



# Der neue Blick ins Herz

Die kardiale Diagnostik hat einen Wendepunkt erreicht. Die koronare CT-Angiographie tritt immer häufiger an die Stelle des Herzkatheters, und die kardiovaskuläre MR-Bildgebung zunehmend an die Stelle der Stress-Echokardiographie und der Myokardszintigraphie. Jetzt geht es darum zu entscheiden, welchen Platz beide Modalitäten im klinischen Entscheidungsprozess haben.

Von Dr. Hildegard Kaulen

Koronare Herzkrankheit: ja oder nein? Diese Frage stellt sich jeder Arzt, der einen Patienten mit Schmerzen in der Herzgegend und einem Engegefühl in der Brust vor sich hat. Eine schlüssige Antwort gibt die koronare Angiographie, bei der ein flexibler Katheter direkt in die Koronararterien geführt wird. Allerdings ist eine Ballondilatation mit Stent oder eine Bypass-Operation nicht bei allen Patienten erforderlich. Die invasive Koronarangiographie dient dann lediglich dazu, eine Koronare Herzkrankheit (KHK) auszuschließen. Mithilfe der koronaren Computertomographie-Angiographie (CTA) erkennt man zuverlässig Koronarstenosen und kann deshalb die Anzahl der invasiven Eingriffe verringern. Die derzeitigen Bemühungen gehen dahin, einen modernen Algorithmus zur KHK-Diagnose zu entwickeln, der diese Methode einschließt. Am Universitätsklinikum Mannheim entwickeln und testen Radiologen und Kardiologen einen solchen Algorithmus in enger Zusammenarbeit. Zu den Teilnehmern gehören das Institut für Klinische Radiologie und Nuklearmedizin, geleitet von Professor Dr. Stefan Schönberg, und die 1. Medizinische Klinik unter Professor Dr. Martin Borggrefe. Außerdem wird in Mannheim untersucht, wie sich durch kluge Protokolle Strahlung sparen lässt. Dafür erhalten Schönberg und sein

Abteilungsleiter für Kardiothorakale Bildgebung, Dr. Christian Fink, eine Förderung durch das Bundesamt für Strahlenschutz.

Die Medizinische Fakultät Mannheim ist für solche Fragestellungen gut gerüstet. Sie ist eine Hochburg der Medizintechnik, bietet den Masterstudiengang Medizinische Physik an und wird demnächst eine Stiftungsprofessur für Strahlenphysik innehaben. Die Bildgebung mit Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) wird am Institut mit zwei High-End-Systemen von Siemens durchgeführt: dem Dual Source CT-Scanner SOMATOM® Definition und dem MR-System MAGNETOM® Avanto.

2008 hat das Institut außerdem MAGNETOM Trio, ein 3-Tesla-Gerät, in Betrieb genommen. Für Schönberg steht außer Frage, dass die Bildgebungsverfahren Kerndisziplinen der Medizin und ein integraler Bestandteil des gesamten Krankheitsmanagements sind. Daher ist die enge Zusammenarbeit mit den klinischen Kollegen für ihn so wichtig: „Wir achten auf die Ausarbeitung und die Implementierung des gesamten Ablaufs, von der Diagnose über die Behandlung bis zur Nachsorge. Bei Verdacht auf Koronare Herzkrankheit bestimmt der Kardiologe als erstes das Risiko. Anschließend beraten wir gemeinsam über das diagnostische Vorgehen, erheben den Befund, und die Kardiologen nehmen die notwen-

Arbeiten an einem zuverlässigen diagnostischen Prozess für die KHK am Universitätsklinikum Mannheim (von links nach rechts): Dr. Christian Fink, Geschäftsführender Oberarzt und Leiter des Funktionsbereichs Kardiothorakale Bildgebung am Institut für Klinische Radiologie und Nuklearmedizin; Dr. Theano Papavassiliu, wissenschaftliche Mitarbeiterin für kardiale Magnetresonanztomographie; Professor Dr. Stefan Schönberg, Direktor des Instituts für Klinische Radiologie und Nuklearmedizin; und Dr. Tim Süsselbeck, Leiter des Katheterlabors





