Redaktion

B. Koletzko, München
T. Lücke, Bochum
E. Mayatepek, Düsseldorf
N. Wagner, Aachen
S. Wirth, Wuppertal
F. Zepp, Mainz

E. Ammer · Dr. F. Kahl

Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Kinderchirurgie, Universitätsmedizin Göttingen, Göttingen, Deutschland

Roboterassistierte (RA-) Kinderchirurgie: Nierenbeckenplastiken mit dem Da-Vinci-Roboter

Während in der Allgemein- und Viszeralchirurgie sowie in Urologie, Thoraxchirurgie und Gynäkologie die Verwendung von OP-Robotern bereits seit vielen Jahren verbreitet ist, ist die Durchführung roboterassistierter (RA-)Operationen in der Kinderchirurgie in Deutschland nach wie vor eine Rarität. Im Folgenden werden die ersten RA-Nierenbeckenplastiken unserer Klinik vor dem Hintergrund der internationalen Literatur analysiert.

Der Begriff des „Roboters“ führt oft zu Verwirrung, impliziert er doch autarke Aktionen der Maschine. Dies ist jedoch nicht der Fall. Bei RA-Operationen werden die Roboterarme an spezielle Laparoskopietrocare angedockt. Der Operateur nimmt an einer Konsole Platz, über die er die Roboterarme bzw. die angedockten Instrumente bedienen kann. So werden die Bewegungen des Operateurs präzise auf den Roboter übertragen, und die Kameraführung ist von einem Assistenten unabhängig.

Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass RA-Operationen auch in der Kinderchirurgie erfolgreich zum Einsatz kommen. So werden z. B. in den USA, Indien, den Niederlanden, Großbritannien, China und Italien bereits seit einigen Jahren Eingriffe im Oberbauch (Pyloroplastik, Splenektomie) oder urologische Eingriffe (Nierenbeckenplastik, Ureterneueinpflanzung, Blasenaugmentation) durchgeführt [15, 21]. Einige Studien untersuchen den Nutzen der

RA-Chirurgie für die kleinen Patienten hinsichtlich Krankenhausverweildauer, Komplikationen und Operationsdauer sowie Limitationen des Verfahrens. Hierbei wurde auch die Alters- bzw. Gewichtsgrenze kontinuierlich nach unten korrigiert (2,5 Monate, 7 kg) [1, 5, 8, 13]. Obwohl die RA-Chirurgie besonders in der Kinderurologie v. a. im Ausland immer weitere Verbreitung findet, liegen für Deutschland noch kaum Untersuchungen vor.

Die RA-Chirurgie bietet einige Vorteile, besonders im Hinblick auf komplizierte Operationssitus (■ Tab. 1). So wird durch einen Tremorfilter zitterfreies Operieren selbst an zarten Strukturen möglich [11]. Des Weiteren besteht neben der großen Übersicht über das Operationsgebiet aufgrund der hohen Vergrößerung kleiner Strukturen auch eine exzellente Detailsicht. Zarte Nerven oder Blutgefäße können auf diese Weise hervorragend dargestellt und geschont werden [4]. Im Vergleich zu konventionellen laparoskopischen (LA-) Eingriffen sind durch 3 Freiheitsgrade der Instrumente Nähen und Knoten im Situs deutlich vereinfacht und somit auch präziser [11]. Ein weiterer positiver Aspekt ist die Ausbildung junger Chirurgen am Roboter. Die Lernkurve verläuft deutlich steiler als bei LA-Verfahren [6, 18, 24]. Dies liegt sowohl an der intuitiven Handhabung (einfache Hand-Auge-Koordination, kein

Fulcrum-Effekt¹) als auch an der 3D-Darstellung des Operationsgebietes und der damit einhergehenden guten räumlichen Orientierung. Hinsichtlich intra- und postoperativer Komplikationen zeigt sich kein Unterschied zu LA-Operationen. Allerdings reduziert sich durch RA-Verfahren die Krankenhausverweildauer der Kinder signifikant. Zum Verbrauch an Schmerzmitteln im Vergleich zu LA-Operationen liegen uneinheitliche Daten vor [3, 5, 14, 19, 23].

