



# RADIOLOGIE

## Interventionelle Radiologie

Planung und Steuerung minimal-invasiver Methoden

## Neuroradiologie

Rekanalisation des akuten Schlaganfalls

## PEM

Höhere Genauigkeit bei der Diagnose von Brustkrebs

## Bildgebung

Diagnostik angeborener Herzfehler

## Computer-tomographie

Moderne Bildgebung für Notfallpatienten



# ROUND SOLUTIONS

Besuchen Sie uns zum  
**96. Deutschen Röntgenkongress**  
 vom 13. bis 16. Mai 2015  
 im Congress Centrum Hamburg  
 Stand C23 in Halle H.

**Wir freuen uns auf Ihren Besuch!**



SELENIA  
**Dimensions**  
 Digitales Tomosynthesesystem

**C-View™**  
 Synthesized 2D

Errechnung einer klassischen  
 2D Mammographieaufnahme  
 aus den Tomosynthese-  
 schichten ohne zusätzlicher  
 Strahlenbelastung

**Affirm™**

Breast Biopsy Guidance System  
 Brustbiopsie-Führungssystem,  
 Auswahl zwischen stereo-  
 taktischer und optionaler  
 Tomosynthese-Biopsie

[www.medicor.de](http://www.medicor.de)



**Medicor**  
**HOLOGIC®**  
 The Science of Sure

HS **AMICA™** Nemoto  
 Apparatus for MW & RF Ablation

**Haifu®** **SAMSUNG**



**MMS Medicor Medical Supplies GmbH**  
 Heinrich-Hertz-Straße 6 · 50170 Kerpen  
 Telefon +49 2273 9808-0 · Fax +49 2273 9808-99  
 zentrale@medicor.de



**Medicor Medical Supplies GmbH**  
 Weyringergasse 6 · 1040 Wien  
 Telefon +43 1 504 6671-0 · Fax +43 1 504 6671-99  
 zentrale@medicor.at



**Medicor Medical Supplies GmbH**  
 Gewerbestrasse 10 · 6330 Cham  
 Telefon +41 41 7410700 · Fax +41 41 7494088  
 zentrale@medicor.ch

# GRUSSWORT: TECHNIK FÜR MENSCHEN

UNTER DIESEM MOTTO STEHT DER  
96. DEUTSCHE RÖNTGENKONGRESS  
VOM 13. BIS 16. MAI 2015.

Die Medizin ist heute ohne die möglichst naturgetreue Abbildung der Erkrankung und deren Unterscheidung vom Gesunden nicht denkbar. Die Einführung des Röntgenbildes in den klinischen Alltag wurde zum Triumphzug für Röntgens bahnbrechende Entdeckung. Bilder beherrschten seither die klinische Medizin, und weitere technische Entwicklungen folgten. Zunächst hielt der Ultraschall Einzug, dann die Computertomografie und schließlich die Magnetresonanztomografie. Die Kombination von Schnittbildverfahren mit funktionell ausgerichteten Methoden der Positronenemissionstomografie führte zur Entwicklung hybrider bildgebender Systeme wie dem PET-CT und der MR-PET.

Die (R)Evolution der Computertechnik hat neue Methoden der Bilderzeugung, Bildnachverarbeitung und Speicherung ermöglicht. Mit dem Übergang vom analogen zum digitalen Zeitalter wurde die uneingeschränkte Verfügbarkeit diagnostischer, bildbasierter Information zur Realität. Heute stehen Patienten und Ärzten die Ergebnisse einer radiologischen Untersuchung sofort zur Verfügung. Das Ergebnis kann in Sekundenschnelle an jeden Ort der Welt kommuniziert werden. Die Radiologie und der Radiologe sind im besten Sinne des Wortes transparent. Die Radiologie ist Vorreiter und Motor der Telemedizin.

Die interventionelle Radiologie hat durch eine immer weiter entwickelte Technologie von Kathetern, Gefäßprothesen oder Embolisationsmaterialien einen Stand erreicht, der noch vor 10 Jahren schwer vorstellbar war. Die fortschreitende Miniaturisierung interventioneller Werkzeuge trägt zudem der Forderung nach immer mehr ambulanten Prozeduren, die kostenaufwendigere stationäre Prozeduren ersetzen sollen, Rechnung.

Der technische Fortschritt bildgebender Systeme und interventionell radiologischer Gerätschaften geht kontinuierlich weiter. Der Radiologie eröffnen sich durch den zu erwartenden technischen Fortschritt neue Felder, die sie besetzen und gemeinsam mit anderen Disziplinen kultivieren und für unsere Patienten nutzen sollte.

Die Weiterentwicklung der Röntgenstrahlenerzeugung und Modifikation der strahlenempfangenden Systeme eröffnet weitere Möglichkeiten.

Radiologie ist technikgetrieben. Der technische Fortschritt ist das Fundament bildgebender Medizin. Die bildgebende Medizin ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Sie ist hilfreich und ermöglicht schonende Diagnostik und Therapie. Daher ist Radiologie innovative Wissenschaft für den Menschen.

Wie kein anderes Fach verkörpert die Radiologie die Symbiose ärztlicher Kunst und technischer Innova-



Prof. Dr. Gerhard Adam

tion. Wenige medizinische Disziplinen sind so technikgetrieben und technikaffin wie unser Fach. Daher wollen wir diesen Kongress auch in Kooperation mit technisch und naturwissenschaftlich orientierten Fachgesellschaften bestreiten und der Radiologie nahestehende Disziplinen wie die Nanotechnologie, die Informationswissenschaft und die Physik in den Blick nehmen, die unser Fach mit ihren Innovationen vorantreiben.

Die Welt der Wissenschaft rückt näher zusammen. Mit „RöKo International“ werden wir Vertretern unseres Fachs aus Europa, Amerika und Asien ein Forum geben – und uns damit die

Chance, von herausragenden Experten der radiologischen Gemeinschaft zu lernen. Natürlich werden Sie auch die Ihnen bekannten Veranstaltungen wie „Fit für den Facharzt (FFF)“ wiederfinden. ■■

**Mit herzlichen Grüßen  
Ihr**

**Prof. Dr. Gerhard Adam,**  
Universitätsklinikum  
Hamburg-Eppendorf  
Kongresspräsident des 96. Deutschen  
Röntgenkongresses

## INHALT

3	Technik für Menschen	17	Multimodale Visualisierung und Analyse
4	Vakuumbiopsie PEM	18	Implementierung innovativer Gerätetechnik in der Radioonkologie
6	Hilfe bei der Diagnose von Brustkrebs	20	Moderne Bildgebung für Notfallpatienten
8	Das innovative Netzwerk für Experten und Patienten	21	Vom OP zum Hybridraum
10	Bildgebende Diagnostik angeborener Herzfehler	22	Schlaganfalltherapie
12	Neuer Mehrwert in der 16-Zeilen-CT	24	Magnetresonanztomographie-gesteuerter fokussierter Ultraschall
13	Planung und Steuerung minimalinvasiver Methoden	26	CT-Untersuchung macht Angst
16	Innovationen auf dem Röntgenkongress	26	Impressum, Index

# VAKUUMBIOPSIE PEM

Die Positronen-Emissions-Mammographie (PEM) hat sich in der Brustkrebsdiagnostik bewährt. Seit drei Jahren kommt die PEM erfolgreich in der Röntgenpraxis Blynow, Müller und Kollegen in Ludwigshafen zum Einsatz. Es ist das erste Gerät seiner Art in Europa.



Dr. Jutta Jessen, Weinheim

Mit Hilfe der Positronen-Emissions-Mammographie (PEM) kann schnell und sicher festgestellt werden, ob ein maligner Tumor vorliegt oder nicht. Auch falsch positive Ergebnisse können nahezu ausgeschlossen werden. PEM und PEM gesteuerte Vakuumbiopsie und Ganzkörper-PET sind an einem Tag mit einer Dosis möglich. Dr. Jutta Jessen sprach mit Dr. Frank Müller, Radiologie und Nuklearmedizin Ludwigshafen über die Einsatzmöglichkeiten der neuen Technik.

**M&K:** Dr. Müller, bitte erläutern Sie unseren Lesern kurz die Besonderheiten der PEM.

**Dr. Frank Müller:** Die PEM hat sich, nach Auswertung von hunderten von Fällen in der Brustkrebsdiagnostik, für Verdacht, Therapie und Nachsorge, bewährt. Die Anwendung der PEM mit seiner hohen Sensivität und Spezifität führt zu mehr Transparenz, zu einer Reduzierung der Biopsie-Rate und der chirurgischen Eingriffe, einer Optimierung bei der Anwendung der Chemotherapie und Reduzierung der Behandlungskosten. Formal ist die PEM als eine Spezialanwendung der nuklearmedizinischen Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und ermöglicht nach i.v. Injektion der signalgebenden Substanz <sup>18</sup>F-FDG (Fluorodeoxyglukose) mittels eines speziellen Scanners eine äußerst detaillierte Abbildung des Brustgewebes mit einer Auflösung von 1,6 mm, so dass frühzeitig auch kleinste Tumore erkannt werden. In diesem Stadium



Dr. Müller am PEM Gerät. Foto: Radiologiepraxis Ludwigshafen

können Operationen brusterhaltend vorgenommen werden. Mit diesem hochempfindlichen Gerät und seiner enormen Bildschärfe werden alle verdächtigen Krankheitsherde in der Brust und Achselhöhle in einem einzigen Untersuchungsangriff erfasst.

*Welche diagnostischen Vorteile bietet die Methode?*

**Müller:** Der Ablauf der Untersuchung mit der Positronen-Emissions-Mammographie erfolgt komfortabel und schonend im Sitzen, ohne Aufkommen einer Platzangstthematik. Die Brust wird auch bei der Untersuchung nicht stark gedrückt oder gequetscht, sondern nur leicht fixiert.

Durch eine klare und schnelle Diagnostik können Verdachtsmomente sofort und mit hoher Zuverlässigkeit abgeklärt werden. Narbengewebe, dichtes Brustgewebe, Brustimplantate und Zyklusabhängigkeit spielen dabei keine Rolle. Verdächtiges Gewebe kann in einem direkten Folgeschritt ohne zusätzliche Strahlenbelastung punktgenau, doppelt kontrolliert biopsiert werden. Die exakte Lokalisierung erhöht die Chance auf eine brusterhaltende Operation und eine sichere Therapieentscheidung kann getroffen werden. Die Behandlung kann früher, effizienter und zielgerichteter gestaltet werden. Außerdem kann die gesamte Diagnostik kann auf einen Tag reduziert werden. Verdachtsmomente können frühzeitig abgeklärt werden.

## Zur Person

Nach der Promotion war **Dr. Frank Müller** von 1989–1992 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Humananatomie an Freien Universität zu Berlin bei Prof. Dr. Bogusch tätig. Seine Facharztausbildung zum Arzt für Radiologische Diagnostik und Nuklearmedizin absolvierte er an der Charité Campus Virchow-Klinikum der Humboldt Universität bei Prof. Dr. Dr. R. Felix. 1996 beteiligte er sich am Aufbau des ersten PET in Berlin an der Charité Campus Virchow-Klinikum der Humboldt Universität. 2001 war er am Aufbau des ambulanten Standorts für Nuklearmedizin und PET im Auguste-Viktoria-Krankenhaus in Berlin-Schöneberg beteiligt. Seit 2003 ist er als niedergelassener Arzt für Radiologische Diagnostik und Nuklearmedizin in der Röntgenpraxis Ludwigshafen. Dort installierte er 2011 die erste PEM (Positronen-Emissions-Mammographie) in Europa und führt seit 2012 Vakuumbiopsien mit PEM durch.

Die Positronen-Emissions-Mammographie verschafft wertvolle Zeit.

*Welche therapeutischen Vorteile zeichnen die PEM aus?*

**Müller:** Wir können den Krankheitsherd nicht mit schärferen, kontrastreicheren Bildern beschreiben und

darstellen. Wir können auch den Glukosestoffwechsel messen und quantifizieren. Dies ermöglicht über die Darstellung des Energiestoffwechsels eine Therapiekontrolle so früh und detailliert wie möglich zu leisten. Mittels PEM kann bereits nach zwei Wochen festgestellt werden, ob eine Strahlen- oder Chemo-Therapie wirkt oder ein Therapiewechsel vorgenommen werden muss. Den betroffenen Frauen bleiben weitgehend unnötige Nebenwirkungen erspart.

Überzeugende Untersuchungsergebnisse, der Wegfall von Diagnosemarrathons und im günstigsten Fall Operationen auf Verdacht rufen weniger Schmerz und Kummer hervor. Mit den PEM-Bildern kann ich meinen Patientinnen bereits zu einem frühen Zeitpunkt im Therapieverlauf Behandlungserfolge vor Augen führen. Diese sichtbare Evidenz des begonnenen Heilungsprozesses ist aus psychologischer Sicht sehr wichtig und schafft Motivation.

