

Roboterassistierte Chirurgie und 3D-Laparoskopie – zum Vorteil der Patienten?

Lukasz Filip Grochola^a, Hubert John^b, Thomas Hess^c, Stefan Breitenstein^d

^a Klinik für Viszeral- und Transplantationschirurgie, UniversitätsSpital Zürich, ^b Klinik für Urologie, Kantonsspital Winterthur

^c Klinik für Gynäkologie, Kantonsspital Winterthur, ^d Klinik für Viszeral- und Thoraxchirurgie, Kantonsspital Winterthur

Die Chirurgie der inneren Organe hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten wesentlich und nachhaltig weiterentwickelt. Insbesondere minimalinvasive Operationstechniken nehmen inzwischen einen wichtigen Stellenwert ein [1–3]. So hat die Medizinaltechnik-Industrie stetig verbesserte Operationsinstrumente und Optiken auf den Markt gebracht, die breiten Einzug in den Operationssaal erhalten und die Behandlungstechniken erheblich verfeinert haben. In manchen Bereichen haben sich dadurch nicht nur die Operationsnarben verkleinert, sondern auch die chirurgischen Behandlungserfolge deutlich verbessert, was in niedrigeren Komplikationsraten und einer schnelleren Genesung der Patienten resultiert [1–3].

Für etliche Eingriffe hinkt jedoch die wissenschaftliche Evaluation patientenspezifischer Vorteile der nicht zuletzt stark marketinggesteuerten technologischen Entwicklung hinten nach [4]. Der Einsatz von neuen Technologien im chirurgischen Alltag, getrieben zum Teil durch Marketingstrategien der Industrie wie auch der Spitäler selbst, jedoch ohne vorherige rigorose Testung durch unvoreingenommene wissenschaftliche Studien, liefert hierfür ein gutes Beispiel. Dazu kommt, dass der ökonomische Druck einen verstärkten Einfluss auf die Behandlung der Patienten ausübt, was einen zunehmenden Einfluss auf die Implementierung von teuren Technologien in den Operationssaal hat [4].

Die aktuellen und zugleich vielversprechenden technologischen Trends in der endoskopischen Chirurgie sind die computerassistierte Chirurgie (Roboterchirurgie) sowie die dreidimensionale High-definition-Laparoskopie, welche die «konventionelle» endoskopische Technik durch den Einsatz von entsprechenden 3D-Bildschirmen weiter verfeinern soll [4, 5]. Beide Verfahren haben eine moderne 3D-Optik gemeinsam und stehen entweder kurz vor der Markteinführung oder werden bereits angeboten. Trotz erfolgsversprechender früher Resultate und einer dementsprechend nachdrücklichen Marketingstrategie der Industrie und Spitäler steht jedoch der unbefangene wissenschaftliche Nachweis der Vorteile dieser modernen Operationsverfahren in vielen Bereichen der minimalinvasiven Chirurgie, insbesondere der Viszeralchirurgie und Gynäkologie, zum jetzigen Zeitpunkt noch aus.

assistierte minimalinvasive Technik weltweit rasch in vielen Bereichen der Chirurgie eingeführt [6] (Abb. 1 ) . Nach initial eher negativen Erfahrungen in der Herzchirurgie (fehlende Stabilisatoren) etablierte die Urologie als erstes Fach systematisch die Robotertechnologie. In der abdominalen Chirurgie wurde die Praktikabilität dieser Technologie zwar für nahezu alle Eingriffe nachgewiesen [4, 7, 8], eine breitflächige Einführung und Akzeptanz kam jedoch nicht zustande. Hauptprobleme waren die hohen Investitionskosten sowie die Grösse und Umständlichkeit des ersten Da-Vinci-Systems mit voluminöser Konsole und sehr breiten Operationsarmen. Seit einigen Jahren ist aber ein deutlicher Aufschwung zu beobachten. Zwischen 2007 und 2010 hat sich die Zahl weltweit durchgeführter Roboteroperationen in allen Anwendungsbereichen erhöht und ist gesamthaft von 80 000 auf 205 000 Eingriffe pro Jahr gestiegen [4]. Die Begründung für diese beeindruckende Entwicklung ist mehrschichtig. Neue Modelle des Da-Vinci-Roboters haben eine deutliche Verfeinerung der Gerätschaft mit sich gebracht und die Bedienerfreundlichkeit erhöht. Dazu kommt, dass die 3D-Sicht in Kombination mit dem Vergrößerungseffekt und der unlimitierten Bewegungsfreiheit der Instrumente sowie der Unterdrückung des chirurgischen Tremors eine aussergewöhnliche Präzision in der Operationstechnik bieten (Abb. 2 ) .

