

Aplicaciones de la cirugía robótica en urología pediátrica. Descripción de los principios técnicos

S. Pérez-Bertólez, H.T. Nguyen, C.C. Passerotti, A.B. Retik

Robotic Research and Training Center, Department of Urology, Children's Hospital Boston, and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, EE.UU.

RESUMEN

La incorporación de la cirugía robótica a la urología pediátrica abre las puertas a alternativas terapéuticas menos invasivas y más precisas para el paciente. Suple ciertas limitaciones de la cirugía laparoscópica, permitiendo una visión tridimensional, movimientos muy finos y sin temblor, con más grados de libertad, manteniendo el cirujano una postura más ergonómica y teniendo una curva de aprendizaje más corta.

Se han realizado distintos procedimientos asistidos con *da Vinci surgical system* de forma segura y eficaz, como la pieloplastia, nefrectomía total o parcial, orquidopexia, reimplante ureteral intra y extra vesical, enterocistoplastia, apéndice-vesicostomía y otros. Se describen estas técnicas y los resultados que hemos obtenido, así como los retos que se plantean con este abordaje.

PALABRAS CLAVE: Urología pediátrica; Laparoscopia; Robótica; Cirugía.

APPLICATIONS OF ROBOTIC SURGERY IN PEDIATRIC UROLOGY. DESCRIPTION OF THE TECHNICAL PRINCIPLES

ABSTRACT

The incorporation of the robotic surgery to the pediatric urology permits less invasive and more precise therapeutic alternatives for the patient. It corrects some limitations of laparoscopic surgery, with its 3 dimensional vision, accurate movements without tremor, and more degrees of freedom, allows an ergonomic position to the surgeon and has a shorter learning curve.

Different procedures were performed with *da Vinci surgical system*, in a secure and effective way, as pyeloplasty, total or partial nephrectomy, orchidopexy, intra or extravesical ureteral reimplant, enterocystoplasty, Mitrofanoff and others. These techniques and their outcomes will be reviewed, as well as some of the challenges still posed by this methodology.

KEYWORDS: Pediatric urology; Laparoscopy; Robotic; Surgery.

Correspondencia: Sonia Pérez Bertólez. C/ Navarro Ledesma 158, B6, P5, 4°C. 29010. Málaga.
e-mail: spbertolez@yahoo.es

Trabajo presentado en el IV Congreso Ibérico de Cirugía Pediátrica. XLVII Congreso de la SECP. XVI Congresso da Sociedade Portuguesa. Zaragoza 2008.

Recibido: Junio 2008

Aceptado: Noviembre 2008

INTRODUCCIÓN

La primera cirugía robótica con éxito se realizó en 1999. En el 2001 se realizó la primera intervención transoceánica, el cirujano estaba en Nueva York (EE.UU.) y el paciente en Estrasburgo (Francia). La intervención fue una colecistectomía y, pese a la distancia, fue un éxito, haciéndose realidad un sueño de la NASA y del Departamento de Estado Americano, de aplicar una tecnología de telecirugía a distancia con la intención de aplicarla en las estaciones espaciales, plataformas petrolíferas alejadas de ultramar y en el propio campo de batalla. La transmisión tenía un retardo de sólo 150 milisegundos (ida y vuelta de la señal), a pesar de existir entre las dos ciudades una distancia de 7.500 kilómetros⁽¹⁾.

Si bien la laparoscopia convencional supuso una gran ventaja para el paciente con relación a la cirugía abierta y su paulatina sustitución, la tecnología robótica *Da Vinci* supera muchas de las limitaciones de la cirugía laparoscópica y disminuye la curva de aprendizaje, especialmente en cirugía pediátrica⁽²⁻⁵⁾. La visión tridimensional (Fig. 1), la eliminación del temblor por el procesador, los movimientos a escala reproducidos con alta precisión y con una excelente articulación distal que permite siete grados de libertad, con una posición mucho más ergonómica (Fig. 2), permiten mejorar la capacidad de laparoscopistas experimentados y también de aquellos con escasa experiencia laparoscópica^(1,6).

Se está avanzando hacia la miniaturización de los instrumentos, empleándose en cirugía pediátrica instrumentos de 8 y de 5 mm. Existe también una óptica de 5 mm, pero no proporciona la visión 3D, por lo que nuestro grupo prefiere seguir empleando de momento la de 12 mm⁽²⁾.

Otra modificación es la creación del 4º brazo quirúrgico del robot (Fig. 3), que hace de ayudante traccionador y separador⁽¹⁾.

