

# Management & Krankenhaus

M&K kompakt ist das regelmäßige Supplement von Management & Krankenhaus – zu besonderen Themen oder Events



Ausgabe 5/2017  
**kompakt**  
Supplement



**RADIOLOGIE**

## Computer- tomographie

Intraoperative  
CT-Diagnostik

## Magnetresonanztomographie

Ferngesteuerter  
Manipulator

## Sonographie

Kontrastmittelgestützte  
Sonografie

## Radiochirurgie

Symbiose von Medizin  
und Technik

## Bildgebung

3D-Bildgebung im Stehen

**WILEY**



# DIE INNEREN WERTE ZÄHLEN. DIE ÄUSSEREN AUCH.

Der neue RX660 im attraktiven neuen Design.

Mit seinem faszinierenden Design ist der neue EIZO RX660 ein Hingucker in jedem Befundungsraum. Und auch seine inneren Werte überzeugen: Die einzigartige Funktion Hide-and-Seek zum Beispiel ermöglicht es Ihnen, Display-Inhalte zu verbergen und bei Bedarf wieder sichtbar zu machen. Darüber hinaus besitzt der neue 30-Zöller ein integriertes Netzteil und bietet Ihnen fünf Jahre Garantie inklusive Vor-Ort-Austauschservice und Helligkeitsgarantie. Mehr unter [www.eizo.de/radiforce/rx660](http://www.eizo.de/radiforce/rx660)

Besuchen Sie uns vom  
24. bis 26.05.2017 auf dem RöKo  
in Leipzig, Halle 2, Stand C8



# ALLES IM BLICK

Der 98. Deutsche Röntgenkongress, der zugleich auch der 8. Gemeinsame Kongress der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) und der Österreichischen Röntgengesellschaft (ÖRG) ist, stellt ein abwechslungsreiches, spannendes und vielfältiges Programm bereit.

Die beiden Kongresspräsidenten Prof. Dr. Ernst J. Rummeny und o. Univ.-Prof. Dr. Werner Jaschke im Gespräch über die inhaltlichen Schwerpunkte 2017.

**M&K:** „*Alles im Blick*“ lautet das Motto des 98. RöKo. Was genau wollen Sie damit zum Ausdruck bringen?

**Prof. Dr. Werner Jaschke:** Die verschiedenen Fachgebiete an einem Krankenhaus sind zum Teil hochspezialisiert oder auf einzelne Organe fokussiert. Diese Spezialisierung findet an großen Kliniken auch im Bereich der Radiologie ihren Niederschlag. Als Querschnittsfach ist die Radiologie aber auch an vielen klinischen Entscheidungen beteiligt und hat somit einen umfassenden Einblick in das Krankheitsgeschehen eines Patienten. Wir Radiologen nehmen täglich an mehreren interdisziplinären Besprechungen teil. Unser „Überblick“ ist immer dann von Vorteil, wenn fachübergreifende Aspekte für Therapieentscheidungen von Bedeutung sind.

*Sie haben für Ihren gemeinsamen Kongress mit der onkologischen Bild-*

*gebung, der interventionellen Onkologie, neuen Techniken und Big Data interessante Schwerpunktthemen definiert. Gibt es ein einigendes Band zwischen diesen Themen?*

**Prof. Dr. Ernst J. Rummeny:** Das einigende Band dieser Themen besteht darin, einen Überblick über die aktuellen Verfahren der onkologischen Bildgebung zu geben und dabei die Bedeutung der krankheitsspezifischen Daten für eine optimale Therapie hervorzuheben. Das verbindende Element ist hierbei natürlich immer auch der Patient, der bei allen Themen und Fragestellungen im Mittelpunkt steht.

*Wo sehen Sie die onkologische Bildgebung aktuell?*

**Jaschke:** Therapeutische Entscheidungen in der Onkologie basieren heute in einem sehr großen Ausmaß auf der Bildgebung. Hauptsächlich werden dabei morphologische Kriterien, z.B. das Tumorwachstum, für die Erhebung und Auswertung von Bilddaten zugrunde gelegt. Die funktionelle Bildgebung, die molekulare Bildgebung und die Verknüpfung von Bilddaten mit histologischen bzw. genetischen Daten werden jedoch das Potential der onkologischen Bildgebung in den nächsten Jahren sicher weiter vergrößern.

*Wie bewerten Sie Relevanz und Akzeptanz der minimalinvasiven Verfahren der interventionellen Onkologie?*

**Rummeny:** Diese Verfahren spielen eine immer bedeutendere Rolle und sind teilweise sogar unverzichtbar geworden. Dabei sind insbesondere die lokal ablativen Verfahren bei Tumoren und Metastasen der Leber, der Nieren und der Lunge auf dem Vormarsch



o. Univ.-Prof. Dr. Werner Jaschke  
Kongresspräsidenten des 98. Deutschen Röntgenkongresses und des 8. Gemeinsamen Kongresses der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) und der Österreichischen Röntgengesellschaft (ÖRG)



Prof. Dr. Ernst J. Rummeny

und auch bei Onkologen und Chirurgen akzeptiert. Ähnliches gilt auch für eine Reihe von benignen Tumoren. Dementsprechend haben wir der interventionellen Onkologie auch viel Raum auf dem RöKo 2017 eingeräumt.

*Gibt es aktuelle Entwicklungen, die Sie besonders faszinieren und denen Sie künftig eine wichtige Rolle zusprechen würden?*

**Jaschke:** Der Verknüpfung von klinischen, genetischen und bildbasierten Daten wird zukünftig eine wichtige Rolle zukommen. Molekulare Bildgebungsverfahren sind bereits heute für die Diagnostik und Therapie von neuroendokrinen Tumoren sehr wichtig. Ein großes Potential steckt sicherlich auch in den neu entwickelten Verfahren wie der Röntgen-Phasenkontrast-CT sowie der optischen und opto-akustischen Bildgebung. Die 3D-Navigation im virtuellen und realen Körper wird die interventionelle Onkologie wesentlich bereichern. Die Realtime-Bildgebung mittels MR und CT wird sich ebenfalls weiterentwickeln und

die Steuerung von Instrumenten im menschlichen Körper zusätzlich erleichtern.

*Kaum ein Fach produziert so viele Daten wie die Radiologie. Wie können digitale Technologien bei der Erfassung und Auswertung helfen?*

**Rummeny:** Die in der Radiologie produzierten Daten werden zunehmend dafür genutzt, Krankheitsverläufe präziser zu erfassen und so neue Therapiestrategien zu entwickeln. In diesem Zusammenhang spielt die Radiologie eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von sogenannten Deep-Learning-Modellen, bei denen ein Computer selbst lernt und sich fortlaufend trainiert. Erste Ergebnisse dieser Methoden liegen schon vor. Es müssen aber noch offene Fragen diskutiert und beantwortet werden. Im neuen „Forum IT“ bringen wir deshalb erstmalig alle relevanten Gesprächspartner zusammen, um diese Themen gemeinsam zu bearbeiten. ■■

## INHALT

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 Alles im Blick  | 12 Herz-MRT – auf dem Weg zum Standard-Herz-MRT-Protokoll in 20 Minuten | 19 Vorteile der kontrastverstärkten Sonographie       | 26 Intraoperative CT-Diagnostik zur Verbesserung der operativen Versorgungsqualität         |
| 4 Innovative Symbiose von Medizin und Technik – Cyberknife Radiochirurgie | 14 Moderne Ultraschall-Entwicklungen in der radiologischen Bildgebung   | 20 Schilddrüsen-Elastographie zur Befundklärung       | 28 Individuelle Strategien in der Brustkrebsfrüherkennung – das Problem der „dichten Brust“ |
| 6 3D-Bildgebung im Stehen   | 16 Kontrastmittelgestützte Sonografie im Kindes- und Jugendalter        | 22 Generationsprung für das digitale Gesundheitswesen | 30 Boost-Bestrahlung bei Brustkrebs   |
| 8 Ferngesteuerter Manipulator für MRT-gesteuerte Biopsien in der Prostata | 18 Herzultraschall: Die dritte Dimension                                | 22 Jahrestagung und Dreiländertagung                  | 30 Index und Impressum  |
| 10 MRT sichert die Diagnose Morbus Menière                                | 18 70. Jahrestagung und MTRA-Tagung                                     | 24 Jede Minute zählt                                  |   |
|   |   | 25 Mehr als ein neuer CT                              |   |

# INNOVATIVE SYMBIOSE VON MEDIZIN UND TECHNIK – CYBERKNIFE-RADIOCHIRURGIE

Die heutige Tumorthherapie stützt sich auf verschiedene Säulen in der Behandlung.

Prof. Dr. Alexander Muacevic,  
Europäisches Cyberknife Zentrum München-  
Großhadern, München



Es stehen zahlreiche moderne Regimes zur Verfügung, denn in den letzten Jahren hat sich nicht nur die Chirurgie, die systemische Therapie, sondern auch die Radioonkologie technisch sehr weiterentwickelt. Neben der herkömmlichen normal fraktionierten Strahlentherapie sind ergänzende Methoden wie Tomo- und Protonentherapie sowie Cyberknife-Radiochirurgie dazugekommen. Die Cyberknife-Strahlentherapie ist eine hoch präzise und nebenwirkungsarme, meist einmalige Bestrahlung eines exakt festgelegten Zielvolumens in Kopf oder Körper. Dabei wird das gesunde Gewebe in der Tumorumgebung maximal geschont.

## Was bedeutet Radiochirurgie und was kann sie bieten

Die Cyberknife-Radiochirurgie ist eine hochpräzise lokale Photonen-Bestrahlung mit einer ablativen Dosis. Mit diesem ambulanten, schmerzfreien Verfahren können gut abgrenzbare Tumore im ganzen Körper effektiv ausgeschaltet werden. Aufgrund der hohen Präzision von etwa einem halben Millimeter kann in über 90% der Fälle die tumorizide Dosis (13 bis 26 Gy, je

nach Entität) in nur einer einzigen, etwa 30-minütigen Sitzung appliziert werden.

Die moderne Cyberknife-Technologie erlaubt eine fixierungs- und narkosefreie Behandlung bei allen radiochirurgischen Indikationen. Bei atembeweglichen Läsionen wird die individuelle Atmung während der Behandlung über eine 3-D-Kamera erfasst und mit der internen, über stereoskopische Röntgenaufnahmen bestimmten Tumorposition abgeglichen. Mit dieser Information wird der Roboter gesteuert: Der Strahl folgt dem Tumor in Echtzeit – das Gerät „atmet“ mit. Durch Applikation der Behandlung aus Hunderten möglichen

Einstrahlrichtungen entsteht ein steiler Dosisabfall um den Tumor – das gesunde Gewebe und angrenzende empfindliche Strukturen werden optimal geschont.

## Der Einsatz der Radiochirurgie – zunehmend „alltäglicher“

Bei einem rein lokalen Tumorleiden gilt die Chirurgie weithin als Goldstandard. Doch die moderne Radiochirurgie gewinnt an Stellenwert als Alternative oder Ergänzung zur Operation. Das Verfahren kann onkologische Therapien unterstützen und stellt einen Fortschritt in vielen Bereichen dar, wenn die relativ stren-

### Kleine, lokal begrenzte Tumoren/Metastasen in Kopf & Körper. Hauptindikationen derzeit:

- **Kopf/Hirn:** Meningeome, Metastasen, Akustikusneurinome, Angiome, Aderhautmelanome, Trigeminalneuralgien, Neurinome
- **Wirbelsäule/ Rückenmark:** spinale Metastasen, Neurinome, Meningeome
- **Lunge:** Bronchialkarzinome (Stad. I/II), Metastasen
- **Leber:** primäres Leberzellkarzinom, Metastasen
- **Nieren:** Nierenzellkarzinom, Urothelkarzinom
- **Prostata:** Prostatakarzinom primär (unter spez. Parametern), metastasiertes Prostatakarzinom, Rezidive nach OP oder Bestrahlung



Das bildgesteuerte Cyberknife-System gleicht Bewegungen aus und arbeitet sehr präzise. Für Patienten ist die Behandlung komfortabel.

gen Indikationskriterien dazu erfüllt werden.

### Radiochirurgie im Kopfbereich

Mit Cyberknife sind benigne und maligne Tumoren gut behandelbar, wenn die richtige Indikationsstellung erfolgt. In ausgewählten Leitlinien wie zu Hirnmetastasen wird Radiochirurgie zur Behandlung erwähnt oder etwa in Form konsensbasierter Empfehlung genannt. Wissenschaftliche Auswertungen zeigen beispielsweise auch gute Ergebnisse bei Behandlungen des Akustikusneurinoms. Die klinischen Ergebnisse weisen unter anderem darauf hin, dass Radiochirurgie eine Behandlungsoption darstellt, wenn eine Mikrochirurgie u. a. bei Rezidiven, Tumorresten oder Komorbidität nicht möglich ist oder der Patient eine nicht-invasive Therapie bevorzugt.

Bei dem malignen uvealen Melanom ist ebenfalls eine gute klinische Wirksamkeit zu verzeichnen. Eine Publikation in „Melanoma Research“ zeigt, dass Patienten mit mittleren bis großen Aderhautmelanomen von dem Hochdosisverfahren profitieren. Die Analyse mit 217 in München, in Kooperation mit der Universitäts-Augenklinik, behandelten Patienten zeigt die hohe lokale Wirksamkeit sowie den Bulbuserhalt. Die Ergebnisse belegen, dass Radiochirurgie eine effektive und komfortable Therapieoption als Alternative zur operativen Augenentfernung sein kann.

### Radiochirurgie im Körperbereich

Bewegliche Tumoren der Leber, Lunge oder auch Niere können heutzutage ebenfalls radiochirurgisch behandelt werden. Im Bereich der urologischen Onkologie haben sich in der Behandlung von Nierentumoren gute Fortschritte ergeben. Eine aktuelle Publikation veröffentlicht Daten zur Radiochirurgie beim Nierenzellkarzinom. Bei 40 Patienten (Median 64 Jahre) mit kleinen Nierentumoren, bei denen die Indikation Nephrektomie

und nachfolgende Hämodialyse bestand, wurden insgesamt 45 Tumoren einmalig radiochirurgisch mit dem Cyberknife bestrahlt. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Wirksamkeit der radiochirurgischen Anwendung von 98 % Tumorkontrollrate nach neun Monaten. Die Nierenfunktion konnte erhalten bleiben, das umliegende Gewebe wurde geschont, und eine Nephrektomie war in keinem Fall in dem Nachbeobachtungszeitraum notwendig.

Im Münchner Zentrum wurden bisher 203 Lebertumore bei 134 Patienten radiochirurgisch (in Einzeltherapie 96 %) behandelt. In den meisten Fällen waren dies Patienten mit Lebermetastasen des kolorektalen Karzinoms (60 %). 80 % der Patienten waren systemisch vorbehandelt und 25 % hatten lokale Vortherapien wie Radiofrequenzablation, selektive interstitielle Radiotherapie (SIRT) oder andere Formen der lokalen Bestrahlung. Die mittlere Überlebenszeit lag bei 35 Monaten und die lokale Kontrollrate über 90 %. Auch eine frühere Publikation zeigte bereits eine hohe lokale Tumorkontrolle. Hier war bei 87 % der Patienten, die im Median 16,8 Monate beobachtet wurden, der Tumor nach einem Jahr noch lokal kontrolliert (primärer Studienendpunkt). Das progressionsfreie Überleben lag im Median bei 9,2 Monaten.

### Fazit

In der modernen Tumorthherapie bietet die Cyberknife-Radiochirurgie nach aktueller Datenlage viele Möglichkeiten hinsichtlich Effektivität, Sicherheit und Komfort. Sie hat bei hoher Wirksamkeit gleichzeitig ein niedriges Risikopotential. Entscheidend ist die richtige Patientenselektion, die interdisziplinär erfolgen sollte. Radiochirurgie ist zudem mit anderen onkologischen Therapieregimen kombinierbar. Die analysierten Daten zeigen, dass sie die Chirurgie in Einzelfällen ergänzen oder auch ersetzen kann. Literatur beim Verfasser.

www.cyber-knife.net |

## NEUE INSTITUTE FÜR GESUNDHEITSFORSCHUNG

Die Gesundheitsforschung in Deutschland wird durch die Gründung von drei neuen Helmholtz-Instituten gestärkt. Den geplanten Kooperationen jeweils einer Universität und eines Helmholtz-Zentrums in den Bereichen Krebsimmuntherapie, Stoffwechsel- und Infektionsforschung wurde von internationalen Gutachtergremien herausragende wissenschaftliche Qualität bescheinigt und ihre Etablierung

empfohlen. In der Aufbauphase von 2017–2020 werden die neuen Helmholtz-Institute durch die jeweiligen Sitzländer und beteiligten Universitäten finanziert; ab 2021 werden sie dann in die programmorientierte Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft mit einer Bundesförderung von 90 % überführt. Das Gesamtbudget eines voll etablierten Helmholtz-Instituts liegt bei bis zu 5,5 Mio. € jährlich. | www.helmholtz.de |

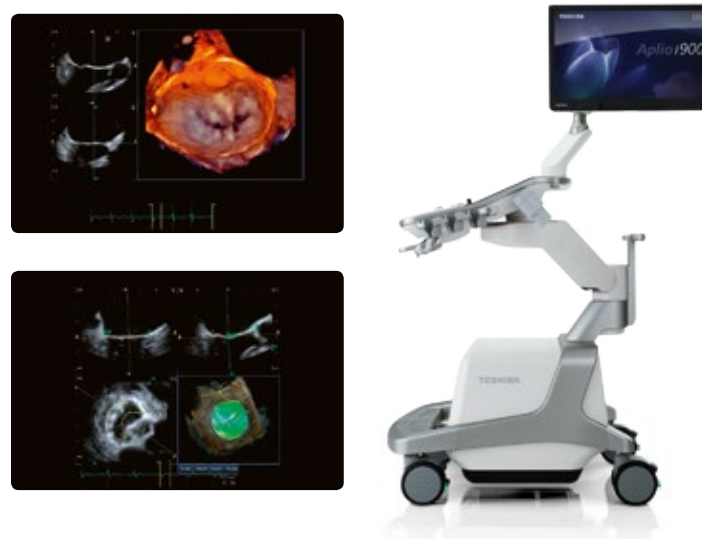
# TOSHIBA MEDICAL

Made For life



## Intelligent. Intuitiv. Innovativ.

Damit Sie die Informationen, die Sie benötigen, um die richtigen Entscheidungen treffen zu können, schnell erhalten, hebt das Aplio i900 die kardiovaskuläre Bildgebung auf ein neues Niveau der Bildgebungsleistung, der diagnostischen Genauigkeit und der Produktivität.



> **ULTRASCHALL CT MRT RÖNTGEN SERVICE**  
www.toshiba-medical.de

# 3-D-RÖNTGENBILDGEBUNG IM STEHEN

Die PedCAT-Diagnostik eröffnet durch 3-D-Röntgenbildgebung unter Belastung bislang nicht dagewesene Möglichkeiten in der Diagnostik und Therapie von Fuß- und Sprunggelenkerkrankungen.

Prof. Dr. Martinus Richter, Klinik für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie, Krankenhaus Rummelsberg



Die orthopädische Fußchirurgie ist eine weit in die Vergangenheit zurückreichende operative Disziplin. Im Laufe der Jahrzehnte hat sich die orthopädische Fußchirurgie zu einem Spezialgebiet mit vielen speziellen Operationsverfahren entwickelt. So existieren heute z.B. allein für die Korrektur eines Hallux valgus über 500 verschiedene Operationsverfahren. Wie kaum ein anderes orthopädisches Fachgebiet hat sich die orthopädische Fußchirurgie in den letzten Jahren insbesondere technologisch rasant weiterentwickelt. So wurden spezielle computergestützte Verfahren wie intraoperative Computertomografie, Computernavigation und intraoperative Pedografie speziell für den Fußbereich entwickelt oder weiterentwickelt. Diese Verfahren sind bereits seit einigen Jahren in Anwendung und haben sich bewährt. Auf diesen Technologien basierend und insbesondere durch die Leistungsfähigkeit aktueller Computersysteme ermöglicht, konnte die Diagnostik in der orthopädischen Fußchirurgie durch eine dreidimensionale Röntgenbildgebung mit Belastung, das heißt im Stehen, ergänzt werden (PedCAT, Curvebeam, Warrington, USA). Die-

se Technologie erlaubt erstmals eine dreidimensionale Röntgenbildgebung, wie diese bisher nur computertomografisch möglich war, in Kombination mit Belastung, wie dies bisher nur mit zweidimensionaler Röntgenbildgebung möglich war.

Die Vorteile dieser Technologie liegen in einer dreidimensionalen Darstellung der Knochen des oberen Sprunggelenkes und Fußes unter Belastung. Des Weiteren wird die Methode derzeit mit der Pedografie, das heißt der Kraftverteilungsmessung unter der Fußsohle, kombiniert. Damit kann erstmals eine Korrelation zwischen dreidimensionaler Knochenposition und Kraftverteilung unter Belastung analysiert werden. Das neue Verfahren kann potentiell die neue Standarddiagnostik in der orthopädischen Fußchirurgie werden.

## Bildgebende Diagnostik in der Fußchirurgie

Die bisherige Standarddiagnostik in der orthopädischen Fußchirurgie ist die konventionelle Röntgenaufnahme mit Belastung. Zur kompletten Abbildung des Fußes sind hier mehrere Aufnahmen nötig (z.B. Röntgenaufnahme beider Füße dorsoplantar, beide Füße seitlich und Metatarsaleköpfchenbelastungsaufnahme). Die Probleme der zweidimensionalen Röntgenbildgebung sind der hohe Zeitaufwand und die schwierige Standardisierung der Projektionstechniken. Außerdem besteht eine hohe Abhängigkeit der Achsenverhältnisse von der Projektion. Insbesondere die Beurteilung der Rückfußachse (z.B. mittels Saltzmanview) ist sehr anfällig bezüglich der Rotation der Extremität bzw. der Projektion bezüglich der Rotation. Aktuelle Untersuchungen haben gezeigt, dass die Standardisierung dieser Aufnahmen schwierig ist. Dies wird nicht nur durch die Projektionstechnik, sondern auch durch das Stehen der Patienten selbst verursacht. So haben geringe Inversions- oder Eversionspositionen des Fußes genauso wie verschiedene Rotationspositionen erhebliche Auswirkungen auf die Projektion der Achsen und damit die Analyse der Achsenverhältnisse.

Die dreidimensionale Bildgebung mittels Computertomografie erlaubt eine projektionsunabhängige Analyse der Achsenverhältnisse, da im dreidimensionalen Datensatz die Reformationen bzw. Betrachtungsebenen frei gewählt werden können. Probleme der Computertomografie sind einerseits die sehr hohe Strahlenbelastung und andererseits die in der Regel fehlende



Abb. 1 a und b: Das PedCAT ermöglicht eine dreidimensionale Röntgenbildgebung mit Belastung – und damit einzigartige Möglichkeiten für die Diagnostik und Therapie in der Fuß- und Sprunggelenkchirurgie.



Abb. 2: Bildschirmdarstellung der Scanbilder einer 3-D-Röntgenbildgebung (PedCAT)

Belastung bei der Untersuchung. Es existieren nur wenige Computertomografen, die eine Untersuchung unter Belastung ermöglichen.

