

Chirurg 2016 · 87:635–642  
 DOI 10.1007/s00104-016-0239-5  
 Online publiziert: 2. August 2016  
 © Der/die Autor(en) 2016. Dieser Artikel ist eine Open-Access-Publikation.



### Video online

Die Online-Version dieses Beitrags (doi: [10.1007/s00104-016-0239-5](https://doi.org/10.1007/s00104-016-0239-5)) enthält ein Video zur roboterassistierten minimal-invasiven thorakolaparoskopischen Ösophagektomie.

Weltweit erhalten jährlich 482.300 Patienten die Diagnose Ösophaguskarzinom, 406.800 Patienten sterben an dieser Erkrankung [1]. Die Ösophagolympadenektomie ist der Eckpfeiler der multimodalen Therapie des lokal fortgeschrittenen Ösophaguskarzinoms [2, 3]. Die bevorzugte kurative Behandlung des Ösophaguskarzinoms ist die trans-thorakale Ösophagektomie mit 2-Feld-Lymphadenektomie und Rekonstruktion durch Magenhochzug [4]. Dieses Verfahren ermöglicht die En-bloc-Resektion des Ösophagus und eine ausgedehnte mediastinale Lymphadenektomie [5].

Die minimal-invasive Chirurgie wurde eingeführt, um das operative Trauma und die postoperative Morbidität zu reduzieren. Die minimal-invasive Ösophagektomie (MIE) hat gegenüber dem offenen Vorgehen einige Vorteile, darunter der geringere Blutverlust, die verminderte Morbidität und der verkürzte Krankenhausaufenthalt [6, 7]. Die konventionellen thorakolaparoskopischen Verfahren sind jedoch limitiert durch die 2-dimensionale Sicht, eine gestörte Auge-Hand-Koordination und eine eingeschränkte Bewegungsfreiheit. Diese technischen Limitationen können die Durchführbarkeit der MIE und ihre weltweite Etablierung beeinträchtigen [8–10].

R. van Hillegersberg · M. F. J. Seesing · H. J. F. Brenkman · J. P. Ruurda

Abteilung für Chirurgie, Universitätsmedizinisches Zentrum Utrecht, Utrecht, Niederlande

## Roboterassistierte minimal-invasive Ösophagektomie

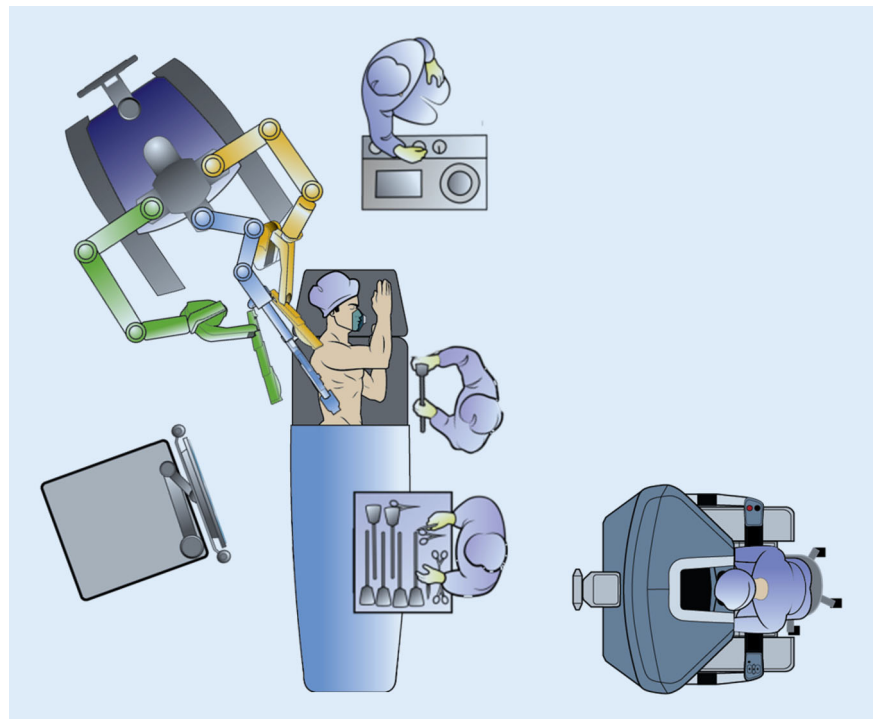
Im Jahr 2003 wurde am Universitätsmedizinischen Zentrum Utrecht (UMC Utrecht) in den Niederlanden der roboterassistierte thorakolaparoskopische Ansatz entwickelt [10]. Die roboterassistierte minimal-invasive Ösophagektomie (RAMIE) verringert die Limitationen der thorakoskopischen Ösophagektomie. Sie bietet eine stabile 3-dimensionale Sicht, Bilder in 10-facher Vergrößerung, eine wiederhergestellte Auge-Hand-Achse und eine exzellente Beweglichkeit durch Endowrist-Instrumente, deren Gelenke dem Handgelenk nachempfunden sind. Im vorliegenden Beitrag stellen wir unsere Technik vor, geben Anregungen zur erfolgreichen Implementierung, diskutieren aktuelle Entwicklungen und

beleuchten zukünftige Anwendungsgebiete der RAMIE.

