

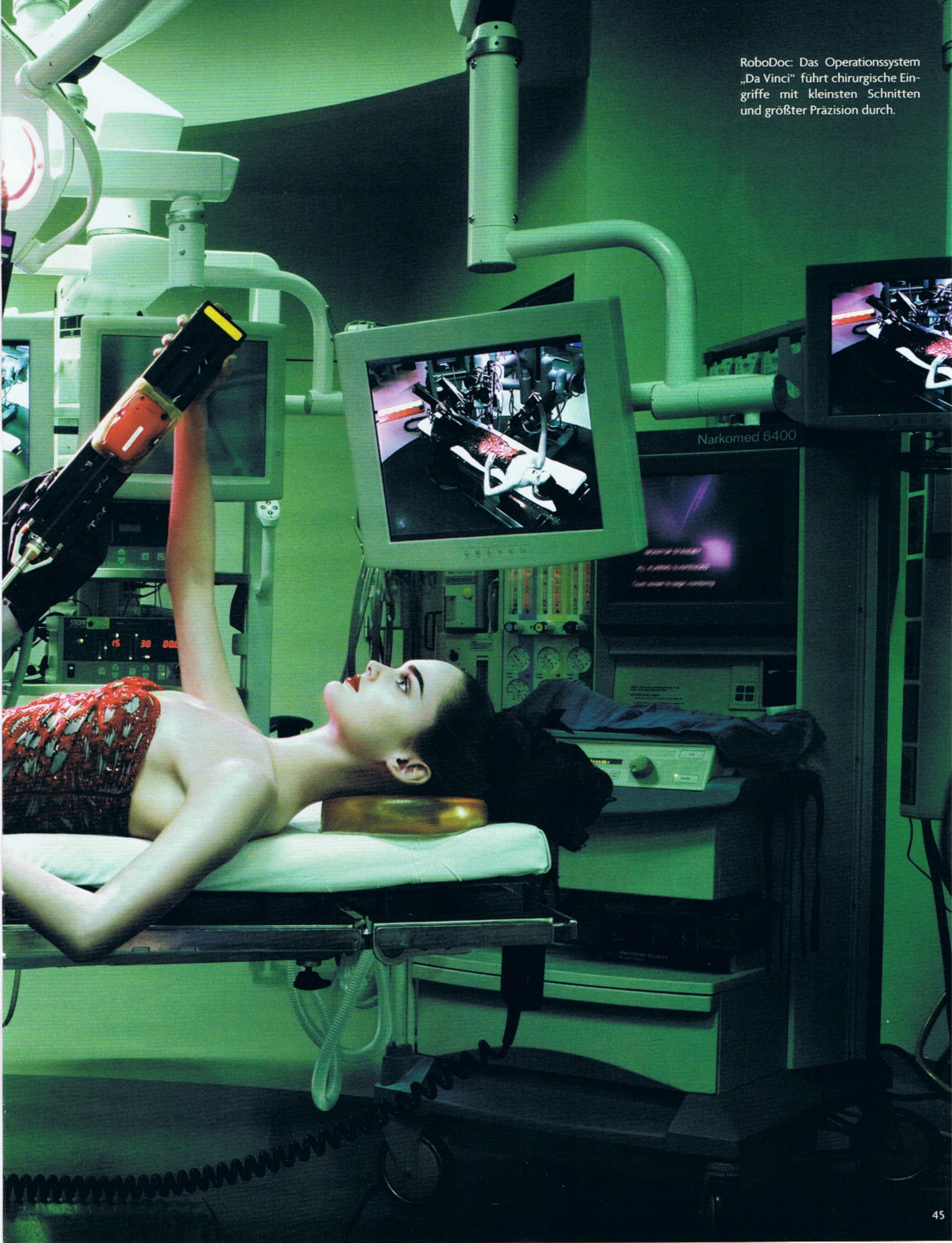
OPERATION ZUKUNFT

DIE MEDIZIN VON MORGEN: ROBOTER-
ÄRZTE, MECHANISCHE FITNESS-
HUNDE UND INTELLIGENTE GEN-CHIPS
REVOLUTIONIEREN DIE HEILKUNST

FOTOS: STEVEN KLEIN / TEXT: ROBERT SULLIVAN

VOGUE APRIL 2006

RoboDoc: Das Operationssystem „Da Vinci“ führt chirurgische Eingriffe mit kleinsten Schnitten und größter Präzision durch.



