

Ein Roboter operiert am Unispital

Am Zürcher Universitätsspital operiert ein Herzroboter – schonender und schöner, als Chirurghände es können. Selbstständig wird die Maschine jedoch niemals arbeiten können.

VON ANDREA SIX

Mit schwingenden Bewegungen schweben seine Krakenarme über einen desinfizierten und mit sterilen Operationstüchern abgedeckten Menschenkörper hin und her. Die grün gekleideten Chirurgen am Operationstisch haben Gesellschaft bekommen: Der Roboter da Vinci führt eine Herzoperation durch. Doch obwohl es sich hier um einen massiven chirurgischen Eingriff handelt, spritzt kein Blut. Durch drei knopflochgrosse Öffnungen dringen die Roboterarme in den Brustkorb des Patienten ein. Von aussen ist der Prozedur so kaum etwas anzumerken. Das neuartige Gerät erledigt Operationen am Herz von innen.

«Wir sammeln jetzt erste Erfahrungen mit da Vinci», erklärt Marko Turina, Direktor der Klinik für Herz- und Gefässchirurgie am Universitätsspital und ordentlicher Professor für Chirurgie an der Universität Zürich. Bereits 37 Patienten seien mit dem Gerät operiert worden. Alle Patienten hätten die Operation gut überstanden, freut sich Turina. Mit der neuen Technik lässt sich das Risiko einer Herzoperation verringern. Zudem verkürzt sich der Spitalaufenthalt von Patienten um mehr als die Hälfte. Auf den ersten Blick ist besonders das kosmetische Ergebnis überzeugend:

Bei einer herkömmlichen Herzoperation bleibt eine etwa 30 Zentimeter lange Narbe senkrecht in der Brustmitte zurück. Der Roboter dagegen hinterlässt drei lediglich zwölf Millimeter grosse Nähte auf der Haut. Wird der Körper nur minimal verletzt, anstatt die Brust einem Kleiderschrank gleich in der Mitte aufzuklappen, sind aber auch die Operationsfolgen weniger dramatisch.

Schonende Technik

«Unsere Patienten sind häufig nicht nur herzkrank, sondern haben auch Probleme mit den Lungen oder den Nieren», meint Gregor Zünd, Forschungsleiter der Robotik-Gruppe an der Klinik für Herz- und Gefässchirurgie. Die Anzahl dieser Risikopatienten im Alter zwischen 70 und 80 Jahren nehme seit einiger Zeit deutlich zu. Aktiv im Alter, laute die Devise, ein legitimer Anspruch, erklärt Zünd. Waren unter den herzchirurgischen Patienten am Universitätsspital 1989 noch 13 Prozent derartige Risikofälle, sind es zehn Jahr später schon 28 Prozent. Im vergangenen Jahr hatte sich die Zahl der Risikopatienten bereits auf 32 Prozent erhöht.

«Die Zahl der geschwächten Patienten mit vielen verschiedenen Leiden steigt exponentiell.» Für sie sei eine Herzoperation sehr belastend und riskant. Die konventionelle Methode funktioniert zwar problemlos bei jungen Menschen. Für ältere Leute ist sie jedoch suboptimal. Dabei das grösste Problem: Bei der konventionellen Technik muss das Brustbein der Länge nach aufgesägt werden. Nach der Operation leidet der Patient während des Heilungsprozesses selbst bei normalen Atembewegungen unter Schmerzen. «Besonders ältere Leute schonen sich dann häufig

und atmen nur oberflächlich», erklärt Oberarzt Martin Kunz. Und das kann fatale Folgen haben. Die Lungen werden schlecht belüftet, eine Lungenentzündung droht. Zudem wächst das Herz nach einer konventionellen Operation oft am Brustbein fest. Dies kann bei Re-Operationen zu Verletzungen des Herzens führen. «Das ist ein echter Notfall. Der Patient überlebt nur, wenn man ihn sofort an die Herz-Lungen-Maschine anschliesst», beschreibt Kunz die kritische Situation. Bei den Knopflochschnitten von Roboter da Vinci sind diese Folgen nicht zu befürchten – keine Schmerzen am Knochen und kein angewachsenes Herz.

Winzige Werkzeuge

Das Hightech-Robotersystem wird schweizweit bisher nur in der Herzchirurgie in Zürich eingesetzt. Seit dem vergangenen Januar besitzt das Universitätsspital das neue Gerät, das aus den Roboterarmen und einem Steuerpult besteht. Da Vincis Cockpit gleicht einem grossen Videospieleautomaten in einem Spielsalon. Der Operateur arbeitet vom Steuerpult aus. Häufig ist dies Oberarzt Oliver Reuthebuch. Er hat keinen direkten Kontakt zu dem Menschen auf dem Operationstisch. Mit dem Rücken zum Patienten, sitzt er in einer anderen Ecke des Operationssaals. Die Finger des Arztes stecken in zarten Schlaufen.

