

CHIRURGISCHE ALLGEMEINE

ZEITUNG FÜR KLINIK UND PRAXIS

Elektronischer Sonderdruck
für Priv.-Doz. Dr. med.
Matthias Steinert

Roboter-assistierte Thoraxchirurgie

CHAZ (2019) 20: 279–285
© Kaden Verlag, Heidelberg

Diese PDF-Datei darf nur für nichtkommerzielle Zwecke
verwendet werden und nicht in privaten, sozialen und
wissenschaftlichen Plattformen eingestellt werden.

www.chirurgische-allgemeine.de



Tim Sandhaus¹, Anja Lübke¹, Thorben Möller², Jan Hendrik Egberts², Matthias Steinert¹

Roboter-assistierte Thoraxchirurgie

Eine weitere endoskopische Operationsmöglichkeit

Mit der Einführung Roboter-assistierter Operationssysteme wurde ein weiterer Meilenstein in der endoskopischen Thoraxchirurgie gelegt. Die Roboter-assistierte Thorakoskopie (RATS) überwindet viele Nachteile, die mit der VATS einhergehen und bietet damit eine neue Form der minimalinvasiven Chirurgie. Ähnlich der VATS werden die Kamera und Instrumente der Roboterarme über kleine Inzisionen in den Thorax des Patienten eingebracht. Die Kamera erzeugt an der Konsole ein hochauflösendes, dreidimensionales Bild des Operationssitus in bis zu zehnfacher Vergrößerung und vermittelt dem Chirurgen das Gefühl, sich direkt im Thorax des Patienten zu befinden.

In den frühen 2000ern etablierten sich Roboter-assistierte Systeme auch in der Thoraxchirurgie. Die erste Beschreibung einer Serie von thoraxchirurgischen Eingriffen erfolgte 2002 durch Melfi et al. [11]. In der Arbeit wird der Einsatz mit einem Roboter-assistierten System in 12 Fällen beschrieben und die prinzipielle Durchführbarkeit der Roboter-assistierten Chirurgie in der allgemeinen Thoraxchirurgie gezeigt. Der Einsatz eines Roboter-Systems im Fachbereich Thoraxchirurgie kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Ähnlich der VATS gibt es auch bei der RATS verschiedene Möglichkeiten bei der Wahl der Zugangswege. Hierbei unterscheidet man vornehmlich zwischen dem Drei- und dem Vier-Arm-Zugang. Dabei kann die Operation zusätzlich mit Kohlenstoffdioxid-Insufflation erfolgen, womit eine verbesserte Sicht auf das Operationsgebiet sowie ein reduziertes Verletzungsrisiko des Diaphragmas erreicht werden können [4]. Eine Sonderstellung beim Roboter-assistierten Operieren nimmt die Hybrid-Technik ein, bei der das robotische System insbesondere für die Lymphknoten- und Gefäßdissektion genutzt, die Lobektomie aber Video-assistiert durchgeführt wird [7]. → Abbildung 1 veranschaulicht die aktuelle Lage.

CHIRURGISCHE
ALLGEMEINE
APP



In der CHAZ-App finden Sie dazu ein OP-Video!

¹ Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, Universitätsklinikum Jena;

² Klinik für Allgemeine-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel

Ein Konvertieren von einer RATS in eine VATS ist beim Auftreten von intraoperativen Komplikationen nicht möglich

Im Vergleich zur konventionellen Video-assistierten Thorakoskopie geht die die Roboter-assistierte Chirurgie mit deutlichen Vorteilen einher, wobei insbesondere folgende zu nennen sind:

- ⊕ verbessertes ergonomisches Arbeiten des Konsolenchirurgen
- ⊕ 3D-Bildgebung mit Selbstführung der Kamera
- ⊕ Optimierung der Freiheitsgrade im Instrument
- ⊕ Reduktion des physiologischen Tremors und des Hebeleffektes
- ⊕ Minimierung des Bewegungsausmaßes bei der Präparation
- ⊕ Synchronisation von Handbewegungen auf das Instrumentarium [12]
- ⊕ die mikroskopische Sicht im Situs bewirkt die Optimierung der thorakalen Operation [9]
- ⊕ Umsetzung der Haptik in eine „optische Haptik“ für den Konsolenchirurgen (nach Steinert/Egberts)

Insbesondere die Vorteile (Nr. 3–6), die durch das Instrumentarium erreicht werden, vermindern intraoperativ die Rate an Komplikationen, die zu einer Konvertierung des Verfahrens in eine offene Thorakotomie führen würden [10, 11]. Ein Konvertieren von einer RATS in eine VATS ist beim Auftreten von intraoperativen Komplikationen nicht möglich. Dadurch gelten – analog zur VATS – auch bei der RATS hohe technische Ansprüche an den Assistenten, um intraoperativ Komplikationen zu

