

CAMBIOS . 2025, v. 24(2) : e1072


Sosa-Jurado Johana

¹ Posgrado de Cirugía Pediátrica, Universidad San Francisco de Quito - USFQ. Quito-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-9923-5285>

Méndez-Morillo Andrea

¹ Posgrado de Cirugía Pediátrica, Universidad San Francisco de Quito - USFQ. Quito-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0003-1967-549X>

Cali-Castro Diego

¹ Posgrado de Cirugía Pediátrica, Universidad San Francisco de Quito - USFQ. Quito-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-8971-301X>

Guamán Ludeña Pablo

² Unidad Técnica de Cirugía Pediátrica, Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín. Quito-Ecuador. <https://orcid.org/0009-0006-4998-0523>

Mier-Jiménez Jorge

² Unidad Técnica de Cirugía Pediátrica, Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín. Quito-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0003-4773-5242>

Ugazzi-Betancourt Michelle

³ Coordinador del Posgrado de Cirugía Pediátrica, Universidad San Francisco de Quito - USFQ. Quito-Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-5930-1284>**Correspondencia:**

Sosa-Jurado Johana

Quito-Ecuador.

Correo electrónico: johana2017elizabeth@gmail.com

Copyright: ©HECAM

Cómo citar este artículo:

Sosa-Jurado J. La cirugía robótica pediátrica en la práctica moderna: tendencias y desafíos. CAMBIOS-HECAM [Internet]. 2025. <https://doi.org/10.36015/cambios.v23.n2.2025.1072>

CAMBios

<https://revistahcam.iess.gob.ec/index.php/cambios/issue/archive>
e-ISSN: 2661-6947

Periodicidad semestral: flujo continuo

Vol. 24 (2) Jul-Dic 2025

revista.hcam@iess.gob.ec

DOI: <https://doi.org/10.36015/cambios.24.n2.2025.1072>**ESTUDIO ORIGINAL: ESTUDIO OBSERVACIONAL****La cirugía robótica pediátrica en la práctica moderna: tendencias y desafíos**

Pediatric robotic surgery in modern practice: trends and challenges

Sosa-Jurado Johana¹, Méndez-Morillo Andrea¹, Cali-Castro Diego¹, Guamán-Ludeña Pablo², Mier-Jiménez Jorge², Betancourt-Ugazzi Michelle³

Recibido: 2025-05-30 Aprobado: 2025-06-17 Publicado: 2025-12-23

RESUMEN**INTRODUCCIÓN:** La robótica ha emergido como una herramienta innovadora en el ámbito de la cirugía de mínimo acceso.**OBJETIVO:** Realizar un análisis epidemiológico de la cirugía robótica pediátrica, así como describir los resultados, complicaciones, tiempos quirúrgicos y cada tipo de cirugía realizada como parte del programa de cirugía robótica del HECAM durante el período 2021-2023.**MATERIALES Y MÉTODOS:** Se realizó un estudio transversal analítico que incluyó a 105 pacientes pediátricos, de ambos sexos, con edades comprendidas entre 1 y 17 años. Las variables analizadas incluyeron peso, tipo de cirugía, complicaciones, duración de la estancia hospitalaria, número de procedimientos realizados, tiempo total de cirugía, tiempo de docking, tiempo en consola y tiempo de cierre quirúrgico.**RESULTADOS:** Se incluyeron 105 pacientes (45,7% hombres; 54,3% mujeres) con una media de edad de 9,85 años (DE 4,53) y peso promedio de 38,13 kg (DE 19,46). El tiempo operatorio total fue de 102,67 minutos (DE 65,07), tiempo de docking 14,83 minutos (DE 9,36), cierre 22,54 minutos (DE 11,15) y uso de consola 65 minutos (DE 57,16). El 72,4% de los procedimientos correspondió a cirugía general y el 27,6% a urología. La tasa global de complicaciones fue del 13,3%: 4,8% menores, 1% moderadas, 1,9% graves, 2,9% de riesgo vital y 1,9% mortalidad.**CONCLUSIONES:** La cirugía robótica pediátrica en el HECAM demostró ser un abordaje seguro y factible, con baja tasa de complicaciones mayores y mínima conversión a cirugía abierta. Los tiempos quirúrgicos variaron significativamente según el tipo de procedimiento, mostrando un patrón de mejora operativa progresiva. Estos resultados apoyan la adopción y continuidad del programa robótico pediátrico, así como la necesidad de estudios comparativos y multicéntricos para fortalecer la evidencia existente**PALABRAS CLAVE:** Simulación del Acoplamiento Molecular; Procedimientos Quirúrgicos Robotizados; Procedimientos Quirúrgicos Urológicos; Mortalidad; Curva de Aprendizaje; Colectectomía.**ABSTRACT****INTRODUCTION:** Robotics has emerged as an innovative tool in the field of minimally invasive surgery.**OBJECTIVE:** To conduct an epidemiological analysis of pediatric robotic surgery, as well as to describe the outcomes, complications, surgical times, and each type of surgery performed as part of the robotic surgery program at HECAM during the period 2021-2023.**MATERIALS AND METHODS:** An analytical cross-sectional study was conducted, including 105 pediatric patients of both sexes, aged between 1 and 17 years. The variables analyzed included weight, type of surgery, complications, duration of hospital stay, number of procedures performed, total surgical time, docking time, console time, and surgical closure time.**RESULTS:** A total of 105 patients were included (45.7% male; 54.3% female) with a mean age of 9.85 years (SD 4.53) and an average weight of 38.13 kg (SD 19.46). The total operative time was 102.67 minutes (SD 65.07), docking time 14.83 minutes (SD 9.36), closure time 22.54 minutes (SD 11.15), and console use time 65 minutes (SD 57.16). General surgery accounted for 72.4% of the procedures, and urology accounted for 27.6%. The overall complication rate was 13.3%: 4.8% minor, 1% moderate, 1.9% severe, 2.9% life-threatening, and 1.9% mortality.**CONCLUSIONS:** Pediatric robotic surgery at HECAM proved to be a safe and feasible approach, with a low rate of major complications and minimal conversion to open surgery. Surgical times varied significantly depending on the type of procedure, showing a pattern of progressive operational improvement. These results support the adoption and continuation of the pediatric robotic program, as well as the need for comparative and multicenter studies to strengthen the existing evidence.**KEYWORDS:** Molecular Docking Simulation; Robotic Surgical Procedures; Urological Surgical Procedures; Mortality; Learning Curve; Cholecystectomy