Hervorragende diagnostische Qualität: Das Universitätsklinikum Mannheim arbeitet mit dem High-End-CT-Scanner SOMATOM Definition und dem MR-System MAGNETOM Avanto.

digen Interventionen vor. Hierzu benötigen wir einen exzellenten Workflow, denn bei akutem Verdacht auf KHK zählt jede Sekunde. Und wegen der knapper werdenden Ressourcen im Gesundheitswesen müssen Therapieentscheidungen heute mehr denn je durch harte Daten belegt werden. Die hohe Bildqualität und die Aussagekraft des Dual Source CT liefern uns genau diese Daten.“

### Präzise Diagnostik

Kardiovaskuläre Erkrankungen bleiben trotz Behandlungsfortschritten die Todesursache Nummer eins in den westlichen Industrienationen und sind deshalb von großer sozio-ökonomischer Bedeutung. Eine frühere und präzisere Diagnose ist daher ein Muss. Der interventionelle Kardiologe Dr. Tim Süsselbeck, Leiter des Katheterlabors am Universitätsklinikum Mannheim und Teamkollege von Schönberg und Borggrefe, erklärt, was dafür nötig ist: „Bei Verdacht auf eine stenosierende KHK müssen wir im Interesse des Patienten schnell wichtige Fragen klären: Weisen die Koronararterien signifikante Stenosen auf, und wo? Wird der Herzmuskel in Ruhe und unter Belastung ausreichend durchblutet? Welche Stenosen sind hämodynamisch relevant? Früher wurden diese Fragen per Herzkatheter, Echokardiographie und Nuklear diagnostik beantwortet. Heute kann die kontrastverstärkte CTA eingesetzt werden, um relevante Stenosen auszuschließen, die kardiovaskuläre MRT kann zur Beurteilung von Morphologie, Beschaffenheit des Gewebes und Herzfunktion herangezogen werden. Ein 16-Zeilen-CT galt bisher als Mindestvoraussetzung für die CTA.

Die 64-Zeilen-CT-Systeme bieten eine höhere diagnostische Aussagekraft. Das beste davon ist das Dual Source-CT.“ Ob Patienten mit Symptomen einer Angina pectoris eher mit Koronarangiographie oder mit einer CTA untersucht werden sollen, wird anhand des Risikos für eine Koronare Herzkrankheit entschieden. Vereinigungen wie das American College of Cardiology Foundation und das American College of Radiology stimmen mit diesen Ergebnissen in ihrer gemeinsamen Veröffentlichung überein.\* Süsselbeck führt aus: „Wenn der Patient ein hohes Risiko für KHK zeigt, bleibt die Koronarangiographie der Goldstandard für die diagnostische Strategie, denn signifikante koronare Stenosen können durch Ballondilatation und Stent-Implantation in einem einzigen Verfahren behandelt werden. Bei mittlerem Risiko wird ein weiterer Klärungsprozess geplant, und es ist eine CTA zum Ausschluss relevanter Verengungen angezeigt. Bei geringerem Risiko sollte konservativ weiterbehandelt werden.“ Der Wert für das Risiko einer KHK ergibt sich aus der Krankengeschichte des Patienten, Alter, Geschlecht und den Ergebnissen eines Stress-Elektrokardiogramms, sofern es verwertbar ist. Ein geringer Wert steht für ein Risiko unter 10 Prozent, ein mittlerer Wert für Risiken zwischen 10 und 90 Prozent, ein Wert über 90 Prozent gilt als hohes Risiko.