RATS

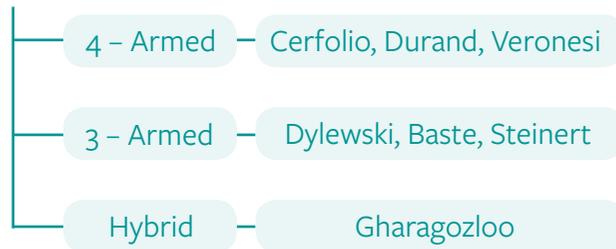


Abbildung 1 Entwicklung und Technik der Roboter-assistierten Thorakoskopie inklusive Chirurgen (beispielhaft ausgewählt), die mit der entsprechenden Technik operieren; eigene Gedanken – Steinert [3, 5, 7, 12, 13, 18].

vermeiden. Trotz der Vorteile, die die Roboter-assistierte Thorakoskopie mit sich bringt, nimmt diese in Deutschland an universitären und nichtuniversitären thoraxchirurgischen Abteilungen nach wie vor eine Sonderstellung ein (Daten der AG RATS der DGT). Aufgrund des zurückhaltenden Einsatzes gehört diese Übersicht zu den wenigen Arbeiten zum Thema Roboter-assistierte Thorakoskopie in Deutschland. Die präsentierten Ergebnisse sollen zum wachsenden Pool an Publikationen und Studien beitragen, so dass in der Zusammenschau die Anwendung optimiert und eine weitere Adaption des Systems für die Zukunft erreicht werden kann.

Der künstlich erzeugte Pneumothorax soll eine verbesserte Übersicht in der Thoraxhöhle schaffen

Der Patient befindet sich entsprechend der Art des Eingriffs in Links- oder Rechtsseitenlage und wird über einen Doppellumen-Tubus beatmet. Eine Bronchusblockade zur Einlungen-Ventilation ist obsolet. Dieses Verfahren hat sich als nicht sicher erwiesen, da eine stabile Lage der Blockade während der Operation nicht garantiert werden kann. Die Anlage des ersten Ports, des Assistenten-Port, erfolgt blind auf Höhe des 8. ICR anterolateral über eine zwei Zentimeter breite Inzision. Der Zugang wird über einen Hautschnitt mit einem Skalpell und dem sich anschließenden vorsichtigen Einbringen des Obturators geschaffen. Dieser Port dient zum Einbringen der thorakoskopischen Kamera sowie zur Anlage eines Pneumothorax mittels CO₂. Der künstlich erzeugte Pneumothorax soll eine verbesserte Übersicht in der Thoraxhöhle schaffen. Der genutzte In-flow-Druck beträgt fünf mmHg oder fünf Liter pro Minute Insufflation. Beim Einbringen des Gases ist eine enge Rücksprache mit der Anästhesie erforderlich, um mediastinale Affektionen, die eine Hypotonie oder eine Tachykardie auslösen können, frühzeitig erkennen und therapieren zu können.

In Abhängigkeit von der Topographie des Brustkorbes werden die Anlagen weiterer Ports (Kamera-Port und Roboter-Ports) geplant. Zu diesen anatomischen Landmarken gehören

das Schulterblatt, das Zwerchfell, die Lokalisation der Rippen, die Lage der Mamillen, der Musculus serratus anterior, sowie der Musculus latissimus dorsi. Unter thorakoskopischer Sicht erfolgt nun die Anlage der weiteren Ports. Dazu wird entsprechend der Patientenlage der Kamera-Port des Robotersystems oberhalb der sechsten Rippe im 5. ICR (links) oder oberhalb der fünften Rippe im 4. ICR (rechts) über eine zwölf Millimeter breite Inzision angelegt. Die Kamera kann in verschiedenen Varianten genutzt werden, eine 0-Grad-Optik oder eine 30 Grad gewinkelt Kamera sind verfügbar.

Zwei weitere Portinzisionen für das Einbringen der Roboterarme werden anschließend unter thorakoskopischer Sicht posterior sowie anterior des Kamera-Ports im gleichen Interkostalraum geplant (→ Abb. 2). Sie dienen dem Zugang der Operationsarme des Robotersystems. Die Anlage des Ports für den ersten Roboterarm erfolgt anterolateral über eine acht Millimeter breite Inzision. Der Port für den zweiten Roboterarm erfolgt ebenfalls über eine acht Millimeter breite Inzision posterior des Angulus inferior der Skapula. Um eine Kollision der Roboterarme intraoperativ zu vermeiden, ist bei der Anlage der Ports darauf zu achten, dass diese in einem Abstand von mindestens acht Zentimeter liegen. In die Inzisionen werden im Anschluss die Trokare eingesetzt, über die im weiteren Verlauf die Instrumente in den Operationssitus eingebracht werden können. Die Anlage aller Ports wird folglich auch als Port-Platzierungszeit bezeichnet. Mit der Entwicklung neuer robotischer Systeme kann diese Applikation angepasst werden [5, 6].

