

Implementación de un programa de cirugía robótica pediátrica. Perspectivas futuras

C. Soto Beauregard, J. Rodríguez de Alarcón García, E.E. Domínguez Amillo, M. Gómez Cervantes, L.F. Ávila Ramírez

Servicio de Cirugía Pediátrica. Instituto del Niño y del Adolescente. Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

RESUMEN

Introducción. El abordaje mínimamente invasivo empleando tecnología robótica está plenamente incorporado a la patología del adulto.

Las primeras series pediátricas internacionales con abordaje robótico datan del año 2002 y en España del 2009. Presentamos la implementación de un programa de Cirugía Robótica Pediátrica en nuestro centro.

Material y método. Se elaboró una propuesta de aplicación de la tecnología robótica en el área pediátrica y tras la adquisición de una plataforma Da Vinci Xi en nuestro centro, se procedió al inicio del programa bajo la tutorización de un cirujano pediátrico experimentado en este abordaje.

Resultados. Se han intervenido 32 pacientes con una mediana de edad de 12 años (7 meses-17 años) desde enero de 2019. El 56% de los procedimientos fueron abdominales. Se realizaron tres abordajes torácicos y 11 procedimientos urológicos. Se realizó una conversión a cirugía abierta durante una funduplicatura. La mediana de la duración en conjunto de los abordajes abdominales y torácicos fue de 155 minutos (70-380 minutos). No hubo complicaciones anestésicas ni hemodinámicas. El postoperatorio en los casos en los que se concluyó el procedimiento no presentó incidencias y el alta se realizó con una mediana de 2 días (1-16 días).

Conclusión. La principal ventaja de los procedimientos robóticos es el movimiento simétrico en línea con las manos del cirujano, lo que hace que la curva de aprendizaje sea más corta. En nuestra experiencia, el abordaje robótico nos ha permitido una mayor precisión en la técnica quirúrgica favoreciendo la recuperación del paciente.

PALABRAS CLAVE: Cirugía pediátrica robótica; Urología pediátrica robótica; Resección pulmonar robótica.

IMPLEMENTING A PEDIATRIC ROBOTIC SURGERY PROGRAM: FUTURE PERSPECTIVES

ABSTRACT

Abstract. The minimally invasive approach using robotic technology is fully incorporated in the treatment of adult pathologies.

The first international pediatric studies with a robotic approach date from 2002, and in Spain, from 2009. We present the implementation of a Pediatric Robotic Surgery program in our setting.

Materials and methods. A proposal for the application of robotic technology in pediatrics was developed, and after the acquisition of a Da Vinci Xi system at our center, a program was initiated under the guidance of a pediatric surgeon experienced in this approach.

Results. 32 patients with a median age of 12 years (7 months-17 years) have been operated on since January 2019. 56% of the procedures were abdominal. 3 thoracic approaches and 11 urologic procedures were carried out. 1 conversion to open surgery was performed during a fundoplication. The median combined duration of abdominal and thoracic approaches was 155 minutes (70-380 minutes). There were no anesthetic or hemodynamic complications. The postoperative period in the cases in which the procedure was completed was uneventful, and patients were discharged after a median of 2 days (1-16 days).

Conclusion. The main advantage of robotic procedures is the symmetrical movement in line with the surgeon's hands, which makes the learning curve shorter. In our experience, the robotic approach has allowed for greater precision in the surgical technique, favoring the patient's recovery.

KEY WORDS: Pediatric robotic surgery; Pediatric robotic urology; Robotic lung resection.

DOI: 10.54847/cp.2022.04.08

Correspondencia: Dra. Carmen Soto Beauregard. Servicio de Cirugía Pediátrica. Instituto del Niño y del Adolescente. Hospital Clínico San Carlos. C/ Profesor Martín Lagos, s/n. 28040 Madrid.
E-mail: mariacarmen.soto@salud.madrid.org; cirped.hcsc@salud.madrid.org; @Cirped_Robotica

Este trabajo fue presentado en el IX Congreso Iberoamericano de Cirugía Pediátrica. Porto, Portugal, 27-30 de abril de 2022.

Recibido: Julio 2022

Aceptado: Agosto 2022

INTRODUCCIÓN

El abordaje mínimamente invasivo forma parte inextinguible de nuestra práctica habitual de tal forma que para determinadas patologías se ha convertido en el *gold standard* (colecistectomía⁽¹⁾, funduplicatura⁽²⁾, pieloplastia⁽³⁾, malformación pulmonar⁽⁴⁾). El avance en la adaptación de la instrumentación al tamaño pediátrico ha permitido incorporar la mínima invasión a la cirugía neonatal, como en la atresia esofágica⁽⁵⁾, la hernia diafragmática congénita⁽⁶⁾ o casos de nesidioblastosis⁽⁷⁾.

Hace ya algunos años, cuando se iniciaban los primeros pasos en la cirugía robótica a nivel internacional, nuestro centro aprovechó la oportunidad de posicionarse como un centro de referencia en abordaje quirúrgico robótico. Desde el año 2009 se han intervenido 2.367 pacientes (mediana anual de 118 casos); el servicio predominante es el Servicio de Urología con el 59,7% de las intervenciones.

Se considera de elección en procedimientos como la prostatectomía radical o la colectomía y el descenso coloanal^(8,9).

Los primeros artículos sobre cirugía robótica en el ámbito de la pediatría empezaron a aparecer hacia el año 2000^(10,11). El desarrollo de este abordaje en determinados procedimientos urológicos, digestivos y en la pelvis del niño^(12,13), se ha generalizado en Estados Unidos donde es ofertado ampliamente en todos los centros pediátricos, así como en algunos centros de Europa.

En España, el primer abordaje robótico pediátrico data del año 2009 en el Hospital Vall d'Hebrón, que publicó su primera serie de 8 pacientes en 10 meses con edades de 7 a 15 años y peso medio de 42 kg⁽¹⁴⁾. Desde entonces las aportaciones en nuestro país sobre la experiencia utilizando esta plataforma se limitan al campo de la urología pediátrica y son del mismo grupo quirúrgico^(15,16).

Los abordajes en los que la tecnología robótica aporta más ventajas son aquellas que requieren una disección muy cuidadosa, las que se realizan en lugares de difícil acceso (como la pelvis) y aquellas que requieren la realización de suturas, la actividad más difícil en la cirugía laparoscópica convencional.