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

INTRODUCCIÓN

En el progreso de los cuidados pediátricos se encuentra un campo de innovación conocido como cirugía asistida por robot ¹. La cirugía robótica tiene una fuerte y sólida evidencia en los procedimientos para los pacientes adultos sin embargo para los más pequeños aún se debe investigar aspectos como anatomía, fisiología, manejo prequirúrgico y transquirúrgico, cuidados postoperatorios; así como aspectos técnicos que van a influir directamente en la realización de una cirugía mínimamente invasiva independientemente del diagnóstico y la edad del paciente ¹. Detallar estos objetivos de manera que se conviertan en números y gráficos estadísticos se ha convertido en un reto para los cirujanos pediatras del Hospital Carlos Andrade Marín (HECAM) ², por lo que el objetivo fue presentar un estudio epidemiológico de la cirugía robótica pediátrica en el HECAM del 2021 al 2023.

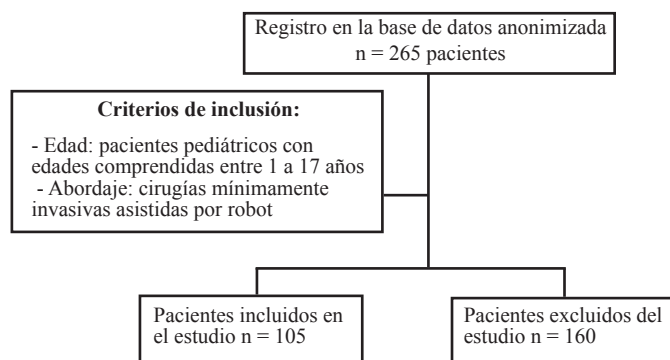
MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal analítico de todos los pacientes pediátricos intervenidos por cirugía robótica en el HECAM, en el período comprendido entre enero de 2021 a diciembre de 2023. Los criterios de inclusión fueron pacientes entre 1 a 17 años intervenidos por cirugía robótica y los criterios de exclusión fueron la pérdida de seguimiento dentro de los primeros 30 días posquirúrgicos, así como haber cumplido la mayoría de edad dentro del período de seguimiento. Los datos se obtuvieron de una base anonimizada del sistema AS/400 y para el análisis estadístico se enlazó la base de datos al programa SPSS v25 (IBM). Este estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación de nuestra institución CEISH/HECAM.

Las variables a estudiar fueron las siguientes: edad, peso, estancia media hospitalaria, tiempo total de cirugía, tiempo de docking, tiempo de consola y tiempo de cierre, sexo, diagnóstico, tipo de cirugía y complicaciones (clasificación de Clavien Dindo),

Para el estudio descriptivo se utilizó la media o promedio y desviación estándar para variables cuantitativas y frecuencias para las variables cualitativas. Además, se aplicó la prueba de χ^2 y la U de Mann-Whitney para comparar diferencias entre el tiempo quirúrgico y cada tipo de cirugía realizada bajo asistencia robótica. Se consideró una $p < 0,05$, como resultado significativo.

Figura 1. Criterios de inclusión y exclusión



Fuente: Base de datos de investigación.
Preparado por los Autores.

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 105 pacientes pediátricos que cumplían con los criterios de selección (gráfico 1), de los cuales 48 eran hombres (45,71%) y 57 mujeres (54,28%) (ver la tabla 1).

Tabla 1. Características demográficas de la población

Procedimiento	Nº	Sexo (M/F)	Edad (años)	Peso (kg)	Diagnósticos
Colecistectomía	58	17/41	12,95	51,22	Colelitiasis con colecistitis, pólipos vesiculares
Pieloplastia	10	6/4	10,25	47,3	EPU
Descenso testicular + orquidopexia	10	10/0	9,16	39,67	Criptorquidia bilateral, unilateral, testículos no palpables (intraabdominal)
Esplenectomía	6	3/3	10,12	47,02	Anemia hemolítica, esferocitosis hereditaria, púrpura trombocitopénica idiopática
Reimplante vesico-ureteral	5	3/2	10,25	42,56	Reflujo vesico-ureteral grado III, estenosis de la unión uretero-vesical
Funduplicatura tipo Nissen	4	3/1	10,47	41,01	Enfermedad por reflujo gastro-esofágico, PCI
Nefrectomía	2	1/1	10,34	44,57	Hidronefrosis grado IV, atrofia renal
Descenso endorectal con Técnica de Georgeson	2	1/1	10,30	39,67	Enfermedad de Hirschsprung
Sigmoidectomía	2	1/1	8	28,1	Dolicomegasigma
Heminefrectomía	1	1/0	4	16,8	Doble sistema pielo-calicial
Hiatoplastia	1	0/1	3	15,2	Hernia hiatal tipo III
Herniorrafia inguinal	1	1/0	1	11,8	Hernia inguinal unilateral
Exéresis de quiste + anastomosis hepatoduodenal	1	0/1	6	22,3	Quiste de colédoco (tipo IV)
Pexia rectal ventral	1	1/0	11	37,1	Prolapso rectal
Laparoscopia diagnóstica + abertura de fondo de saco	1	0/1	6	20,1	MAR con fistula recto-vaginal
TOTAL	105	48/57	9,85	38,13	