Die Vorteile der minimalinvasiven Operationstechniken im Vergleich zur offenen Chirurgie sind bekannt und weltweit akzeptiert. Durch das reduzierte Trauma der Bauchdecke werden grundsätzlich die postoperativen Schmerzen reduziert, die Genesung verläuft schneller, und die Hospitalisationszeit wird verkürzt [1–3]. Die wichtigste Frage für den zukünftigen Stellenwert der Roboterchirurgie innerhalb der minimalinvasiven Tech-



Lukasz Filip Grochola



Stefan Breitenstein

Roboterassistierte minimalinvasive Chirurgie: Wo steht sie heute?

Nach der kommerziellen Einführung der Da-Vinci-Systeme, der führenden roboterassistierten Operationstechnologie, vor rund zehn Jahren wurde diese computer-



Abbildung 1

Setup einer computerassistierten (Da-Vinci)-Prostatektomie.

nologie ist aber, ob die Präzision bei computerassistierten Eingriffen zusätzliche patientenrelevante Vorteile bringt, insbesondere, ob Komplikationsrisiken verringert werden

Die wissenschaftliche Evaluation patientenspezifischer Vorteile hinkt der nicht zuletzt stark marketing-gesteuerten technologischen Entwicklung hinten nach

können oder Operationen möglich werden, die ansonsten nicht minimalinvasiv durchgeführt werden können. Der Nachweis eines medizinisch besseren Outcomes wird die wichtigste Voraussetzung für eine breitflächige Akzeptanz und Integration dieser Technologie in den operativen Alltag sein und würde auch den erhöhten ökonomischen Aufwand rechtfertigen.

Stellenwert in der Urologie

Keine Technologie hat die Urologie in den letzten zehn Jahren derart weiterentwickelt wie die roboterassistierte Laparoskopie [9]. Heute sind in der Schweiz 18 Roboter-Systeme für urologische Operationsteams zugänglich. Alle Universitätskliniken und viele Kantonsspitäler haben einen eigenen Operationsroboter oder Zugang zu einem Robotik-Programm. Die radikale computerassistierte Prostatektomie wurde in der Zwischenzeit zum Standardeingriff mit signifikant kleinerem Blutverlust und kleinerer Morbidität bei mindestens ebenbürtigem onkologischen und funktionellen Outcome [10–12] wie bei der konventionell laparoskopischen oder der offenen Technik.

Während sich die Vorteile der computerassistierten Operationstechnik bei der Millin-Operation nicht eindeutig gezeigt haben [13], ist die radikale Zystektomie in selektiven Fällen sehr schonend roboterassistiert möglich [14]. Die vollständig intrakorporale Rekonstruktion

Zwischen 2007 und 2010 hat sich die Zahl weltweit durchgeführter Roboteroperationen in allen Anwendungsbereichen erhöht und ist gesamthaft von 80 000 auf 205 000 Eingriffe pro Jahr gestiegen

des Harntrakts ist wegen der technisch anspruchsvollen intestinalen und uretero-intestinalen Anastomosen noch als klinisch experimentell zu betrachten [15]. Andere komplexe rekonstruktive Eingriffe wie die Nierenbeckenplastik, die Nierenteilresektion oder die hohe vesikovaginale Fistel eignen sich besonders für die Roboterchirurgie, weil damit Operationsschritte durchgeführt werden können, die ansonsten minimalinvasiv nicht möglich wären [16].

