

Chirurg 2018 · 89:612–620  
<https://doi.org/10.1007/s00104-018-0629-y>  
 Online publiziert: 27. März 2018  
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von  
 Springer Nature 2018



J. H. Beckmann<sup>1</sup> · H. Aselmann<sup>1</sup> · J. H. Egberts<sup>1</sup> · A. Bernsmeier<sup>1</sup> · M. Laudes<sup>2</sup> ·  
 T. Becker<sup>1</sup> · C. Schafmayer<sup>1</sup> · M. Ahrens<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Allgemeine, Viszeral-, Transplantations-, Thorax- und Kinderchirurgie, Universitätsklinikum  
 Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, Deutschland

<sup>2</sup> Klinik für Innere Medizin I, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, Deutschland

# Roboterassistierter vs. laparoskopischer Magenbypass

## Erste Erfahrungen mit dem DaVinci-System in der bariatrischen Chirurgie

### Einleitung

Der proximale Magenbypass ist der am häufigsten durchgeführte bariatrische Eingriff und gilt als Standardtherapie der morbiditen Adipositas [7]. Routinemäßig wird dieser Eingriff laparoskopisch durchgeführt und ist damit dem offenen Vorgehen klar überlegen [19]. Nachdem 1998 erstmals eine bariatrische Operation mithilfe eines Operationsroboters durchgeführt wurde [8], bot sich das System auch zur Durchführung einer ersten Magenbypassoperation an [14]. Seither hat die Technik international zunehmende Verbreitung gefunden, dennoch ist der Stellenwert in Bezug auf Komplikationen und Kosteneffizienz nicht gesichert [6, 15]. Verschiedene nationale Adipositaszentren haben bereits erste Erfahrungen gesammelt. Die Programme wurden meist aufgrund der hohen Kosten und nicht erkennbarer Vorteile wieder eingestellt.

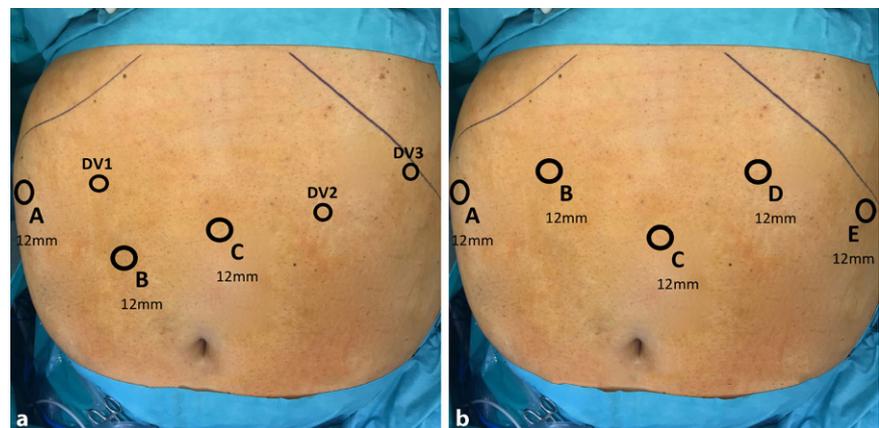
Technische Vorteile wie die intuitive Bedienbarkeit, höhere Freiheitsgrade durch abwinkelbare Instrumente, zitterfreie Übersetzung und die 3D-HD-Sicht versprechen eine präzise chirurgische Arbeit [12]. Die Rückstellkräfte insbesondere adipöser Bauchdecken werden durch den Roboter neutralisiert. Die Steuerung ist intuitiv, aber komplex und erfordert eine strukturierte Ausbildung an der Konsole. Dazu stehen Simulationsmöglichkeiten und eingriffsspezifi-

sche Schulungen zur Verfügung. Ob sich die technischen Vorteile in den operativen Ergebnissen bezüglich postoperativer Komplikationen widerspiegeln, wird kontrovers diskutiert. Verschiedene Arbeiten zeigen, dass der Einsatz des Operationsroboters beim Magenbypass sicher und effizient ist, allerdings eine längere Operationszeit und höhere Kosten mit sich bringt [1, 17]. Weitere Autoren berichten über niedrigere Komplikationsraten, weniger Reoperationen und eine schnellere Lernkurve [6, 13, 16]. Allerdings gibt es auch kritische Stimmen, die von einer höheren Komplikationsrate berichten [5]. Zusammenfassend bestätigen aktuelle Metaanalysen eine geringere

Inzidenz von Komplikationen in der Roboter-Gruppe bei längerer Operationszeit und höheren Kosten, weisen aber gleichsam auf die relativ niedrige Qualität der Studien und das Fehlen großer randomisiert kontrollierter Studien hin [10, 15].