B

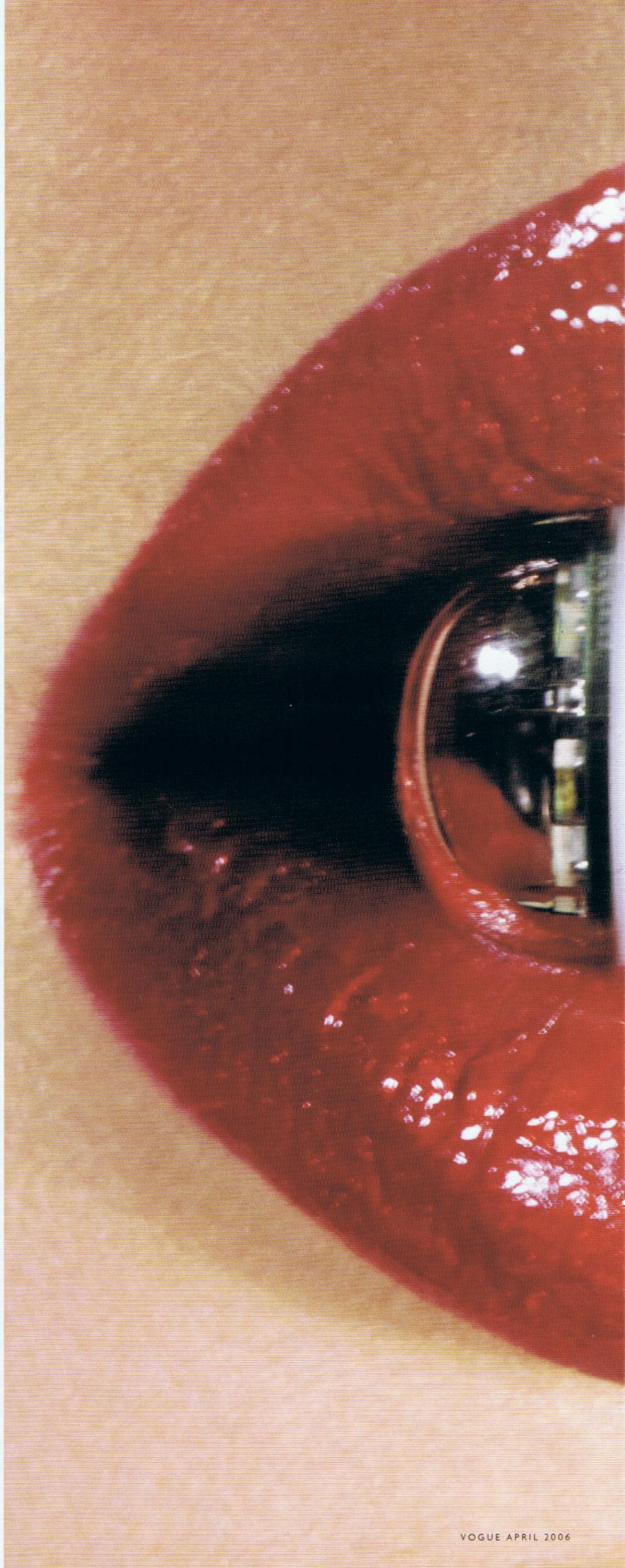
eim Versuch, die Zukunft vorauszusehen, hilft ein Blick in die Vergangenheit manchmal mehr als jede Spekulation. Stellte doch schon der – durchaus als Visionär geltende – Nuklearphysiker Niels Bohr süffisant fest: „Eine Vorhersage ist schwierig, vor allem was die Zukunft betrifft.“ Momentan jedenfalls scheint sich die Wissenschaft von alten Hollywoodfilmen inspirieren zu lassen, wenn es um die Medizin von morgen geht. Zum Beispiel von einem Werk wie *Die phantastische Reise* von 1966: Ein U-Boot samt Besatzung wird auf Mikrobengröße geschrumpft und in die Blutbahn eines Patienten injiziert, um dort ein Blutgerinnsel zu beseitigen. Dabei entpuppen sich die Naturgewalten des Organismus als tödliche Feinde. Ein Sciencefiction-Klassiker, in dem – anhand ziemlich schlechter Dialoge – versucht wurde, eine Krankheit mit dem Kalten Krieg zu vergleichen.