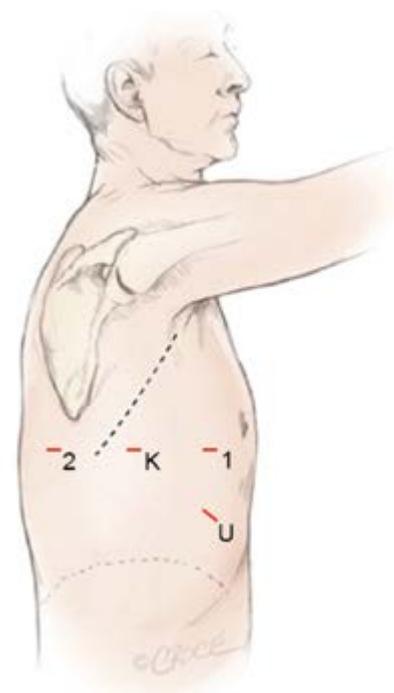


Abbildung 2 Schematische Darstellung der Port-Platzierung am Beispiel „Jena-Technik“: U: Uni-Port des Assistenten; K: Kamera-Port; 1: Port für den ersten Roboterarm; 2: Port für den zweiten Roboterarm (eigenes Vorgehen, Jena Anschluss).

Nach Anlage aller Ports wird der Roboter angedockt. Unter Kamerasicht erfolgt das Einbringen der robotischen Instrumente über den anterioren und posterioren Port (→ Abb. 3). Diese Zeit wird im Weiteren auch als Andockzeit bezeichnet. Als Konsolenzeit wird die Zeit bezeichnet, die der Chirurg über die Konsole operiert, währenddessen sich die Schnitt-Naht-Zeit auf die Zeit bezieht, die sich über die gesamte Operation erstreckt.

Target RATS: Eine Anpassung der Zugangswege erfolgt insbesondere dann, wenn es sich um über- oder unterdurchschnittlich große Patienten handelt

Bei einer Target RATS (zielführende Roboter-assistierte Thorakoskopie) werden die Zugangswege entsprechend der Lokalisation des Operationsgebietes und der Anatomie des Patienten angepasst. Dabei werden die Zugangswege entsprechend den geläufigen Portplatzierungen modifiziert. So wird bei einer Operation im Bereich der Lungenspitze der Zugang – im Vergleich zur herkömmlichen Platzierung – ein ICR höher gewählt. Ebenso wird der Port ein ICR tiefer gewählt, wenn sich der Operationsbereich beispielsweise an der Lungenbasis befindet. Außerdem findet eine Adaption der Portplatzierung in Abhängigkeit vom Körperbau des Patienten statt. Eine Anpassung der Zugangswege erfolgt insbesondere dann, wenn es sich um über- oder unterdurchschnittlich große Patienten handelt. Mit der Körpergröße des Patienten variiert auch die Größe der Lunge, so dass eine Modifizierung der Zugangswege erforderlich wird, um das Operationsgebiet bestmöglich zu erreichen. Die jeweiligen Zugangswege werden auch wieder in Abhängigkeit zu den anatomischen Landmarken gesetzt, um die Verletzung umliegender Strukturen zu vermeiden.

Im Sinne des „Fast-Track“-Konzeptes werden eine frühe Mobilisierung unter adäquater Analgesie sowie eine zeitnahe Entfernung der Thorax-Saugdrainage angestrebt

Nach der Port-Anlage und Einführen der Instrumente in den Thorax erfolgt der jeweilige Eingriff. Das resezierte Material wird mit einem Bergebeutel über den Assistenten-Port aus dem Thorax geborgen und dem Institut für Pathologie zur histologischen Aufarbeitung zugesandt. Nach anschließender Kontrolle auf Blutrockenheit und Unversehrtheit wird über den Assistenten-Port unter Kamerasicht eine Thorax-Saugdrainage in den Situs eingebracht. Der Sog der Drainagen wird auf 12 cmH₂O eingestellt. Im Anschluss erfolgten das Entfernen der Instrumente aus dem Thorax sowie der Verschluss der Zentesen. Nach einer abschließenden Prüfung der intrathorakalen Verhältnisse wird die Ein-Lungen-Ventilation beendet und die Kamera entfernt. Die Patienten werden nach Möglichkeit postoperativ im OP-Saal extubiert und in



Abbildung 3 Angedocktes Roboter-Operationssystem. Die robotischen Instrumente werden über die Trokare in den Thorax gebracht. Die ‚Patient-side slave robotic manipulators‘ befinden sich am Kopf des Patienten, während der Anästhesist an den Füßen des Patienten arbeitet (UK Jena, Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie).

Abhängigkeit von bestehenden Komorbiditäten auf die Intensiv- oder die IMC-Station zur Überwachung verlegt. Eine Rückverlegung der Patienten auf Normalstation erfolgt in den meisten Fällen am ersten postoperativen Tag. Im Sinne des „Fast-Track“-Konzeptes werden eine frühe Mobilisierung unter adäquater Analgesie sowie eine zeitnahe Entfernung der Thorax-Saugdrainage angestrebt. Damit soll eine zeitgerechte Entlassung mit der frühzeitigen Rückkehr des Patienten zum früheren Aktivitätslevel erreicht werden. Sparsame Röntgen-Thorax-Kontrollen wurden durchgeführt, um postoperativ Komplikationen zu erkennen, die eine Revision erforderlich machen könnten. Mindestens zwei Stunden nach Entfernung der Thorax-Saugdrainage erfolgte eine Röntgen-Thorax-Aufnahme und in den meisten Fällen nach 24 Stunden eine weitere. Die Patienten wurden zeitnah aus unserer Klinik entlassen.