### Etablierung des DaVinci-Operationsrobotersystems in der bariatrischen Chirurgie

Das DaVinci-Si-System (Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA, USA) steht unserer Klinik seit 2013 zur Verfügung. Nach Etablierung des Operationsroboters in der kolorektalen, hepatobiliären



**Abb. 1** ▲ Trokarplatzierung bei roboterassistierter Magenbypassoperation (a) und herkömmlicher Laparoskopie (b). Roboterassistiert verwenden wir drei 12-mm-Trokare (A Leberretraktor, B Assist-Trokar, C Optik) und drei 8-mm-DaVinci-Trokare (DV1–3). Laparoskopisch verwenden wir fünf 12-mm-Trokare (A Leberretraktor, C Optik, B + D Operateur, E Assistent). Gesamtdurchmesser jeweils 60 mm

**Tab. 1** Kohortenvergleich: roboterassistierter vs. laparoskopischer proximaler Roux-Y-Magenbypass

Anzahl	DaVinci Si prox. RYGB		Lap. prox. RYGB		Signifikanz
	16		29		
Geschlecht	m	12	m	24	0,53
	w	4	w	5	
Alter (Jahre)	42,1 ± 12,3		42,9 ± 10,7		0,82
Gewicht (kg)	136,2 ± 17,2		142,3 ± 17,5		0,27
BMI	46,4 ± 5,4		48,5 ± 4,8		0,18
ASA	I	0	I	2	0,30
	II	13	II	25	
	III	3	III	2	
EOSS	I	4	I	4	0,19
	II	4	II	17	
	III	7	III	7	
	IV	1	IV	1	
Hb präoperativ (g/dl)	14,3 ± 1,2		14,3 ± 1,0		0,82
Leukozyten präoperativ (x10 <sup>9</sup> /l)	8,4 ± 2,5		7,9 ± 2,0		0,51
CRP präoperativ (mg/l)	9,9 ± 9,7		11,0 ± 9,9		0,70

Dargestellt sind Mittelwerte ± Standardabweichung für stetige Variablen sowie Häufigkeitsangaben für kategoriale Variablen; *p*-Werte wurden mittels 2-seitigem T-Tests oder  $\chi^2$ -Test ermittelt, ein *p*-Wert < 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet

ASA American Society of Anesthesiologists, BMI Body-Mass-Index, CRP C-reaktives Protein, EOSS Edmonton-Obesity-Staging-System, Hb Hämoglobin, RYGB Roux-Y-Magenbypass

**Tab. 2** Postoperative Komplikationen nach Magenbypass aufgeteilt nach Clavien-Dindo-Klassifikation [9]

Operation	Technik	0	1	2	3a	3b	4a	4b	5	n
Proximaler Magenbypass	DaVinci Si	16	-	-	-	-	-	-	-	16
Omega-loop-Bypass	DaVinci Si	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Distaler Redo-Magenbypass	DaVinci Si	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Proximaler Magenbypass	Laparoskopisch	28	-	-	1	-	-	-	-	29
Omega-loop-Bypass	Laparoskopisch	1	-	-	-	1	-	-	-	2
Proximaler Redo-Magenbypass	Laparoskopisch	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Distaler Redo-Magenbypass	Laparoskopisch	1	-	-	-	1	-	-	-	2

Clavien-Dindo-Klassifikation: 0 keine Komplikationen, 1 Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Intervention, 2 leichte Komplikation mit medikamentöser Intervention, Bluttransfusion oder parenteraler Ernährung, 3a chirurgische, endoskopische oder radiologische Intervention ohne Narkose, 3b mit Narkose, 4a lebensbedrohliche Komplikation mit intensivmedizinischer Behandlung mit singulärem Organversagen; 4b mit Versagen mehrerer Organe, 5 Tod. Der Unterschied in Bezug auf Komplikationen war statistisch nicht signifikant

und Thoraxchirurgie wurde das System auch in der bariatrischen Chirurgie eingeplant [2, 3, 11, 12]. Zwei in der bariatrischen Chirurgie erfahrene Chirurgen erhielten neben dem Simulatortraining eine Schulung im Ausbildungszentrum von Intuitive am „Institut de recherche contre les cancers de l'appareil digestif“

(IRCAD) in Straßburg. Um das operative Setup bei adipösen Patienten zu etablieren, wurden initial Sleevegastrektomien durchgeführt. Die Ergebnisse wurden auf dem Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 2017 in München präsentiert [4]. Schließlich erfolgte im

Januar 2017 die erste roboterassistierte Magenbypassoperation.