*Welche Daten stehen bisher zu dieser Methode zur Verfügung?*

**Müller:** Bisherige US-Studien (u.a. Berg WA, Kalinyak JE) und die wissenschaftlichen Auswertungen unserer bisherigen Untersuchungen belegen schon jetzt, dass die methodische Zuverlässigkeit der PEM zur Feststellung eines Brustkrebstumors bei weit über 90% liegt. Die PEM hat sich somit als ergänzendes diagnostisches Verfahren erfolgreich bewährt. Sie dient der genaueren Krebsdiagnose und Therapie-Entscheidung im Vergleich zu den ansonsten verfügbaren Untersuchungsmethoden wie Mammographie, Brust-Ultraschall oder Brust Magnet-Resonanz-Tomographie, die gerade bei der Erkennung kleinster Bereiche abnormalen Gewebes im Frühstadium an ihre Grenzen stoßen.

*Können Sie Ihre eigenen Untersuchungen und die erzielten Ergebnisse bitte genauer erläutern?*

**Müller:** Die PEM-Untersuchung der Brust wurde bei 138 Frauen und einem Mann durchgeführt, mit 204 Fällen mit Verdacht auf Brustläsionen oder bekanntem Brustkrebs (BK), 90 Min. nach intravenöser Anwendung von 3,5 MBq/kg F-18-FDG pro kg Körpergewicht. Der maximal quantitative PEM- Stoffwechselwert (PEM uptake value, PUV) wurde anhand einer Zielregion der Zielläsion ermittelt und mit einer entsprechenden vergleichbaren Zielregion der kontralateralen, gesunden Brust verglichen, um das Verhältnis Zielbereich und vergleichbare Regionen (PUV-Verhältnis) zu bestimmen. Die Bilder wurden von zwei erfahrenen Spezialisten unabhängig voneinander ausgewertet und bei Karzinomverdacht mit der Histopathologie verglichen. Die Zwischengruppenanalysen in Bezug auf alle bösartigen, gutartigen und entsprechenden vergleichbaren Läsionen wurden mittels Student-t-Test für gepaarte Stichproben berechnet. Das mittlere Ziel-Verhältnis zwischen Läsion/vergleichbaren Regionen bei Patientinnen mit Brustkrebs im Vergleich zu gesunden Patientinnen wurde auf der Basis des unabhängigen Student-t-Tests berechnet. Das Signifikanzniveau wurde bei einem p-Wert < 0,05 festgelegt. Zur Bestimmung von Zusammenhängen zwischen dem PUV und dem PUV-Verhältnis wurden die Receiver-Operating-Characteristic (ROC)-Analysen angewandt.

Das gemessene Körpergewicht der Patienten betrug 68,8 kg  $\pm$  13,1 kg, daher wurde eine durchschnittliche FDG-Dosis von 223 MBq  $\pm$  49,1 verabreicht. Insgesamt waren 38 von 204 (18,6%) Läsionen bösartig. Der durchschnittliche PUV wurde auf 3,6 $\pm$ 2,3 bei bösartigen Läsionen und auf 1,2 $\pm$ 0,4 bei der kontralateralen, gesunden Brust gemessen (p < 0,001). Das mittlere PUV-Verhältnis bei Patientinnen mit Brustkrebs von 3,4 $\pm$ 1,5 war signifikant höher im Vergleich zu 1,2 $\pm$ 0,3 (p<0,001) bei gutartigen Läsionen. Dies kann man auch in der Abb.1 ersehen. Der Bereich unter der ROC-Kurve lag bei 0,997 (0,000–1,000) für PUVmax und bei 0,986 (0,965–1,000) beim PUV-Verhältnis. Die PEM war richtig positiv bei 38 Fällen von Krebs und falsch positiv in drei Fällen (Papillom, Mastopathie bds.) unter Berücksichtigung einer PUVmax > 1,9, was eine Sensitivität von 100%, eine Spezifität von 98%, einen positiven prädiktiven Wert von 93% und einen negativen prädiktiven

Wert von 100% ergab. Die besten Ergebnisse hinsichtlich der Erkennung von Brustkrebs mittels PEM wurden bei einem Mindestniveau PUVmax von > 1,9 in Kombination mit einem Ziel/Nichtziel-Verhältnis von >1,4 beobachtet.

*Welche Schlussfolgerungen ziehen Sie aus den Daten?*

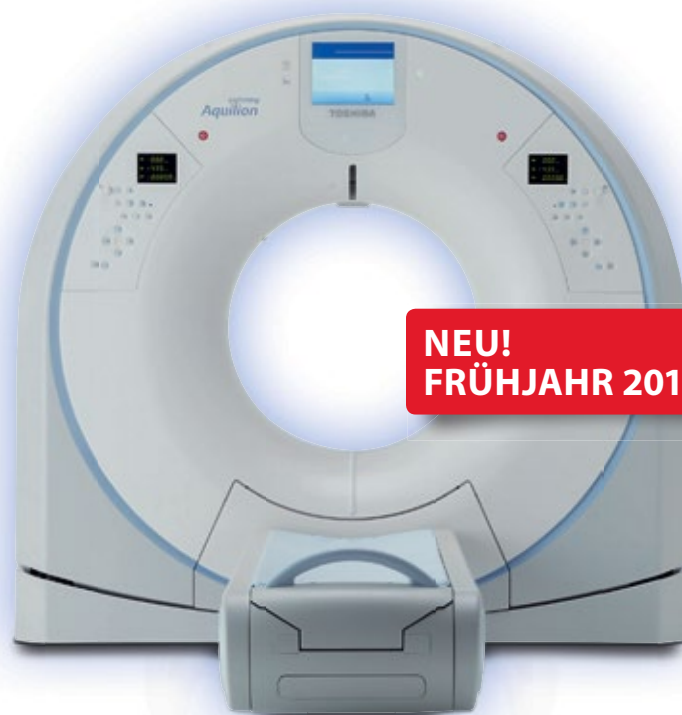
**Müller:** Der besondere Ansatz bei PEM durch die Verwendung von individuellen FDG-Dosierungen ermöglicht die Vergleichbarkeit des FDG-Stoffwechsels bei Patientinnen. Dieses führt zu einer höheren diagnostischen Genauigkeit von PEM-Untersuchungen. Die dargelegten Ergebnisse müssen allerdings noch anhand größerer Patientenkohorten bestätigt werden. Aus diesem Grund startete im Januar diesen Jahres in Deutschland eine evidenzbasierte medizinische Studie dazu.

*Welche Details werden in der Studie untersucht und wann rechnen Sie mit den Ergebnissen?*

**Müller:** Die Studie ist eine Substudie der etablierten Gepardo-Studienreihe, die erstmals die PET-CT-Diagnostik und PEM einbezieht. Diese wird zu drei Zeitpunkten durchgeführt: Die erste PET-CT und PEM erfolgt vor der neoadjuvanten Chemotherapie, die zweite Untersuchung erhält die Patientin nach zwei Wochen zur Überprüfung des Therapieansprechens, und die dritte PET-CT und PEM wird nach Therapieabschluss durchgeführt. Primäres Ziel der Studie ist es zu prüfen, ob mittels der PET-CT und PEM eine Reduktion der Mastektomieerreichung erreicht werden kann. Sekundäre Ziele sind u.a. die frühzeitige Detektion einer Complete Response (pCR), die Prüfung des prädiktiven Werts der PET-CT und PEM im Vergleich zur Sonografie und Palpation sowie die Bestimmung der Sensitivität und Spezifität der PET-CT und PEM in der frühzeitigen Ausbreitungsdiagnostik. Alle Beteiligten versprechen sich von der Studie eine belastbare Aussage zur Einbeziehung der PET-CT und PEM in die Betreuung gesetzlich versicherter Patienten. Mit ersten Ergebnissen dieser Studie ist voraussichtlich in einem Jahr zu rechnen.

# Aquilion Lightning.

Der neue Low-Dose-Routine-CT.



**NEU!  
FRÜHJAHR 2015**

**78 cm Gantryöffnung** – einzigartig in dieser Klasse – bieten mehr Freiraum für Anwender und Patienten. Der neue Aquilion Lightning ist serienmäßig mit der **SEMAR** Metallartefaktreduktion ausgestattet. Innovative optionale Softwares, wie die Hirn- oder Lungensubtraktion und der variable Helical Pitch, eröffnen Anwendungen aus der High-End-CT-Klasse. Des Weiteren sind die vierte Generation der Adaptiven Iterativen Dosis-Reduktion AIDR 3D Enhanced und der neue **PUREVISION Detektor** Bestandteil des neuen CTs.

**Aquilion Lightning.** Der neue Low-Dose-Routine-CT.



> **ULTRASCHALL CT MRT RÖNTGEN SERVICE**

[www.toshiba-medical.de](http://www.toshiba-medical.de)

# HILFE BEI DER DIAGNOSE VON BRUSTKREBS

Neues Computerverfahren unterstützt Radiologen bei der multimodalen Brustkrebsdiagnostik

Fabian Zöhler, Institute for Medical Image Computing, Fraunhofer MEVIS, Bremen

■ Radiologen nutzen verschiedene bildbasierte Verfahren zur Diagnose von Brustkrebs. Mammografie, Ultraschall und Magnetresonanztomografie (MRT) haben eine feste Rolle in dem klinischen Workflow. Jede dieser sogenannten Modalitäten hat besondere Stärken bei der Abbildung spezieller Eigenschaften der Brust, wie z.B. dem Vorliegen von Mikrokalk im Falle der Mammografie oder von Zysten im Falle von Ultraschall. Oft werden deswegen diese Methoden nacheinander benutzt, um so genauere Aussagen zu treffen oder offene Fragen abzuklären.

Allerdings unterscheiden sich die Aufnahmen nicht nur in der Darstellung des Gewebes, sondern auch in der Positionierung der Brust während der Aufnahme. Bei der Mam-

mographie wird die Brust zwischen zwei Platten gepresst, während die Frau steht. Bei der MRT-Untersuchung liegt die Patientin hingegen auf dem Bauch, und die Brüste werden in eine spezielle Spule gelegt. Ultraschall-Aufnahmen werden in der Regel gemacht, während die Patientin auf dem Rücken liegt. Die Brust wird dabei an den Brustkorb gedrückt. Dies führt dazu, dass sich die Position des Gewebes derselben Brust in den Bildern verschiedener Modalität deutlich unterscheidet.

Vergleicht ein Radiologe nun eine auffällige Stelle in einem Mammogramm mit dem entsprechenden Gewebe in der MRT-Aufnahme, muss die Verformung der Brust dabei berücksichtigt werden. Diese Verformung spielt aber auch beim Vergleich von Folgeaufnahmen der gleichen bildgebenden Methoden eine große Rolle. Auch hier kann die Brust der Patientin niemals in identischer Position aufgenommen werden.

Zudem sind MRT, Tomosynthese oder automatisierte Ultraschallbilder eigentlich dreidimensionale Bilderstapel aus vielen Schichten, deshalb kommt noch ein weiterer wesentlicher Aspekt hinzu: Zueinander passende Schichten müssen erst einmal durch manuelles Durchblättern vom Radiologen gefunden werden. Zwar existieren teilweise Synchronisierungsmöglichkeiten der Mauszeiger zwischen den Bildern, allerdings wird

dabei die nichtlineare Bewegung des Brustdrüsengewebes unter den verschiedenen Einflüssen wie Gravitation, Plattenkompression und Muskelentspannung nicht berücksichtigt.

## Koordinatensystem und Bezugspunkte

Ein weiterer interessanter Punkt: Auch wenn die Bilder alle von derselben Brust stammen, existieren sie doch nach der Aufnahme in ihrer eigenen Welt mit eigenen Koordinatensystemen und Bezugspunkten. Letztendlich möchte man aber alle diese Informationen zusammenfügen und wieder auf die Brust der Patientin übertragen, sei es für das Reporting oder für die Planung von chirurgischen Eingriffen. Das musste bisher noch manuell gemacht werden.