Während des Beobachtungszeitraums konnten insgesamt 84 Operationen mit dem robotischen System durchgeführt werden

Die Indikationen für die jeweils durchgeführten Eingriffe umfassten die Abklärung oder Resektion unklarer pulmonaler Raumforderungen in insgesamt 36 Fällen (42,9%), Resektion histologisch gesicherter Bronchialkarzinome in zwölf Fällen (14,3%), Abklärung mediastinaler Raumforderungen (Tumor, Abszess, Zyste) in fünf Fällen (6,0%), Hyperhidrose in insgesamt 20 Fällen (23,8%), Pleuraerguss in fünf Fällen (6,0%) sowie pleurale Läsionen in zwei Fällen (2,4%). In drei Fällen (3,6%) lag eine „andere Indikation“ vor, wie die histologische Abklärung einer Lungenfibrose, eine Abklärung eines bullösen Emphysems nach Spontanpneumothorax und eine Pneumolyse mit Dekompression eines Nerven nach Rippenfraktur.

Während des Beobachtungszeitraums wurden insgesamt 84 Operationen mit dem robotischen System durchgeführt. Die Eingriffe umfassten dabei neun Segmentresektionen (10,7%),

Tabelle 1 Seitenverteilung der durchgeführten Eingriffe.

Operation	Gesamt	Rechts	Links
Lobektomien			
– Oberlappen	20	13	7
– Unterlappen	8	7	1
– Mittellappen	10	4	6
Segmentresektionen	2	2	–
Keilresektionen	9	3	6
Sympathektomien	21	14	7
Exzision mediastinaler Raumforderungen	20	9	11
Pleurektomie	5	4	1
Dekortikation	9	3	6

21 Keilresektionen (25,0%), fünf Exzisionen mediastinaler Raumforderungen (6,0%), sechs Pleurektomien (7,1%) und drei Dekortikationen (3,6%). Bei 20 Patienten (23,8%) wurde eine Lobektomie durchgeführt. Dabei erfolgte bei acht Eingriffen (40%) die Lobektomie des Oberlappens, bei zwei Eingriffen (10%) wurde der Mittellappen und bei zehn Fällen (50%) der Unterlappen entfernt. Außerdem wurden 20 Sympathektomien (23,8%) bei neun Patienten beidseitig in einer operativen Sitzung durchgeführt. Jede Seite wird jedoch als einzelner Eingriff gewertet, da der Patient seitenbezogen gelagert, angedockt und geschlossen werden muss. In einigen Fällen kam es bei pulmonalen Resektionen zur gleichzeitigen Pleurektomie und/oder Dekortikation. In diesen Fällen wurde der Eingriff insgesamt als pulmonale Resektion gewertet. Eine Pleurektomie oder Dekortikation wurde jeweils separat gewertet, wenn diese als alleinige operative Maßnahme durchgeführt wurde. In → Abbildung 4 wurden die durchgeführten Operationen schematisch dargestellt.

Bei insgesamt 40 Patienten (47,6%) wurden zusätzlich Lymphknoten zur histologischen Abklärung entnommen. Dabei wurde in 23 Fällen (27,4%) eine radikale Lymphadenektomie durchgeführt. Bei 17 Eingriffen wurden nur einzelne Lymphknoten entnommen (20,2%). Die exakte Anzahl der entnommenen Lymphknoten wurde nicht erfasst. In 46 Fällen (54,8%) erfolgte der Eingriff über die rechte Seite. Die Seitenverteilung mit Bezug auf die durchgeführten Operationen ist → Tabelle 1 zu entnehmen.

Die mittlere Andockzeit, bezogen auf die Gesamtzahl der Eingriffe, liegt bei 15,18 Minuten

In Abhängigkeit vom jeweiligen Eingriff wurden die mittleren Operationszeiten differenziert betrachtet. Es zeigt sich, dass die mittleren Operationszeiten in Abhängigkeit vom jeweils durchgeführten Eingriff variieren: So lag diese für Lobektomien bei 157 Minuten, für Segmentresektionen bei 161 Minuten, für Keilresektionen bei 78 Minuten und für die übrigen Eingriffe bei 62 Minuten. Der Median für die Operationen beträgt für die Lobektomien 150,5 Minuten, für Segmentre-

sektionen 166,0 Minuten, für Keilresektionen 77,0 Minuten, für Sympathektomien 58,5 Minuten, für Pleurektomien 67,5 und für Dekortikationen 48,0 Minuten.