## Proximaler Roux-Y-Magenbypass

Laparoskopische wie roboterassistierte Operationen wurden in French Lagerung durchgeführt. Mithilfe eines 12-mm-FIOS-First-Entry-Trokars (Applied Medical) erfolgte beim laparoskopischen Vorgehen der Erstzugang links paramedian ca. 18 cm unter dem Xiphoid. Zwei weitere 12-mm-Trokare wurden im rechten Oberbauch wie auch im linken Oberbauch eingeführt (Abb. 1). Nach Inspektion des Situs wurde das Omentum majus über dem Colon transversum gespalten, anschließend ca. 6 cm unterhalb des Hiatus ausgehend von der kleinen Krümmung unter Schonung der A. gastrica sinistra die Magen hinterwand dargestellt. Mittels Linearstapler (Echelon Flex™ Endopath®) und Kalibrierung durch einen 18-mm-Bougie wurde der Magenpouch gebildet. Am tiefsten Punkt, fern der kleinen Krümmung, wurde der Pouch mittels Ultracision eröffnet. Ausgehend vom Treitz-Band wurden 100 cm Jejunum abgemessen, antimesenterial eröffnet und in proximaler Richtung ein Linearstapler (45 mm gold) eingeführt. Das andere Ende wurde in den Magenpouch eingeführt und die Seit-zu-Seit-Gastrojejunostomie angelegt. Vervollständigt wurde die Anastomose durch fortlaufende seromuskuläre 2-0-Stratafix-Naht. Proximal der Gastrojejunostomie wurde das Mesenterium darmwandnah durchtrennt. Das Lumen wurde weitere 4 cm proximal antimesenterial eröffnet und der alimentäre Schenkel mit einer Länge von 150 cm abgezählt. Hier wurde wiederum der Dünndarm eröffnet und dann in Seit-zu-Seit-Technik mittels Linearstapler (45 mm blau) die Fußpunktanastomose angelegt. Es erfolgte eine Naht mittels 3-0-Stratafix seromuskulär fortlaufend. Dann wurde das Jejunum zwischen Gastrojejunostomie und Fußpunktanastomose (45 mm blau) durchtrennt. Die Gastrojejunostomie wurde mittels Methylenblau getestet. Nach temporärer Erhöhung des systolischen Blutdrucks auf minimal 130 mm Hg wurde auf Blut-

Chirurg 2018 · 89:612–620 <https://doi.org/10.1007/s00104-018-0629-y>  
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

J. H. Beckmann · H. Aselmann · J. H. Egberts · A. Bernsmeier · M. Laudes · T. Becker · C. Schafmayer · M. Ahrens

## Roboterassistierter vs. laparoskopischer Magenbypass. Erste Erfahrungen mit dem DaVinci-System in der bariatrischen Chirurgie

### Zusammenfassung

Bariatrische Operationen werden standardmäßig konventionell laparoskopisch durchgeführt. Während international zunehmend auch roboterassistiert operiert wird, gibt es aus Deutschland nur wenig Erfahrungsberichte über die Verwendung des Systems in der Adipositaschirurgie. Seit Januar 2017 führen wir roboterassistierte Magenbypassoperationen durch. Unklar bleibt, ob die roboterassistierte bariatrische Chirurgie in Bezug auf den proximalen Magenbypass Vorteile gegenüber der sehr gut etablierten laparoskopischen Technik aufweist. Insgesamt 53 minimal-invasive Magenbypassoperationen inklusive Omega-loop-Bypass sowie distalem und proximalem Redo-Roux-Y-Magenbypass erfolgten inner-

halb eines Zeitraumes von Januar bis Anfang August 2017. Davon wurden 16 primäre proximale Roux-Y-Magenbypassoperationen mittels des DaVinci-Si-Systems durchgeführt und 29 laparoskopisch. Es erfolgte eine retrospektive Analyse des operativen, stationären und frühpostoperativen Verlaufs. Gewicht, BMI, EOSS und ASA-Klassifikation unterschieden sich nicht signifikant. Bezüglich des geschätzten Blutverlustes, intraoperativer Komplikationen, Operationsdauer, postoperativer Entzündungsparameter und des Gewichtsverlustes fanden sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. In beiden Gruppen gab es keine Mortalität und keine notwendigen Reoperationen. Nach laparoskopischem proximalem Magenbypass trat eine

Spätinsuffizienz der Gastrojejunostomie auf, die eine Wiederaufnahme und endoskopische Behandlung mittels VAC-Therapie notwendig machte. Die Ergebnisse zeigen, dass der proximale Roux-Y-Magenbypass sicher und effizient mittels des DaVinci-Si-Systems durchgeführt werden kann. Signifikante Unterschiede zum konventionellen laparoskopischen Vorgehen finden sich in der relativ kleinen Kohorte nicht. Größere randomisiert kontrollierte Studien sind erforderlich, um die Rolle des Operationsroboters in der Adipositaschirurgie näher zu definieren.

### Schlüsselwörter

Roboter · DaVinci · Magenbypass · Adipositaschirurgie · Postoperative Komplikationen

## Robot-assisted vs laparoscopic gastric bypass. First experiences with the DaVinci system in bariatric surgery

### Abstract

Conventional laparoscopy is the gold standard in bariatric surgery. Internationally, robot-assisted surgery is gaining in importance. Up to now there are only few reports from Germany on the use of the system in bariatric surgery. Since January 2017 we have been performing robot-assisted gastric bypass surgery. It remains unclear whether the use of the robotic system has advantages over the well-established laparoscopic technique. Within a period from January to early August 2017 a total of 53 gastric bypass operations were performed. Of these 16 proximal redo Roux-en-Y gastric bypass operations were performed with the DaVinci Si system versus

29 laparoscopic procedures. A retrospective analysis of the perioperative course was carried out. Body weight, body mass index (BMI), Edmonton obesity staging system (EOSS) and American Society of Anesthesiologists (ASA) classification did not show significant differences. There were also no significant differences in terms of estimated blood loss, intraoperative complications, duration of surgery, postoperative inflammatory parameters and weight loss. There was no mortality and no need for revisional surgery in either group. After laparoscopic surgery there was a delayed occurrence of a leak of the gastrojejunostomy followed by readmission

and endoscopic negative pressure wound therapy. The results show that the proximal Roux-en-Y gastric bypass can be performed safely and efficiently using the DaVinci surgical system. Significant differences to the conventional laparoscopic procedure were not found. Larger randomized controlled trials are needed to define the role of the DaVinci system in bariatric surgery.