### PedCAT – 3-D-Röntgenbildgebung mit Belastung

Mit dem PedCat (PedCAT, Curvebeam, Warrington, USA) wurde erstmals eine Technologie entwickelt, die mit geringem Zeitaufwand und geringer Strahlenbelastung dreidimensionale Röntgenbilddaten von Fuß- und Sprunggelenk generiert. Ein weiterer Vorteil der Methode liegt in dem geringen Zeitaufwand und der gleichzeitigen Möglichkeit, zweidimensionale Bilder vergleichbar zu konventionellen Röntgenbildern zu generieren. Das erste Gerät dieser Art in Europa wurde im Juli 2013 am Krankenhaus Rummelsberg in Betrieb genommen. Neben dem Einsatz in der Routinediagnostik wurden mehrere wissenschaftliche Studien mit dem Gerät durchgeführt. Hierbei zeigte sich einerseits ein sehr geringer Zeitaufwand des Scanvorgangs (68 Sekunden), der eine geringe Gesamtuntersuchungszeit von im Durchschnitt 4,5 Minuten erlaubt. Im Vergleich dazu betrug die Untersuchungszeit mit konventionellen Röntgenbildern (Füße dorsoplantar mit Belastung, Füße beidseits in zwei Ebenen mit Belastung und Metatarsaleköpfchenbelastungsaufnahme) im Schnitt 15 Minuten und für eine Computertomografie beider Füße und Sprunggelenke sieben Minuten. Die Strahlenbelastung eines pedCAT-Scan ist vergleichbar mit zehn konventionellen Röntgenaufnahmen in moderner digitaler Technik und 5% einer konventionellen Computertomografie von Fuß- und Sprunggelenk.

### Fazit

Am Krankenhaus Rummelsberg wurden bisher drei Studien zum PedCAT durchgeführt (Download der publizierten Studien unter [www.pedcat.de](http://www.pedcat.de), Klinik für Fuß- und Sprunggelenkchirurgie). Zusammengefasst erscheint das Potential der dreidimensionalen Röntgenbildgebung im Stehen mit PedCAT phänomenal. Diese Technologie birgt das Potential, eine der aufregendsten und erfolgversprechenden Neuerungen der letzten Jahrzehnte im Bereich orthopädischer Fuß- und Sprunggelenkchirurgie zu werden und sich hier zur Standarddiagnostik zu entwickeln. Der Zeitaufwand und die Strahlenbelastung sind gering, und neben zweidimensionalen Röntgenbildern werden auch dreidimensionale Reformationen von Fuß- und Sprunggelenk mit Belastung generiert. Durch die Anwendung der dreidimensionalen Röntgenbildgebung mit Belastung wird die Analyse der Achsenverhältnisse an Fuß- und Sprunggelenk ohne Einfluss auf die Projektion wie bei der zweidimensionalen Röntgenbildgebung ermöglicht.

Durch die Kombination der dreidimensionalen Röntgenbildgebung mit Pedografie ist erstmals eine Korrelation der dreidimensionalen Knochenposition mit der Kraftverteilung unter der Fußsohle möglich. Diese mannigfaltigen wissenschaftlichen Möglichkeiten werden sicherlich in hohem Maße der zukünftigen Patientenversorgung zugutekommen. ■■

| [www.krankenhaus-rummelsberg.de](http://www.krankenhaus-rummelsberg.de) |

**TOSHIBA  
MEDICAL**

*Made For life*

# GENESIS

## Transforming CT



### PURE VISION Optics

- Nächste Generation der 320-Zeilen-Volumen-CTs
- FIRST modellbasierte iterative Rekonstruktion
- Neue PUREVISION Optik
- Neuer PUREVISION Detektor
- 3D-Laser-Kollimator
- Rekonstruktion von 80 Bildern pro Sekunde mit AIDR 3D
- 30° Gantryneigung
- Laterale Tischverschiebung
- Patientenschonende Untersuchungen

> **ULTRASCHALL CT MRT RÖNTGEN SERVICE**  
[www.toshiba-medical.de](http://www.toshiba-medical.de)

# FERNGESTEUERTER MANIPULATOR FÜR MRT-GESTEUERTE BIOPSIEN IN DER PROSTATA

Ein neuartiges, robotisches Positionierungssystem verspricht schnelle und präzise nadelgeführte Prostatainterventionen unter direkter MRT-Kontrolle

Priv.-Doz. Dr. Michael Moche,  
Priv.-Doz. Dr. Harald Busse und  
Prof. Dr. Thomas Kahn, Klinik und Poliklinik  
für Diagnostische und Interventionelle  
Radiologie, Universitätsklinikum Leipzig

■ In der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Universitätsklinikums Leipzig gehört die multiparametrische MRT-Untersuchung seit 2009 zur bildgebenden Diagnostik der Prostata und bildet oft auch die Grundlage einer Gewebeentnahme zur histologischen Sicherung eines karzinom-verdächtigen Befunds.

Die Mehrzahl der Prostatabiopsien wird allerdings mit Hilfe des transrektalen Ultraschalls (TRUS) von einem Urologen durchgeführt. Dabei werden in der Regel 6–12 Proben systematisch aus der Prostata entnommen und histopathologisch ausgewertet. Bestimmte Bereiche der Prostata können mit dieser Methode jedoch nicht erreicht werden. Außerdem schließt ein negativer Befund nicht das Vorliegen eines malignen Tumors aus. Seit kurzem ist es technisch möglich, dreidimensionale Bildinformationen aus einer separaten MRT-Untersuchung für eine gezielte TRUS-Biopsie zu nutzen. Dabei werden die MRT-Daten mit Hilfe einer leistungsstarken Bildverarbeitung möglichst genau den laufenden Ultraschallbildern angepasst und überlagert dargestellt (MRT-US-Fusionsbiopsie). Dieses Verfahren wird unter anderem auch von Prof. Jens-Uwe Stolzenburg und seinen Mitarbeitern in der Klinik für Urologie des Universitätsklinikums Leipzig durchgeführt.



Priv.-Doz.  
Dr. Michael Moche



Priv.-Doz.  
Dr. Harald Busse



Prof. Dr. Thomas Kahn

Bei der MRT-US-Fusionsbiopsie in der Urologie werden Gewebeverlagerungen im Vergleich zur MRT-Untersuchung sowie bei Manipulation durch Computerberechnungen ausgeglichen. Dabei sind allerdings nicht alle Veränderungen vollständig kompensierbar. Ein direktes Einbringen der Biopsienadel unter Sicht im MRT-Gerät (engl. in bore) ist daher präziser, da sich die

Lage der Nadel und damit der Ort der Probenentnahme jederzeit sicher festlegen und kontrollieren lässt. Insbesondere bei kleineren Herden unterhalb 10 mm und bei schwer erreichbaren Lokalisationen wie z. B. der Vorderseite der Prostata bringt die in-bore Biopsie zusätzliche Sicherheit. Zu den Nachteilen zählen die relativ langen Bildgebungszeiten, spezielle Materialanforderungen (möglichst nicht-magnetisch und nicht-leitend) sowie die wiederholten Tischbewegungen zwischen Bildgebungs- und Interventionsposition (im bzw. außerhalb des Magneten). In-bore-Biopsien werden insgesamt zwar seltener angefordert, sollten aber insbesondere bei Patienten mit negativen TRUS-Befunden durchgeführt werden.

## MRT-gesteuerte Prostatabiopsie

Interventionen an einem MRT-Gerät werden in der Regel mit Hilfe spezieller Halterungs- bzw. Führungssysteme durchgeführt. Für die transrektale Prostatabiopsie ist z. B. ein mechanischer Manipulator gebräuchlich, mit dem sich eine Führungshülse auf eine zuvor identifizierte Läsion ausrichten lässt. Eine optionale Anwendungssoftware erlaubt die Lokalisation der MRT-sichtbaren Hülse und kann somit zu jeder Zielposition die dazugehörigen Positions- und Winkeleinstellungen am Manipulator berechnen. Dieses passive System haben wir seit 2009 für Prostatabiopsien in einem 3T-MRT-System in Anwendung. Statt der kommerziellen Planungs- und Visualisierungssoftware wird jedoch ein eigens entwickeltes Navigationssystem eingesetzt. Dabei orientiert sich der Radiologe an drei orthogonalen, relativ zur Führungshülse in Echtzeit rekonstruierten MRT-Ansichten eines hochwertigen Referenzdatensatzes.

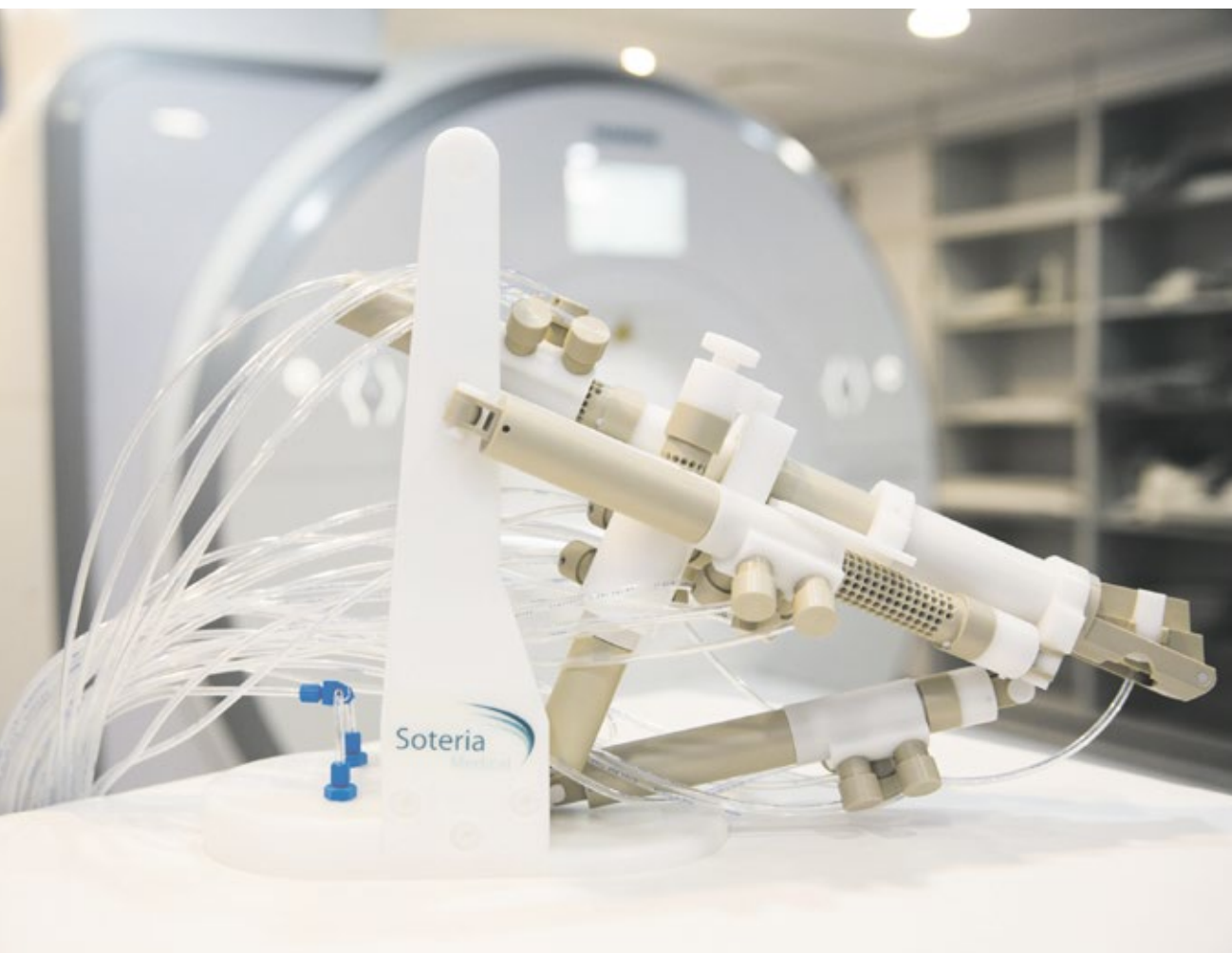


Abb. 1: Vollständig aus Kunststoff gefertigter, robotischer Manipulator (RCM) für Prostatabiopsien innerhalb eines MRT-Geräts (engl. in bore), der in Europa und den USA als Medizinprodukt zugelassen ist. Eine im Rektum platzierte Führungshülse (hier nicht dargestellt) lässt sich über fünf pneumatisch betriebene Schrittmotoren auf praktisch jede beliebige Zielstruktur in der Prostata ausrichten. Die Fernsteuerung mit Druckluft erfolgt über kleine Kunststoffschläuche und erlaubt eine störungsfreie MRT-Bildgebung.



## Robotischer Assistent im MRT

Seit 2016 steht für in-bore Prostatabiopsien erstmals ein ferngesteuerter Manipulator zur Verfügung, der für den europäischen und US-amerikanischen Markt zugelassen ist und einige Nachteile des konventionellen Systems wettmachen soll. Das robotische System RCM (remote-controlled manipulator) wurde von einer holländischen Firma in enger Zusammenarbeit mit dem Uniklinikum Nijmegen entwickelt. Nach weiteren Installationen in Kristiansand (Norwegen) und Paris erfolgte Ende des Jahres 2016 am Uniklinikum Leipzig die deutschlandweit erste Inbetriebnahme. Der Manipulator ist vollständig aus hochwertigem Kunststoff gefertigt und kann damit problemlos im MRT-Gerät eingesetzt werden (Abb. 1). Sämtliche Hardwarekomponenten – z. B. die zentrale Steuereinheit, der Kompressor oder der Laptop-PC mit Anwendungssoftware – befinden sich auf einem Rollwagen im Kontrollraum des MRT-Geräts. Die Fernsteuerung erfolgt mit Druckluft über kleine Kunststoffschläuche, die als Strang durch eine spezielle Wandöffnung des MRT-Raums geführt werden.

### Besonderheiten und erste Erfahrungen

Gegenüber dem passiven Manipulator bietet das eingesetzte robotische System einige wichtige Vorteile. So kann die logische Abfolge aus robotischer Bewegung der Hülse und bildgebender Lagekontrolle direkt innerhalb des MRT-Geräts erfolgen. Insbesondere bei mehrfachen Entnahmen aus unterschiedlichen Bereichen eines Herdes sowie bei mehreren Herden trägt diese Besonderheit zur Beschleunigung der Prozedur bei. Gleiches gilt für erforderlich werdende Korrekturschritte, falls sich Patient oder Prostata zwischenzeitlich bewegt haben. Die robotische Bewegung selbst dauert nur wenige Sekunden. Des Weiteren ist die Einstellung des RCM-Systems nicht auf starre Ebenen und Achsen beschränkt. Dies bietet z. B. eine größere Flexibilität bei der Lagerung des Patienten auf dem MRT-Tisch oder der initialen Ausrichtung der Hülse auf apikal, basal oder sehr lateral gelegene Prostatabefunde. Mit dem neuen System muss der Patient lediglich zur Probenentnahme aus dem Magneten gefahren werden. In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass der Roboter ausschließlich eine Führungshülse ausrichtet. Die eigentliche Punktion zur Probenentnahme führt weiterhin der Arzt manuell durch.

Die Erfahrungen der ersten robotisch assistierten Prostatabiopsien an

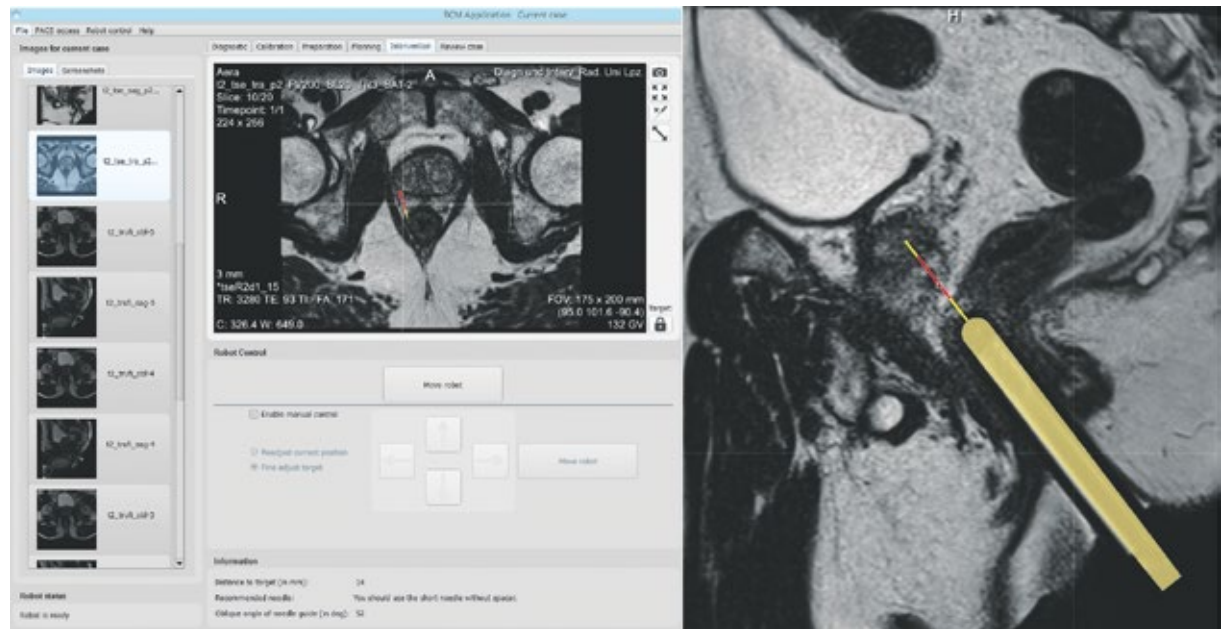


Abb. 2: Software-Anwendung für in-bore Biopsien der Prostata. Links: Nach Markierung eines Zielpunkts (Fadenkreuz) auf den MRT-Bildern wird sofort die mögliche Lage des Biopsiesystems (gelb) samt Stanzbereich (rot) angezeigt. Rechts: Durch Vergleich der auf den MRT-Aufnahmen dargestellten Hülse mit der virtuellen Position (gelb) gemäß der Manipulatorstellung lässt sich die korrekte Lage sehr einfach kontrollieren.

einem 70-cm weiten 1,5-T MRT sind noch vorläufig, zeigen jedoch einen klar definierten, leicht kontrollierbaren und flüssigen Arbeitsablauf. Die Software orientiert sich an den elementaren Arbeitsschritten – Planung, Kalibrierung, Eingriff und Kontrolle – und unterstützt den Anwender bei der graphischen Auswahl und Überprüfung der jeweiligen Einstellungen. So zeigt die Software z. B. nach Markierung eines Zielpunkts auf den MRT-Bildern sofort die berechnete Lage des Biopsiesystems samt Stanzbereich an (Abb. 2, links). Die Kalibrierung erfolgt über eine zuverlässige, praktisch sofortige Objekterkennung und Lokalisation der Hülse. Durch Vergleich der auf den MRT-Aufnahmen dargestellten Hülse mit der virtuellen Position gemäß der Manipulatorstellung lässt sich die Lage sehr einfach kontrollieren (Abb. 2, rechts). Hierzu ist keine diagnostische Bildqualität notwendig, sodass die Kontrollbilder in nur zehn Sekunden akquiriert werden können. Mögliche Korrekturschritte entlang der jeweiligen Richtungen werden vorab visualisiert und dann per Mausklick ausgeführt. Wie bei anderen MRT-gestützten Verfahren auch, nehmen Systemaufbau und interventionelle Vorbereitung etwas Zeit in Anspruch. Einen merklichen Zeitvorteil versprechen wir uns vor allem für Prostatabefunde in randständiger Lage oder bei mehrfachen Probenentnahmen.

### Zusammenfassung

Trotz leistungsstarker Bildgebungsverfahren für die Prostataadiagnostik, vor allem der multiparametrischen MRT, müssen karzinom-verdächtige Befun-

de durch Probenentnahmen abgeklärt werden. Bei negativen Biopsien mit Hilfe des Standardverfahrens (transrektaler Ultraschall) sollte eine gezielte Probenentnahme mittels MRT-Kontrolle (in-bore Biopsie) durchgeführt werden. Ein neuartiger, ferngesteuerter und vollständig MRT-kompatibler Manipulator erlaubt eine schnellere, einfache und gut kontrollierbare Ausrichtung einer Führungshülse auf die

gewünschte Zielregion auch in schwierigen Lokalisationen. Das System verspricht neben kürzeren Eingriffszeiten mit dadurch erhöhtem Patientenkomfort auch eine effizientere Nutzung der MRT-Systeme – und damit eine höhere Akzeptanz und Verfügbarkeit der MRT-gesteuerten Prostatabiopsie. ■■

| <http://radiologie.uniklinikum-leipzig.de> |

## C-IONEN GEGEN KREBS

Forscher konnten die Genauigkeit bei der Tumorbestrahlung durch Kohlenstoffionen weiter erhöhen. Mit genauen Untersuchungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) konnten sie die Messung der Energiedosis um das Dreifache verbessern. An der Forschungskooperation war das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) und das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT) beteiligt.

Die Bestrahlung mit Kohlenstoffionen kann gegenüber herkömmlichen Bestrahlungsarten eine zusätzliche Heilungschance bieten, da es mit ihr möglich ist, die Strahlendosis sehr genau zu positionieren und umliegendes Gewebe bestmöglich zu schonen. Das ist besonders bei tiefliegenden Tumoren interessant und bei solchen, die von besonders strahlungsempfindlichem Gewebe umgeben sind. Jedoch hatte die Dosimetrie solcher Ionenstrahlen bisher nicht die gleiche Präzision, wie die Dosimetrie von konventionellen, hochenergetischen Photonenstrahlen. In der klinischen Dosimetrie werden

herkömmlicherweise kalibrierte Detektoren, Ionisationskammern, verwendet, um die Energiedosis der eingesetzten Strahlung zu messen. Doch Ionisationskammern sprechen auf unterschiedliche Strahlungsarten unterschiedlich an. Zur Korrektur muss je nach Strahlungsart ein Korrekturfaktor berücksichtigt werden. Dieser Faktor beim Einsatz von Kohlenstoffionen hatte bisher eine Messunsicherheit von etwa 3% und war damit ca. dreimal größer als derjenige von hochenergetischer Röntgenstrahlung. Ziel war, diese Differenz zu beseitigen, und die Messunsicherheit der Ionisationskammern beim Einsatz von Kohlenstoffionen auf 1% zu verringern.

„Bisher werden im klinischen Alltag berechnete Korrekturfaktoren verwendet, da es keine verlässlichen experimentellen Daten gibt. Wir konnten nun erstmals zeigen, dass dieser Faktor mit einer viel geringeren Unsicherheit tatsächlich gemessen werden kann“, erläutert Julia-Maria Osinga-Blättermann. | [www.ptb.de](http://www.ptb.de) |

# MRT SICHERT DIE DIAGNOSE MORBUS MENIÈRE

Durch die intratympanale Kontrastmittelgabe kann das MRT direkt die krankhaften Veränderungen im Innenohr darstellen, was früher nur dem Pathologen möglich war.

Priv.-Doz. Dr. Dietmar E. Kivelitz, Albers-Schönberg-Institut für Strahlendiagnostik, und Prof. Dr. Jens E. Meyer, Klinik für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Plastische Operationen, Asklepios Klinik St. Georg, Hamburg

■ Martin Luther und Julius Cäsar sollen es gehabt haben, vielleicht auch Vincent van Gogh: den Morbus Menière. Eine tückische Erkrankung, die durch die Trias Schwindel, Tinnitus und Hörminderung gekennzeichnet ist. Den Namen hat die Erkrankung vom französischen Arzt Prosper Menière erhalten, der diese

Symptomkonstellation 1861 beschrieben und publiziert hat.