Vor sich sieht er das Videobild aus dem Inneren des Patienten. Denn die drei Arme von da Vinci sind mit millimeterkleinen Werkzeugen sowie einer 3D-Videokamera bestückt. Zwischen Muskeln und Rippen hindurchgeschoben, führt das Gerät derzeit so genannte Bypass-Operationen durch. Die Blutgefässe, die den Herzmuskel versorgen, sind verstopft und müssen durch intakte

Andrea Six ist freie Wissenschaftsjournalistin und Redaktorin des Biotechnologie-Magazins «Biomworld».

Arterien oder Venen aus dem Körper ersetzt werden. Dirigiert Reuthebuch mit den Fingerschlaufen die Werkzeuge durch das Gewebe, so greifen seine Hände jedoch ins Leere. Wenige Meter weiter führt stattdessen da Vinci die Bewegungen des Chirurgen aus. Präziser, als der Mediziner es könnte, denn auch das leiseste Zittern seiner Hände ist zuvor herausfiltriert worden.

«Da ist uns der Roboter ganz klar überlegen», sagt Reuthebuch. Mit der Steuerkonsole des Roboters könnte der Operateur aber auch in einem anderen Raum oder einer anderen Stadt sitzen. Die Technik sei ja ursprünglich in den USA mit der Idee entwickelt worden, Streitkräfte im Kampfgebiet per Satellit operieren zu können, sagt der Chirurg. Als Ersatz für die verstopften Herzgefässe legt da Vinci die linke Brustwandarterie frei. Krokodilartig bezahnt, schnappt sein Greifarm nach dem Blutgefäss. Der andere Roboterarm schält die Arterie mit einem winzigen Brenneisen aus dem Gewebe heraus.

Ist die Brustwandarterie herausgelöst, muss sie neu am Herzen vernäht werden. An diesem Punkt der Operation wird der Roboter beiseite geschoben und von Hand weitergearbeitet. Nötig ist nur noch ein kleiner Schnitt mit dem Skalpell. «Wir operieren am schlagenden Herzen», erklärt Reuthebuch. Dies sei zwar die erheblich schonendere Variante, als das Herz stillzulegen, wie man es früher gemacht habe. Damit aber das Blutgefäss am pumpenden Herzen fest angenäht werden könne, müsse das Gewebe kurzfristig festgehalten werden. Dazu setzt der Chirurg den so genannten Stabilisator auf den Herzmuskel. Die Vakuumfüsschen des Geräts saugen das Herz an und halten ein kleines Stück zwischen den Füsschen still. Hier kann genäht werden.

Da Vinci hat aber ein Problem: Der jetzige Stabilisator ist einfach



zu gross und würde nicht durch die zwölf Millimeter grossen Öffnungen im Brustkorb eines Patienten passen, durch die alle anderen Werkzeuge zum Herzen geschoben werden. Assistenzarzt Jürg Grünenfelder hat daher einen Prototyp entwickelt, mit dem auch der Roboter näher kommen kann. Ziel ist, schon innerhalb der nächsten zwei Monate die gesamte Operation mit dem Roboter durchführen zu können. Das Konzept, die gesamte Operationsausrüstung durch ein kleines Loch in den Patienten hineinzumanövrieren, habe ihn begeistert, meint Grünenfelder. Am Herzen angekommen, wird sich der neue Mini-Stabilisator entfalten wie ein Regenschirm und das Herz kurzfristig ruhig halten.

Schweineherzen operiert

Vor dem Ernstfall muss geübt werden. Als Erstes wurden die Ärzte der Robotik-Gruppe zum Training der Herstellerfirma Intuitive Surgical geschickt, wo an Modellen geübt wurde. Hier in Zürich habe man sich dann Schweineherzen vom Metzger geholt, sagt Marko Turina. Ein schlagendes Herz mit dem Robo-

ter zu operieren, trainierte das Team dann mit einem Plastikpatienten, bei dem sogar pumpende Bewegungen simuliert werden können – 60 mal in der Minute wurde ein Ballon im Herzen des Plastikmenschen aufgeblasen und abgelassen. Schliesslich wurde da Vinci noch an acht Schafen im speziellen Tier-Operationsaal am Spital ausprobiert.

