

Nuevas tecnologías en cirugía: Cirugía Robótica

- Dr. Román González Ruvalcaba¹
- Dr. Jorge Ballí Martínez²
- Dr. Roberto Rumbaut Díaz³

Introducción

A partir de 1995 se desarrolló la tecnología computarizada robótica para realizar procedimientos de cirugía robótica abdominales; esta tecnología fue aprobada en los Estados Unidos por FDA en el año 2000. En pocos años, su uso y aplicaciones han sido aceptados en todo el mundo, se han observado grandes beneficios al aplicar la robótica en procedimientos de cirugía de invasión mínima.

En este artículo de revisión se reporta la historia y desarrollo de la robótica, se describen las características del diseño y la funcionalidad del Sistema Da Vinci. Además, reportamos los primeros casos de cirugía totalmente robótica en México en el Hospital San José Tec de Monterrey, sus ventajas en el campo de la cirugía y las aplicaciones que se han desarrollado para su uso en las diversas especialidades quirúrgicas en todo el mundo.

Primer sistema de cirugía robótica en el país

El Campus de la Salud del Tecnológico de Monterrey y el Hospital San José Tec de Monterrey ofrecen, entre sus equipos de nueva tecnología, un sistema de cirugía robótica llamado Da Vinci (Intuitive). Este robot es único en México, y el segundo en toda América Latina. El día 15 de diciembre del 2006 el Dr. Roberto Rumbaut Díaz y sus colaboradores, el Dr. Francisco Treviño G., el Dr. Horacio Guajardo, el Dr. Román González R. y el Dr. Jorge Ballí M. realizaron la primera cirugía totalmente robótica en el Hospital San José Tec de Monterrey; cabe destacar que también es la primera cirugía de este tipo en nuestro país.

Esta cirugía consistió en un procedimiento de banda gástrica en un paciente con IMC mayor de 60. Este caso y algunos de los subsecuentes han sido realizados con el apoyo y la valiosa asistencia del Dr. Santiago Horgan, destacado cirujano quien ha participado en cirugía robótica desde el año 2000 en la Universidad de Illinois en Chicago, Estados Unidos, y desde el 2006 en el Departamento de Cirugía de Invasión Mínima en la Universidad de California en San Diego (UCSD), Estados Unidos.

En los últimos 7 meses, después de la capacitación y adiestramiento de nuestros cirujanos, personal de enfermería y personal técnico de nuestro Hospital, han realizado diversos procedimientos de cirugía robótica con mayor énfasis en cirugía bariátrica y urología. También se han efectuado casos de banda gástrica en pacientes selectos (IMC elevado), casos de by pass gástrico, nefrectomías y prostatectomías radicales por cáncer. Todos los casos han sido realizados exitosamente y sin complicaciones.

En el Campus de la Salud del Tecnológico de Monterrey estamos orgullosos de poder ofrecer a la población en nuestro país la tecnología robótica, la cual se aplica a diversas especialidades de cirugía: urología, cirugía general, bariátrica, ginecológica, cardiaca, vascular y pediátrica.

Esta opción de tratamiento permite realizar cirugías más precisas que ofrecen curación y menos complicaciones a pacientes portadores de padecimientos que se benefician con este abordaje. Además, brinda a nuestras instituciones la oportunidad de participar, a corto plazo, como Centro de Entrenamiento de Cirugía Robótica para Latinoamérica, y nos da la oportunidad de realizar investigación en este campo de la cirugía.

¹ Director del Departamento de Cirugía, Hospital San José Tec de Monterrey. Profesor de Cirugía de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey.

² Cirugía de invasión mínima, Hospital San José Tec de Monterrey. Profesor de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey.

³ Cirugía bariátrica, Hospital San José Tec de Monterrey. Profesor de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey.

Antecedentes

Con el advenimiento de la cirugía laparoscópica desde finales de la década de los ochenta, y su gran aceptación dentro de los diversos campos de las especialidades quirúrgicas, rápidamente se obtuvieron sólidas evidencias de las grandes ventajas de este abordaje al brindar al paciente: menor dolor, estancia hospitalaria reducida, pronta recuperación de la función intestinal, menor tiempo de discapacidad, retorno temprano a actividades físicas y de trabajo, así como mejor resultado cosmético. Además, se demostró la seguridad de diversos procedimientos, con lo que se disminuyó la morbilidad y complicaciones de diversos tratamientos quirúrgicos. Por lo que la laparoscopia ha reemplazado al abordaje tradicional abierto en la mayor parte de los padecimientos quirúrgicos del abdomen y el tórax en todo el mundo.