## Krankheitsbild Morbus Menière

Die Beschwerden können plötzlich und anfallsartig auftreten, die Attacken Minuten bis Stunden andauern, dann aber auch wieder zurückgehen. Begleitet wird dies oft von Ohrdruck, Übelkeit und Erbrechen sowie Schweißausbrüchen. Intervallfreiheit und Anfallshäufigkeit und Intensität sind dabei ist von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich. Eine zunehmende Tieftonschwerhörigkeit bis hin zum völligen Verlust des Gehörs ist leider im Krankheitsverlauf nicht selten. Die Erkrankung kann einseitig, aber auch beidseitig auftreten. Betroffen sind insbesondere Menschen im mittleren Lebensalter (40–60 Jahre), etwa 200 von 100.000 Menschen leiden darunter in Deutschland.

Seit vielen Jahren besteht eine Kontroverse zu Pathogenese, bester Diagnostik und Therapie. Hier zeigte sich bisher die typische Anamnese mit der Symptomtrias Tiefton-Innenohrschwerhörigkeit, Tinnitus und anfalls-

artiger Schwindel als wegweisend. Im Laufe der Jahre hat sich als pathogenetisches Korrelat der Erkrankung der endolymphatische Hydrops im Innenohr herauskristallisiert.

## Der endolymphatische Hydrops

Das Innenohr befindet sich im Felsenbein und besteht aus einem Hohlraumsystem, das von den drei Bogengängen, in denen sich das Gleichgewichtsorgan befindet, und der Schnecke, in dem sich das Hörorgan befindet, gebildet wird. Dazwischen liegt das Vestibulum.

Ausgefüllt wird dieser Hohlraum von zwei Flüssigkeitsräumen, die durch dünne Membranen getrennt sind. In der größeren äußeren Kammer befindet sich die Perilymphe, die über das ovale Fenster Kontakt mit den Gehörknöchelchen hat und durch den Steigbügel verschlossen wird. Die Gehörknöchelchen übertragen vom Trommelfell aus den Schall und die Geräusche. Eine weitere Verbindung des Perilymphraumes besteht über das „runde“ Fenster mit der Paukenhöhle. In der inneren Kammer befindet sich

die Endolymph. Beim gesunden Menschen besteht ein Gleichgewicht zwischen dem Peri- und Endolymphraum, der Druck in beiden Räumen ist gleich.

Bei der Menièreschen Erkrankung steigt der Druck in dem Endolymphraum. Dadurch vergrößert sich dieser Teil auf Kosten des Perilymphraums. Folge sind kurzzeitige Elektrolytverschiebung und Druckdifferenzen im Innenohr, die vermutlich die anfallsartigen Beschwerden auslösen. Wiederholte Anfälle führen zu chronischen Veränderungen an den Membranen mit Vernarbungen und Fibrosierungen, die dann zu den chronischen Beschwerden führen.

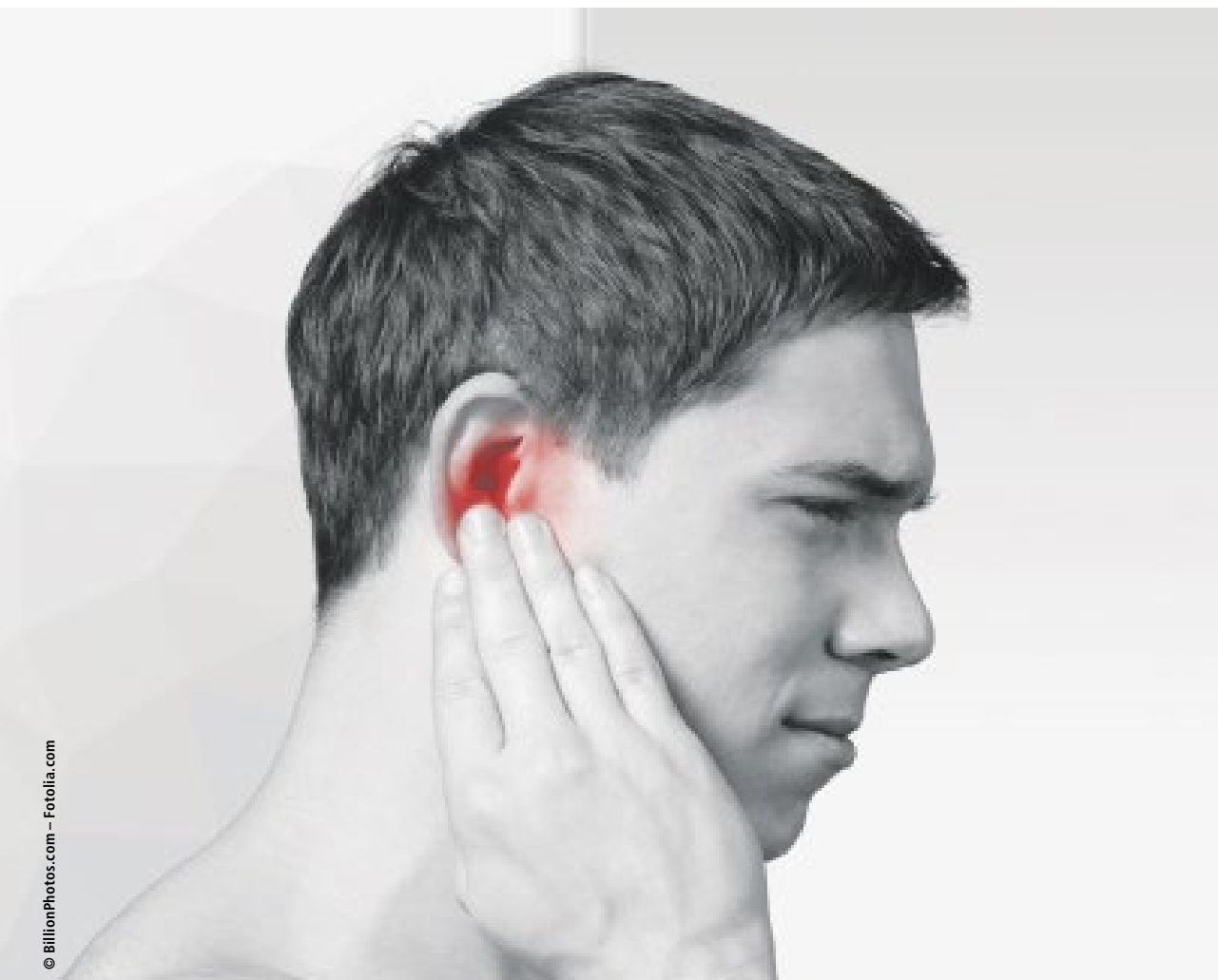
## Die schwierige Diagnostik

Schwindel und Hörstörungen sind grundsätzlich unspezifische Beschwerden, die im Rahmen vieler Erkrankungen auftreten. Daher beruht die Diagnose eine Morbus Menière weiterhin auf der Ausschlussdiagnostik anderer Krankheitsbilder mit ähnlichen Symptomen. Eine Abklärung dieser Beschwerden sollte durch einen Spezialisten auf diesem Gebiet erfolgen, in der Regel ein spezialisierter Neurologe oder HNO-Arzt. Schwindelzentren wie an der Asklepios Klinik St. Georg ermöglichen eine interdisziplinäre Abklärung und Behandlung der Schwindel-Symptome. Die endgültige Diagnose wird dann aufgrund eines Kriterienkataloges gestellt, der die Unterscheidung in eine „sichere, eindeutige, wahrscheinliche und mögliche Menière Erkrankung“ erlaubt.

Die Magnetresonanztomografie (MRT) ermöglicht bei der Abklärung von Schwindel und Hörstörungen die Darstellung des Gehirns, der hirnersorgenden Gefäße und des Kleinhirnbrückenwinkels, um einen Schlaganfall, Durchblutungsstörungen, Gefäßerkrankungen oder Raumforderungen zu erkennen. Eine direkte Darstellung des Peri- und endolymphatischen Raumes gelingt aber nicht ohne Weiteres, da die trennende Membran sehr dünn und die Zusammensetzung der beiden Flüssigkeiten sehr ähnlich ist.

## MRT mit intratympanaler Kontrastmittelgabe

Im Jahr 2007 hat Tsutomu Nakashima mit seiner Arbeitsgruppe aus Japan erstmalig zeigen können, dass durch Injektion von Kontrastmittel in die Paukenhöhle (intratympanal) eine





Priv.-Doz. Dr. Dietmar E. Kivelitz



Prof. Dr. Jens E. Meyer

Unterscheidung der beiden Kompartimente möglich ist und ein endolymphatischer Hydrops direkt dargestellt werden kann. Wie funktioniert das? Die Paukenhöhle steht über das runde Fenster mit dem Perilymphraum in Verbindung. Wird Kontrastmittel durch das Trommelfell in das Mittelohr gespritzt, kann über die Membran zum runden Fenster das Kontrastmittel ganz langsam in den Perilymphraum gelangen. Dies dauert mehrere Stunden. Das Kontrastmittel gelangt auf diesem Wege jedoch nicht in den Endolymphraum, da die Membran dafür nicht durchlässig ist. Der Kontrastmittelübertritt ist so langsam, dass der beste Kontrast nach 24 Stunden erreicht wird.

Derzeit werden für die Magnetresonanztomografie fast ausschließlich komplex gebundene gadoliniumhaltige Kontrastmittel benutzt, die für die intravenöse Applikation zugelassen sind. Für eine lokale Anwendung muss, um einen optimalen Bild-Kontrast zu erhalten, das MR-Kontrastmittel verdünnt werden (1:8).

Da die intratympanale Applikation von Kontrastmittel nicht zugelassen ist und somit einen „off label use“ darstellt, werden alle Patienten mindestens 24 Stunden vor der Applikation entsprechend aufgeklärt.

Für die intratympanale Injektion erfolgt zunächst eine Lokalanästhesie des entsprechenden Ohrs und des Trommelfells mit Lidocain 10%. Die Applikation von etwa 0,3–0,6 ml verdünntem Kontrastmittel erfolgt mikroskopisch kontrolliert.

Die Prozedur wird am anderen Ohr nach 20 Minuten wiederholt. Obwohl die Injektion invasiv ist, sind mögliche Komplikationen wie eine Infektion oder Blutung nach der Injektion sehr selten und in unserem eigenen Patientengut bislang nicht aufgetreten. Eine Ototoxizität (Schädigung der Innenohrstrukturen) konnte bislang nicht gezeigt werden.

Die Magnetresonanztomografie folgt 24 Stunden post injectionem. Wir untersuchen die Patienten mit einer Feldstärke von 3.0 T, um eine optimale Bildqualität zu erzielen. Für die MRT-Untersuchung benutzen wir eine hochauflösende 3-D-Sequenz, die einen optimalen Kontrast zwischen dem signalreichen und somit hellen Kontrastmittel in der Perilymphe und dem nicht kontrastierten endolymphatischen Raum ermöglicht. Die Messzeit beträgt knapp neun Minuten, diese relativ kurze Untersuchungsdauer wird von den Patienten sehr gut toleriert.

Die Aufnahmen zeigen direkt eine Vergrößerung des endolymphatischen

Raumes (schwarz) zulasten des perilymphatischen Raumes (weiß) bei der Meniere Erkrankung (Abb. 1). Die Schwere des endolymphatischen Hydrops lässt sich abschätzen und messen. Auch bei nur einseitigen Beschwerden lässt sich eine Miterkrankung des vermeintlich gesunden Ohres darstellen. Unterschiedliche Grade der Ausprägung des Hydrops sowie Beteiligung der unterschiedlichen Strukturen (Cochlea und/oder Vestibulum) lassen sich nun zuverlässig unterscheiden. Wertvoll scheint dies auch für Patienten in der Verlaufskontrolle unter Therapie zu sein, um die Effektivität der Behandlung zu objektivieren. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass eine Besserung der Beschwerden mit einem Rückgang des Hydrops im MRT einherging.

### Die hoch spezialisierten Schwindelzentren

Viele Patienten haben eine lange Leidenszeit hinter sich, bis die Erkrankung richtig diagnostiziert ist und behandelt wird. Aus diesem Grunde gibt es hochspezialisierte interdisziplinäre Schwindelzentren, deren Aufgabe die umfassende Diagnostik und Behandlung des Leitsymptoms Schwindel ist.

An der Asklepios Klinik St. Georg haben wir vor drei Jahren ein Schwindelzentrum gegründet, um die zumeist multifaktoriellen Genesen des Schwindels diagnostizieren und behandeln zu können. Als primäre Eintrittspforte werden die beiden Kernfächer der Neurologie und HNO-Heilkunde genutzt, die je nach vorheriger Diagnostik und Ätiologie weiter gehende Untersuchungen und Therapien einleiten.

Einen wichtigen Baustein bietet jetzt die Magnetresonanztomografie. Die Untersuchung nach intratympanaler Kontrastmittelgabe ist ein derzeit noch experimentelles bildgebendes Verfahren, das die einzigartige Möglichkeit bietet, bei Patienten mit der Verdachtsdiagnose eine Morbus Meniere diese zu sichern. Glücklicherweise hat sich die Untersuchungstechnik sowohl in der Literatur als auch am eigenen Patientengut als sicher und robust erwiesen, die von den Patienten gut toleriert wird. Das MRT mit intratympanaler Kontrastmittelgabe hat das Potential, sich als wichtiger Bestandteil in der Schwindeldiagnostik zu etablieren und eine tiefere Einsicht in das Verständnis der immer noch nicht ganz geklärten Erkrankung des Morbus Meniere zu gewähren. ■■

| [www.asklepios.com](http://www.asklepios.com) |

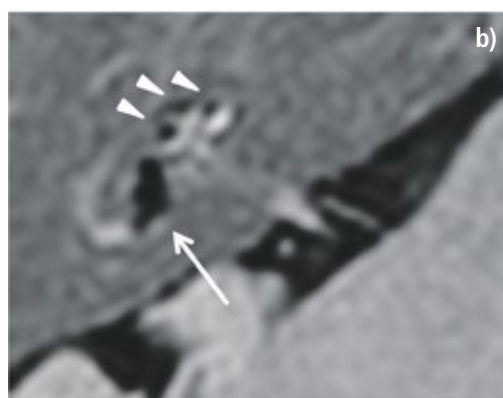
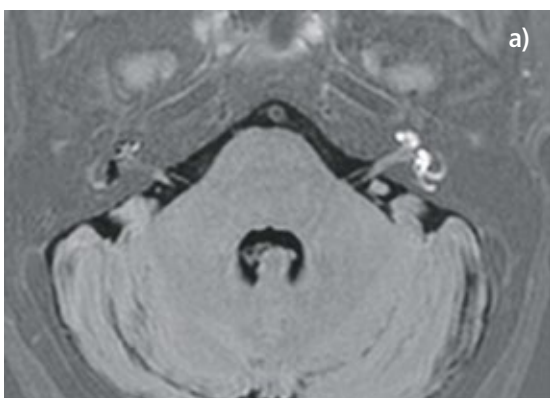


Abb. 1a-c: Magnetresonanztomografie 24 Stunden nach beidseitiger intratympanaler Kontrastmittelinjektion. In der Übersicht (Abb. 1a) erkennt man gut die helleren kontrastierten Innenohrstrukturen auf der rechten Bildseite (linkes Ohr des Patienten). In der Vergrößerung des rechten Innenohres (Abb. 1b) sind das Vestibulum (Pfeil) und Anschnitte des Gehörgangs (Pfeilspitzen) dunkel, was dem erweiterten (Hydrops) nicht kontrastierten endolymphatischen Raum entspricht. Im Vergleich dazu das linke Innenohr mit normaler Kontrastierung der Perilymphe und sehr kleinem Endolymphraum.

# HERZ-MRT – AUF DEM WEG ZUM STANDARD-HERZ-MRT-PROTOKOLL IN 20 MINUTEN

Die beschleunigte Echtzeitbildung des Herzens in der Magnetresonanztomografie steigert den Patientenkomfort und die Wirtschaftlichkeit.

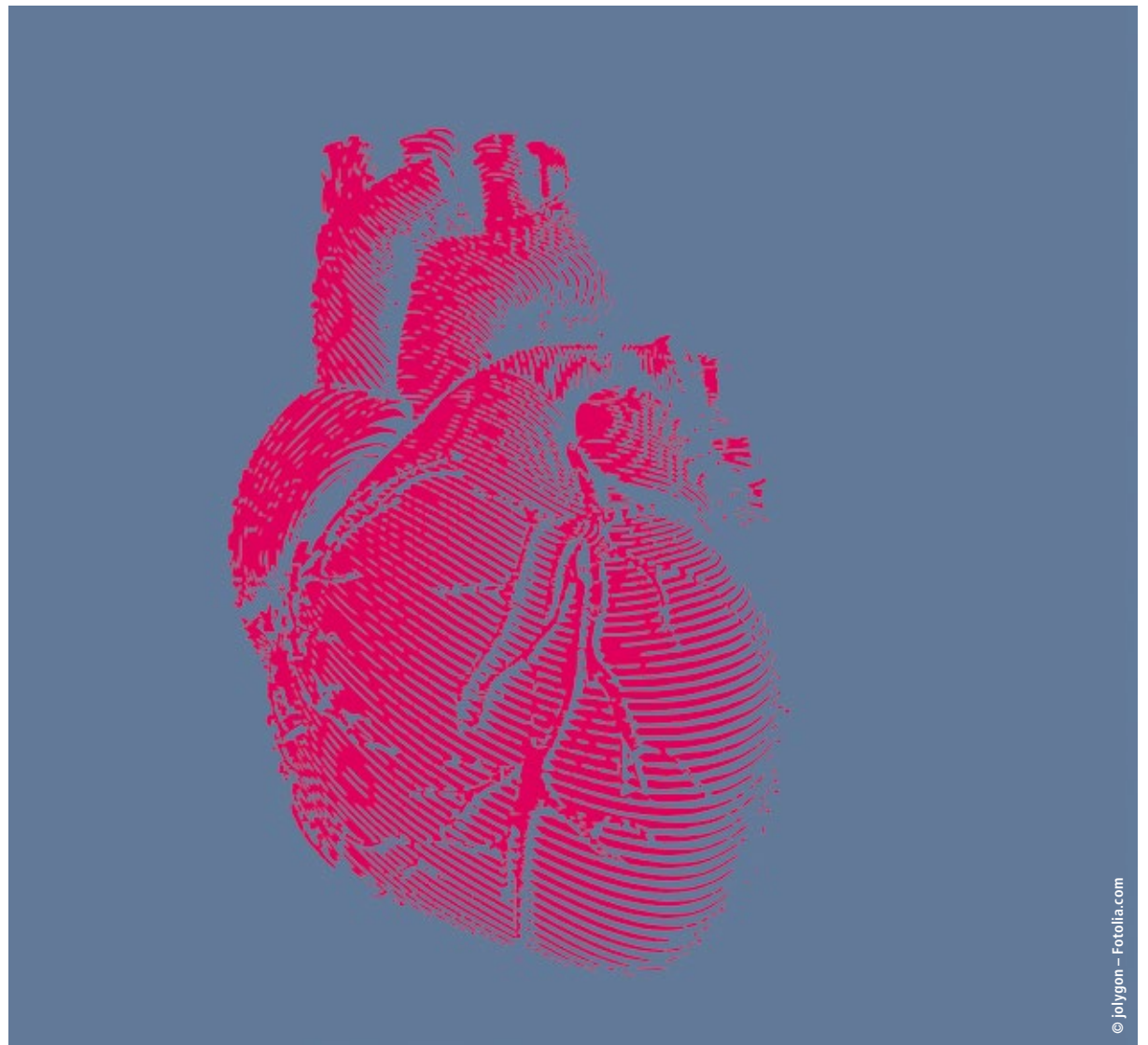
Dr. Sonja Sudarski, Institut für Klinische Radiologie und Nuklearmedizin, Medizinische Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg

■ Eine am Institut für Klinische Radiologie und Nuklearmedizin der Universitätsmedizin Mannheim (UMM) angewandte neuartige, beschleunigte Echtzeitbildung akquiriert die zur Bestimmung der Pumpfunktion des Herzens erforderlichen Daten 11-fach schneller als bisher.

Die Magnetresonanztomografie (MRT) ist das Standardverfahren, um den Herzmuskel zu untersuchen. Über die Morphologie lässt das Bildgebungsverfahren Rückschlüsse über den Zustand des Organs zu, etwa durch den Nachweis von Narben, die auf einen vorangegangenen Herzinfarkt hinweisen. Vor allem aber lässt sich mittels der MRT die Pumpfunktion des Herzens bestimmen. Die Genauigkeit bei dieser Messung ist immens wichtig, da oft wenige Prozentpunkte Unterschied in der Auswurfraction der linken Herzkammer darüber entscheiden, ob ein Patient einen Defibrillator (ICD) implantiert bekommt oder nicht.

## Herausforderungen der Herz-MRT heute

Die für die akkurate Diagnostik essenzielle hohe Bildqualität der Herz-MRT-Untersuchung ist bei den aktuell



© jolygon - Fotolia.com

gängigen MR-Sequenzen stark patientenabhängig: Die hohe Empfindlichkeit der MRT für Bewegungsartefakte in Kombination mit der langen Untersuchungsdauer stellt selbst für einen gesunden Patienten eine Herausforderung dar. In der Klinikroutine sind 45 Minuten die Norm für ein Standard-Herz-MRT-Protokoll. Müssen bei Ver-

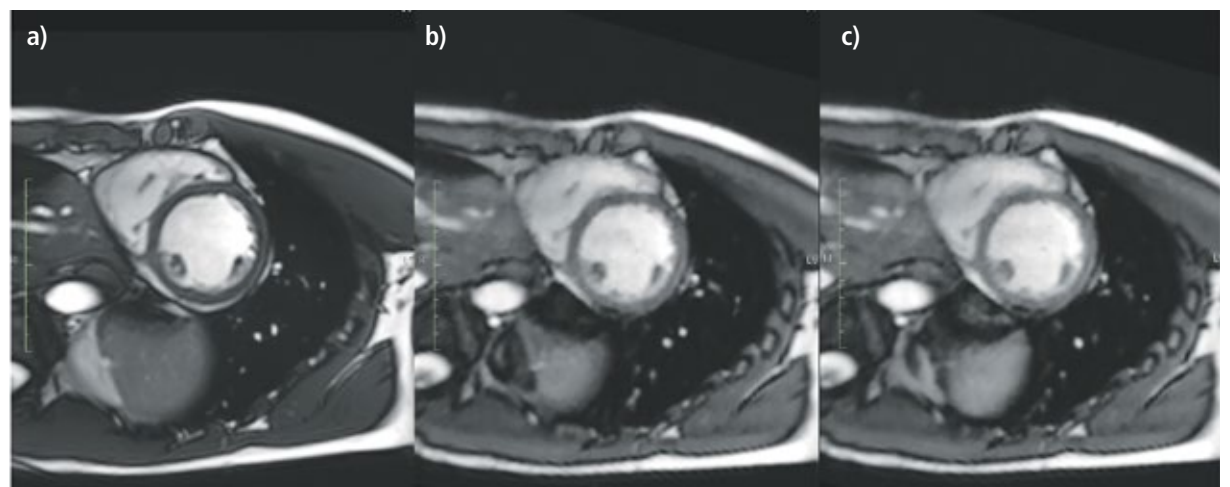
dacht auf Klappeninsuffizienzen oder Klappenstenosen außerdem Flussmessungen durchgeführt werden, wird oft eine Stunde überschritten.

