

Roboter-assistierte Kinderchirurgie

Werden unsere Kinder zukünftig vom Roboter operiert?

Was im Bereich der Erwachsenenmedizin manchmal schon bereits als leitliniengerechte therapeutische Maßnahme gilt, steckt in der Kinderchirurgie vielfach noch in den „Kinderschuhen“ – die roboter-assistierte Chirurgie. Über verschiedene Aspekte rund um den aktuellen Stand der Entwicklung, Herausforderungen in der Kinderchirurgie und über Zukunftsperspektiven wird im folgenden Beitrag berichtet.



Abbildung 1: Blick in den kinderchirurgischen OP – Vorbereitung einer roboter-assistierten OP mit Positionierung der Roboterarme. Im Vordergrund sind beispielhaft nicht sterile Instrumente zu sehen.



Abbildung 2: Schaffung der operativen Zugänge zur roboter-assistierten Operation.

© Pressestelle des LMU Klinikums

Die Ära der roboter-assistierte Chirurgie begann im Jahr 2000, als die U. S. Food and Drug Administration (FDA) das Da-Vinci-Operationssystem (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) als erstes robotergestütztes chirurgisches System weltweit offiziell zur Anwendung am Menschen zuließ. Das System war lange Zeit die einzige Plattform für Roboterchirurgie und in seinen Weiterentwicklungen ist es weltweit auch im Jahr 2023 weiterhin der unumstrittene Marktführer [1]. Obwohl Studien bereits zeigten, dass der herkömmliche laparoskopische Ansatz im Vergleich zum offenen Ansatz zu einer verbesserten Kosmetik und mehr Effizienz führte [2], hat der Roboter zwischenzeitlich das Konzept der minimal-invasiven Chirurgie im Bereich der Erwachsenenmedizin international nochmals revolutioniert. Positiv haben sich vor allem eine 3-D-Visualisierung mit vielfacher Vergrößerungsmöglichkeit und Kamerasteuerung durch den Chirurgen aus seinem Cockpit, einzigartig freie Bewegungsradien einzelner Instrumente

und die Fähigkeit, Zittern zu vermeiden, gezeigt [3, 4]. Auch eine bessere Ergonomie des Chirurgen bei der Durchführung von minimal-invasiven Eingriffen wurde wissenschaftlich belegt [5]. Zudem konnte vielfach gezeigt werden, dass roboter-assistierte Chirurgie zu kürzeren Krankenhausaufenthalten bei gleichwertigen oder sogar besseren operativen Ergebnissen im Vergleich zu herkömmlichen laparoskopischen Ansätzen in der erwachsenen Bevölkerung geführt hat [6, 7]. Für verschiedene Operationen, wie die Prostatektomie, gilt die roboter-assistierte Chirurgie mittlerweile daher sogar als „Goldstandard“.

Aktueller Stand – Kinder sind keine kleinen „Erwachsenen“

Ähnlich wie andere Technologien in der Chirurgie hinkt die roboter-assistierte Kinderchirurgie der Chirurgie bei Erwachsenen hinterher, obwohl roboter-assistierte Chirurgie auch bei Kindern in

der Vergangenheit bereits kontinuierlich Fortschritte machte. Mitunter werden die Gründe hierfür darin gesehen, dass Operationsinstrumente (ab 8 bis 10 cm Durchmesser) für Kinder mit natürlich reduzierter Körpergröße zu groß sind [8, 9]. Daher wurden die ersten roboter-assistierte Eingriffe auch bei ausgewählten älteren Kindern und Teenagern durchgeführt. Bereits im Jahr 2001 wurde ein Fallbericht über ein 10-jähriges Mädchen veröffentlicht, bei dem eine Nissen-Fundoplicatio erstmals roboter-assistierte im Kindesalter durchgeführt worden war [10]. Im Gegensatz zu vielfachen Resektionseingriffen in der Erwachsenen Chirurgie benötigen Kinder zudem deutlich mehr rekonstruktive chirurgische Eingriffe, was insbesondere bei Babys und Kleinkindern eine weitere Herausforderung darstellt.