Limitierend ist bisher noch der Mangel an speziellen kinderchirurgischen Instrumenten, was auch die Anwendung von RA-Verfahren bei Säuglingen einschränkt. Ist die Körpergröße des Kindes zu gering, behindern sich die Roboterarme, oder die Instrumente sind zu groß, um präzise arbeiten zu können. Als Mindestabstand zwischen den Spinae iliacae superiores werden in der Literatur 13 cm genannt. Für den Abstand zwischen Xiphoid und Os pubis werden 15 cm angegeben [8]. Des Weiteren ergeben die bisherigen Studien zum Thema ein uneinheitliches Bild im Hinblick auf die Operationsdauer. Bei einer RA-Operation kommt zur reinen Operationszeit noch das Positionieren und Andocken des Roboters hinzu. Dieses Mehr an Vorbereitungszeit kann von geübten Operateuren durch die verbesserten Bedingungen (z. B. Nähen im Situs

¹ Fulcrum-Effekt: Die Bewegung der Hände des Chirurgen nach links führt zu einer intraabdominellen Instrumentenbewegung nach rechts.

Tab. 1 Vor- und Nachteile roboterassistierter (RA-)Kinderchirurgie

Vorteile	Nachteile
Kameraführung vom Assistenten unabhängig	Limitationen durch Größe des Kindes
Zitterfreies Operieren	Keine speziellen kinderchirurgischen Instrumente
Gute Übersicht	Hohe Anschaffungs- und Wartungskosten
3D-Effekt und starke Vergrößerung	
Einfacheres und präzises Nähen und Knoten	
Steile Lernkurve	
Intuitive Handhabung	
Kürzere Krankenhausverweildauer	

Tab. 2 Nierenbeckenplastiken nach Anderson-Hynes

	Roboterassistiert (2017–2019)	Konventionell, laparoskopisch-assistiert (2014–2019)
Fallzahl	<i>n</i> = 13	<i>n</i> = 14
Mittlere Krankenhausverweildauer	5,85 Tage	10,0 Tage
Operationsdauer	111,54 min	117,64 min
Mittleres Alter	52,23 Monate (20 bis 122 Monate)	30,29 Monate (1 bis 122 Monate)
Komplikationsrate und -art	15,38 % (absolut: 2) (paralytischer Ileus, HTS; Omentumprolaps)	7,14 % (absolut: 1) JJ-Schiene nach kranial disloziert)
Rezidivrate	7,69 % (absolut: 1)	14,28 % (absolut: 2)
Vorerkrankungen	Doppelnieren mit Ureter duplex Hypertonus Pathologisches EEG Adipositas	Plagiozephalie mit Mikrozephalie und Entwicklungsstörung ASD II° Megakolon mit „caudale regression“ und mentaler Retardierung

HTS Harntransportstörung, ASD Atriumseptumdefekt, JJ Doppel-J-Schiene, RA Roboterassistiert, LAA laparoskopisch-assistiert

deutlich leichter als konventionell laparoskopisch) kompensiert werden [3, 12, 24]. Eine möglichst kurze Narkosedauer ist in der Kinderchirurgie ein wichtiger Faktor [1]. Letztlich zählen auch die hohen Kosten für Anschaffung, Wartung und Eingriffe zu den Nachteilen der RA-Chirurgie [6, 25]. Bisher ist die Fa. Intuitive Surgical (Sunnyvale, CA, USA) mit dem Da-Vinci-OP-Roboter Marktführer. Hierzu ist allerdings anzumerken, dass derzeit einige Unternehmen mit eigenen Robotersystemen auf den Markt drängen. Dies wird in Zukunft zu einem größeren Wettbewerb und zu einer Preisregulierung führen.

Im Folgenden werden erste Daten unserer Klinik für RA-Nierenbeckenplastiken vor dem Hintergrund internationaler Literatur untersucht. Es handelt sich bei der Operation um eine operative Korrektur einer Ureterabgangsenge. Meist wird das Verfahren nach Anderson-Hynes angewendet. Hierbei wird der Harnleiter kaudal der Stenose abgesetzt, der verengte Anteil reseziert und anschließend der Ureter wieder mit dem kaudalen Nierenbecken anastomosiert. Das laparoskopisch-assistierte (LAA-)Verfahren stellt eine Kombination aus offenem und laparoskopischem Vorgehen dar. Die Operation wird laparoskopisch vollzogen; lediglich die

Anastomose wird durch einen kleinen Flankenschnitt komplettiert.