Stellenwert in der Viszeralchirurgie

In den vergangenen zehn Jahren wurde gezeigt, dass grundsätzlich alle laparoskopischen viszeralen Operationen auch roboterchirurgisch durchgeführt werden können [7, 8]. Eine zunehmende Zahl von Studien zeigt, dass diese Eingriffe mit vergleichbaren klinischen Resultaten computerassistiert durchgeführt werden können wie konventionell laparoskopisch. Eine der ersten Ar-

beiten dazu betraf die Cholezystektomie [17]. Die eigentlichen Vorteile des Operationsroboters dürften aber vor allem bei komplexen Eingriffen zum Tragen kommen, die in einem relativ engen Raum stattfinden [18–20], insbesondere bei der Chirurgie von Kolorektum, Magen, Leber und Pankreas sowie bariatrischer Chirurgie [19–24]. So konnte zum Beispiel bei der Pankreaslinksresektion im Vergleich zur konventionellen laparoskopischen Technik ein geringerer Blutverlust, eine höhere Erhaltungsrate der Milz sowie eine geringere Konversionsrate gezeigt werden [20, 25]. In der kolorektalen Chirurgie scheint die Durchführung von Teilschritten im kleinen Becken, wie die totale mesorektale Exzision (TME), durch die roboterassistierte Technik mit einer geringeren Konversionsrate verbunden zu sein [19]. Einen speziellen Stellenwert hat auch die Roboterchirurgie der Schilddrüse. Mehrere Gruppen haben inzwischen gezeigt, dass Strumektomien computerassistiert, über einen transaxillären Zugang, ohne Hautschnitt am Halsbereich möglich sind [26, 27].

Stellenwert in der Gynäkologie

Ähnliche Resultate wie in der Viszeralchirurgie lassen sich bei der komplexen gynäkologischen Chirurgie beobachten. Mit dem zunehmenden Stellenwert minimalinvasiver Operationstechniken drängt sich auch in der Gynäkologie auf, die Bedeutung und das Potential der Robotertechnologie zu evaluieren. Aus technischer Sicht ist der räumlich begrenzte Operationsbereich des Beckens für die Anwendung des Robotersystems optimal. Wie in einer erst kürzlich erschienen Cochrane-Reviewarbeit dargestellt, scheinen die Vorteile der computerassistierten gynäkologischen Chirurgie insbesondere bei onkologischen Eingriffen im kleinen Becken zu liegen, beispielsweise der Hysterektomie mit Salpingo-Ovarektomie mit oder ohne Lymphadenektomie [28]. Erste Daten suggerieren sehr gute Resultate für die Roboterchirurgie verglichen mit den laparoskopischen und offenen Eingriffen, insbesondere bezüglich des intraoperativen Blutverlusts und der Hospitalisationszeit. Unbestritten ist jedoch, dass auch in der gynäkologischen Chirurgie ein robuster wissenschaftlicher Vergleich der Robotertechnologie mit anderen Operationstechniken noch aussteht [28].

Die minimalinvasiven Operationstechniken haben verschiedene Vorteile: Durch das reduzierte Trauma reduzieren sich grundsätzlich die postoperativen Schmerzen, die Genesung verläuft schneller und die Hospitalisationszeit nimmt ab

Roboterchirurgie: Quo vadis?

Die roboterassistierte Chirurgie hat aber auch Nachteile [20]. So fehlt beispielsweise nach wie vor das haptische Feedback. Zudem ist die Ankopplung der relativ voluminösen Roboterarme an den Patienten aufwendig und erschwert Eingriffe in multiplen Quadranten der Abdominalhöhle. Mancherorts steht zudem das ökonomische