Das Fraunhofer-Institut für Bildgestützte Medizin MEVIS in Bremen hat jetzt das neue Verfahren BRIDGE entwickelt, das die Bilder der Patientin wieder in eine gemeinsame Welt zurückbringt. Dazu werden alle Aufnahmen auf ein uniformes Brustmodell abgebildet. Mithilfe von Deformationssimulationen anhand eines sogenannten Finite-Elemente-Modells der Brust lassen sich die Positionsveränderungen bei den Aufnahmen vorhersagen. Jeder Punkt in einem Brustbild lässt sich damit auf eine Position im Modell abbilden und von

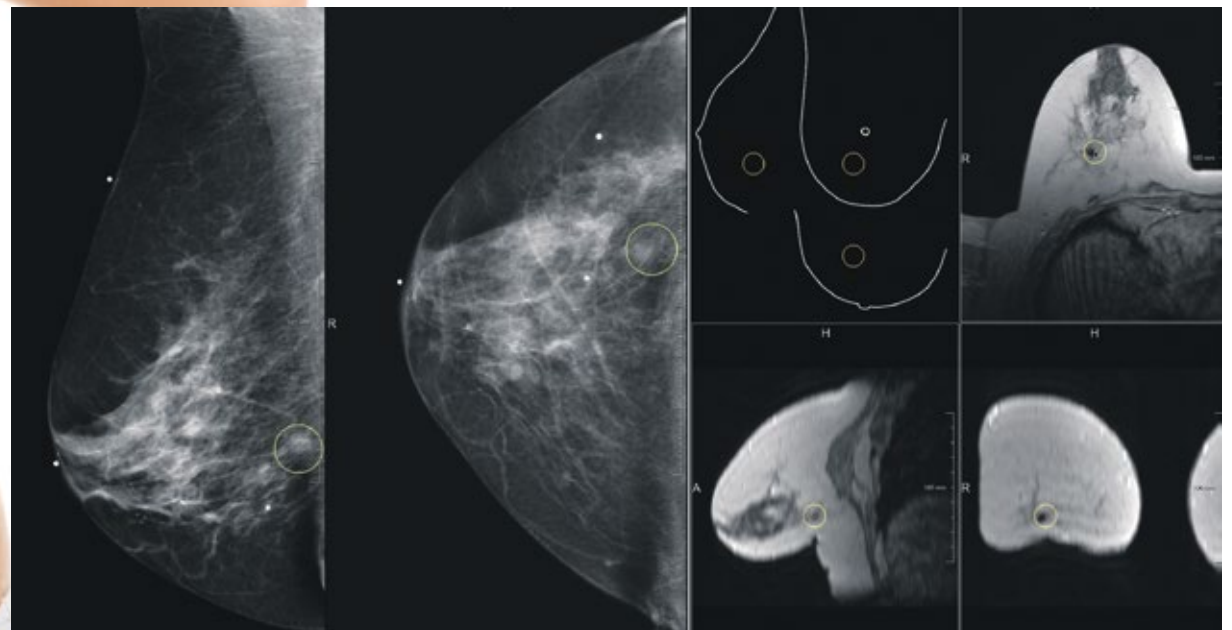
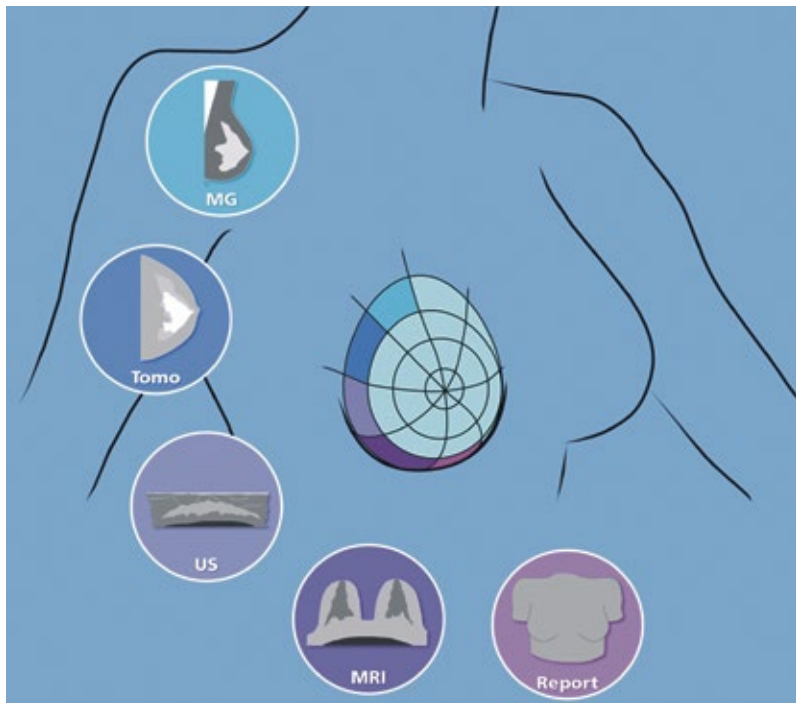


Abb. 1: Automatische Positionskorrelation zwischen zwei Mammogrammen und einer korrespondierenden MRT-Aufnahme sowie der Anzeige der Position in einer Reportingsicht



**Abb. 2:** Das Verfahren BRIDGE bildet klinische Brustbildaufnahmen aus Mammografie (MG), Tomosynthese (Tomo), Magnetresonanztomografie (MRI) und Ultraschall (US) in einem Brustmodell ab.

dort wieder in die anderen Bilder der Patientin übertragen.

Die Übertragung von Positionen zwischen den Bildern geschieht automatisch und ohne Verzögerung, um den Workflow nicht zu behindern. Bewegt der Radiologe den Mauszeiger über eine Auffälligkeit, die er in den Mammogrammen gesehen hat, so wird die korrespondierende Stelle z.B. in dem zur genaueren Abklärung aufgenommenen MRT-Bild automatisch durch einen Kreis angezeigt. In dreidimensionalen Bildern wird dem Radiologen dadurch zusätzlich die manuelle Auswahl der richtigen Schicht abgenommen.

### Vergleich mit Voraufnahmen

Dies ist auch beim Vergleich mit Voraufnahmen von großem Vorteil. Der Radiologe fährt z.B. die aktuelle MRT-Aufnahme mit der Maus ab, und es wird automatisch die korrespondierende Position in der Voraufnahme gezeigt. Die Lösung ist interaktiv, sodass die synchronisierten Anzeigen ohne Zeitverzögerung den Bewegungen des Mauszeigers folgen. Dadurch ist es möglich, aus einem einzelnen Viewer heraus durch die Bilder mehrerer Aufnahmen zu navigieren.

Natürlich müssen die Bilder nicht gleichzeitig angeschaut werden. So lassen sich die Positionen von Läsionen, Mikrokalk, Zysten und Narben für das Reporting automatisch im Brustmodell speichern und später bei Bedarf wieder aufrufen. Einmal gefundene Auffälligkeiten können so

automatisch bei Folgeuntersuchungen nachverfolgt werden.

Die MEVIS-Forscher haben das Verfahren so konzipiert, dass es sich in bereits existierende Workstations und PACS Viewer integrieren lässt. Durch den vollautomatischen Lösungsansatz sind keine weiteren manuellen Eingaben der Radiologen nötig, d.h., die Korrelation ist in dem Augenblick verfügbar, in dem die Bilder in den Viewer geladen werden.

Das Verfahren rund um BRIDGE wurde mit dem German High Tech Champion Award in Medical Imaging 2014 ausgezeichnet. Dieser Preis wurde auf der RSNA, der weltgrößten Konferenz und Messe für Radiologie in Chicago, an den Preisträger Fabian Zöhrer und das Team bestehend aus Joachim Georgii und Horst Hahn überreicht.

Aktuell unterstützt BRIDGE Mammografie, Tomosynthese, MRT und automatisierten Ultraschall. Aufgrund der modularen Architektur der Lösung ist es möglich, in Zukunft weitere Aufnahmeverfahren zu integrieren. Zusätzlich wird an der Nutzbarmachung der Technologie zur Unterstützung von chirurgischen Eingriffen oder Biopsien gearbeitet. Hierbei ist dem Forscher-Team die Zusammenarbeit mit Klinikern sehr wichtig, um die Lösung möglichst nah an den Bedarf der Radiologen anzupassen. ■■

| [www.mevis.fraunhofer.de](http://www.mevis.fraunhofer.de) |

# Einfach brillant.

Die neue Aplio Platinum Serie.



Das Edelmetall Platin ist Namenspatte unserer neuen Ultraschall-Serie – Aplio Platinum. Von Routinescans bis zu komplexen Interventionen, Toshiba bietet einmal mehr fortschrittliche Performance in der Sonographie. Einfach brillant, das Toshiba Novum SMI: Superb Micro-Vascular Imaging erweitert Ihren Horizont, indem es den Bereich des sichtbaren Blutflusses vergrößert und in einzigartiger Weise selbst langsame mikrovaskuläre Strömungen visualisiert. Aplio Platinum, das bedeutet klinische Präzision, diagnostische Sicherheit und Produktivität auf ultimativem Niveau.

**Aplio Platinum.** Einfach brillant.



> **ULTRASCHALL CT MRT RÖNTGEN SERVICE**

[www.toshiba-medical.de](http://www.toshiba-medical.de)

# DAS INNOVATIVE NETZWERK FÜR EXPERTEN UND PATIENTEN

Als Plattform für Ärzte, medizinische Fachkräfte und Patienten vernetzt teamplay medizinische Einrichtungen und ihre Bildgebungssysteme und bringt so Bildgebungsexperten weltweit zu einem großen, virtuellen Team zusammen.

Ivo Driesser, Florian Reinhold, Siemens Healthcare

Das neue Cloud-basierte Online-Netzwerk teamplay hilft Nutzern, fundierte Entscheidungen zügig zu treffen – auf Basis eines schnell verfügbaren und leicht verständlichen Überblicks über Nutzungs- und Leistungsdaten. So überwacht teamplay Parameter wie Patientendurchsatz oder Strahlendosis – über den gesamten Gerätepark und für jedes einzelne System. Dabei zeigt ein übersichtlicher Nutzungsbericht an, welche Workflows ggf. noch angepasst werden müssen. Gleichzeitig vernetzt teamplay alle Nutzer und ihre Daten und erlaubt so ein Benchmarking mit Vergleichswerten ebenso wie einen reibungslosen Austausch von Bildern und Berichten mit anderen Gesundheitseinrichtungen.

## teamplay Usage

Dieses Feature liefert einen strukturierten Überblick über die eigenen Nutzungsdaten und einen Vergleich mit direkt verfügbaren Benchmark-Werten. Vom täglichen Bericht für den gesamten Gerätepark bis zu einer detaillierten Analyse von Nutzungstrends bietet teamplay Usage einen unkomplizierten Zugang zu den eigenen Leistungsparametern. Und durch den stetigen Abgleich der Performance mit den Daten von Partnerorganisationen und weltweiten Benchmarks werden zusätzliche Verbesserungsmöglichkeiten sichtbar. Zudem ermöglicht teamplay Usage die Beantwortung typischer Fragen aus der täglichen klinischen Routine – wie etwa: „Für die Lungenkrebsvorsorge müssen wir bis zu 10% mehr CT-Scans durchführen. Sind wir darauf eingestellt?“

## teamplay Dose

Dieses Feature ermöglicht einen einfachen Zugang zu aktuellen und archivierten Dosisdaten und unterstützt hierdurch ein effizientes Dosis-Monitoring. Unabhängig von der jeweiligen Modalität oder dem Gerätehersteller zeigt teamplay Dose die Daten des Dosis-

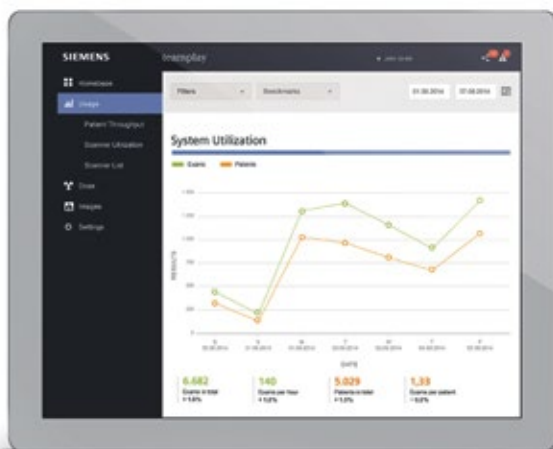


Abb. 1: teamplay Usage ermöglicht eine exakte Überwachung der Nutzung bildgebender Systeme – sogar wenn diese über mehrere Standorte einer Institution verteilt sind.

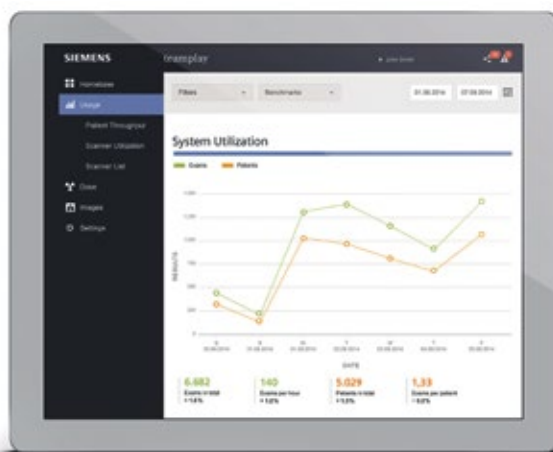


Abb. 2: teamplay Dose ermöglicht einen einfachen Zugang zu aktuellen und archivierten Dosisdaten und unterstützt hierdurch ein effizientes Dosis-Monitoring.



Abb. 3: Unter Home zeigt teamplay alle wichtigen Daten auf einen Blick.

satzes an und erlaubt so eine durchgehende und effiziente Analyse, ein Benchmarking mit anderen Institutionen und einen Abgleich mit aktuellen Industriestandards zur Verbesserung der Dosiseffizienz. Aufgeschlüsselt nach Art der Untersuchung und untersuchter Körperregion bietet die IT-Lösung einen Überblick der eingesetzten Protokolle. Besondere Dosisergebnisse macht teamplay Dose sichtbar und erlaubt so deren zeitnahe Analyse sowie zeitnahe Gegenmaßnahmen. Die Anzeige von Dosisereignissen basiert auf den spezifischen Referenzwerten der jeweiligen Einrichtung und auf den jeweiligen nationalen Richtwerten. Mit teamplay Dose lassen sich außerdem eigene Protokolle leicht in selbsterklärenden Schritten mit Standardprotokollen abgleichen.

Die transparente Darstellung liefert einen klaren Überblick über die Dosiswerte und erleichtert Scanprotokollanpassungen. So lassen sich Fragen wie „Welchen Effekt hat der Einsatz von CARE kV?“ beantworten, und der Nutzer erhält zugleich eine nützliche Gesamtchau von oft auftretenden Werten wie CTDI und DLP.