Paradoxerweise hat uns der Krieg auch etwas Gutes gebracht: einen medizinischen Apparat, der künftig sicher immer häufiger zum Einsatz kommen wird – und das nicht unbedingt aus militärischen Gründen. Es handelt sich dabei um einen chirurgischen Roboter, das Operationssystem „Da Vinci“. Ursprünglich dafür gedacht, verwundete Soldaten an der Front operieren zu können, ohne dass ein Arzt vor Ort sein muss, ist er inzwischen auch in normalen Krankenhäusern zu finden. In Deutschland etwa in der Berliner Charité, im Deutschen Herzzentrum München oder im Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Der Apparat wirkt recht futuristisch: Vier mit Sonden bestückte Arme führen mit langsamen und exakten Bewegungen die Befehle aus, die der Chirurg über eine etwas entfernt stehende Konsole eingibt. „Das ist phantastisch“, schwärmt Dr. Myriam Curet, Chirurgin an der Stanford University. Auch Patienten, die bereits mit „Da Vinci“ behandelt wurden, sind voll des Lobes, obwohl man das Gerät eher im Laderaum eines Raumschiffs von Außerirdischen vermuten würde. „Ich weiß nicht, ob es daran liegt, dass man sich hier in Kalifornien stark für neue Technologien interessiert, aber Roboter-OPs sind sehr gefragt.“

Ärzte und Patienten sind gleichermaßen angetan, weil durch derartige Entwicklungen chirurgische Eingriffe immer präzi- →

„VIELE PATIENTEN
EMPFINDEN
ROBOTER NICHT ALS
UNPERSÖNLICH“

DR. GARTH BALLANTYNE





Phantastische Reise: Eine Kamera in Tablettenform macht Aufnahmen vom Innern der Speiseröhre. Die Bilder erleichtern den Ärzten die Diagnose.

ser durchgeführt werden können. Die eigentliche Operation findet im Innern des Körpers statt. Man braucht keine großen Schnitte mehr, der Blutverlust ist geringer, die Heilungsphase kürzer. „Es fühlt sich fast so an, als ob man kleine Hände im Innern des Patienten hätte, als ob man selbst in dessen Körper wäre“, schwärmt Dr. David Lee, Leiter der urologischen Abteilung des Penn Presbyterian Medical Center in Philadelphia, der schon seit 2002 mit dem Roboter arbeitet.

Während der vergangenen Jahre wurde der Roboter erfolgreich bei Herzklappen- und Tumoroperationen sowie Eingriffen an der Prostata eingesetzt. Im Frühjahr 2005 genehmigte die amerikanische Gesundheitsbehörde FDA (Food and Drug Administration) die „Da Vinci“-Maschine auch für gynäkologische Behandlungen. In einem Fall sollte einer Patientin ein gutartiger Tumor entfernt werden, was normalerweise den kompletten Verlust der Gebärmutter zur Folge gehabt hätte. Der Roboter konnte akkurater vorgehen und der Uterus erhalten werden. Die Patientin blieb gebärfähig, ihr Klinikaufenthalt beschränkte sich auf wenige Tage.

Und das ist erst der Anfang. Dr. David Lee kann sich durchaus vorstellen, irgendwann einmal per Roboterkonsole in Philadelphia jemanden zu operieren, der in einem anderen Teil der Welt im Krankenhaus liegt.

Bis dahin müssen allerdings noch einige Hindernisse überwunden werden. So sind extrem schnelle Internetverbindungen notwendig, damit die Operationsbefehle des Chirurgen zum exakt richtigen Zeitpunkt ausgeführt werden. Als Ärzte in den Vereinigten Staaten einen Patienten in Frankreich an der Gallenblase behandelten, befand sich der Chirurg in einer Bank, weil Finanzinstitute heute über die besten Highspeed-Internetverbindungen verfügen. „Wenn man beispielsweise gerade versucht, eine starke Blutung zu stoppen, darf es keine Verzögerung bei der Befehlsübertragung geben“, erklärt Dr. Lee. Normale Leitungen wären einfach zu langsam.