Über 20 Jahre nach der ersten roboter-assistierte Operation im Kindesalter stellt sich weiterhin die Frage nach dem tatsächlichen Vorteil für Kinder gegenüber der konventionellen minimal-

invasiven Chirurgie, die mittlerweile hochspezialisiert und weiterentwickelt ist. Nach einer im Jahr 2023 publizierten Studie von Boscarelli und Schleef [11], die alle wissenschaftlich publizierten Studien zu Roboterassistenz im Kindesalter seit dem Jahr 2010 in Form einer Reviewarbeit auswerteten, zeigen sich lediglich für bestimmte urologische Eingriffe, wie der Pyeloplastik bei Ureterabgangsstenose und der Lich-Gregoire Technik zur Ureterreimplantation in selektierten Fällen wissenschaftlich belegbare Vorteile. Alle anderen Indikationen zur Roboterassistenz in der Kinderchirurgie konnten bisher nicht durch Arbeiten mit hohem Evidenzlevel gestützt werden.

Herausforderungen und Zukunftsperspektiven

Es besteht die Hoffnung, dass durch den Markteintritt anderer Technikanbieter mit kleineren Instrumentengrößen und kleineren Operationskonsolen die Kinderchirurgie zukünftig maßgeblich gegenüber den bisherigen Goldstandard-Techniken weiterentwickelt werden kann. Die Firma Asensus ist mit ihrem Senhance-System aktuell weltweit der einzige Anbieter von 3 mm Instrumenten und einer weltweiten Zulassung zur Operation von Kindern ab 10 kg Körpergewicht. Weltweit wurden mit diesem System bisher etwas mehr als 200 Operationen bei Kindern durchgeführt. Das Kinderchirurgische Zentrum für roboter-assistierte Chirurgie am LMU Klinikum ist eines der Operationszentren und das erste Zentrum weltweit mit eigenem Senhance-Roboterassistenzsystem, das einer Kinderchirurgie 24/7 zur Verfügung steht. Im Januar 2023 wurde Eröffnung gefeiert. Seitdem wurden hier > 20 Kinder roboter-assistiert operiert. Wie in anderen Studien beschrieben, zeigen sich auch in München die viszeralchirurgischen und urologischen kinderchirurgischen Eingriffe führend. Hier vor allem die Funduplicatio bei gastroösophagealer Refluxkrankheit und die Operation der Ureterabgangsstenose. Die Thoraxchirurgie ist bei Kindern bisher nur eingeschränkt möglich, da die kleinen Intercostalräume bei Kindern häufig zu einer Instrumentenkollision führen, obwohl mittlerweile auch abwinkelbare 5 mm Instrumente für das Senhance-System existieren. Relevante wissenschaftlich publizierbare Daten liegen noch nicht vor. In der Etablierungs-

phase zeigen sich noch längere OP-Zeiten, die durch regelmäßiges Training, auch Trockenübungen von Aufbau und in Modellen, schrittweise reduziert werden.

Trotz möglicher Lösungen durch kleinere Instrumentengrößen steht die Kinderchirurgie technisch nach wie vor vor weiteren Herausforderungen, die das kleine Körpervolumen vor allem von Säuglingen und Kleinkindern bedingt. Es bestehen begrenzte Möglichkeiten in der Anordnung der Operationskonsolen im Raum und in der Trokarplatzierung. Auch sind erhöhte Sicherheitsmaßnahmen zur Kopfsicherung erforderlich, da

der Kopf sich viel näher im Arbeitsgebiet befindet als bei Erwachsenen. Gleichfalls sind die marktverfügbaren standardisierten Instrumentenlängen für den Einsatz bei Kindern oftmals zu lang, sodass die Instrumente bei längerem extrakorporalen Anteil nicht selten biegen und sogar brechen können. Von Erwachsenen einfach auf Kinder zu interpolieren, ist in so vielen Punkten nicht „einfach“ möglich.

