde donde el cirujano controla tres brazos individuales, se posicionan sobre el enfermo para el desarrollo de la cirugía. La cámara es un AESOP controlado por voz. Los otros dos brazos son de tecnología muy parecida. Los brazos actuales permiten 6 grados de libertad (Figuras 3 y 4). Pese a que en el diseño inicial la visión era en dos dimensiones, en la actualidad es de tres. En el año 2001 cirujanos en Nueva York realizaron la primera cirugía transatlántica de la historia, una colecistectomía, a un paciente en Estrasburgo sin ninguna complicación (21) mediante este dispositivo. Como ya se ha mencionado este sistema no se comercializa pero se sigue utilizando en los centros que lo adquirieron gracias al soporte de Intuitive Surgical.

#### **Aplicaciones de los sistemas robóticos:**

El uso clínico de los sistemas robóticos tipo maestro-esclavo, que son los que se están imponiendo en la actualidad, comenzó en Europa donde Cadiere y cols. (22) desde marzo de 1997 usaron el da Vinci® para realizar 146 procedimientos. La mayoría de los mismos eran de cirugía general, pero también incluían prostatectomías radicales y una varicocelectomía. En los EEUU Talamini y cols. presentaron su experiencia inicial con el da Vinci®, desde junio del 2000 a junio 2001 (23). Realizaron 211 casos, principalmente de cirugía general, pero también realizaron nefrectomías para donante vivo y adrenalectomías.

Desde entonces multitud de especialidades se han sumado a la cirugía robótica. La mayoría de procedimientos son posibles para este tipo de técnica. La cirugía cardio-torácica es uno de los campos donde más se ha desarrollado, así se ha descrito: cirugía sobre válvula mitral (24) y aórtica (25), bypass de arteria coronaria (26) y empleando arteria mamaria interna (27), reparación de defectos en el septo atrial (28), implantación de defibriladores (29), resección de quistes esofágicos (30), paratiroidectomía mediastínica (31) y broncoplastias (32). Por su parte otras especialidades como la cirugía vascular realizan: bypass aorto-iliacos y tratamiento de aneurismas aórticos (33).

El tamaño del sujeto no es una contraindicación para este tipo de cirugía y así lo demuestra el hecho de que ha sido empleado en cirugía pediátrica.

ca. Entre otros para la realización de pieloplastias (34), heminefrectomías (35) y de apendico-vesicostomías (Mitrofanoff) (36).

El mayor desarrollo del robot probablemente venga de la mano de la cirugía abdominal, incluyendo digestiva, urológica y ginecológica. En la primera de las tres se ha efectuado todo tipo de intervenciones entre las que se incluyen: resecciones pancreáticas (37), colecistectomías (38), bypass gástricos en Y de Roux y colectomías (39). Para el campo de la ginecología se ha aprovechado para: cirugía reconstructiva uterina (40), recanalización tubárica (41,42), cirugía de endometriosis, miomectomías e hysterectomías (43), sacrocolpopexias por prolapso vaginal (44) y reparaciones de fístulas (45).

En el campo de la urología la robótica no es una opción de futuro, sino de presente. Multitud de grupos realizan hoy en día su cirugía mediante la ayuda del robot y están obteniendo resultados muy esperanzadores.

Desde que Beecken y cols. comunicaron la primera cistectomía y reconstrucción con neovejiga tipo Hautmann en el año 2003, para la cual invirtieron 8.5 horas y se produjeron 200 ml de sangrado (46), muchas son los avances y estandarización de técnicas que se ha producido. Gracias a ello en nuestra especialidad se han descrito ya todo tipo de intervenciones: reconstrucción del suelo pélvico (47), vaso-vasostomías (48), cistectomías y neovejiga intracorpórea (46), nefrectomías y adrenalectomías (49), pieloplastias (50), nefrectomía para donante vivo en el trasplante renal (51), nefrectomías parciales (52) y sobre todo prostatectomías radicales que es el campo donde la robótica ha encontrado su mayor impulso.

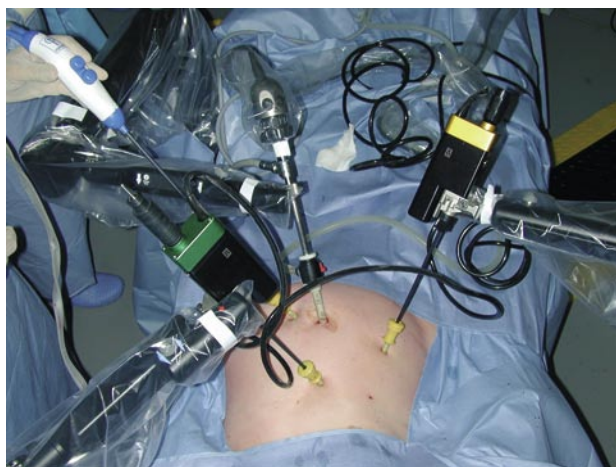


FIGURA 3. Sistema Zeus.