## Clinical Need for Speed

Mit den heutzutage gängigen Standardsequenzen hängt die Bildqualität

bei der Akquise von Herz-MRT-Sequenzen außerdem von der Fähigkeit des Patienten ab, die Luft anhalten zu können. Häufig wiederholte Atemanhalte (multi-breathhold-Technik) sind notwendig, um aus den mittels Echtzeitbildung gewonnenen sog. real-time CINE-Sequenzen einen Gesamt-Datensatz erstellen zu können, der die

Abb. 1: Vergleichende Darstellung der multi-breathhold Standardsequenz (a, c) zur Pumpfunktionsbestimmung mit der neuartigen Sequenz, einmal akquiriert in einem Atemanhalt (b, d) und einmal in freier Atmung (c, e) bei einem Patienten mit unauffälligem linksventrikulären Herzmuskel. Abgebildet sind basale Kurzschnittschnitte durch die Herzkammern, jeweils enddiastolisch (a, b, c) und endsystolisch (d, e, f).



kontinuierliche Bewegung des schlagenden Herzens ohne Atemartefakte darstellt. Die Atemanhalte in hoher Wiederholungsrate und am Ende der Ausatmung, wo sie ein größeres Erstickungsgefühl hervorrufen, stellen eine Herausforderung an alle Patienten dar, für das häufig schwer erkrankte Klientel der Herzpatienten mit Atemnot in flacher Rückenlage oft nicht zu bewältigen.

Für klaustrophobe Patienten bedeutet die lange Untersuchungsdauer eine psychische Zerreißprobe und nicht selten auch ein unüberwindbares Hindernis für eine Herz-MRT. Ebenso ist die Untersuchung für Patienten mit Schmerzen oder mit Blasenschwäche oft eine Qual. Dies führt häufig dazu, dass Patienten die Untersuchung abbrechen, bevor die relevanten Sequenzen erfasst sind. Die klinische Notwendigkeit für eine robustere, beschleunigte und vom Patienten unabhängige Bildakquisition in der Herz-MRT liegt also auf der Hand.

### Bildakquisition von multi-breathhold zu non-breathhold

Grundlage der Echtzeitbildgebung in der MRT sind sehr schnelle Messsequenzen, die eine Bildaufnahme mit einer hohen zeitlichen Auflösung zulassen. Typische Beispiele hierfür sind schnelle Gradientenecho-Sequenzen, beispielsweise die FLASH-Sequenz. Die Radiologen des Instituts für Klinische Radiologie und Nuklearmedizin in Mannheim haben gemeinsam mit den kardiologischen Kollegen der I. Medizinischen Klinik ein neues Verfahren untersucht, das mithilfe einer neuartigen Akquisitionstechnik und Datenberechnungsmethode die real-time CINE-Sequenzen, welche als Grundlage für die Pumpfunktionsanalyse dienen, deutlich schneller generiert. Die angewandte MR-Technologie bezieht das anatomische und funktionelle Vorwissen über das darzustellende Organ – in diesem Fall den Herzmuskel – in den Bildaufbau mit ein. Dies reduziert die



Abb. 2: Vergleichende Darstellung der multi-breathhold-Standardsequenz (r) zur Pumpfunktionsbestimmung mit der neuartigen Sequenz, einmal akquiriert in einem Atemanhalt (m) und einmal in freier Atmung (l). Abgebildet sind basale Kurzschnittschnitte durch die Herzkammern bei einem stattgehabten Infarkt und einer ausgedehnten Infarkt Narbe der Lateralwand.

Anzahl der Bildpunkte, die abgetastet werden müssen, um das Organ korrekt darzustellen, dramatisch.

Das Herz mit seiner gleichförmigen Bewegung ist ein für dieses Verfahren sehr geeignetes Ziel-Organ: Eine Herzkammer stellt in der Bildgebung vereinfacht übereinandergeschichtete Ringe dar, die sich redundant konzentrisch verkleinern und wieder vergrößern. Die anatomischen Details interessieren bei der Beurteilung der Pumpfunktion nur marginal. Ist das Herz samt Umgebung also einmal erfasst, muss nur noch die Veränderung der Ringgröße im Bildausschnitt über die Zeit detektiert werden. Der Rest wird rechnerisch über die wenigen sich verändernden Bildpunkte simuliert. Die Messung kann dadurch so kurz gehalten werden, dass sie weitgehend unempfindlich in Bezug auf die Atmung ist.

Das Verfahren, das an der Universitätsmedizin Mannheim bei der Echtzeitbildgebung der Pumpfunktion des Herzens am 3-Tesla-Scanner erfolgreich getestet wurde, nennt sich sparse imaging, also „Bildgebung in Unterabtastung“. Mit den Forschungsergebnissen der Mannheimer Ärzte konnte belegt werden, dass die simulierte Ergänzung der tatsächlich abgetasteten wenigen Bildpunkte, der sparse data, zum endgültigen Datensatz mithilfe sogenannter iterativer Rekonstruktions-

onstechniken ohne Informationsverlust oder Verfälschung der Daten funktioniert. Damit ist eine Beschleunigung der Daten-Akquise für die Bestimmung der Pumpfunktion des Herzens um den Faktor 11 möglich. Die Sequenz kann innerhalb eines einzelnen Atemanhaltes und sogar ohne Verschlechterung der Genauigkeit in freier Atmung akquiriert werden (siehe Abb. 1).

### Auf dem Weg zum Standard-Herz-MRT-Protokoll in 20 Minuten

Das neue Verfahren liefert verlässliche Aufnahmen, das hat der Vergleich der neuen und der alten Technik bei mehreren hundert Patienten gezeigt. Die Ergebnisse der Pumpfunktionsanalyse der mit einmaligem Luftanhalten gewonnenen Sequenzen stimmen extrem genau mit dem derzeitigen Goldstandard überein. Und auch bei Daten-Akquisition in freier Atmung finden sich lediglich Abweichungen im Rahmen der Messungenauigkeit der Methode.

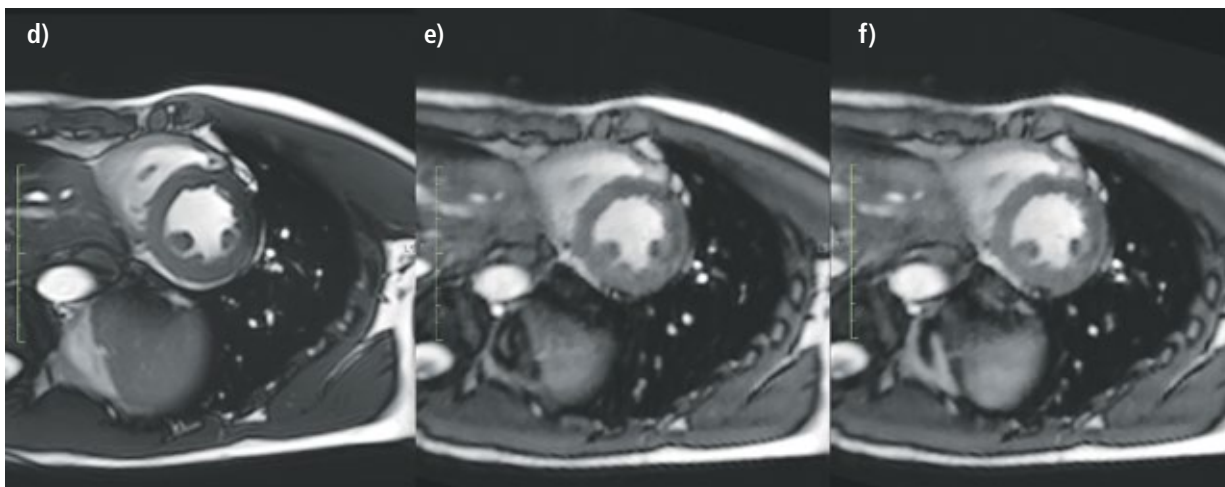
Die Kardio-MRT-Spezialisten der Universitätsmedizin Mannheim, unter der Leitung von Prof. Dr. Theano Papavassiliu haben das Verfahren zur Pumpfunktionsanalyse auch bei bestimmten Erkrankungen überprüft, bei denen der Herzmuskel sich nicht mehr komplett konzentrisch kontrahiert, z. B. nach einem Herzinfarkt, der eine



Dr. Sonja Sudarski

Narbe im Herzmuskel hinterlässt, der an dieser Stelle nicht mehr voll funktionsfähig ist. Auch hier erwies sich die Funktionsanalyse noch als präzise (siehe Abb. 2).

Ein Blick in die Zukunft sagt, dass immer mehr dieser zeitsparenden und gegen Bewegungsartefakte robusten Sequenzen entwickelt und getestet werden, weit über Sequenzen zur Pumpfunktionsanalyse hinausgehend. Die Herz-MRT-Protokolle werden so in Zukunft stetig optimiert und weiter verkürzt werden können, was aller Wahrscheinlichkeit nach zu einer merklichen Reduktion der Zahl an abgebrochenen Untersuchungen und nicht-diagnostischen Sequenzen führen wird. Und schließlich rückt die Vision von der Kardio-MRT als patientenfreundliche Untersuchung, beispielsweise zur umfassenden Abklärung einer ischämischen Herzkrankheit in 20 Minuten, in greifbare Nähe. ■■



# MODERNE ULTRASCHALL-ENTWICKLUNGEN IN DER RADIOLOGISCHEN BILDGEBUNG

Ultraschall (US) bietet als Real-Time-Bildgebung eine Vielzahl diagnostischer und interventioneller Möglichkeiten in der Hand erfahrener Untersucher.

Prof. Dr. Christian Stroszczyński, Dr. Isabel Wiesinger, Diagnostische Radiologie, Prof. Dr. Ernst Michael Jung, Radiologie und interdisziplinärer Ultraschall, UK Regensburg



Prof. Dr. Ernst Michael Jung



Dr. Isabel Wiesinger



Prof. Dr. Christian Stroszczyński

■ Diese werden durch neue Entwicklungen wie der Elastografie, der Bildfusion von Ultraschall (US) mit der CT oder MRT, durch Navigationssysteme und die Kontrastmittelsonografie (CEUS) vor allem in der Tumordiagnostik noch deutlich erweitert.

Moderne Entwicklungen festigen die Bedeutung von US als der weltweit am meisten eingesetzten und am schnellsten verfügbaren Bildgebung. Einerseits wird eine immer höhere digitale dynamische Bildgenauigkeit mit Hochleistungsgeräten entwickelt. Andererseits werden leistungsfähige mobile Geräte fast schon im „Smart-Phone-Format“ angeboten. Somit kann US umfassend patientennah als Real-Time-Bildgebung genutzt werden, und das mit hoher Detailgenauigkeit. Schallsonden können immer breitere Frequenzspektren nutzen, als Konvexsonden (1–6 MHz), Linearsonden (6–9 MHz) und Matrixsonden (6–15 MHz). Mit hoher Kristallzahl wird nicht nur die Detailgenauigkeit verbessert, sondern auch die digitale Flussdarstellung wie der Dynamic Flow oder B-Flow und auch 3-D/4-D-Volumendarstellungen. Wissenschaftlich prägen vor allem zwei Entwicklungen, CEUS und die Ultraschall-Elastografie, aktuelle Publikationen und Guidelines.

## Kontrastmittelsonografie

Mit CEUS gelingt eine hochauflösende Erfassung der dynamischen Mikrozirkulation. Sie wird mit der FDA-Zulassung für die Leberdiagnostik und bei pädiatrischen Patienten deutlich gestärkt. Eine Vielzahl von in Europa entwickelten Untersuchungsvorgängen mit CEUS zur Lebertumordiagnostik, die Charakterisierung von Nierenraumforderungen und der vaskulären Diagnostik wurden jetzt auch an zunehmenden Patientenkollektiven im asiatischen Raum genutzt. Dabei konnte die DEGUM-Studie als erste Studie multizentrisch zur Lebertumordiagnostik an mehr als 1.300 Fällen in Deutschland den diagnostischen hohen Stellenwert von CEUS von mehr als 90% zur Detektion und Charakterisierung von Lebertumoren aufzeigen, vergleichbar der CT und oftmals auch der MRT. Die LI-RADS-Klassifikation konnte auf CEUS übertragen werden und unterstreicht die Bedeutung für die Charakterisierung und Detektion vor allem bei HCC (hepatocellulärem Karzinom)-verdächtigen Herden. Auch ergeben sich in der portalvenösen Phase neue Beurteilungskriterien für die Differenzierung HCC/CCC (cholangio-

celluläres Karzinom). Eigene Untersuchungen mit hochauflösenden Sonden zeigen die Bedeutung von CEUS für die perkutanen Leberinterventionen wie Radiofrequenzablation (RFA), transarterielle Chemoembolisation (TACE) und die irreversible Elektroporation (IRE). Interventionen mit CEUS-Monitoring können sehr gut für die moderne Leberchirurgie genutzt werden. Perkutane Interventionen mit CEUS beziehen sich auch auf Biopsien und Drainagen und werden dabei mit der Fusionsbildgebung mit CT und MRT genutzt. Die Fusionstechniken ermöglichen auch eine verbesserte Biopsie bei V.a. Prostatakarzinom oder auch bei V.a. Nierentumore. In die Zukunft geblickt ist es die Kombination von CEUS mit Perfusionsbildgebung als TIC-Analyse (time intensity curve) oder mit farbcodierter Software zur Beurteilung des Erfolgs von Chemotherapien.

## Die Ultraschall-Elastografie

Die zweite wichtige Entwicklung moderner US-Diagnostik ist die US-Elastografie, als Compound- oder Shear-wave-Technik. Dabei lassen sich besser Leberparenchymveränderungen wie Fibrosierungen bis zur Zirrhose erkennen, auch ohne invasive Biopsien. Ebenso wurden zunehmend Kriterien verbreitet für die Beurteilung und Differenzierung benigner und maligner Tumoren wie bei Mammakarzinom, bei Lebertumoren und bei Schilddrüsentumoren. Ein inhomogenes Farbmuster mit deutlicher Verhärtung und hohen Geschwindigkeiten bei der Scherwellentechnik bildet ein wichtiges Kriterium für Erfassung und Beurteilung bösartiger Tumoren. Diese Techniken können ein Monitoring und damit die Behandlung verbessern. Erste Untersuchungen zielen auch bereits auf molekulare Bildgebung mit

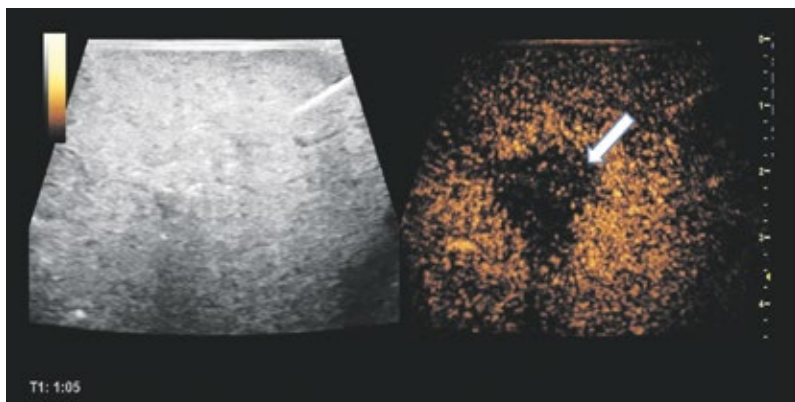
tumorspezifischem US-Kontrastmittel am Tiermodell und lassen die große Bedeutung moderner US-Techniken für die Zukunft evaluieren.

Der US-Diagnostik kam schon immer große Bedeutung bei der Durchführung perkutaner Interventionen zu. Feinnadelpunktionen unter US-Kontrolle stellen einen wichtigen Bestandteil der Abklärung von Schilddrüsentumoren dar. Diese werden zusätzlich mit Elastografie und CEUS evaluiert. Bei Mammakarzinomen spielen US-gesteuerte Stanzbiopsien eine ganz entscheidende Rolle. Hier werden in aktuellen Studien der Wert der Elastografie und von CEUS evaluiert. Bei Leber- und Nierentumoren kommt zur histologischen Sicherung zunehmend auch die Bildfusion von US, CEUS mit der CT oder MRT zum Einsatz. Dabei kann mit GPS-ähnlichen Systemen zielgenau auch außerhalb der Scanebenen biopsiert oder sogar mit Radiofrequenzablation (RFA) bei malignen Tumoren behandelt werden.

In eigenen Untersuchungen konnte die Bedeutung der Bildfusion für die Lokalisation und Charakterisierung von Lebertumoren, die Planung und Durchführung einer Chemoembolisation des hepatocellulären Karzinoms (HCC) und auch von verschiedenen Ablationsverfahren mit Mikrowelle oder Elektroporation aufgezeigt werden.

Bezüglich einer verbesserten Tumor-Behandlung mit moderner US-Diagnostik bieten der hochauflösende intraoperative Ultraschall mit Linearsonden bis 18 MHz, die Biopsie und mögliche Ablation des Prostatakarzinoms mit Bildfusion CEUS/MRT und Elastografie sowie erste Versuche mit tumorspezifischen Ultraschallkontrastmitteln eine wichtige bildgebende und interventionelle Entwicklung der modernen Radiologie. ■■

| [www.uniklinikum-regensburg.de](http://www.uniklinikum-regensburg.de) |



Intraoperativer hochauflösender US mit CEUS zur deutlich besseren Tumor-Detektion (rechts)



# ULTRASCHALLSYSTEM SAMSUNG RS80A *Prestige*

**Premium-Ultraschalldiagnostik im  
internistischen und radiologischen Alltag**

**Ihre Vorteile auf einen Blick:**

- Überragende Bildqualität bei jeder Untersuchung
- Einfache, schnelle Bedienung und Quantifizierung
- Vielfalt an Konvex-, Linear- und Endokavitär-Sonden für präzise Bildgebung
- Quantitative Schwerwellensonographie: S-Shearwave™
- Kontrastmittelsonographie für Perfusionsdarstellung in Echtzeit: CEUS+
- Früherkennung durch innovative Lösungen: AutoIMT+™, Arterial Analysis und Elastoscan™
- Erhöhte Patientenzahl durch automatisierte Abläufe



**KONTAKT** SAMSUNG Electronics GmbH - Health Medical Equipment  
Am Kronberger Hang 6 | 65824 Schwalbach/ Ts.  
Tel.: +49 6196 66-5381 | E-mail: info-hme@samsung.de  
Weitere Informationen finden Sie unter: [www.samsung.de/hme](http://www.samsung.de/hme)

**SAMSUNG**

# KONTRASTMITTELGESTÜTZTE SONOGRAFIE IM KINDES- UND JUGENDALTER

Alle auf dem weltweiten Markt verfügbaren Ultraschallkontrastmittel sind in Deutschland für Kinder und Jugendliche nicht zugelassen.

Priv.-Doz. Dr. Diane M. Renz und Prof. Dr. Hans-Joachim Mentzel, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Sektion Pädiatrische Radiologie, Universitätsklinikum Jena



Priv.-Doz. Dr. Diane M. Renz



Prof. Dr. Hans-Joachim Mentzel

■ Das Ultraschallkontrastmittel mit dem Bestandteil Schwefelhexafluorid (Handelsname Lumason in den USA, Handelsname SonoVue in Europa; Firma Bracco Imaging) und mit den von allen Ultraschallkontrastmitteln häufigsten Anwendungen weltweit erhielt im März 2016 eine Zulassung der FDA (Federal and Drug Administration, amerikanische Behörde für Lebensmittel und Arzneimittel) für die Charakterisierung von Leberläsionen. Das Besondere an dieser Arzneimittelzulassung ist, dass sie nicht nur für Erwachsene, sondern auch für Kinder ohne Altersbegrenzung gültig ist. Alle auf dem weltweiten Markt verfügbaren Ultraschallkontrastmittel sind in Deutschland hingegen für Kinder und Jugendliche nicht zugelassen; am häufigsten kommt hierzulande das Ultraschallkontrastmittel SonoVue bei Patienten < 18 Lebensjahre im „Off-label-use“ (in einer zulassungsüberschreitenden Indikation) zum Einsatz. Trotz des Off-label-Einsatzes steigt jedoch die Zahl der jährlichen Anwendungen und die Indikationen im Kindes- und Jugendalter kontinuierlich an. SonoVue ist ein Ultraschallkontrastmittel der zweiten Generation und besteht aus Mikrobällchen – mit einem gasförmigen Kern aus Schwefelhexafluorid und einer umgebenden wasserlöslichen Phospholipidhülle. Der Kontrastmitteleffekt beruht auf einer Verstärkung der Schallreflexion an der großen Oberfläche der zahlreichen Mikrobällchen, die durch den Schallimpuls zum Schwingen angeregt werden.

## Intravenöse Ultraschallkontrastmittelapplikation

Im Gegensatz zu den extrazellulären Röntgen- und Magnetresonanztomografie (MRT)-Kontrastmitteln, welche sich im Extrazellularräum



© Kovalchuk Anna – Fotolia.com

verteilen, verbleibt SonoVue als sog. „Blood-pool-Kontrastmittel“ in der Blutbahn und folgt der Verteilungskinetik der Erythrozyten. Die Kontrastmittelausscheidung geschieht über die Lunge durch Abatmen des Gases Schwefelhexafluorid, das aufgrund seiner schlechten Wasserlöslichkeit praktisch nicht im Körperkreislauf aus den Mikrobällchen diffundiert. Pulmonal hingegen ermöglicht der enge Kontakt der Mikrobällchen mit den luftgefüllten Alveolen eine Elimination des Gases aus der Blutbahn. Aufgrund seiner fehlenden Ausscheidung über die Nieren kann SonoVue daher problemlos bei niereninsuffizienten Patienten appliziert werden. Die kontrastmittelgestützte Sonografie („contrast-enhanced ultrasound“, CEUS) weist insgesamt ein hohes Sicherheitsprofil mit wenigen Kontraindikationen und seltenen Nebenwirkungen auf. Rosado und Riccabona berichten in ihrer Übersichtsarbeit (J Ultrasound Med 2016), dass bei 655 intravenösen Ultraschallkontrastmittelapplikationen an 502 Kindern und Jugendlichen – mit einer Altersspanne von einem Lebenstag bis 18 Lebensjahren – nur in zehn Fällen eine Nebenwirkung auftrat, wobei 89% der Patienten mit SonoVue untersucht wurden. Dabei war nur eine der zehn Nebenwirkungen ein lebensbedrohlicher anaphylaktoider Schock, bei den weiteren neun handelte es sich um milde, vorübergehende negative Beeinträchtigungen, beispielsweise Kopfschmerzen oder Geschmackssensationen. Neben dem hohen Sicherheitsprofil sind weitere wichtige Vorteile des CEUS dessen breite Verfügbarkeit, etwa auch bettseitig auf der Intensivstation oder Neonatologie, die minimale Invasivität und die geringe Belastung durch die Untersuchung – auch aufgrund der fehlenden Strahlenexposition – sowie die dadurch mögliche problemlose Wiederholbarkeit. Das Kontrastmittelverhalten der Echosignalverstärker kann mittels Sonografie kontinuierlich, zeitlich hochaufgelöst in „real time“ visualisiert werden. Ein wesentlicher Benefit des CEUS bei pädiatrischen Patienten ist auch die fehlende Notwendigkeit einer Narkose oder Sedierung. Voraussetzungen für einen effektiven Einsatz des CEUS sind neben geräte-technischen Anforderungen vor allem auch eine gezielte Fragestellung und eine hohe Expertise des Untersuchers.