Zusätzlich zu technischen Herausforderungen bestehen im Jahr 2023 weitere Hürden, die die zügige Entwicklung und Etablierung der Roboterassistenz im Kindesalter international und

Anzeige

Mitten im Markt
Messe Stuttgart

MEDIZIN

Fachmesse + Kongress

für die ambulante ärztliche Versorgung

Die MEDIZIN ist Ihre Informations-, Fort- und Weiterbildungsplattform. Bringen Sie Ihre Praxis auf den neuesten Stand!

Wir freuen uns auf Sie.

- + Profitieren Sie von einem umfangreichen Vortrags- und Seminarprogramm!
- + Erleben Sie den persönlichen Austausch und knüpfen Sie wertvolle Kontakte!
- + Nutzen Sie das vielfältige Angebot und sammeln Sie Fortbildungspunkte!
- + Entdecken Sie innovative Lösungen und neue Ideen für Ihre Praxis!

Messe Stuttgart

26.-28. Januar 2024 | Freitag-Sonntag

Bleiben Sie am Puls der Zeit!

www.medizin-stuttgart.de



Abbildung 3: Blick auf das Abdomen eines Kindes - geringe Trokarabstände sind bei Operationen von Kindern üblich und erschweren die Platzierung der Roboterarme.



Abbildung 4: Intraoperativer Blick in den Situs aus Sicht des Assistenten am OP-Tisch.

© Pressestelle des LMU Klinikums

ganz besonders in Deutschland erschweren und für die es noch keine klugen Lösungen gibt. Hier sind vor allem die nicht unerheblichen Investitionskosten und die vielfach fixen Betriebskosten sowie Wartungskosten zu nennen. In einem Gesundheitssystem, welches die medizinische Versorgung von Kindern weiterhin nicht ausreichend kompensiert, bestehen kaum Spielräume, außerhalb von Spenden oder in einem Joint-Venture mit anderen internen Klinikpartnern, diese Kosten zu stemmen. Auch werden Kosten durch das auch zukünftig zu erwartende eher niedrige Patientenvolumen gegenüber dem Routinebetrieb weiterhin wenig skalierbar.

Es stellt sich daher nicht unberechtigter Weise die Frage, ob die gezeigten Vorteile in der Erwachsenenmedizin von Teilen der Gesellschaft für die Kinderchirurgie nicht überinterpretiert werden und ob die vermuteten Vorteile tatsächlich die hohen, bis dato nur wenig skalierbaren Kosten gegenüber den bisherigen Goldstandards rechtfertigt. Ein internationales „Mini-Trust“-Register für das Senhance-System soll hier weitere Aufklärungsarbeit leisten. In einem Fachgebiet wie der Kinderchirurgie, in dem viele Fallkonstellationen gegenüber der Erwachsenenmedizin selten sind, können so in kürzerer Zeit höhere Fallzahlen generiert werden. Weiterhin besitzen Systeme

wie das Senhance-System, zunehmend KI-unterstützte Tools, die Operationen zukünftig sicherer machen und die Varianz von OP-Ergebnissen bei identischen Ausgangsbedingungen zukünftig reduzieren werden. Hier liegt auch für die Kinderchirurgie ein nicht unerhebliches Potenzial gegenüber den gültigen Goldstandards. Die Robotertechnologie wird sich weiterentwickeln. Kinderchirurgen waren schon immer Pioniere und führend in der Weiterentwicklung der chirurgischen Technologie. Durch den Eintritt weiterer Marktteilnehmer könnten zusätzlich Kosten reduziert werden. Der roboter-assistierte Kinderchirurgie sollte aktiv eine Chance gegeben werden.



Abbildung 5: Der Operateur an der Konsole in ergonomischer Position sitzend.

Das Literaturverzeichnis kann im Internet unter www.bayerisches-aerzteblatt.de (Aktuelles Heft) abgerufen werden.



Autoren

Universitätsprofessor Dr. Jan Gödeke
Universitätsprofessor Dr. Oliver Muensterer

Dr. von Haunersches Kinderspital,
LMU Klinikum, Kinderchirurgische
Klinik und Poliklinik,
Lindwurmstr. 4, 80337 München