### RAMIE am UMC Utrecht

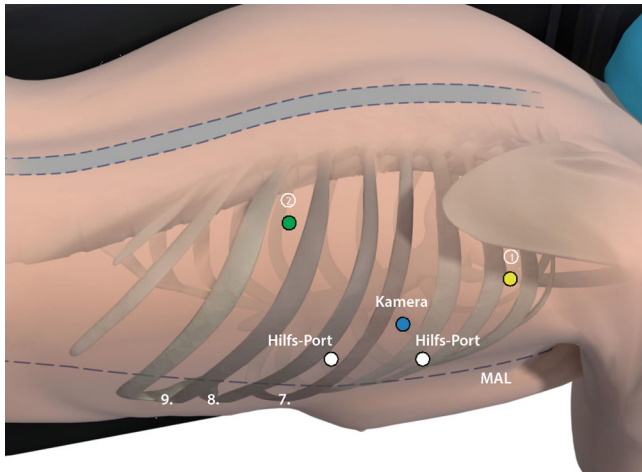
#### Vorbereitungen

Die Allgemeinanästhesie und thorakale Epiduralanästhesie werden in Kombination angewendet, um intra- und postoperativ eine ausreichende Analgesie zu gewährleisten. Im Rahmen unseres Programms zur Beschleunigung der Erholung nach Ösophagektomie haben wir kürzlich damit begonnen, die beidseitige Paravertebralblockade in Einzeldosis mit Sufentanil zu kombinieren. Mit diesem Vorgehen kann eine vergleichbare

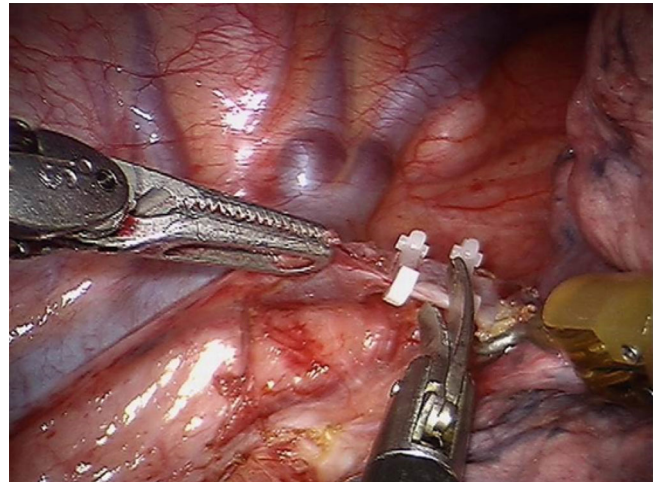


**Abb. 1** ▲ Positionierung der Geräte im Operationssaal (© 2014 Intuitive Surgical Inc., mit freundl. Genehmigung)

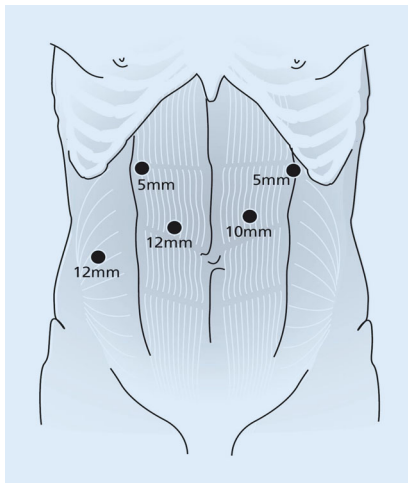
Die englische Version dieses Beitrags ist unter doi:[10.1007/s00104-016-0200-7](https://doi.org/10.1007/s00104-016-0200-7) erreichbar.



**Abb. 2** ▲ Trokarplatzierung in der thorakalen Phase. Roboterarm 1 (gelb) und 2 (grün), Kamera (blau) und 2 Hilfs-Ports (weiß). MAL Mittlere Axillarlinie. (© 2014 Intuitive Surgical Inc., mit freundl. Genehmigung)



**Abb. 3** ▲ Abklemmen und Durchtrennen der V. azygos (aus [30])



**Abb. 4** ▲ Platzierung der Trokare in der abdominalen Phase. (Aus [8], mit freundl. Genehmigung von John Wiley and Sons)

postoperative Analgesie erzielt und eine frühere Entlassung ermöglicht werden, während sich Nachteile einer Epiduralanästhesie wie Katheterfehllage und Hypotonie vermeiden lassen [11]. Der Patient wird mit einem linksseitigen Doppellumentubus intubiert und in Linksseitenlage positioniert, in 45°-Drehung zur Bauchlage. Das Robotersystem (da Vinci Si System, Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, Kalifornien) wird auf der dorsokraniellen Seite des Patienten platziert (Abb. 1). Drei Ports werden für das Robotersystem implantiert, zudem 2 Hilfs-Ports für den assistierenden Chirurgen (Abb. 2). Im Anschluss wird der rechte Lungenflügel entlüftet. Durch einen der

Hilfs-Ports wird CO<sub>2</sub> mit einem Druck von 6 mmHg eingeblasen, um die Lunge außerhalb des Operationsbereichs zu halten.

