

Abb. 1

Der sprachgesteuerte Roboter im Einsatz. Der robotische Arm (Bildmitte), der das Endoskop führt, wird durch die Stimme des Chirurgen gesteuert. Dieser kann deshalb zweihändig operieren.



LAPAROSKOPISCHE CHIRURGIE: EIN ROBOTER ALS ASSISTENT



- Steigerung der menschlichen Fähigkeiten durch Roboter
- Sprache als natürliches Interface zwischen Mensch und Maschine
- Verbesserung von Qualität und Effizienz

Dr. med. Jan F. Kukleta, Facharzt FMH für Viszeralchirurgie
Klinik Im Park und Klinik Hirslanden, Zürich

Obwohl die Einführung der laparoskopischen Chirurgie schon heute als einer der wichtigsten Fortschritte in der Geschichte der Chirurgie angesehen wird, sind die minimal-invasiven Operationsverfahren gegenüber der klassischen Chirurgie auch mit verschiedenen Nachteilen behaftet. Neben dem weitgehenden Verlust des Tastgefühls, dem Fehlen der dritten Dimension bei der Darstellung des Operationsfeldes und der Einschränkung des freien Arbeitsraumes für den Chirurgen stellen sich spezifische Probleme auch bei der Führung des Endoskopes. Um die fortlaufende Einstellung des Operationsfeldes seinen Bedürfnissen anzupassen, muss der Operateur einen Kompromiss eingehen: Führt er das Endoskop selbst, kann er nur mit einer Hand operieren, überlässt er die Aufgabe dagegen einem Assistenten, wird er mit Verständigungsproblemen, inadäquater Visualisierung und den natürlichen Grenzen der menschlichen Fähigkeiten – z.B. Tremor – konfrontiert.

An Versuchen, dem Chirurgen mit technischen Mitteln eine dritte Hand für die Bedienung des Endoskops zu verleihen, hat es in den letzten Jahren nicht gefehlt. Lösungen wie Fusskontrolle, Fernsteuerung durch Kopf- oder Augenbewegungen oder das so genannte «instrument-tracking», bei dem das optische System einem dominanten Instrument im OP-Feld folgt, vermochten allerdings nur teilweise zu überzeugen. Mit der FDA-Zulassung des ersten Roboters zur

Führung der Videokamera wurde 1994 eine grundlegend neue Technologie verfügbar, die ursprünglich der Raumfahrt- und Militärforschung entstammt. Wurde der erste chirurgische Roboter, AESOP 1000 (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning), noch mit einem Fusspedal gesteuert, folgte 1996 die Einführung von AESOP 2000, der gesprochene Befehle in präzise Bewegungen umsetzt. Die Steuerung des Endoskopes erfolgt damit über das wohl natürlichste Interface zwischen Mensch und Maschine.

Der sprachgesteuerte Roboter

Seit April 1997 setzen wir bei laparoskopischen Eingriffen aller Art den sprachgesteuerten Roboter AESOP 2000 ein (Abb. 1–4). Dabei handelt es sich um einen elektrisch angetriebenen robotischen Arm, der das Endoskop während der Operation führt. Gesteuert wird er durch die Stimme des Chirurgen selbst, der auf diese Weise nicht nur die Kamera exakt führen, sondern zugleich auch bimanuell arbeiten kann. Der Roboter – unser Gerät hört auf den Namen Lisa – kann 23 definierte, englisch gesprochene Befehle in Bewegungen umsetzen. «Up» oder «down» bewegt den Arm zum Beispiel um ein definiertes kleines Stück nach oben oder unten, auf die Befehle «move up» oder «move down» bewegt sich dieser eine grössere Strecke nach oben oder unten, kann aber durch den Befehl «stop» jederzeit angehalten werden.

Die Positionen, die der Chirurg später nochmals ansteuern will, lassen sich vorübergehend speichern.

Der Roboter reagiert nur auf die Stimme, auf die er programmiert wurde. Eine präoperativ erstellte Sprachkarte (PCMCIA Card) dient dabei als Personalausweis des jeweiligen Chirurgen. Die individualisierte Programmierung berücksichtigt Nuancen der Aussprache und schliesst Störungen durch Fremdgeräusche aus. Kommt es dennoch zu Kommunikationsproblemen, lässt sich das System jederzeit auf Handbedienung umschalten.