Abreviaturas: F, Femenino; M, Masculino; kg, kilogramos; EPU, Estenosis pielo-ureteral; PCI Parálisis cerebral infantil; MAR, Malformación anorrectal.
Nota: Resultados expresados en media (con desviación estándar)

Fuente: Base de datos de la investigación.

Elaborado por Autores

En cuanto al análisis descriptivo, las variables cuantitativas fueron resumidas mediante medidas de tendencia central y dispersión. La media de la edad fue de 9,85 años (DE 4,53) y la media del peso fue de 38,13 kg (DE 19,46).

Respecto a los tiempos quirúrgicos (minutos), se obtuvieron los siguientes resultados: el tiempo operatorio total presentó una media de 102,67 minutos (DE 65,07); el tiempo de docking registró una media de 14,83 minutos (DE 9,36); y el tiempo de cierre tuvo una media de 22,54 minutos (DE 11,15). Asimismo, el tiempo promedio de uso de la consola fue de 65 minutos (DE 57,16) considerando toda la cohorte.

Los procedimientos realizados fueron clasificados en dos categorías: 76 cirugías generales (abdominales), correspondientes al 72,4% de la muestra (incluyendo esplenectomías, colecistectomías, funduplicaturas, descensos endorrectales, hiatoplastias, hernioplastias, hemicolectomías y sigmoidectomías), y 29 cirugías urológicas, que representaron el 27,6% de los procedimientos (pieloplastias, nefrectomías, reimplantes vesicoureterales y descensos testiculares).

Se realizó un análisis descriptivo de cada tipo de procedimiento y de los tiempos quirúrgicos asociados, obteniéndose los resultados de los procedimientos más destacados y que se detallan a continuación.

Para las colecistectomías, el tiempo operatorio total presentó una media de 63,98 minutos (DE 20,67). El tiempo de docking tuvo una media de 12,19 minutos (DE 7,72), mientras que el tiempo de cierre fue de 18,72 minutos (DE 6,99). El tiempo medio de consola fue de 33,07 minutos (DE 13,73).

En el caso de la pieloplastia, el tiempo operatorio total mostró una media de 158,20 minutos (DE 29,32). El tiempo promedio de docking fue de 15,20 minutos (DE 5,59), el de cierre de 21,60 minutos (DE 6,32) y el de consola de 115,10 minutos (DE 33,90).

Para el procedimiento de descenso testicular, el tiempo operatorio total fue de 77,60 minutos (DE 30,54). El tiempo medio de docking fue de 12,50 minutos (DE 4,42), el de cierre de 27,60 minutos (DE 13,29) y el tiempo de consola alcanzó 37,50 minutos (DE 19,17).

En las esplenectomías, el tiempo operatorio total presentó un promedio de 180,83 minutos (DE 36,52). El docking tuvo una media de 18,83 minutos (DE 16,67), el cierre de 43,33 minutos (DE 17,32) y el tiempo de consola fue de 113,83 minutos (DE 39,34).

Con respecto al procedimiento de, reimplante vesicoureteral, el tiempo operatorio total tuvo una media de 164,00 minutos (DE 42,33). El tiempo de docking fue de 16,00 minutos (DE 3,31), el tiempo de cierre de 20,20 minutos (DE 3,19) y el tiempo medio de consola de 110,00 minutos (DE 40,77).

Por último, la funduplicatura tipo Nissen el tiempo operatorio total tuvo una media de 232,50 minutos (DE 47,87). El tiempo de docking fue de 30,00 minutos (DE 8,16), el tiempo

de cierre de 36,25 minutos (DE 16) y la media del tiempo de consola de 155,00 minutos (DE 43,01).

Tabla 2. Procedimiento quirúrgico, número y porcentaje

Procedimientos	Número	Porcentaje
Colecistectomía	58	55,23 %
Pieloplastia:	10	9,52 %
- Desmembrada de Anderson Hynes	8	
- Técnica en V-Y	2	
Descenso testicular:	10	9,52 %
- Orquidopexia	9	
- Orquiectomía + Orquidopexia	1	
Esplenectomía	6	5,71 %
Reimplante vesicoureteral:	5	4,76 %
- Técnica Lich Gregoir	4	
- Técnica de Cohen	1	
Funduplicatura tipo Nissen	4	3,80 %
Nefrectomía	2	1,90 %
Descenso endorrectal con técnica de Georgeson	2	1,90 %
Sigmoidectomía	2	1,90%
Heminefrectomía	1	0,95%
Hiatoplastia	1	0,95%
Herniorrafia inguinal	1	0,95%
Exéresis de quiste + anastomosis hepatoduodenal	1	0,95%
Pexia rectal ventral	1	0,95%
Laparoscopia diagnóstica + apertura de fondo de saco	1	0,95%
Total	105	100%

Abreviaturas: Técnica V-Y, pieloplastia con colgajo en forma de "V" y sutura en forma de "Y"

Fuente: Base de datos de la investigación.