### Chirurgisches Verfahren

Das rechte Lig. pulmonale wird gespalten und die Pleura parietalis auf der anterioren Seite des Ösophagus vom Zwerchfell aufwärts bis auf Höhe des Bogens der V. azygos durchtrennt. Der Bogen der V. azygos wird mit Hem-o-lok-Clips für Robotersysteme (Teleflex Medical, Durham, North Carolina) ligiert und durchtrennt. Die Clips sind mit Endowrist-Gelenken ausgestattet, was eine genaue Positionierung erleichtert (Abb. 3). Um die Dissektion der rechtsseitigen paratrachealen Lymphknoten zu ermöglichen, wird die Durchtrennung der Pleura parietalis oberhalb des Bogens der V. azygos fortgesetzt. Der rechte N. vagus wird unterhalb der Carina durchtrennt, um seine pulmonalen Zweige zu erhalten [12, 13]. Die Dissektion der Pleura parietalis wird von kranial nach kaudal entlang der V. azygos auf der posterioren Seite des Ösophagus fortgeführt. Linksseitig paratracheal wird der linke N. recurrens identifiziert und sorgsam geschützt. Auf Höhe des Zwerchfells wird der Ductus thoracicus mit den Hem-o-lok-Clips für Robotersysteme abgeklemmt, um eine Leckage zu vermeiden. Auf dieser Höhe wird ein Penrose-Drain um den Ösophagus gelegt, was dessen Streckung und Mobi-

lisierung erleichtert. Daraufhin wird der Ösophagus vom Zwerchfell hinauf bis zur Apertura thoracis superior en bloc mit den umgebenden mediastinalen und subcarinalen Lymphknoten und dem Ductus thoracicus reseziert. Die aortoösophagealen Arterien werden identifiziert und abgeklemmt.

Für die abdominale Phase wird der Patient in Rückenlage gebracht. Nachdem 5 Trokare gesetzt wurden (Abb. 4), wird das Lig. hepatogastricum geöffnet. Das Omentum minus wird bis zum linken Schenkel des Zwerchfells durchtrennt. Daraufhin wird die Curvatura major gastricae mit einem Harmonic Ace (Ethicon, Cincinnati, Ohio) durchtrennt. Es wird eine abdominale Lymphadenektomie durchgeführt. Diese umfasst die Lymphknoten um den Truncus coeliacus, entlang der A. gastrica sinistra und A. lienalis sowie am Omentum minus. Die A. gastrica sinistra wird mit Hem-o-lok ligiert und an ihrem Ursprung durchtrennt.

Die zervikale Phase der Ösophagektomie beginnt mit einer linksseitigen vertikalen Inzision entlang des M. sternocleidomastoideus. Diese dient der leichteren Mobilisation des zervikalen Ösophagus. Eine regelhafte zervikale Lymphadenektomie erfolgt nicht. Nach Durchtrennung des zervikalen Ösophagus wird ein Faden daran angebunden. Unter laparoskopischer Sichtkontrolle wird der abgelöste Ösophagus mit den umgebenden Lymphknoten en bloc

durch das Mediastinum nach unten gezogen. Daraufhin erfolgt eine Weitung des linken paraumbilikalischen Trokarports zu einem 5–7 cm langen transversalen Einschnitt. Das Resektionspräparat wird durch diesen Einschnitt mit einer Inzisionsfolie (3M, St. Paul, Minnesota) herausgeholt, damit außerhalb des Körpers der Magenschlauch hergestellt werden kann. Unter Einsatz eines Linearstaplers (GIATM 80, 3,8 mm; Medtronic, Minneapolis, Minnesota) wird ein 4 cm breiter Magenschlauch angefertigt, der routinemäßig mit einer einschichtigen, fortlaufenden 3/0-Polydioxanon-Naht übernäht wird. Mithilfe einer Plastikröhre (laparoskopische Kameralhülle) wird der Schlauch entlang des ursprünglichen anatomischen Ösophagustrakts durch das Mediastinum nach oben gezogen. Zwischen Magenschlauch und zervikalem Ösophagus wird mit einer einschichtigen, fortlaufenden 3/0-Polydioxanon-Naht eine zervikale handgenähte End-zu-Seit-Anastomose hergestellt. Für die postoperative Ernährung wird eine Jejunostomie durchgeführt. Die Ernährungssonde wird in der zweiten Schlinge hinter dem Treitz-Ligament platziert. Das Abdomen wird schichtweise mit PDS-Schleifen für die Faszie geschlossen, die Haut intrakutan mit Monocryl.

### Mit RAMIE die Möglichkeiten der Ösophagektomie ausreizen

Seit Einführung der RAMIE konnten wir viel Erfahrung mit der Anwendung des da-Vinci-Roboters sammeln. In über 300 Fällen kam er zum Einsatz. Nach einer Lernkurve von 120 Fällen war ein Plateau mit konstantem Leistungsniveau erreicht. Unter Ausreizung des vollen Potenzials von da Vinci prüfen wir derzeit neue Indikationen bei Patienten, die im Hinblick auf die konventionelle Chirurgie als inoperabel eingestuft wurden.

Bis vor Kurzem galten Patienten mit cT4b-Tumoren als inoperabel. Die Leitlinien empfehlen die definitive Chemoradiotherapie als Behandlung der Wahl [14]. Der cT4-Status ist jedoch ein negativer Prädiktor der lokoregionalen Tumorkontrolle [15]. Die definitive

Chirurg 2016 · 87:635–642 DOI 10.1007/s00104-016-0239-5  
© Der/die Autor(en) 2016. Dieser Artikel ist eine Open-Access-Publikation.