Der sprachgesteuerte Roboter bringt im Vergleich zur menschlichen Hand offensichtliche Vorteile: Er befolgt die Befehle millimetergenau, hat keinen Tremor, ermüdet nie und interferiert nicht mit dem Operateur. Von der Kameraführung befreit, ist der Assistent von unnatürlichen Körperhaltungen erlöst und kann sich besser auf seine eigentlichen Aufgaben konzentrieren. AESOP ermöglicht somit nicht nur eine äusserst präzise Darstellung des Operationsfeldes, sondern steigert auch die Leistungsfähigkeit des Operateurs und des Assistenten.

Eigene Erfahrungen

AESOP 2000 wurde an der Klinik Im Park bisher bei über 200 minimal-invasiven Eingriffen (Gallenblasen- und Hernienoperationen, Dickdarmresektionen, Appendektomien, Refluxkrankheit, Adhäsionen, etc.) mit Erfolg eingesetzt. Dabei fügte sich der Roboter, dessen Beherrschung sich als einfach und intuitiv erlernbar erwiesen hat, ganz selbstverständlich in unseren laparoskopischen Alltag ein. Je aufwendiger und schwieriger sich der jeweilige Eingriff gestaltete, desto mehr konnten wir von den Vorteilen des Systems profitieren. Das absolut stabile Bild verleiht dem OP-Ablauf mehr

Ruhe und Präzision. Dank der ruhigen Führung wird die Kameralinse zudem nur selten verschmutzt, die zeitraubende und konzentrationsstörende Entfernung des Endoskops zwecks Reinigung entfällt deshalb weitgehend. Wie unsere Erfahrungen zeigen, lassen sich die Eingriffe dank AESOP insgesamt schneller, sicherer und unter geringerem Verschleiss an menschlicher Kraft abwickeln.

Der Operationssaal der Zukunft

Die Robotertechnologie wird in den Operationssälen künftig – neben anderen Informationstechnologien – eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Mit AESOP 3000 steht in der Klinik Im Park seit einigen Monaten bereits die Folgegeneration der AESOP-Familie im Einsatz, die speziell für die Herz- und Thoraxchirurgie entwickelt wurde. Qualitätssteigerungen im Operationssaal der Zukunft dürften u.a. von Technologien zu erwarten sein, die es dem Chirurgen ermöglichen, verschiedene Geräte zentral zu steuern. Einen Schritt in diese Richtung markiert das von der FDA soeben zugelassene OR-Kontrollzentrum HERMES, über das der Chirurg via Sprachbefehle neben dem Endoskop noch fünf weitere Vorrichtungen (Monitor, Lichtquelle, Videorecorder und -drucker, Shaver) steuern kann. Ziel solcher Entwicklungen ist es, laparoskopische Eingriffe sicherer, schneller und präziser zu gestalten. Manuelle Fähigkeit, Erfahrung und Urteilsvermögen des Chirurgen werden jedoch durch noch so raffinierte Technologien niemals zu ersetzen sein.

Als bisher einzige Anwender des sprachgesteuerten Roboters in der Schweiz stellen wir unsere Erfahrungen sowohl schweizerischen als auch ausländischen Kollegen an regelmässigen Besuchertagen zur Verfügung (Informationen: T 0041 1 261 17 57).

Abb. 2
Das Funktionsschema zeigt die Interaktion zwischen dem Operateur und dem Roboter: Will der Chirurg sich im Operationsfeld bewegen, gibt er die gewünschte Richtung in Form eines definierten Sprachbefehls an (1). Der Befehl wird über das Mikrofon an die Zentraleinheit geleitet (2), entschlüsselt und dann von der Steuereinheit in eine definierte Bewegung des robotischen Arms übersetzt (3). Die auf dem Bildschirm sichtbaren Veränderungen des Operationsfeldes stehen unter der direkten Kontrolle des Chirurgen.

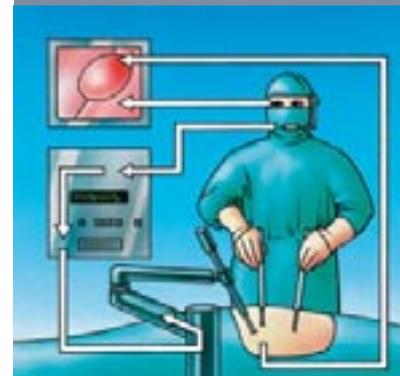


Abb. 3
Der Roboter AESOP 2000