Aunque se pueden hacer todas las cirugías urológicas, la cirugía robótica está principalmente indicada para procedimientos de alta complejidad, con necesidad de disección y suturas delicadas, obteniéndose resultados comparables a los de la cirugía abierta.



Figura 1. A) Visión tridimensional. B) Sitio de la consola donde se coloca la cabeza del cirujano para accionar los controles de la consola. C) Controles de la consola cuyos movimientos reproducen los brazos del robot. D) Robot ensamblado. E) Robot de 3 brazos.

PROCEDIMIENTOS EN UROLOGÍA PEDIÁTRICA

Orquiopexia

El procedimiento es similar al descrito para el abordaje laparoscópico. La cirugía robótica podría utilizarse para los casos difíciles como para los testes intraabdominales altos o para segundos tiempos. La principal ventaja de la robótica, la sutura, es raramente empleada en este procedimiento, pero sí le confiere una gran destreza a aquellos cirujanos con poca experiencia laparoscópica.

El paciente se coloca en decúbito supino, Trendelenburg, con el lado afecto sobreelevado. Tanto la vejiga como el recto deben ser evacuados previamente. Los puertos se colocan como para una laparoscopia, es decir, la óptica se introduce por el ombligo y se emplean 2 puertos de trabajo, uno en el mismo lado del testículo, supraumbilical, en línea media claviclar y otro en el lado contralateral, infraumbilical, también en línea claviclar media.

Se identifica el testículo y se tracciona de él suavemente, evitando el deferente y el epidídimo.



Figura 2. Consola de control.

Si hay más de 2,5 centímetros al canal inguinal, se indica un procedimiento de Fowler-Stephens y se identifican y se cortan los vasos. Para testes más distales, se realiza una orqui-



Figura 3. Robot (Da Vinci) de 4 brazos.

dopexia primaria, de manera idéntica a la orquidopexia abdominal convencional. En el segundo tiempo de Fowler-Stephens, después de identificar los vasos, se seccionan y el peritoneo es disecado primero lateralmente al testículo y al deferente y después, medialmente, dejando un pedículo ancho de peritoneo para proteger la vascularización que proporcionará el aporte sanguíneo al testículo. Una vez que el testículo se pueda llevar al anillo inguinal interno contralateral, podrá ser movilizado al escroto. Se incide el escroto y se crea una bolsa de dartros. Se crea un túnel para el paso directo de la cavidad abdominal al escroto sobre el pubis entre la vejiga y la arteria umbilical obliterada. Por ese túnel se lleva el testículo al escroto y se fija.

Nefrectomía

Como en la orquiopexia robótica, en la nefrectomía simple no se utiliza la ventaja de la sutura. Aunque la nefrectomía laparoscópica está bien establecida en los niños, las ventajas de la robótica, como las imágenes tridimensionales, el incremento de la destreza y la disminución en la curva de aprendizaje, pueden ser ventajas para los principiantes⁽⁷⁾. La nefrectomía puede ser realizada usando abordajes transperitoneal o retroperitoneal, pero el transperitoneal es el realizado más frecuentemente debido al tamaño de los puertos y los brazos del robot. El paciente se coloca en decúbito supino, se asegura a la mesa y se eleva 30° el flanco. Los puertos se colocan: la óptica en el ombligo, los puertos de trabajo en línea media supraumbilical y en línea media clavicular debajo del ombligo.

Antes de ensamblar el sistema robótico, el paciente se moviliza a 60° de elevación del lado ipsilateral y el robot se trae sobre el hombro ipsilateral. El riñón se expone tras movilizar el colon. El uréter y la pelvis se disecan desde el polo inferior hacia el superior y se visualiza el hilio. El uréter puede ser utilizado a veces para traccionar y así ayudar a la exposición del hilio. Después de la disección de la vena y la arteria, se ligan mediante sutura o clips. Se continúa la disección del riñón desde el polo inferior a las porciones superiores y se extrae por el puerto umbilical.

La opción de abordaje transperitoneal o retroperitoneal depende de la experiencia del cirujano y de la necesidad de otro procedimiento adicional como la extirpación de todo el uréter, o la presencia de testículo intraabdominal o el implante ureteral.

Para el abordaje retroperitoneal el paciente y los puertos se colocan de forma distinta. Los puertos se colocan posterior o lateralmente dependiendo de la preferencia del cirujano. El tamaño de los brazos robóticos hacen que el abordaje posterior sea más difícil excepto en los niños mayores (es decir, de 12 o más años). La disección inicial utiliza un globo o la disección roma bajo visión directa para crear el espacio retroperitoneal. El resto del procedimiento es similar a la nefrectomía transperitoneal.