### Otros sistemas robóticos en Urología:

Además del sistema maestro-esclavo que está presentando su mayor desarrollo en la prostatectomía radical, otros sistemas robóticos han sido empleados en urología a lo largo de la historia:

**1. Surgeon Robot for Prostatectomies (Probot) (53):** Representa el primer uso de la robótica al servicio de la urología. Fue desarrollado por el Hospital Guy's de Londres en asociación con el Imperial Collage London. Consistía en un resector montado sobre un robot de "trayectoria precisa". Previo a la cirugía se realizaba una ecografía trans-rectal y con la medición de la próstata se programaba al robot para que mediante cortes repetitivos, resecase el adenoma prostático sin pasarse de los límites del órgano. Durante el procedimiento el cirujano podía ver la cirugía a través de un monitor. Al final de la intervención se regularizaba la superficie y se hacía hemostasia manualmente. Pese a los buenos resultados iniciales no se ha vuelto a publicar sobre el tema.

**2. Robotic System for Percutaneous Access (PAKY) (14):** desarrollado por el Johns Hopkins, consiste en un brazo robótica con 7 grados de libertad y una aguja en la punta, para permitir el acceso a los cálculos renales, durante la cirugía percutánea.

### CONCLUSIONES

La robótica es un antiguo concepto que viene de lejos. Para alcanzar el desarrollo actual muchos son los esfuerzos que han tenido que unirse. Cada nuevo robot es mejor que el previo, pero para alcanzar esta superioridad se vale de la experiencia y



FIGURA 4. Sistema Zeus.

conocimiento acumulado hasta ese momento. Finalmente los dispositivos tipo maestro esclavo son los que han emergido como los más beneficiosos y se están empleando en la mayoría de las cirugías. Pero también existen otros tipos de robots muy útiles que se utilizan a diario en multitud de centros.

Los robots han sido desarrollados para mejorar nuestros resultados y facilitarnos nuestra labor. Pero es nuestra obligación el evaluar si su efectividad, eficiencia y coste es el adecuado. Solamente el paso del tiempo nos dará la respuesta.