Weiterentwicklungen von „Da Vinci“ sind bereits im Einsatz. Da gibt es etwa den Roboter mit einer künstlichen Hand, die Ultraschalltechnologien mit einem künstlichen Tastsinn kombiniert und es Experten ermöglicht, Frauen landesweit, vielleicht sogar weltweit, auf Brustkrebs zu untersuchen.

Wissenschaftler des MIT Media Lab in Cambridge, Massachusetts, sind derzeit dabei, einen mechanischen Hund für Menschen zu erschaffen, die Diät halten müssen. Er soll deren Kalorienzufuhr und Sportgewohnheiten kontrollieren. Zur Ermunterung wedelt der Hund mit dem Schwanz, bei Ernährungssünden bewegt er sich lethargisch hin und her, um an die Folgen von Übergewicht zu erinnern.

„STELLEN SIE
SICH VOR: EIN
HERZ REPARIERT
SICH SELBST!“

DR. JOHN BURN

Ausgehend vom aktuellen Stand der Forschung, wird das Wissen vom menschlichen Körper, insbesondere von unseren Genen, trotz aller technischen Errungenschaften von zentraler Bedeutung sein. Ein Beispiel hierfür sind sogenannte Microarrays, Gen-Chips von der Größe einer Kreditkarte, die das gesamte Genom eines Patienten gespeichert haben. Sie sollen es Medizinern gestatten, den Zusammenhang zwischen einer Krankheit und den Veranlagungen einer Person zu erkennen, sodass sich deren Behandlung minutiös darauf abstimmen lässt. Schon heute entwickeln Ärzte individuelle Krebstherapien, die sich nach der genetischen Disposition der Patienten richten.

Gleichzeitig scheint die Gentherapie, die einst als die Zukunft der Medizin galt, inzwischen keine ganz so große Rolle mehr zu spielen. Viele Experten setzen ihre Hoffnungen nun auf die Stammzellentherapie. Obwohl die Betrugsbeichte des koreanischen Klonforschers Woo Suk Hwang die Euphorie ein wenig gedämpft hat und der Einsatz von embryonalen Stammzellen immer noch umstritten ist (erst kürzlich gelang es Stammzellen zu züchten, ohne dabei Embryonen zu verletzen – einer der Hauptstreitpunkte in der Diskussion), wird die Forschung auf diesem Gebiet weiter vorangetrieben. Die Hoffnung der Wissenschaftler: dass es eines Tages gelingt, mit Hilfe von Stammzellen geschädigte Organe wiederherzustellen, Gewebe nachwachsen zu lassen und somit den Körper dazu zu bringen, sich selbst zu heilen. „Stellen Sie sich vor, diese Zellen könnten eine kaputte Leber oder ein geschädigtes Herz reparieren!“, so Dr. John Burn, Leiter der Human Embryonic Stem Cell Group, einer Gruppe von Wissenschaftlern in Newcastle-on-Tyne, die von der britischen Regierung gesponsert wird.

Egal ob die Stammzellen-Wissenschaft in der Zukunft tatsächlich eine so große Rolle spielen wird oder nicht – aus heutiger Sicht wird es vermutlich ziemlich erstaunlich sein, welche Behandlungsmethoden Ärzte dann anwenden werden. Falls es überhaupt noch Ärzte gibt. Wie wird es sein im Jahr 2075 oder sogar schon 2025 – oder auch in nur wenigen Jahren? Falls Sie noch nie etwas von synthetischen Knochentransplantaten gehört haben, einer Art Gerüst, an dem neues Gewebe entsteht, das den gebrochenen Knochen wieder verbindet, werden Sie bei den Cocktailpartys anno 2040 wenig zum Smalltalk beitragen können. Und Sie werden vermutlich keine Ahnung davon haben, dass es Ärzten im Jahr 2005 erstmals gelungen war, gesundes Knochengewebe an einer Körperstelle wachsen zu lassen, um einen Knochen an einer anderen Stelle heilen zu können. Möglich, dass Sie aus Ihrer Elektrolimousine fallen, sich dabei ein Bein brechen und dann lediglich eine kleine Spritze mit synthetischem Knochenmaterial erhalten, um gleich darauf ihre Shoppingtour durch die angesagtesten Boutiquen fortsetzen zu können. Ebenso möglich, dass Sie erblinden und Ihrem Augenarzt – der dann natürlich nicht mehr so heißen wird – einen kurzen Besuch abstatten, um Ihre Sehkraft wiederherstellen zu lassen. Kein Problem. Bald wird es möglich sein, Ihnen eine neue Netzhaut zu züchten und zu implantieren.