Presentamos la implementación de un programa de Cirugía Robótica Pediátrica en nuestro centro.

MATERIAL Y MÉTODO

Se elaboró una propuesta de aplicación de la tecnología robótica en el área pediátrica tras la actualización de la plataforma robótica disponible en nuestro centro.

Se realizó un análisis de la situación de este tipo de abordaje mediante la consulta de amplias series pediátricas^(17,18). Se consideraron indicaciones del ámbito de nuestra especialidad ampliamente reconocidas en la literatura⁽¹⁹⁾. Se formaron dos cirujanos mediante un programa “en línea” de capacitación teórica y práctica, formación en animal de experimentación y visita a un centro pediátrico robótico. El inicio del programa se realizó bajo la tutorización de un cirujano pediátrico experimentado en este abordaje.

La plataforma empleada ha sido la Xi del sistema Da Vinci que dispone de cuatro brazos robóticos y que mejora las versiones anteriores en cuanto a la orientación de los mismos sobre el paciente, haciendo el periodo de acoplamiento casi inexistente ya que el sistema proporciona automáticamente la orientación de los brazos robóticos al seleccionar el área corporal sobre la que se va a trabajar (abdomen superior/ab-

domen inferior; derecha/izquierda) facilitando el acoplamiento de los brazos a los trocares.

Se valoró la patología intervenida, el tiempo quirúrgico empleado (de inicio a fin de la incisión cutánea), la estancia hospitalaria, las conversiones a cirugía abierta o laparoscópica, las complicaciones intraoperatorias y el coste aproximado del fungible por la utilización del abordaje robótico.

RESULTADOS

Se han intervenido 32 pacientes en nuestro centro con abordaje robótico desde enero de 2019.

En el 62% (20/32) de los casos solo se emplearon tres brazos robóticos y un auxiliar de 5 mm. En ocasiones se empleó uno de 12 mm sobre el que se colocó el trocar robótico de 8 mm para la introducción de clips o endograpadoras sin necesidad de emplear otro trocar auxiliar.

Respecto a la instrumentación, la mayoría de la disección la hemos realizado con pinza Maryland y/o Cadiere y como elementos de energía, el gancho, el sellador vascular o la misma pinza bipolar. En los casos en los que se precisó sutura se utilizó un portaagujas, generalmente el más pequeño disponible (*black diamond micro forceps*).

La mayoría de los instrumentos tienen 10 usos, por lo tanto es necesario definirlos de antemano evitando “gastar” usos innecesarios que incrementen el coste del procedimiento.

La mediana de edad de los pacientes se sitúa en 12 años con un rango de 7 meses-17 años, 9 pacientes eran menores de 7 años y 6 de 5 años. El paciente de 7 meses se intervino una vez comprobado que la distancia entre trocares permitiría la maniobrabilidad necesaria con tres brazos robóticos (Fig. 1).

Se realizaron abordajes abdominales (patología digestiva y urológica) y torácicos. En ambos casos se inició el programa con patologías más sencillas; esto permitió adquirir las habilidades necesarias para ir incrementando la complejidad de los procedimientos. En la tabla I se muestran el tiempo quirúrgico y la estancia hospitalaria de los diferentes procedimientos realizados.

Abordaje abdominal

Los procedimientos más frecuentes fueron la colecistectomía por colelitiasis el 27,6% (8/29) y la pieloureteroplastia por estenosis pieloureteral (EPU) el 17% (5/29).

Se realizaron tres esplenectomías, dos por tumor esplénico (Fig. 2) y otro caso por esferocitosis hereditaria (Tabla I).

En el paciente con esferocitosis hereditaria y gran esplenomegalia, se prolongó el tiempo quirúrgico debido a la rotura de la bolsa de extracción del bazo.

Un paciente con reflujo gastroesofágico (RGE), con parálisis cerebral espástica, se sometió en el mismo acto a la funduplicatura de Nissen, gastrostomía, adenoidectomía y amigdalectomía. El otro paciente con RGE precisó conversión a cirugía abierta por perforación esofágica por esofagitis severa.