Sin embargo, cuando adoptamos la laparoscopia se redujo nuestra capacidad de movimiento al cambiar de instrumentos utilizados en cirugía abierta que tenían 7 grados de movimiento, a instrumentos laparoscópicos con sólo 4 grados de movimiento. Además, los instrumentos laparoscópicos deben de ser largos y trabajan con un punto de fijación al atravesar la pared abdominal, por lo que requieren que movamos las manos en una dirección contra-interactiva, lo que aumenta el temblor natural y disminuye la sensación táctil (ver Imagen 1). También hay un espacio restringido de movimiento, éste fue el motivo por el que la laparoscopia requirió la necesidad de un entrenamiento dedicado y, por ende, una curva de aprendizaje para cada uno de los procedimientos de cirugía abdominal; incluso para cirujanos con larga trayectoria fue técnicamente difícil de dominar y de adquirir destrezas con la sutura intra-corpórea.

La tecnología robótica aparece como la solución ideal para suplir esta diferencia inherente a la técnica laparoscópica. El uso de la tecnología robótica permite introducir interfases tecnológicas entre el cirujano y el paciente, con lo que se mejora la destreza y se facilita el aprendizaje para los cirujanos; incluso la curva de aprendizaje para esta técnica robótica es fácil de adquirir, aun para cirujanos que no tienen entrenamiento laparoscópico formal previo.¹

Historia de la cirugía robótica y telecirugía

Los robots con potencial de ser utilizados en cirugía abdominal se desarrollaron recientemente. En 1994 "Computer Motion" (Goleta, California, ahora opera-

Imagen 1



La laparoscopia tiene una pobre ergonomía para el cirujano, utiliza instrumentos con limitaciones de movimiento, se trabaja con una disociación visual mecánica; el cirujano trabaja dirigiendo su vista hacia el monitor en lugar de ver el área quirúrgica y con una visión solamente bidimensional.

do por Intuitive) produjo un brazo robótico controlado por voz, utilizado para mover el laparoscopio (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning [AESOP]). En 1995, investigadores de la Universidad Johns Hopkins en Baltimore, Estados Unidos, desarrollaron un robot con sensores de fuerza integrados diseñado para realizar retracción de órganos durante procedimientos laparoscópicos (Laparoscopic Assisted Robotic System (LARS)).² En los siguientes años, dos sistemas de cirugía robótica fueron desarrollados para la realización de procedimientos quirúrgicos: el Robot Zeus de Computer Motion y el Sistema Quirúrgico Da Vinci de Intuitive (ver Imagen 2). En la actualidad sólo se encuentra disponible el Robot del Sistema Quirúrgico Da Vinci de la compañía Intuitive, el cual ya fue aprobado por FDA desde el año 2000. Este Sistema ha tenido una gran aceptación en hospitales de centros universitarios y privados; se estima que durante este año 2007 llegarán a ser mil robots Da Vinci los que se utilicen en todo el mundo, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica y en los países europeos.

Imagen 2. Robot Da Vinci, Intuitive



El Robot Da Vinci es realmente un conjunto de computadoras, inclusive la compañía Intuitive tenía la intención de llamarles "Procedimientos de Cirugía Computarizada"; sin embargo, se consideró la interpretación hacia el público y las estrategias de impacto de mercadotecnia, por lo que se dejó el nombre de Cirugía Robótica.

El equipo se basa en dos sub-sistemas separados físicamente. 1) El subsistema del cirujano: consola al lado del paciente que recibe las señales del cirujano, y 2) el subsistema del robot que se sitúa junto al paciente, el cual traduce los movimientos del cirujano en manipulación de instrumentos y control de la cámara endoscópica.