Die mittlere Andockzeit, bezogen auf die Gesamtzahl der Eingriffe (n = 84), liegt bei 15,18 Minuten (Median=13,5 min). Bei rund 54,8 Prozent der Eingriffe lag die Andockzeit unter 15 Minuten. Während die mittlere Andockzeit bei den ersten 20 Eingriffen bei 20,8 Minuten lag, pendelte sie sich bei über 13,8 Minuten (21.–59. Eingriff) und bei 12,9 Minuten für die letzten 24 Eingriffe ein (→ Abb. 5).

Ergebnisse einer aktuellen Umfrage unter deutschen thoraxchirurgischen Konsolenchirurgen

An der von uns durchgeführten Umfrage bei 20 deutschen thoraxchirurgischen Konsolenchirurgen im Jahr 2018 nahmen insgesamt fünf Chirurgen (25%) teil. Alle teilnehmenden Chirurgen gaben an, Rechtshänder zu sein. Vier der Befragten teilten mit, dass sie Erfahrungen auf dem Gebiet der VATS haben. Davon gaben zwei Thoraxchirurgen an, uni-, duo- und triportal zu operieren, einer hat Erfahrungen mit der duo- und triportalen Technik und einer nur Erfahrung mit der triportalen Technik. Ein Chirurg gab an, keine Erfahrungen mit der Video-assistierten Thorakoskopie zu haben. Zwei der befragten Chirurgen operieren jeweils mit der Vier-Arm-Technik, die anderen Konsolenchirurgen operieren jeweils mit der Drei-Arm-Technik. Vier Konsolenchirurgen gaben an, dass die ersten Eingriffe mit einem Supervisor stattfanden. Ein Chirurg teilte mit, dass er die ersten Eingriffe ohne Supervisor durchführte, die erste Lobektomie aber mit Supervision stattfand. Die mittlere Andockzeit der befragten Chirurgen liegt bei 13,4 (8–22) Minuten. Drei der an der Umfrage teilnehmenden Chirurgen gaben an, drei Roboter-assistierte Eingriffe im Monat zu absolvieren, die anderen beiden, einen Eingriff pro Woche zu absolvieren. Der Mittelwert der im Jahr durchgeführten Eingriffe liegt bei 39 (20–60). Das mittlere Gesamtvolumen der durchgeführten RATS-Eingriffe liegt bei 56 (20–100).

Eine Aufschlüsselung der Roboter-spezifischen Instrumente des Systems, die von den befragten Chirurgen genutzt werden, zeigt → Tabelle 2. Insgesamt zeigt sich, dass die Mehrzahl der an der Umfrage teilgenommenen Konsolenchirurgen (80,0%) unter anderem die ‚Cadiere Forceps‘ nutzt.

Auf die Frage, was die Operateure persönlich als Lernkurve für ausreichend halten, gaben vier von fünf Chirurgen eine Anzahl von mindestens zehn Lobektomien an. Zwei Chirurgen gaben darüber hinaus an, zusätzlich zehn Segmentresektionen für die Lernkurve als ausreichend zu empfinden. Ein Operateur hält zusätzlich fünf Keilresektionen für ausreichend, wohingegen zwei Chirurgen eher zehn Keilresektionen als ausreichend bewerteten. Eine exakte Auflistung der persönlich als ausreichend empfundenen Lernkurven findet sich in → Tabelle 3.

Nach Erreichen der Lernkurve gaben vier von fünf Chirurgen an, dass ein Wiedereinstieg in das Roboter-assistierte Operieren nach einer längeren Unterbrechung unproblematisch gelang. Bei einem Chirurgen lag zum Zeitpunkt der Befragung noch keine längere Unterbrechung vor, daher erfolgte keine Aussage. Ein Konsolenchirurg gab an, dass ein festes Team für das Roboter-assistierte Operieren essentiell ist. Darüber hinaus beschrieb er, dass teilweise bei Eingriffen eine schlechte Übersicht über das Operationsgebiet besteht, weshalb er eine ‚Hybrid-OP‘ mit Thorakotomie zur Stapler-Platzierung bevorzugt, um das Verletzungsrisiko zu minimieren.

Vorteile, die durch die minimalinvasive Thoraxchirurgie gegenüber der konventionellen Thorakotomie zum Tragen kommen, äußern sich insbesondere in Hinblick auf die postoperative Morbidität intra- und postoperativer Komplikationen sowie einer verkürzten Krankenhausaufenthaltsdauer [14, 17]. Auch in einer Studie von Grallert et al. wird der Vorteil der Miniaturisierung gegenüber der offenen Thorakotomie in der Therapie des NSCLC deutlich, so dass diese Technik als ein mögliches Standardverfahren für die operative Behandlung dieser Erkrankung diskutiert wird [8]. Die eigenen Konsolenchirurgen (T.S., M.S., J.H.E.) zeigen ein weites Spektrum an Erfahrung im Bereich der minimalinvasiven Thorakoskopie auf und wenden in Abhängigkeit vom Krankheitsbild des Patienten sowohl die multi- als auch die uniportale VATS zur operativen Therapie an. Auch bei der Befragung von deutschen Konsolenchirurgen zeigt sich, dass der Großteil der an der Umfrage teilnehmenden Chirurgen (4/5) Erfahrungen im Bereich der Video-assistierten Thorakoskopie (uni- bis triportal) hat. Insgesamt zeigt sich, dass minimalinvasive Techniken einen immer größer werdenden Stellenwert in der Thoraxchirurgie einnehmen.