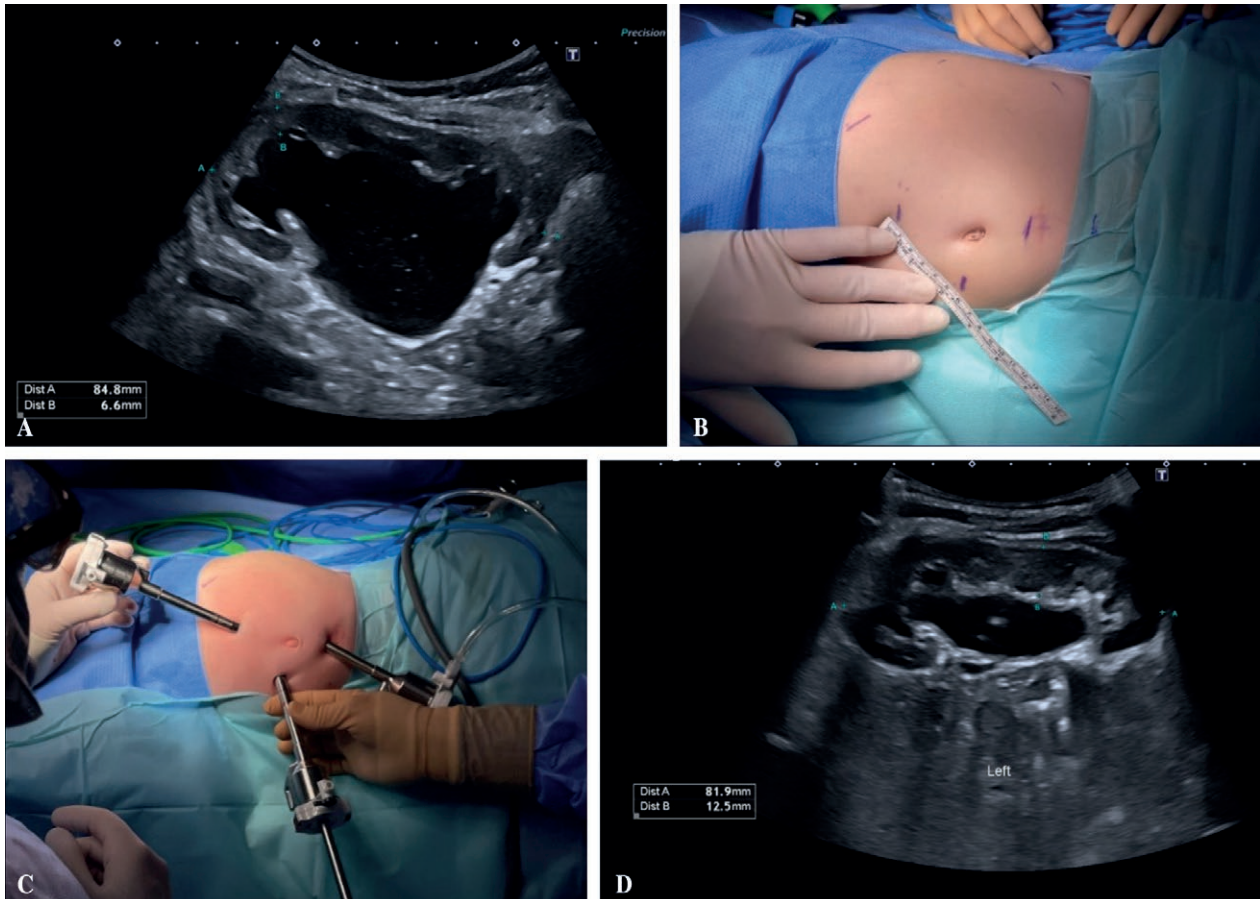


Figura 1. Paciente de 7 meses con estenosis pieloureteral izquierda (A). Medición de la distancia mínima entre trocares superior a 4 cm (B). Colocación de trocares robóticos para acceso a la celda renal izquierda (C). Ecografía de la unión pieloureteral a los 3 meses de la pielouretoroplastia (D).

Tabla I. Procedimientos realizados mediante abordaje robótico por nuestro Servicio desde enero de 2019 hasta junio de 2022. Se expresan tiempos quirúrgicos y estancia hospitalaria (mediana y rango).

Procedimiento	Pacientes n = 31	Tiempo quirúrgico (minutos) (mediana)	Rango (minutos)	Estancia (días) (mediana)	Rango (días)
Patología digestiva/tumoral					
Colecistectomía	8	132	86-160	1	1
Esplenectomía	3	290	70-380	3	2-4
Tumor abdominal	2	125	125	2	1-3
Reflujo gastroesofágico*	1	270	–	3	–
Apendicectomía diferida	2	100	45-155	1	1
Enfermedad de Crohn	1	–	–	14	–
<i>Total</i>	17	142	45-380	1	1-14
Patología urológica					
Pielouretoroplastia	5	190	145-225	3	1-3
Nefrectomía	2	185	155-215	2	2
Heminefrectomía	3	170	139-230	3	2-3
Ampliación vesical	1	380	–	16	–
<i>Total</i>	11	190	139-380	3	1-16
Patología torácica					
Neumotórax recidivante	2	90,5	81-100	2	1-3
Secuestro pulmonar	1	108	–	2	–
<i>Total</i>	3	100	81-108	2	1-3

*Se excluye el paciente que precisó conversión a cirugía abierta.

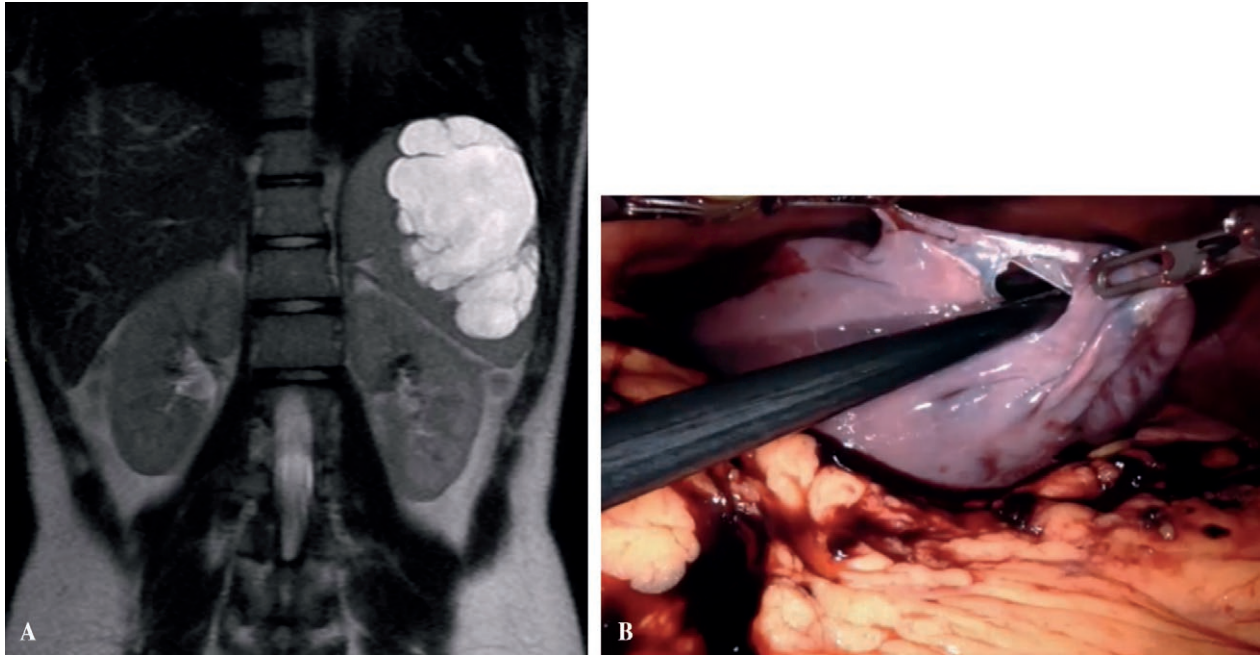


Figura 2. Lesión multiquistica esplénica (A). Aspiración del contenido tras la esplenectomía para facilitar su extracción (B).