Die meisten intravenösen Ultraschallkontrastmittelanwendungen im Kindes- und Jugendalter betreffen die Detektion und Charakterisierung von



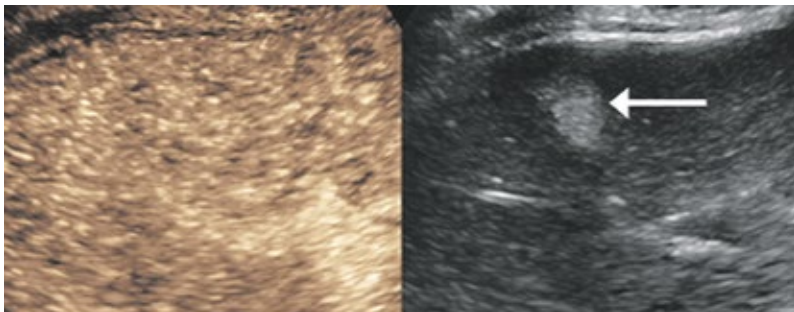


Abb. 1: Befund einer fokalen Mehrverfettung, die sich im B-Bild (Grauwertmodus, "brightness mode"; rechts; Pfeil) typischerweise echoreich darstellt. Nach intravenöser Applikation des Ultraschallkontrastmittels SonoVue verhält sich die fokale Mehrverfettung im gesamten dynamischen Verlauf wie das übrige Leberparenchym (links Kontrastmittelbild), im Gegensatz zu den ebenfalls im B-Bild typischerweise echoreichen Hämangiomen.

Organläsionen, zumeist in der Leber (Abb. 1), gefolgt von den Nieren und der Milz. Die zweithäufigste Indikation ist der Ausschluss einer Verletzung der parenchymatösen Oberbauchorgane nach einem entsprechenden Trauma. Die intravenöse Ultraschallkontrastmittelapplikation weist bei pädiatrischen Patienten insgesamt ein äußerst breites Indikationsspektrum auf, unter anderem die Diagnostik benignen versus malignen Lymphknoten, die Beurteilung von transplantierten Organen, die Charakterisierung von Hodenpathologien oder die Darstellung von Gefäßtumoren.

### Intravesikale Ultraschallkontrastmittelapplikation

Häufiger als intravenös wird bei Kindern Ultraschallkontrastmittel in die Harnblase (intravesikal) appliziert. In einer europaweiten Umfrage von Riccabona (Pediatr Radiol 2012) waren 81% der pädiatrischen Ultraschallkontrastmittelanwendungen von 29 Zentren intravesikal. Analog zum Röntgenverfahren – der Miktionscystourethrografie (MCU) – wird bei der kontrastmittelgestützten Miktionsurosonografie (MUS) das Ultraschallkontrastmittel intrakavitär in die Harnblase in der Regel mittels transurethralem Katheter appliziert. Die MUS dient im Allgemeinen der Diagnostik eines

möglichen Vesikoureteralen Refluxes (VUR), wobei das Kontrastmittel aus der Harnblase über die Ureteren in das Nierenbeckenkelchsystem aufsteigt (Abb. 2). Der VUR ist mit einer Inzidenz von ca. 1% die häufigste urologische Erkrankung im Kindesalter und stellt eine wichtige Prädisposition für Entzündungen im harnableitenden System mit konsekutiven möglichen Nierenschädigungen dar. Die intravesikale Applikation von Ultraschallkontrastmitteln hat bereits eine lange Tradition im Kindesalter, die bis auf die 1990er Jahre zurückreicht. Initial wurde Luft zur Kontrastverstärkung eingesetzt, später das Ultraschallkontrastmittel der ersten Generation Levovist (Firma Bayer Schering Pharma), das für diese Indikation auch für Kinder zugelassen war. Seit dieses Kontrastmittel nicht mehr erhältlich ist, wird weltweit am häufigsten SonoVue für diese Indikation angewendet – in Europa auch hierbei im „Off-label-use“. Die FDA hat hingegen das äquivalente Lumason im Dezember 2016 für die intravesikale Anwendung auch bei Kindern ohne Altersbeschränkung zugelassen.

Mehrere umfangreiche Studien konnten belegen, dass die MUS eine zur Röntgen-MCU vergleichbar hohe Sensitivität und Spezifität zur Detektion eines VUR aufweist. Nach einer Evaluation von Papadopoulou et al.

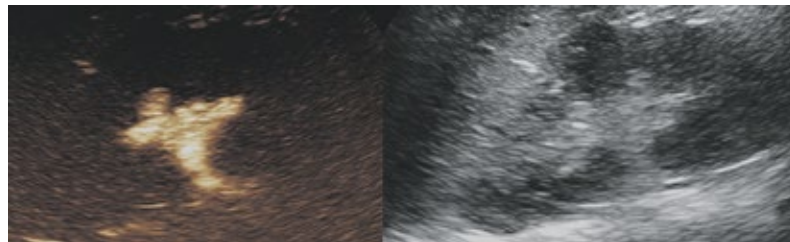


Abb. 2: VUR Grad II bis III mit Kontrastierung des mäßig erweiterten Nierenbeckens und der gering verplumpten Kelche (links Kontrastmittelbild, rechts das korrespondierende B-Bild)

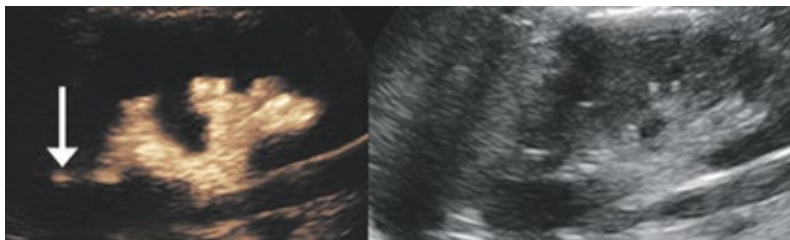


Abb. 3: VUR Grad III mit Kontrastierung und Dilatation des Nierenbeckens und vor allem der verplumpten Kelche; am Nierenoberpol zeigt sich ein intraparenchymatöser Reflux (Übertritt der Mikrobläschen in das Nierenparenchym; Pfeil).

(Pediatr Radiol 2014) an 1.010 Kindern sind im Rahmen einer MUS keine schwerwiegenden Nebenwirkungen zu erwarten; bei nur 37 Kindern und Jugendlichen (3,7%) traten in dieser prospektiven Studie geringe Nebenwirkungen auf, jedoch in der Regel keine systemischen, sondern lokale Irritationen zurückzuführen auf die Harnblaskatheterisierung, am häufigsten eine Dysurie. Ein wesentlicher Benefit der MUS ist, dass im Gegensatz zur mit einer Strahlenexposition verbundenen MCU kontinuierlich ein mögliches Aufsteigen des Ultraschallkontrastmittels beobachtet werden kann. Ein intraparenchymatöser Reflux, das heißt ein etwaiger Übertritt der Mikrobläschen in das Nierenparenchym, kann mittels CEUS ebenfalls zuverlässig detektiert werden (Abb. 3).

### Fazit

Die kontrastmittelgestützte Sonografie hat sich trotz ihrer europaweiten Anwendung im „Off-label-use“ für das Kindes- und Jugendalter bewährt. Als wesentlicher Benefit der Kont-

trastmittelsonografie sind ihr hohes Sicherheitsprofil, das äußerst breite Indikationsspektrum mit möglicher intravenöser, intravesikaler oder anderweitiger intrakavitärer Applikation, die ubiquitäre Verfügbarkeit auch bettseitig, die minimale Invasivität, die geringe Belastung durch die Untersuchung und die dadurch mögliche problemlose Wiederholbarkeit zu nennen. Für den Einsatz von CEUS bei pädiatrischen Patienten besonders wichtig ist die fehlende Notwendigkeit einer Narkose oder Sedierung. Dabei kann das Kontrastmittelverhalten stets kontinuierlich in „real time“ ohne jegliche Strahlenexposition visualisiert werden.

| [www.kinderradiologie.uniklinikum-jena.de](http://www.kinderradiologie.uniklinikum-jena.de) |

### Save the date:

Workshop „CEUS for kids“,  
16.–17. Juni 2017  
Universitätsklinikum Jena,  
Sektion Kinderradiologie  
[www.kinderradiologie.uniklinikum-jena.de](http://www.kinderradiologie.uniklinikum-jena.de)

## NEUES RADIOLOGIE-KOLLABORATIONSNETZWERK IN ÖSTERREICH

Nach der Umsetzung des radiologischen Kooperationsnetzwerks, das fünf Kliniken und vier private ambulante Diagnosezentren in der Gesundheitsregion Waldviertel sowie das Landes- klinikum Hollabrunn im Weinviertel verbindet, sollen sich die Behandlungsprozesse erheblich verbessern. Durch dieses Netzwerk haben Mediziner krankenhaushübergreifend Zugang auf Patientendaten, können Patienten unabhängig von ihrem Standort radiolo-

gische Leistungen anbieten, Zweitmeinungen einholen sowie nachts und am Wochenende Befunde erstellen. Das radiologische Kooperationsnetzwerk wurde von GE Healthcare und Pansoma gemeinsam entwickelt und basiert auf GEs Centricity Solutions for Enterprise Imaging. Die Kliniken sind Teil der Niederösterreichischen Landes- kliniken-Holding, eines Konsortiums von 27 Kliniken und größtem Krankenhausbetreiber in Österreich. Gera-

de vor dem Hintergrund der aktuellen Herausforderungen an das europäische Gesundheitssystem – wie dem Anstieg chronischer Krankheiten als Folge der alternden Bevölkerung in Europa, Budgetkürzungen und einem steigenden Fachkräftemangel in der Medizin – ist eine Lösung, die Produktivität und Prozessqualität durch die Vermeidung unnötiger Patiententransfers und Doppeluntersuchungen verbessern kann, besonders wichtig. Früher wur-

den Informationen durch den Datentransfer über ein geschütztes Gesundheitsdatennetz ausgetauscht. Laut der Landeskliniken-Holding dauert allein dieser Prozess etwa zwei Stunden. Mit GEs Centricity Solutions for Enterprise Imaging werden Daten gestreamt und nicht transferiert, sodass den Mediziner die gesamte Patientenhistorie unmittelbar zur Verfügung steht. ■■

| [www.ge.com](http://www.ge.com) |

| [www.pansoma.at](http://www.pansoma.at) |

# HERZULTRASCHALL: DIE DRITTE DIMENSION

Mit Ultraschallverfahren zur Abbildung des Herzens (auch: Echokardiografie) war bis vor einigen Jahren lediglich eine zweidimensionale Darstellung möglich.

Anna Reiss, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum – Herz- und Diabeteszentrum NRW Bad Oeynhausen

■ „Zur exakten Beurteilung von angeborenen Herzfehlbildungen lieferte diese fächerförmige Bildgebung einer Herzklappe oder einzelner Wandabschnitte aber nicht immer die detaillierten Informationen, die wir zur individuellen Therapievorbereitung benötigen“, betont Priv.-Doz. Dr. Kai Thorsten Laser, der als Kinderkardiologe und Spezialist für kardialen Ultraschall ärztliche Fortbildungen der Klinik für Kinderkardiologie unter Chefarzt Prof. Dr. Deniz Kececioglu im Herz- und Diabeteszentrum NRW (HDZ NRW), Bad Oeynhausen, leitet.

Insbesondere zur Planung von herzchirurgischen Eingriffen bei Kindern und Jugendlichen, die in der Klinik für Kinderherzchirurgie und angeborene Herzfehler durchgeführt werden, aber auch von komplexen Prozeduren mit dem Herzkatheter sind Messungen in einem dreidimensional errechneten Datensatz um einiges genauer. Im Kinderherzzentrum steht



Prof. Dr. Deniz Kececioglu (l.) und Priv.-Doz. Dr. Kai Thorsten Laser demonstrieren die neue Echokardiografie hier während einer ersten Fortbildungsveranstaltung im HDZ NRW. Jan-Philipp (12) macht als Testpatient gerne mit.

Foto: Anna Reiss

## Info:

Das **Kinderherzzentrum und Zentrum für angeborene Herzfehler des HDZ NRW** unter der Leitung von Prof. Dr. Deniz Kececioglu und Dr. Eugen Sandica gehört zu den international führenden Kliniken bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit angeborenem Herzfehler und ist zertifiziertes Zentrum für die Behandlung von Erwachsenen mit angeborenen Herzfehlern (EMAH). Im Zentrum werden alle Arten von angeborenen Herzfehlern im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter mit modernsten Methoden therapiert bei jährlich über 500 Operationen und über 400 Herzkathetereingriffen mit herausragenden Ergebnissen auch im internationalen Vergleich.

dazu die derzeit modernste Medizintechnik zur Verfügung. „Neue Matrix-Schallköpfe erfassen über Tausende von Sende-Kristallen mehrfach pro Sekunde das vollständige Herz“, er-

läutert Laser die Technik. „Daraus entsteht ein 3-D-Bild, das uns genaue Analysen der Herzkammern, der Herzklappen und Gefäße ermöglicht.“ Mehr als 3.000 Untersuchungen in

einem speziellen Echolabor werden jährlich im Kinderherzzentrum und Zentrum für angeborene Herzfehler des HDZ NRW durchgeführt, außerdem 400 Kernspintomografien im HDZ-Institut für Radiologie, Nuklearmedizin und molekulare Bildgebung. In den ärztlichen Fortbildungsveranstaltungen – drei sind in diesem Jahr vorgesehen – gibt Laser sein Wissen über den Einsatz der innovativen 3-D-Echokardiografie über Vorträge, Workshops und Hands-on-Sessions weiter. „Dabei lerne ich auch selbst jedes Mal dazu“, ergänzt der Kinderkardiologe und Wissenschaftler, der mit einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe in Kooperation mit anderen Zentren an der stetigen Auswertung und Verbesserung der medizinischen Software beteiligt ist. „Der Erfahrungsaustausch über individuell unterschiedliche Herzfehlbildungen aller Altersstufen, Aufnahmen und quantitative Auswertungen ist enorm wichtig.“

Zukünftig soll die neue 3-D-Technologie zunehmend dazu dienen, auch komplexe Eingriffe am Herzen zu steuern. Denn der präzise Blick auf Herzstrukturen und im Herz befindliche Katheter mittels Ultraschalltechnik erlaubt es letztlich, Röntgenstrahlung einzusparen sowie Untersuchungs- und Operationszeiten zu verkürzen. „Das ist ganz im Sinne unserer kleinen und größeren Patienten.“ ■■

| [www.hdz-nrw.de](http://www.hdz-nrw.de) |

## 70. JAHRESTAGUNG UND MTRA-TAGUNG DER BRG

In Würzburg, dem Ort, an dem Wilhelm Conrad Röntgen die nach ihm benannten Strahlen am 8. November 1895 entdeckt hat, findet vom 28. bis 30. September die 70. Jahrestagung und MTRA-Tagung der Bayerischen Röntgengesellschaft (BRG) statt. Ein breitgefächertes Fortbildungsprogramm wird dem kontinuierlichen medizinischen und technischen Fortschritt der Radiologie Rechnung tragen. Ein besonderer Schwerpunkt wird in mehreren aufeinanderfolgenden Themenblöcken auf die Muskuloskeletale Bildgebung gelegt. Darüber hinaus werden didaktische Sitzungen zu den Themenblöcken Abdomen, Herz, Interventionen, Neuroradiologie, Kinderradiologie und ein spezielles Programm für MTRAs die Tagungsinhalte bestimmen. Die Sitzungen zu



Gefäß- und Leberinterventionen werden erstmals durch drei Hands-on-Seminare zur pAVK inkl. Materialkunde

und Simulatortraining ergänzt. Im Anschluss an die Sitzungen zum CT bzw. MRT des Herzens wird es Gelegenheit

geben, in Kleingruppen zu Live-Scans an das Universitätsklinikum Würzburg zu fahren. Motiviert durch das positive Feedback vom letzten Jahr werden wieder Abrechnungsseminare inkl. ein Spezialkurs zur Abrechnung von Interventionen für entsprechend tätige MTRAs und Mitarbeiter aus den Sekretariaten etc. angeboten. Die Tagung findet in den ehrwürdigen Mauern der Julius-Maximilians-Universität im Zentrum von Würzburg statt.

| [www.brg-kongress.de](http://www.brg-kongress.de) |

## Termin:

**70. Jahrestagung und MTRA-Tagung der BRG**  
28.–30. September, Würzburg  
[www.brg-kongress.de](http://www.brg-kongress.de)

# KONTRASTVERSTÄRKTE SONOGRAFIE

Der kontrastmittelverstärkte Ultraschall, CEUS (Contrast Enhanced Ultrasound), nutzt gasgefüllte Mikrobläschen als Kontrastverstärker zur Erstellung des Sonografiebildes.



Dr. Jutta Jessen, Weinheim

Die Signalverstärkung ermöglicht, zusammen mit einer geeigneten Software, ein erweitertes Einsatzspektrum der Sonografie. Prof. Dr. Dirk-André Clevert, Institut für Klinische Radiologie der LMU München, berichtet über seine Erfahrungen mit dem modernen High-End-Sonografie-Gerät RS80A Prestige der Firma Samsung HME.

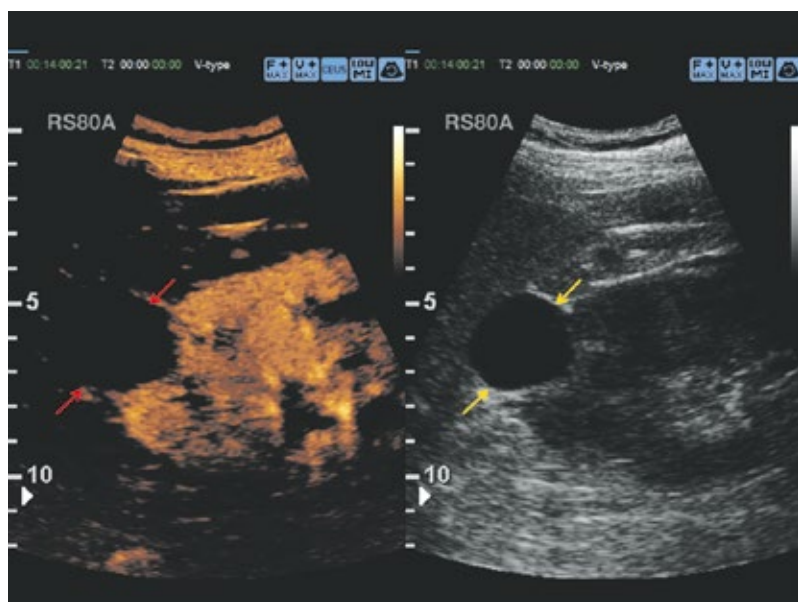
**M&K:** Herr Prof. Clevert für welche diagnostischen Fragestellungen und therapeutischen Bereiche haben Sie CEUS bisher erfolgreich eingesetzt?

**Prof. Dr. Dirk-André Clevert:** CEUS eignet sich hervorragend für die Beurteilung der Makro- und Mikrozirkulation von Organsystemen, die grundsätzlich für sonografische Fragestellungen untersuchbar sind. Dies

umfasst diagnostische Fragestellungen im Bereich der Beurteilung von Läsionen und Raumforderungen von parenchymatösen Oberbauchorganen, aber auch die vaskuläre Diagnostik von Gefäßen, z.B. bei Patienten nach endovaskulärer Aortenreparatur. Ein Großteil der Diagnostik in unserer Abteilung behandelt die Abklärung von unklaren Leberraumforderungen oder komplexer Nierenzysten.

**Wieso ist ein Einsatz in diesen Bereichen sinnvoll und welche Vorteile bietet CEUS gegenüber alternativen Methoden?**

**Clevert:** CEUS ist eine schnelle, leicht durchzuführende und kosteneffektive Methode zur Diagnostik von abklärungsbedürftigen Befunden. Der Vorteil der Methode liegt in der schnellen Verfügbarkeit und der Dynamik der Untersuchungsmethode. Können in alternativen radiologischen Schnittbildgebungen beispielsweise nur einzelne Kontrastphasen akquiriert werden, so ist es mit dem CEUS möglich, die dynamische Perfusion von Gewebe oder von Gefäßen über mehrere Minuten zu beobachten, und so differenzierte Aussagen zu treffen. Ein weiterer großer Vorteil der Methode besteht darin, dass das verwendete Kontrastmittel unabhängig von der Nieren- und Schilddrüsenfunktion verwendet werden kann und somit der CEUS auch bei Patienten mit Niereninsuffizienz bzw. mit hyperthyreoter Stoffwechsellaage zum Einsatz kommen kann.



Kontrastverstärkte Sonographie, Untersuchung im Dual-Modus (CEUS-Bild und B-Bild Darstellung). In der kontrastmittelverstärkten Sonographie lässt sich keine vermehrte Kontrastmittelaufnahme der Zystenwand nachweisen (rote und gelbe Pfeile) als Hinweis auf eine Bosniak Typ II Zyste.



Prof. Dr. Dirk-André Clevert

tät von über 95% und eine Spezifität von 83% in der Charakterisierung von fokalen Leberläsionen zeigt und somit eine hohe diagnostische Aussagekraft besitzt.

**Welchen klinischen Stellenwert sprechen Sie der Methode zu?**

**Clevert:** CEUS hat sich zwischenzeitlich einen festen Platz in der Bildgebung erarbeitet und leistet einen wichtigen Beitrag in der Abklärung einer Vielzahl von unklaren Befunden.

Dabei gelingt es dem CEUS teilweise, differenzierte Aussagen treffen zu können, so dass er sich somit als komplementäre Option in der Diagnostik

erweist. Dieser Eindruck bestätigt sich auch durch die immer weiter zunehmende Nachfrage der klinischen Kollegen und Patienten nach dieser Bildgebungsmodalität.

**Welche weiteren Einsatzbereiche können Sie sich für die Methode vorstellen?**

**Clevert:** Neben der reinen Diagnostik wird in Zukunft ein immer größerer Anteil der Methode auch in der Evaluation des Therapiemonitoring bzw. -ansprechens liegen. Vielversprechende Ansätze gibt es auch in der Entwicklung neuer Kontrastmittel, die spezifisch für eine bestimmte Krankheit verwendet werden können, wie beispielsweise zur Detektion des Prostatakarzinoms.

**Welche Limitationen gelten für den Einsatz von kontrastmittelgestütztem Ultraschall?**

**Clevert:** Prinzipiell gelten für den Einsatz von CEUS die gleichen Limitationen wie bei einer gewöhnlichen Ultraschalluntersuchung. Hier gibt es Einschränkungen der Untersuchbarkeit bei Überlagerungen durch Darmgas oder bei Läsionen, die sonografisch nicht eingesehen werden können.

**Wie sieht es mit toxischen Effekten des Kontrastmittels aus?**

**Clevert:** Das Kontrastmittel besteht aus drei unterschiedlichen Bestandteilen: Wasser als Trägerstoff, einer Lipidhülle und einem Gas, welches von der Lipidhülle umschlossen wird. Dabei ist das Gas chemisch völlig inert, und es ergibt sich eine gute Verträglichkeit des Kontrastmittels. Insgesamt zeigt das Kontrastmittel nur ein geringes Nebenwirkungsprofil, die wichtigste Nebenwirkung hierbei ist sicherlich eine allergische Reaktion auf das Kontrastmittel, welches in der Literatur mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 in 10.000 Fällen beschrieben wird.

**Gibt es Studiendaten, die die Spezifität und Sensitivität der Methode belegen, und, wenn ja, wie sehen die aus?**

**Clevert:** Eine großangelegte deutsche prospektiv-randomisierte Multicenter-Studie hat dies in der Vergangenheit in der Charakterisierung von Leberläsionen untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass der CEUS eine Sensitivi-

## Zur Person

**Prof. Dr. Dirk-André Clevert** leitet das Interdisziplinäre Ultraschall-Zentrum am Klinikum der Universität München-Großhadern, das im Jahr 2004 gegründet wurde und an dem viele Ultraschallaktivitäten des Hauses zusammenlaufen. Seit 2013 gehört er zum Vorstand der Sektion Radiologie der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin und leitet diese als Vorsitzender seit 2015. Als Kursleiter und Kongresspräsident organisiert er zahlreiche nationale und internationale Ultraschallkurse und Kongresse.