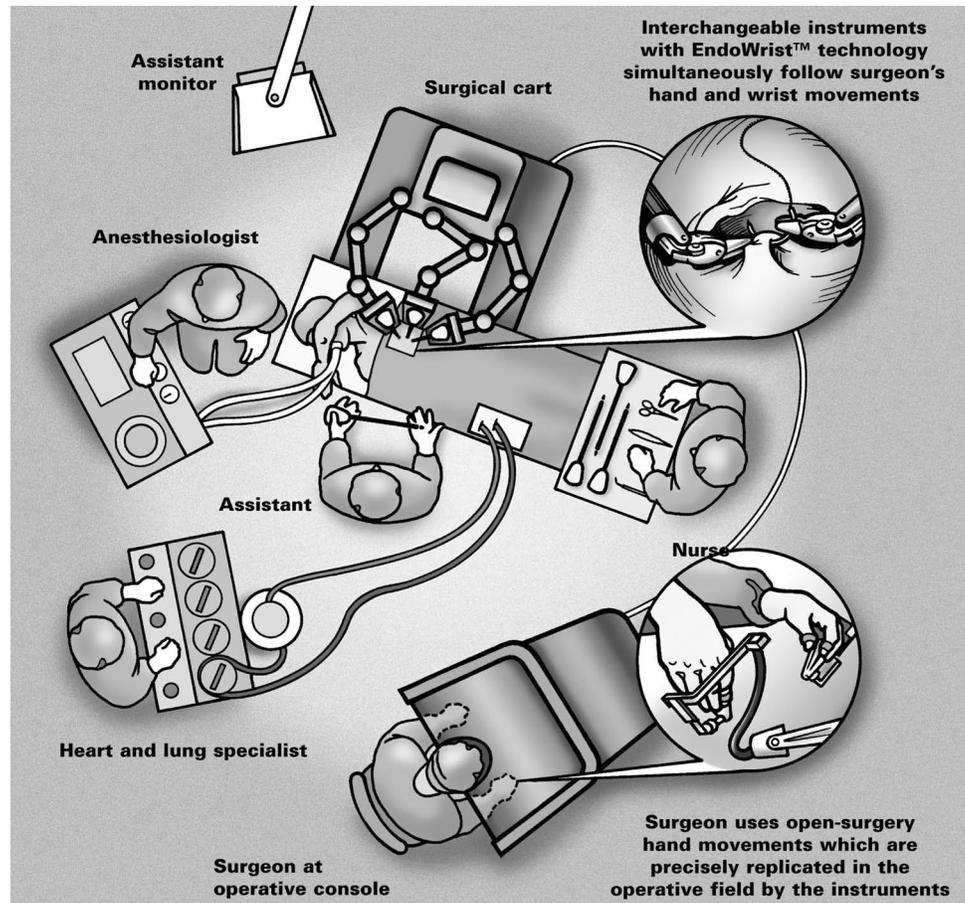
Es importante recordar que el sistema robótico tiene interfases computarizadas que permiten la digitalización de los movimientos y de las imágenes. Una vez que se digitaliza la información, ésta se filtra, con lo que se excluyen movimientos mal finalizados y se tienen como resultado movimientos precisos y de gran destreza.³ (Ver Figura 3).

Gracias a la habilidad para digitalizar la información, ésta puede ser transmitida por líneas de telecomunicación, por lo que este sistema tiene el potencial de permitir desarrollar cuidado quirúrgico remoto a distancia. (Ver Figura 4).

El Dr. Jaques Marescaux, del IRCAD en Estrasburgo, después de practicar colecistectomías laparoscópicas remotas en 6 cerdos, en julio del 2001, realizó la primer cirugía a larga distancia en humanos. Con el apoyo del Dr. Michel Gagner operó desde Nueva York a un paciente en Estrasburgo Francia, realizó en forma exitosa

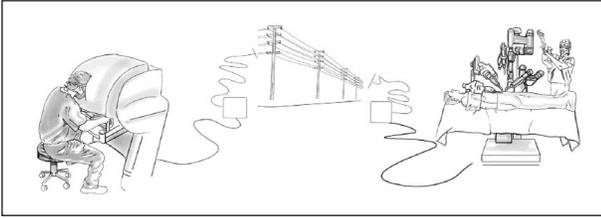
una colecistectomía laparoscópica utilizando el sistema robótico Zeus.⁴ Hasta marzo del 2005 se habían efectuado un total de 21 cirugías telerobóticas: 13 cirugías tipo funduplicatura por ERGE, 3 resecciones de sigmoides, 2 hemicolectomías derechas, 1 resección anterior de sigmoides y 2 reparaciones de hernia inguinal.¹ Sabemos que continúan realizando cada vez más procedimientos de telecirugía. De esta manera, puede ofrecerse un procedimiento en lugares geográficamente distantes. El ejército de los Estados Unidos está explorando serios proyectos para emplear esta tecnología en la atención de soldados heridos en el frente de guerra que pueden ser tratados en forma remota, lo que asegura sus posibilidades de estabilización, o resolver lesiones que permitan al herido sobrevivir a lesiones graves, que pudieran ser mortales si se retarda su atención, mientras son trasladados a centros de atención quirúrgica mejor equipados.⁵

Figura 3. Subsistemas del Robot Da Vinci de Intuitive



La consola del cirujano (abajo a la derecha) y el del robot junto al paciente (arriba al centro) esquematizan un procedimiento de cirugía de corazón, para lo cual utilizan una bomba de circulación extracorpórea (abajo a la izquierda).