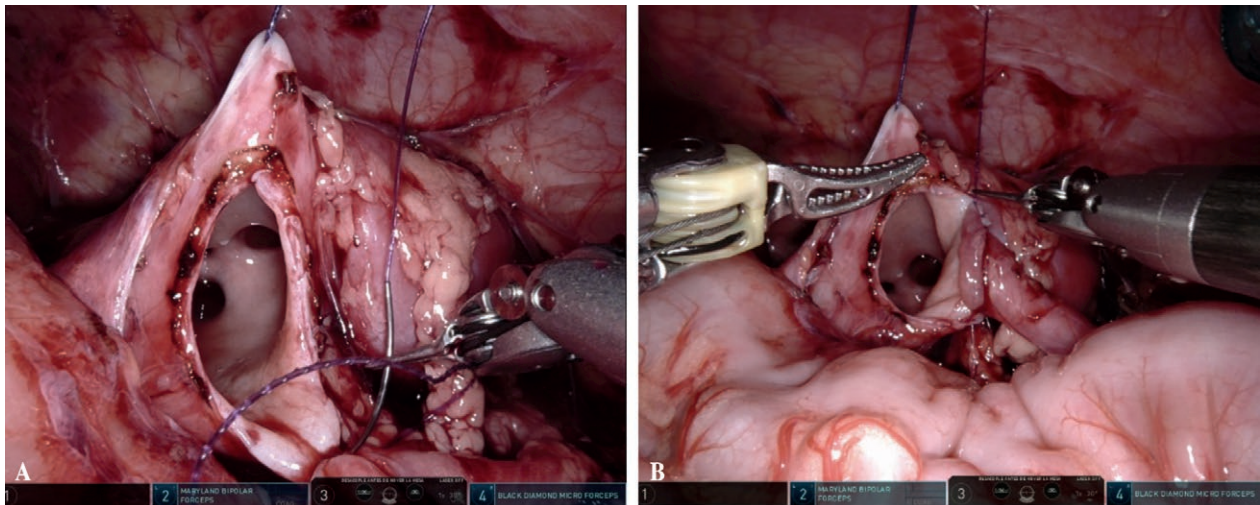


Figura 3. Pieloureteroplastia por EPU izquierda. Punto de sujeción extracorpóreo suspensor de la pelvis (A). Sutura continua barbada 4/0* en dos caras (B). *Sutura barbada 4/0, aguja 3/8, cilíndrica de 17 mm.

El paciente con enfermedad de Crohn fue sometido a ileo-colectomía derecha por estenosis en íleon terminal; la sutura ileocólica se realizó con grapadora y extracorpórea.

No se presentaron otras complicaciones o incidentes postoperatorios.

El tiempo quirúrgico en la patología urológica fue superior que en la patología digestiva (Tabla I). En el caso de la EPU, en los dos primeros casos se tutorizó la unión pieloureteral anterógradamente, lo que mostró cierto grado de dificultad, por lo que en los siguientes casos se procedió al sondaje ure-

teral retrógrado previo. La sutura pieloureteral se realizó con sutura barbada tras tracción por punto suspensorio de la pelvis renal (Fig. 3).

Realizamos una ampliación vesical con un asa ileal en un paciente de 12 años con vejiga neurógena secundaria a mielomeningocele. Se utilizaron los cuatro brazos robóticos y dos auxiliares de 12 y 5 mm. También se tutorizaron previamente ambos uréteres.

No se presentaron complicaciones en los pacientes urológicos tratados y la estancia hospitalaria se muestra en la tabla I.