Nefrectomía parcial

La nefrectomía parcial también se puede realizar mediante un abordaje transperitoneal o retroperitoneal. Una vez más, debido al tamaño de los puertos y de los brazos del robot, los autores prefieren utilizar el abordaje transperitoneal.

La nefrectomía parcial es similar a la nefrectomía total con variaciones respecto a la colocación de los puertos y a la exposición inicial de los uréteres y del hilio. El control vascular preciso es esencial para proteger el polo renal remanente. La vascularización del polo renal afectado se identifica, se liga y se divide. En esta maniobra, la destreza del sistema robótico es claramente superior a la alcanzada mediante laparoscopia convencional.

Después del control vascular, se secciona el polo anormal a lo largo de la línea de separación entre los polos. El uréter afectado se diseca en el nivel del polo inferior y es separado del uréter remanente, el cual se protege cuidadosamente. La disección ureteral se realiza a veces antes de la disección hilar para facilitar esta última.

Los polos se pueden separar usando bisturí eléctrico o bisturí armónico. Si se perfora el sistema colector remanente, debe ser reparado y se debe dejar un drenaje. El uréter afectado se extirpa junto con el segmento renal correspondiente. Dependiendo de la presencia de obstrucción o de reflujo, el uréter se deja abierto o se cose, respectivamente. El borde del polo normal se puede suturar para asegurar la hemostasia y minimizar el riesgo de fuga. Los autores también recomiendan la colocación de un drenaje en los niños mayores o en los casos complejos. Se deja una sonda vesical durante el postoperatorio inmediato y los pacientes pueden irse de alta el mismo día o al día siguiente.