Figura 4



La mejora en telecomunicaciones ha logrado disminuir el tiempo de latencia a menos de 135 milisegundos en cirugías interoceánicas, para lo cual se utiliza en la actualidad canales dedicados de Internet y satélites de comunicación; hay promisorios adelantos que pretenden lograr suprimir aún más este retraso.

Características de la cirugía robótica

El Sistema Da Vinci ofrece control en tiempo real por el cirujano, el robot no tiene independencia de tomar acciones o automatismo ni inteligencia. El sistema de computadoras que integran sus funciones permiten una precisa y efectiva comunicación interactiva (1,200 pulsos por segundo) del cirujano con los instrumentos, los cuales se movilizan a demanda del cirujano para realizar el procedimiento dentro de la cavidad abdominal del paciente.

El cirujano, cómodamente sentado en la consola, manipula con sus manos los instrumentos y con sus pies activa los controles que le permiten seleccionar hasta 3 instrumentos, además de la cámara en el nuevo modelo que tiene 4 brazos (ver Imagen 5). También, permite alternar con el control la dirección y posición del telescopio, de un instrumento para retraer, elevar o separar vísceras vecinas al sitio quirúrgico, y de otros dos instrumentos que utiliza activamente dentro de la cavidad abdominal del paciente para realizar el procedimiento planeado.

Una de las grandes ventajas del Sistema Da Vinci es que se pueden seleccionar 3 modalidades de uso, con lo que se pueden escalar los movimientos 1:1, 3:1 y 5:1. El modo 1:1 es conveniente durante entrenamiento y aprendizaje; el modo 3:1 es el más común en

procedimientos robóticos, consiste en que el cirujano operador hace movimientos con sus dedos que el robot reduce a una tercera parte, para lograr hacerlos precisos, sin temblor y corregidos, con ello se mejora la destreza y se obtienen excelentes resultados (ver Imagen 6a y 6b); el modo 5:1 se utiliza en microcirugía, en donde se pueden utilizar suturas calibre 6-0 como en las anastomosis de arterias coronarias. Realmente la forma en la que un cirujano sutura con la asistencia robótica es muy parecida a la forma de suturar o anudar en forma abierta o convencional, por lo que su aprendizaje es mucho más sencillo en comparación a la sutura intracorpórea por laparoscopia.

Técnicamente ofrece una visión binocular magnificada, estereoscópica, es además tridimensional (3D), la imagen es de alta resolución y de calidad digital; el sistema tiene 2 cámaras cada una de 3 chips, 2 cables de fuentes de luz, con potente fuente de luz de xenón y pueden usarse telescopios de 10 mm de diámetro con diversos ángulos de visión para las diversas necesidades y gustos. Además, aquí sí hay excelente coordinación visual mecánica para el cirujano. En

realidad, el cirujano llega a sentirse como si estuviera virtualmente dentro de la cavidad abdominal mientras está operando asistido con el Sistema Da Vinci. (Ver Imagen 7).

Imagen 5. Robot Da Vinci



Modelo de nueva generación lanzado al mercado en 2006. Cuenta con 4 brazos, cada uno con altura ajustable y capacidad de rotación; además, se despliegan y posicionan a demanda del cirujano para su colocación adecuada, cada uno porta un instrumento. Asimismo, cuenta con una pantalla plana unida a un brazo articulado que permite que el ayudante del cirujano y la enfermera instrumentista tengan acceso visual a la imagen para que asistan durante el procedimiento.

Los instrumentos permiten 6 grados de movimiento, son intercambiables durante el procedimiento y existe una gran diversidad de ellos para disección, tracción, sujeción y corte; cuentan con características especiales para usarse en diferentes especialidades; tienen de 5 a 7 mm de diámetro. La articulación del instrumento se localiza en su extremo distal, no hay interacción con la pared abdominal como con los instrumentos tradicionales de laparoscopia, por lo que los instrumentos robóticos dan muy buenos rangos de movimiento. Un complejo y exacto sistema de micro-poleas y finos cables permite la precisa acción y grados de movilidad de los instrumentos, simula la acción de los tendones de nuestra mano (ver Imagen 8). Esto permite realizar procedimientos quirúrgicos en espacios y/o cavidades pequeñas, motivo por el

Imagen 6a



Se observa una anastomosis coronaria.