Auch in Deutschland wird durch die aktuelle S3-Leitlinie der AWMF von 2018 beschrieben, dass die VATS der konventionellen Thorakotomie zur Therapie maligner Lungenherde

Tabelle 2 _Verwendete Roboter-Instrumente.

	Verwendete Instrumente:
Operateur A	Cadiere Forceps, Maryland bipolar forceps
Operateur B	Cadiere forceps, monopolar curved scissors
Operateur C	Cadiere Forceps, Maryland bipolar forceps
Operateur D	Cadiere Forceps, fenestrated bipolar forceps
Operateur E	fenestrated bipolar forceps, permanent cautery hook, grasping retractor

Tabelle 3 _Persönliche Lernkurve.

Operateur A	10 Lobektomien, 10 Segment-, 10 Keilresektionen
Operateur B	10 Lobektomien, 10 Segmentresektionen
Operateur C	10 Lobektomien, 5 Keilresektionen
Operateur D	20 Lobektomien, 10 Keilresektionen
Operateur E	Keine Angabe

Abbildung 4 _Durchgeführte Eingriffe.

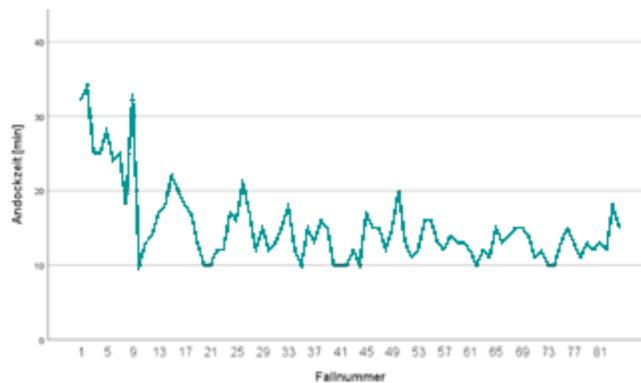
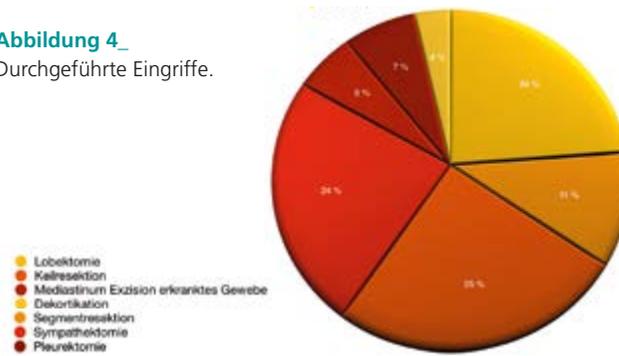


Abbildung 5 _Andockzeiten im Verlauf der Studierhebung.

nicht vorgezogen werden soll, obwohl sie zur Abklärung unklarer Rundherde das Mittel der ersten Wahl darstellt [19]. Mögliche Ursachen, die diesen reservierten Einsatz des Verfahrens erklären, sind bedingt durch einen Verlust der Haptik, einer eingeschränkten visuellen Beurteilung des Operationsgebietes durch eine zweidimensionale Darstellung auf einem Monitor, einem beschränkten Bewegungsausmaß der Instrumente bedingt durch rigiden Achsen, die durch die an der Thoraxwand fixierten Trokare entstehen sowie einer invertierten Hand-Augen-Koordination – der Operateur bewegt den Instrumentengriff nach links, damit sich das intrakavitäre Ende nach rechts bewegt [18].

Durch das dreidimensionale, zehnfach vergrößerte Bild wird dem Operateur das Gefühl vermittelt, sich direkt in der Thoraxhöhle zu befinden

Rocco et al. erläutern zudem, dass insbesondere die ältere Generation an Thoraxchirurgen sich weniger auf minimalinvasive Verfahren einlassen kann, als jüngeren Kollegen [15]. Ein Grund, der eine Rolle spielt, ist die steilere Lernkurve, die mit der VATS einhergeht. Darüber hinaus muss erwähnt werden, dass für die VATS aktuell kein einheitlicher Standard existiert – je nach Einrichtung und Expertise des Operateurs finden verschiedene Modifikationen der VATS-Anwendung. Das robotische System bietet eine mögliche Alternative zur Video-assistierten Thorakoskopie, da das System viele der