## **BIBLIOGRAFÍA y LECTURAS RECOMENDADAS (\*lectura de interés y \*\* lectura fundamental)**

- \*\*1. EWING, D. R.; PIGAZZI, A.; WANG, Y. y cols.: "Robots in the operating room--the history". *Semin Laparosc Surg*, 11: 63, 2004
2. HILL, J. W.; HOLST, P. A.; JENSEN, J. F. y cols.: "Telepresence interface with applications to microsurgery and surgical simulation". *Stud Health Technol Inform*, 50: 96, 1998
3. PERISSAT, J.; COLLET, D. R.; BELLIARD, R.: "Gallstones: laparoscopic treatment, intracorporeal lithotripsy followed by cholecystostomy or cholecystectomy--a personal technique". *Endoscopy*, 21 Suppl 1: 373, 1989
- \*\*4. NGUYEN, M. M.; DAS, S.: "The evolution of robotic urologic surgery". *Urol Clin North Am*, 31: 653, 2004
5. SCHURR, M. O.; BUSS, G.; NEISIUS, B. y cols.: "Robotics and telemanipulation technologies for endoscopic surgery. A review of the ARTEMIS project. Advanced Robotic Telemanipulator for Minimally Invasive Surgery". *Surg Endosc*, 14: 375, 2000
6. KWON, Y. S.; HOU, J.; JONCKHEERE, E. A. y cols.: "A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery". *IEEE Trans Biomed Eng*, 35: 153, 1988
7. WICKHAM, J.: "Minimally invasive therapy". *Health Trends*, 23: 6, 1991
8. PAUL, H. A.; BARGAR, W. L.; MITTLESTADT, B. y cols.: "Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty". *Clin Orthop Relat Res*: 57, 1992
9. GUILLONNEAU, B.; VALLANCIEN, G.: "Laparoscopic radical prostatectomy: the Montsouris technique". *J Urol*, 163: 1643, 2000
10. ABOU, C. C.; HOZNEK, A.; SALOMON, L. y cols.: "Laparoscopic radical prostatectomy with a remote controlled robot". *J Urol*, 165: 1964, 2001
11. GUILLONNEAU, B.; JAYET, C.; TEWARI, A. y cols.: "Robot assisted laparoscopic nephrectomy". *J Urol*, 166: 200, 2001
12. GUILLONNEAU, B.; CAPPELE, O.; MARTINEZ, J. B. y cols.: "Robotic assisted, laparoscopic pelvic lymph node dissection in humans". *J Urol*, 165: 1078, 2001
- \*13. DAVIES, B. L.; HIBBERD, R. D.; NG, W. S. y cols.: "The development of a surgeon robot for prostatectomies". *Proc Inst Mech Eng [H]*, 205: 35, 1991
14. CADEDDU, J. A.; BZOSTEK, A.; SCHREINER, S. y cols.: "A robotic system for percutaneous renal access". *J Urol*, 158: 1589, 1997
- \*15. GUILLONNEAU, B.: "What robotics in urology? A current point of view". *Eur Urol*, 43: 103, 2003
16. KAVOUSSI, L. R.; MOORE, R. G.; ADAMS, J. B. y cols.: "Comparison of robotic versus human laparoscopic camera control". *J Urol*, 154: 2134, 1995
17. METTLER, L.; IBRAHIM, M.; JONAT, W.: "One year of experience working with the aid of a robotic assistant (the voice-controlled optic holder AESOP) in gynaecological endoscopic surgery". *Hum Reprod*, 13: 2748, 1998
18. GEIS, W. P.; KIM, H. C.; BRENNAN, E. J., JR. y cols.: "Robotic arm enhancement to accommodate improved efficiency and decreased resource utilization in complex minimally invasive surgical procedures". *Stud Health Technol Inform*, 29: 471, 1996
19. AIONO, S.; GILBERT, J. M.; SOIN, B. y cols.: "Controlled trial of the introduction of a robotic camera assistant (EndoAssist) for laparoscopic cholecystectomy". *Surg Endosc*, 16: 1267, 2002
20. LI, Q. H.; ZAMORANO, L.; PANDYA, A. y cols.: "The application accuracy of the NeuroMate robot--A quantitative comparison with frameless and frame-based surgical localization systems". *Comput Aided Surg*, 7: 90, 2002
21. MARESCAUX, J.; LEROY, J.; GAGNER, M. y cols.: "Transatlantic robot-assisted telesurgery". *Nature*, 413: 379, 2001
- \*22. CADIÈRE, G. B.; HIMPENS, J.; GERMAY, O. y cols.: "Feasibility of robotic laparoscopic surgery: 146 cases". *World J Surg*, 25: 1467, 2001
23. TALAMINI, M. A.; CHAPMAN, S.; HORGAN, S. y cols.: "A prospective analysis of 211 robotic-assisted surgical procedures". *Surg Endosc*, 17: 1521, 2003
24. MURPHY, D. A.; MILLER, J. S.; LANGFORD, D. A. y cols.: "Endoscopic robotic mitral valve surgery". *J Thorac Cardiovasc Surg*, 132: 776, 2006
25. FOLLIGUET, T. A.; VANHUYSE, F.; KONSANTINOS, Z. y cols.: "Early experience with robotic aortic valve replacement". *Eur J Cardiothorac Surg*, 28: 172, 2005