R. van Hillegersberg · M. F. J. Seesing · H. J. F. Brenkman · J. P. Ruurda

## Roboterassistierte minimal-invasive Ösophagektomie

### Zusammenfassung

Die Ösophagolymphadenektomie ist der Eckpfeiler der multimodalen Behandlung des resektablen Ösophaguskarzinoms. Der chirurgische Zugang erfolgt bevorzugt transthorakal, mit 2-Feld-Lymphadenektomie und Rekonstruktion durch Magenhochzug. Für einen minimal-invasiven Ansatz wurde gezeigt, dass er die postoperativen Komplikationen reduziert und die Lebensqualität erhöht. Die roboterassistierte minimal-invasive Ösophagektomie (RAMIE) wurde mit dem Ziel entwickelt, dieses komplexe thorakoskopische Verfahren zu erleichtern.

Die Sicherheit der RAMIE ist belegt, die onkologischen Ergebnisse sind gut, die Morbidität wird verringert. Die Anwendung eröffnet neue Indikationen für die kurative chirurgische Behandlung von Patienten mit T4b-Tumoren, Tumoren im oberen Mediastinum und Lymphknotenmetastasen nach neoadjuvanter Therapie.

### Schlüsselwörter

Ösophaguskarzinom · Ösophagektomie · Multimodale Therapie · Chirurgie, roboterassistiert · Thorakoskopie

## Robot-assisted minimally invasive esophagectomy. German version

### Abstract

Esophagolymphadenectomy is the cornerstone of multimodality treatment for resectable esophageal cancer. The preferred surgical approach is transthoracic, with a two-field lymph node dissection and gastric conduit reconstruction. A minimally invasive approach has been shown to reduce postoperative complications and increase quality of life. Robot-assisted minimally invasive esophagectomy (RAMIE) was developed to facilitate this complex thoracoscopic procedure. RAMIE has been

shown to be safe with good oncologic results and reduced morbidity. The use of RAMIE opens new indications for curative surgery in patients with T4b tumors, high mediastinal tumors, and lymph node metastases after neoadjuvant treatment.

### Keywords

Esophageal cancer · Esophagectomy · Multimodal treatment · Surgery, robot-assisted · Thoracoscopy

Chemoradiotherapie ist mit einer hohen Rate an Ösophagusstenosen und -perforationen assoziiert. Letztere ereignen sich bei 25 % der Patienten und führen meist zum Tod. Darüber hinaus sind die funktionellen Ergebnisse schlecht, die Rezidivrate ist mit bis zu 41 % der Fälle hoch [15, 16]. Aus diesen Gründen haben wir begonnen, bei Patienten mit cT4b-Ösophagustumoren nach Langzeit-Chemoradiotherapie eine Salvage-Operation mit RAMIE durchzuführen. Die Patienten werden einem Restaging mit Positronenemissionstomographie-Computertomographie und endobronchialen Ultraschall unterzogen, um die aktuelle Situation beurteilen zu können. Für die Salvage-Operation werden sie ausgewählt, wenn die tracheale Infiltration zurückgegangen ist (Abb. 5).

Das vergrößerte 3-dimensionale Bild ermöglicht eine sehr präzise Dissektion des bestrahlten Tumorgewebes von Trachea, Bronchien und Aorta. Dank der Präzision wird die Dissektion in heruntergestuften T4b-Tumoren realisierbar. Bisher haben wir 10 Patienten mit dieser Strategie behandelt, wobei sich in 90 % der Fälle radikale Resektionen ergaben (unveröffentlichte Daten). Wir warten die langfristigen onkologischen und funktionellen Ergebnisse dieses Ansatzes ab, bevor er für alle Patienten empfohlen werden kann.

Darüber hinaus sind das obere Mediastinum und die Apertura thoracis mit exzellenter 3-dimensionaler Sicht und vergrößertem Bild des Operationsbereichs erreichbar (Abb. 6; [17]). So konnten wir bei 28 von 29 Patienten (97 %) mit Tu-

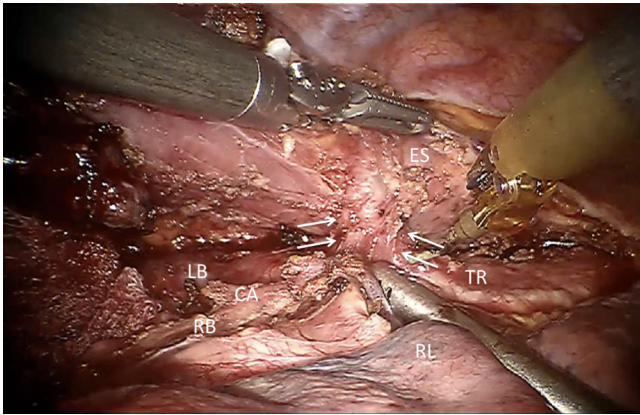
Hier steht eine Anzeige.