## teamplay Images

Wann immer es nötig ist, erleichtert die Images-Funktion von teamplay den schnellen Austausch von Untersuchungsergebnissen. Ob ein Nutzer vor einem Routinescreening den Zugang zu einer früheren Mammografie benötigt oder bei einem Traumapatienten vor der Überweisung dringend die Konsultation eines Spezialisten erforderlich ist – das Ergebnis jeder bildgebenden Untersuchung kann mit teamplay Images problemlos von einer Einrichtung zur anderen übertragen werden. Etwa indem auf der Homepage eines Krankenhauses ein Link erstellt wird, mit dem Patienten die Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen hochladen können.

Experten vernetzen und die Daten der medizinischen Bildgebung besser nutzbar machen – das ist das Ziel der neuen IT-Lösung teamplay. Über das Cloud-basierte Imaging-Netzwerk lassen sich bildgebende Systeme zudem standortübergreifend analysieren und mit Benchmark-Werten vergleichen, um Prozesse zu optimieren. Darüber hinaus ermöglicht teamplay die Dosisüberwachung medizintechnischer Systeme sowie den sicheren und anonymisierten Austausch von Bildern und Befunden unter Experten – weltweit.

| [www.healthcare.siemens.de](http://www.healthcare.siemens.de) |

**Deutscher Röntgenkongress:  
Halle H, Stand A.05**



GE Healthcare

# Der Name ist Programm.

## Revolution Evo: Spitzentechnologie aus dem Revolution CT

Der Revolution Evo CT verbindet Höchstleistung für Kardiologie, Neurologie und Onkologie mit Low Dose Technologie der nächsten Generation. Mit ASiR-V und der Clarity Bildgebungskette verfügt das System über wichtige Innovationen der Ultra High End Plattform Revolution CT. Mit 0,35 s in allen Anwendungen hat der Hochleistungs-CT nicht nur die höchste Rotationsgeschwindigkeit seiner Geräteklasse, sondern liefert mit 0,28 mm auch die höchste räumliche Auflösung. Darüber hinaus macht er Ultra Low Dose Technologie erstmals auch in der klinischen Routine verfügbar. ASiR-V reduziert die Dosis in sämtlichen Anwendungen um bis zu 82 %\*.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.gehealthcare.de](http://www.gehealthcare.de)

\*gegenüber konventioneller FBP Rekonstruktion



Wir sind das **GE** in **GE**rmany.  **GE**

# BILDGEBENDE DIAGNOSTIK ANGEBORENER HERZFEHLER

Laut Berechnungen des nationalen Registers für Angeborene Herzfehler (AHF) kommen in Deutschland 0,8–1,1 % aller Lebendgeborenen mit einem AHF zur Welt.

Dr. Kai Thorsten Laser,  
Zentrum für Angeborene Herzfehler, Kinderkardiologie Herz- und Diabeteszentrum NRW, Bad Oeynhausen

■ Damit sind AHF die häufigste angeborene Fehlbildung. Prozentual führend sind hierbei einfache Defekte im Sinne von Löchern in der Kammer- oder Vorhofscheidewand sowie Engstellen an den Herzklappen. Kombinationen von Herzfehlbildungen sind seltener und führen zu wesentlich komplizierteren Krankheitsbildern, die auch mit Fehlbildungen an anderen Organen einhergehen können. Wenn mehrere medizinische Eingriffe anstehen, ist eine individuelle Therapieplanung nötig, um ein optimales Therapieergebnis zu erreichen. Diese Planung sollte sich nicht nur auf den ersten Eingriff, sondern auf die gesamte Lebensperspektive des Patienten beziehen, da mittlerweile aufgrund von immensen Verbesserungen in den Fachbereichen Kinderkardiologie und Kinderherzchirurgie über 90 % aller Patienten erwachsen werden. Die Zahl dieser Patienten



© RioPatuca Images – Fotolia.com

wächst, während die Geburtenrate aktuell mehr oder weniger stagniert. Dies hat die Etablierung neuer Strukturen in der ärztlichen Weiterbildung mit sich gebracht. Viele Kinderkardiologen wie auch Kardiologen behandeln interdisziplinär mit anderen Fachärzten die Erwachsenen mit Angeborenem Herzfehler (EMAH), eine spezielle Zusatzbezeichnung EMAH-Arzt ist etabliert. Die erste Ultraschall-Diagnose eines angeborenen Herzfehlers sollte im optimalen Fall bereits beim ungeborenen Kind gestellt werden. Erfahrene Pränatalmediziner und Kinderkardiologen können über 90 % der AHF bereits zwischen der 19. und 22. Schwangerschaftswoche zum Zeitpunkt des Organscreenings mit Ultraschall erkennen. Leider ist die Früherken-

nungsrate in Deutschland nach wie vor nicht optimal, da nur ein Teil der werdenden Mütter, nämlich die mit Risikofaktoren, diesen spezialisierten Ärzten vorgestellt werden. Die Früherkennungsraten durch Gynäkologen ohne Spezialwissen liegen deutlich niedriger. Wird auch nach der Geburt ein AHF klinisch übersehen, kann es bei Neugeborenen mit AHF zu einer lebensbedrohlichen Dekompensation kommen, was ihre Prognose deutlich verschlechtert.

Die Therapie bei Patienten mit AHF bildet ein weites Spektrum und umschließt unter Umständen das Zuwarten mit der Option der spontanen Verbesserung, die medikamentöse Therapie, die Operation, die Herzkatheter (HK)-Intervention, die elektrophysiologische Untersuchung

mit Ablation, die Schrittmacher-Implantation bis hin zur Kunstherztherapie und Herztransplantation. Die Entscheidung, welche Therapieform gewählt werden muss, ist eng mit der bestmöglichen bildgebenden Diagnostik verknüpft.

Aktuell setzt sich auch für das Themengebiet der Angeborenen Herzfehler (AHF) in den internationalen Fachgesellschaften die Formulierung von Leitlinien durch, die die Indikation unterschiedlicher bildgebender Verfahren zur Diagnostik AHF definieren.

Die Echokardiografie und die kardiale Magnetresonanztomografie (CMR) werden aktuell am häufigsten zur Diagnostik von Herzfehlern genutzt und sollen daher etwas detaillierter beschrieben werden.

## Echokardiografie

Sie ist das Standard-Ultraschallverfahren zur Untersuchung der Herzkammern und Klappen sowie der herznahen Gefäße. Stärken liegen in der hohen zeitlichen und örtlichen Auflösung des 2-D-Ultraschallbildes, die mit ständig besser werdenden Verfahren der Schallkopf-Kristallstruktur, -Ansteuerung und Bildverarbeitung zusammenhängen. Die technischen Gegebenheiten können auf den Patienten abgestimmt werden, indem man z.B. die Verstärkung, den Kontrast, die Eindringtiefe, die Größe des Schallfensters, den Fokus, die Frequenz oder Bildrate des Ultraschallstrahls beeinflusst. Als Verfahren

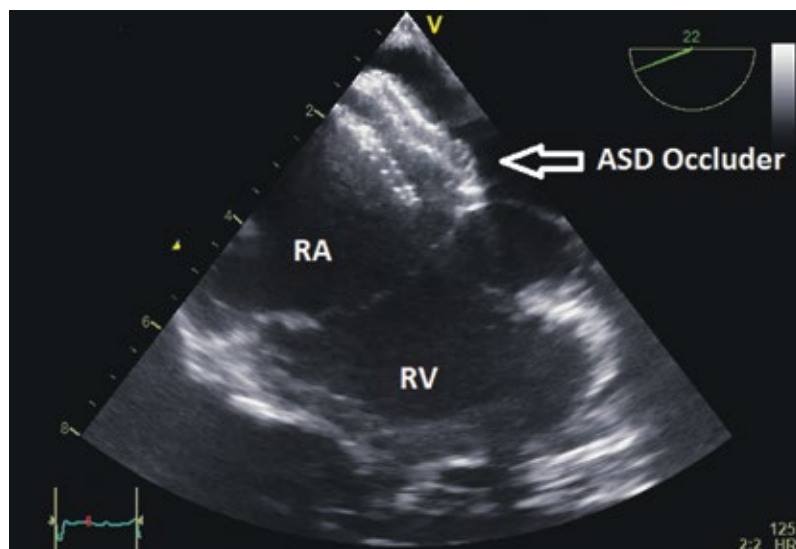
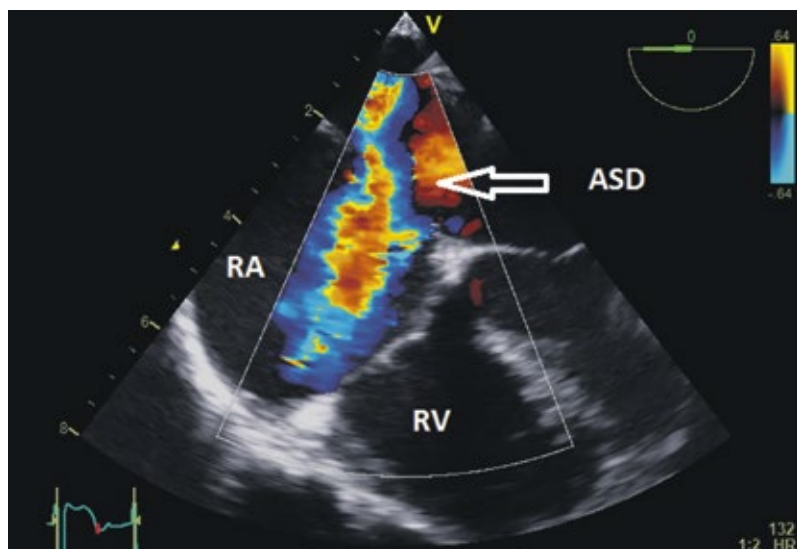
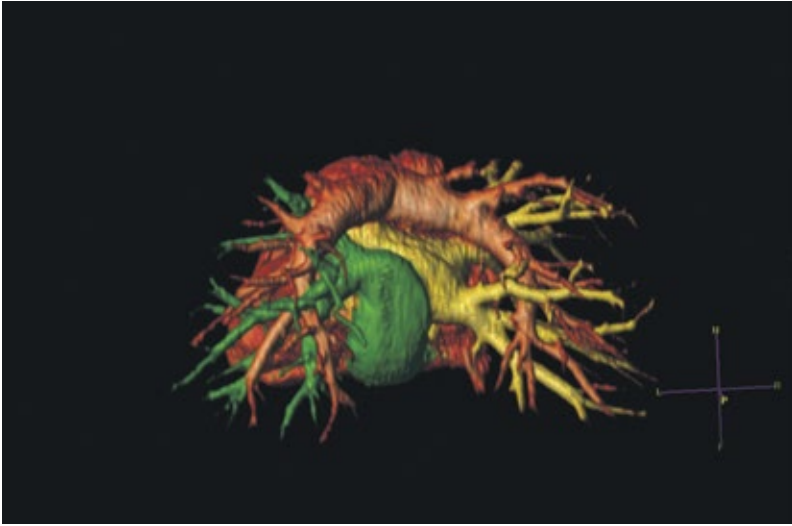


Abb. 1a, b: TEE-Untersuchung eines Schulkindes mit Vorhofseptumdefekt (ASD). a: Darstellung des Shunts über das Vorhofseptum in den rechten Vorhof (RA) und nachfolgend in den rechten Ventrikel (RV). b: Nach interventionellem ASD-Verschluss mit einem Schirmchen-System (ASD-Occluder)

Foto: HDZ-Archiv



**Abb. 2 a, b:** Reformatierung einer Kontrastmittel-gestützten 3-D-Angiografie. a: Schulkind mit vergrößerter rechter Herzkammer, zunehmend schlapp. Blick von hinten auf das Herz mit den oben gelegenen Pulmonalarterien in Dunkelrot, rechte Lungenvenen gelb, linke Lungenvenen fehmündend in den Koronarsinus in Grün. b: Jugendlicher Patient mit Bluthochdruck. Blick von seitlich auf die Aorta, verbreiterte Aortenwurzel bei bicuspidar Aortenklappe, hochgradige Aortenisthmusstenose mit ausgeprägtem Kollateralkreislauf. Foto: HDZ-Archiv

stehen der sogenannte M-Mode als eindimensionales Bild, aber auch das zweidimensionale B-Bild als Standbild oder Schleife zur Verfügung. Zur Darstellung der Blutflussgeschwindigkeiten dient der Farbdoppler, der „Continuous“ (CW)- oder „Pulsed-wave“ (PW)-Doppler, welcher die Quantifizierung von Engstellen oder Undichtigkeiten an Herzklappen bzw. Defekten erlaubt, zur Verfügung. Eingesetzt wird die Echokardiografie von außen als transthorakale Echokardiografie (TTE) mit Aufsetzen eines Schallkopfes auf den Brustkorb oder fetale Echokardiografie im Mutterleib. Alternativ steht die Untersuchung über die Speiseröhre zur Verfügung (TEE), die jedoch vor allem bei Kindern oft nur in schlafendem Zustand durchgeführt werden kann und bei operativen Eingriffen und Herzkatheter-Interventionen zum Einsatz kommt (Abb. 1).