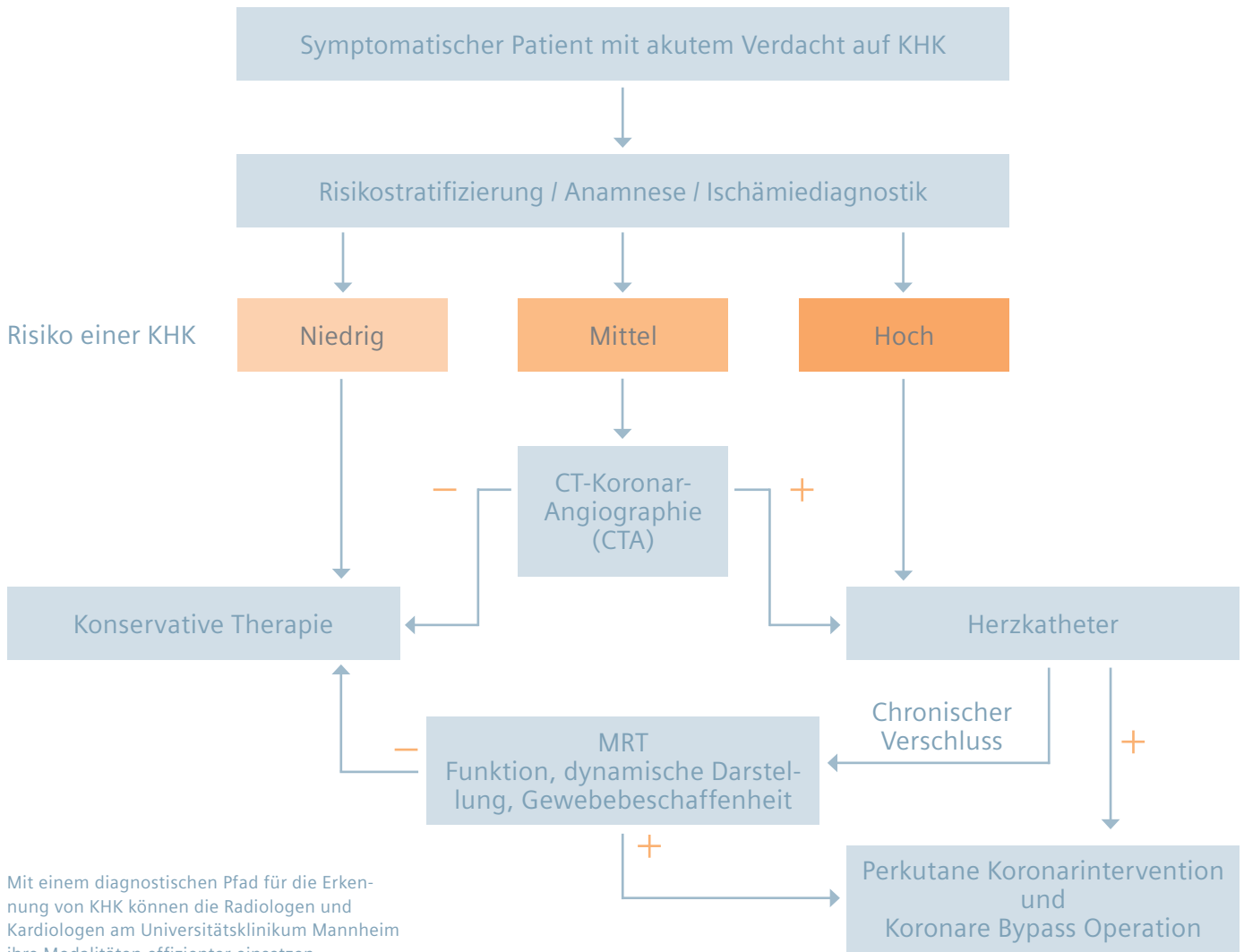
### Hoher negativer Vorhersagewert

Die Stärke der CTA liegt in ihrem hohen negativen Vorhersagewert. „Wenn der

\* Siehe *J Am Coll Cardiol* 2006; 48:1475-1492.

„Wir benötigen einen exzellenten Workflow, denn bei akutem Verdacht auf KHK zählt jede Sekunde.“

Professor Dr. Stefan Schönberg,  
Direktor des Instituts für Klinische Radiologie  
und Nuklearmedizin,  
Universitätsklinikum Mannheim



Mit einem diagnostischen Pfad für die Erkennung von KHK können die Radiologen und Kardiologen am Universitätsklinikum Mannheim ihre Modalitäten effizienter einsetzen.