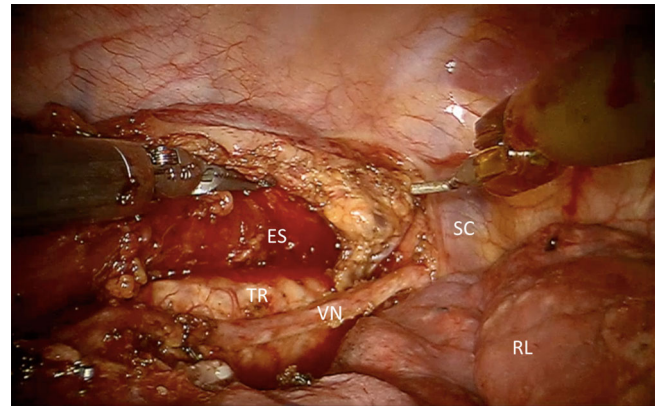
Hier steht eine Anzeige.







**Abb. 5** ▲ T4b-Ösophagustumoren mit Beteiligung der Trachea. CA Carina, ES Ösophagus, LB linker Bronchus, RB rechter Bronchus, RL rechter Lungenflügel, TR Trachea



**Abb. 6** ▲ Oberes Mediastinum. ES Ösophagus, RL rechter Lungenflügel, SC A. subclavia, TR Trachea, VN N. vagus

moren im oberen Ösophagus und paratrachealer Lymphknotenbeteiligung eine R0-Resektion erzielen (unveröffentlichte Daten).

Zu den Zukunftsperspektiven zählt die Nutzung der Roboterplattform für die bildgeführte Chirurgie und Fluoreszenzdiagnostik von Lymphknoten und Tumorrändern. Die Einbindung optischer Bildgebungsmodalitäten, mit denen sich speziell die relevanten Bereiche visualisieren lassen, könnte die Komplikationsrate senken und die chirurgische Genauigkeit der Lymphadenektomie erhöhen [18].

Eine weitere Anwendung der Bildgebung mit intravaskulären Fluoreszenzfarbstoffen ist die intraoperative Beurteilung der Vaskularisation des Magenschlauchs. Diese könnte den Weg zur geeignetsten Stelle für die Anastomose weisen und so zur Reduktion von Anastomoseninsuffizienzen beitragen [19].

### Chirurgisches Schulungsprogramm

Wir haben ein strukturiertes Schulungsprogramm entwickelt, mit dem Spezialisten für Ösophaguschirurgie innerhalb von 20 Fällen durch die Lernkurve geführt werden können. Teilnehmende Chirurgen sollten grundlegende minimal-invasive Fertigkeiten besitzen und über Kenntnisse in Ösophaguschirurgie verfügen. Das Programm beginnt mit 3 Fallbeobachtungen in einem spezialisierten RAMIE-Zentrum, gefolgt

von einem Grundkurs in der Roboterhandhabung und einem Übungskurs an Leichen. Daraufhin steht der Ausbilder dem Chirurgen während der ersten 3–10 Fälle zur Seite und prüft seine Fertigkeiten nach den ersten 20 Fällen.

Optimale Leistungen bei der Durchführung technisch komplexer Prozeduren erfordern ein engagiertes Team [20]. Daher sollten mindestens 2 motivierte Chirurgen, ein motivierter Anästhesist und eine Operationspflegekraft am Programm teilnehmen. Eine ausreichende Zahl an Eingriffen (>20 pro Jahr) und ein garantierter Zugang zu einem Robotersystem sind von entscheidender Bedeutung [21, 22].

In der Urologie hat sich die intensive Beaufsichtigung als wesentlicher Baustein einer erfolgreichen Implementierung der roboterassistierten radikalen Prostatektomie erwiesen. Dieses Verfahren ist mit der RAMIE vergleichbar [23].

### Diskussion

Die RAMIE bietet eine 3-dimensionale und vergrößerte chirurgische Sicht, kombiniert mit einer hochgradigen Bewegungsfreiheit der mit Gelenken versehenen Instrumente. Das vereinfacht eine sorgfältige Dissektion vom Zwerchfell bis zur Apertura thoracis superior. Wertvoll sind diese technischen Eigenschaften insbesondere im Bereich des Thorax, wo der Ösophagus von empfindlichen und lebenswichtigen Strukturen wie der Tra-

chea, den Lungenvenen, der Aorta und den Nn. recurrentes umgeben ist. Darüber hinaus ermöglicht die Technik die Prüfung der Salvage-Chirurgie bei Patienten mit zuvor inoperablen T4b-Tumoren sowie Tumoren im oberen Mediastinum.

Die Unterstützung durch einen Roboter kann auch eine intrathorakale Anastomosierung erleichtern [24]. Bis vor Kurzem haben wir eine 3-phasige Ösophagektomie nach dem McKeown-Verfahren mit einer von Hand genähten ösophagogastralen Anastomose auf der linken Seite des Halses praktiziert, wie zuvor beschrieben. Die Inzidenz von Anastomoseninsuffizienzen nach zervikaler Ösophagogastrostomie bleibt jedoch mit 10–30 % relativ hoch. Über die Hälfte der Patienten mit zervikaler Anastomoseninsuffizienz ist von einer intrathorakalen Manifestation betroffen [25, 26]. Laut Berichten ist die Inzidenz der Leckagen bei intrathorakaler Anastomose niedriger [27]. Daher haben wir begonnen, bei distalen Ösophagustumoren ein 2-phasiges Verfahren nach Ivor Lewis mit einer robotergestützten, von Hand genähten intrathorakalen Anastomose anzuwenden. Die Herstellung einer intrathorakalen Anastomose im Rahmen der konventionellen Thorakoskopie ist technisch anspruchsvoll. Werden die Instrumente in der Apertura thoracis superior verwendet, müssen sie tief in den Thorax geschoben werden. Das ist wegen des Drehpunkteffekts an den Rippen mit Schwierigkeiten