Nachteile der konventionellen 2-D-Echokardiografie im Vergleich zu anderen Methoden liegen in der Abhängigkeit von der Mitarbeit und vom Schallfenster des Patienten. Die Verfügbarkeit von Ultraschallgeräten ist hoch, die Kosten sind gering und die Untersuchungsdauer zumeist kurz. Die Echokardiografie bei AHF erfordert allerdings spezielle Übung und Erfahrung bei der Aufnahme und Interpretation der Befunde.

### Kardiale Magnetresonanztomografie (CMR)

Sie kommt als nicht invasives Verfahren zum Einsatz, wenn eine Fragestellung mit der Echokardiografie nicht oder nur unzureichend beantwortet werden kann. Beispiele sind die Untersuchung von herznahen Gefäßen wie der Aorta, den peripheren Pulmonalarterienästen oder den Lungenve-

nen. Anhand hochaufgelöster 3-D-Datensätze bis  $1 \text{ mm}^3$ , die mit spezieller Software reformatiert werden können, wird die Therapieplanung durch einen besseren Blick auf die Strukturen erleichtert (Abb. 2).

Der Vorteil der CMR liegt u.a. in der freien Wahl der Achsen, um 2-D-Bilder darzustellen. Artefakte entstehen hier nicht durch Luftüberlagerung, sondern ggf. durch im Körper befindliche Metallteile, nicht erwünschte Bewegung des Patienten oder nicht-kompensierbare Inhomogenitäten des Magnetfeldes. Weitere Stärken der CMR liegen in der hohen Validität und Reproduzierbarkeit für die Quantifizierung von Volumina und Flüssen in den Gefäßen. Hier gilt die CMR als Goldstandard. Die aktuell am häufigsten für Herzuntersuchungen genutzten Kernspintomografen haben eine Feldstärke von 1,5 Tesla oder 3 Tesla. Die am häufigsten eingesetzten Sequenzen können das Herz zweidimensional in Bewegung (z.B. Cine SSFP, Phasenkontrast-Techniken) oder als Standbild (z.B. T1- oder T2-gewichtete Darkblood-Aufnahmen) darstellen. Auch dreidimensionale Aufnahmen sind möglich (z.B. 3-D-Angiografie, 3-D-SSFP) sowie mittlerweile auch 4-D-Aufnahmen (z.B. 4-D-Phasenkontrast zur Visualisierung und quantitativen Bestimmung von Blutflüssen). Limitationen sind der Kostenaufwand, die Untersuchungsdauer von mindestens 45 Minuten sowie die Verfügbarkeit von Personal mit Expertise für Herzuntersuchungen. Kinder unter sechs Jahren benötigen entweder eine Sedierung oder Intubationsnarkose, um gute Bilder erstellen zu können. Metall darf aus Sicherheitsgründen (Anziehungskräfte, thermische Schäden) am oder im Körper nur in sehr begrenztem Maße vorhanden sein und



Dr. Kai Thorsten Laser

muss zur CMR-Eignung ausgewiesen sein.

### Kardiale CCT und Herzkatheter-Untersuchung

Die kardiale Computertomografie (CCT) sowie die Herzkatheter-Untersuchung (HK) werden ebenfalls zur Diagnostik AHF eingesetzt, allerdings mit einer Abwägung ihres Nutzens in Bezug zu den Nebenwirkungen, da sie für die Patienten eine Belastung mit ionisierenden Strahlen mit sich bringen und z.B. im Falle eines HK oftmals einer Sedierung oder Narkose bedürfen. Dennoch gibt es einige Fragestellungen, bei denen sie das Verfahren der ersten Wahl sind. Hilfreich kann die Kombination einer CCT-Untersuchung mit Nuklearmedizinischen Verfahren (PET-CT) sein, um Entzündungsvorgänge an den Herzklappen darzustellen. HK werden heutzutage viel häufiger zur Durchführung einer interventionellen Therapie eingesetzt mit dem Ziel, Engstellen zu erweitern, Defekte zu verschließen oder zu schaffen sowie auch Herzklappen zu implantieren. Die klassische Röntgen-Thorax-Aufnahme ist in ihrer Aussagekraft bei vielen Herzerkrankungen nicht sehr

spezifisch und wird daher nur noch selten eingesetzt.

Als neue bildgebende Verfahren kommen vierdimensionale Techniken hinzu, die die Anatomie und Funktion des Herzens sowie die Volumenbewegung während des kompletten Herzzyklus untersuchen sollen, zum Einsatz. Sie sind bisher aber hinsichtlich ihrer Verwendung und Aussagekraft bei Kindern nur unzureichend untersucht. Somit ist ihre Eignung für Patienten mit AHF Gegenstand vieler Forschungsprojekte. Ein zweites spannendes Feld ist die Kombination verschiedener Bildgebungsverfahren zur besseren anatomischen Darstellung im Sinne der sog. Image-Fusion. So liefern beispielsweise CMR-Datensätze in Fusion mit angiografischen Darstellungen im HK zusätzliche Informationen hinsichtlich der Gewebetextur. Alternativ können zukünftig CMR-fähige Führungsdrähte zu invasiven Druckmessungen im MRT verwendet werden, um dann nicht nur Morphologie und Fluss, sondern auch Druckwerte und somit Gefäßwiderstände ohne Röntgenstrahlung zu berechnen.

Die Bildgebung AHF umfasst ein Spektrum zwischen Feten mit geschätzten 300 g im Mutterleib bis zum übergewichtigen älteren mehrfach voroperierten Erwachsenen. Die deutlich gebesserte Prognose der Patienten durch eine exzellente chirurgische und interventionelle Therapie wird unterstützt durch große technische Fortschritte der bildgebenden Untersuchungsverfahren, kompetente und spezialisierte kardiologische Bildgeber sowie gute interdisziplinäre Behandlungskonzepte für die Patienten. ■■

Literatur beim Autor.

| www.hdz-nrw.de |

# NEUER MEHRWERT IN DER 16-ZEILEN-CT

16-Zeilen-CTs sind wahre Talente: Sie gehören einerseits zu den etablierten Routine-CTs, welche den Großteil der klinischen Anforderungen bewältigen, und bieten andererseits ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis.

■ Toshiba Medical geht einen besonderen Weg. Normalerweise werden herausragende CT-Spezifikationen für die Oberklasse entwickelt. Obwohl Toshiba in der 16-Zeilen-CT-Klasse erfolgreiche Low-Dose-CTs anbietet, wurde auch hier die Entwicklung vorangetrieben. So entstand eine völlig neue 16-Zeilen-CT-Plattform: der Aquilion Lightning. Bewährte Spezifikationen wurden übernommen, wie z.B. die marktkleinste 0,5-mm-Detektorelemente oder die besonders gute Niedrigkontrastauflösung.

## 78 cm Gantryöffnung

Andere Features wurden weiterentwickelt und übertreffen alle anderen CTs der Klasse: 78 cm Gantryöffnung eines 16-Zeilen-CT für die Radiologie sind einzigartig, das bietet nur der neue Toshiba CT. Das bedeutet mehr Freiraum für Patienten und Radiologen: Patienten profitieren von der großen Gantryöffnung. Und bildgesteuerte Interventionen werden für den Arzt vereinfacht, weil der Handhabung mit Instrumenten mehr Platz während des Eingriffs bleibt.

## Neuer Detektor: nochmals bis zu 40% weniger Dosis

Insbesondere Detektoren wurden von allen CT-Herstellern gleichermaßen in den letzten Jahren weiterentwickelt, doch meist nur für die High-End-CTs. Der besondere Anspruch Toshibas besteht jedoch darin, Innovationen möglichst vielen Patienten und Anwendern zugänglich zu machen, damit sie davon profitieren – insbes. bei Routine-CTs, die einen Großteil der Untersuchungen ausmachen. Der neue Pure-ViSION-Detektor wird mit einem völlig neuartigen Fertigungsprozesses hergestellt und von einem Laser in seine Elemente geteilt. Neuartig ist das Septum, welches aus einem reflektierenden Material produziert und zwischen den Elementen eingebracht



Abb. 1: Der Aquilion Lightning feierte seine Weltpremiere auf dem ECR 2015 in Wien. Direkt auffallend ist die 78 cm große Gantryöffnung – die weltweit größte in dieser CT-Klasse.

wird. So wird das Licht, welches vom Detektor produziert wird, nicht vom Septum des Elementes absorbiert, sondern reflektiert, was das Signal im Vergleich zum Vorgängerdetektor verstärkt. Das verstärkte Signal führt zu einer höheren Effektivität des neuen Detektors: Mit bis zu 40% weniger Dosis kann gearbeitet werden, um auf das gleiche klinische Ergebnis zu kommen.

## Besonderheit: Metallartefakt-reduktion

Metallartefakte, die z.B. durch Zahnfüllungen, Implantate oder Coilings hervorgerufen werden, haben in der Vergangenheit die CT-Bildgebung erschwert oder die Diagnose unmöglich gemacht, sog. Aufhärtungsartefakte haben die Bildgebung empfindlich gestört. Auch in der MRT können Metalle komplett zur Auslöschung des umliegenden Bereiches führen. Die Single-Energy-Metall-Artefakt-Reduktion SEMAR wurde von Toshiba für die High-End-CTs entwickelt und wird auch für den Aquilion Lightning angeboten. SEMAR kann für die Darstellung von Metallen und des umliegenden Gewebes eingesetzt werden, z.B. bei radiologischen, orthopädischen oder neuroradiologischen Fragestellungen. Über alle Scanlängen werden Metallartefakte signifikant reduziert, sodass die Stellung der Diagnose einfacher und sicherer wird.

## Vierte Generation der iterativen Dosisreduktion

Die neue Adaptive Iterative Dosisreduktion AIDR 3D Enhanced, ist im neuen Aquilion Lightning allgegenwärtig. Sie ist die vierte Generation der iterativen Dosisreduktion von Toshiba und verbessert die Bildqualität

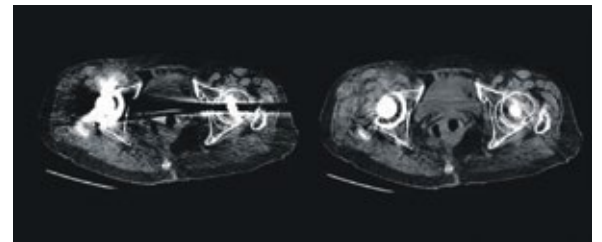


Abb. 2: Erstmals in der 16-Zeilen-CT: die SEMAR-Metallartefaktreduktion. Im oberen Bild stören die CT üblichen Aufhärtungsartefakte noch die Diagnosefindung. Im rechten SEMAR-Bild wurden diese Artefakte signifikant reduziert.



Abb. 3: Iterative Dosisreduktion bereits im Scanogramm: Der iterative Rekonstruktionsalgorithmus wurde nochmals optimiert und ist nun auch während des Scanogramms verfügbar.

und die Hochkontrastauflösung nochmals signifikant. AIDR 3D arbeitet in den Roh- und Bilddaten gleichermaßen und führt zu einer Dosisreduktion von bis zu 75% in der Routine – bei allen Patienten, selbst bei Trauma-CTs, wo es auf eine hohe Rekonstruktionsgeschwindigkeit ankommt. AIDR 3D macht es dem Anwender besonders einfach. Die Anzahl der benötigten Rekonstruktionen werden von der Software anhand der vom Anwender vorgegebenen Bildqualität selbst bestimmt. Die Anwender können sich nun sicher sein, immer die maximale Bildqualität bei minimaler Dosis zu erhalten. Überlegungen, ob nicht doch ein anderer Level der iterativen Dosisreduktion sinnvoll gewesen wäre, brauchen nicht angestellt zu werden. Es verbleibt ein hoher einheitlicher Qualitätsstandard der radiologischen Bildgebung.

Schon während des Scanogramms zur Planung der CT-Untersuchung sowie während des Bolustrackings wird die benötigte Dosis mit der iterativen Dosisreduktion minimiert. Selbst bei bildgesteuerten Interventionen, wo es auf eine besonders schnelle „Real-Time-Rekonstruktion“ ankommt, wird die Dosis mit AIDR 3D Enhanced deutlich reduziert.

## Weniger Dosis - mehr Kontrast

Für eine effektive Dosisreduktion ist es über die mA-Modulation und Minimierung hinaus von großer Bedeutung, auch die Röhrenspannung (kV) weitestgehend zu reduzieren. Sure kV setzt in Abhängigkeit von der vorgegebenen Bildqualität und dem Röhrenstrom die Spannung der Röntgenröhre selbstständig, individuell abhängig vom Patienten. Dies reduziert Röntgendosis einerseits, erhöht dabei gleichzeitig aber auch den Kon-

trast bei Kontrastmittel-Scans, wie z.B. Angiografien. So kann auch die Menge an Kontrastmittel gemindert werden, um den Patienten zu schonen.

## Organ-Effective-Dose-Modulation schont empfindliche Regionen

Die Dosismodulation ist in der CT etabliert – Toshiba geht noch einen Schritt weiter und bietet die neue Organ-Effective-Dose-Modulation an, die den Direkt-Röntgenstrahl um 60% reduziert, um sensible Organe, wie zum Beispiel die Mamma, besonders zu schonen. Das Besondere dabei ist, dass die Dosis von der der entgegengesetzten Seite, an der auch empfindliche Regionen wie z.B. das Rückenmark liegen, keiner höheren Exposition ausgesetzt sind.