Elaborado por Autores

Tabla 3. Resultados del indicador posoperatorio

Indicador posoperatorio	Resultado
Mortalidad <30 días	2 (2,1%)
Complicaciones mayores	
• Reintervención	3 (2,85 %)
• Reingreso	1 (0,95 %)
• Conversión	1 (0,95 %)
Estancia total	25 días
Estancia en UCIP	20 días

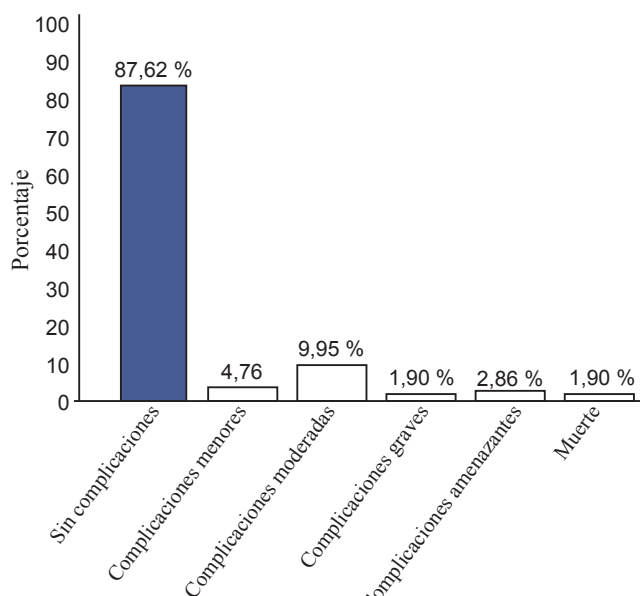
Fuente: Base de datos de la investigación.

Elaborado por Autores

De las complicaciones, el 87,62% de las cirugías no presentó complicación alguna, mientras que el 13,3% presentó complicaciones, las cuales se han clasificado por severidad mediante el sistema de Clavien-Dindo. De esta manera se obtienen los resultados que se describen a continuación (ver la tabla 4).

En las complicaciones menores se han registrado un 4,8% (alza térmica e infección de sitio quirúrgico), en las complicaciones moderadas existe el 1% (shock séptico en el posquirúrgico tardío), las complicaciones graves representan el 1,9% (intervención quirúrgica bajo anestesia general), en las complicaciones de riesgo vital se registró un 2,9% (disfunción de un solo órgano y multiorgánica) y en cuanto a la mortalidad se registran 2 casos con un porcentaje de 1,9% (ver el gráfico 2. y la tabla 5).

Gráfico 2. Clasificación de Clavien-Dindo



Fuente: Base de datos de la investigación.
Elaborado por Autores

Tabla 4. Clasificación de Clavien-Dindo

Grado	Definición
I	Cualquier desviación del curso posoperatorio normal sin necesidad de tratamiento farmacológico ni intervenciones quirúrgicas, endoscópicas o radiológicas. * Pautas terapéuticas permitidas: antieméticos, antiiréticos, analgésicos, diuréticos, electrolitos y fisioterapia. Este grado también incluye las infecciones de heridas abiertas en la cama del paciente
II	Requerimiento de tratamiento farmacológico con fármacos distintos a los permitidos para complicaciones de grado I. *También se incluyen las transfusiones de sangre y la nutrición parenteral total
III	Requiere intervención quirúrgica, endoscópica o radiológica
IIIa	Intervención sin anestesia general

IIIb	Intervención con anestesia general
IV	Complicación potencialmente mortal que requiere tratamiento en unidad de cuidados intermedios/cuidados intensivos. *Incluye complicaciones del sistema nervioso central
IVa	Disfunción de un solo órgano *Incluye diálisis
IVb	Disfunción multiorgánica
V	Muerte del paciente

Fuente: Base de datos de la investigación.

Elaborado por Autores

Tabla 5. Complicaciones posoperatorias (Clasificación de Clavien-Dindo) y tipo de cirugía

	CLAVIEN DINDO				
	I	IIIb	IVa	IVb	V
Adhesiolisis amplia + hiatoplastia robótica	0	0	0	0	1
Colelap robótica	2	0	2	0	0
Funduplicatura tipo nissen + gastrostomía robótica	2	1	0	0	0
Hemicolectomía + descenso endorrectal	0	1	0	0	1
Heminefro-ureterectomía robótica	1	0	0	0	0
Laparoscopia robótica + pexia rectal ventral	0	0	0	1	0
Pieloplastia	1	0	0	0	0
Sigmoidectomía asistida por robot	0	1	0	0	0
Total	6	3	2	1	2

Fuente: Base de datos de la investigación.