Methodik

Untersucht wurden die in den Jahren 2017–2019 RA-durchgeführten Nierenbeckenplastiken nach Anderson-Hynes in der Kinderchirurgie der Universitätsmedizin Göttingen. Es wurden 13 Eingriffe eingeschlossen. Vergleichend wurden die Daten der letzten 14 LAA-operierten Kinder ausgewertet. Um konventionell LAA eine ähnliche Fallzahl akquirieren zu können, wurde der Zeitraum der Datenerhebung bis zum Jahr 2014 ausgeweitet (5 Kinder im Zeitraum 2017–2019, 9 Kinder 2014–2016). Patienten, bei denen sich intraoperativ lediglich ein aberrantes Unterpolgefäß darstellte und keine manifeste Ureterabgangsstenose, wurden nicht eingeschlossen. Somit sollte eine Verzerrung durch die deutlich reduzierte Operationsdauer und konsekutiv geringere Krankenhausverweildauer ausgeschlossen werden.

Die LAA-Operationen wurden von 2 Chirurgen durchgeführt, wovon einer auch die RA-Operationen vollzog. Keine Operation war eine „teaching operation“.

Postoperativ erhielten die Kinder eine bedarfsgerechte Analgesie mit Nichtopioiden. Am 2. und 3. Tag erfolgte nach so-

nographischer Kontrolle die Entfernung des transurethralen Blasenkatheters. Bei Schmerzfreiheit, erfolgtem Kostenaufbau, Vollmobilisation und nach abschließender sonographischer Kontrolle wurden die Kinder entlassen. Einliegende Doppel-J-Schienen wurden nach 4 bis 6 Wochen in Kurznarkose entfernt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit R und R-Studio, Version 3.6.2. Die Normalverteilung wurde mittels Histogramm und Shapiro-Wilk-Test überprüft. Bei Nichtnormalverteilung der numerischen Parameter wurde der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test verwendet.

Ergebnisse

In der RA-Kohorte wies ein Kind eine Doppelnieren mit Ureter duplex auf. Ein weiteres zeigte als Vorerkrankung einen Hypertonus sowie ein pathologisches EEG. Ein drittes litt unter Adipositas. In der LAA-Gruppe lagen als Vorerkrankungen Plagiozephalie mit Mikrozephalie und Entwicklungsstörung, ein Atrium-Septum-Defekt (ASD) II° sowie ein Megakolon mit „caudale regression“ und mentaler Retardierung vor (Tab. 2). Alle übrigen Kinder waren bis auf stattgehabte Harnwegsinfekte und teilweise eingeschränkte Nierenfunktion gesund. Eine Patientin war bereits lapa-

E. Ammer · D. Kahl

Roboterassistierte (RA-)Kinderchirurgie: Nierenbeckenplastiken mit dem Da-Vinci-Roboter

Zusammenfassung

Hintergrund. Im Ausland stellt die roboterassistierte (RA-)Chirurgie und hier besonders die RA-Urologie in der Kinderchirurgie bereits eine wichtige Alternative zu konventionellen Eingriffen (offen, laparoskopisch, laparoskopisch-assistiert) dar. Für Deutschland wurden dazu erst wenige Untersuchungen publiziert.

Ziel der Arbeit (Fragestellung). Im Sinne einer vergleichenden Serie sollten die ersten Fälle von RA-Nierenbecken-Plastiken der Kinderchirurgie der Universitätsmedizin Göttingen im Vergleich zu konventionell laparoskopisch-assistierten (LAA) vor dem Hintergrund der internationalen Literatur evaluiert werden.

Material und Methoden. Es werden retrospektiv die ersten 13 RA und 14, unter Berücksichtigung des Patientenalters ausgewählte, konventionell LAA Anderson-Hynes-Plastiken hinsichtlich Operationsdauer, Krankenhausverweildauer, Alter der Patienten,

Komplikationen und Rezidiven untersucht. Laparoskopisch-assistierte Operationen werden laparoskopisch durchgeführt, lediglich die Anlage der Anastomose erfolgt über einen kleinen Flankenschnitt extrakorporal. Roboterassistierte Eingriffe verlaufen gänzlich laparoskopisch.

Ergebnisse. Für die Operationsdauer ergab sich kein signifikanter Unterschied (111,54 min vs. 117,64 min). Die Liegezeit fiel für RA-Eingriffe signifikant kürzer aus (5,85 Tage vs. 10,0 Tage). Die Altersverteilung ergab für die RA-Kohorte ein Mittel von 52,23 Monaten und für die LAA 30,29 Monate. Die Komplikationsrate betrug 15,38 % (Harntransportstörung, paralytischer Ileus und Dislokation des PDK sowie Omentumprolaps), die Rezidivrate 7,69 % für die RA Eingriffe. Für die LAA operierten Patienten und Patientinnen lagen die Werte bei 7,14 % (Dislokation der Doppel-J-Schiene nach kranial) und 14,28 %.