bei der Handhabung verbunden [28]. Der Roboter beseitigt diese Probleme durch die intrakorporalen Endowrist-Instrumente, die Tremorfilterung und die 3-dimensionale Sicht auf den Operationsbereich. Unserer Meinung nach trägt der Roboter daher zum Erreichen einer intrathorakalen Anastomose von hoher Qualität bei. Nach unseren ersten Erfahrungen ist das Roboterverfahren mit Handnaht verlässlich und lässt sich gut beherrschen. Bevor Erfolgsraten und Langzeitergebnisse publiziert werden können, muss eine größere Zahl an Patienten mit dieser Technik behandelt werden.

Bislang haben wir für den abdominalen Teil unserer Prozedur einen laparoskopischen Zugang gewählt, da das da Vinci Si Surgical System (Intuitive Surgical Inc.) nicht für die Durchführung einer Multiquadrantenchirurgie konzipiert ist. Im neuen da Vinci Xi Surgical System (Intuitive Surgical Inc.) sind die vier Arme an einer Aufhängung über Kopf angebracht und ermöglichen so die Multiquadrantenchirurgie, ohne dass das System neu angedockt werden müsste. Ergebnisse der robotergestützten abdominalen Phase sind in naher Zukunft zu erwarten.

## Fazit

**Zusammenfassend eignet sich die roboterassistierte minimal-invasive Ösophagektomie mit 2-Feld-Lymphadenektomie hervorragend für die Dissektion des Ösophagus vom Mediastinum mit radikaler Lymphadenektomie. Darüber hinaus könnte das Verfahren neue kurative Optionen bei Patienten bieten, die im Hinblick auf die konventionelle Chirurgie als inoperabel gelten. Die Unterstützung durch einen Roboter reduziert die Einschränkungen der MIE und bewahrt zugleich deren Vorteile gegenüber der offenen Ösophagektomie. Daher haben wir eine randomisierte, kontrollierte Studie eingeleitet, in der die roboterassistierte mit der offenen 3-Phasen-Ösophagektomie verglichen wird, um den Mehrwert der RAMIE gegenüber der offenen Ösophagektomie zu bestimmen [29]. Mit Kurzzeitergeb-**

**nissen ist noch im Laufe dieses Jahres zu rechnen.**

## Korrespondenzadresse

**R. van Hillegersberg, MD, PhD**

Abteilung für Chirurgie, Universitätsmedizinisches Zentrum Utrecht  
Heidelberglaan 100, 3508 GA Utrecht,  
Niederlande  
r.vanhillegersberg@umcutrecht.nl

Open access funding provided by University Medical Center Utrecht.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** R. van Hillegersberg, M.F.J. See-sing, H.J.F. Brenkman und J.P. Ruurda geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) 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.