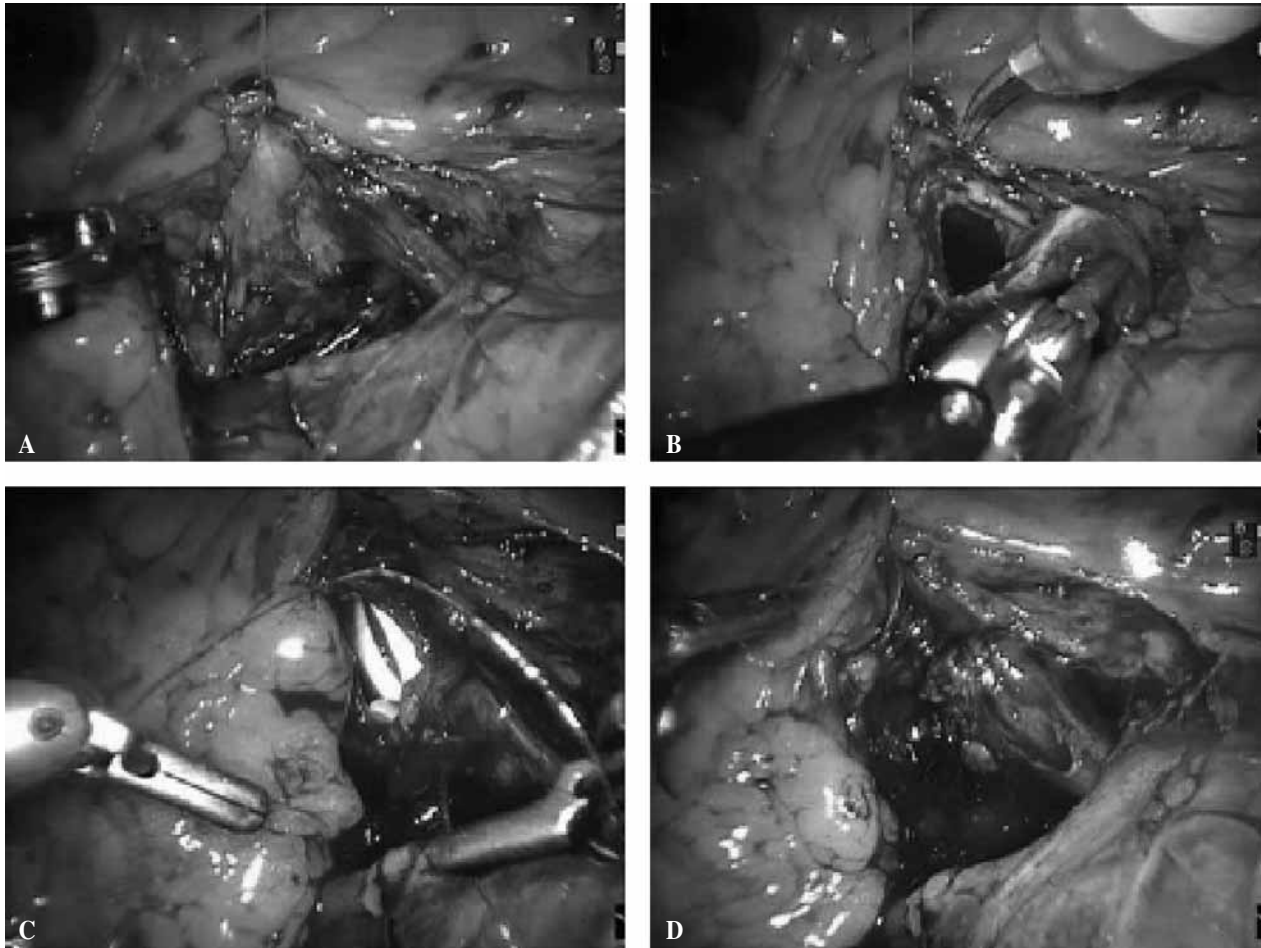


Figura 4. Pieloplastia desmembrada laparoscópica asistida por robot. A) La unión pieloureteral se expone mediante un abordaje transmesentérico y se retrae con un punto de tracción. Se evidencia la presencia de un vaso polar aberrante. B) Tras la transacción del uréter se espátula su aspecto lateral. C) Se realiza la anastomosis ureteropélvica con suturas continuas de Monocryl 6-0. D) Resultado final de la pieloplastia traspuesta sobre el cruce vascular del polo inferior.

Pieloplastia

La pieloplastia laparoscópica con asistencia robótica se puede realizar con abordaje trans o retroperitoneal, y ofrece la ventaja de poder usar una sutura pequeña como 7-0, con eficacia y exactitud. Para un abordaje transperitoneal se coloca al paciente en decúbito supino, se asegura a la mesa, con un rodillo que sobreeleva 30°. Los puertos se colocan así: la óptica en el ombligo, y los puertos de trabajo uno en línea media entre el ombligo y el xifoides y otro en la línea media clavicolar infraumbilical. Se gira el paciente, elevando 60° el lado ipsilateral después de la colocación de los puertos y el robot se coloca en la zona del hombro ipsilateral. La unión pieloureteral se puede exponer transmesentéricamente en el lado izquierdo o movilizándolo el colon en cualquiera de los dos lados. El procedimiento quirúrgico sigue las mismas reglas que la cirugía abierta. Se disecan el uréter y la pelvis. Se utiliza un punto para tracción de la pelvis, que se pasa a través de la pared abdominal. Después de que se incida la pelvis, el uréter se espátula lateralmente y se realiza la anastomosis

usando puntos sueltos o una sutura continua 6-0 o 7-0. Un catéter doble J se pone después de cerrar completamente la pared posterior, también puede ser colocado retrógradamente, con prolongador para permitir su retirada en la consulta. El *stent* se puede colocar a través de la pared abdominal usando un angiocatéter y una guía para dirigirlo hacia el uréter. El doble J se coloca sobre la guía, se retira ésta y se termina la sutura de la cara anterior. Los pasos esenciales se demuestran en la figura 4. Se deja una sonda de Foley durante las primeras 24 horas del postoperatorio y el doble J durante 4 semanas. Los resultados descritos por diversos cirujanos demuestran un porcentaje de éxito similar al “gold standard” o procedimiento abierto de alrededor del 95%⁽⁸⁻¹⁰⁾.

Cirugía del reflujo vésico-ureteral

Reimplante ureteral intravesical

Como en cirugía abierta, la cirugía robótica se puede utilizar con diversas técnicas de reimplante ureteral. El procedimiento laparoscópico de Cohen que usaba CO₂ en la vejiga