Nachteile, die mit der VATS einhergehen, durch technische Neuerungen aus dem Weg schafft. Durch das dreidimensionale, zehnfach vergrößerte Bild, das durch die Kamera erzeugt wird, wird dem Operateur das Gefühl vermittelt, sich direkt in der Thoraxhöhle zu befinden [16]. Darüber hinaus ermöglicht die ausgewiesene Technologie, die Bewegungen des Handgelenks nachzuempfinden und in sieben Freiheitsgrade umzusetzen. Wie bereits erwähnt, entsteht für den Operateur ein größerer Bewegungsumfang, was ein präziseres Arbeiten mit den Instrumenten gestattet. Eine stabile Kameraführung, die durch den Konsolenchirurgen selbstständig durchgeführt wird, eine Tremor-Filtration, eine Skalierung des Bewegungsumfangs der Handbewegungen auf die Instrumente sowie eine gleichgerichtete Hand-Augen-Koordination begünstigen zusätzlich ein einfacheres, zielgerichtetes und fließendes Arbeiten im Vergleich zur herkömmlichen Video-assistierten Thorakoskopie [16]. Bedingt durch technische Fortschritte, die mit dem Robotersystem einhergehen, kann man behaupten, dass der Übergang von der konventionellen Thorakotomie zur Roboter-assistierten Thorakoskopie einfacher ist, als zu der Video-assistierten Thorakoskopie.

Analog zu den unterschiedlichen Techniken und Möglichkeiten der Portplatzierung bei der Video-assistierten Thorakoskopie bestehen auch bei der RATS verschiedene Möglichkeiten, um die Zugangswege zu platzieren. In Abhängigkeit vom entsprechenden Operateur unterscheiden sich die Anzahl der eingesetzten Roboterarme, das Anlegen eines Assistenten-Ports oder das Anwenden einer komplett portalen Technik.

Zur Therapie zentral gelegener Tumore werden vor allem Manschetten-Resektionen genutzt

Cerfolio und Bryant beschreiben 2013 ihre Erfahrungen mit der komplett portalen Vier-Arm-Technik (CPRL-4). Dabei wird an der Oberkante der 8. Rippe ein 5-mm-Port in der mittleren Axillarlinie angelegt, über den initial die Thoraxhöhle mit Hilfe einer VATS-Kamera inspiziert und im Verlauf Kohlenstoffdioxid in den Thorax insuffliert werden kann. Durch das Gas werden die Sicht in der Thoraxhöhle verbessert und das Diaphragma nach unten verlagert, so dass bei der weiteren Portplatzierung die Verletzungswahrscheinlichkeit abdominalen Organe geringer wird. Dieser initiale Port wird im Verlauf erweitert und für den Roboterarm 1 genutzt. An der posterioren Thoraxwand wird ebenfalls an der Oberkante der 8. Rippe der Port für den Roboterarm 3 platziert. Entlang der gleichen Rippe werden nun die Ports für den Roboterarm 2 und die Kamera geplant. Es ist es wichtig auf einen Mindestabstand von neun Zentimeter zu achten, so dass sich die Roboterarme während der Operation nicht gegenseitig behindern. Als letztes wird ein 15-mm-Access-Port (=Assistenten-Port) zwei oder drei Rippen unterhalb von Roboterarm 1 und der Kamera gelegt [3].

In Kürze Die RATS profiliert sich als alternatives Operationsverfahren in der endoskopischen Thoraxchirurgie. Ein großes Spektrum in der operativen Therapie pulmonaler und mediastinaler Läsionen kann mithilfe eines robotischen Systems abgedeckt werden. Die Ergebnisse die mit dem System erzielt werden, sind denen der offen-chirurgischen und Video-assistierten Verfahren ebenbürtig und teilweise überlegen, entsprechend dem jetzigen Wissenstand in der Literatur. Dennoch bleibt diese Operationstechnik aktuell nur großen Zentren vorenthalten, so dass das Pensum an Roboter-assistierten Eingriffen vergleichsweise gering ist. Die Hauptursache für die mangelnde Etablierung des Systems liegt in den hohen Kosten, die durch die Anschaffung und Unterhaltung entstehen. Auch in Zukunft werden technische Fortschritte die Roboter-assistierte Chirurgie weiter beeinflussen und eine Etablierung dieses Verfahrens maßgeblich mitbestimmen.