Datensatz aussagekräftig ist, können Koronarstenosen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent ausgeschlossen werden“, sagt Fink. „Da Gefäßkalk zur Überzeichnung in CT-Bildern führt, lässt sich das Gefäßlumen nicht immer korrekt bestimmen, und der Schweregrad einer Stenose wird häufig überschätzt. Aus diesem Grund ist die positive Vortestwahrscheinlichkeit der CT-Koronarangiographie geringer als die negative.“ Da Gefäßkalk ein eigenständiger Risikofaktor für ein späteres koronares Ereignis ist, liefert der Kalk-Score eine wichtige Zusatzinformation zur Abschätzung dieses Risikos. Er wird ebenfalls durch die CT bestimmt. Ein jodhaltiges Kontrastmittel ist bei dieser Untersuchung nicht erforder-

lich, zudem ist die Strahlenbelastung geringer als bei einer CTA. „Bei hohem Risiko sollte eine Behandlung mit Acetylsalicylsäure und cholesterinsenkenden Medikamenten erfolgen“, sagt Süselbeck. Wenn KHK nach einer CTA mit hoher Sicherheit ausgeschlossen werden kann oder die hämodynamische Relevanz von Stenosen zu bestimmen ist, wird die KHK-Bildgebung angewandt. Diese Modalitäten klären ab, ob der Herzmuskel in Ruhe und während Belastung genügend Blutversorgung erhält. Nach den geltenden Richtlinien für den diagnostischen Workflow bei Verdacht auf stenosierende KHK sind Myokardszintigraphie, Stress-Echokardiographie und Stress-MRT angezeigt. Bei der Myokardszintigraphie wird Posi-

tronen-Emissions-Tomographie (PET) oder Single-Photon-Emissions-Computertomographie (SPECT) zur Messung der radioaktiven Anreicherung im Herzmuskel angewandt – ein Prozess, der die Durchblutung des Herzens zeigt. Beim Stress-Echokardiogramm können sich Störungen der Wandbewegung durch stark reduzierte Blutversorgung zeigen. Stress-MRT liefert den Befund jedoch durch Darstellung von Störungen der Wandbewegung oder durch die direkte dynamische Bildgebung des Herzmuskels.

### Myokardszintigraphie verliert an Bedeutung

Dr. Theano Papavassiliu, wissenschaftliche Mitarbeiterin für kardiale Magnetreso-

nanztomographie in Mannheim, sieht große Vorteile in der MR-Untersuchung: „Ihre Besonderheit liegt in der besseren Differenzialdiagnose ohne Strahlenbelastung. Die Symptome eines Patienten weisen nicht unbedingt auf KHK hin – ihre Ursache können auch entzündliche oder nichtentzündliche Veränderungen der Herzmuskelwand sein, die eine Erscheinungsform nicht-ischämischer Kardiomyopathien sind. Dies erfordert eine sorgfältige Differenzierung. Mit der kardiovaskulären MRT ist eine kombinierte Erfassung von Herzfunktion, Morphologie und Gewebebeschaffenheit in 45 Minuten möglich. Zum Erkennen von KHK, vor allem bei Patienten mit mittlerer Vortestwahrscheinlichkeit, kann Stress-MRT mit dynamischer Bildgebung für induzierbare dynamische Effekte durchgeführt werden oder eine stress-induzierte Bildgebung von Veränderungen der Herzwandbewegung. Dies zeigt Schädigungen durch Myokardverdickung und weist auf eine zugrundeliegende KHK hin. Außerdem können wir das Gewebe des Myokards beurteilen und gesundes von Narbengewebe unterscheiden. Wir können Auftreten, Ort und Ausmaß eines Myokardinfarkts erkennen und eine Verbesserung der kontraktiven Funktion nach Revaskularisierung vorhersagen.“

Auch Schönberg sieht die Rolle der Myokardszintigraphie nicht mehr in erster Linie in der Primärdiagnose der koronaren Herzkrankheit. „Die Stress-MRT zeigt eine bessere räumliche Auflösung als die Myokardszintigraphie und kommt ohne Strahlenbelastung aus. Der 3-Tesla-Magnet des MAGNETOM Trio Systems erreicht eine noch höhere räumliche Auflösung, besseren Kontrast und kürzere Akquisitionszeiten. Mit parallelen Akquisitionstechniken werden hochauflösende Funktionsanalysen des gesamten Herzens innerhalb weniger Phasen des Atemhaltens möglich sein. Das sind unbestreitbare Vorteile für den Workflow und für den Patienten.“

## Reduktion der Strahlenbelastung

Ein moderner diagnostischer Pfad für die Diagnose der KHK muss diagnostische Qualität und Strahlenbelastung berücksichtigen.