Diskussion. Die ersten RA-Nierenbecken-Plastiken unserer Klinik wiesen im internationalen Vergleich ähnliche Werte für Operationsdauer, Komplikations- sowie Rezidivrate auf. Es zeigten sich ein ähnliches Outcome für beide Operationsverfahren und keine signifikante Zeitersparnis durch Verwendung des OP-Roboters. Im Gegensatz dazu fiel die Krankenhausverweildauer nach RA-Eingriffen signifikant kürzer aus als nach LAA-Operationen. In der internationalen Literatur finden sich jedoch auch insgesamt kürzere Liegezeiten. Insgesamt stellen RA-Nierenbecken-Plastiken eine wertvolle Alternative zu LAA-Verfahren dar.

Schlüsselwörter

Komplikationsrate · Krankenhausverweildauer · OP-Dauer · Rezidivrate · Nierenbeckenplastik

Robot-assisted (RA-)pediatric surgery: pyeloplasty with the Da Vinci robotic system

Abstract

Background. In other countries robot-assisted (RA) surgery and especially RA urology in pediatric surgery is already an important alternative to conventional interventions (open, laparoscopic, laparoscopically assisted); however, only few studies have been published in Germany.

Objective. In the sense of a comparative series, the first cases of RA pyeloplasty carried out in this clinic were compared with cases using conventional laparoscopically assisted (LAA) interventions and evaluated with respect to the international literature.

Material and methods. The first 13 cases of RA pyeloplasty were retrospectively compared with 14 conventional LAA Anderson-Hynes procedures selected based on patient age, with respect to operative time, length of hospital stay, age, complication rate and

relapses. The LAA operations were carried out laparoscopically, only the placement of an anastomosis was extracorporeally completed through a small lateral incision. The RA interventions were carried out completely laparoscopically.

Results. The duration of surgery showed no significant difference (111.54 min vs. 117.64 min). The length of hospital stay was significantly shorter in the RA group (5.85 days vs. 10.0 days). The mean age for patients undergoing RA surgery was 52.23 months and for the LAA group 30.29 months. The complication rate was 15.38 % (hydronephrosis, paralytic ileus, dislocated peridural catheter and prolapse of the greater omentum) and the recurrence rate 7.69 % for RA surgery. For the LAA group of patients the

complication rate was 7.14 % (dislocation of the stent) and 14.28 % for recurrences.

Conclusion. In comparison with international data, the first cases of RA pyeloplasty in our clinic showed similar values regarding operation time, complication rate and recurrence rate. The clinical outcomes for both procedures were similar and time saving in RA surgery was not significant compared to LAA. In contrast, the length of hospital stay was significantly shorter after RA surgery but is described as even shorter in the international literature. Overall, RA pyeloplasty is a valuable alternative to LAA interventions.

Keywords

Complication rate · Hospital stay · Duration of surgery · Recurrence rate · Pyeloplasty

roskopisch voroperiert (RA-Kohorte); bei einer Patientin war in der Vergangenheit eine Pyelostomie durchgeführt worden (LAA-Kohorte).

Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Altersunterschied zwischen den beiden Gruppen ($p=0,052$) (■ **Abb. 1**). Die RA-operierten Kinder waren im Mittel 52,23 Monate (zwischen 20 und 122

Monaten) alt, die konventionell operierten 30,29 Monate (1 bis 122 Monate). Das jüngste RA-operierte Kind war 10,2 kg schwer und 72 cm groß.

Bei der Betrachtung der Operationsdauer zeigten sich ähnliche Werte ($p=0,85$) (■ **Abb. 2**). Es ergab sich hier ein Mittel von 111,54 min für die RA-

Operationen. Für LAA-Eingriffe betrug die mittlere Operationsdauer 117,64 min.

In den 13 Fällen einer RA-Nierenbecken-Plastik von 2017 bis 2019 zeigte sich eine durchschnittliche Krankenhausverweildauer von 5,85 Tagen im Vergleich zu 10,0 Tagen bei LAA-Vorgehen. Damit lag die Liegedauer für RA-operierte

Abb. 1 ▲ Patientenalter, konventionell laparoskopisch-assistiert (LAA) und roboterassistiert (RA) im Vergleich; die gestrichelte Linie markiert den Mittelwert, die durchgezogene den Median

Abb. 2 ▲ Operationsdauer, konventionell laparoskopisch-assistiert (LAA) und roboterassistiert (RA) im Vergleich; die gestrichelte Linie markiert den Mittelwert, die durchgezogene den Median

Abb. 3 ◀ Liegezeit für konventionell laparoskopisch-assistiert (LAA) und roboterassistiert (RA) im Vergleich; die gestrichelte Linie markiert den Mittelwert, die durchgezogene den Median

Kinder signifikant unter der für LAA-Operierte ($p = 0,00038$) (Abb. 3).