## Röntgenröhre mit 20% mehr Leistung

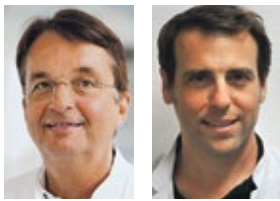
Auch erhält der Aquilion Lightning eine neue Röntgenröhre mit 20% mehr Leistung im Vergleich zum Vorgängermodell: 5.0 Mega-Heat-Unit (MHU) stehen nun dem Anwender zur Verfügung. Dies dient dem Patientendurchsatz, da die Röntgenröhre eine größere Wärmespeicherkapazität hat und somit weniger Zeit für die Kühlung benötigt. Effizienz und Workflow werden gleichermaßen verbessert. ■

Andreas Henneke  
Leiter Produktbereich CT, Toshiba Medical Systems  
Andreas.Henneke@toshiba-medical.eu  
www.toshiba-medical.de

Deutscher Röntgenkongress:  
Halle H, Stand D.11.1 / D.11.2

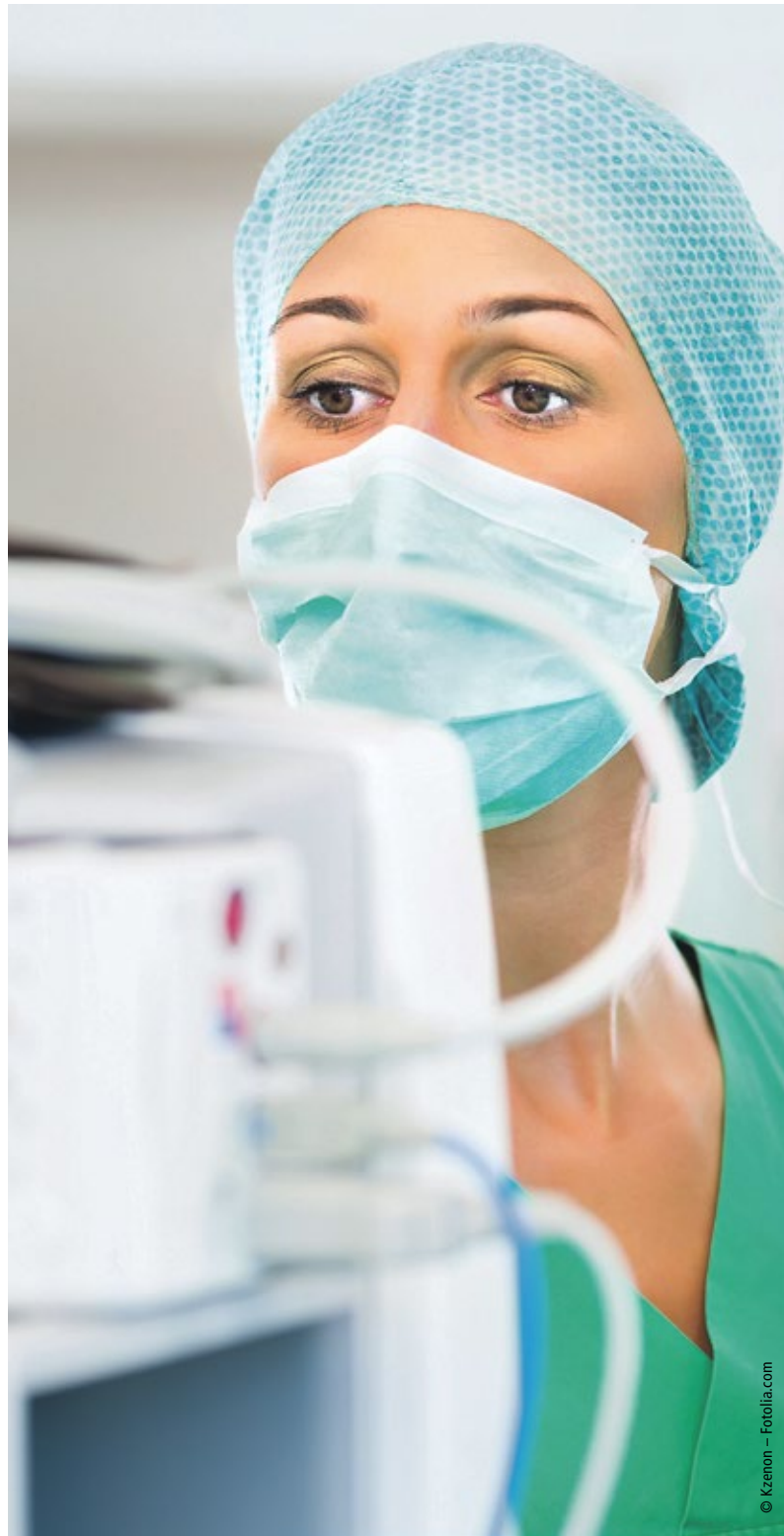
# PLANUNG UND STEUERUNG MINIMAL- INVASIVER METHODEN

Interventionell – radiologische, bildgestützte Eingriffe nehmen einen immer größeren Stellenwert in der Behandlung von Tumoren in verschiedenen Organsystemen ein.



Prof. Dr. Thomas Kahn und  
Dr. Michael Moche, Klinik für Diagnostische  
und Interventionelle Radiologie, Department  
für Bildgebung und Strahlenmedizin,  
Universitätsklinikum Leipzig

■ Durch den minimalinvasiven Charakter dieser Therapien sind vor allem relativ kurze Behandlungszeiten und Krankenhausaufenthalte sowie eine insgesamt geringere Komplikationsrate möglich. Patienten, denen eine solche Behandlung angeboten wird, werden im Vorfeld in interdisziplinären Fallkonferenzen nach genauen Richtlinien ausgewählt. Dabei spielt bei der Indikationsstellung nicht nur die Tumorerkrankung, sondern insbesondere auch die Gesamtkonstitution des Patienten eine wichtige Rolle. Zum Beispiel gibt es viele Patienten, die aufgrund ihres eingeschränkten Allgemeinzustandes für einen offenen chirurgischen Eingriff nur schlecht geeignet sind, einen minimalinvasiven Eingriff aber gut tolerieren können. Ein entscheidender Vorteil der bildgestützten radiologischen Verfahren ist eine sehr sichere Kontrolle (z.B. mittels Computertomografie, Ultraschall oder Magnetresonanztomografie) der eingeführten Instrumente – wie z.B. Sonden –, die mittels Radiofrequenz- oder Mikrowellenenergie zu einer Verkohlung von Tumorgewebe führen (Radiofrequenzablation – RFA oder Mikrowellenablation – MWA). Durch die präzise Bildsteuerung wird einerseits eine gezielte Zerstörung der bösartigen Läsionen inkl. Sicherheitssaum, unter weitgehender Schonung gesunder Strukturen, erreicht. Andererseits können mögliche Komplikationen



während des Eingriffs sehr früh erkannt werden, um damit schwerere Nebenwirkungen vermeiden zu können. Zwei EU-geförderte Verbundprojekte beschäftigen sich intensiv mit der Optimierung verschiedener dieser bildgesteuerten Therapieverfahren. Ein internationales Konsortium aus Medizinern, Softwareentwicklern, Informatikern und Ingenieuren entwickelt eine Softwareumgebung, mit

der minimalinvasive Tumorthera-  
pien durch verbesserte Visualisierung,  
Planung und Simulation individuell  
für jeden Patienten vorbereitet und  
überwacht werden sollen. Ein zusätz-  
liches computerbasiertes Trainings-  
verfahren ermöglicht die hochspezia-  
lisierte Ausbildung des Personals. Die  
Forschungsgruppe um Dr. Michael  
Moche des Arbeitsbereiches für Inter-  
ventionelle Radiologie der Klinik für

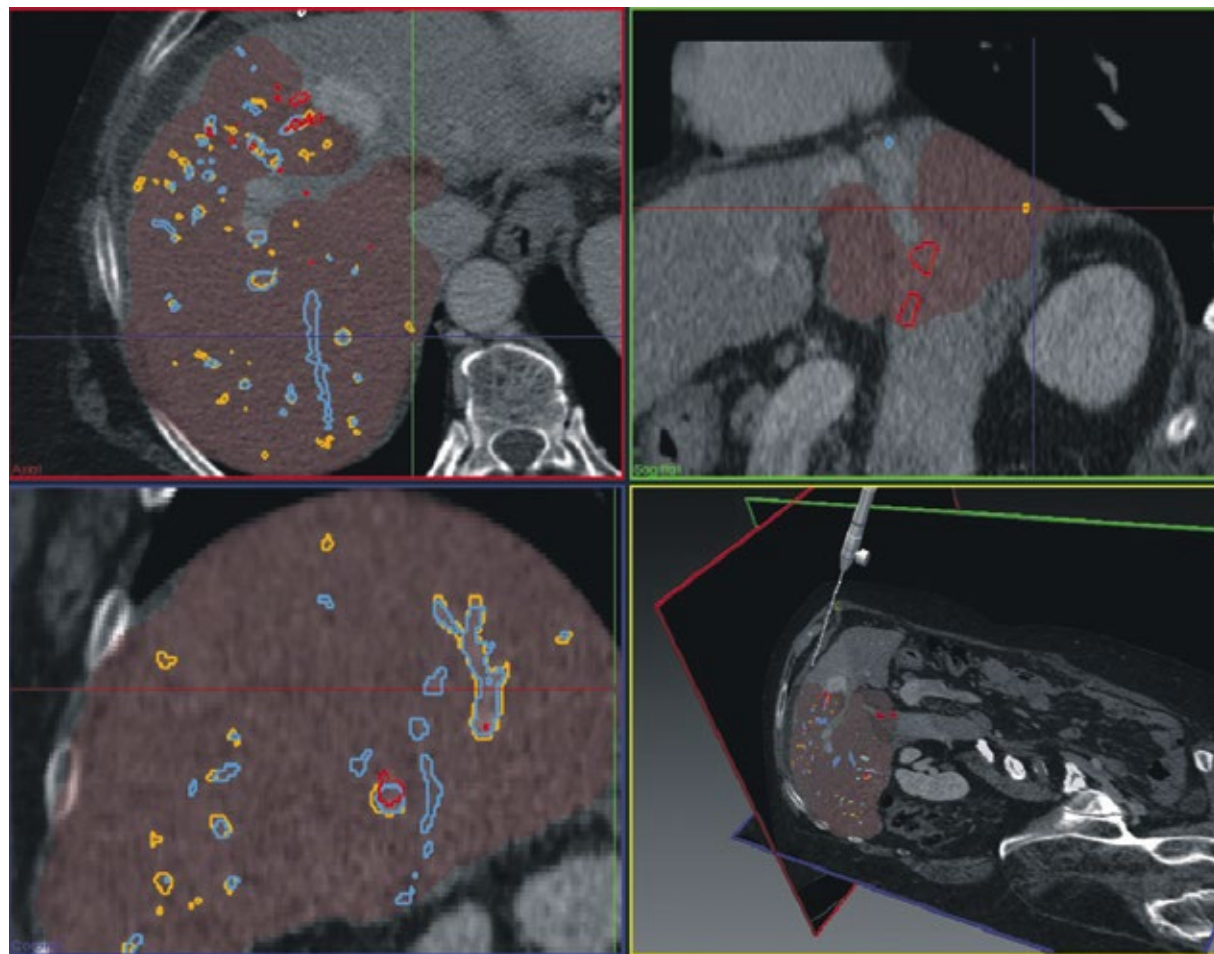
Diagnostische und Interventionelle  
Radiologie des Universitätsklini-  
kums Leipzig (Direktor: Prof. Thomas  
Kahn) koordiniert den medizinischen  
Teil dieser Projekte.

## ClinicIMPACT

Die Radiofrequenzablation (RFA) ist eine klinisch gut etablierte, minimalinvasive Methode, die unter anderem sehr häufig zur Behandlung von primären, also lebereigenen, und sekundären (z.B. Metastasen von Kolonkarzinomen) Lebertumoren eingesetzt wird. Nach perkutaner Platzierung der RFA-Nadel wird der Tumor hierbei über Elektroden thermisch, also durch Hitze, verödet (abladiert).