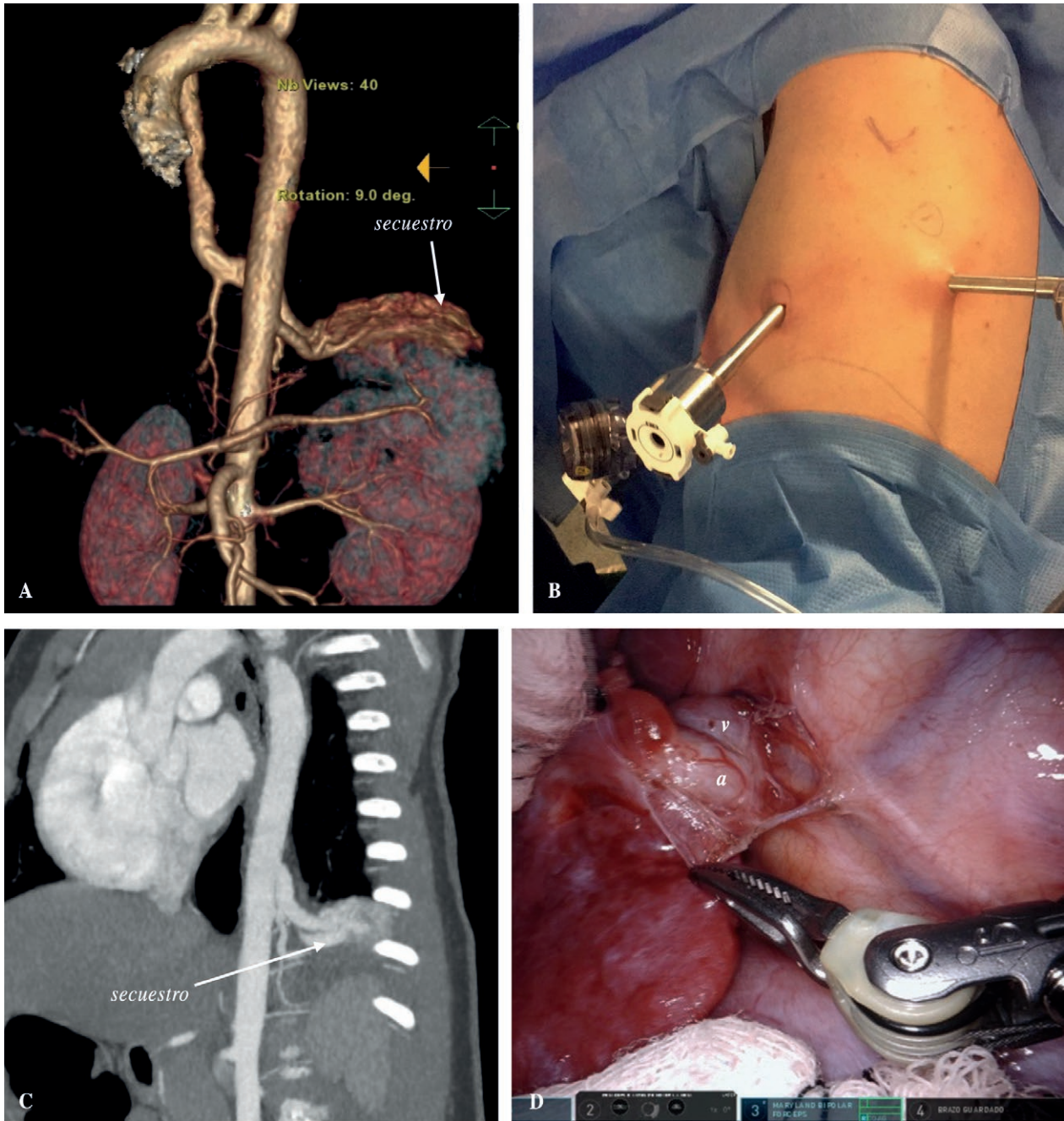


Figura 4. Paciente de dos años y medio con secuestro extralobar izquierdo (A). Colocación de tres trocares robóticos y auxiliar (B). Pedículo vascular con arteria sistémica (a) y drenaje venoso pulmonar (v).

Abordaje torácico

Se intervinieron tres pacientes, dos adolescentes por neumotórax izquierdo recidivante (ambos 17 años) y un paciente de dos años y medio por secuestro extralobar (Fig. 4).

Los trocares se colocaron en el 7°-8° espacio intercostal, y la cámara se situó en el trocar anterior bajo la punta escapular.

En todos los casos se colocaron tres puertos robóticos y un auxiliar de 12 mm o de 5 mm para la endograpadora y

la aspiración. La duración del procedimiento y la estancia hospitalaria están reflejados en la tabla I.

Evolución y resultados estéticos

No se presentaron complicaciones mediatas ni tardías en los procedimientos realizados.

No hubo ninguna infección de herida quirúrgica y la cicatrización fue adecuada en todos los pacientes (Fig. 5).



Figura 5. Paciente de 19 meses. Heminefrectomía superior derecha. Tres puertos robóticos y un puerto de 5 mm y otro de 3 mm. Aspecto estético a los 12 meses.

Datos económicos

Para evaluar la eficiencia en el uso del instrumental fungible, se recogieron datos sobre el material robótico empleado en cada procedimiento. Se diferenciaron aquellas intervencio-

nes que precisaron disección y sección vascular de aquellas que además asociaron sutura intracorpórea (funduplicatura, estenosis pieloureteral, ampliación vesical). El coste por procedimiento base se muestra en la tabla II.

DISCUSIÓN

Los primeros pacientes pediátricos intervenidos mediante abordaje robótico datan del año 2002^(10,11). En estos veinte años se han publicado de forma creciente trabajos que demuestran el incremento del empleo de la tecnología robótica en la edad pediátrica, pasando de tres publicaciones en el año 2002 a 43 en el año 2021, principalmente en el campo urológico^(20,21). Los principales inconvenientes reflejados por Denning y cols.⁽²²⁾ de la utilización de la plataforma robótica en el paciente pediátrico es la falta de disponibilidad de instrumental de 5 mm en el modelo Xi, y que el tamaño del paciente limita el campo de trabajo y la posibilidad de aprovechar el cuarto brazo robótico. En nuestra serie solo empleamos el 4º brazo en 12 casos, los casos más complejos o en los que el tamaño del paciente lo permitía.

La edad y/o el peso del paciente se ha considerado limitante para la utilización de la plataforma robótica; recientemente trabajos como el de Rague y cols.⁽²³⁾ muestran una serie de 101 pacientes con una mediana de 7,2 meses y un peso de 8 kilos sometidos a pieloureteroplastia (78,2%) o ureteroureterostomía ipsilateral (21,8%). Nuestro paciente más pequeño tenía 7 meses de edad. De los menores de 5 años intervenidos, 4 fueron por patología urológica, 2 por estenosis pieloureteral y 2 con duplicidad renoureteral a los que se les realizó una heminefrectomía superior.

Tabla II. Coste de la instrumentación robótica fungible necesaria en un procedimiento “tipo” de disección (tumor abdominal) y de disección y sutura (pieloureteroplastia).

<i>Material fungible Da Vinci Cirugía de disección: tumor abdominal</i>	<i>Coste unitario</i>	<i>Coste por uso</i>
Gancho monopolar (10 usos)	3.472,70 €	347,27 €
Pinza bipolar Maryland (14 usos)	3.472,70 €	248,05 €
Funda de brazos	90,02 € (4)	360,08 €
Funda de cámara	31,16 €	31,16 €
		986,56 €
<i>Material fungible Da Vinci Cirugía de disección y sutura: pieloureteroplastia</i>	<i>Coste unitario</i>	<i>Coste por uso</i>
Gancho monopolar (10 usos)	3.472,70 €	347,27 €
Pinza bipolar Maryland (14 usos)	3.472,70 €	248,05 €
Pinza Cadiere (10 usos)	3.484,80 €	348,48 €
Porta-agujas fino (10 usos)	4.356,00 €	435,6 €
Tijera (10 usos)	5.575,68 €	557,57 €
Funda de brazos	90,02 € (4)	360,08 €
Funda de cámara	31,16 €	31,16 €
		2.328,21 €

La distribución de patologías recogida por otras series⁽²⁴⁾ señalan la mayor prevalencia de la patología urológica, que en nuestro caso representó el 35%; la patología digestivo-tumoral está sobrerrepresentada en nuestra serie porque los procedimientos abdominales menores como la apendicectomía o la colecistectomía han sido empleados como punto de partida de los programas robóticos⁽²⁵⁾. En nuestra serie realizamos dos apendicectomías diferidas y ocho colecistectomías por colelitiasis, principalmente al inicio de la curva de aprendizaje. Sin embargo, la cirugía robótica no parece aportar beneficios en la colecistectomía, con tiempos quirúrgicos y estancias similares pero con un incremento del coste por cirugía⁽¹⁾.