### Keywords

Robot assisted surgery · DaVinci · Roux-en-Y gastric bypass · Obesity surgery · Postoperative complications

trockenheit kontrolliert. Zuletzt wurde der linke Anteil des Omentum majus über der Fußpunktanastomose platziert und eine 21-Charrière-Silikondrainage von rechts eingebracht, die zwischen linkslateralem Leberlappen und Gastrojejunostomie zu liegen kam. Die Trokare wurden unter Sicht entfernt und die Wunde verschlossen.

Der roboterassistierte proximale Magenbypass wurde weitgehend analog zum laparoskopischen Vorgehen durchgeführt. Der Kopf musste anästhesieferrn

gelagert und steril abgedeckt werden, um den Patientenwagen des DaVinci-Systems über die linke Schulter andocken zu können. Der Erstzugang erfolgte ebenfalls mithilfe eines 12-mm-FIOS-First-Entry-Trokars (Applied Medical) links paramedian etwa 20 cm unter dem Xiphoid. Rechtslateral und paramedian rechts wurden jeweils 12-mm-Trokare eingebracht für den Retraktor bzw. als Assist-Trokar. Zusätzlich verwendeten wir drei weitere 8-mm-DaVinci-Trokare (Abb. 1). Nach Platzierung der

Trokare wurden die Roboterarme angedockt. Der dritte Arm des Systems wurde auf der linken Seite verwendet. Arm 1 (rechts) wurde mit einer bipolaren Pinzette bestückt (Fenestrated Bipolar Forceps, 8 mm), Arm 2 (links) mit Ultracision (8 mm) und Arm 3 (links lateral) mit einer Darmfasszange (Bowel Grasper, 5 mm). Analog zur laparoskopischen Technik wurde nach Inspektion des Situs das Omentum majus über dem Colon transversum gespalten, anschließend ein Magenpouch mittels

**Tab. 3** Postoperativer Verlauf: roboterassistierter vs. laparoskopischer proximaler Roux-Y-Magenbypass

	n	DaVinci Si prox. RYGB	Lap. prox. RYGB	Signifikanz
Operationsdauer (min)	16/29	141,4 ± 35,1	130,7 ± 33,3	0,32
Geschätzter Blutverlust (ml)	16/21	11,3 ± 18,6	10,0 ± 15,8	0,83
Hb nach 2 Tagen (g/dl)	14/27	12,8 ± 1,8	12,6 ± 1,2	0,76
Leukozyten nach 2 Tagen (x10 <sup>9</sup> /l)	15/29	8,4 ± 2,1	8,9 ± 2,6	0,53
CRP nach 2 Tagen (mg/l)	14/28	55,1 ± 26,4	64,4 ± 33,8	0,38
Postoperative Liegedauer (Tage)	16/29	4,4 ± 1,4	4,3 ± 0,6	0,67
Gewicht nach 30 Tagen (kg)	16/29	123,9 ± 18,0	130,1 ± 17,5	0,27
EWL nach 30 Tagen	16/29	20,5 % ± 8,5 %	18,0 % ± 6,7 %	0,29
Gewicht nach 6 Monaten (kg)	11/16	101,7 ± 18,4	108,7 ± 22,2	0,39
EWL nach 6 Monaten	11/16	51,6 ± 17,3 %	46,6 ± 18,2 %	0,49

Dargestellt sind Mittelwerte ± Standardabweichung; *p*-Werte wurden mittels 2-seitigen T-Tests ermittelt, ein *p*-Wert < 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet

CRP C-reaktives Protein, EWL „excess weight loss“, Hb Hämoglobin, RYGB Roux-Y-Magenbypass

**Tab. 4** Zusätzliche Kosten des DaVinci-Si-Systems

Kosten (in Euro)	Umgelegt pro Operation	Anmerkung
Wartungskosten pro Eingriff	721	150.000 jährlich bei 208 Eingriffen
Abdeckung 4 Arm Kit	309	–
Ultracision 8 mm, Zusatzkosten	150	500 abzgl. 350 für Harmonic Ace
Fenestrated Bipolar Forceps 8 mm	270	–
Large Needle Holder 8 mm	220	–
Bowel Grasper 5 mm	230	–
<b>Gesamt Material und Wartung</b>	<b>1900</b>	–
Operationszeitverlängerung	161	15 pro Minute bei 10,7 min
<b>Gesamt inklusive Operationszeit</b>	<b>2061</b>	–