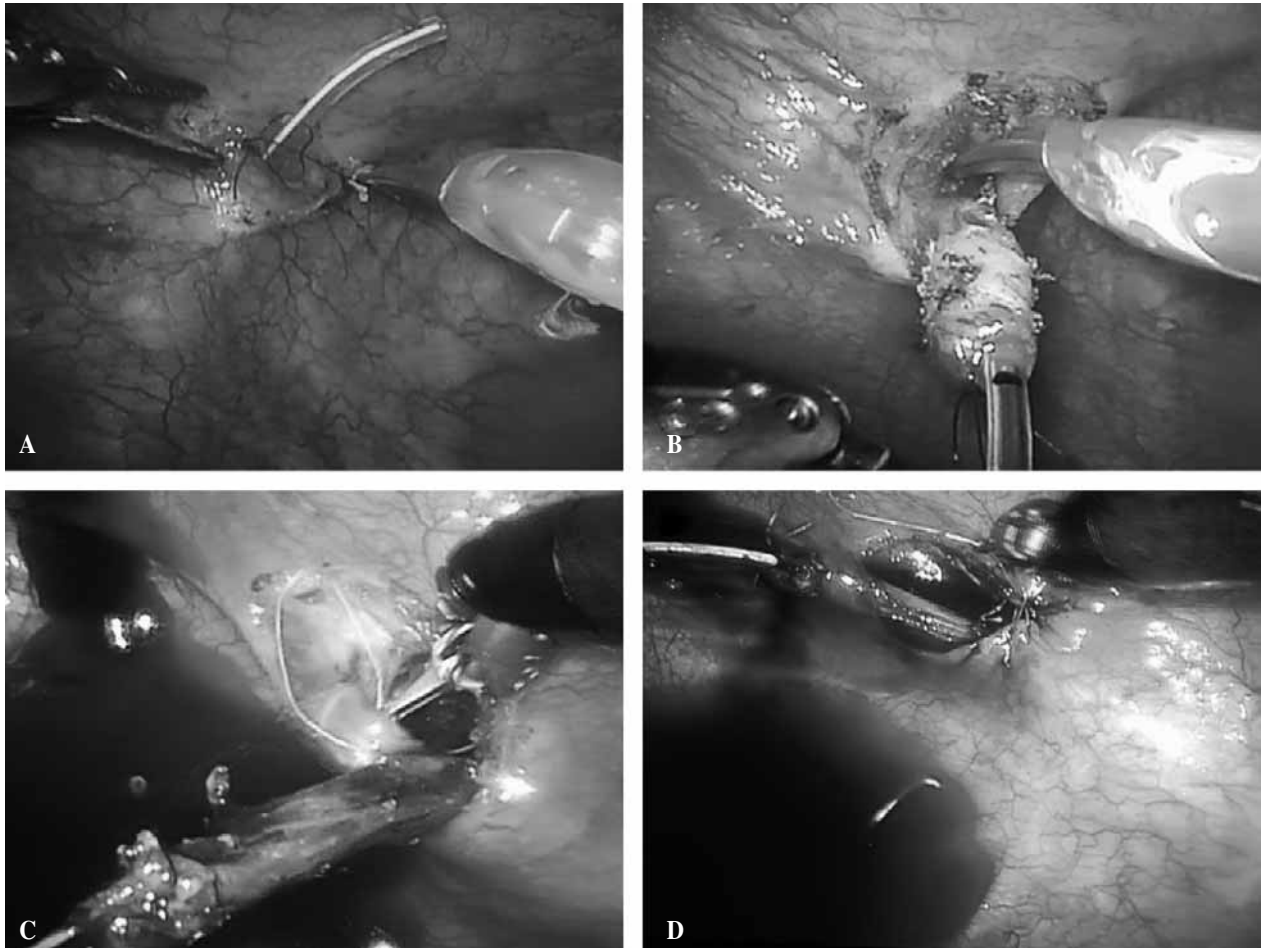


Figura 5. Reimplante ureteral intravesical laparoscópico asistido por robot. A) Introducción de un segmento de un catéter 5 Fr que se ancla al uréter. B) Disección del uréter que se facilita al traccionar del catéter. C) Creación del túnel submucoso. D) Cierre del área del hiato primitivo.

ga fue descrito en 2003 en un modelo porcino, demostrando resultados similares⁽¹⁾. Los pasos de la cirugía son similares a los descritos para la técnica abierta después de la colocación de los trocares y de la insuflación de la vejiga. La posición del paciente es en decúbito supino, con las piernas separadas. Primero se llena la vejiga con solución salina a través de la uretra. Usando la técnica abierta de Hasson, se coloca el puerto de 12 mm para la óptica en línea media, en la cúpula de la vejiga y se fija con una sutura de vicryl 3-0. Los puertos de trabajo, de 8 o 5 milímetros, se colocan a mitad de la distancia entre el ombligo y el pubis en la línea media clavicolar. Los puertos se fijan a la pared abdominal usando una sutura que también se utiliza para el cierre de vejiga. La vejiga se llena de CO₂ para drenar el suero fisiológico y el dispositivo robótico se trae a los pies del paciente. De forma similar a la técnica abierta, la disección ureteral comienza después de la colocación de un segmento de 6 centímetros de un catéter de 5 Fr, que se fija al uréter con un punto de vicryl 4-0. Se realiza una incisión alrededor del meato ureteral dejando un *cuff* de mucosa, que será utilizado para suturarlo a la mucosa vesical después de la tunelización. La movilización de los uré-