Elaborado por Autores

Los procedimientos robóticos realizados por completo fueron 104 (99,04%) y se registra una sola conversión a cirugía abierta (0,95%) durante una funduplicatura tipo Nissen. En esta paciente desde el inicio del procedimiento identificaron una dificultad con el movimiento del brazo 1 robótico y esto provocó una lesión de cara inferior de lóbulo hepático izquierdo de 2 centímetros de longitud por 0,5 centímetros de profundidad, lograron controlar la lesión sin embargo para elevar el mismo lóbulo izquierdo hepático hubo nuevamente dificultad a pesar de colocar dos puntos transfixivos por lo que el equipo quirúrgico decide convertir a procedimiento abierto. Se realizó el procedimiento sin complicaciones y el paciente se recuperó de manera satisfactoria.

Dentro de la serie de pacientes se identificó un reingreso, el caso corresponde a un paciente intervenido bajo el diagnóstico de enfermedad de Hirschsprung y a quien se le realizó un descenso endorrectal con técnica de Georgeson, dentro de posoperatorio inmediato con buen control del dolor, afebril, tole-

rando la dieta y con deposiciones presentes, en este contexto el paciente fue dado de alta al séptimo día. Sin embargo, para el día 12 de posoperatorio reingresa por un cuadro de dolor abdominal, fiebre y ausencia de deposiciones. Se decide nueva intervención quirúrgica y durante el procedimiento de laparotomía exploratoria se identificó un cuadro de adherencias tipo Zuhlke IV que provocaron en el paciente una obstrucción intestinal severa. El paciente posterior a su segunda cirugía sin dolor abdominal, sin alzas térmicas y con signos de tránsito intestinal adecuados.

Con respecto a la mortalidad se presentó en el primer caso una paciente femenina de 3 años de edad con diagnóstico de trastorno de la deglución y a quien su primera cirugía fue una funduplicatura tipo Nissen y confección de gastrostomía (procedimiento realizado a los 6 meses de edad). La cirugía planificada fue un desmontaje de la funduplicatura previa y hiatoplastia robótica por una hernia hiatal tipo III. Durante el procedimiento identifican una hernia gigante y una gastrectasia muy marcada, dificultando la visión de las estructuras anatómicas. Durante la liberación de adherencias se perforó el estómago y se describe lesión hepática, el sangrado fue controlado y la paciente ingresó a la unidad de cuidados intensivos. La paciente diaforética, taquicárdica, con llenado capilar de 3 segundos y signos de shock hipovolémico que no se lograron controlar con vasoactivos por lo que la paciente fallece.

En el segundo caso posterior a un descenso endorectal con técnica de Georgeson en una paciente femenina, 3 años de edad y con el diagnóstico de enfermedad de Hirschsprung, durante su posquirúrgico mediato presentó distensión abdominal, dolor intenso, vómitos y dificultad para realizar diuresis a pesar de contar con sonda vesical. Durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos se brindó el soporte vasoactivo, ventilatorio invasivo y esquema antibiótico de amplio espectro más sin embargo no existió recuperación con un notable descenso de la función renal y urinaria. Se decidió reintervenir a la paciente y se identificó una perforación vesical, urinoma y peritonitis, se realizó una rafia vesical en toda la cara posterior y se verificó que el descenso y la anastomosis colónica se encontraba indemne; la paciente nuevamente ingresa a cuidados intensivos, sin embargo, se filió sepsis de foco abdominal y urinario y posteriormente fallece.

DISCUSIÓN

La presente cohorte de pacientes pediátricos intervenidos mediante cirugía robótica en el Hospital Carlos Andrade Marín (HCAM), centro de referencia en el Ecuador, constituye la serie más extensa reportada por la institución hasta la fecha. El análisis de las características epidemiológicas iniciales de la cohorte reveló un perfil predominante de pacientes de sexo femenino, adolescentes de 12 años, con un peso promedio de 37 kilogramos. La colecistectomía fue el procedimiento de mayor número dentro del bloque de cirugía general, con una estancia hospitalaria posoperatoria de 2 días en promedio. Este perfil epidemiológico se alinea con los hallazgos de Kulaylat et al., quienes, en un análisis retrospectivo de 299 pacientes, repor-

taron un 26% de colecistectomías asistidas por robot en pacientes femeninas adolescentes de 15 años. No obstante, una diferencia notable fue que Kulaylat et al. tomaron en cuenta el índice de masa corporal (IMC) y sus percentiles, asociando el incremento de estos procedimientos al aumento de la obesidad en la población pediátrica, una variable que no se analizó en profundidad en nuestro estudio ^{3,4}.

En cuanto a la distribución de patologías, los procedimientos urológicos representan una incidencia significativa en nuestra serie, alcanzando el 27,6% y teniendo a la pieloplastia de Anderson-Hynes como el procedimiento más frecuente dentro de este grupo. Este hallazgo es coherente con la expansión de la cirugía robótica en pediatría, la cual se inició principalmente con la urología. Waseem Salkini destaca que la pieloplastia robótica ofrece resultados óptimos en comparación con el abordaje laparoscópico y la cirugía abierta, particularmente en la disminución de la analgesia posoperatoria, menor estancia hospitalaria y menor sangrado ⁵⁻⁷.

Respecto a la seguridad, nuestra serie registró un alto porcentaje de 87,62% de procedimientos sin complicaciones. De Lambert et al. Reportaron un 83,3% sin complicaciones y describieron que las conversiones a cirugía abierta o laparoscopia (3 pacientes) se presentaron en procedimientos urológicos (pieloplastia, nefrectomía y reimplante vesicoureteral). En contraste, en nuestra serie se registraron una conversión, las cual se presentó en cirugía antirreflujo ^{8,9}.