## Literatur

1. Jemal A, Bray F, Center MM, Ferlay J, Ward E, Forman D (2011) Global cancer statistics. *CA Cancer J Clin* 61(2):69–90
2. Omloo JM, Lagarde SM, Hulscher JB, Reitsma JB, Fockens P, Dekken H van et al (2007) Extended transthoracic resection compared with limited transhiatal resection for adenocarcinoma of the mid/distal esophagus: five-year survival of a randomized clinical trial. *Ann Surg* 246(6):992–1000 (discussion 1000–1001)
3. Burmeister BH, Smithers BM, Gebisi V, Fitzgerald L, Simes RJ, Devitt P et al (2005) Surgery alone versus chemoradiotherapy followed by surgery for resectable cancer of the oesophagus: a randomised controlled phase III trial. *Lancet Oncol* 6(9):659–668
4. Haverkamp L, Seising MFJ, Ruurda JP, Boone J, Hillegersberg R van (2016) Worldwide trends in surgical techniques in the treatment of esophageal and gastroesophageal junction cancer. *Dis Esophagus* doi:10.1111/dote.12480
5. Hulscher JB, Sandick JW van, Boer AG de, Wijnhoven BP, Tijssen JG, Fockens P et al (2002) Extended transthoracic resection compared with limited transhiatal resection for adenocarcinoma of the esophagus. *N Engl J Med* 347(21):1662–1669
6. Biere SS, Maas KW, Bonavina L, Garcia JR, Berge Henegouwen MI van, Rosman C et al (2011) Traditional invasive vs. minimally invasive esophagectomy: a multi-center, randomized trial (TIME-trial). *BMC Surg* 11:2
7. Verhage RJ, Hazebroek EJ, Boone J, Van Hillegersberg R (2009) Minimally invasive surgery compared to open procedures in esophagectomy for cancer: a systematic review of the literature. *Minerva Chir* 64(2):135–146
8. Ruurda JP, Sluis PC van der, Horst S van der, Hillegersberg R van (2015) Robot-assisted minimally invasive esophagectomy for esophageal cancer: A systematic review. *J Surg Oncol* 112(3):257–265
9. Camarillo DB, Krummel TM, Salisbury JK Jr (2004) Robotic technology in surgery: past, present, and future. *Am J Surg* 188(4A Suppl):2S–15S
10. Hillegersberg R van, Boone J, Draaisma WA, Broeders IA, Giezeman MJ, Borel Rinkes IH (2006) First experience with robot-assisted thoracoscopic esophagolymphadenectomy for esophageal cancer. *Surg Endosc* 20(9):1435–1439
11. Zhang W, Fang C, Li J, Geng QT, Wang S, Kang F et al (2014) Single-dose, bilateral paravertebral block plus intravenous sufentanil analgesia in patients with esophageal cancer undergoing combined thoracoscopic-laparoscopic esophagectomy: a safe and effective alternative. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 28(4):966–972
12. Weijs TJ, Ruurda JP, Luyer MD, Nieuwenhuijzen GA, Hillegersberg R van, Bleys RL (2015) Topography and extent of pulmonary vagus nerve supply with respect to transthoracic oesophagectomy. *J Anat* 227(4):431–439
13. Weijs TJ, Ruurda JP, Luyer MD, Nieuwenhuijzen GA, Horst S van der, Bleys RL et al (2015) Preserving the pulmonary vagus nerve branches during thoracoscopic esophagectomy. *Surg Endosc* doi:10.1007/s00464-015-4683-y
14. Ajani JA, D'Amico TA, Almhanna K, Brentn DJ, Besh S, Chao J et al (2015) Esophageal and esophagogastric junction cancers, version 1.2015. *J Natl Compr Canc Netw* 13(2):194–227
15. Versteijne E, Laarhoven HW van, Hooft JE van, Os RM van, Geijsen ED, Berge Henegouwen MI van et al (2015) Definitive chemoradiation for patients with inoperable and/or unresectable esophageal cancer: locoregional recurrence pattern. *Dis Esophagus* 28(5):453–459
16. Gika E, Gauler T, Eberhardt W, Stahl M, Stuschke M, Pöttgen CI (2014) Long-term results of definitive radiochemotherapy in locally advanced cancers of the cervical esophagus. *Dis Esophagus* 27(7):678–684
17. Suda K, Ishida Y, Kawamura Y, Inaba K, Kanaya S, Teramukai S et al (2012) Robot-assisted thoracoscopic lymphadenectomy along the left recurrent laryngeal nerve for esophageal squamous cell carcinoma in the prone position: technical report and short-term outcomes. *World J Surg* 36(7):1608–1616
18. Poel HG van der, Buckle T, Brouwer OR, Valdes Olmos RA, Leeuwen FW van (2011) Intraoperative laparoscopic fluorescence guidance to the sentinel lymph node in prostate cancer patients: clinical proof of concept of an integrated functional imaging approach using a multimodal tracer. *Eur Urol* 60(4):826–833
19. Zehetner J, DeMeester SR, Alicuben ET, Oh DS, Lipham JC, Hagen JA et al (2015) Intraoperative assessment of perfusion of the gastric graft and correlation with anastomotic leaks after esophagectomy. *Ann Surg* 262(1):74–78
20. McCulloch P, Morgan L, New S, Catchpole K, Robertson E, Hadi M et al (2015) Combining systems and teamwork approaches to enhance the

effectiveness of safety improvement interventions in surgery: the safer delivery of surgical services (S3) program. Ann Surg 20mk Dec 22 [Epub ahead of print]. doi:10.1097/SLA.0000000000001589

21. Good DW, Stewart GD, Laird A, Stolzenburg JU, Cahill D, McNeill SA (2015) A critical analysis of the learning curve and postlearning curve outcomes of two experience- and volume-matched surgeons for laparoscopic and robot-assisted radical prostatectomy. J Endourol 29(8):939–947
22. Brüsselaers N, Mattsson F, Lagergren J (2014) Hospital and surgeon volume in relation to long-term survival after oesophagectomy: systematic review and meta-analysis. Gut 63(9):1393–1400
23. Zorn KC, Gautam G, Shalhav AL, Clayman RV, Ahlering TE, Albala DM et al (2009) Training, credentialing, proctoring and medicolegal risks of robotic urological surgery: recommendations of the society of urologic robotic surgeons. J Urol 182(3):1126–1132
24. Cerfolio RJ, Bryant AS, Hawn MT (2013) Technical aspects and early results of robotic esophagectomy with chest anastomosis. J Thorac Cardiovasc Surg 145(1):90–96
25. Hagen P van, Hulshof MC, Lanschoot JJ van, Steyerberg EW, Berge Henegouwen MI van, Wijnhoven BP et al (2012) Preoperative chemoradiotherapy for esophageal or junctional cancer. N Engl J Med 366(22):2074–2084
26. Rossum PS van, Haverkamp L, Carvello M, Ruurda JP, Hillegersberg R van (2016) Management and outcome of cervical versus intrathoracic manifestation of cervical anastomotic leakage after transthoracic esophagectomy for cancer. Dis Esophagus doi:10.1111/dote.12472
27. Biere SS, Maas KW, Cuesta MA, Peet DL van der (2011) Cervical or thoracic anastomosis after esophagectomy for cancer: a systematic review and meta-analysis. Dig Surg 28(1):29–35
28. Ruurda JP, Draaisma WA, Hillegersberg R van, Borel Rinkes IH, Gooszen HG, Janssen LW et al (2005) Robot-assisted endoscopic surgery: a four-year single-center experience. Dig Surg 22(5):313–320
29. Sluis PC van der, Ruurda JP, Horst S van der, Verhage RJ, Besselink MG, Prins MJ et al (2012) Robot-assisted minimally invasive thoraco-laparoscopic esophagectomy versus open transthoracic esophagectomy for resectable esophageal cancer, a randomized controlled trial (ROBOT trial). Trials 13:230
30. Hillegersberg R van (2015) Esophagectomy for cancer. In: Spinoglio G (Hrsg) Robotic surgery. Current applications and new trends. Springer, Mailand