teres se hace como en el procedimiento abierto, utilizando el cauterio con la precaución de evitar el daño de la vascularización del uréter. Ambos uréteres se movilizan antes de la creación del túnel submucoso. Los túneles submucosos se crean disecando con la tijera desde el hiato original al otro lado del triángulo, e incidiendo la mucosa en el sitio del nuevo hiato. Ahí se anclan los uréteres, después de traerlos a través del túnel submucoso, con puntos sueltos de monocryl 4-0 que se utilizan para fijar el uréter a la musculatura de la vejiga y el *cuff* de mucosa se sutura con monocryl 5-0. La mucosa se cierra sobre el hiato original con una sutura continua de monocryl 5-0. La vejiga se llena otra vez con suero fisiológico para la comprobación de una adecuada hemostasia, y se coloca la sonda de Foley vesical. Primero se retiran los puertos de trabajo tras evacuar el neumo y se atan las suturas que los anclaban. El endoscopio se utiliza para examinar las entradas de los trocares. Tras el cierre de la vejiga, se sutura la fascia y, por último, la piel con puntos subcuticulares. La sonda de Foley se retira al día siguiente y se dan de alta, aconsejando al paciente la realización de reposo moderado durante una semana. Los pasos se pueden ver en la figura 5.

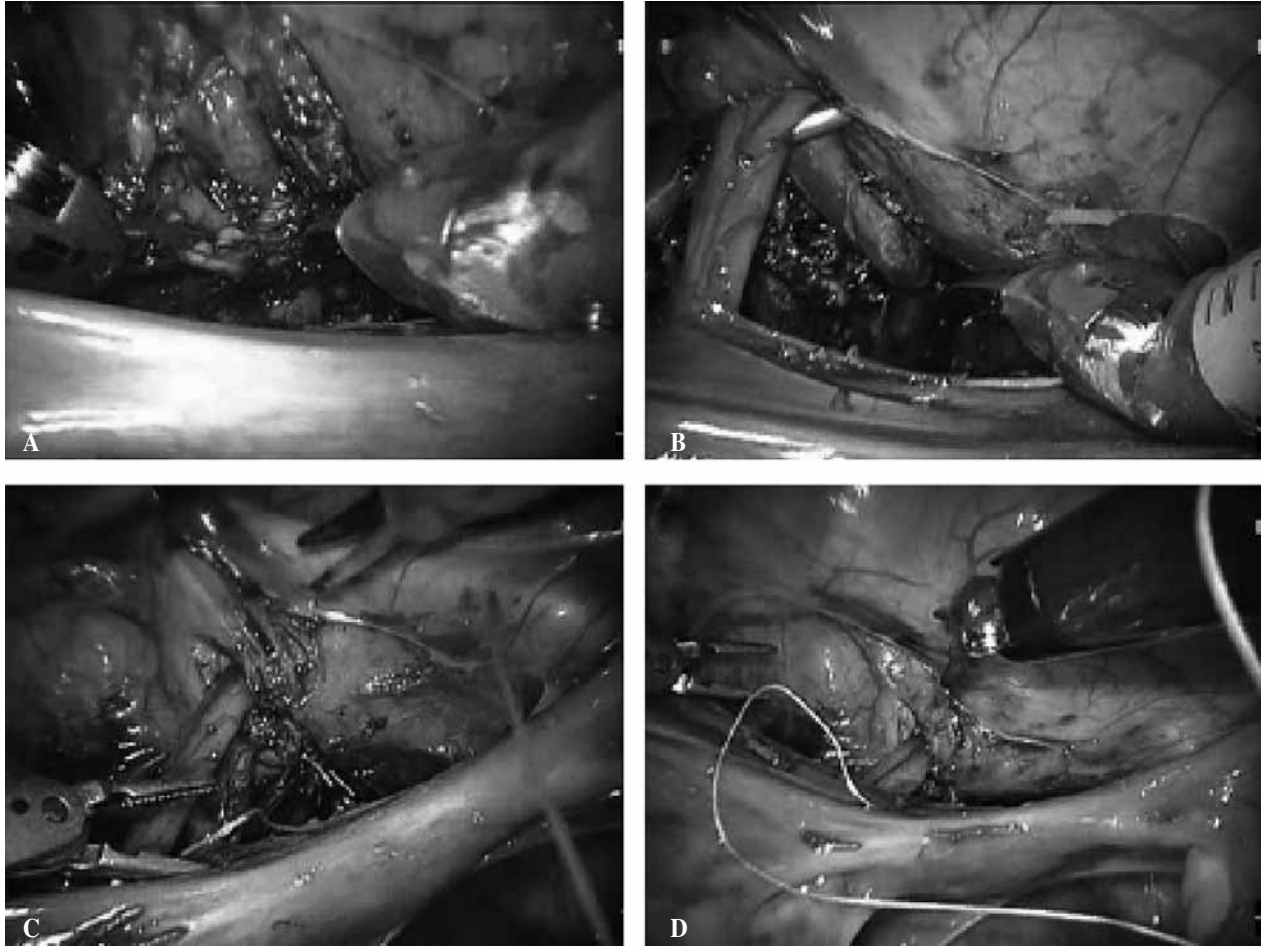


Figura 6. reimplante ureteral extravesical laparoscópico asistido por robot. A) Diseción del uréter tras la apertura del peritoneo que recubre la parte posterior de la vejiga. B) Detrusorrafia y diseción de los colgajos musculares. C) La detrusorrafia debe tener la misma longitud que el uréter distal disecado. D) Aspecto de la reparación terminada.

Hay pocos artículos sobre esta técnica usando la laparoscopia convencional y solamente uno con asistencia robótica⁽¹²⁾. La técnica sigue siendo un desafío y los resultados iniciales no son uniformemente favorables. La visualización y el control, son, sin embargo, muy buenos y favorecerían la continuación al desarrollo de este abordaje.

Reimplante ureteral extravesical