Im März operierte da Vinci die ersten Patienten. «Natürlich existierten Ängste in den Köpfen der Menschen», erinnert sich der Klinikdirektor Marko Turina. «Sobald wir die Patienten jedoch über die Methode aufgeklärt hatten, waren sie begeistert.» Je ehrlicher man sei, um so eher könne man auch Patienten für eine neue Methode gewinnen, so Turina weiter. Es müsse den Menschen klar gemacht werden, dass jede Notfallsituation durch das Operationsteam aufgefangen werden könne. Forschungsleiter Zünd erklärt die Absichten der Robotermedizin: «Wir wollen keine selbstständigen Maschinen konstruieren, die ohne Kontrolle Operationen durchführen.»

Bei da Vinci handelt es sich im engeren Sinne um einen Telema-



Nur wenig Blut vergiesst das Operationsteam bei der Herzoperation mit dem Telemanipulator da Vinci (Bild links). Mit der neuen Methode arbeitet das Team nur noch mit einem Chirurgen direkt am Patienten. Für eine konventionelle Bypass-Operation waren bisher bis zu vier Operateure nötig.

Wie ein Videospielautomat sieht das Steuerpult aus, von dem aus der Arzt die Roboterarme im Operationssaal lenkt (Bild rechts).



Bilder: Damien Riths

nipulator. Das Gerät muss von einem Chirurgen bedient werden; ein zweiter Operateur überwacht die Situation direkt beim Patienten. Verglichen mit der klassischen Bypass-Operation, bei der noch drei bis vier Chirurgen operierten, seien zwar weniger Ärzte beteiligt, weiter reduzieren werde sich diese Zahl jedoch nicht, so Zünd. «Ich bin überzeugt, dass in der Roboterchirurgie die Zukunft liegt», sagt er. Der Roboter könne präziser arbeiten als der Mensch. Der Arzt wird den Roboter jedoch immer kontrollieren müssen. Momentan bereits von einem Roboter zu sprechen, sei bei da Vinci eigentlich verfrüht. Ein Telemanipulator sei aber ein erster Schritt in diese Richtung.

Schwingender Roboterarm

Den Telemanipulator jedoch auch künftig nur als ferngesteuerte mechanische Hilfe einzusetzen, damit sind die Herzchirurgen vom Universitätsspital nicht zufrieden. «Wir wollen mit wirklichen Robotern arbeiten», sagt Gregor Zünd. So ist die Robotik-Gruppe an einem Projekt von Universität Zürich, Hochschule Win-

terthur, ETH Zürich und ETH Lausanne beteiligt, bei dem Computer- und Bildverarbeitungssysteme für medizinische Eingriffe entwickelt werden. Ein Herzroboter sollte in Zukunft in der Lage sein, die Blutgefässe selbst aufzusuchen, sie zu präparieren und anschliessend anzunähen. Ausgerüstet mit verschiedenen Sensoren, die auf Reize wie den Pulsschlag einer Arterie oder sogar visuelle Informationen reagieren, könne sich ein flexibler Arm des Roboters an den Gefässen entlangschlängeln.

Das Verbinden der Blutgefässe, das derzeit noch mit Nadel und Faden ausgeführt wird, solle der Roboter mit Klammern oder Ringen in kürzerer Zeit erledigen. Ein weiter entwickelter Roboter soll schliesslich auch den Stabilisator überflüssig machen. Das pumpende Herz könnte dann in Bewegung operiert werden, wenn der Roboterarm im gleichen Rhythmus wie die Herzfrequenz mitschwingt. Derzeit sind die Ingenieure der Herzchirurgie jedoch noch nicht überzeugt, dass der Roboter einwandfrei mit dem Herzen zu synchronisieren ist – denn das Gerät darf nicht

ein einziges Mal aus dem Takt geraten.

Eingriffe aus der Ferne

In etwas fernerer Zukunft, vielleicht in fünf Jahren, sei es denkbar, dass ein Spezialist seltene Operationen von einer Klinik an der Konsole ausführe, Patient und Roboter sich jedoch in einer anderen Klinik befänden, meint Jürg Grünenfelder. Ausser dass jede an ein derartiges Netzwerk angeschlossene Klinik einen eigenen Roboter besitzen müsste, sei zusätzlich beim Patienten ein Operateur nötig, der jede Notfallsituation beherrsche. Der Vorteil sei jedoch, dass viele Kliniken von einem Chirurgen mit Spezialerfahrungen profitieren könnten. Der Roboter jedoch wird sich sicher nicht zu einem Spezialisten entwickeln. Die Herzchirurgen sind vielmehr bestrebt, einen Universaltypus zu verwenden, der je nach Operationsart mit den benötigten Instrumenten umgerüstet werden kann.