Estudios de Minkes y cols.⁽²⁶⁾ y Feng y cols.⁽²⁷⁾ señalaron las ventajas del abordaje laparoscópico en casos de esplenectomía en la población pediátrica. Recientemente Shelb y cols.⁽²⁸⁾ comparan la esplenectomía laparoscópica (LS) (14 pacientes) frente a la esplenectomía robótica (RS) (10 pacientes) con una duración similar del procedimiento quirúrgico (RS 140,5 vs. LS 154,9 min), pero con una significativa disminución en la estancia hospitalaria, 2,1 días en el caso de RS frente a 3,2 días en los casos de LS ($p = 0,02$). La mediana de estancia en los tres casos de esplenectomía que realizamos fue de 3 días, similar a las series laparoscópicas⁽²⁹⁾. En el caso de esplenomegalia por esferocitosis, la rotura de la bolsa extractora para la morcelación prolongó llamativamente el tiempo quirúrgico (380 minutos). Algunos autores han señalado la dificultad añadida en los casos de esplenomegalia masiva⁽³⁰⁾ e incluso en algún momento se cuestionaron los beneficios de este tipo de abordaje⁽³¹⁾.

En nuestra serie, la mediana del tiempo quirúrgico en los pacientes con abordaje abdominal por patología urológica fue superior a los pacientes intervenidos por patología digestiva/tumoral, 190 vs. 143,5 minutos.

Según Seideman y cols.⁽³²⁾, el tiempo adecuado para el tratamiento de la estenosis pieloureteral por vía robótica debería estar en torno a 120 minutos, y según Sorensen y cols.⁽³³⁾ tras 15-20 pieloplastias, los tiempos empleados arrojan una desviación estándar de 1 sobre el tiempo quirúrgico en cirugía abierta.

En los cinco casos de pieloureteroplastia de nuestra serie, la mediana de la duración del procedimiento fue 190 minutos, similar a la descrita por Asensio en 2013⁽¹⁵⁾. En la figura 6 se muestra la progresión descendente del tiempo quirúrgico empleado en función de la curva de aprendizaje con un último valor de 145 minutos.

La duración del procedimiento generalmente se relaciona con los casos de mayor complejidad, como ha reflejado Pini Prato y cols.⁽³⁴⁾, llegando a 420 minutos en su serie de descenso tipo Soave en casos de enfermedad de Hirschsprung. Sin embargo, en estos casos, el abordaje robótico incrementa la precisión de la disección perirrectal y es accesible aún en lactantes menores de 12 meses, como describen en su serie Delgado y Camps⁽³⁵⁾, aunque estos autores utilizaron la plataforma Da Vinci Si que permite puertos de 5 mm.

Se ha incrementado progresivamente la patología pediátrica tratada con mínima invasión robótica y hay series impor-

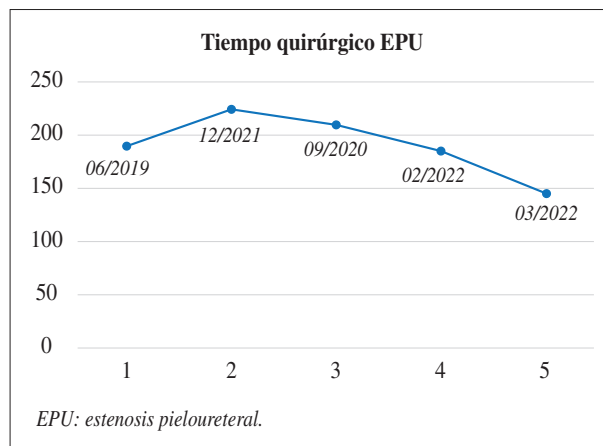


Figura 6. Evolución del tiempo quirúrgico (minutos) en la pieloureteroplastia en relación a la curva de aprendizaje del mismo cirujano de consola.

tantes de procedimientos más complejos, como la resección de quiste de colédoco con reconstrucción por hepaticoduodenostomía robótica⁽³⁶⁾.

El abordaje torácico robótico está en pleno desarrollo con claras indicaciones en la resección en el cáncer pulmonar⁽³⁷⁾ e incluso se ha consensado internacionalmente el abordaje esofágico⁽³⁸⁾. Durand y cols.⁽³⁹⁾, en 2020, publicaron la primera serie de lobectomía robótica en siete pacientes pediátricos. La comparación con 11 pacientes similares tratados por toracoscopia mostró un tiempo quirúrgico mayor en el abordaje robótico (247 ± 50 vs. 152 ± 57 min; $p = 0,008$), aunque no fue precisa la conversión a cirugía abierta en el abordaje robótico mientras que fue necesaria en el 45% de los casos tratados mediante toracoscopia (5/11 pacientes).

Recientemente, un estudio multicéntrico francés⁽⁴⁰⁾ presentó 18 pacientes con cirugía toracoscópica esofágica asistida por robot (ERATS) con una edad media de $7,1 \pm 5,6$ años. La principal limitación de los abordajes torácicos lo representa la discrepancia entre el tamaño de los puertos y el espacio intercostal del paciente⁽³⁹⁾.

La mayoría de los procedimientos oncológicos robóticos publicados hasta ahora eran casos aislados⁽⁴¹⁻⁴³⁾; recientemente se ha publicado una serie multicéntrica de 100 casos oncológicos donde predominan los tumores neuroendocrinos (31 casos) y de localización adrenal (13 casos), demostrando que el abordaje robótico es seguro, aunque las indicaciones deben ser discutidas en los foros multidisciplinares. El enfoque mínimamente invasivo que ofrece la cirugía robótica parece una buena opción para ampliar las posibilidades de resección compleja en el cáncer pediátrico, disminuyendo el periodo de recuperación postquirúrgica y sus secuelas⁽⁴⁴⁾.

Todos los programas robóticos en sus inicios se han caracterizado por variada patología y de complejidad dispar^(25,45) similar a nuestra experiencia. La curva de aprendizaje de la cirugía robótica parece ser más corta que la de la laparoscopia convencional. Este factor es particularmente importante en un

campo como el de la cirugía pediátrica, en el que el limitado número de casos y la gran variedad de procedimientos hacen difícil completar una curva de aprendizaje similar a la de la cirugía en adultos. En nuestra experiencia el abordaje robótico permite una mayor precisión en aquellos procedimientos que requieren disección meticulosa y que precisan de sutura.