Vergleicht man lediglich die konventionellen Fälle vor der Robotereinführung 2017 mit den RA-operierten Kindern, zeigt sich interessanterweise ein ähnliches Bild: Bei nun ungefähr gleichaltriger Kohorte (RA: 52, 23 Monate, LAA: 49,14 Monate, $p = 0,62$) ergaben sich auch hier keine signifikanten Unterschiede bei der Operationsdauer (RA: 111,54 min, LAA: 112,78 min, $p = 0,97$) und deutliche Unterschiede in der Liegezeit (RA: 5,85 Tage, LAA: 9 Tage, $p = 0,0066$).

In 2 RA-operierten Fällen (15,38%) ergaben sich Komplikationen. Hierbei traten postoperativ ein paralytischer Ileus und eine Harntransportstörung

(Clavien-Dindo-Klassifikation Grad II-Ib [7]) bzw. Prolaps des Omentum in den Drainagekanal bei Entfernung der Drainage (Clavien-Dindo-Klassifikation Grad IIIb) auf. Die Harntransportstörung konnte durch Doppel-J-Schienen behoben werden; der paralytische Ileus wurde konservativ therapiert. Im sonographischen Follow-up (4 Wochen, 3, 6, 12 Monate) zeigte sich in einem Fall ein Rezidiv, welches sich auch in der MAG-3-Szintigraphie bestätigte (7,69%). Bei den konventionell operierten Kindern zeigte sich eine Komplikationsrate von 7,14% (akzidentelle Bewegung der Doppel-J-Schiene (JJ-Schiene) nach kranial, Clavien-Dindo Klassifikation Grad III b) und eine Rezidivrate von 14,28% (2 Rezidive). Um die dislozierte Doppel-J-

Schiene zu bergen, war die Eröffnung des Nierenbeckens erforderlich.

Auf ein offen chirurgisches Vorgehen musste in keinem Fall konvertiert werden. Zusammenfassend zeigt Tab. 2 die klinischen Daten.

Diskussion

Die Analyse der ersten eigenen RA-operierten Fälle ergab ähnliche Daten, wie in der Literatur beschrieben. Zum Vergleich von LAA- und RA-Nierenbecken-Plastiken liegt kaum Literatur vor, weshalb zur Einordnung zusätzlich Vergleiche mit rein laparoskopischen Verfahren herangezogen wurden. Der Unterschied der RA-operierten zu den LAA-operierten Patienten hinsichtlich der Operationsdauer war nicht statistisch signifikant. Die Operationsdauer lag für RA-Eingriffe im Rahmen der in der Literatur genannten Werte (zwischen 105 und 154 min). Für LAA-Operationen werden in der Literatur Operationszeiten von 57,5 und 197 min angegeben [9, 10, 16, 17, 20, 22]. Die zitierte Literatur ist für einen besseren Überblick tabellarisch zusammengefasst (Tab. 3).

Aufgrund der Größenbeschränkung für die Roboteranwendung wurden hauptsächlich Säuglinge LAA-operiert. Bisher wurden in unserer Klinik Kinder bis minimal 10,2 kg und 72 cm Körpergröße RA-operiert. In der internationalen Literatur finden sich aber auch