Zweifellos werden Mediziner künftig über mehr Informationen verfügen, weil sie in der Lage sind, Organe genau zu vermessen und dreidimensionale Aufnahmen anzufertigen oder vor einer Operation deren Folgen zu simulieren. Bereits heute existieren Kameras in Pillengröße, die der Patient schluckt,

damit die Ärzte seine Speiseröhre inspizieren können. Und es gibt „Gutbot“, eine Sonde, die einen Einblick in die inneren Organe gestattet. An der Carnegie Mellon University in Pittsburgh wird gerade an einer Minikamera mit Beinen gearbeitet. Auch sie wird vom Patienten geschluckt, der Arzt kann sie dann beliebig durch dessen Körper lenken.

Der Zukunftsforscher und Wegbereiter der Künstlichen Intelligenz, Ray Kurzweil, schrieb unlängst im *New Scientist*, dass wir in einer Zeit leben, in der der technische Wandel so schnell voranschreitet und einen so tiefgreifenden Einfluss hat, dass sich das menschliche Leben unwiderruflich verändern wird. „Wir werden in der Lage sein, unsere Biologie umzuprogrammieren und schließlich sogar zu überwinden. Es wird zu einer regelrechten Verschmelzung von Mensch und Technik kommen.“

Natürlich hat eine solche Veränderung unserer Biologie auch ihre Tücken. Im vergangenen Sommer beispielsweise erteilte die Food and Drug Administration einem kleinen elektrischen Gerät des Unternehmens Cyberonics die Zulassung. „VNS Therapy“, das einem Herzschrittmacher ähnelt und sowohl „Food“ als auch „Drugs“ als ziemlich überholt oder wenigstens altmodisch erscheinen lässt, wurde für die Behandlung chronischer Depressionen entwickelt. In die linke Seite der Brust implantiert, sendet es einen elektrischen Impuls an das Gehirn (etwa 30 Sekunden alle fünf Minuten). Etwas Vergleichbares war schon einmal im Sciencefiction-Thriller *Gattaca* mit Uma Thurman als genetisch perfekter Mensch zu sehen. Natürlich war man bei Cyberonics stolz auf das Produkt. Die FDA zog allerdings zwei Monate später ihre Genehmigung wieder zurück, weil der Apparat „nicht empfehlenswert“ sei – um ihre Meinung dann ein weiteres Mal zu ändern. Was zu dem Gedanken führt, dass man eventuell doch nicht gleich jedes Gerät, das neu auf dem Markt kommt, mit seinem Gehirn verbinden sollte.

In ähnlich einschneidender, aber offensichtlich weniger gefährlicher Weise hat man damit begonnen, die Krankengeschichte eines Patienten mittels eines reiskorngroßen Chips in dessen Körper zu implantieren. Ein weiterer Schritt in Richtung Zukunft. Beim Scannen dieses Chips wird eine 16-stellige Nummer angegeben, mit deren Hilfe Institutionen wie Krankenhäuser oder Ärzte, natürlich nur mit Einverständnis der betref-