Linearstapler gebildet. Der Stapler wurde dabei durch den Assistenten bedient. Die Gastrojejunostomie wurde ebenfalls mittels 45-mm-Linearstapler angelegt und per Naht mit Stratafix 2-0 vervollständigt. Dazu wurde auf dem Arm 2 ein Nadelhalter (Large Needle Holder, 8 mm) eingebracht. Proximal der Anastomose wurde der Dünndarm abgesetzt (45 mm blau) und die Fußpunktanastomose standardmäßig als Seit-zu-Seit-Anastomose mittels Linearstapler und 3-0-Stratafix-Naht angelegt. Die Methoden unterschieden sich hier lediglich in der Reihenfolge von Gastrojejunostomie, Durchtrennen des Jejunums und Anlage der Fußpunktanastomose, da sich dies vorteilhaft in Bezug auf die Bedienung des Staplers durch den Assistenten erwiesen hat. Nach Vervollständigung der Anastomose erfolgte eine Blauprobe,

die Kontrolle auf Bluttrockenheit, die Replatzierung des Omentum majus und die Anlage der Drainage analog zum laparoskopischen Vorgehen. Die perioperative Behandlung erfolgte in beiden Gruppen identisch gemäß dem lokalen Standard.

### Studiendesign und Statistik

Es erfolgte eine retrospektive Analyse prospektiv erhobener Daten nach laparoskopischer und roboterassistierter Magenbypassoperation im Zeitraum Januar bis August 2017. Ein Ethikvotum zur Erfassung und Auswertung medizinischer Daten nach bariatrischer Operation lag vor. Alle Patienten haben eine entsprechende Einwilligung erteilt. Ob ein Eingriff roboterassistiert oder laparoskopisch durchgeführt wur-

de, entschied sich nach Patientenwunsch und Verfügbarkeit.

Die Gruppen waren vergleichbar hinsichtlich Geschlecht, Alter, Gewicht, Body-Mass-Index (BMI), ASA (American Society of Anesthesiologists) Risikoklassifikation, Edmonton-Obesity-Staging-System (EOSS; [18]), präoperativem Hämoglobin, Leukozyten und C-reaktivem Protein (CRP; **Tab. 1**).

Erfasst wurden postoperative Komplikationen innerhalb von 30 Tagen nach der erfolgten Operation aufgeteilt nach der Clavien-Dindo-Klassifikation [9]. Bei allen de novo proximalen Roux-Y-Magenbypassoperationen wurden zusätzlich der geschätzte Blutverlust, Operationsdauer, Laborparameter wie Leukozyten, Hämoglobin und CRP-Wert nach 2 Tagen, die Dauer des stationären Aufenthaltes sowie der Gewichtsverlauf nach 30 Tagen und 6 Monaten ausgewertet.

Die statistischen Analysen wurden mit SPSS 24 (SPSS inc., Chicago, IL, USA) durchgeführt. Stetige Parameter wurden mittels 2-seitigem T-Test, kategoriale Parameter mittels  $\chi^2$ -Test verglichen. Ein *p*-Wert < 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet.

### Ergebnisse

Im Zeitraum von Januar bis Anfang August 2017 wurden 53 Bypassoperationen durchgeführt. 18 Operationen erfolgten roboterassistiert, darunter 16 proximale Magenbypässe, ein distaler Redo-Magenbypass und ein Omega-loop-Bypass. Laparoskopisch wurden insgesamt 35 Operationen durchgeführt, davon 29 proximale Magenbypässe, 2 proximale Redo-Magenbypässe, 2 distale Redo-Magenbypassoperationen und 2 Omega-loop-Magenbypässe.

Keiner der untersuchten Parameter zeigte einen signifikanten Unterschied.

Während bei insgesamt 18 roboterassistierten Magenbypassoperationen keine Komplikationen auftraten, traten bei 35 laparoskopischen Eingriffen 3 höhergradige Komplikationen auf. Nach laparoskopischem distalem Redo-Magenbypass kam es zu einer revisionspflichtigen Blutung im Bereich der kleinen Kurvatur. Diese konnte laparoskopisch mit-

Hier steht eine Anzeige.



Hier steht eine Anzeige.



tels Clip gestillt werden. Infolge wurden 2 Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Nach einem laparoskopischen Omega-loop-Bypass trat eine Insuffizienz der Gastrojejunostomie auf, die eine Revisionsoperation mit Neuanalyse der Anastomose am ersten postoperativen Tag erforderlich machte. Der Patient konnte 5 Tage nach der primären Operation entlassen werden. Nach laparoskopischem proximalem Magenbypass kam es nach primär regelrechtem Verlauf und stationärer Entlassung zu einer Spätinsuffizienz der Gastrojejunostomie. Dies machte eine Wiederaufnahme notwendig. Die Insuffizienz konnte letztlich ohne Revisionsoperation mittels endoskopischer Vakuumtherapie ausbehandelt werden. Eingriffe und Komplikationen aufgeteilt nach der Clavien-Dindo-Klassifikation sind in **Tab. 2** aufgelistet. Die Unterschiede in den Gruppen sind statistisch nicht signifikant.

Die detaillierten Ergebnisse nach roboterassistierter und laparoskopischer proximaler Roux-Y-Magenbypassoperation sind in **Tab. 3** aufgeführt. Auch hier fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Der Einsatz des Operationsroboters führte zu einer im Durchschnitt 10,7-minütigen Verlängerung der Operationszeit, wobei die Operationsdauer mit zunehmender Erfahrung der Operateure eine abnehmende Tendenz zeigte (**Abb. 2**).