Tab. 3 Übersicht über die zitierte Literatur

Studienautoren	Datum	Anzahl der Patienten	Operationsdauer (min)	Komplikationen (%)	Krankenhausverweildauer (Tage)	Rezidivrate (%)
Hong et al. [10]	2018	LA: 76 RA: 140	LA: 132,00 ± 34,74 RA: 122,29 ± 32,64	LA: 1,32 RA: 3,57	LA: 4,32 ± 1,40 RA: 7,59 ± 3,10	LA: 3,95 RA: 2,14
Neheman et al. [16]	2018	LA: 13 RA: 21	LA: 192 (98–229) RA: 156 (25–249)	LA: 30,8 RA: 23,8	LA: 7 (7–12) RA: 1 (1–3)	LA: 8 RA: 5
Paradise et al. [17]	2016	RA: 20	RA: 148	–	–	RA: 5
Silay et al. [20]	2019	LA: 27 RA: 26	LA: 139 ± 43,21 RA: 105 ± 22,87	LA: 0 RA: 3,8	LA: 1,33 RA: 1,17	LA: 7,4 RA: 0
Song et al. [22]	2017	Offen: 30 LAA: 30 RA: 10	Offen: 192,5 (125,4–259,6) LAA: 197,4 (158,5–236,3) RA: 254,1 (208,1–300,1)	Offen: 13,3 LAA: 13,3 RA: 10,0	Offen: 6,6 LAA: 5,8 RA: 3,2	Offen: 3,3 LAA: 10,3 RA: 0
Molinaro et al. [13]	2019	83	Kernaussage: niedriges Gewicht keine absolute Kontraindikation für RA OP. Niedrigstes Gewicht: 7 kg			
Chan et al. [5]	2016	2219	–	LA: 2,2 RA: 3	LA: 2,4 RA: 1,8	–
Silay et al. [19]	2016	LA: 390 RA: 185	LA: 173,8 RA: 173,1	Intraoperativ: LA: 7,4 RA: 3,8 Postoperativ: LA: 7,7 RA: 3,2	LA: 4,6 RA: 2,1	LA: 7,7 RA: 2,2
Başataç et al. [2]	2014	Offen: 25 LA: 16 RA: 15	Offen: 127 LA: 130 RA: 114	–	Offen: 4,14 (±1,8) LA: 2,8 (±0,75) RA: 2 (±1)	Offen: 4 LA: 6,25 RA: 6,7
Wu [26]	2009	LAA: 32 LA: 32	LAA: 60,9 LA: 157,7	LAA: 9,4 LA: 31,3	LAA: 6,7 LA: 6,2	LAA: 3 LA: 9
Gao [9]	2006	LAA: 51	LAA: 57,5 (40–90)	LAA: 17,65	–	–

Berichte über deutlich leichtere oder kleinere Kinder, etwa 7,0 kg [13].

Die von Patienten sowie deren Eltern oft sehr belastend empfundene Krankenhausverweildauer war in den ausgewerteten Fällen nach RA-Eingriffen signifikant kürzer. Auch hier hat einen Einfluss, dass die RA-operierten Patienten im Mittel älter waren als die konventionell operierten. Dabei spielt auch eine Rolle, dass in unserer Klinik bei sehr jungen Patienten Harnleiterschienen teils nach außen abgeleitet werden, um eine 2. Narkose zu vermeiden. Dies geht mit einer längeren Liegedauer bis zur Entfernung einher. Im internationalen Vergleich zeigen sich aber auch teils deutlich kürzere Liegezeiten von einem bis 8 Tagen [5, 10, 16].

Da nach Einführung des OP-Roboters in der Kinderchirurgie die meisten Nierenbeckenplastiken RA-operiert wurden, wäre die LAA-operierte Kohorte aus dem gleichen Zeitraum sehr klein ausgefallen. Aus diesem Grund wurden Fälle bis 2014 in die Untersuchungen eingeschlossen. Es käme sonst zudem zu ei-

ner deutlichen Verzerrung, wurden doch seit dem routinemäßigen Einsatz des OP-Roboters nur mehr sehr kleine Kinder (1 bis 9 Monate) LAA-operiert. Diese Selektion erklärt auch den fast signifikanten Altersunterschied der beiden Gruppen.

Für die Komplikations- und Rezidivrate der RA-operierten Gruppe ergaben sich erfreulicherweise geringe Werte (15,38 % (2 Patienten) bzw. 7,69 % (ein Patient)). In der internationalen Literatur werden Werte von 3–31 % (Komplikationsrate) bzw. 0–6,7 % (Rezidivrate) angegeben [2, 19, 26]. Beim Prolaps des Omentum majus in den Drainagekanal handelt es sich jedoch um keine operationsmethodenspezifische Komplikation, da sie nicht auf den Einsatz des OP-Roboters zurückzuführen ist. Im Jahr 2019 gab es trotz gleicher Zahl an RA-OP wie in den Vorjahren keine Rezidive oder Komplikationen. Dem liegt vermutlich auch die zunehmende Routine des Operateurs zugrunde.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die RA-Chirurgie ein sich zuneh-

mend etablierendes Verfahren darstellt, das weltweit bereits häufig in der Kinderchirurgie angewendet wird. Auch an unserer Klinik erfolgten bereits etliche Eingriffe mittels OP-Roboter, welche in Analogie zur internationalen Literatur gleich gute Ergebnisse hinsichtlich Outcome und Operationsdauer erzielten wie LAA Verfahren. Bei der Krankenhausverweildauer konnten wir eine signifikante Verkürzung im Vergleich zu konventionell operierten Kindern feststellen. Bisher nicht systematisch erfasst wurde die Patientenzufriedenheit. Diese kommt jedoch in Gesprächen mit Patienten und Eltern zum Ausdruck und war nach RA-Operationen bisher stets sehr hoch. Hierzu werden weiterführende Studien angestrebt.