El abordaje extravesical se puede realizar unilateral o bilateral, siguiendo los mismos pasos que la técnica abierta de Lich-Gregoir. El paciente se coloca en decúbito supino y con las piernas separadas. Se introduce primero el trocar de 12 milímetros para la óptica mediante una técnica abierta, en el ombligo. Los puertos de trabajo de 8 o 5 milímetros se colocan en la línea media clavicular bilateral, cerca de 1 centímetro debajo del ombligo. Los puertos se fijan a la pared abdominal usando un punto que también se utiliza para cerrar la fascia. El robot se coloca a los pies del paciente. La técnica sigue los mismos pasos que el procedimiento abierto de Lich-Gregoir. Comienza disecando el uréter después de abrir el

peritoneo anterior al útero y sobre la pared posterior de la vejiga. El uréter se libera de los tejidos circundantes manteniendo su vascularización intacta. Se disecan aproximadamente 4-5 centímetros para permitir mayor movilidad y para evitar acodamientos al crear el túnel para el uréter en la vejiga. Se puede utilizar un punto en la pared posterior de la vejiga para mejorar la exposición del hiato ureteral, suturándolo a la pared abdominal o transparietal. Se crea un canal en el detrusor incidiendo unos 3 centímetros la muscular de la vejiga y diseñando colgajos. Si se produce una perforación de la mucosa, se cierra con una sutura reabsorbible de 5-0. La muscular de la vejiga se cierra sobre el uréter, usando puntos sueltos de vicryl 4-0, con cuidado para evitar cualquier compresión excesiva o acodamiento que generen obstrucción. El cierre puede ser de proximal a distal o al contrario. En el último, el uréter se visualiza bien pero la aguja tiene que pasar por debajo del uréter cada vez. El peritoneo se cierra con una sutura continua y se procede a la retirada del robot. Los pasos esenciales se muestran en la figura 6. Si no se ha producido ninguna perforación de la mucosa, no es necesario dejar ninguna sonda,

si se produjo, se deja una sonda vesical hasta el día siguiente. Algunos pacientes han podido irse de alta el mismo día de la intervención.