El objetivo futuro debe centrarse en potenciar el desarrollo de la instrumentación robótica necesaria para el paciente pediátrico de todas las edades, la disponibilidad más amplia y una rentabilidad clara⁽⁴⁶⁾ al ser una opción fiable en los procedimientos complejos que actualmente presentan dificultades en su abordaje laparoscópico⁽⁴⁷⁾.

El análisis del coste añadido por la instrumentación robótica en nuestra serie varió entre 986,56€ y 2.328,21€, similar al recogido por Boia y David⁽⁴⁸⁾.

Uno de los principales inconvenientes de nuestra especialidad es la escasa casuística que hace muy difícil conseguir la experiencia suficiente que justifique la inversión en nuevas tecnologías, por lo que consideramos que el cirujano pediátrico de nuestro país debe tratar de acceder plenamente a esta tecnología procurando alianzas y forzando el desarrollo tecnológico como sucedió con la laparoscopia tradicional.

BIBLIOGRAFÍA

- Kulaylat AN, Richards H, Yada K, Coyle D, Shelby R, Onwuka AJ, et al. Comparative analysis of robotic-assisted versus laparoscopic cholecystectomy in pediatric patients. *J Pediatr Surg.* 2021; 56(10): 1876-80.
- Stellato RK, Colmer N, Tytgat SHA, van der Zee DC, van de Peppel-Mauritz FA, Lindeboom MYA. Five-year outcome of laparoscopic fundoplication in pediatric GERD patients: A multicenter, prospective cohort study. *J Gastrointest Surg Off J Soc Surg Aliment Tract.* 2021; 25(6): 1412-8.
- Pérez-Bertólez S, Martín-Solé O, García-Aparicio L. Comparison between mini-laparoscopy, conventional laparoscopy and open approach for ureteropelvic junction obstruction treatment in children. *Scand J Urol.* 2021; 55(4): 307-12.
- Esposito C, Bonnard A, Till H, Leva E, Khen-Dunlop N, Zanini A, et al. Thoracoscopic management of pediatric patients with congenital lung malformations: Results of a European Multicenter Survey. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2021; 31(3): 355-62.
- van Tuyll van Serooskerken ES, Tytgat SHAJ, Verweij JW, Reuling EMBP, Ruiterkamp J, Witvliet MJ, et al. Thoracoscopic repair of esophageal atresia. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2021; 31(10): 1162-7.
- Wagner R, Mayer S, Feng X, Gosemann JH, Zimmermann P, Lacher M. Thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia. *Eur J Pediatr Surg.* 2020; 30(2): 137-41.
- Wakfíe-Coríeh CG, Rodríguez Rey C, Ortega Candil A, Ávila Ramírez LF, Pérez Rodríguez O, Carreras Delgado JL. Focal form of congenital hyperinsulinism in a newborn diagnosed with 18F-DOPA PET/CT allows laparoscopic surgical approach. *Rev Espanola Med Nucl E Imagen Mol.* 2021; 40(5): 318-9.
- Minafra P, Carbonara U, Vitarelli A, Lucarelli G, Battaglia M, Ditunno P. Robotic radical perineal prostatectomy: tradition and evolution in the robotic era. *Curr Opin Urol.* 2021; 31(1): 11-7.
- Grosek J, Ales Kosir J, Sever P, Erculj V, Tomazic A. Robotic versus laparoscopic surgery for colorectal cancer: a case-control study. *Radiol Oncol.* 2021; 55(4): 433-8.
- Hollands CM, Dixey LN. Applications of robotic surgery in pediatric patients. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2002; 12(1): 71-6.
- Gutt CN, Markus B, Kim ZG, Meininger D, Brinkmann L, Heller K. Early experiences of robotic surgery in children. *Surg Endosc.* 2002; 16(7): 1083-6.
- Chan YY, Durbin-Johnson B, Sturm RM, Kurzrock EA. Outcomes after pediatric open, laparoscopic, and robotic pyeloplasty at academic institutions. *J Pediatr Urol.* 2017; 13(1): 49.e1-6.
- Hambraeus M, Arnbjörnsson E, Anderberg M. A literature review of the outcomes after robot-assisted laparoscopic and conventional laparoscopic Nissen fundoplication for gastro-esophageal reflux disease in children. *Int J Med Robot.* 2013; 9(4): 428-32.
- Marhuenda C, Giné C, Asensio M, Guillén G, Martínez Ibáñez V. [Robotic surgery: first pediatric series in Spain]. *Cirugía Pediatr.* 2011; 24(2): 90-2.
- Asensio M, Gander R, Royo G. [Robotic pyeloplasty: first experiences]. *Cirugía Pediatr.* 2013; 26(3): 124-8.
- Asensio M, Gander R, Royo GF, Lloret J. Failed pyeloplasty in children: Is robot-assisted laparoscopic reoperative repair feasible? *J Pediatr Urol.* 2015; 11(2): 69.e1-6.
- Cundy TP, Harley SJD, Marcus HJ, Hughes-Hallett A, Khurana S. Global trends in paediatric robot-assisted urological surgery: a bibliometric and Progressive Scholarly Acceptance analysis. *J Robot Surg.* 2018; 12(1): 109-15.
- Varda BK, Wang Y, Chung BI, Lee RS, Kurtz MP, Nelson CP, et al. Has the robot caught up? National trends in utilization, perioperative outcomes, and cost for open, laparoscopic, and robotic pediatric pyeloplasty in the United States from 2003 to 2015. *J Pediatr Urol.* 2018; 14(4): 336.e1-8.
- Wakimoto M, Michalsky M, Nafiu O, Tobias J. anesthetic implications of robotic-assisted surgery in pediatric patients. *Robot Surg Res Rev.* 2021; 8: 9-19.
- Stern N, Wang P, Dave S. Instituting robotic pediatric urologic surgery in the Canadian healthcare system: Evaluating the feasibility and outcomes of robot-assisted pyeloplasty and ureteric reimplantation. *Can Urol Assoc J.* 2021; 15(4): E215-20.
- Esposito C, Castagnetti M, Autorino G, Coppola V, Cerulo M, Esposito G, et al. Robot-Assisted laparoscopic extra-vesical ureteral reimplantation (Ralur/Revur) for pediatric vesicoureteral reflux: A systematic review of literature. *Urology.* 2021; 156: e1-11.
- Denning NL, Kallis MP, Prince JM. pediatric robotic surgery. *Surg Clin North Am.* 2020; 100(2): 431-43.
- Rague JT, Shannon R, Rosoklija I, Lindgren BW, Gong EM. Robot-assisted laparoscopic urologic surgery in infants weighing ≤10 kg: A weight stratified analysis. *J Pediatr Urol.* 2021; 17(6): 857.e1-7.
- Esposito C, Masieri L, Castagnetti M, Pelizzo G, De Gennaro M, Lisi G, et al. Current status of pediatric robot-assisted surgery in Italy: Epidemiologic national survey and future directions. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* [online]. 2020.
- Bütter A, Merritt N, Dave S. Establishing a pediatric robotic surgery program in Canada. *J Robot Surg.* 2017; 11(2): 207-10.
- Minkes RK, Lagzdins M, Langer JC. Laparoscopic versus open splenectomy in children. *J Pediatr Surg.* 2000; 35(5): 699-701.
- Feng S, Qiu Y, Li X, Yang H, Wang C, Yang J, et al. Laparoscopic versus open splenectomy in children: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int.* 2016; 32(3): 253-9.

