

Neue Bilder vom Herzen

WILHELM KONRAD RÖNTGEN präsentierte sich das Organ vor rund hundert Jahren noch als mehr oder weniger grosser schwarzer Schatten. Seither wurde die Bildgebung des Herzens immer präziser: Heute arbeiten Wissenschaftler weltweit daran, aller kleinste Strukturen und den ganzen verästelten Baum der Herzkranzgefässe darzustellen. Auch die Bewegungen und Funktionen des Herzens sowie metabolische Details wie etwa den ganz lokalen Zuckerstoffwechsel in einem Herzmuskelareal versuchen Forscherinnen und Forscher mit Hilfe ihrer zwei- oder dreidimensionalen Hightech-Bilder möglichst präzise und treffsicher abzulesen.

In der Herzdiagnostik findet derzeit unter Radiologen, Nuklearmedizinern, Kardiologen und biomedizinischen Ingenieuren weltweit ein Wettrennen in der Erforschung von bildgebenden Verfahren statt. Mehrere Gruppen des Universitätsspitals Zürich mischen ganz vorne mit: Die Wissenschaftler wollen die Methoden der Computertomographie, der Nuklearmedizin und der Magnetresonanztomographie weiter optimieren. Welches bildgebende Verfahren sich künftig in den Krankenhäusern bei der Abklärung von Herz- und Herzkranzgefässkrankheiten durchsetzen wird, ist noch nicht entschieden. Denn jede Methode hat Vor- und Nachteile und einen optimalen Einsatzbereich. Was aber wahrscheinlich ist: Die Diagnostiktools der neuesten Generation könnten den gängigen diagnostischen Herzkatheteruntersuchungen bald den Rang ablaufen.

Heute legen Kardiologen in der Schweiz jedes Jahr zirka 30 000 Herzkatheter zur Untersuchung der Herzkranzgefässe, also der Arterien, die den Herzmuskel mit Sauerstoff versorgen. Sie führen einen kleinen Katheter über eine Beinarterie bis in die Abgänge der Herzkranzgefässe. Bei über der Hälfte der Patienten führt diese Prozedur jedoch nicht zu einer medizinischen Intervention, sondern dient vornehmlich der Diagnose. «Da stellt sich für uns die Frage, ob nicht ein Teil dieser offenbar rein diagnostischen Untersuchungen durch nicht-invasive bildgebende Verfahren ersetzt werden könnte», sagt Hatem Alkadhi vom Institut für Diagnostische Radiologie am Universitätsspital

Zürich. Eine potenzielle Alternative ist die Untersuchung im Computertomographen (CT), denn dieser «unblutige Herzkatheter» birgt praktisch keine Komplikationsrisiken. «Eine Herz-CT-Untersuchung kann auch ambulant durchgeführt werden, sie dauert mit Vor- und Nachbereitung aller Daten zirka eine Stunde, die eigentliche Untersuchung im Tomographen dauert zirka neun Sekunden», argumentiert Radiologe Alkadhi. Auch den Kostenvergleich braucht die Computertomographie nicht zu scheuen: Eine CT-Untersuchung kostet derzeit rund 600 Franken und ist damit im Vergleich zu anderen Methoden relativ preiswert.

Die koronare Herzkrankheit ist das wichtigste Krankheitsbild in der Kardiologie. Täglich werden Patienten mit Verdacht auf diese Krankheit, bei der sich die Herzkranzgefässe verengen, ins Universitätsspital Zürich eingeliefert, oft auf Grund eines drückenden Schmerzes im Brustkorb. Um abzuschätzen, ob ein Herzinfarkt oder ein plötzlicher Herztod droht, untersuchen die Ärzte nun neuerdings immer mehr Patienten im Computertomographen, wenn ein Herzkatheter nicht zwingend erscheint. Die neueste Generation von Computertomographen ist der Dual-Source-CT. Als eines der ersten Geräte weltweit ist es im Frühling 2007 im Universitätsspital Zürich installiert worden. Der Dual-Source-CT, der mit zwei Röntgenstrahlern und zwei Detektoren arbeitet, erreicht eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung.