Imagen 6b



Control manual del cirujano que origina los movimientos que ejecuta el robot en la escala seleccionada.

que se han obtenido resultados sobresalientes al usar la robótica en ese tipo de sitios anatómicos, el mejor ejemplo es la prostatectomía radical. Los instrumentos pueden ser utilizados hasta en 10 ocasiones, el equipo registra el número de usos para asegurar su correcta y segura utilización.

Existen diversas modalidades de energía disponibles para utilizar con el robot como electrocirugía, monopolar y/o bipolar, bisturí armónico, y se está desarrollando la adaptación de otras opciones de energía a instrumentos utilizables con el Sistema Da Vinci. De cualquier manera, durante los procedimientos el cirujano coloca un puerto o trocar extra que está disponible para que el asistente pueda pasar suturas, introducir grapadoras y otros instrumentos al cirujano que trabaja en la consola.

El robot se viste con fundas estériles y después se aproxima al paciente, su posicionamiento depende

Imagen 7. Visión Binocular, digital, de alta definición y en 3D



Telescopios con dos canales de visión, dos cámaras de 3 chips, y con disponibilidad de visión recta y angulada.

Imagen 8



Gran versatilidad de los instrumentos robóticos con 6 grados de movimiento que se obtienen por sistemas de micro-poleas y cables. Amplia diversidad de instrumentos para todas las necesidades quirúrgicas.

Imagen 9. El primer Sistema de Robótica Da Vinci



Se efectuó la primera cirugía robótica en nuestro país en el Hospital San José Tec de Monterrey, el 15 de diciembre del 2006. Este procedimiento fue realizado por el Dr. Roberto Rumbaut Díaz (sentado a la izquierda) asistido por sus colaboradores y bajo la supervisión del Dr. Santiago Horgan (experto en robótica y Director de Cirugía de Invasión Mínima de UCSD).

del sitio quirúrgico donde se va a realizar el procedimiento, el tiempo de montaje —en los centros que tienen experiencia es de aproximadamente 10 a 12 minutos (ver Imagen 9). Los puertos, camisas o trocates que dan entrada a los instrumentos a la cavidad se sujetan a los brazos del robot, en uno el telescopio, y en el resto se montan instrumentos que se intercambian a solicitud del cirujano.

El robot cuenta con excelentes y efectivos sistemas de seguridad para alertar al operador o bloquear su uso si hay una falla en el suministro de energía o de otro origen. El robot es incapaz de dañar al paciente, el comando y control por el cirujano operador es absoluto. Intuitive en sus diversos centros de entrenamiento recibe a los cirujanos para su capacitación certificada, requisito para que se les puedan otorgar privilegios para utilizar el sistema Da Vinci en su hospital de trabajo.⁶

La cirugía robótica aumenta el costo de tratamiento; el robot significa una alta inversión, sus instrumentos son más caros que los de laparoscopia convencio-

nal y se requiere pagar pólizas de mantenimiento. La sensación táctil y la fuerza de tracción aún no son las ideales como en la cirugía abierta; Intuitive está trabajando para mejorar estos importantes aspectos. Por otro lado, la cirugía robótica disminuye gastos en la atención de pacientes seleccionados por sus ventajas de menor sangrado, menor estancia hospitalaria y menor índice de complicaciones en el tratamiento de enfermedades de diversas especialidades.^{1,6}

Aplicaciones de la cirugía robótica

Desde 1995 se han efectuado cirugías con asistencia robótica virtualmente para casi cualquier tipo de cirugía abdominal y torácica. El grupo del Dr. Marescaux fue el primero en reportar una serie de 25 casos de colecistectomía.⁷ La siguiente serie es del Dr. Cadriere de 148 pacientes, que incluyó procedimientos antirreflujo, gastroplastías, colecistectomías, hernias inguinales, histerectomías y prostatectomía.⁸

Después de la aprobación por FDA se realizaron durante los años 2000 y 2001 múltiples estudios clí-

nicos prospectivos randomizados multicéntricos en cuatro universidades: Johns Hopkins en Baltimore, Illinois en Chicago, Ohio, y en East Carolina, todas en Estados Unidos. Sus resultados demostraron la seguridad del procedimiento en diversas patologías de los campos de urología, ginecología, cirugía general, cirugía cardiovascular y subespecialidades de cirugía pediátrica.

Probablemente, donde ha demostrado mayor utilidad la robótica es en la realización de procedimientos en espacios estrechos o confinados donde es necesario realizar disección fina y sutura intracorpórea.^{1,6}

A continuación se describen los procedimientos que han demostrado ser superiores con asistencia robótica de las diversas especialidades.