Zur Therapie zentral gelegener Tumore werden vor allem Manschetten-Resektionen genutzt. Diese Technik wird dabei zumeist über eine offene Thorakotomie angewandt; die Anzahl der publizierten Studien über minimalinvasive Manschetten-Resektionen ist gering. Dies ist insbesondere durch die langen und starren Instrumente sowie die eingeschränkte Einsehbarkeit auf das Operationsgebiet bei der Video-assistierten Thorakoskopie bedingt. Egberts et al. sehen in der Roboter-assistierten Thorakoskopie einen deutlichen Vorteil gegenüber der VATS bei der Manschetten-Resektion [6]. In ihrer Arbeit erläutern sie ihr Vorgehen mittels Vier-Arm-Technik und dem Anlegen eines Pneumothorax und beschreiben dabei, dass die RATS insbesondere bei der Rekonstruktion der Atemwege mit einem deutlichen Benefit gegenüber der VATS einhergeht. Auch Cerfolio erläutert 2016 sein operatives Vorgehen bei der Manschetten-Resektion und präsentiert die ersten Ergebnisse [4]. In insgesamt acht Fällen wurde dieses Verfahren angewandt. Dabei trat in einem Fall eine Konversion auf, aufgrund einer Verletzung des apikalen Segments der Pulmonalarterie, die zu einer Blutung führte. Sowohl die 30- als auch die 90-Tages-Mortalität lag bei null Prozent. In einem Fall trat für drei Stunden ein Vorhofflimmern auf. Im Verlauf erhielten die Patienten eine Bronchoskopie, in der sich weder signifikante Strikturen noch ein Tumor-Rezidiv in der Anastomose zeigten. ■■■

Literatur Das Literaturverzeichnis zum Beitrag finden Sie unter www.chirurgische-allgemeine.de

Priv.-Doz. Dr. med. Matthias Steinert
Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, Universitätsklinikum Jena
Am Klinikum 1, 07747 Jena
✉ Matthias.Steinert@med.uni-jena.de

Prof. Dr. med. Jan Hendrik Egberts
Klinik für Allgemeine-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
Arnold-Heller-Straße 3, 24105 Kiel

Fragen zum Artikel

Roboter-assistierte Thoraxchirurgie

1_Welche Bedeutung hat die Händigkeit des Konsolenchirurgen, also Links- oder Rechtshänder?

- I. Keine
- II. Wichtig
- III. Hat elementare Bedeutung für die Applikation des Systems.
- IV. Das ist ein Lernprozess.
- V. Der Roboter findet es heraus.

2_Seit wann wird über RATS-Prozeduren mit dem robotischen System berichtet?

- I. 2000
- II. 2002
- III. 2006
- IV. 2008
- V. 2010

3_Welche Technik nutzen Sie dabei (Drei-Arm oder Vier-Arm)?

- I. Systematisch nur Vier-Arm
- II. Wechselnd zwischen Drei-Arm und Vier-Arm
- III. Individuell
- IV. Klare Daten sprechen für Drei-Arm-Technik.
- V. Klare Daten gibt es für Vier-Arm-Technik (empfohlen).

4_Welche Roboter-Instrumente werden für einen RATS-Eingriff benötigt?

- I. Es gibt keine Festlegungen.
- II. Abhängig von der Händigkeit des Thoraxchirurgen.
- III. Abhängig vom Ausbilder.
- IV. Vorgabe der Industrie.
- V. Nach chirurgisch-robotischer Expertise des Konsolenchirurgen.

5_Wie ist die durchschnittliche aktuelle Andockzeit nach etwa 20 Eingriffen?

- I. 35 min
- II. 30 min
- III. 25 min
- IV. 20 min
- V. 15 min

6_Wie ist das RATS-Volumen/Eingriffe (insgesamt) eines ausgewogenen Roboter-Thoraxchirurgen zu definieren?

- I. 25
- II. 50
- III. 75
- IV. 100
- V. >100

7_Sind Erfahrungen im Bereich der VATS hinsichtlich dem tri-, duo- oder uniportalem Zugang hilfreich bei Start des Roboter-Programmes?

- I. Ja
- II. Nein
- III. Keine Vorteile definierbar.
- IV. Es sind unterschiedliche OP-Methoden.
- V. Keine Bedeutung.

8_Wie ist der In-flow bei Verwendung von CO₂ einzustellen?

- I. 1 l/min
- II. 2 l/min
- III. 3 l/min
- IV. 4 l/min
- V. 5 l/min

9_Ist das Startprogramm leichter mit einem Proktor zu realisieren?

- I. Kein Einfluss.
- II. Ein Proktor stört nur.
- III. Der Proktor übernimmt keine Aufgabe.
- IV. Mit einem Proktor generiert man sofort eigene Expertise.
- V. Hilft selten.

10_Gelang ein Wiedereinstieg nach einer längeren Unterbrechung des Roboter-Programms unproblematisch?

- I. Ja
- II. Nein
- III. Es wurde nicht festgestellt.
- IV. Keine klare Aussage.
- V. Indifferent

Unabhängigkeitserklärung der Autoren: Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen zu einer der Firmen, deren Namen oder Produkte in dem Artikel aufgeführt werden, oder zu einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Der Autor unterlag bei der Erstellung des Beitrages keinerlei Beeinflussung. Es lagen keine kommerziellen Aspekte bei der inhaltlichen Gestaltung zugrunde.

Die Antworten auf die aufgeführten Fragen können ausschließlich von Abonnenten der CHAZ und nur online über unsere Internetseite <http://cme.kaden-verlag.de> abgegeben werden. Der Einsendeschluss ist der 30.1.2020. Beachten Sie bitte, dass per Fax, Brief oder E-Mail eingesandte Antworten nicht berücksichtigt werden können.