Los tiempos involucrados en el desarrollo de una cirugía que se han tomado en cuenta para nuestro estudio son el tiempo de docking, el cual se refiere a la colocación de puertos laparoscópicos y posicionamiento del robot junto con sus brazos; para dar inicio al tiempo de consola, que es el uso de los mandos del robot, y el tiempo de cierre que transcurre desde el retiro del robot hasta el cierre de las incisiones realizadas para los trocares, estos conforman el tiempo total de cirugía ^{2,10}.

Los tiempos involucrados en el desarrollo de la cirugía (tiempo de docking, tiempo de consola y tiempo de cierre) fueron analizados, conformando el tiempo total de cirugía ^{2,10}. El tiempo total de cirugía fue de 80 minutos en nuestra serie, lo cual es notablemente inferior a la media de 155 minutos reportada por Soto Beauregard et al. ¹¹ y los 158 minutos descritos por Angotti et al. en su estudio multicéntrico ⁵. Esta diferencia podría estar influenciada por la distribución de procedimientos en nuestra serie (solo abdominales y urológicos, sin torácicos) y el perfil epidemiológico específico de nuestros pacientes.

El análisis pormenorizado de los tiempos quirúrgicos mostró una variabilidad significativa entre los procedimientos, un hallazgo esperado debido a la complejidad anatómica, la extensión de la disección y el nivel de destreza técnica requerido.

Las colecistectomías mostraron consistentemente el menor tiempo operatorio total ($63,98 \pm 20,67$ min), lo que coincide con la literatura que las considera como una intervención robótica con menor curva de aprendizaje. En contraste, procedimientos reconstructivos como la pieloplastia y el reimplante

vesicoureteral presentaron tiempos operatorios significativamente más prolongados, principalmente por tiempos de consola extensos, lo cual subraya la necesidad de alta precisión en la sutura intracorpórea. Si bien estos procedimientos exigen mayor tiempo, son los que más se benefician de las ventajas del robot (estabilidad, movilidad aumentada y visión tridimensional). Por su parte, la funduplicatura tipo Nissen mostró el tiempo operatorio total más prolongado ($232,50 \pm 47,87$ min), atribuible a la complejidad de la disección diafragmática y la necesidad de pasos técnicos específicos¹².

En este contexto, el tiempo de consola fue el principal determinante de la variación entre los procedimientos, reforzando su relación con la complejidad técnica y la curva de aprendizaje. El tiempo de docking, aunque variable, representó una proporción menor del tiempo total y mostró una relativa homogeneidad, sugiriendo una estandarización más rápida en el proceso de acoplamiento del robot^{13,14}.

Nuestra experiencia confirma que la complejidad de un diagnóstico y del procedimiento influye directamente en la recuperación posquirúrgica del paciente pediátrico, así como en el tiempo total de cirugía y de consola^{17,18}. Los cirujanos robóticos de nuestra institución han trabajado en equipo, demostrando que las curvas de aprendizaje fueron variadas y con una tendencia a la rapidez a medida que el equipo acumulaba experiencia¹³⁻¹⁶.

Los procedimientos bajo el grupo de cirugía general y cirugía urológica engloban procedimientos específicos que logramos detallar en el presente trabajo, así como el tiempo de cirugía correspondiente a cada uno de ellos. Al realizar este estudio hemos podido evidenciar que la complejidad de un diagnóstico y más aún del procedimiento quirúrgico propuesto para su resolución influye no solo en la recuperación posquirúrgica de un paciente pediátrico sino en el tiempo de cirugía total y consola^{17,18}.

Creemos firmemente que la cirugía robótica puede seguir escalando en el campo de la pediatría con seguridad como lo demuestra la evidencia reportada en otros países y en nuestra serie, destacando la importancia de crear un grupo multidisciplinario para el paciente intervenido por robot. Al crear un abordaje multidisciplinario que va desde enfermería, anestesiología¹⁹, pediatría clínica, terapia intensiva pediátrica y el resto de subespecialidades pediátricas^{20,21} aseguramos no solo la calidad de atención y la satisfacción de los padres y cuidadores de nuestros niños sino creamos bases firmes para mantener el abordaje mínimamente invasivo por robot.

El objetivo para un futuro que cada día se aproxima con mayor rapidez será mejorar la accesibilidad para los cirujanos jóvenes en el campo de la robótica, si es posible sentar bases desde su formación inicial; en segundo lugar, analizar cada paciente o caso clínico ya que mantenemos la confianza en que no todo procedimiento quirúrgico puede ser realizado por abordaje robótico. Esto último nos marca el camino para continuar con nuevas investigaciones en áreas pediátricas aún áridas y desconocidas como la oncología²², patología esofágica²³ o cirugía de trasplante²⁴⁻²⁶.

CONCLUSIONES

El perfil epidemiológico del paciente robótico de nuestra institución se caracterizó por ser femenina, adolescente de 37 kg. La colecistectomía constituyó el procedimiento más frecuente dentro de la cirugía general, mientras que la pieloplastia de Anderson-Hynes lideró el importante porcentaje de procedimientos urológicos.

La tasa de procedimientos sin complicaciones fue del 87,62%, lo cual valida la aplicación de la asistencia robótica en patologías pediátricas diversas. La tasa y el tipo de conversiones a cirugía abierta o laparoscópica difieren de series internacionales, presentándose en nuestra cohorte en patologías colorrectales y de hiato esofágico.