I. Urología

En la actualidad, el mayor impacto de la aplicación de la cirugía robótica es para el tratamiento del cáncer de próstata. Hay reportes de mejores índices de curación, mínima necesidad de transfusiones sanguíneas, estancia hospitalaria promedio de 24 a 48 horas, se disminuye el riesgo de complicaciones relacionadas a la anastomosis de la uretra y se reduce también el índice de lesión a los nervios, con lo que se reportan mínimos problemas con la vida sexual del paciente.⁹ (Ver Tabla 10).

Cada año se detectan 250 mil nuevos casos de cáncer de próstata en los Estados Unidos, de los cuales cien mil se someten a prostatectomía radical, durante

el 2006 más del 30% de estas cirugías se realizaron con asistencia robótica. Existe una fuerte tendencia a que se dejen de usar otros tratamientos alternativos al comparar los excelentes resultados de la robótica con los otros abordajes. Hay listas de espera en muchos de los centros quirúrgicos de excelencia para la atención de estos pacientes.

La linfadenectomía pélvica completa, la adecuada preservación de nervios pélvicos y el uso de micro suturas es únicamente posible con el Robot. Además, el Robot por sus ventajas superiores a la laparoscopia es muy utilizado en muchos centros médicos en casos de nefrectomía radical por cáncer, nefrectomía de donador (programas de trasplante renal con donante vivo relacionado), pieloplastías, reimplantes ureterales, cistectomías radicales y en diversas indicaciones de cirugía pediátrica urológica.¹⁰

II. Cirugía General

Es natural entender que con la estandarización que ha tenido el entrenamiento de la cirugía de mínima invasión en patología abdominal, los cirujanos generales sentimos menos urgencia de utilizar herramientas costosas, como lo es la cirugía robótica en comparación a otras especialidades como urología o la cirugía cardiovascular.

En cirugía general se ha aplicado la robótica con el propósito de pasar una curva de aprendizaje y tratar de demostrar su efectividad. En los casos de colecistectomía laparoscópica, operación de Nissen, esplenectomía, suprarenalectomía, hernioplastías inguina-

Tabla 10. Estudio comparativo de prostatectomía abierta, laparoscópica y con Robot Da Vinci

	Cirugía abierta	Laparoscópica	Robot Da Vinci
Número de pacientes	100	50	100
Tiempo quirúrgico (min)	164	248	140
Pérdida sanguínea (ml)	900	380	Menos de 100
Cáncer remanente	24%	24%	5%
Complicaciones	15%	10%	5%
Permanencia Foley (días)	15	8	7
Hospitalización (días)	3.5	1.3	1.2

Menon M., Robotic Radical Prostatectomy. *BJU Int.* 2003 Feb; 91 (3): 175-180.

les y ventrales, la cirugía robótica es aplicable, pero hasta el momento sin ventajas significativas sobre el procedimiento laparoscópico.

En el 2001 se reportó la primer miotomía de Heller laparoscópica robótica para el tratamiento de la acalasia del esófago, y actualmente hay un buen número de casos en la Universidad de Chicago donde se demuestra la ventaja del uso de robótica. (Ver Tabla 11).

También la robótica se ha utilizado exitosamente y con grandes ventajas en el tratamiento de tumores del esófago. En la Universidad de Chicago se realizaron 18 esofagectomías con abordaje transhiatal, entre 2001 y 2004, con lo que se demostró ser un procedimiento seguro y efectivo, se redujo el sangrado significativamente (50 a 150 ml por caso), con índices de complicaciones similares a los de cirugía abierta, nula mortalidad y se obtuvo un promedio de 14 ganglios linfáticos (7 a 22) en cada cirugía.¹¹

En cirugía bariátrica la curva de aprendizaje laparoscópico es prolongada, muchos autores proponen curvas de aprendizaje de 75 a 100 casos; la robótica ofrece muchas ventajas al acortar este aprendizaje, en el by pass gástrico laparoscópico asistido por robot permite más fácilmente adoptar destrezas como la sutura intracorpórea de las anastomosis bajo visión de tercera dimensión. En la actualidad se recomienda también considerar su uso para aplicación de banda gástrica ajustable (BGA) en pacientes con índice de

masa corporal elevada (IMC mayor de 60) donde el grado de dificultad quirúrgico es mayor.¹²