Mitrofanoff

Existe un caso descrito de un procedimiento de Mitrofanoff asistido por robot en un niño⁽¹³⁾. El paciente se anestesió en decúbito supino, y se colocó en la posición de Trendelenburg tras asegurarlo a la mesa. Describen la cirugía usando un cuarto brazo como separador y no hubo complicaciones ni intra ni postoperatorias. Hemos realizado apendicovesicostomías y una revisión usando el sistema robótico. Se colocaron tres puertos. El puerto de la óptica de 12 milímetros se colocó lateral al ombligo; y los otros dos puertos de trabajo de 8 milímetros en los lados izquierdo y derecho, en la línea media clavicular al nivel del ombligo. El procedimiento comenzó con la identificación del apéndice y la movilización del colon derecho siguiendo la línea de Toltdt. Hay que tener cuidado para proteger el mesenterio apendicular y para movilizarlo con una longitud adecuada. Una vez que se movilice el ciego, el apéndice se separa de él, dejando una pequeña base del ciego con el apéndice. Esto facilita la anastomosis del estoma y disminuye el riesgo de estenosis. El ciego se cierra de forma similar a una apendicectomía abierta con una sutura en bolsa de tabaco. La vejiga se llena con suero fisiológico y se mide la mejor posición para el apéndice debido a su longitud, a la movilidad de la vejiga, y a la localización del estoma. Después se realiza una incisión vertical de la capa muscular de la vejiga de 3 - 4 centímetros y se incide un pequeño botón de la mucosa y el apéndice se anastomosa con puntos sueltos de Vicryl 4-0. Se crea un túnel submucoso al cerrar la capa seromuscular sobre el apéndice con puntos sueltos de Vicryl 4-0. La base del apéndice se trae hasta el ombligo sin tensión y se crea un estoma cateterizable usando colgajos cutáneos (V-flap).

Otros procedimientos

Otros muchos procedimientos pueden realizarse mediante cirugía robótica en urología pediátrica, como: pielolitotomía, adrenalectomía, *slings*, pieloureterostomía, exéresis de restos müllerianos... En estos casos, es difícil determinar exactamente el impacto en la reducción de la morbilidad, pero en todos, la magnificación en la visualización y la destreza

son sensiblemente superiores, incluso comparando con la cirugía abierta. Todo esto indica la flexibilidad potencial de este sistema para los distintos desafíos de cada caso, particularmente en el campo de la urología pediátrica donde se necesita una gran variedad de procedimientos quirúrgicos para el cuidado de nuestros pacientes. La tecnología robótica deberá seguir desarrollándose y los que empleamos este sistema debemos participar activamente en la consecución de mejoras.

BIBLIOGRAFÍA

1. Villavicencio Mavrich H. Tecnología de futuro: cirugía robótica Da Vinci. *Actas Urol Esp* 2005; 29(10): 919-921.
2. Estrada CR, Passerotti CC. Cirugía robótica en urología pediátrica. *Arch Esp Urol* 2007; 60(4): 471-479.
3. Dasgupta P, Challacombe B. Robotics in urology. *BJU Int* 2004; 93(3): 247-248.
4. Peters C. Laparoscopy in paediatric urology: adoption of innovative technology. *BJU Int* 2003; 92(Suppl 1): 52-57.
5. Peters CA. Robotic assisted surgery in pediatric urology. *Pediatr Endosurgery Innovative Tech* 2003; 7(4): 403-413.
6. Peters CA. Robotically assisted surgery in pediatric urology. *Urol Clin North Am* 2004; 31(4): 743-752.
7. Koyle MA, Woo HH et al. Laparoscopic nephrectomy in the first year of life. *J Pediatr Surg* 1993; 28(5): 693-695.
8. Atug F, Woods M et al. Robotic assisted laparoscopic pyeloplasty in children. *J Urol* 2005; 174(4 Pt 1): 1440-1442.
9. Lee RS, Retik AB et al. Pediatric robot assisted laparoscopic dismembered pyeloplasty: comparison with a cohort of open surgery. *J Urol* 2006; 175(2): 683-687.
10. Olsen LH, Deding D et al. Computer assisted laparoscopic pneumovesical ureter reimplantation a.m. Cohen: initial experience in a pig model. *APMIS* 2003; Suppl 109: 23-25.
11. Olsen LH, Jorgensen TM. Computer-assisted pyeloplasty in children: the retroperitoneal approach. *J Urol* 2004; 171(6 Pt 2): 2629-2631.
12. Peters CA, Woo R. Intravesical robotically assisted bilateral ureteral reimplantation. *J Endourol* 2005; 19(6): 618-621; discussion 621-622.
13. Pedraza R, Weiser A et al. Laparoscopic apendicovesicostomy (Mitrofanoff procedure) in a child using the da Vinci robotic system. *J Urol* 2004; 171(4): 1652-1653.