26. TURNER, W. F., JR., SLOAN, J. H.: "Robotic-assisted coronary artery bypass on a beating heart: initial experience and implications for the future". *Ann Thorac Surg*, 82: 790, 2006
27. BOYD, B.; UMANSKY, J.; SAMSON, M. y cols.: "Robotic harvest of internal mammary vessels in breast reconstruction". *J Reconstr Microsurg*, 22: 261, 2006
28. BONAROS, N.; SCHACHNER, T.; OEHLINGER, A. y cols.: "Robotically assisted totally endoscopic atrial septal defect repair: insights from operative times, learning curves, and clinical outcome". *Ann Thorac Surg*, 82: 687, 2006
29. SHALABY, A.; SHARMA, M. S.; ZENATI, M. A.: "Robotic implantation of a multichamber cardiac resynchronization therapy defibrillator". *Pacing Clin Electrophysiol*, 29: 906, 2006
30. FERNANDO, H. C.; ERDEM, C. C.; DALY, B. y cols.: "Robotic assisted thoracic surgery for resection of an esophageal cyst". *Dis Esophagus*, 19: 509, 2006
31. BODNER,; PROMMEGGER,; PROFANTER. y cols.: "Thoracoscopic resection of mediastinal parathyroids": current status and future perspectives. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 13: 199, 2004
32. ISHIKAWA, N.; SUN, Y. S.; NIFONG, L. W. y cols.: "Thoracoscopic robot-assisted bronchoplasty". *Surg Endosc*, 20: 1782, 2006
33. STADLER, P.; MATOUS, P.; VITASEK, P. y cols.: "Robot-assisted aortoiliac reconstruction: A review of 30 cases". *J Vasc Surg*, 44: 915, 2006
34. ATUG, F.; WOODS, M.; BURGESS, S. V. y cols.: "Robotic assisted laparoscopic pyeloplasty in children". *J Urol*, 174: 1440, 2005
35. PEDRAZA, R.; PALMER, L.; MOSS, V. y cols.: "Bilateral robotic assisted laparoscopic heminephroureterectomy". *J Urol*, 171: 2394, 2004
36. PEDRAZA, R.; WEISER, A.; FRANCO, I.: "Laparoscopic appendicovesicostomy (Mitrofanoff procedure) in a child using the da Vinci robotic system". *J Urol*, 171: 1652, 2004
37. HSU, S. D.; WU, H. S.; KUO, C. L. y cols.: "Robotic-assisted laparoscopic resection of ectopic pancreas in the posterior wall of gastric high body: case report and review of the literature". *World J Gastroenterol*, 11: 7694, 2005
38. TANOUE, K.; YASUNAGA, T.; KOBAYASHI, E. y cols.: "Laparoscopic cholecystectomy using a newly developed laparoscope manipulator for 10 patients with cholelithiasis". *Surg Endosc*, 20: 753, 2006
39. ALI, M. R.; BHASKERRAO, B.; WOLFE, B. M.: "Robot-assisted laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass". *Surg Endosc*, 19: 468, 2005
40. MARGOSSIAN, H.; GARCIA-RUIZ, A.; FALCONE, T. y cols.: "Robotically assisted laparoscopic microsurgical uterine horn anastomosis". *Fertil Steril*, 70: 530, 1998
41. FALCONE, T.; GOLDBERG, J.; GARCIA-RUIZ, A. y cols.: "Full robotic assistance for laparoscopic tubal anastomosis: a case report". *J Laparosc Adv Surg Tech A*, 9: 107, 1999
42. DEGUELDRE, M.; VANDROMME, J.; HUONG, P. T. y cols.: "Robotically assisted laparoscopic microsurgical tubal reanastomosis: a feasibility study". *Fertil Steril*, 74: 1020, 2000
43. FIORENTINO, R. P.; ZEPEDA, M. A.; GOLDSTEIN, B. H. y cols.: "Pilot study assessing robotic laparoscopic hysterectomy and patient outcomes". *J Minim Invasive Gynecol*, 13: 60, 2006
44. ELLIOTT, D. S.; KRAMBECK, A. E.; CHOW, G. K.: "Long-term results of robotic assisted laparoscopic sacrocolpopexy for the treatment of high grade vaginal vault prolapse". *J Urol*, 176: 655, 2006
45. SUNDARAM, B. M.; KALIDASAN, G.; HEMMAL, A. K.: "Robotic repair of vesicovaginal fistula: case series of five patients". *Urology*, 67: 970, 2006
- \*46. BEECKEN, W. D.; WOLFRAM, M.; ENGL, T. y cols.: "Robotic-assisted laparoscopic radical cystectomy and intra-abdominal formation of an orthotopic ileal neobladder". *Eur Urol*, 44: 337, 2003
47. FLEISCHMANN, N. B.; NITTI, V. W.: "Pelvic floor reconstruction: state-of-the-art and beyond". *Urol Clin North Am*, 31: 757, 2004
48. SCHIFF, J.; LI, P. S.; GOLDSTEIN, M.: "Robotic microsurgical vasovasostomy and vasoepididymostomy: a prospective randomized study in a rat model". *J Urol*, 171: 1720, 2004
- \*49. GILL, I. S.; SUNG, G. T.; HSU, T. H. y cols.: "Robotic remote laparoscopic nephrectomy and adrenalectomy: the initial experience". *J Urol*, 164: 2082, 2000
50. SUNG, G. T.; GILL, I. S.; HSU, T. H.: "Robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty: a pilot study". *Urology*, 53: 1099, 1999
51. HORGAN, S.; VANUNO, D.; SILERI, P. y cols.: "Robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy for kidney transplantation". *Transplantation*, 73: 1474, 2002
52. PHILLIPS, C. K.; TANEJA, S. S.; STIFELMAN, M. D.: "Robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy: the NYU technique". *J Endourol*, 19: 441, 2005
53. HARRIS, S. J.; ARAMBULA-COSIO, F.; MEI, Q. y cols.: "The Probot--an active robot for prostate resection". *Proc Inst Mech Eng [H]*, 211: 317, 1997