Fazit für die Praxis

- Weltweit ist roboterassistierte Chirurgie in der Kinderchirurgie bereits gut etabliert.
- Hinsichtlich Übersicht, Handhabung und Krankenhausverweildauer erge-

ben sich für Operateur und Patienten Vorteile gegenüber konventionell laparoskopischen Eingriffen.

- Die Größe des Kindes ist bisher ein limitierender Faktor.

Korrespondenzadresse

Dr. E. Ammer

Klinik für Allgemein-,
Viszeral- und Kinderchirurgie,
Universitätsmedizin
Göttingen
Robert-Koch-Str. 40,
37075 Göttingen,
Deutschland
Elisabeth.ammer@
med.uni-goettingen.de

Funding. Open Access funding provided by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. E. Ammer und F. Kahl geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Diese retrospektive Studie erfolgte nach Konsultation der zuständigen Ethikkommission und im Einklang mit nationalem Recht.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Alotaibi WM (2019) Anesthesia experience of pediatric robotic surgery in a university hospital. *J Robot Surg* 13(1):141–146. <https://doi.org/10.1007/s11701-018-0834-1>
- Başataç C, Boylu U, Önel FF, Gümüş E (2014) Comparison of surgical and functional outcomes of open, laparoscopic and robotic pyeloplasty for the treatment of ureteropelvic junction obstruction.