Das Gerät ermöglicht Aufnahmen von sehr kleinen, sich schnell bewegenden Objekten – etwa vom pumpenden Herz oder von feinsten Herzkranzarterien. Während ältere Tomographen nur einzelne Abschnitte von Arterien sichtbar machen konnten, kann der Dual-Source-CT den ganzen Koronarbaum mit seinen Verästelungen darstellen – eine äusserst wichtige Information bei der Diagnose der koronaren Herzkrankheit. Zudem machen die Pumpbewegungen des Herzens den Radiologen keine Sorge mehr: «Noch vor wenigen Jahren mussten wir vor der CT-Untersuchung die Herzfrequenz der Patienten jeweils mit Beta-Blockern dämpfen, heute bewältigt das Gerät sogar 120 Herzschläge pro Minute, ohne dass diese rasche Bewegung ihm Mühe bereiten würde»,

Die Bildgebung des Herzens wird derzeit neu erfunden: Gleich drei Wissenschaftsgruppen der Universität Zürich haben sich zum Ziel gesetzt, genauere und aussagekräftigere Bilder zu liefern – bei geringerem Komplikationsrisiko, geringeren Kosten oder ganz ohne Strahlenbelastung für die Patienten.

so der Radiologe Alkadhi, dessen Forschungsarbeiten zur CT-Herzbildgebung mehrfach international prämiert wurden. Vor der eigentlichen CT-Untersuchung wird den Patienten auf der Brust ein EKG angebracht. Dann legen sie sich mit den Füßen voran auf den CT-Tisch, ein Pfleger injiziert in eine Vene der Ellenbeuge jodhaltiges Kontrastmittel, sie atmen einmal ein, und nach ein paar Sekunden ist die Untersuchung fertig. Aufgrund der Daten von CT und EKG rekonstruieren die Ärzte dann verschiedene Herzphasen, meistens in der Diastole – jener Phase, in der sich die Herzkranzgefäße erweitern und füllen.

«Leider eignet sich die CT-Untersuchung der Herzkranzgefäße nicht für Patienten mit starker Gefässverkalkung. Und ausserdem bleibt die Methode funktionelle Daten schuldig», sagt Philipp A. Kaufmann vom Herzkreislaufzentrum des Universitätsspitals Zürich. Der Kardiologe und Nuklearmediziner hat deshalb CT und SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) respektive CT und PET (Positron Emission Tomography) kombiniert. Seine weltweit ersten Herzuntersuchungen mit dieser Hybridtechnik sorgten für Aufsehen: Kaufmanns Bilder vom Herzen wurden etwa von der Amerikanischen Fachgesellschaft für Nuklearmedizin als «Image of the year 2006» ausgezeichnet. Die Kombination der beiden Bildgebungsverfahren zu einem dreidimensionalen, eventuell sogar bewegten Gesamtbild ist bislang nur an wenigen Zentren weltweit möglich. Sie ist aber die aussagekräftigste Methode in der Herzbildgebung überhaupt: Das CT liefert anatomische

Details – etwa die Herzkranzgefäße im Querschnitt –, dank denen eine Verengung durch Kalk oder auch cholesterinhaltige Ablagerungen entdeckt werden kann.

Die SPECT- respektive PET-Untersuchungen weisen auf minderdurchblutete Regionen des Herzmuskels oder auf nicht mehr «vitale» Regionen mit herabgesetztem Zuckerstoffwechsel hin, wie sie insbesondere nach einem Herzinfarkt entstehen. Dies hilft den Kardiologen unter anderem, zu entscheiden, wo ein Bypass angelegt oder ein Stent implantiert werden muss respektive welche Medikamente sie einem Herzpatienten verschreiben sollten. Der grosse Nachteil dieser Methoden und der Computertomographie ist die Belastung der Patienten mit radioaktiver Strahlung. Zukünftig kann sie, zumindest bei Patienten mit niedriger, regelmässiger Herzfrequenz, durch die «punktuelle Tomographie» wesentlich gesenkt werden, in dem das Gerät nur in der Herzphase der Diastole strahlt.

Überhaupt keine potenziell schädliche radioaktive Belastung entsteht für Herzpatienten im Magnetresonanztomographen. Auch bei der Weiterentwicklung dieses bildgebenden Verfahrens sind Wissenschaftler der Universität Zürich weltweit führend. Peter Bösiger und sein Team vom Institut für Biomedizinische Technik entwickeln seit Jahren verschiedenste medizinische Anwendungen der Magnetresonanztomographie (MRT), unter anderem auch zur anatomischen und funktionellen diagnostischen Abbildung des Herzens und der Herzkranzgefäße. Die Magnetresonanz-



PD Dr. Hatem Alkadhi, Institut für Diagnostische Radiologie; Prof. Philipp A. Kaufmann, Nuklearkardiologie; Prof. Peter Bösiger, Institut für Biomedizinische Technik (von oben nach unten)

Bildgebung des Herzens

PROJEKTE:
Innovative Weiterentwicklungen von bildgebenden Verfahren in der Herzdiagnostik.