Aufgrund der individuellen Verhältnisse und Tumoreigenschaften (Tumorgröße, Lage und Gefäßumgebung) lässt sich der Verlauf der Ablation jedoch oft nicht exakt vorhersagen bzw. planen. Im Rahmen des internationalen Verbundprojektes ClinicIMPACT (Clinical Intervention Modelling, Planning and Proof for Ablation Cancer Treatment) mit medizinischen und technischen Partnern aus Deutschland, Holland, Österreich, Finnland und Irland wird eine Software entwickelt, die die CT-gesteuerte RFA der Leber unterstützen soll. Das Ziel dieser Studie besteht darin, eine Software zu entwickeln und in einer klinischen Studie zu evaluieren, die durch eine präzise Simulation auf Basis individueller, patientenspezifischer Daten hilft, die Planung und letztlich das Therapieergebnis zu optimieren. Dabei wird ausgehend von CT-Daten ein patientenspezifisches Modell errechnet (basierend auf Leber- und Gefäßanatomie, Tumorgröße und -lage), welches nicht nur ein anatomisches 3-D-Modell der Leber beinhaltet. Es wird auch ein physiologischer Parameter, die leberspezifische Durchblutung (Perfusion), erfasst. Dieser funktionelle Parameter beeinflusst insbesondere bei thermischen Verfahren wie der RFA die Größe und Form des behandelten Areals, was durch Kühleffekte (Heat-Sink-Effekt) bedingt ist. Dies führt z.B. bei Patienten mit manifester Leberzirrhose häufig zu unerwarteten Formen und Größen des abladierten Areals. Auf Grundlage dieser Daten wird anschließend (u.a. durch die Simulationssoftware) die Größe und Form der Ablationszone so genau wie möglich durch die

Simulationssoftware prognostiziert. Klinisches Ziel ist es, durch Vermeidung zu großer Läsionen Komplikationen zu verringern und zu kleiner Läsionen der Neuentstehung von Tumoren entgegenzuwirken. Durch die präzisere Planung könnte ein weiterer Effekt, nämlich die Verkürzung der Behandlungszeit im CT und damit auch ein Reduktion der Exposition von Röntgenstrahlung für Arzt und Patient, resultieren. Die Funktionalität und der klinische Nutzen dieses Systems werden im Rahmen einer multizentrischen, prospektiven klinischen Studie evaluiert. Die Genauigkeit der Vorhersage wird anhand eines Vergleichs der Simulationsergebnisse mit den echten Läsionsgrößen in den Verlaufskontrollen nach RFA bestimmt. Am Ende des Projekts soll zum einen eine klinisch validierte und anwenderfreundliche Software zur Verfügung stehen. Diese erlaubt interventionell tätigen Ärzten eine optimierte Vorbereitung und Durchführung von RFA-Prozeduren der Leber. Zum anderen kann diese Software eine neue Ausbildungsqualität für unerfahrene Nachwuchsärzte bieten. Weitere Informationen unter <http://www.clinicimpact.eu>.



Software-Lösung (RFA-Planner) zur Visualisierung und Therapieplanung sowie Simulation des Tumolvolumens. Segmentierung des Leberparenchyms (dunkelrot), der Lebergefäße (blau, orange) und Darstellung des Zugangsweges (Bild unten rechts) mit RFA-Sonde

## GoSmart

Auch das GoSmart-Projekt (A Generic open-end Simulation environment for minimally invasive cancer treatment) beschäftigt sich mit der Simulation von bildgestützten interventionell-radiologischen Tumorablationen.

Im Gegensatz zu ClinicIMPACT handelt es sich bei dem GoSmart-Projekt um die Entwicklung einer Softwareumgebung, die die Auswahl zwischen verschiedenen perkutanen interventionellen Ablationsverfahren ermöglichen soll. Neben der RFA werden auch andere, neuere Verfahren wie zum Beispiel die Cryo- und Mikrowellenablation als weitere thermische Ablationsverfahren, aber auch die irreversible Elektroporation als primär nicht-thermische Methode implementiert. Außerdem soll das System durch seinen generischen, standardisierten Aufbau auch zukünftige Verfahren aufnehmen können. Aktuell existiert als evidenzbasierte Entscheidungsgrundlage für die Wahl der Methode lediglich eine Leitlinie zur Anwendung der RFA bei hepatozellulären Karzinomen in frühen Tumorstadien. Darüber hinaus erfolgt die Auswahl der Modalität neben der Kenntnis spezifischer Vor- und

Nachteile der einzelnen Verfahren im Hinblick auf patientenspezifische Parameter vordergründig aufgrund persönlicher Erfahrungen des interventionellen Radiologen und der Verfügbarkeit vor Ort. Die Analyse der verschiedenen Methoden ergab allerdings wesentliche Übereinstimmungen, die die Grundlage für die Entwicklung einer gemeinsamen Simulationsumgebung im Rahmen von GoSmart bilden. Umfragen unter interventionellen Radiologen haben in der Vergangenheit den Bedarf an einem solchen softwaregestütztem Decision-Support-System zur Selektion des optimalen Ablationsverfahrens unter Berücksichtigung der patientenspezifischen Situation ergeben.

Auch GoSmart ist als internationales Verbundprojekt organisiert und vereint medizinische und technische Forscher aus Deutschland, Österreich, Finnland, England, Irland und Holland. In ähnlicher Weise wie bei ClinicIMPACT wird aus vorhandenem Bildmaterial (CT oder MRT) ein patientenspezifisches 3-D-Modell erstellt. Neben der Leber können hier auch Lunge und Niere modelliert werden

und deren Organ- und Gefäßanatomie, Tumorgöße und -lage präzise dargestellt werden. Unter anderem soll hierbei auch eine Registrierung der realen Nadelposition auf das segmentierte Bildmaterial erfolgen. Auf Grundlage dieser und weiterer patienten- und prozedurbezogener Daten wird anschließend unter Verwendung ablationsspezifischer mathematischer Modelle eine Simulation der resultierenden Ablationsläsion errechnet, welche dem interventionellen Radiologen anzeigt, ob der Tumor vollständig erfasst wurde und ob ggf. „kritische Strukturen“ wie benachbarte Blutgefäße mit im Ablationsareal enthalten sind. Als weiterer wichtiger Arbeitsschritt wird eine Validierung der generierten Ergebnisse anhand der realen Ablationen eine möglichst hohe Genauigkeit der Simulationen sicherstellen. Perspektivisch soll eine Kreuzvalidierung der einzelnen Methoden anhand der eingeschlossenen Patientendaten möglich sein. Dies dient dann der Findung einheitlicher Standards bzw. von Leitlinien für die Wahl der optimalen Ablationsmethode. Dem interventionellen Therapeu-

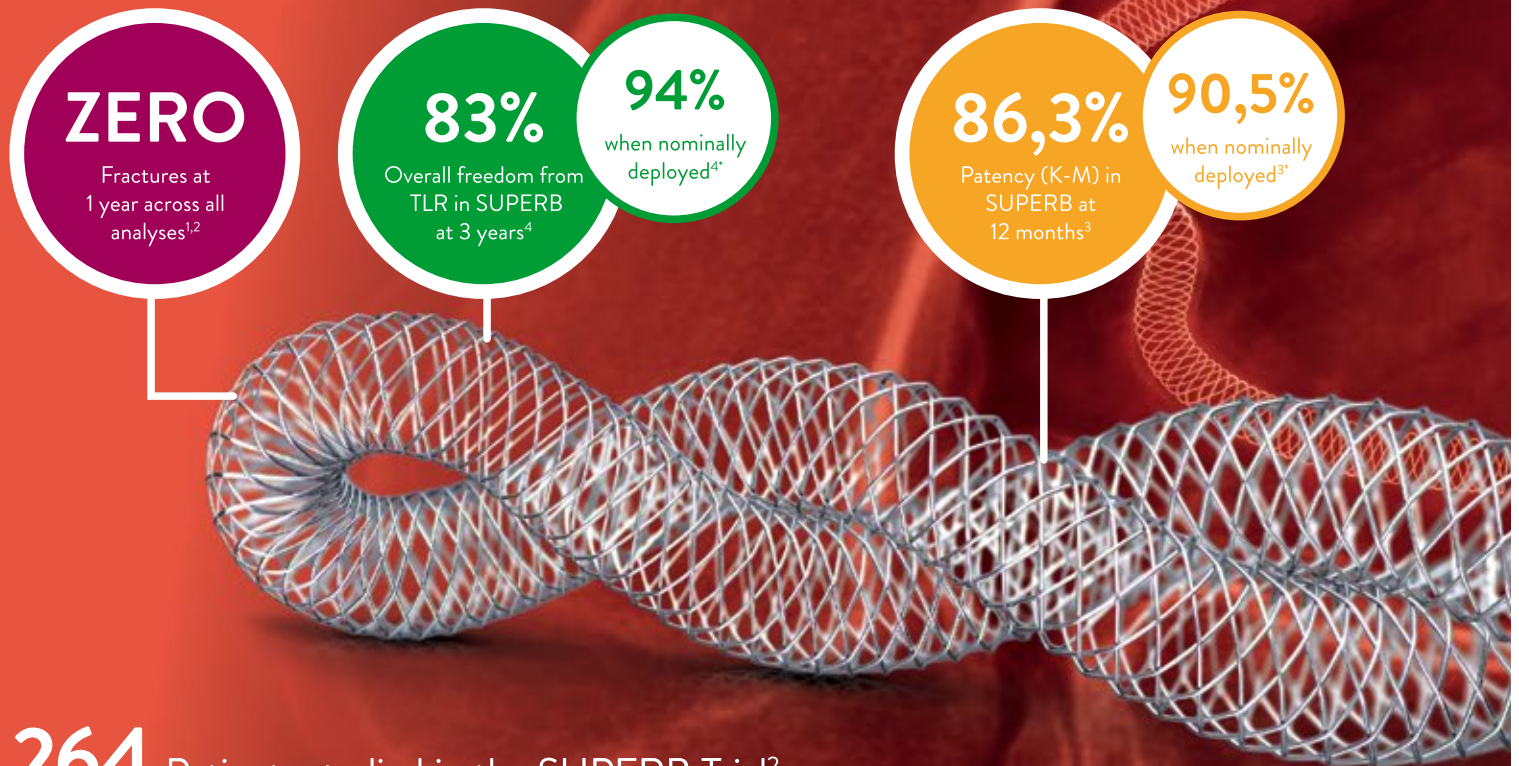
ten erleichtert die Zuhilfenahme der Simulationssoftware, den bestmöglichen patientenspezifischen Behandlungsansatz auszuwählen.

Der Anwender soll in der Lage sein, mit eigenen Patientendaten die verschiedenen Arbeitsschritte selbstständig durchzuführen. Außerdem wird ein umfangreiches Archiv mit anonymisierten Patientendaten von echten Behandlungen in verschiedenen Organbereichen und mit unterschiedlichen Methoden zur Verfügung gestellt. Damit kann die Funktionalität des Systems auch ohne eigene Daten eingehend getestet werden. Diese gut dokumentierte Fallsammlung soll insbesondere die Ausbildung von jungen Ärzten verbessern und Kollegen aus anderen Fachbereichen die Möglichkeiten der minimalinvasiven, interventionellen Tumortherapie illustrieren (siehe auch weiterführende Informationen unter [www.gosmart-project.eu](http://www.gosmart-project.eu)). ■■

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

# SUPERA Peripheral Stent System

## Excellent Clinical Outcomes at 3 Years



**264** Patients studied in the SUPERB Trial<sup>2</sup>

**>1,100** Real-world patients analyzed worldwide in 7 retrospective analyses<sup>1</sup>

1. 1,152 patients analyzed retrospectively, see Scheinert, et al., Real world perspectives of treating complex SFA-Pop lesions, Results from the SUPERA-500 (including Leipzig SFA, Leipzig Popliteal and S500 LL) Registry, LINC 2013, 495 patients; Goverde, et al., AURORRA Registry: Experience with high radial force interwoven nitinol stents in femoropopliteal arteries, LINC 2013, 117 patients; Molenaar, et al., Interwoven self-expanding nitinol stents for long complex SFA and popliteal lesions CWZ, LINC 2012, 178 patients; Goltz, et al., Endovascular Treatment of Popliteal Artery Segments P1 and P2 in Patients with Critical Limb Ischemia, J Endovasc Ther 2012;19:450-456, 40 patients; Chan, et al., HK Single-centre Results of Femoro-popliteal Revascularization using Helical Interwoven Nitinol Stents, LINC 2013, 75 patients; Pacanowski, et al., RESTORE: Interwoven Stents in the Real World, The Initial United States Experience with the Use of the Supera Stent in the SFA and Popliteal Artery, LINC 2013, 147 patients; Kovach, R., SAKE, Supera Interwoven Nitinol Stent Outcomes in Above-Knee Interventions: A Single Center Experience, LINC 2013, 100 patients.  
2. Garcia, L., Rosenfield, K., et al. SUPERB Pivotal IDE Trial, 12-Month Results, TCT 2012.  
3. Data on file at Abbott Vascular.  
4. SUPERB Pivotal IDE Trial; Garcia, L., VIVA 2014, 3 year data represents 1080 days.

\* When deployed at ±10% of nominal length

SUPERA is an Abbott Vascular (IDEV) sponsored study.

SUPERA is a trademark of the Abbott Group of Companies. Please contact your local representative for more information. Abbott Vascular International BVBA, Park Lane, Culliganlaan 2B, 1831 Diegem, BELGIUM. Tests performed by and data on file at Abbott Vascular. All drawings are artist's representations only and should not be considered as an engineering drawing or photograph. Photo(s) on file at Abbott Vascular. Products intended for use by or under the direction of a physician. Prior to use, it is important to read the package insert thoroughly for instructions for use, warnings and potential complications associated with use of this device. Information contained herein is for distribution for Europe, Middle East and Africa ONLY. Please check the regulatory status of the device before distribution in areas where CE marking is not the regulation in force. For more information, visit our website at [abbottvascular.com](http://abbottvascular.com)  
© 2015 Abbott. All rights reserved. 2-EH-2-4982-01 02-2015

**VASCULAR**



# INNOVATIONEN AUF DEM RÖNTGEN-KONGRESS

In ganz Europa sieht sich die Medizin erheblichen wirtschaftlichen und demografischen Herausforderungen gegenüber: eine alternde Bevölkerung, steigende Inzidenz von übertragbaren Krankheiten und die Notwendigkeit einer höheren Produktivität.