# SCHILDDRÜSEN-ELASTOGRAFIE

In Deutschland werden Patienten häufiger an der Schilddrüse operiert als in allen anderen westlichen Ländern.

Prof. Dr. Jörg Bojunga, Zentrum der Inneren Medizin, Universitätsklinikum Frankfurt

■ Dies betonte die Deutsche Gesellschaft für Endokrinologie (DGE) bereits 2013 im Vorfeld ihres 56. Symposiums in Düsseldorf. Teilweise ginge das zulasten von Patienten mit einem durch Jodmangel entstandenen Kropf, die vielleicht nicht hätten operiert werden müssen. Aber die Angst vor einem Schilddrüsenkarzinom in den damit entstandenen Knoten sei hierzulande weitaus größer als im Ausland. Daher ist auch die Operationszahl wegen des Verdachts auf einen bösartigen Befund etwa 2- bis 4-fach höher als in den USA und in Großbritannien. Jedes Jahr werden in Deutschland mehr als 100.000 Schilddrüsen teilweise oder komplett entfernt. „Bezogen auf die Bevölkerung ist die Zahl der Operationen drei bis



Prof. Dr. Jörg Bojunga

acht Mal höher als in Großbritannien oder den USA“, berichtet seinerzeit DGE-Tagungspräsident Prof. Dr. Peter E. Goretzki, Chefarzt der Chirurgie am Lukaskrankenhaus Neuss. „Doch Deutsche haben nicht mehr Schilddrüsenkrebs als Briten oder Amerikaner, weshalb wir hierzulande offensichtlich ein Missverhältnis zwischen derzeiti-

gen Operationszahlen und tatsächlich notwendigen Eingriffen haben.“

Schilddrüsenknoten sind ein häufiger Befund insbesondere in Regionen mit unzureichender Jodversorgung. Ultraschall ist das sensitivste Verfahren zum Nachweis von Schilddrüsenknoten, hat aber eine nicht ausreichende Genauigkeit bei der Unterscheidung zwischen gutartigen und bösartigen Schilddrüsenknoten.

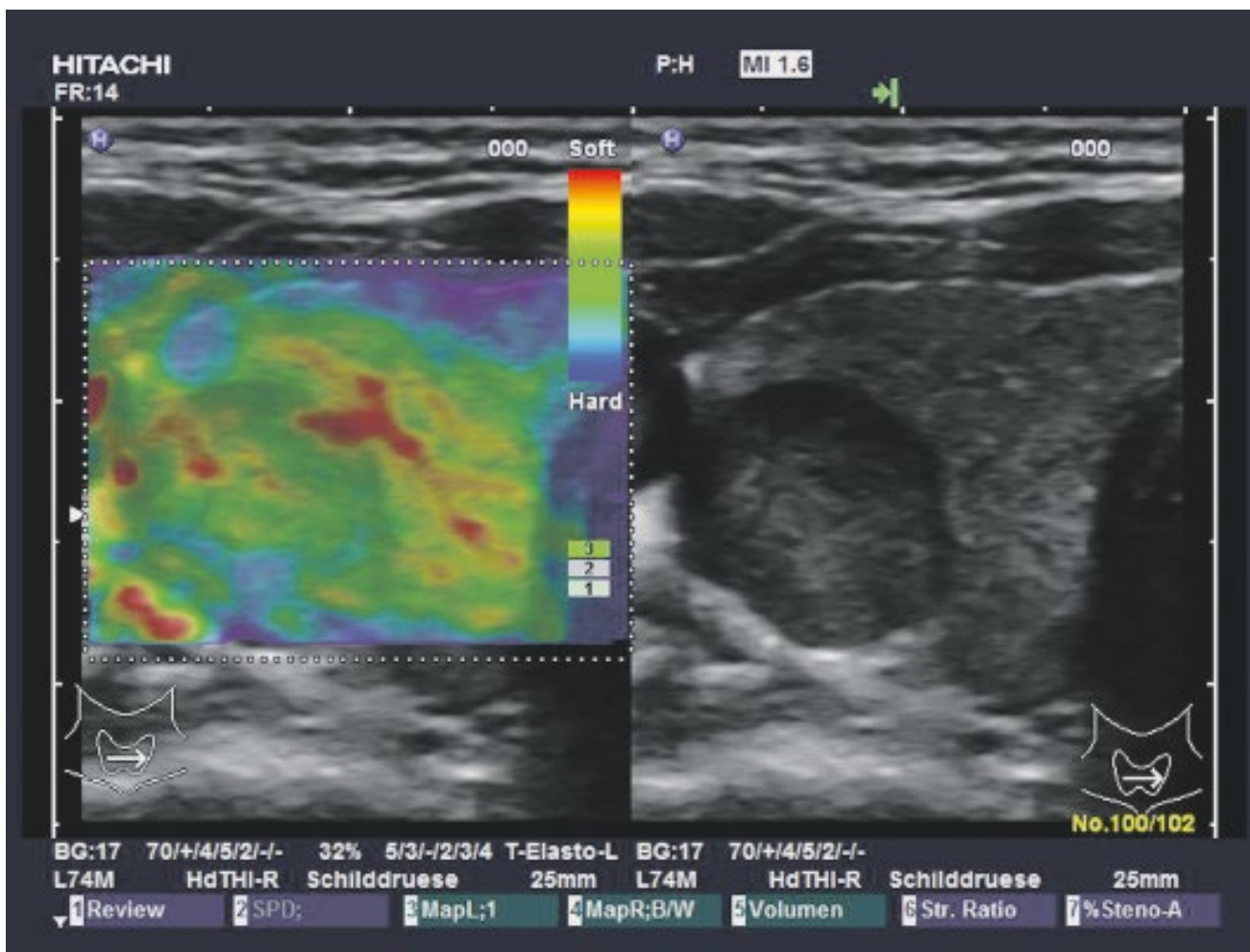
Daher ist bei sonografisch auffälligen Knoten in der Sonografie derzeit die Feinnadel-Aspiration-Biopsie (FNAB) diagnostisches Verfahren der Wahl. Dennoch wird bei einer relevanten Anzahl von Patienten mit letztlich gutartigen Schilddrüsenknoten eine Operation mehr aus diagnostischer als aus therapeutischer Intention durchgeführt – im Vergleich zu unseren europäischen Nachbarn in Deutschland wie dargestellt deutlich häufiger.

Ein klassisches Kriterium der Bösartigkeit ist eine harte oder feste Konsistenz bei Palpation. Bisher war dieses Kriterium subjektiv und abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Mit der Einführung der ultraschallbasierten Elastografie steht eine reproduzierbare Beurteilung der Gewebekonsistenz zur Verfügung.

## Elastografie der Schilddrüse (USE) – Rationale und Methoden

Moderne Ultraschallverfahren ermöglichen die exakte Messung der Gewebehärte. Hierbei kommen unterschiedliche technische Verfahren zum Einsatz. Weiche Gewebeabschnitte werden z. B. bei der Strain-Elastografie auf einer arbiträren Farbskala Rot, harte in Blau, dazwischenliegende in Gelb und Grün dargestellt. Neben einer farblichen Darstellung ist auch die quantitative Messung der Komprimierbarkeit eines definierten Areals als Prozentwert möglich. Der applizierte Druck, der nur sehr gering und für den Patienten nicht belastend ist, wird dabei auf einer definierten Skala angezeigt. Das Verfahren ermöglicht eine sehr gute Detailauflösung, sodass auch sehr kleine Strukturen valide untersucht werden können. Bei der Scherwellen-Elastografie hingegen wird eine mechanische oder akustische Welle ins Gewebe ausgesandt und die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Scherwellen im Gewebe gemessen. Je steifer das Gewebe, umso schneller ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit.

Studien konnten zeigen, dass der Nachweis einer harten Knotenkonsistenz signifikant häufiger mit Malignität der Schilddrüsenknoten assoziiert ist, während eine weiche Konsistenz eher für Benignität spricht. Insbesondere im Vergleich mit etablierten Malignitätskriterien wie Hypoechoogenität, Mikrokalzifikationen, fehlender Halo, unscharfe Begrenzung, ovale Form sowie suspekter Vaskularisation hatte der elastografische Nachweis eines harten oder überwiegend harten Knotens die höchste Sensitivität und Spezifität für Malignität. Das Verfahren der Strain-Elastografie wurde zur Charakterisierung von Schilddrüsenknoten ausgiebig wissenschaftlich untersucht. Aktuelle Meta-Analysen zeigen, dass der NPV (negativ prädiktiver Wert) der Elastografie bei Nachweis eines weichen oder überwiegend weichen Knotens – d. h. Ausschluss von Malignität – mit 97–99% höher ist als der der FNAC und diese laut Schlussfolgerung der Autoren in diesen Fällen ersetzen kann. Das bedeutet, dass die Elastografie insb. zum Ausschluss von Bösartigkeit angewandt werden kann. Diese Daten



Realtime-Elastografie eines Schilddrüsenknotens mit Nachweis eines sonografisch auffälligen, jedoch weichen Knotens; zytologisch sowie im Verlauf gutartiger Knoten

sind insbesondere für die Gegebenheiten in Deutschland interessant, da hier der bisherige diagnostische „Goldstandard“ der Schilddrüsenpunktion eher selten durchgeführt und zudem ausgesprochen schlecht vergütet wird.

### Strain Elastografie – Zusatzinformation zum üblichen B-Bild?

Bei der Einführung neuer Verfahren stellt sich immer die Frage, ob diese wirklich einen Fortschritt darstellen oder bisherige Verfahren ausreichen. Zahlreiche Studien haben daher die Frage untersucht, ob die USE überhaupt eine Zusatzinformation zum qualifizierten konventionellen US bietet.

Große Meta-Analysen belegen den Zusatznutzen der USE zur B-Bildsonografie. In einer Auswertung von 24 Studien mit mehr als 2.624 Patienten und 3.531 Schilddrüsenknoten (927 bösartige und 2.604 gutartige) wurden sechs Ultraschall-Kriterien (Echogenität, Verkalkungen, Ränder, Halozeichen, Form und Farbdoppler) mit der USE verglichen. Die Sensitivitäten und Spezifitäten waren wie folgt: strain ratio 82% und 82%; strain value 89% und 82%; echoarm 78% und 55%; Mikroverkalkungen 50% und 80%; unregelmäßige Ränder 66% und 81%; fehlendes Halozeichen 56% und 57%; „taller than wide“ 46% und 77%; und intranoduläre Vaskularisierung 40% und 61%. Die Autoren folgerten, dass USE sowohl sensitiver als auch spezifischer als jedes der konventionellen Ultraschall-Kriterien ist. Auch in einer aktuellen großen prospektiven DEGUM-Multicenterstudie konnte gezeigt werden, dass die Elastografie in der Breite in Deutschland anwendbar ist.

### Limitierungen der Elastografie

Limitierungen der Elastografie betreffen sowohl technische als auch inhaltliche Aspekte. Da Flüssigkeiten nicht komprimierbar sind, ist die Elastografie bei überwiegend zystischen Knoten nicht valide anwendbar. Dies gilt ebenso für grobschollige Verkalkungen, die ebenfalls immer hart sind. Allerdings ist das Malignitätsrisiko zystischer Knoten als gering bis sehr gering einzuschätzen, wenn es keine Hinweise für ein zystisches papilläres Karzinom gibt; Ähnliches gilt für grobschollige Verkalkungen. Eine relevante inhaltliche Limitierung betrifft die Art der untersuchten Karzinomentitäten: Die ganz überwiegende Anzahl der Studien hat papilläre Karzinome sowie einige medulläre Karzinome untersucht. Die Datenlage zu follikulären Karzinomen ist deutlich geringer, und es ist bisher nicht ausreichend untersucht, ob mittels Elastografie eine Unterscheidung

von follikulären Adenomen und Karzinomen möglich ist.

In Zusammenfassung kann sowohl mit der qualitativen Strain-Elastografie als auch der quantitativen Shear-wave-Elastografie in Ergänzung zur B-Bild-Sonografie die Differenzierung von benignen und malignen Schilddrüsenknoten deutlich verbessert werden. Die Kombination aus B-Bild-Sonografie und Elastografie erreicht bei der Dignitätsbeurteilung von Schilddrüsen-

knoten Sensitivitäten und Spezifitäten, die der klassischen Feinnadelaspirationszytologie mindestens vergleichbar, wahrscheinlich sogar signifikant besser sind. Zudem ist die Elastografie eine sehr nützliche Methode für die Selektion von Patienten für eine FNAC bzw. Schilddrüsenoperation. Dabei ist die Methode für den Patienten nicht belastend, sehr rasch durchführbar und gut reproduzierbar. Bisher wird diese Methode jedoch von den Kostenträgern nicht vergütet. Für eine breitere Anwendung der Methode müssten sich die entstehenden Gerätemehrkosten im Abrechnungssystem entsprechend abbilden. Da eine erhebliche Reduktion nicht notwendiger Operationen zu erwarten ist, wäre dies auch wirtschaftlich sinnvoll. ■■

| www.kgu.de |

WILEY

ERFOLG HAT DREI BUCHSTABEN:



Johann Wolfgang von Goethe



Seien Sie dabei in der  
**M&K kompakt**

**Erfolgsstory  
Krankenhaus**

in M&K 06/2017 zum **Hauptstadtkongress  
Berlin, 20.–22.06.2017**

M&K kompakt: 32.000 Exemplare  
als Supplement / Vollbeilage

Ihre Mediaberatung

Manfred Böhler +49 6201 606 705  
Miryam Reubold +49 6201 606 127  
Sibylle Möll +49 6201 606 225  
Dr. Michael Leising +49 3603 8942800

manfred.boehler@wiley.com  
miryam.reubold@wiley.com  
sibylle.moell@wiley.com  
leising@leising-marketing.de

www.management-krankenhaus.de

# GENERATIONSSPRUNG FÜR DAS DIGITALE GESUNDHEITSWESEN

Im Juni 2016 hat Nexus eine neue Software-Generation im Markt eingeführt.



Dr. Jutta Jessen, Weinheim

■ Erstmal ist die Software-Generation gänzlich auf die Anwender und ihre Arbeitsprozesse fokussiert. Der Geschäftsführer der Nexus / DIS Klaus Fritsch erläutert den technologischen Hintergrund und die Vorteile des neuen Systems.

**M&K:** Herr Fritsch, bitte erläutern Sie unseren Lesern, was genau ist neu an der Software-Generation?

**Klaus Fritsch:** Neu ist die Art und Weise, wie die Software dem Anwender hilft, Prozesse in der Radiologie zu unterstützen. Das Konzept der individuellen Arbeitsbereiche, den Workspaces, ermöglicht es, mit nur einem Klick alle für einen bestimmten Prozess be-



Klaus Fritsch, Geschäftsführer von Nexus / DIS

nötigten Informationen im Zugriff zu haben. Darüber hinaus liefert das neue Nexus / RIS die technologische Basis für innovative Service-Konzepte und flexible Betriebsdienste. Mehr als 150 verschiedene PlugIns stellen ein reichhaltiges Funktions-Angebot.

*Was bedeutet dies für die Anwender?*

**Fritsch:** Der Anwender kann sich auf die wirklich wesentlichen Informationen konzentrieren. Überflüssiges wird

im jeweiligen Prozessschritt weggelassen. Die neuen Service- und Betriebsdienste aus der Nexus-Produktwelt ergänzen unser Angebot ideal. Funktionen des Qualitätsmanagements oder des IHE-Konformen Dokumentenmanagements können vom Anwender an genau den Stellen im Workflow eingebunden werden, wo es gebraucht wird. Der Anwender bestimmt dabei, ob die PlugIns als fester Standard im Prozess eingebaut werden, oder ob es sich um sporadischen Informationsbedarf handelt.

*Welche Möglichkeiten bieten sich dem Anwender durch die Neugestaltung, und inwiefern profitieren diese von der neuen Software?*

**Fritsch:** IT gestützte Aufgaben können schneller erledigt werden. Die Arbeit mit der IT wird dadurch angenehmer, ergonomischer und flüssiger. Das Produktdesign passt sich dem Anwender an. Die Anforderungen des Instituts werden optimal in der Software abgebildet. Die Ausprägung der Anwendung richtet sich nach den Vorgaben des Instituts und nicht umgekehrt. Dabei kann aus einem wachsenden Fundus von „best practice“-Fallbeispielen geschöpft werden.

*Wie sieht es mit der praktischen Handhabung aus? Sind längere Einarbeitungszeiten nötig?*

**Fritsch:** Die Anwendung wird im Allgemeinen als sehr intuitiv empfunden. Unser Projekt-Vorgehensmodell sieht eine Segmentierung der zu schulenden Workflows vor. Die Zielgruppen-Orientierten Schulungen sind dann

## Zur Person

**Klaus Fritsch** verantwortet als Geschäftsführer das Lösungsangebot für Radiologen innerhalb der Nexus. Als Krankenhaus-Controller hat er organisatorische und kaufmännische Grundlagen im Gesundheitswesen praktisch angewandt. Schon immer standen dabei moderne IT-Werkzeuge im Fokus. Nach ersten Erfolgen als Projektleiter bei der damaligen Firma Laufenberg wechselte er zur Nexus und vertiefte seine Erfahrung im Bereich der medizinischen Informatik. Seit 2006 ist er als Geschäftsführer tätig und entwickelt erfolgreich die Nexus / DIS GmbH zum führenden Anbieter Radiologischer Informationssysteme.

genau auf den Bedarf der jeweiligen Benutzer-Gruppe zugeschnitten. In der Regel reichen wenige Stunden Training um das Potential der Anwendung voll auszuschöpfen.

*Wie erfolgt die Informationsübermittlung an das System, und wie fügt sich die neue Software in bestehende Systeme ein?*

**Fritsch:** Das neue Nexus / RIS verfügt über ein breites Spektrum an Schnittstellen. Dabei steht uns die Technologiestärke der gesamten Firma Nexus zur Verfügung. Neben der Frontend-integration einer Vielzahl von Spracherkennungssystemen und der Kopplung von PACS-Systemen aller namhaften Hersteller kommuniziert das Nexus / RIS mit KIS-Systemen über HL7 und BAPI mit diversen KIS aller bekannten Anbieter.

*Welche besonderen Funktionalitäten zeichnen das System aus?*

**Fritsch:** Die moderne Architektur ist sehr flexibel und ermöglicht ganz individuelle Anwendungs-Szenarien. Besondere Stärken bildet die Unterstützung einfacher Kommunikationsprozesse innerhalb der Abteilung und mit den Zuweisern. Die neuen Kontext-Sensitiven Statistikfunktionen bieten Funktionen zur Unterstützung der Abteilungsleitung, die es in dieser Form bisher so nicht gegeben hat. Durch PlugIns zur Integration von z.B IP-Telefonie, Dokumentenmanagement, Dose-Management und PACS-Viewern ergibt sich eine enorme Freiheit in der Gestaltung von hoch effizienten Prozessen. ■■

## JAHRESTAGUNG UND DREILÄNDERTAGUNG

In diesem Jahr veranstalten die beiden befreundeten Fachgesellschaften, die Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) und die Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP), ihre Jahrestagungen gemeinsam! Gleichzeitig ist die vom 10. bis zum 13. September 2017 im Internationalen Kongresszentrum Dresden stattfindende Veranstaltung auch die Dreiländertagung für Medizinische Physik – beteiligt sind die deutschen, österreichischen und schweizerischen Fachgesellschaften für Medizinische Physik, DGMP, ÖGMP bzw. SGSMP. Das wissenschaftliche Programm der Tagung wird die zunehmende Vernetzung der Biomedizinischen Technik und der Medizinischen Physik bei deren klinischer Anwendung in Diagnostik und Therapie reflektieren. Beide Fachrichtungen sind beispielsweise eng verzahnt auf den Gebieten der Bildgebung, sei es nun auf der Basis ionisierender Strahlung, des Lichtes,

langwelliger elektromagnetischer Strahlung oder der Kernspinresonanz. Weitere Themen der Tagung sind die Messtechnik und Verarbeitung von Biosignalen, die Audiologie und die Medizinische Optik sowie die bild- und robotergestützte Therapieverfahren. Darüber hinaus sollen aktuellste medizintechnische Trends vorgestellt und diskutiert werden. Eine umfangreiche Industrieausstellung und die für die Medizinphysik-Experten wichtige Aktualisierung von Strahlenschutzkursen werden die Tagung begleiten.

|www.dgbmt-dgmp.de|

### Termin:

**Jahrestagung der Biomedizinischen Technik und Dreiländertagung der Medizinischen Physik**  
10.–13. September, Dresden  
[www.dgbmt-dgmp.de](http://www.dgbmt-dgmp.de)

WILEY

**JETZT**  
**EINREICHEN**  
ANMELDESCHLUSS  
**30. JUNI 2017**

## M&K sucht die besten Produkte oder Lösungen aus den Kategorien A–D.

M&K  
Management &  
Krankenhaus  
**AWARD**  
2018

- A** – Medizin & Technik
- B** – IT & Kommunikation
- C** – Bauen & Einrichten & Versorgen
- D** – Labor & Hygiene

Teilnahmebedingungen und Produkt einreichen per Internet:  
[www.PRO-4-PRO.com/mka](http://www.PRO-4-PRO.com/mka)

WILEY

# JEDE MINUTE ZÄHLT

Bei einem Schlaganfall droht der anhaltende Ausfall von Funktionen des Zentralnervensystems.

Dr. Jutta Jessen, Weinheim

■ Je schneller die Patienten behandelt werden, umso größer ist die Chance auf eine vollständige Genesung. Doch bei fast einem Viertel der Betroffenen ist gar nicht bekannt, wann die Symptome begonnen haben. Prof. Dr. Jens Minnerup, Oberarzt der Stroke Unit und Leiter der AG für Experimentelle und Translationale Schlaganfallforschung der Klinik für Allgemeine Neurologie des Universitätsklinikums Münster, und Dr. Andre Kemmling, Oberarzt in der Neuroradiologie an der Uniklinik Lübeck, erläutern ihre Studie, die eine Methode aufzeigt, mit der in unklaren Fällen bestimmt werden könnte, wann sich der Schlaganfall ereignet hat.

**M&K:** *Herr Prof. Minnerup, warum ist es so wichtig, den Zeitpunkt des Schlaganfalls zu bestimmen?*

**Prof. Dr. Jens Minnerup:** Ein Schlaganfall entsteht, wenn eine das Gehirn versorgende Arterie durch einen Thrombus verschlossen wird. Dadurch wird das Hirngewebe nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt. Das betroffene Hirngewebe stirbt dann aber nicht sofort und komplett ab. Deshalb können einige Bereiche des Hirngewebes überleben, wenn der Thrombus durch eine Auflösungstherapie (Thrombolyse) aufgelöst und das Gewebe somit wieder durchblutet wird. Das funktioniert aber nur in den ersten Stunden nach einem Schlaganfall, da später nicht mehr ausreichend Gewebe gerettet werden kann und zudem das Risiko für Nebenwirkungen der Thrombolyse, v.a. eine Blutung in das Hirngewebe, steigt. Deshalb müssen wir den genauen Zeitpunkt des Schlaganfallbeginns kennen. Davon hängt ab, ob wir die Auflösungstherapie anwenden können. Das Problem dabei ist, dass bei ca. einem Viertel aller Schlaganfallpatienten der Beginn des Schlaganfalls nicht bekannt ist, z.B. weil der Schlaganfall im Schlaf aufgetreten ist. Diese Patienten können dann nicht mit der Thrombolyse behandelt werden.