La robótica tiene muchas aplicaciones que facilitan la ejecución de muchos otros procedimientos laparoscópicos abdominales como en los casos de: hernia para-esofágica, hernia diafragmática compleja, reintervenciones de Nissen, gastrectomías, pancreatoclectomía distal, hepatectomía extendida, gastro-yeyunostomía, resecciones de colon y en los casos de exploración de vías biliares.¹³

Existen procedimientos que exclusivamente se realizan exitosamente en forma laparoscópica si son asistidos por robótica, estos son los siguientes: escisión mesorecto con preservación de nervios en el tratamiento de cáncer de sigmoides bajo y recto, pancreatoduodenectomía por cáncer facilitando la anastomosis hepático-yeyunal aun cuando los conductos son delgados.¹⁴

III. Cirugía cardiorácica y vascular

El Sistema Da Vinci se utiliza actualmente para asistir procedimientos de mínima invasión cardiovasculares en varios centros de excelencia en los Estados Unidos. En el tratamiento de la isquemia miocárdica con cirugía coronaria totalmente endoscópica (by pass aorto coronario) continúa utilizando bomba de circulación extracorpórea (abordaje por vasos femorales), los resultados han sido excelentes con este procedi-

Tabla 11. Comparación de resultados de cirugía de invasión mínima, con y sin asistencia robótica en el manejo de la acalasia del esófago con miotomía de Heller

Miotomía Heller	Laparoscópica*	Robot Da Vinci **
Número de pacientes	100	54
Perforación de la mucosa	8%	0%
Alivio de la disfagia	93%	93%
Reflujo postoperatorio	34%	19%
Tiempo quirúrgico (min)	110-144	62 – 210 (90 min post-curva aprendizaje)
Presión del esfínter esofágico inferior postoperatoria	22 mm Hg.	7.1 mm Hg.

* Sharp KW, Khaitan, Scholz S, Holzman MD, Richards WO. 100 Miotomías de Heller por Laparoscopia. *Annals of Surgery* 2002.

** Artículo pendiente de publicación, facilitado por el Dr. Santiago Horgan MD, Universidad de Chicago.

miento. También la cirugía robótica se está utilizando con buenos resultados en plastias por valvulopatía mitral. Los resultados son promisorios en este campo pero requieren aún mayor seguimiento.³

También se han realizado procedimientos en diversas enfermedades, donde se han demostrado algunas ventajas con la asistencia robótica, por ejemplo en toracoscopias video asistidas en el tratamiento de síndrome de salida de tórax, simpatectomía torácica, cierre de conducto arterioso, cirugía de timo, tumores de mediastino, disección de la arteria mamaria interna, corrección de comunicaciones inter-auriculares, colocación de terminales de marcapasos bipolares.

El Sistema Da Vinci se ha utilizado también en cirugía vascular: aneurismas de aorta abdominal, by pass íleo-femoral y resección de aneurismas de las arterias esplénica y renal, las cuales se han practicado exitosamente en varios pacientes.¹⁵

IV. Cirugía ginecológica

En ginecología el Sistema Da Vinci ha probado tener ventajas significativas, en la actualidad se realizan cada vez más histerectomías laparoscópicas asistidas por robot en muchos centros americanos y europeos. En las principales indicaciones de cáncer de cérvix temprano y en adenocarcinoma de endometrio, donde además se puede realizar en forma confiable una adecuada disección de ganglios pélvicos, con lo que se reportan mejores índices de curación que con cirugía abierta.

También se ha demostrado ventaja técnica al aplicar la robótica en los procedimientos de invasión mínima en casos de: ooforectomía, salpingectomía, sacrocolpoplexía, miomectomías, re-canalización tubárica y en la reparación de fístulas vésico-vaginales.¹³

Futuro de la cirugía robótica

Así como en la aviación los pilotos se entrenan en simuladores virtuales antes de tomar la responsabilidad de volar un avión lleno de pasajeros; en Medicina, el desarrollo de modernos equipos de imageneología con reconstrucción tridimensional de la anatomía del paciente, aunado al vertiginoso desarrollo de la tecnología de simuladores de realidad virtual en cirugía de invasión mínima, nos permitirán practicar la ejecución simulada del procedimiento en un ambiente virtual. De tal manera que podríamos practicar una cirugía varias veces hasta que lográramos hacerla

mejor y más segura, para posteriormente realizarla en nuestro paciente, o incluso pudiéramos llegar, en un futuro cercano, a que el procedimiento grabado en la computadora del robot pudiera ser ejecutado sin error al realizar la cirugía en vivo bajo la supervisión del cirujano.¹

Con el futuro desarrollo de la tecnología robótica habrá equipos con otras características y ventajas superiores a las que tenemos en el presente. Es obvio que cada especialidad tiene diferentes retos y problemas y, por lo tanto, requieren soluciones diferentes. En un futuro cercano pudiéramos tener sistemas robóticos dedicados a subespecialidades, y con ello lograr sorprendentes resultados.