## Kosten

Neben den primären Anschaffungskosten des DaVinci-Si-Systems fielen regelmäßige Wartungskosten an, die auf die erfolgten Operationen umgelegt wurden. Außerdem wurde zusätzliches Material verwendet. Die entsprechenden Kosten werden in **Tab. 4** in Euro aufgeführt.

Die Verwendung einer DaVinci-Ultracision-Schere war im Vergleich zur Verwendung einer Standard-Harmonic-Ace-Schere mit Zusatzkosten von 150 € verbunden, DaVinci 500 € vs. laparoskopisch 350 €. Analog zur laparoskopischen Technik wurden Linearstapleranastomosen angelegt, sodass keine Magazine eingespart wurden. Die Gesamtkosten für zusätzliches Material und Wartung lagen somit bei 1900 €. Kosten für die

Verlängerung der Operationszeit lagen bei 161 €. Da sich die Operationszeiten zum Ende der beobachteten Serie zunehmend angleichen, rechnen wir insgesamt mit einem finanziellen Mehraufwand von knapp 2000 €.

## Diskussion

Dies ist der erste nationale Erfahrungsbericht über den Einsatz des DaVinci-Si-Operationsroboters bei bariatrischen Magenbypassoperationen. Die Ergebnisse zeigen, dass mittels des DaVinci-Systems bariatrische Operationen mit vergleichbarer Sicherheit und Effektivität allerdings mit höheren Kosten durchgeführt werden können.

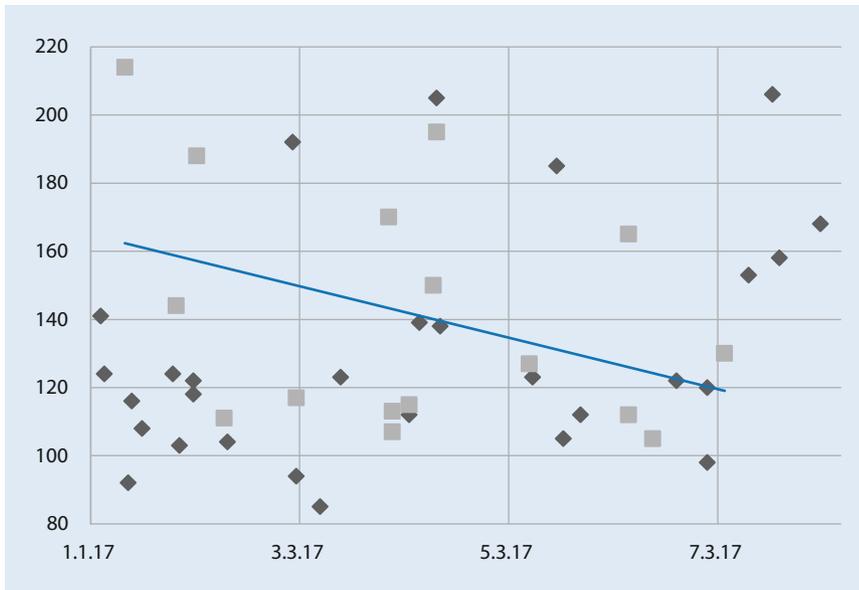
Nach roboterassistierten Operationen traten im Gegensatz zu den laparoskopischen Eingriffen keine Komplikationen auf. Aufgrund der geringen Größe der Kohorte findet sich jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied. Ahmad et al., Buchs et al. und Hagen et al. berichten über reduzierte Komplikationsraten nach Einsatz des Operationsroboters [1, 6, 13]. Ebenso beschreiben Metaanalysen, die die Rolle des Operationsroboters in der Adipositaschirurgie auswerten, eine Verminderung der Komplikationsraten [10, 15]. Wenige Autoren berichten von negativen Erfahrungen wie Benizri et al. [5]. Den meisten Arbeiten ist gemein, dass laparoskopisch eine Linearstapleranastomose angelegt wurde und roboterassistiert zumindest die Gastrojejunostomie durch Handnaht angelegt wurde. Dadurch werden die Möglichkeiten des DaVinci-Systems besser ausgeschöpft und Kosten für bis zu zwei Staplermagazine gespart. Ein Vergleich wird allerdings erschwert und der Zeitaufwand für eine manuelle Anastomose ist unseres Erachtens höher einzuschätzen. Bewusst entschieden wir uns primär für eine identische Technik im Sinne einer Linearstapleranastomose, um die Erfahrungen bei der Etablierung des Robotersystems nicht durch das Einführen einer neuen Anastomosentechnik zu verfälschen.

Die verbesserten Techniken der vierarmigen Roboterplattform, die gute Ergonomie und der Ausgleich der Rückstellkräfte gerade adipöser Bauchdecken

erlauben ein präzises und atraumatisches Arbeiten. Damit bietet sich das System an, zukünftig auch Operations- und Anastomosentechniken an das Potenzial des Roboters anzupassen. Vermeintlich schlägt sich dies auch in nicht signifikant niedrigeren mittleren CRP-Werten nieder, ein Effekt, den wir, ebenfalls statistisch nicht signifikant, bereits nach roboterassistierten Sleevegastrektomien beobachten konnten [4]. Auch in anderen chirurgischen Bereichen, wie der minimal-invasiven Lobektomie, führte der Einsatz des Operationsroboters zu niedrigeren postoperativen CRP-Werten [11]. Eine atraumatischere, präzisere Nahttechnik könnte gleichsam verminderte Insuffizienzraten einiger Autoren und Metaanalysen erklären [1, 6, 10, 13, 15].