*Routinemäßig wird in der Schlaganfalldiagnostik eine Computertomografie (CT) durchgeführt. Wie haben*



## Zur Person

**Dr. André Kemmling** ist oberärztlich seit 2014 am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein in Lübeck tätig. Als interventioneller Neuroradiologe hat er sich während seiner 13-jährigen beruflichen Laufbahn auf die Notfall-Diagnostik und Behandlung des akuten Schlaganfalls spezialisiert. Sein wissenschaftlicher Fokus sind neue Computer-gestützte Methoden zur schnellen Bildauswertung und Therapieentscheidung beim Schlaganfall-Patienten in der Notaufnahme.



## Zur Person

Sein Medizinstudium absolvierte **Prof. Dr. Jens Minnerup** an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, der University of Cape Town (Südafrika) und der Tulane University New Orleans (USA). Minnerup ist Arbeitsgruppenleiter der AG „Experimentelle und Translationale Schlaganfallforschung“, der Klinik und Poliklinik für Neurologie am Universitätsklinikum Münster und seit 2013 Oberarzt der Stroke Unit der Klinik für Allgemeine Neurologie. Seit 2014 ist er außerplanmäßiger Prof. der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

*Sie diese Methode genutzt, um den Zeitpunkt des Schlaganfalls zu bestimmen?*

**Dr. Andre Kemmling:** Wir benutzen den im CT messbaren Wassereinstrom in den Hirninfarkt als „Biomarker für die Zeit“. CT-Bilder sind nichts anderes als eine hochauflösende Messung der Röntgendichte des Gewebes (in HU = Hounsfield Einheiten). Hirngewebe mit einem Wasseranteil von ca. 80% hat eine Röntgendichte von ca. 30–35 HU, und reines Wasser (Wasseranteil 100%) hat eine Dichte von 0 HU. Das heißt, je höher der Wassergehalt des Gewebes, desto niedriger

die Dichte. Bei einer akuten Ischämie durch Hirnarterienverschluss wird der Wasserhaushalt des Hirngewebes akut gestört, der Hirninfarkt beginnt und „zieht Wasser“ aus der Umgebung. Es kommt zu einem Wassereinstrom in den Infarkt, sodass die Röntgendichte sinkt. Diese Erkenntnis ist nicht neu, jedoch können wir mit der vorgestellten Methode nun quantitativ den Wassereinstrom in den Infarkt bestimmen. Dieser gemessene Wassereinstrom korreliert sehr gut mit der verstrichenen Zeit vom Symptombeginn bis zum CT-Bild, je höher der Wassereinstrom, je länger liegt der Symptombeginn zurück.

*Was genau ist an der Methode neu und welche Limitation begrenzt den Einsatz des CTs zur Feststellung des Schlaganfallzeitpunkts und wie konnten diese Schwierigkeiten überwunden werden?*

**Kemmling:** Der Wassereinstrom in den Hirninfarkt, also der „Biomarker für die Zeit“, wird direkt im nativen CT-Bild gemessen, und zwar durch die Dichtemessung im Infarkt und die spiegelbildliche Dichte in der gesunden Hirnhälfte. Man muss für so eine präzise Messung das Infarktareal im CT bei der Bildbetrachtung genau einzeichnen. Das Problem ist jedoch, dass die Grenzen eines frühen Infarkts – in den ersten Stunden mit nur geringer Wasseraufnahme – sehr verschwommen und mit dem menschlichen Auge nicht präzise abgrenzbar sind. Wir nehmen dazu ein Hilfsmittel, die CT-Perfusion, ein Teil des multimodalen CT-Protokolls beim akuten Schlaganfall. Die Kontrastmittel-gestützte CT-Perfusion ist sehr sensitiv und macht die Grenzen eines frühen Infarkts sichtbar. Das klar definierte Infarktareal in der CT-Perfusion wird auf das native CT übertragen, um hier die diskreten Veränderungen der Dichte im frühen Infarkt präzise zu bestimmen und so den Wassereinstrom zu messen.

*Für den klinischen Alltag ist die Methode noch nicht anwendbar. Woran liegt das?*

**Minnerup:** An sich ist die Methode technisch relativ unkompliziert, jedoch dauert sie in der Anwendung etwas zu lange. In der Notfalldiagnostik beim akuten Schlaganfall muss innerhalb von wenigen Minuten eine Therapieentscheidung getroffen werden, d.h. sehr einfache, präzise und schnelle Auswertelgorithmen der CT-Bilder sind in der klinischen Notfallsituation notwendig.

*Was planen Sie zur Verbesserung der Diagnosemethode? Was denken Sie, wann kann das Verfahren in den klinischen Alltag übernommen werden?*

**Minnerup:** Wir führen gerade eine Studie durch, bei der wir eine einfachere Methode untersuchen, die auf dem gleichen Prinzip basiert. Die ersten Ergebnisse sind sehr vielversprechend. Bis gesichert ist, dass diese Methode den Schlaganfallbeginn zuverlässig bestimmen kann, werden aber sicher noch zwei Jahre vergehen.

© bluedesign – Fotolia.com



# MEHR ALS EIN NEUER CT

In der Radiologie haben Ärzte und Patienten berechtigterweise hohe Erwartungen.

■ Patienten erwarten von Radiologen schonende Untersuchungen, der Arzt erwartet von seiner Technologie den höchsten Standard, maximale Verfügbarkeit und effizientes Arbeiten.

Das alles zu einem herausragenden Preis-Leistungs-Verhältnis, das die Einkäufer erwarten, die in Technologie investieren – nicht ohne zuvor zu vergleichen und mit dem spitzen Bleistift gerechnet zu haben. In der diagnostischen Radiologie des Klinikums Bielefeld unter der Leitung von Prof. Dr. Hans-Björn Gehl werden diese Erwartungen mit dem neuen Low-Dose-80-Zeilen-CT „Aquilion Lightning SP“ nun in besonderer Weise erfüllt.

Im September 2016 wurde der weltweit erste Low-Dose-80-Zeilen-Computertomograf Aquilion Lightning SP in der Radiologie des Klinikums Bielefeld installiert. Der neue CT der Aquilion-Lightning-Serie mit dem Namenszusatz „SP“ für „Superior Performance“ übernimmt seitdem das volle Spektrum an Routine-Untersuchungen.

Prof. Gehl: „Unser Anspruch an den neuen CT ist sehr hoch. Wir möchten jedem Patienten eine schonende Untersuchung und ein sicheres Ergebnis in kürzester Zeit zugutekommen lassen. Daher haben wir uns auch für die neueste Technologie und die iterative Dosisreduktion entschieden. Als wir den neuen CT in Betrieb nahmen, wussten wir, dass er alle unsere Anforderungen erfüllen kann.“

## Neueste Low-Dose-Detektor- und Rekonstruktionstechnologie

Der neue Low-Dose-CT Aquilion Lightning SP vereint eine Vielzahl von Technologien, die aus der High-End-CT-Entwicklung stammen – was sowohl die Akquisition der Daten als auch die Rekonstruktion der Bilder angeht. So werden die Daten mittels des neuen 80-Zeilen-Low-Dose Purevision-Detektors gescannt, der eine höhere Lichtausbeute als seine Vorgängermodelle hat. Der neue Detektor ist die Grundlage dafür, dass mit bis zu 40% geringerer Röntgendosis und weniger Kontrastmittel gearbeitet werden kann. Prof. Gehl: „Unmittelbar nach der Akquisition startet an unserem CT automatisch die Rekonstruktion der Daten mit 50 Bildern pro Sekunde. Die hohe Rekonstruktionsgeschwindigkeit verkürzt die Zeit bis zum Befund spürbar.“



Prof. Dr. Hans-Björn Gehl

Erreicht wird diese Leistung inklusive der rechnerisch komplexen roh- und bilddatenbasierten iterativen Dosisreduktion AIDR 3D Enhanced, welche die Dosis um bis zu 75% minimiert. Eine weitere Reduzierung der Dosis ermöglicht die aktive Kollimation – eine Blende, die den Röntgenstrahl bei Start und Ende des Scans ausblendet, wenn keine für die Bildberechnung benötigten Daten aufgenommen werden. So können Anwender sicher sein, mit der geringstmöglichen Dosis zu arbeiten.

## Patientenschonende Untersuchungen mit weniger Kontrastmittel

Mit dem neuen Aquilion Lightning Superior Performance gelingt der Spagat: Einerseits wird der Patient geschont, da weniger Dosis und Kontrastmittel für ein sicheres Ergebnis nötig sind – andererseits steht das Bild in kürzerer Zeit zur Befundung bereit; so werden Wartezeiten reduziert und die Zufriedenheit aller erhöht. Auch die große Gantryöffnung von 78 cm kommt dem Patientenwohl entgegen, da der Freiraum um den Patienten größer ist und die Patienten sich weniger eingeengt fühlen. Gleichermaßen profitieren Radiologen vom zusätzlichen Raum, da auch komplexere bildgesteuerte Interventionen so einfacher durchführbar sind. Die Akquisition des neuen 80-Zeilen-CTs ist bemerkenswert schnell, was insbesondere bei Untersuchungen der Lunge von großer Bedeutung ist, da diese Patienten oft die Luft weniger lang oder gar nicht anhalten können.

## Brilliant Bildqualität bei minimaler Dosis

„Metallimplantate, z.B. im Knie oder in der Hüfte wie auch in Form von Stents in Gefäßen, konnten bei älteren CTs die Bildgebung beeinflussen und die Diagnose erschweren. Toshiba bietet uns mit SEMAR eine sehr effektive Metallartefaktunterdrückung, die sowohl das Implantat als auch das um-



liegende Gewebe um ein Vielfaches besser visualisiert“, erklärt Prof. Gehl. SEMAR (Single Energy Metal Artefact Reduction) analysiert bereits die gemessenen Rohdaten, um die Metallartefakte zu extrahieren. Besonders hilfreich ist, dass die SEMAR-Bilder keine zusätzlichen Scans benötigen, sondern einfach nach dem Scan rekonstruiert werden können.

## Hohe Energieeffizienz bei weniger Dosis

Der neue Aquilion Lightning SP ist dank der eingesetzten Hochleistungstechnologie ein besonders energiesparender Routine-CT. Die iterative Dosisreduktion stellt dafür eine wesentliche Grundlage dar. Da der neue CT mit deutlich weniger Dosis auskommt, braucht die Röntgenröhre weniger mA (Röhrenstrom). Auch Kühl- und Wartezeiten gehören der Vergangenheit an. Die herausragende Energieeffizienz ermöglicht eine beeindruckende Flexibilität – kürzere Untersuchungszeiten je Patient ermöglichen einen höheren Durchsatz und wirken somit direkt auf die Wirtschaftlichkeit des Systems und den Komfort der Patienten.

## Zukunftssicherheit und Erweiterbarkeit

Der Umfang der verfügbaren Innovationen ist beeindruckend. Hier liegt eine der Stärken Toshibas: auf Kundenwünsche zu reagieren und das richtige Gespür für die wachsenden Anforderungen der Anwender zu haben. Der neue Aquilion Lightning SP ist deshalb besonders flexibel skalierbar. Aus einem umfangreichen Spektrum innovativer Software kann der Anwender sein individuelles System selbst zusammenstellen – und bei Bedarf erweitern und aufrüsten. Oftmals kann eine neue Software zunächst zur Probe freigeschaltet werden, um Erfahrungen zu sammeln und z.B. die Meinung von Kollegen und Zuweisern

einzuholen, bevor sie dauerhaft installiert wird. Die weltweit erste Installation eines Toshiba-CTs findet aus gutem Grund erneut in Deutschland statt. Die gesetzlichen Vorgaben und ärztlichen Ansprüche an Bildqualität und Dosisreduktion sind hierzulande besonders hoch. Viele CT-Anwender auf der ganzen Welt beobachten deshalb die deutsche Radiologie und tauschen sich gerne mit ihr aus. Denn was sich hier bewährt und durchsetzt, wird auch in vielen anderen Ländern erfolgreich sein. Unter dem Leitspruch „Unsere Kompetenz für Ihre Gesundheit“ steht das Klinikum Bielefeld für patientenorientierte und moderne Hochleistungsmedizin. An den drei Standorten Klinikum Bielefeld Mitte, Klinikum Bielefeld Rosenhöhe und Klinikum Halle/Westf. sichern über 2.600 qualifizierte Mitarbeiter an 365 Tagen pro Jahr und 24 Stunden am Tag die Versorgung der Patienten. Pro Jahr werden in den Fachkliniken und Instituten mehr als 50.000 stationäre und über 90.000 ambulante Patienten behandelt. Insgesamt verfügt das Klinikum über mehr als 1.100 Betten. Durch all diese Faktoren genießt das Klinikum Bielefeld in der Bevölkerung der Stadt und der Region Ostwestfalen-Lippe ein hohes und stetig steigendes Ansehen. Das Wissen wird für die Menschen eingesetzt. Das Klinikum Bielefeld ist ein medizinisches Gesundheitszentrum mit höchstem Qualitätsanspruch. Die beste medizinische und pflegerische Versorgung sowie die Zufriedenheit der Patienten haben oberste Priorität. Das Klinikum versteht sich als Partner für die Gesundheit der Menschen in der Region. Medizin auf dem aktuellen Stand und eine Behandlung auf menschlicher Ebene sind wesentliche Merkmale eines Aufenthaltes im Klinikum. Durch diesen Qualitätsanspruch entstand der Unternehmensleitspruch: „Unsere Kompetenz für Ihre Gesundheit.“ ■■

| www.toshiba-medical.de |

# INTRAOPERATIVE CT-DIAGNOSTIK ZUR VERBESSERUNG DER OPERATIVEN VERSORGUNGSQUALITÄT

Mit der intraoperativen CT-Diagnostik steht für die anspruchsvolle operative Therapie komplexer anatomischer Regionen wie dem Becken, der Wirbelsäule und dem Gehirn ein neues, leistungsfähiges Werkzeug zur Verbesserung der Patientenversorgung zur Verfügung.

Dr. Holger Keil, Dr. Jochen Franke und Prof. Paul A. Grützner, Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, BG Klinik Ludwigshafen

Zur unmittelbaren Kontrolle von operativen Maßnahmen im Bereich der Unfallchirurgie und Orthopädie sowie der Neurochirurgie ist die Verwendung mobiler Röntgengeräte („C-Bögen“) im OP-Saal seit Jahrzehnten Standard. Hiermit können Projektionsbilder in beliebigem Winkel erzeugt werden und somit z.B. die Stellung von Knochenbrüchen sowie die Lage von Implantaten beurteilt werden.

Bei komplexen Gelenkbrüchen, wie z.B. des Sprunggelenkes, des Schienbeinkopfes oder des Fersenbeines können damit aber nicht alle Gelenkflächen sicher beurteilt werden. Hier hat sich in den letzten 15 Jahren die intraoperative 3-D-Bildgebung in Form



Dr. Holger Keil

spezieller mobiler C-Bögen etabliert. Damit lässt sich ein Bilddatenvolumen mit einer Kantenlänge von 12 cm abbilden und in allen drei Raumebenen frei darstellen. Hierdurch konnte die Qualität der Versorgung komplexer Frakturen der Extremitäten entscheidend verbessert werden, da sich durch die intraoperative Verfügbarkeit der Diagnostik Konsequenzen direkt umsetzen lassen. Zuvor war dies nur durch die postoperative Durchführung eines CT mit ggf. erneuter Narkose und Operation möglich.

Prinzipienbedingt hat diese Art der 3-D-Bildgebung Grenzen – so lassen sich Knochengrenzen in Gelenken oder dem Rückenmarkkanal bei bereits eingebrachten Implantaten durch aufgrund des nun einliegenden Metalls bedingte Artefakte (Strahlungs- und Auslöschungphänomene) nicht mehr sicher beurteilen. Zudem wird die Abbildungsqualität bei im Strahlengang befindlichen Weichteilen (wie z.B. bei der Hüftgelenkpfanne) reduziert. Die



Prof. Paul A. Grützner

Darstellung des im knöchernen Schädel befindlichen Gehirngewebes ist mit dieser Methode nicht möglich.

## CT-Diagnostik

Die auf anderen Prinzipien der Bilderzeugung basierende Computertomografie (CT) wurde 1972 eingeführt und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt. Vorteile sind die Darstellung verschiedener Weichgewebkontraste und die dreidimensionale Darstellung von Strukturen mit hoher räumlicher Auflösung und Kontrastdarstellung. Metallimplantate verursachen deutlich weniger störende Überlagerungen als bei der projektionsbasierten 3-D-Bildrekonstruktion der 3-D-C-Bögen. Zudem ist die zu untersuchende Region nicht prinzipiell beschränkt. Nachteilig sind Größe und Komplexität der Geräte, die in der Regel fest in einer radiologischen Abteilung installiert sind und somit nicht für die intraoperative Beurteilung zu verwenden sind. Um die Möglichkeiten der CT-Bildgebung



Dr. Jochen Franke

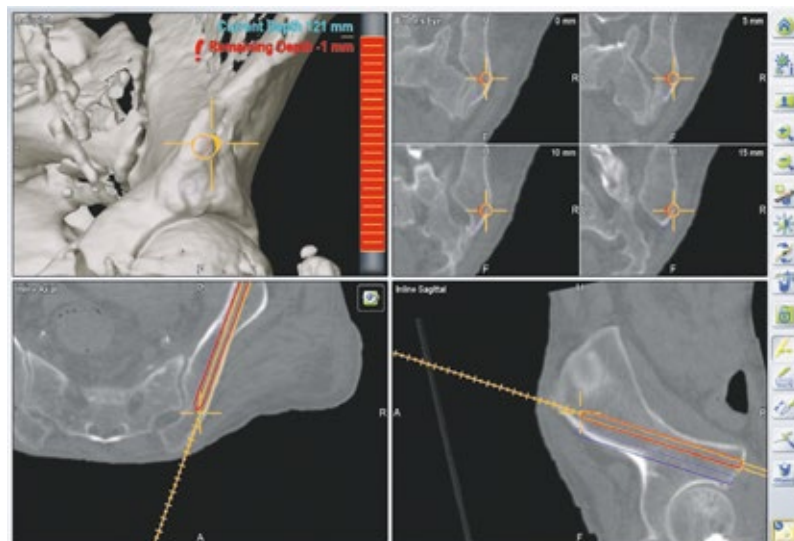
intraoperativ anwendbar zu machen, wurden in den letzten Jahren spezielle Lösungen konstruiert. Hierzu wurden zum einen die Geräte beweglich gestaltet, zum anderen musste den Notwendigkeiten eines operativen Settings hinsichtlich Lagerung und weiterer vorhandener Geräte am und um den Patienten Rechnung getragen werden. Im Folgenden sollen die ersten Erfahrungen eines solchen mobilen intraoperativen CT im klinischen Einsatz an der BG Klinik in Ludwigshafen dargestellt werden.

## Navigation

Um dem Operateur die Positionierung von Implantaten in schwieriger Anatomie zu erleichtern, existieren seit einigen Jahren sog. Navigationssysteme. Hier wird in der Regel ein vor der Operation durchgeführtes CT mit während der Operation angebrachten speziellen Referenzmarkern gekoppelt und anhand markanter Knochenstrukturen geeicht. Diese werden durch



Integration des Airo-Systems in den bestehenden OP-Saal



Verwendung der Navigation zur optimalen Positionierung der Implantate am Becken

eine Infrarotkamera erfasst und die Position in der CT-Untersuchung angezeigt. Damit kann bei Verwendung entsprechender geeichter Instrumente ein Live-Bild der Instrumente in die CT-Daten überlagert werden. Da die Lagerung für das präoperative CT in der Regel anders ist als für die Operation, können hierdurch Ungenauigkeiten entstehen, die die exakte Platzierung der Implantate einschränken. Beim Einsatz in der Unfallchirurgie kann zudem nicht mehr auf eine sich ändernde Anatomie, z. B. nach Einrichtung eines Knochenbruches, reagiert werden. Eine Alternative ist die Koppelung der Navigation mit einer intraoperativ durchgeführten 3-D-Bildgebung mit den o. g. Einschränkungen des nutzbaren Volumens und der Auflösung. Mit der Möglichkeit der Verbindung einer intraoperativen CT-Diagnostik mit der Navigation ergeben sich erhebliche Fortschritte hinsichtlich Abbildungsqualität und Präzision.

### Integration der intraoperativen CT-Bildgebung

Nach entsprechender Sicherung des Strahlenschutzes wurde Anfang Januar 2017 ein mobiles intraoperative CT (Airo, Firma Brainlab/München) im OP der BG Klinik Ludwigshafen installiert. Dies ist im deutschsprachigen Raum die siebte Klinik, die ein solches Gerät betreibt. Darüber hinaus auch eine der ersten Kliniken weltweit, die die Möglichkeiten dieses Gerätes für die Versorgung von Beckenverletzungen verwendet. Für exakt diese Anwendung wurde ein komplett neuer OP-Tisch konstruiert, um den speziellen Anforderungen hinsichtlich der Patientenlagerung gerecht zu werden.

Aufgrund der Komplexität der Gerätebedienung erfolgte eine intensive Einweisung durch den Hersteller. Entsprechend den oben genannten Einschränkungen der 3-D-Bildgebung mit mobilen C-Bögen erfolgt der Einsatz des intraoperativen CT bei der operativen Versorgung von Beckenbrüchen (inklusive Brüchen der Hüftgelenkpfanne), bei Wirbelsäulenoperationen (Verletzungen und Verschleißerkrankungen) sowie bei Operationen am Gehirn (Verletzungen und Hirntumore).

### Ergebnisse

In den ersten drei Wochen der Nutzung wurden insgesamt 19 Eingriffe unter Verwendung des intraoperativen CT durchgeführt. Insgesamt wurden dabei 38 CT-Scans durchgeführt. Hierunter waren sechs Beckenverletzungen und 13 Wirbelsäuleneingriffe. 13 der Eingriffe wurden unter Verwendung der Navigation durchgeführt. In den restlichen Fällen diente das Gerät der

Lagekontrolle nach Wiedereinrichtung des Bruches und Positionierung der Implantate. In sieben Fällen konnte dadurch eine suboptimale Lage einer Schraube erkannt und während des Eingriffes korrigiert werden. Dadurch konnte den betreffenden Patienten ein Revisionseingriff erspart werden, welcher sonst evtl. nach dem ansonsten üblichen postoperativen CT durchgeführt worden wäre. Des Weiteren entfällt in den meisten Fällen das postoperative CT, sodass in der Gesamtschau der Strahlenbelastung ggf. sogar eine

Verringerung der Strahlenbelastung für den Patienten resultiert. Durch den engagierten Einsatz aller an der OP-Durchführung beteiligten Personen konnte bereits ein routinierter Ablauf sowohl der notwendigen Vorbereitungen als auch des eigentlichen intraoperativen Scans erreicht werden. Dadurch beträgt der Zeitaufwand für die Durchführung und Befundung des CT-Scans lediglich etwa zehn Minuten.