- Türk J Urol 40(1):24–30. <https://doi.org/10.5152/tud.2014.06956>
- Braga LHP, Pace K, DeMaria J, Lorenzo AJ (2009) Systematic review and meta-analysis of robotic-assisted versus conventional laparoscopic pyeloplasty for patients with ureteropelvic junction obstruction: effect on operative time, length of hospital stay, postoperative complications, and success rate. *Eur Urol* 56(5):848–857. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2009.03.063>
- Casale P, Patel RP, Kolon TF (2008) Nerve sparing robotic extravesical ureteral reimplantation. *J Urol* 179(5):1987–1989. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2008.01.062> (discussion 1990)
- Chan YY, Durbin-Johnson B, Sturm RM, Kurrock EA (2016) Outcomes after pediatric open, laparoscopic, and robotic pyeloplasty at academic institutions. *J Pediatr Urol* 13(1):49.e1–49.e6. <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.2016.08.029>
- Dangle PP, Kearns J, Anderson B, Gundeti MS (2013) Outcomes of infants undergoing robot-assisted laparoscopic pyeloplasty compared to open repair. *J Urol* 190(6):2221–2226. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.07.063>
- Dindo D, Demartines N, Clavien P-A (2004) Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 240(2):205–213. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae>
- Finkelstein JB, Levy AC, Silva MV, Murray L, Delaney C, Casale P (2015) How to decide which infant can have robotic surgery? Just do the math. *J Pediatr Urol* 11(4):170.e1–170.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.2014.11.020>
- Gao Z-L, Shi L, Yang M-S, Wang L, Yang D-D, Sun D-K, Liu Q-Z, Men C-P, Wu J-T, Zhang P (2006) Combination of laparoscopic and open procedure in dismembered pyeloplasty: report of 51 cases. *Chin Med J* 119(10):840–844
- Hong P, Ding G, Zhu D, Yang K, Pan J, Li X, Chen Z, Zhang L, Tang Q, Hao H, Zhou Z, Zhou L (2018) Head-to-head comparison of modified laparoscopic pyeloplasty and robot-assisted pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in China. *Urol Int* 101(3):337–344. <https://doi.org/10.1159/000492337>
- Lee RS, Retik AB, Borer JG, Peters CA (2006) Pediatric robot assisted laparoscopic dismembered pyeloplasty: comparison with a cohort of open surgery. *J Urol* 175(2):683–687. [https://doi.org/10.1016/S0022-5347\(05\)00183-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5347(05)00183-7)
- Light A, Karthikeyan S, Maruthan S, Elhage O, Danuser H, Dasgupta P (2018) Peri-operative outcomes and complications after laparoscopic vs robot-assisted dismembered pyeloplasty: a systematic review and meta-analysis. *BJU Int* 122(2):181–194. <https://doi.org/10.1111/bju.14170>
- Molinaro F, Angotti R, Bindi E, Pellegrino C, Fusi G, Luzzi L, Tosi N, Messina M, Mattioli G (2019) Low weight child: can it be considered a limit of robotic surgery? Experience of two centers. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 29(5):698–702. <https://doi.org/10.1089/lap.2017.0681>
- Molinaro F, Krasniqi P, Scolletta S, Giuntini L, Navarra C, Puzzutiello R, Fusi G, Angotti R, Bindi E, Zanaboni C, Messina M, Mattioli G (2020) Considerations regarding pain management and anesthesiological aspects in pediatric patients undergoing minimally invasive surgery: robotic vs laparoscopic-thoracoscopic approach. *J Robot Surg* 14(3):423–430. <https://doi.org/10.1007/s11701-019-01005-1>
- Najmaldin A, Antao B (2007) Early experience of tele-robotic surgery in children. *Int J Med Robot* 3(3):199–202. <https://doi.org/10.1002/rcs.150>
- Neheman A, Kord E, Zisman A, Darawsha AE, Noh PH (2018) Comparison of robotic pyeloplasty and standard laparoscopic pyeloplasty in infants: a bi-institutional study. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 28(4):467–470. <https://doi.org/10.1089/lap.2017.0262>
- Paradise HJ, Huang GO, Elizondo Sáenz RA, Baek M, Koh CJ (2017) Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty in infants using 5-mm instruments. *J Pediatr Urol* 13(2):221–222. <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.2016.12.011>
- Samadi D, Levinson A, Hakimi A, Shabsigh R, Benson MC (2007) From proficiency to expert, when does the learning curve for robotic-assisted prostatectomies plateau? The Columbia University experience. *World J Urol* 25(1):105–110. <https://doi.org/10.1007/s00345-006-0137-4>
- Silay MS, Spinoit AF, Undre S, Fiala V, Tandogdu Z, Garmanova T, Guttilla A, Sancaktutar AA, Haid B, Waldert M, Goyal A, Serefoglu EC, Baldassarre E, Manzoni G, Radford A, Subramaniam R, Cherian A, Hoebeke P, Jacobs M, Rocco B, Yurii R, Zattoni F, Kocvara R, Koh CJ (2016) Global minimally invasive pyeloplasty study in children: results from the pediatric urology expert group of the European association of urology young academic urologists working party. *J Pediatr Urol* 12(4):229.e1–229.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.2016.04.007>
- Silay MS, Danacioglu O, Ozel K, Karaman MI, Caskurlu T (2019) Laparoscopy versus robotic-assisted pyeloplasty in children: preliminary results of a pilot prospective randomized controlled trial. *World J Urol*. <https://doi.org/10.1007/s00345-019-02910-8>
- Sinha CK, Haddad M (2008) Robot-assisted surgery in children: current status. *J Robot Surg* 1(4):243–246. <https://doi.org/10.1007/s11701-007-0054-6>
- Song SH, Lee C, Jung J, Kim SJ, Park S, Park H, Kim KS (2017) A comparative study of pediatric open pyeloplasty, laparoscopy-assisted extracorporeal pyeloplasty, and robot-assisted laparoscopic pyeloplasty. *PLoS ONE* 12(4):e175026. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175026>
- Tam YH, Pang KKY, Wong YS, Chan KW, Lee KH (2018) From laparoscopic pyeloplasty to robot-assisted laparoscopic pyeloplasty in primary and reoperative repairs for ureteropelvic junction obstruction in children. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 28(8):1012–1018. <https://doi.org/10.1089/lap.2017.0561>
- Tasian GE, Wiebe DJ, Casale P (2013) Learning curve of robotic assisted pyeloplasty for pediatric urology fellows. *J Urol* 190(4):1622–1626. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.02.009>
- Varda BK, Johnson EK, Clark C, Chung BI, Nelson CP, Chang SL (2014) National trends of perioperative outcomes and costs for open, laparoscopic and robotic pediatric pyeloplasty. *J Urol* 191(4):1090–1095. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.10.077>
- Wu J-T, Gao Z-L, Shi L, Han B-M, Men C-P, Zhang P, Xia S-J (2009) Small incision combined with laparoscopy for ureteropelvic junction obstruction: comparison with retroperitoneal laparoscopic pyeloplasty. *Chin Med J* 122(22):2728–2732