Geringe Unterschiede wies auch der Gewichtsverlauf auf, ebenfalls nicht signifikant. Nach roboterassistiertem proximalem Magenbypass fand sich nach 6 Monaten ein um fünf Prozentpunkte höherer Übergewichtsverlust („excess weight loss“, EWL). Aufgrund der analogen Operationstechnik werten wir dies lediglich als Nachweis der vergleichbaren Effektivität der beiden Prozeduren.

Ebenfalls nicht signifikant unterschieden sich die Operationszeiten, wobei der roboterassistierte Magenbypass im Mittel 10,7 min später beendet wurde. Die Arbeit von Sanchez et al. [16] wie auch von Benizri et al. [5] beschreiben eine verkürzte Operationszeit mithilfe des Roboters bei einem Zeitgewinn von 19 bzw. 17 min. Dahingegen finden sich in anderen Arbeiten von Ahmad et al., Buchs et al., Scozzari et al. und Hagen et al. [1, 6, 13, 17] wie auch den Metaanalysen [10, 15] längere robotische Operationszeiten passend zu unseren bisherigen Erfahrungen in der Initialphase. Begründet scheinen die verlängerten Operationszeiten in dem erhöhten Aufwand durch das Andocken und die Positionierung des Roboters, den längeren Zeiten beim Wechsel der Instrumente und der notwendigen Visualisierung jeglicher Bewegung der DaVinci-Instrumente aufgrund der fehlenden haptischen Rückkopplung [12]. Lediglich in der Ausbildungsphase eines jungen Chirurgen scheint der Roboter bezüglich der Operationszeit überlegen, da die intuitiv



**Abb. 2** ▲ Operationszeiten in Minuten aufgeführt nach Datum. *Dunkle Raute* laparoskopischer proximaler Roux-Y-Magenbypass, *helles Quadrat* roboterassistierter proximaler Roux-Y-Magenbypass. Trendlinie der Operationszeiten des roboterassistierten proximalen Roux-Y-Magenbypasses

tive Bedienung des Systems eine steile Lernkurve bedingt [16]. In Bezug auf die verlängerten Operationszeiten muss bei der Arbeit von Buchs et al. auf die zum Teil auffallend langen Operationszeiten in beiden Gruppen hingewiesen werden [6]. Dies gilt ebenso für die Auswertung von Hagen et al., die aufgrund geringerer Komplikationen mittels des Roboters eine Kosteneffizienz des Systems herausstellt. Auch hier werden drei- bis vierstündige Operationszeiten in beiden Gruppen angeführt [13].

Ob sich die höheren Kosten von knapp 2000 € pro Fall langfristig durch verminderte Komplikationsraten amortisieren, bleibt fraglich. Sicherlich wichtig ist eine Auslastung des Systems, um anteilige Wartungskosten zu minimieren. Daher empfiehlt sich, ein Roboterprogramm interdisziplinär aufzubauen [12]. Weitere Einsparungen können durch Anpassung der Operationstechniken erzielt werden, in unserem Fall wäre das die Umstellung auf eine handgenähte Anastomose gegenüber der Linearstapleranastomose, wobei die Materialkosten dann wiederum gegen eine verlängerte Operationszeit abgewogen werden müssen. Gegenüber den Krankenkassen können die hohen Kosten derzeit nicht geltend gemacht werden. Die Verwendung eines komplexen Operationsroboters kann

prinzipiell kodiert werden (Operationen- und Prozedurenschlüssel [OPS] 5–987). Die Kodierung bringt allerdings keine Vorteile im Hinblick auf den Erlös. Die zunehmende Konkurrenzsituation auf dem Markt der chirurgischen Robotersysteme als auch technische Veränderungen führen zukünftig vermutlich zu niedrigeren Preisen, sodass ein wirtschaftlicher Einsatz möglich wird und die Technik auch in Deutschland weitere Verbreitung finden kann.

### Fazit für die Praxis

- **Bariatrische Operationen lassen sich mithilfe des DaVinci-Robotersystems sicher und effizient durchführen. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Komplikationen, Operationszeiten, postoperativen Laborparametern als auch des postoperativen Gewichtsverlaufes.**
- **Niedrige Komplikationsraten stehen höheren Kosten und verlängerten Operationszeiten entgegen.**
- **Randomisierte kontrollierte Studien sind erforderlich, um den Stellenwert des Operationsroboters in der bariatrischen Chirurgie weiter zu definieren.**
- **Im Rahmen der Etablierung des DaVinci-Systems sollte eine struk-**

turierte Ausbildung an der Konsole erfolgen. Simulationsmöglichkeiten und eingriffsspezifische Schulungen stehen zur Verfügung.