Diese frühen Erfahrungen zeigen, dass sich die Verwendung des intraoperativen CT gut in die bestehenden

Abläufe integrieren lässt. Mit der hohen Auflösung des CT-Scans lässt sich die Genauigkeit in der Erkennung von abweichender Implantatlage und durch die Verbindung mit der Navigation die Präzision in der Positionierung der Implantate erheblich verbessern. Damit kann für die behandelten Patienten ein potentiell besseres Operationsergebnis mit schnellerer Genesung und möglichst langfristigem Funktionserhalt erreicht werden.

| www.bgu-ludwigshafen.de |

Seien Sie dabei in der  
**M&K kompakt**

## Labor & Diagnostik

M&K kompakt: 32.000 Exemplare  
als Supplement/Vollbeilage

in M&K 09/2017 zur 14. Jahrestagung der  
**Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie  
und Laboratoriumsmedizin in Oldenburg 11.-13.10.2017**

#### Ihre Mediaberatung

**Manfred Böhler** +49 6201 606 705  
**Miryam Reubold** +49 6201 606 127  
**Sibylle Möll** +49 6201 606 225  
**Dr. Michael Leising** +49 3603 8942800

manfred.boehler@wiley.com  
miryam.reubold@wiley.com  
sibylle.moell@wiley.com  
leising@leising-marketing.de

#### Termine

**Erscheinungstag:** 13.09.2017  
**Anzeigenschluss:** 18.08.2017  
**Redaktionsschluss:** 04.08.2017

www.management-krankenhaus.de

# INDIVIDUELLE STRATEGIEN IN DER BRUSTKREBSFRÜHERKENNUNG – DAS PROBLEM DER „DICHTEN BRUST“

Bei hoher Gewebedichte erlauben Untersuchungsverfahren, die die Tumorangio-genese visualisieren können, eine drastisch höhere diagnostische Zuverlässigkeit für den Nachweis des Mammakarzinoms als nicht KM-gesteuerte Verfahren.

**Prof. Dr. Uwe Fischer, Leiter des Diagnostischen Brustzentrums Göttingen, Göttingen**

■ Die Früherkennung des Mammakarzinoms stellt einen wesentlichen Faktor für eine exzellente Langzeitprognose dieser Erkrankung dar. Brustkrebs gilt hierbei als früh erkannt, wenn er sich noch im intraduktalen



Prof. Dr. Uwe Fischer

Stadium (DCIS) befindet oder aber – sofern er das Milchgangssystem verlassen hat (invasives Stadium) – eine Tumorgroße von 10 mm nicht überschritten hat. Es kann davon ausgegangen werden, dass in entsprechender Konstellation die Lymphknotenmetas-

tasierung < 1% und das Langzeitüberleben deutlich über 95% beträgt.

## Die „dichte Brust“ – ein Problem für die Mammografie

Das regelmäßige Abtasten der weiblichen Brust erlaubt keine zuverlässige Früherkennung und führt zu keiner Lebensverlängerung, da die palpatorisch nachweisbaren Tumoren eine durchschnittliche Größe von 2–3 cm aufweisen. Erst der Einsatz eines bildgebenden Verfahrens wie der Mammografie ermöglicht seit Jahrzehnten eine deutlich frühere Diagnose von Brustkrebs. Die Stärke der Röntgenmammografie liegt hierbei im zuverlässigen Nachweis von kleinsten Verkalkungen, die Hinweis auf einen bösartigen Prozess sein können, sowie der Abbildung von Herdbefunden, sofern das Drüsengewebe nicht allzu stark ausgeprägt ist. Liegt in der Brustdrüse allerdings eine hohe Drüsendichte (Typ ACR III und IV, nach neuer Nomenklatur ACR

C und D) vor, so gelingt die mammo-graphische Detektion von nicht-kalkasoziierten Tumoren innerhalb der dichten Umgebungsstrukturen kaum oder gar nicht. Die Nachweisrate von Brustkrebs im Mammogramm fällt drastisch von Frauen mit geringer Brustdrüsendichte (Sensitivität 90–98%) zu Frauen mit einer „dichten Brust“ (Sensitivität 35–50%). Der ergänzende Einsatz des Ultraschalls vermag diese Ergebnisse etwas zu verbessern. Letztendlich bleibt die „dichte Brust“ allerdings das Hauptproblem für den fehlenden Nachweis von Brustkrebs innerhalb etablierter Untersuchungskonzepte aus Mammografie und ggf. ergänzender Sonografie.

Weiterentwicklungen der Mammografie in Form der aktuell vermehrt zum Einsatz kommenden Tomosynthese lösen das Problem der „dichten Brust“ nur geringfügig. Zwar erlaubt dieses Verfahren eine annähernd überlagerungsfreie schichtweise Abbildung intramammärer Strukturen, sodass

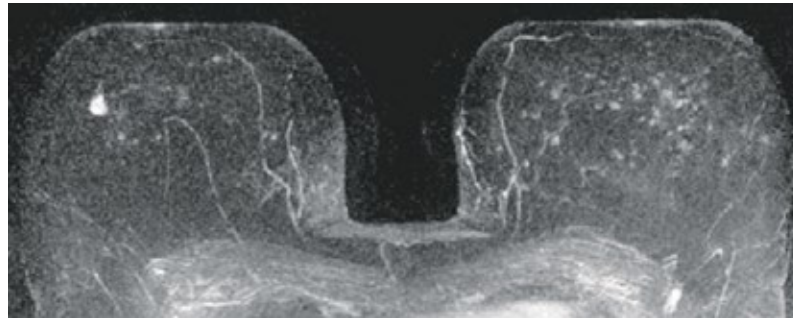


insbesondere Architekturstörungen und in der Summationsaufnahme überlagerte Herdbefunde besser nachgewiesen werden können. Zur Abgrenzung einer auffälligen Läsion bedarf es allerdings lipomatöser Strukturen in der Tumorperipherie. Die sehr dichte Brust (ACR D) weist solche fettgewebhaltigen Strukturen jedoch nicht auf, sodass auch tomografisch ein auffälliger Befund, der komplett von dichtem Drüsengewebe umschlossen ist, in der Einzelschicht oft nicht erkennbar ist.

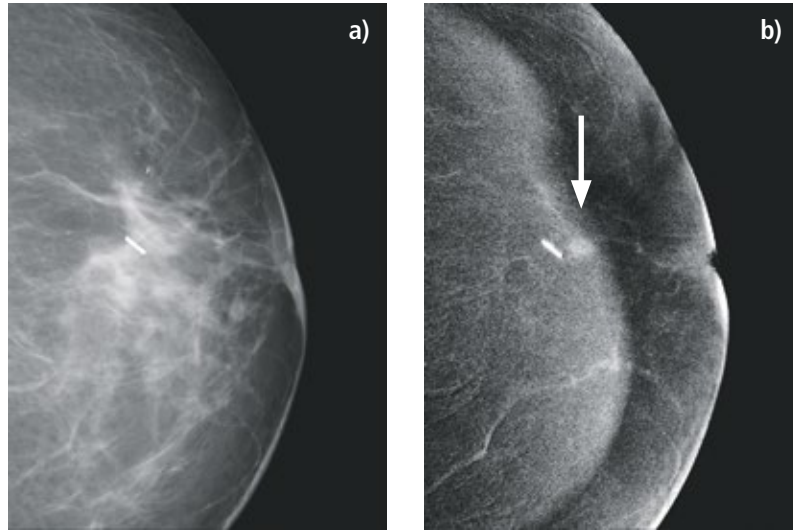
### Nachweis der Tumorangiogenese löst das Problem

Ein entscheidender Schritt zur Lösung des Problems der „dichten Brust“ gelang mit dem bildgebende Nachweis der Tumorangiogenese. Schon seit vielen Jahrzehnten ist bekannt, dass bösartige Tumoren der Mamma durch eine eigene, sehr ausgeprägte Neoangiogenese charakterisiert sind. Erste Versuche, dieses Phänomen bildgebend zu nutzen, gehen auf die Thermografie zurück, die sich allerdings nicht durchsetzen konnte, da sie mit der Ableitung der Oberflächentemperatur zu unspezifisch war. Bessere Ergebnisse konnten erzielt werden, indem im Zusammenhang mit einem schnittbildgebenden Verfahren peripherenös ein Kontrastmittel appliziert wurde, sodass die Tumorangiogenese in Form einer gesteigerten endotumoralen KM-Anflutung (Enhancement) visualisiert werden konnte. Hier steht an erster Stelle die KM-gestützte Mamma-MRT, die Anfang der 80er Jahre in die Mammadiagnostik eingeführt wurde. Sie entwickelte sich durch eine Verbesserung der Oberflächenspulen mit integrierter Kompressionsvorrichtung sowie durch eine Optimierung der räumlichen und zeitlichen Auflösung inzwischen zum sensitivsten Verfahren für den Nachweis von Brustkrebs. Es konnte sehr eindrucksvoll gezeigt werden, dass die Mamma-MRT insbesondere bei Frauen mit hoher Brustdrüsendichte der Mammografie und dem Ultraschall drastisch überlegen ist, da die Gewebedichte per se für die MRT keine Limitation darstellt.

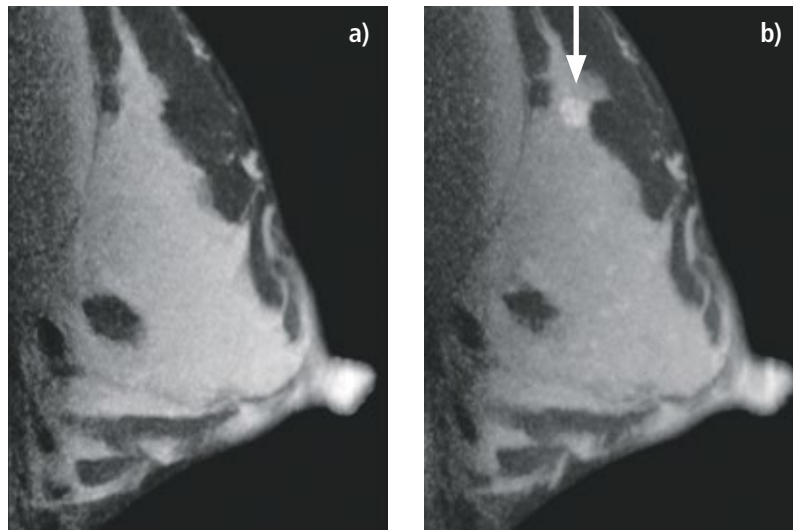
Inzwischen kann auch auf der Basis der digitalen Mammografie die Tumorangiogenese dargestellt werden: Bei der KM-gestützten Spektral-Mammografie werden in üblicher Einstelltechnik nach peripherenöser Applikation eines jodhaltigen Kontrastmittels High-Energy- und Low-Energy-Mammogramme (Dual-Energy-Technik) angefertigt, sodass durch einen Rechenalgorithmus Areale mit gesteigerter Jodanflutung errechnet werden können und auf dem Bild als helle Bezirke erscheinen.



**Abb. 1: KM-gestützte Mamma-MRT**  
MIP-Darstellung einer kontrastmittelgestützten hochauflösenden Mamma-MRT beider Brüste. Enhancement eines kleinen Herdbefundes mit gesteigerter Tumorangiogenese in den lateralen Abschnitten der rechten Brust. Mammografie und Ultraschall bei Dichtetyp ACR D ohne auffälligen Befund. Histologie: 7 mm invasiv-lobuläres Mammakarzinom.



**Abb. 2: KM-gestützte Spektral-Mammografie (CESM)**  
Mammografisch unauffälliger Befund (2a) nach brusterhaltender Therapie eines Mammakarzinoms und Clipmarkierung des Operationsbereiches. Algorithmusbild einer KM-gestützten Spektral-Mammografie (2b): Kleiner Herdbefund mit gesteigerter Tumorangiogenese ventral des Clips (Pfeil). Histologie: 5 mm invasives Tumorrezidiv.



**Abb. 3: KM-gestützte Brust-CT**  
Einzelschicht eines Brust-CT vor Kontrastmittelgabe mit Darstellung sehr dichter Drüsenstrukturen (ACR D) (3a). Kein auffälliger Befund. Nach Kontrastmittelgabe umschriebenes Enhancement innerhalb eines 6 mm Herdbefundes mit deutlich gesteigerter Angiogenese (3b). Mammografie und Ultraschall ohne auffälligen Befund. Histologie: 6 mm invasiv-duktales Mammakarzinom.

Zukünftig wird zudem das Brust-CT eine schichtweise Darstellung intramammärer Strukturen nach intravenöser Gabe eines Kontrastmittels

erlauben und auf diese Weise ebenfalls zu einer Visualisierung von Tumoren mit gesteigerter Angiogenese führen. Erste Untersuchungen hierzu sind

vielversprechend, wenngleich noch ein paar technische Optimierungen (Implementierung der Dual-Energy-Technik, Optimierungen im Postprocessing) notwendig sind.

### Ergebnisse kontrastmittelgestützter Untersuchungsverfahren

In Vergleichsstudien (MX, US, MRT) konnte an mehreren Kollektiven mit definiertem Hochrisiko eindrucksvoll gezeigt werden, dass die KM-gestützte Mamma-MRT dem kombinierten Einsatz von Mammografie plus Ultraschall drastisch überlegen ist. Übereinstimmend zeigen EVA-Studie und HIB-CRIT-Studie, dass die Sensitivität der MRT für den Nachweis von Brustkrebs bei Frauen mit definiertem Hochrisikoprofil in einer Größenordnung um 92–99 % liegt, während MX und US 63–68 % erreichen. In diesen Studien wies die Spezifität der Verfahren keine signifikanten Unterschiede auf. Inzwischen liegen auch Untersuchungen bei Normalrisikokollektiven vor, die belegen, dass durch den Nachweis der Neoangiogenese im MRT etwa doppelt so viele früh erkannte bösartige Tumoren nachweisbar sind als beim Einsatz von Verfahren, die keine Durchblutungsdiagnostik erlauben.

Auch der Einsatz der KM-gesteuerten Spektral-Mammografie (CESM) belegt eindrucksvoll die Überlegenheit für den Nachweis bösartiger Tumoren insbesondere bei Vorliegen dichter Brustdrüsenstrukturen im Vergleich zur etablierten digitalen Röntgenmammografie. Aktuelle Studien zeigen, dass die Ergebnisse der CESM keine signifikanten Unterschiede zum MRT aufweisen.

### Perspektiven

Die bisherigen Erfahrungen mit etablierten Untersuchungsverfahren (Mammografie, Ultraschall) einerseits und kontrastmittelgestützten Untersuchungsverfahren andererseits zeigen eindrucksvoll, dass nur die Visualisierung der Tumorangiogenese in der „dichten Brust“ zum zuverlässigen Nachweis maligner Mammatumoren führt. Kontrastmittelgestützte Untersuchungsverfahren ermöglichen – insbesondere bei frühen und kleinen Tumoren – eine bis zu doppelt so hohe Detektionsrate im Vergleich zu Verfahren ohne KM-Einsatz. Dies legt den Schluss nahe, zukünftig Frauen und Patientinnen mit inhomogen dichtem und dichtem Drüsengewebe, in jedem Fall aber Frauen mit dichtem Drüsengewebe (ACR Typ D) primär mit einem kontrastmittelgestützten bildgebenden Verfahren zu untersuchen. ■■

| www.brustzentrum-goettingen.de |

# BOOST-BESTRAHLUNG BEI BRUSTKREBS

Eine höhere Dosis im Tumorgebiet bringt auch nach 20 Jahren bessere Tumorkontrolle für viele Patientinnen.

Die Strahlentherapie nach einer brusterhaltenden Operation ist eine hocheffektive Behandlungsmethode. Eine Dosissteigerung – Boost genannt – im ehemaligen Tumorbereich kann verhindern, dass es an der operierten Brust erneut zum Krebswachstum kommt. Dies bestätigt nun eine europäische Langzeitstudie, in der die Ergebnisse der Studienteilnehmerinnen 20 Jahren nach der Erkrankung ausgewertet wurden. Nach Einschätzung der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO) zeigt die Studie deutlich, dass viele Patientinnen von dieser höheren Dosis profitieren, insbesondere Frauen unter 50 und Frauen mit speziellen zusätzlichen histologischen Veränderungen, einem sog. DCIS.

Ein Brustkrebs im Frühstadium kann heute brusterhaltend operiert werden. „Zum Behandlungsstandard gehört heutzutage eine Bestrahlung, da es sonst zu einem Lokalrezidiv, also einem erneuten Brustkrebswachstum an der operierten Brust, kommen kann“, erläutert Prof. Stephanie E. Combs, Direktorin der Klinik und Poliklinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum der Technischen Universität München (TUM). Um die optimale Dosis zu bestimmen, hat die European Organization for Research and Testament of Cancer



© fotolixrender – Fotolia.com

(EORTC) zwischen 1989 und 1996 eine Studie an 5.569 an Brustkrebs erkrankten Frauen durchgeführt. „Die Hälfte der Patientinnen erhielt damals neben der üblichen eine zusätzliche Bestrahlung der operierten Brust im Bereich des Tumorbettes die wir als Boost bezeichnen.“ Der Boost verlängere die Behandlungszeit zwar um knapp zwei Wochen, er könne aber ein Lokalrezidiv verhindern.

## Nach Boost-Bestrahlung seltener Lokalrezidiv

Die Teilnehmerinnen der EORTC-Studie werden seit dem Ende der Behandlung regelmäßig nachuntersucht, um herauszufinden, für welche Patientinnen der Boost den größten Nutzen

bringt. Schon in den ersten Jahren zeigte sich, dass Frauen mit ungünstigen Gewebemerkmalen, sog. High-grade-Tumoren, den größten Nutzen haben. Dies konnte auch noch nach 20 Jahren bestätigt werden. Die Langzeitanalyse zeigt nochmals deutlich, dass prinzipiell alle Frauen von einer Dosisaufsättigung profitieren können. Der größte Vorteil zeigt sich für jüngere Patientinnen unter 50 Jahre. Sie erlitten nach einer Boost-Bestrahlung signifikant seltener ein Lokalrezidiv an der operierten Brust. Insgesamt jedoch profitieren alle Altersgruppen von einer Boostbestrahlung.

Die zweite Gruppe sind Patientinnen, bei denen der Pathologe in der Nähe des invasiven Karzinoms die Krebsvorstufe DCIS gefunden hat. Bei duktalem Carcinoma in situ (DCIS) liegen in den Milchgängen der Brustdrüse veränderte Zellen vor, die aber noch am Ort verbleiben. „Die DCIS können noch keine Metastasen bilden“, sagt DEGRO-Präsident Prof. Dr. Dr. Jürgen Debus. „Wenn DCIS-Nester in der Nähe des Primärtumors gefunden werden, ist es jedoch möglich, dass es später zu einem Lokalrezidiv kommt“, fügt der Ärztliche Direktor der Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie (Czerny-Klinik) am Universitätsklinikum Heidelberg hinzu.

Die EORTC-Studie liefert den Beweis, dass der Boost für die beiden Patientinnengruppen von erheblichem Vorteil ist: Bei jüngeren Frauen mit DCIS in der Nähe des Primärtumors verringerte die Boost-Bestrahlung die Rate von Lokalrezidiven an der operierten Brust von 31 auf 15 %, halbiert sie also. Die Verlaufskurven lassen sogar vermuten, dass die Vorteile sich nach Ablauf von 20 Jahren noch wei-

ter verstärken könnten. „Die EORTC-Studie zeigt, wie notwendig eine lange Nachsorge ist. Diese Langzeitdaten sind gerade für die jungen Patientinnen sehr wichtig. Prinzipiell ist ein Boost jedoch bei allen Frauen sinnvoll“, sagt Debus.

| www.degro.org |

## IMPRESSUM

**Herausgeber:**  
Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, GIT VERLAG

**Publishing Director:**  
Steffen Ebert

**Regional Commercial Director:**  
Dr. Katja Habermüller

**Chefredakteurin:** Ulrike Hoffrichter M.A.  
Tel.: 06201/606-723, ulrike.hoffrichter@wiley.com

**Verkaufsleiter:** Dipl.-Kfm. Manfred Böhler  
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com

**Redaktion:** Dr. Jutta Jessen  
Tel.: 06201/606-226, jessen@wiley.com

**Freie Redakteurin:**  
Claudia Schneebauer

**Wiley GIT Leserservice:** 65341 Eltville  
Tel.: +49 6125 9238 246 - Fax: +49 6125 9238 244  
E-Mail: WileyGIT@vuservice.de  
Unser Service ist für Sie da von Montag bis Freitag zwischen 8:00 und 17:00 Uhr

**Mediaberatung:**  
Miryam Reubold, Tel.: 06201/606-127,  
miryam.reubold@wiley.com

Dipl.-Kfm. Manfred Böhler  
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com

Sibylle Möll, Tel.: 06201/606-225, smoell@wiley.com

**Anzeigenvertretung:** Dr. Michael Leising  
Tel.: 05603/8942800, leising@leising-marketing.de

**Redaktionsassistent:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com

**Herstellung:** Jörg Stenger (Herstellung);  
Silvia Edam (Anzeigenverwaltung);  
Ruth Herrmann (Satz, Layout);  
Elli Palzer (Litho)

**Sonderdrucke:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com

**Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA**  
Boschstraße 12, 69469 Weinheim,  
Tel.: 06201/606-0, Fax: 06201/606-790,  
mk@gitverlag.com, www.gitverlag.com

**Bankkonten**  
J.P. Morgan AG, Frankfurt  
Konto-Nr. 6161517443, BLZ: 501 108 00  
BIC: CHAS DE 33, IBAN: DE55501108006161517443  
Druckauflage: 32.000 (4. Quartal 2016)

M&K kompakt ist ein Supplement von  
Management & Krankenhaus



**Originalarbeiten**  
Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und mit Quellenangaben gestattet. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/den redaktionellen Beitrag in unveränderter Form oder bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen bestehen, sowie Dritten zur Nutzung zu übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf Print- wie elektronische Medien unter Einschluss des Internets wie auch auf Datenbanken/Datenträger aller Art.

Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

**Druck:** DSW GmbH,  
Flomersheimer Straße 2-4, 67071  
Ludwigshafen  
Printed in Germany

ISSN 0176-053 X



## INDEX

Asklepios Klinik St. Georg	10	Klinikum der Universität München-Großhadern	19
Bayerische Röntgengesellschaft	18	Krankenhaus Rummelsberg	6
Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik		MMS Medicor Medical Supplies	3, US
Ludwigshafen	26	Nexus / DIS	22, 4, US
Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik	22	Österreichische Röntgengesellschaft	3
Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik	22	Pansoma	17
Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie	30	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	9
Deutsche Röntgengesellschaft	3	Samsung Electronics	15, 19
Deutsches Krebsforschungszentrum	9	Toshiba Medical Systems	5, 7, 25
Diagnostisches Brustzentrum Göttingen	28	Universität Heidelberg	12
EIZO Europe	2, US	Universitätsklinikum Frankfurt	20
Europäisches Cyberknife Zentrum München-Großhadern	4	Universitätsklinikum Jena	16
GE Healthcare	17	Universitätsklinikum Leipzig	8
Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum	9	Universitätsklinikum Regensburg	14
Helmholtz-Gemeinschaft	5	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein	
Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein-Westfalen	18	Campus Lübeck	24
		Universitätsmedizin Mannheim	12
		Westfälische Wilhelms-Universität Münster	24

# Die Zukunft der **3D**<sup>™</sup> Brustbildgebung. Jetzt und **Hier**.

Entdecken Sie mehr an unserem Stand **D33/D39**  
DRK 24-27 Mai, Leipzig.



**medicor** wird **Hologic**.  
Stärker Zusammen.



**nexus | ag**

[www.nexus-radiologie.de](http://www.nexus-radiologie.de)

**nexus | ris<sup>NG</sup>**

## 100 % individuelle Workspaces.

Im neuen NEXUS / RIS<sup>NG</sup> gestalten Sie Ihren Workspace ganz nach Ihrer Arbeitsweise. Sie entscheiden selbst, wo und in welcher Form Ihre Arbeitsliste, Voruntersuchung, Befunde, Aufnahmen etc. platziert werden und wie Ihre Arbeitsschritte verknüpft sind. Menübäume und Funktionssuche gehören der Vergangenheit an. Ihr Workspace ist Ihr persönliches Zuhause.

Unter [www.nexus-ag.de](http://www.nexus-ag.de) erfahren Sie mehr über Ihr NEXT GENERATION-RIS von NEXUS.

Besuchen Sie uns auf dem 98. Deutschen Röntgenkongress – Halle 2 Stand E23