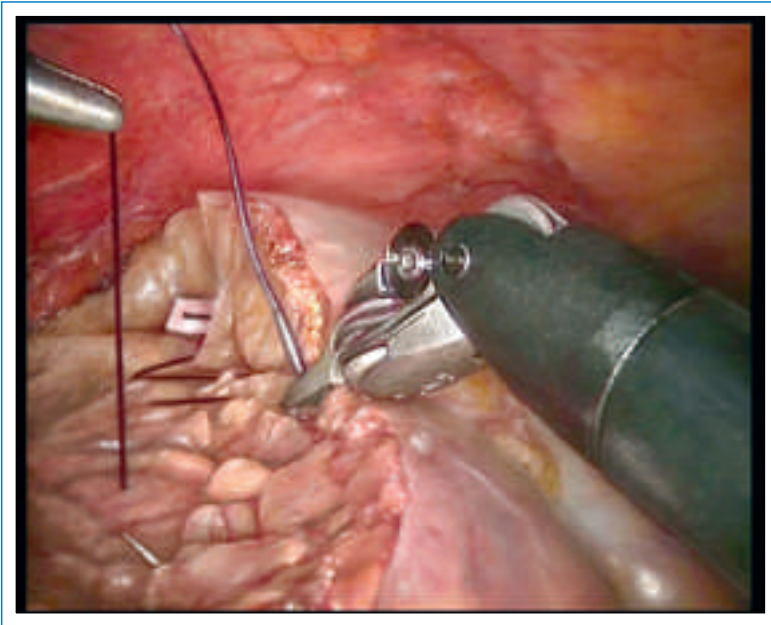


Abbildung 2
Intraoperativer Situs im Rahmen einer Nierenteilresektion, fortlaufende Naht perirenal.

Problem im Vordergrund, da das aktuelle Da-Vinci-Robotersystem mit hohen Anschaffungs- sowie Unterhaltskosten verbunden ist. Allerdings ist durch das Auslaufen der Patente für die Roboter-Technologie in den kommenden Jahren eine Öffnung des Markts zu erwarten, welche die Kostenentwicklung günstig beeinflussen dürfte.

Zusammenfassend hat sich die roboterassistierte Operationstechnik in der Urologie weitgehend etabliert, in der Viszeralchirurgie und Gynäkologie aber noch nicht definitiv durchgesetzt [6]. Es sind weitere komparative

Zusammenfassend hat sich die roboterassistierte Operationstechnik in der Urologie weitgehend etabliert, in der Viszeralchirurgie und Gynäkologie aber noch nicht definitiv durchgesetzt

Präzision oder lediglich um eine Marketingstrategie handelt. Die langfristige Integration der roboterassistierten Chirurgie hängt ab vom Nachweis patientenrelevanter Vorteile und deren Relation zum ökonomischen Aufwand.

Daten, idealerweise randomisiert-kontrollierte Studien, notwendig, um zu differenzieren, ob es sich bei der Roboter-Technologie im Bereich von Viszeralchirurgie und Gynäkologie tatsächlich um eine neue Dimension chirurgischer

3D-Laparoskopie

Basierend auf technologischen Fortschritten entwickelt sich auch die sogenannte konventionelle Laparoskopie mit grossen Schritten weiter. Neben der kontinuierlichen Optimierung des Instrumentariums bahnen sich wesentliche Fortschritte im Bereich der optischen Systeme an. Einerseits betrifft dies die High-definition-(HD-) Technologie, und andererseits werden hochqualitative 3D-Optik-Systeme in den Operationsaal Einzug halten. Nachdem erste Prototypen von 3D-Optiken zu relevanten Überanstrengungen der Augen mit konsekutiven Kopfschmerzen und Nausea führten, zeigen erste Studien und Erfahrungen mit der neuen 3D-HD-Generation eine hohe Bedienerfreundlichkeit und eine aussergewöhnliche chirurgische Präzision, die auf einer schnelleren und mit weniger Fehlern behafteten intraoperativen Navigation basiert [5, 29]. Die Technik verspricht Vorteile sowohl für den erfahrenen laparoskopischen Chirurgen (höhere Sicherheit und Schnelligkeit) als auch für den unerfahrenen Operateur, der die laparoskopische Technik dank des verbesserten Raumgefühls schneller erlernen dürfte. Auch im Bereich der 3D-Technologie wird die Erarbeitung wissenschaftlicher Evidenz wichtig sein, um die mögliche Überlegenheit von 3D-Systemen gegenüber den konventionellen Bildschirmen zu beweisen und damit potentiell höhere Kosten dieser Technologie zu rechtfertigen.

Korrespondenz:

PD Dr. med. Stefan Breitenstein
Direktor Departement Chirurgie
Chefarzt Viszeral- und Thoraxchirurgie
Kantonsspital Winterthur
Brauerstrasse 15
CH-8401 Winterthur
[stefan.breitenstein\[at\]ksw.ch](mailto:stefan.breitenstein[at]ksw.ch)

Die vollständige nummerierte Literaturliste finden Sie unter www.medicalforum.ch.