Así como existen sistemas de navegación en aeronáutica que permitan volar al avión por espacios a través de nubes y de la oscuridad cuando no hay visibilidad, la posibilidad de aplicar tecnología de realidad virtual que nos permita sobre imponer imágenes reales y crear un efecto de transparencia virtual nos ayudará a trabajar patologías abdominales ahora inaccesibles.¹

También esperamos que la participación de otras empresas en el lanzamiento de nuevos sistemas de cirugía robótica mejore la oferta en el mercado, lo que reducirá su costo y ofrecerá tecnología más accesible a más pacientes que lo requieran.

Estamos seguros que en pocos años la tecnología robótica tendrá alcances inesperados. El dilema ético estará siempre presente: si el paciente deposita en nosotros los médicos su confianza para resolver su enfermedad y mejorar su calidad de vida, debemos con respeto a nuestra profesión siempre considerar que la tecnología es neutral, ni buena ni mala; está en cada uno de nosotros utilizarla con moral y ética, debemos responsablemente aplicarla con empatía y compasión para cada uno de nuestros pacientes.¹⁶

Referencias bibliográficas:

1. Robotic Surgery, the vision, past, present and future. Jaques Marescaux MD, Francesco Rubino MD, Professors of Surgery Hopspitaux Universitaires De Strasbourg 67091 France. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 4-9.
2. R. H. Taylor, J. Funda and B Etridge et al., a Telerobotic assistant for laparoscopic surgery, IEEE Eng Med Biol 1995 (14): 279 -287.
3. Damiano RJ Jr, et al. Initial United States clinical trial of robotically assisted endoscopic coronary bypass grafting. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2000. 119: 77-82.

4. Marecaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M, Butner SE, Smith MK, Transatlantic robot-assisted Telesurgery. *Nature* 2001; 413, 379-380.
5. R.M. Satava, Surgical Robotics: the early chronicles: a personal historical perspective, *Surgical laparoscopic Endoscopic Percutaneous Tech* 2002 (12): 6-16.
6. Talamini M, Chapman WC, Horgan S, Melvin WS. Evaluation of 211 "Robotic" Surgical Procedures. *Surgical Endoscopy*, 2003. 17: 1521-1524.
7. Marescaux J, Smith MK, Folscher D, Jamali F, Malassagne B, Leroy J. Telerobotic laparoscopic cholecistectomy: Initial clinical experience with 25 patients. *Annals of Surgery* 2001; 234 (1) 1-7.
8. Cadiere GB, Himpens J, Germany O, Izizaw R, Deguelde M, Vandromme J, Capelluto E, Bruyns J, Feasibility of robotic laparoscopic surgery: 146 cases. *World Journal of Surgery* 2001; 25 (11): 1467-77.
9. Menon M., Robotic Radical Prostatectomy. *British Journal of Urology Int.* 2003 Feb; 91 (3): 175- 180.
10. Vitul R. Patel MD, Robotics in Urology. Director of Robotic and Minimally Invasive Surgery, Ohio State University, Powell, Oh. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 52.
11. Robothic Esophagectomy. Santiago Horgan MD, Chief Minimal Invasive Surgery and Robotics U.C.S.D. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 22-31.
12. Robotic Obesity Surgery. Possibilities and application. R. Sudan MD. Director of Bariatric and Robotic Surgery Program, Creighton University, Omaha NE. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 33-36.
13. Robotic Pancreatic Resections. Piero C. Giulanotti MD. Chief of General and Minimally Invasive Surgery, Misericordia Hospital, Grosseto, Italy. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 44.
14. Telerobotic Colectomy, solving the learning curve paradox of laparoscopic colectomy. Garth H. Ballantyne MD. Professor of Surgery, Hackensack University Medical Center, New Jersey. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 46-50.
15. Robotic Vascular Surgery. W.E. Kelly, Director Minimally Invasive Surgery Center of Surgery, Center of Virginia, Henrice Doctors Hospital Richmond, VA 23229. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 38.
16. What's next? Richard Satava MD. Professor of Surgery. University of Washington Medical Center, Seattle, WA. SAGES Surgical Spring Week 2006, Robotics Postgraduate Course, p 54.

Correspondencia:
Dr. Román González Ruvalcaba
Email: romgonza@itesm.mx