28. Shelby R, Kulaylat AN, Vilella A, Michalsky MP, Diefenbach KA, Aldrink JH. A comparison of robotic-assisted splenectomy and laparoscopic splenectomy for children with hematologic disorders. *J Pediatr Surg.* 2021; 56(5): 1047-50.
29. Utria AF, Goffredo P, Keck K, Shelton JS, Shilyansky J, Hassan I. Laparoscopic splenectomy: Has it become the standard surgical approach in pediatric patients? *J Surg Res.* 2019; 240: 109-14.
30. Qureshi FG, Ergun O, Sandulache VC, Nadler EP, Ford HR, Hackam DJ, et al. Laparoscopic splenectomy in children. *JLS.* 2005; 9(4): 389-92.
31. Esposito C, Corcione F, Ascione G, Garipoli V, Di Pietto F, De Pasquale M. Splenectomy in childhood. The laparoscopic approach. *Surg Endosc.* 1998; 12(12): 1445-8.
32. Seideman CA, Sleeper JP, Lotan Y. Cost comparison of robot-assisted and laparoscopic pyeloplasty. *J Endourol.* 2012; 26(8): 1044-8.
33. Sorensen MD, Delostrinos C, Johnson MH, Grady RW, Lendvay TS. Comparison of the learning curve and outcomes of robotic assisted pediatric pyeloplasty. *J Urol.* 2011; 185 (6 suppl): 2517-22.
34. Pini Prato A, Arnoldi R, Dusio MP, Cimorelli A, Barbeta V, Felici E, et al. Totally robotic soave pull-through procedure for Hirschsprung's disease: lessons learned from 11 consecutive pediatric patients. *Pediatr Surg Int.* 2020; 36(2): 209-18.
35. Delgado-Miguel C, Camps JI. Robotic Soave pull-through procedure for Hirschsprung's disease in children under 12-months: long-term outcomes. *Pediatr Surg Int.* 2022; 38(1): 51-7.
36. Nazki S, Kanojia RP, Bawa M, Binu V, Lal S, Sood A, et al. Robotic excision of choledochal cyst with Hepaticoduodenostomy (HD): Report of HD technique, initial experience, and early outcome. *Eur J Pediatr Surg.* 2020; 31(03): 286-91.
37. Gallina FT, Melis E, Forcella D, Mercadante E, Marinelli D, Ceddia S, et al. Nodal upstaging evaluation after robotic-assisted lobectomy for early-stage non-small cell lung cancer compared to video-assisted thoracic surgery and thoracotomy: A retrospective single center analysis. *Front Surg.* 2021; 8: 666158.
38. Li B, Yang Y, Tokar A, Yu B, Kang CH, Abbas G, et al. International consensus statement on robot-assisted minimally invasive esophagectomy (RAMIE). *J Thorac Dis.* 2020; 12(12): 7387-401.
39. Durand M, Musleh L, Vatta F, Orofino G, Querciagrossa S, Jugie M, et al. Robotic lobectomy in children with severe bronchiectasis: A worthwhile new technology. *J Pediatr Surg.* 2021; 56(9): 1606-10.
40. Ferrero PA, Blanc T, Binet A, Arnaud A, Abbo O, Vatta F, et al. The potential and the limitations of esophageal robotic surgery in children. *Eur J Pediatr Surg.* 2022; 32(2): 170-6.
41. Liang M, Jiang J, Dai H, Hong X, Han X, Cong L, et al. Robotic enucleation for pediatric insulinoma with MEN1 syndrome: a case report and literature review. *BMC Surg.* 2018; 18: 44.
42. Criss CN, Grant C, Ralls MW, Geiger JD. Robotic resection of recurrent pediatric lipoblastoma. *Asian J Endosc Surg [Internet].* 2019; 12(1): 128-31.
43. Sala LFM, Guglielmetti GB, Coelho RF. Bilateral nephrectomy robotic-assisted laparoscopic in children with bilateral Wilms' tumor. *Urol Case Rep.* 2020; 31: 101146.
44. Blanc T, Meignan P, Vinit N, Ballouhey Q, Pio L, Capito C, et al. Correction to: Robotic surgery in pediatric oncology: Lessons learned from the first 100 tumors—A Nationwide Experience. *Ann Surg Oncol.* 2021; 28 (suppl 3): 901.
45. Sinha A, Pathak M, Vig A, Saxena R. Robotic surgery in paediatric patients: Our initial experience and roadmap for successful implementation of robotic surgery programme. *J Minimal Access Surg.* 2021; 17(1): 32-6.
46. Gundeti MS, Castellan MA. Editorial: Robotic Assisted Laparoscopic Surgery (RALS) in Pediatric Urology. *Front Pediatr.* 2020; 8: 85.
47. Grammens J, Schechter MY, Desender L, Claeys T, Sinatti C, VandeWalle J, et al. Pediatric challenges in robot-assisted kidney transplantation. *Front Surg.* 2021; 8: 649418.
48. Boia ES, David VL. The financial burden of setting up a pediatric robotic surgery program. *Med Kaunas Lith.* 2019; 55(11): E739.