## Hodenschmerzen sind bei Jungen immer ein Notfall

### Gefahr der Zeugungsunfähigkeit

Eltern sollten plötzliche und starke Hodenschmerzen ihres Kindes immer ernst nehmen und schnellstmöglich einen Kinderchirurgen oder Kinderurologen aufsuchen. Denn in etwa einem Fünftel der Fälle liegt eine „Hodendrehung“ vor, die innerhalb weniger Stunden operiert werden sollte. Zu dieser Empfehlung kommt die neue Leitlinie „Akutes Skrotum“, die unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH) entstanden ist. Der Grund: Bei einer Hodentorsion ist die Blutzirkulation über die versorgenden Gefäße gestört. Nicht rechtzeitig behandelt, kann dies bereits nach sechs bis acht Stunden zum Absterben von Hodengewebe führen. Dauerhaft verminderte Fruchtbarkeit und ein äußerlich beeinträchtigtes Genital sind dann die Folge.

Dreht sich der Hoden mit dem Nebenhoden um den Samenstrang, wird die Blutversorgung des betroffenen Hodens vermindert, was zu plötzlichen, starken Schmerzen, Schwellung und Rötung eines, seltener beider Hodenfächer führen kann. Ist die Blutzufuhr komplett unterbrochen, sterben die spermienbildenden Zellen nach spätestens sechs bis acht Stunden ab. Die hormonproduzierenden Leydig-Zellen gehen nach etwa zwölf Stunden zugrunde – es droht der Verlust des Hodens.

Hodentorsionen können in jedem Lebensalter auftreten. Ursache sind oft besonders locker befestigte und damit im Hodenfach sehr bewegliche Hoden. Aber auch Kinder mit einem verspäteten, also nicht bis zur Geburt erfolgten Abstieg eines oder beider Hoden in den Hodensack haben ein bis zu zehnfach erhöhtes Torsionsrisiko. „Im Kindes- und Jugendalter gibt es jedoch Besonderheiten gegenüber Erwachsenen, die Diagnose und Therapie erschweren“, erklärt Professor Dr. Christian Lorenz, Direktor der Klinik für Kinderchirurgie und Kinderurologie am Klinikum Bremen-Mitte, der die Erstellung der Leitlinie koordiniert hat. Dies hängt auch mit den zwei Altersgipfeln der Hodendrehung bei jungen Patienten zusammen: Neben einem kleineren Häufigkeitsgipfel für die Hodentorsion im ersten Lebensjahr sind vor allem Knaben zwi-

schen dem 12. und 18. Geburtstag mit etwa 65 Prozent aller Ereignisse betroffen. Das Risiko zu erkranken, liegt hier bei 1:4000. Während sich die sehr kleinen Patienten noch nicht präzise äußern können, tun betroffene Jungen dies in der Pubertät oft aus Scham nicht – oder zu spät, schildert Lorenz die Problematik. „Dies kann dazu führen, dass die Drehung oft schon Stunden zurück liegt, bis wir die Patienten sehen, und die Prognose für den Hoden trotz zügig eingeleiteter Operation entsprechend schlecht ist.“ Deshalb sei ein akutes Skrotum immer ein Notfall mit höchster Dringlichkeit. Für die Diagnose ist eine gründliche Untersuchung des gesamten Genitals und seiner Umgebung entscheidend. Diese sollte immer auch eine Ultraschalluntersuchung einschließlich des Farbdopplers beinhalten. Zudem gilt es, weitere infrage kommende Erkrankungen mit ähnlichen Symptomen auszuschließen, etwa eine Torsion von Anhangsgebilden an Hoden oder Nebenhoden, Hodenentzündungen oder Hodentumore.

Der Begriff „Akutes Skrotum“ gilt als Überbegriff und Leitdiagnose bis zur Sicherung der genauen Ursache für die Beschwerden. „Besteht trotz zeitgerechter Ausschöpfung aller Untersuchungstechniken der geringste Zweifel an einer ausreichenden Durchblutung des betroffenen Hodens, ist eine notfallmäßige operative Eröffnung des betroffenen Hodenfaches mit Inspektion des Hodens und adäquater Therapie die zwingend gebotene Maßnahme“, so Professor Dr. Bernd Tillig, Präsident der DGKCH. Bei der Operation wird der betroffene Hoden in seine ursprüngliche Lage zurück gedreht, sodass die Durchblutung wieder möglich ist und der Hoden erhalten werden kann. Auch wird er mit zwei bis drei Nähten gesondert im Hodenfach befestigt (Orchidopexie). Die neue Leitlinie empfiehlt die Orchidopexie auch für den bislang unauffälligen Hoden auf der Gegenseite, um so einer möglichen Torsion vorzubeugen. Weitere Informationen: Leitlinie Akutes Skrotum im Kindes- und Jugendalter, <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/006-023.html>

**Quelle: Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie e.V. (DGKCH), [www.dgkch.de](http://www.dgkch.de)**