Bei konventionellen Scannern ist die Strahlenbelastung durch CTA heute zweifellos höher als durch eine invasive Koronarangiographie. Es ist jedoch schwierig, die exakte Dosis zu bestimmen. Sie hängt von Untersuchungsparametern wie Röhrenstrom, Röhrenspannung und Tischvorschub ab. Weiterhin spielen Geschlecht, Körperbau und Gewicht des Patienten eine Rolle. Außerdem sind bestimmte Gewebe, wie beispielsweise die Brustdrüse, strahlungsempfindlicher als andere. Da die Strahlenbelastung ein wesentlicher Gesichtspunkt in der CT ist, arbeitet Siemens permanent an der Entwicklung von Technologien zur Reduktion der Strahlendosis. Das in Mannheim verwendete Dual Source-CT-System SOMATOM Definition bietet die derzeit niedrigste Strahlenbelastung in der Herz-CT. Mit 83 Millisekunden zeitlicher Auflösung ist die Akquisitionsgeschwindigkeit doppelt so schnell wie mit einem Single Source-CT. Somit kann die Dosis bei einer typischen Herzrate um bis zu 50 Prozent reduziert werden. Außerdem erhoffen sich Schönberg und Fink durch die Entwicklung ihres Diagnosepfads eine Reduktion der Strahlendosis mithilfe eines intelligenten und adaptiven Verfahrens. „Wir wollen Mindestanforderungen für den Prozess definieren, mit denen wir die Strahlenbelastung so gering wie möglich halten können“, sagt Fink.

*Dr. Hildegard Kaulen ist Molekularbiologin. Nach Positionen an der Rockefeller University in New York und der Harvard Medical School in Boston arbeitet sie seit Mitte der 1990 als freie Wissenschaftsjournalistin für renommierte Zeitschriften und Wissenschaftsmagazine.*

## Weitere Informationen

[www.siemens.com/MAGNETOM-Special-2006](http://www.siemens.com/MAGNETOM-Special-2006)  
(Englisch)  
[www.siemens.com/SOMATOM-Definition](http://www.siemens.com/SOMATOM-Definition)  
(Englisch)

## Auf einen Blick

### Herausforderung:

- Koronare Herzkrankheit: die häufigste Todesursache in der westlichen Welt
- Entscheidungsprozess: Wie sieht der moderne diagnostische Pfad für KHK aus, wenn man CTA und Kardio-MRT berücksichtigt?

### Lösung:

- Definition von Risikogruppen
- Der diagnostische Pfad bei Verdacht auf Koronare Herzkrankheit  
Hohes Risiko: Herzkatheter.  
Mittleres Risiko: CTA zum Ausschluss, KHK-Diagnostik mit MRT, falls Verdacht bestätigt.  
Niedriges Risiko: Konservative Therapie und Bestimmung des Zehnjahresrisikos für koronares Ereignis
- Einführung eines übergreifenden Prozesses von der Diagnose bis zur Therapie, hohe Anforderungen an den Workflow
- CTA und kardiovaskuläre MRT als wichtige Verfahren in der nichtinvasiven Herzbildgebung

### Ergebnis:

- CTA mit hohem negativen Prognosewert ermöglicht Ausschluss relevanter Stenosen
- Kalk-score hilft bei der Einschätzung des Langzeitriskos für ein koronares Ereignis
- Kardiovaskuläre MRT für die KHK-Diagnostik
- Optimierter Workflow in der Radiologie durch effektiven Einsatz der Bildgebungsmodalitäten
- Reduzierte Strahlenbelastung durch intelligente Protokolle