ES WIRD ZUR VERSCHMELZUNG VON MENSCH UND TECHNIK KOMMEN

RAY KURZWEIL

fenden Person, Zugriff auf deren Krankengeschichte bekommen. Vielleicht wird man auch gar nicht mehr zum Arzt in die Praxis gehen, vielleicht wird uns die Arztpraxis in Zukunft zu Hause besuchen. Das Hackensack University Medical Center in New Jersey ist im Besitz eines etwa 1,60 Meter großen und rund 100 Kilogramm schweren Roboters mit einem Kopf in Form eines Fernsehbildschirms, der früher „InTouch Health's RP-6“ genannt wurde (RP steht für Remote Presence, also Fern-Präsenz), bekannt unter dem Spitznamen „Mr. Round“ (deutsch: Visite), abgeleitet von der klassischen ärztlichen Visite. So kann Dr. Garth Ballantyne, Leiter der Abteilung für minimal-invasive Chirurgie, seine Patienten am Krankenbett besuchen, während er sich selbst in seinem Büro auf der anderen Straßenseite oder auf einer Tagung in Europa aufhält. Der Patient sieht ihn während der Robotervisite auf dem Monitor. Der Doktor sitzt seinerseits vor einem Bildschirm, auf dem er den Patienten beobachten kann und gleichzeitig Einblick in die elektronische Krankenakte hat. „Wir fürchteten zuerst, dass die Leute dies als unpersönlich empfinden würden, doch sie sind begeistert“, so Dr. Ballantyne.

Selbst wenn nun hin und wieder Roboterärzte vorbeischauen, wird die Zukunft nur langsam auf uns zukriechen und nachvollziehbar bleiben. Trotz aller aufregenden technischen Neuerungen erscheinen die Veränderungen oft ziemlich banal. In der legendären amerikanischen Mayo-Klinik beispielsweise arbeitet Dr. Victor Montori daran, die Organisation einer Arztpraxis zu vereinfachen. Eine der wichtigsten Fragen dabei: Wie lassen sich Krankengeschichten besser verwalten? Zu Beginn des vorigen Jahrhunderts hatte die Mayo-Klinik an der Entwicklung der inzwischen altmodischen Krankenakte in Papierform mitgewirkt. In diesem Jahr laufen in einem Teil des Instituts verschiedene Testprogramme, etwa Check-in-Stationen für Patienten, vergleichbar mit Abfertigungsschaltern für Reisende in Flughäfen. Aber auch weniger aufwendige Neuerungen werden getestet. Die Patienten bekommen zum Beispiel kleine Infografiken ausgehändigt, die auf einen Blick und für jeden verständlich die Risiken zeigen, wenn sie ihre Medikamente nicht einnehmen. Manchmal sorgt auch der Einsatz von „alter Technologie“ für Fortschritt. Die Patienten der Mayo-Klinik erhalten seit neuestem einen Notizblock und einen Stift, um sich während der Visite Notizen machen zu können. Der Effekt ist erstaunlich. Man hat festgestellt, dass Patienten, die sich die Anweisungen des Arztes aufschreiben, diese eher befolgen. Was bedeutet, dass viele von uns die Zukunft tatsächlich auch noch erleben werden.

SNIPS & CHIPS: DIE HEISSESTEN THEMEN DER MEDIZINZUKUNFT

DNA-CHIPS-ANALYSE: Ziel der Untersuchungen mit „Microarrays“ ist es herauszufinden, welche Gene aktiv sind und welche nicht. Mediziner können so das Risiko einer Person, z.B. an Krebs zu erkranken, erkennen und beurteilen, bei wem welches Medikament wie wirkt. Hierbei nutzt man ein einfaches Prinzip: Trennt man einen DNA-Strang in zwei Hälften, existiert lediglich ein komplementärer zweiter Teil, der zu ihm passt. Zur DNA-Analyse werden DNA-Fragmente (Sonden) auf einem Träger positioniert. Nun wird die Gewebe-DNA des Patienten mit Fluoreszenzfarbstoff markiert und dazugegeben. Dabei docken nur die aktiven Abschnitte an ihre Hälften an und sind an ihrer Farbe zu erkennen.

SNIPS-METHODE: Das Genom, unser biologischer Bauplan, unterscheidet sich bei jeder Person durch winzige Variationen, die sie unverwechselbar machen. Diese Snips (Single-Nucleotide Polymorphisms) bestimmen, wie schnell wir altern und unsere Veranlagung, gewisse Krankheiten zu bekommen. Prof. Dr. Johannes Huber und Dr. Michael Klentze haben im Buch „Die revolutionäre Snips-Methode“ (Südwest Verlag) die wichtigsten Snips analysiert und zeigen, wie man sie mit Ernährung und Lebensweise beeinflussen kann.