### Korrespondenzadresse

**Dr. J. H. Beckmann**

Klinik für Allgemeine, Viszeral-, Transplantations-, Thorax- und Kinderchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel  
Arnold Heller Straße 3, 24105 Kiel, Deutschland  
jan.beckmann@uksh.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** J. Beckmann, C. Schafmayer und M. Ahrens sind als Referenten für Johnson & Johnson Medical tätig. J. Beckmann, H. Aselmann, J. Egberts, T. Becker, C. Schafmayer, M. Ahrens erhielten Zuschüsse für das Training mit dem DaVinci-Xi-System durch Intuitive Surgical®. H. Aselmann und J. Egberts sind als Proktoren für die Firma Intuitive Surgical® tätig. T. Becker erhielt Drittmittel für das Xi-System durch Intuitive Surgical®. A. Bernsmeier und M. Laudes geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. C. Schafmayer hat einen Beratungsvertrag mit der Firma B. Braun.

Dieser Beitrag beinhaltet eine retrospektive Analyse von prospektiv erhobenen Daten. Ein Ethikvotum zur Erfassung und Auswertung medizinischer Daten nach bariatrischer Operation lag vor. Alle Patienten haben eine entsprechende Einwilligung erteilt.

### Literatur

1. Ahmad A, Carleton JD, Ahmad ZF, Agarwala A (2016) Laparoscopic versus robotic-assisted Roux-en-Y gastric bypass: a retrospective, single-center study of early perioperative outcomes at a community hospital. *Surg Endosc* 30:3792–3796. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4675-y>
2. Aselmann H, Egberts JH, Beckmann JH et al (2017) Roboterassistierte pyloruserhaltende Pankreaskopfresektion. *Chirurg*. <https://doi.org/10.1007/s00104-017-0414-3>
3. Aselmann H, Möller T, Kersebaum J-N et al (2017) Roboterassistierte Leberresektion. *Chirurg* 88:476–483. <https://doi.org/10.1007/s00104-017-0415-2>
4. Beckmann J, Aselmann H, Ahrens M et al (2017) Robot-assisted bariatric surgery: initial experience with the Da Vinci® surgical system in sleeve gastrectomy and roux-en-Y gastric bypass. *Innov Surg Sci* 2:85. <https://doi.org/10.1515/iss-2017-2001>
5. Benizri El, Renaud M, Reibel N et al (2013) Perioperative outcomes after totally robotic gastric bypass: a prospective nonrandomized controlled study. *Am J Surg* 206:145–151. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2012.07.049>
6. Buchs NC, Morel P, Azagury DE et al (2014) Laparoscopic versus robotic Roux-en-Y gastric bypass: lessons and long-term follow-up learned from a large prospective monocentric study. *Obes*

- Surg 24:2031–2039. <https://doi.org/10.1007/s11695-014-1335-6>
7. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E et al (2004) Bariatric surgery. *JAMA* 292:1724. <https://doi.org/10.1001/jama.292.14.1724>
  8. Cadiere GB, Himpens J, Vertruyen M, Favretti F (1999) The world's first obesity surgery performed by a surgeon at a distance. *Obes Surg* 9:206–209. <https://doi.org/10.1381/096089299765553539>
  9. Dindo D, Demartines N, Clavien PA (2004) Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 240:205–213
  10. Economopoulos KP, Theocharidis V, McKenzie TJ et al (2015) Robotic vs. laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg* 25:2180–2189. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1870-9>
  11. Egberts J-H, Schlemminger M, Schafmayer C et al (2015) Roboterassistierte minimalinvasive Lobektomie mit systematischer Lymphadenektomie zur Behandlung des Bronchialkarzinoms TT—Robot-Assisted Minimally Invasive Lobectomy with Systematic Lymphadenectomy for Lung Cancer. *Zentralbl Chir* 140:15–16. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1396253>
  12. Egberts J-HH, Beham A, Ghadimi M (2016) Aufbau eines Roboterprogramms. *Zentralbl Chir* 141:143–144. <https://doi.org/10.1055/s-0042-104068>
  13. Hagen ME, Pugin F, Chassot G et al (2012) Reducing cost of surgery by avoiding complications: the model of robotic Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 22:52–61. <https://doi.org/10.1007/s11695-011-0422-1>
  14. Horgan S, Vanuno D (2001) Robots in laparoscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 11:415–419. <https://doi.org/10.1089/10926420152761950>
  15. Li K, Zou J, Tang J et al (2016) Robotic versus laparoscopic bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg* 26:3031–3044. <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2408-5>
  16. Sanchez BR, Mohr CJ, Morton JM et al (2005) Comparison of totally robotic laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and traditional laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Obes Relat Dis* 1:549–554. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2005.08.008>
  17. Scozzari G, Rebecchi F, Millo P et al (2011) Robot-assisted gastrojejunal anastomosis does not improve the results of the laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Endosc* 25:597–603. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1229-1>
  18. Sharma AM, Kushner RF (2009) A proposed clinical staging system for obesity. *Int J Obes* 33:289–295. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.2>
  19. Tian HL, Tian JH, Yang KH et al (2011) The effects of laparoscopic vs. open gastric bypass for morbid obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obes Rev* 12:254–260. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2010.00757.x>

Hier steht eine Anzeige.