FINANZIERUNG:
Kaufmann: SNF-Professur, Zentrum für Integrative Humanphysiologie; Bösiger: UZH und ETH Zürich, KTI, Industrie

ZUSAMMENARBEIT:
Alkadhi: Klinik für Herz- und Gefässchirurgie, Kardiovaskuläres Zentrum und Nuklearkardiologie am USZ, Computer Vision Laboratory und Laboratory of Thermodynamics in Emerging Technologies an der ETH Zürich, Clinical Morphology & Biomedical Engineering an der Universität Basel; Kaufmann: Interdisziplinär im USZ

mit Kardiologie, Radiologie, Herzchirurgie. National: Radiopharmazie ETHZ/PSI sowie Universitäten Lausanne und Genf. Bösiger: Klaas P. Prüssmann (UZH/ETHZ), Markus Rudin (UZH/ETHZ), Beat Meier (ETHZ), Borut Marincek (UZH), Thomas Lüscher (UZH)

VERANTWORTLICH:
PD Dr. Hatem Alkadhi,

USZ; Prof. Philipp A. Kaufmann, USZ, Prof. Peter Bösiger, UZH/ETH

E-MAIL:
hatem.alkadhi@usz.ch
pak@usz.ch,
boesiger@biomed.ee.ethz.ch

WEBSITES:
www.radiologie.usz.ch,
www.nuk.usz.ch,
www.biomed.ethz.ch



tomographie nutzt Radiowellen. Dem Patienten werden anstelle von strahlenden Molekülen «smarte» Kontrastmittel gespritzt, die sich im Körper verteilen und sich an Orten mit bestimmten Stoffwechseleränderungen vermehrt oder vermindert ansammeln. «Insbesondere interessieren uns Stoffwechseleränderungen, die für ein pathologisches Geschehen in einer Zelle charakteristisch sind und uns ermöglichen, Krankheiten in einem Frühstadium zu erkennen», erläutert Bösiger.

Die Magnetresonanztomographie (MRT) gilt für manchen Kardiologen als die bildgebende Diagnosemethode der Zukunft. An Kinderkliniken etwa hat sich die MRT, nicht nur der Ungefährlichkeit wegen, längst etabliert. Ausserdem ist eine MRT-Untersuchung mit rund 800 Franken ähnlich günstig wie eine Computertomographie. Zudem macht die Methode auch bei funktionellen Untersuchungen nach einem Herzinfarkt der Nuklearmedizin Konkurrenz. Und dass auch feine Herzkranzarterien in ausreichender Bildqualität sichtbar gemacht werden können, ist für Bösiger nur

eine Frage der Zeit. Strukturen im Submillimeterbereich sind aber noch einer der Schwachpunkte der Magnetresonanztomographie.

Derzeit versucht Peter Bösiger mit seinem Team unter anderem, im MRT das Blut zu verfolgen, wie es durch die Gefässe strömt. So können die Forscher zum Beispiel herausfinden, wo ein Gefäss allenfalls arteriosklerotische Veränderungen aufweist. In einem weiteren Forschungsprojekt nutzt Bösigers Gruppe Kontrastmittel, die nur in «vitalen» Gewebestrukturen aufgenommen werden – also nicht in durch ein verengtes Gefäss in Mitleidenschaft gezogenes Herzgewebe. «So können Ärzte zukünftig die Schäden eines Herzinfarkts abmessen», erklärt der Bio-Ingenieur, «auch solche, die von so genannt stillen Infarkten herrühren, die unbemerkt geschehen. Denn: Der Stoffwechsel der Zellen hat ein Gedächtnis. Wir brauchen dieses nur sichtbar zu machen.»

Ruth Jahn

Schonende Diagnose: Mit innovativen bildgebenden Verfahren können Herzkrankheiten auf nichtinvasivem Weg immer detaillierter erfasst werden.