El tiempo total de cirugía promedio de 80 minutos resultó ser significativamente inferior al reportado por otros centros de referencia, reflejando una alta eficiencia en la ejecución quirúrgica por parte del equipo del HECAM.

RECOMENDACIONES

Dada la creciente demanda de cirujanos robóticos pediátricos, recomendamos ampliar los programas de formación, incluyendo a los más jóvenes de nuestro programa. Esto sin duda mejorará las habilidades quirúrgicas. Los avances tecnológicos permitirán la expansión de la cirugía robótica en nuestro país, con un enfoque en la población pediátrica. Por lo tanto, recomendamos continuar nuestra investigación y trayectoria creativa en diversas áreas, como la cirugía torácica, la cirugía colorrectal, el tamaño de los materiales quirúrgicos para cada grupo de edad y los costos.

LIMITACIONES

La cirugía robótica pediátrica está en constante evolución. Obtuvimos resultados descriptivos acorde a cada procedimiento. Sin embargo, una limitación es la falta de más cirujanos robóticos para ampliar el programa y evaluar mejor la formación quirúrgica. Otra debilidad identificada es la edad de nuestros pacientes, ya que están surgiendo nuevos retos, como la cirugía robótica neonatal, un campo inexplorado en nuestro país. Esto nos permitiría comprender cómo optimizar el espacio de trabajo limitado en este grupo de edad, así como su efecto en la fisiología y la recuperación postoperatoria.

ABREVIATURAS

HECAM: Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín
IBM-SPSS: paquete estadístico de International Business Machines para las Ciencias Sociales
CEISH: Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos;
DE: desviación estándar
F: femenino
M: masculino
kg: kilogramos
EPU: estenosis pieloureteral
PCI: parálisis cerebral infantil
MAR: malformación anorrectal

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

JS: Concepción y diseño del estudio, recopilación de datos y resultados, análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito, revisión crítica del manuscrito, aprobación de la versión final, rendición de cuentas (ICMJE). Obtención de financiación. AM; DC: Concepción y diseño del estudio, recopilación de datos y resultados, análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito, revisión crítica del manuscrito, aprobación de la versión final. Obtención de financiación.

PG: Contribución de pacientes o materiales de estudio, revisión crítica del manuscrito, aprobación de la versión final, asesoramiento estadístico.

JM: Contribución de pacientes o materiales de estudio, revisión crítica del manuscrito.

MU: Asesoramiento técnico o administrativo, revisión crítica del manuscrito.

DISPONIBILIDAD DE DATOS Y MATERIALES

Se realizó la revisión de las bases de datos y de las historias clínicas anonimizadas de los pacientes, de acuerdo con las variables solicitadas. Dicho material fue entregado previamente por la Coordinación General de Investigación.

APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA Y CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

El estudio fue aprobado por revisión por pares y por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos del CEISH/HCAM.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

La publicación fue aprobada por el comité de política editorial de la revista científica médica HECAM CAMBIOS Acta No. 003, de fecha 17 de junio de 2025.

FINANCIACIÓN

Esta investigación se realizó con recursos propios de los autores.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses, ya sea personal, financiero, intelectual, económico o corporativo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores principales desean expresar su profundo agradecimiento al Dr. Freud Cáceres por su asesoramiento y orientación durante todo el proceso estadístico y de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Salö M, Bonnor L, Graneli C, Stenström P, Anderberg M. Ten years of paediatric robotic surgery: Lessons learned. *International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*. 2022 Aug 1;18(4). Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9541232/>
- Badillo Pazmiño MC, Cáceres Aucatoma F, Guamán Ludeña P. Características clínicas y resultados quirúrgicos de pacientes pediátricos intervenidos por cirugía robótica. *HCAM. CAMBIOS* 2022, V21 (2): e 875. DOI: <https://doi.org/10.36015/cambios.v21.n2.2022.875>. Available from: <https://revistahcam.iess.gob.ec/index.php/cambios/article/view/875/627>
- 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 Oct 1;56(10):1876–80. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2020.11.013 . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33276970/>
- Griffin KL, Ragan M V., Patterson KN, Diefenbach KA, Needleman BJ, Aldrink JH, et al. Robotic-Assisted Metabolic and Bariatric Surgery in the Pediatric Population. *Semin Pediatr Surg*. 2023 Feb 1;32(1). DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2023.151257 . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36739691/>
- Angotti R, Raffaele A, Molinaro F, Ricciettoni G, Chiesa PL, Lisi G, et al. Rise of pediatric robotic surgery in Italy: a multicenter observational retrospective study. *Annals of Pediatric Surgery*. 2022 Dec 1;18(1). DOI:10.1186/s43159-021-00144-1. Available from: https://www.researchgate.net/publication/358286533_Rise_of_pediatric_robotic_surgery_in_Italy_a_multicenter_observational_retrospective_study
- Salkini MW. Robotic surgery in pediatric urology. Vol. 14, *Urology Annals*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2022. p. 314–6. PMID: 36505985. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9731187/>
- Sheth KR, Koh CJ. The future of robotic surgery in pediatric urology: Upcoming technology and evolution within the field. Vol. 7, *Frontiers in Pediatrics*. Frontiers Media S.A.; 2019. Jul 2;7:259. doi: 10.3389/fped.2019.00259. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31312621/>
- De Lambert G, Fourcade L, Centi J, Fredon F, Braik K, Szwarc C, et al. How to successfully implement a robotic pediatric surgery program: Lessons learned after 96 procedures. *Surg Endosc*. 2013;27(6):2137–44. DOI: 10.1007/s00464-012-2729-y . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23355145/>
- Van Haasteren G et al. Cirugía robótica pediátrica: primeras evaluaciones. 2009: Vol. 68 No. 6: pp 303-310 Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-pediatrics-10-articulo-cirugia-robotica-pediatica-primeras-evaluaciones-X0210572109462069>
- Jacobson JC, Pandya SR. Pediatric robotic surgery: An overview. *Semin Pediatr Surg*. 2023 Feb 1;32(1): 151255. doi: 10.1016/j.sempedsurg.2023.151255. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36736161/>
- Soto Beauregard C, Rodríguez De J, García A, Domínguez Amillo EE, Cervantes MG, Ávila Ramírez LF. Implementación de un programa de cirugía robótica pediátrica. Perspectivas futuras. *Cir Pediatr*. 2022; 35:187–95. Available from: https://secipe.org/coldata/upload/revista/2022_35-4ESP_187.pdf
- Meehan JJ, Sandler A. Pediatric robotic surgery: A single-institutional review of the first 100 consecutive cases. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*. 2008 Jan;22(1):177–82. DOI: 10.1007/s00464-007-9418-2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17522913/>
- Palep JH. Robotic assisted minimally invasive surgery. Vol. 5, *Journal of Minimal Access Surgery*. 2009. p. 1–7. DOI: 10.4103/0972-9941.51313. Available from: https://journals.lww.com/jmas/fulltext/2009/05010/robotic_assisted_minimally_inva-

- sive_surgery.1.aspx
14. Chandra V, Nehra D, Parent R, Woo R, Reyes R, Hernandez-Boussard T, et al. A comparison of laparoscopic and robotic assisted suturing performance by experts and novices. *Surgery*. 2010 Jun;147(6):830–9. DOI: 10.1016/j.surg.2009.11.002 . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20045162/>
 15. Bindi E, Todesco C, Nino F, Torino G, Gentilucci G, Cobellis G. Robotic Surgery: Is There a Possibility of Increasing Its Application in Pediatric Settings? A Single-Center Experience. *Children*. 2022 Jul 1;9(7) :1021. doi: 10.3390/children9071021. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9325175/>
 16. Gutt CN, Markus B, Kim ZG, Meininger D, Brinkmann L, Heller K. Early experiences of robotic surgery in children. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*. 2002;16(7):1083–6. DOI: 10.1007/s00464-001-9151-1 . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12165827/>
 17. Ahmad H, Shaul DB. Pediatric colorectal robotic surgery. *Semin Pediatr Surg*. 2023 Feb 1;32(1). DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2023.151259 . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36739693/>
 18. Hajiyeve P, Gundeti MS. Robotic assisted complex urological reconstructions. *Semin Pediatr Surg*. 2023 Feb 1;32(1). DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2023.151265. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36739694/>
 19. Mishra P, Gupta B, Nath A. Anesthetic considerations and goals in robotic pediatric surgery: a narrative review. 2020. Vol. 34 (2) Apr 34 (2): 286–293. *Journal of Anesthesia*. Springer; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31980927/>
 20. Cruz SM, Srinivas S, Wala SJ, Head WT, Michalsky MP, Aldrink JH, et al. Robotic-assisted minimally invasive surgery: Foregut procedures in pediatric patients. *Semin Pediatr Surg*. 2023 Feb 1;32(1): :151256. doi: 10.1016/j.sempedsurg.2023.151256. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36746111/>
 21. Svetanoff WJ, Bergus KC, Xia J, Diefenbach KA, Michalsky MP, Aldrink JH. Robotic-assisted resection of mediastinal tumors in pediatric patients. *Semin Pediatr Surg*. 2023 Feb 1;32(1) :151262. doi: 10.1016/j.sempedsurg.2023.151262. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36738480/>
 22. Jacobson JC, Scrushy MG, Gillory LA, Pandya SR. Utilization of robotics in pediatric surgical oncology. *Semin Pediatr Surg*. 2023 Feb 1;32(1). DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2023.151263 . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36753917/>
 23. van Boxel GI, Kingma BF, Voskens FJ, Ruurda JP, van Hillegersberg R. Robotic-assisted minimally invasive esophagectomy: Past, present and future. In: *Journal of Thoracic Disease*. AME Publishing Company; 2020. p. 54–62. doi: 10.21037/jtd.2019.06.75. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7061186/>
 24. Rela M, Rajalingam R, Shetty G, Cherukuru R, Rammohan A. Robotic monosegment donor hepatectomy for pediatric liver transplantation: First report. *Pediatr Transplant*. 2022 Feb 1;26(1) :e14110. doi: 10.1111/petr.14110. PMID: 34383361 DOI: 10.1111/petr.14110 . Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34383361/>
 25. Grammens J, Schechter MY, Desender L, Claeys T, Sinatti C, VandeWalle J, et al. Pediatric Challenges in Robot-Assisted Kidney Transplantation. *Front Surg*. 2021 Mar 25;8. 649418. doi: 10.3389/fsurg.2021.649418. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33842532/>
 26. Boia ES, David VL. The financial burden of setting up a pediatric robotic surgery program. *Medicina (Lithuania)*. 2019 Nov 1;55(11). DOI: 10.3390/medicina55110739. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31739631/>