■ GE Healthcare hält an seinem Engagement fest, dem klinischen Bedarf nach immer mehr Effizienz und Flexibilität, noch klareren Bildern und einer besseren Konnektivität gerecht zu werden. Den Deutschen Röntgenkongress in Hamburg vom 13.05. bis 16. Mai nutzt GE Healthcare, um seine Innovationen in Europa vorzustellen. Zu den Highlights gehören folgende neue GE Produkte:

## Revolution CT: CT-Diagnostik auch bei besonders herausfordernden Patienten

Mit dem Revolution CT von GE kann das Herz in nur einem einzigen Herzschlag untersucht werden. Die Bildqualität wird mit dem intelligenten Bewegungsalgorithmus SnapShot Freeze optimiert. Damit wird eine Konvergenz von räumli-

cher und zeitlicher Auflösung, Abdeckung und niedriger Strahlendosis erreicht – in einem einzigen System. Der Scanner kombiniert eine kompromisslose Bildqualität mit vielseitigen klinischen Einsatzmöglichkeiten, um einen höheren Durchsatz an Untersuchungen erzielen zu können. Mit dem Revolution CT geht GE den Weg der Low Dose-Technologie konsequent weiter, z.B. durch Innovationen wie den neuen großformatigen Gemstone Clarity-Detektor, einem speziellen 70 kVp Scan-Modus für pädiatrische Untersuchungen, und ASiR-V, einer Technologie der iterativen Rekonstruktion der nächsten Generation von GE Healthcare.

## SIGNA MR kehrt nach Europa zurück: Leisere Untersuchungen, niedrigere Kosten

1983 stellte GE SIGNA das weltweit erste 1,5-Tesla-Hochfeld-MRT-System vor, das fortan zum Synonym für Innovation wurde. Die neuesten Systeme, SIGNA Creator und SIGNA Explorer 1,5 T, können zur Senkung der Betriebskosten beitragen, während sie gleichzeitig herausragende diagnostische Möglichkeiten bieten. Mit einem im Vergleich zu den Systemen früherer Generationen bis zu 34% niedrigeren Energieverbrauch ermöglichen es die automatisierten Arbeitsabläufe den Ärzten, zerebrale und Ganzkörper-Diffusions-Bildgebungsverfahren in nur wenigen Schritten auszuführen.

Highlight des 3,0 T Wide Bore MRT SIGNA Pioneer\* ist MAGiC (Magnetic Resonance Image Compilation): eine neuartige Aufnahmetechnik, mit der sechs Kontraste (T1, T2, STIR, T1 FLAIR, T2 FLAIR und Spindichte) in einer einzigen Aufnahme erzeugt werden. Zusätzlich können die Kontraste der Messung sogar nachträglich verändert und optimiert werden.

GE Healthcare stellt auch SIGNA PET/MR vor, das die 3-Tesla-MRT-Bildgebung mit der neuesten GE PET-Technologie kombiniert. Die MR-Technologien können den Patientenkomfort weiter erhöhen, die Effizienz durch innovative Bildgebungsverfahren steigern und die Gesamtkosten eines eigenen Hochfeld-MRT senken.

## Discovery IGS 740: Unabhängig von Schienen

Der Discovery IGS 740 ist ein mobiles Angiographiesystem, das speziell konzipiert wurde, um die Effizienz klinischer Prozesse im OP zu erhöhen und zugleich Bildgebung in hervorragender Qualität zu liefern. Bei diesem freistehenden System werden Arbeit oder Mobilität im OP nicht unnötig durch Boden- oder Deckenstrukturen eingeschränkt. Da die Bildgebung zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Eingriffs erfolgen kann, können Operationsräume flexibler genutzt werden, als es früher mit fest montierten Bildgebungssystemen möglich war. Dank des weitreichenden C-Bogens mit großzügiger Öffnung und

dedizierten Armbildgebungspositionen lässt sich die gewünschte Anatomie einfach und ungehindert von der rechten oder linken Seite abbilden.

## Optima XR646: Vereinfachung und Ergänzung der Röntgenuntersuchung

Das neueste digitale Radiographie-System von GE Healthcare, Optima XR646, kommt insbesondere auch mit stark adipösen Patienten zurecht. Der stabile Tisch trägt bis zu 319 kg schwere Patienten mit nahezu unbegrenzter Leistungskapazität oder Leistungsreserve. Er kann in acht verschiedene Richtungen bewegt und für einen einfachen Zugang auf bis zu 50 cm Höhe über dem Boden gesenkt werden. Zukunftsweisende Verfahren wie die Autotracking-Funktion und das automatische Einfügen des Bildes auf dem Wandstativ helfen dabei, die Produktivität zu steigern. Der neue Touchscreen-Monitor unterstützt die Radiologieassistenten bei der Lieferung schneller Ergebnisse.

## Healthcare IT: Kooperative Behandlungsnetzwerke fördern eine qualitativ hochwertige Behandlung

Es ist von grundlegender Wichtigkeit, dass sowohl die klinischen als auch die nicht-klinischen Systeme, welche die Bewegungen des Patienten auf dem klinischen Behandlungspfad bestimmen, vollständig miteinander verbunden sind. GE Healthcare ermöglicht solche kooperativen Behandlungsnetzwerke und trägt zu einer weitaus patientenorientierteren Behandlung bei. So wird der Fall dem am besten geeigneten Experten zugeteilt und eine qualitativ hochwertige Behandlung gefördert. Dies steigert die Produktivität durch eine Reduzierung unnötiger Reisen der Ärzte zwischen den Kliniken. ■■

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

\* CE Konformitätsbewertungsverfahren läuft derzeit. Kann nicht in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen werden, bevor das Konformitätszertifikat (CE-Kennzeichnung) ausgestellt wurde.



SIGNA Pioneer\*, der 3.0 Tesla-Magnetresonanztomograph von GE Healthcare.

Deutscher Röntgenkongress:  
Halle H, Stand A.01



# MULTIMODALE VISUALISIERUNG UND ANALYSE

Software-Werkzeuge erleichtern die Nachbearbeitung und Auswertung ständig wachsender Bilddatenmengen.

Christian Backert, Business Manager EICI  
DACH Philips Healthcare, Hamburg

Die radiologische Abteilung ist im Krankenhaus der Ort, an dem der medizinisch-technische Fortschritt den unmittelbarsten Einfluss auf die Arbeitsprozesse ausübt. Die bildgebenden Systeme werden immer komplexer, und sie erzeugen eine ständig wachsende Menge von 2D-, 3D- oder 4D-Bilddaten in immer höheren Auflösungen. Für die tägliche Arbeit der Radiologen bedeutet das in erster Linie mehr nutzbare Informationen für Diagnose und Therapie. Es bedeutet aber auch erheblich mehr Aufwand beim Handling, der Verwaltung und dem Austausch der Bilddaten.

Damit die von verschiedenen Modalitäten gelieferten Bildinformationen optimal genutzt werden können, sind heute leistungsfähige Software-Werkzeuge verfügbar, mit denen die Nachbearbeitung der Bilddaten vereinfacht und ihre modalitätenübergreifende Auswertung ermöglicht wird. Ziel beim Einsatz dieser Werkzeuge ist es,

- die Nachbearbeitung, Analyse und Quantifizierung der Bilder zu erleichtern,
- das Potential der verfügbaren Bildgebungssysteme voll auszuschöpfen,
- schnellere und sicherere Diagnosen zu ermöglichen und
- den Zugriff auf Bilddaten durch Kollegen und die Kooperation mit ihnen zu erleichtern.

## Client-Server-Technik spart Rechenaufwand

Der Beitrag beschreibt die Möglichkeiten aktueller Software-Werkzeuge für die Bildgebung am Beispiel der Client-Server-Anwendung Philips IntelliSpace Portal. Diese Lösung nutzt moderne Informationstechnologie, um den radiologischen Workflow zu optimieren. Dazu sammelt sie die Bilddaten von CT-, MR-, MI-,

US, Röntgen- und Cardvascular-Systemen verschiedener Hersteller auf einem zentralen Server, bereitet sie dort anwendungsspezifisch auf und überträgt die Anzeige über eine geschützte LAN- oder Breitband-Internetverbindung an Client-PCs im Krankenhaus-Netzwerk oder auch außerhalb des Hauses. Die rechenintensive Verarbeitung der Bilddaten findet komplett auf dem Server statt. Die Clients stellen die Daten lediglich dar – in einer einheitlichen Umgebung, orts- und zeitunabhängig und bei Bedarf auch gleichzeitig auf verschiedenen Rechnern.

Je nach Fall können Anwender dabei unterschiedliche Werkzeuge und Applikationspakete nutzen, die sie gezielt bei ihrer Arbeit unterstützen. Das beginnt bei der Bildnachverarbeitung, die in der Regel zahlreiche wiederkehrende und oft sehr zeitaufwendige Aufgaben umfasst. Mit seinen von Philips „Zero-Click-Technologie“ genannten Preprocessing-Funktionen startet das System sofort, wenn eine neue Studie auf dem Server gespeichert wird (also noch vor dem ersten Öffnen durch den Anwender), die automatische Bildverarbeitung, z.B. Knochenentfernung, passende Bildoptimierungen und Segmentierungen. Der Durchsatz kann damit je nach Anwendung um bis zu 80% verbessert werden.

## Schnellere Diagnosen

Darüber hinaus unterstützt Philips IntelliSpace Portal eine wachsende Palette von klinischen Anwendungen durch spezifische Funktionen. So können die Anwender damit bequem CT-Bilder von Trauma-Patienten nachverarbeiten und befunden – das System unterstützt sie (u.a.) bei der Beurteilung des Schweregrades der Traumata. Für die CT- und MRT-Angiografie stehen multimodale AVA-Funktionen (Advanced Vessel Analysis) für die detailgenaue Gefäßdarstellung und -segmentierung und die Beurteilung und Quantifizierung von Stenosen zur Verfügung. Dazu gehören etwa eine automatische Mittellinie für große Gefäße und das Ausblenden störender Knochenstrukturen. Zudem hilft die Software, die Stent-Planung zu beschleunigen – von gewöhnlich 30 bis 45 Minuten auf nur noch fünf Minuten.



Visualisierung und Analyse überall mit IntelliSpace Portal

Werkzeuge für MR-Anwendungen optimieren z.B. automatisch den Bildkontrast bei dynamischen MR-Studien oder Multi-Echo-MR-Daten, unterstützen die Analyse von Diffusionseigenschaften (ADC, eADC und FA), ermitteln automatisch passende Voreinstellungen für die Analyse von Daten aus der Protonenspektroskopie oder helfen bei der Visualisierung und Quantifizierung des dynamischen Blutflusses anhand von QFlow-Daten. Für die Nuklearmedizin bringt das IntelliSpace Portal unter anderem eine benutzerfreundliche Anzeige- und Analyseumgebung für die modalitätenübergreifende klinische Beurteilung von planaren MI-Untersuchungen sowie von SPECT-, SPECT/CT-, PET/CT- und PET/MR-Untersuchungen mit.

## Multimodale Bildgebung

Die Verwendung unterschiedlicher Modalitäten im diagnostischen Prozess stellt den Arzt vor die besondere Herausforderung, Bildinformationen von Geräten verschiedener Hersteller zu integrieren. Das IntelliSpace Portal bietet nicht nur die Möglichkeit, Bilddatensätze verschiedener Modalitäten auf einer konsistenten Anzeigenumgebung darzustellen und zu bearbeiten. Es erleichtert auch den gezielten Vergleich verschiedener Untersuchungsergebnisse. Dazu bietet es verschiedene Verfahren für die automatische oder manuelle Registrierung (punktgenaue Überlagerung) von Bildern

unterschiedlicher Modalitäten. Anwendungsspezifische Viewer können je nach Anforderung verschiedenste Bilddaten und spektroskopische Daten, 2D- oder 3D-Segmentierungen flexibel kombinieren. Ein Beispiel ist das Werkzeug „Multi Modality Tumor Tracking“, das anhand von sequenziellen PET/CT-, SPECT/CT-, MR- oder CT-Untersuchungen die Überwachung von Statusveränderungen bei soliden Tumoren und eine einfache Quantifizierung des Therapieerfolgs nach WHO, RECIST 1.0, RECIST 1.1, Choi, ADC, PERCIST und mRECIST ermöglicht.

## Webgestützte Kooperation

Diagnose und Behandlung sind Team-Arbeit. Deshalb beinhaltet das IntelliSpace Portal auch Funktionen, die die abteilungs- oder einrichtungsübergreifende Zusammenarbeit mit Kollegen unterstützen. Dazu gehört ein Werkzeug für die webgestützte Kooperation, mit dem Bildbefunde und Ansichten über einen einfachen Webbrowser geteilt und zugänglich gemacht werden können. So können die Teilnehmer einer Besprechung (telefonisch oder per Live-Chat) von verschiedenen Standorten aus miteinander kommunizieren und dabei über den webbasierten Viewer die gleiche Live-Ansicht des Bildes betrachten. ■■

| www.philips.de |

Deutscher Röntgenkongress:  
Halle H, Stand A.10

# IMPLEMENTIERUNG INNOVATIVER GERÄTE-TECHNIK IN DER RADIOONKOLOGIE

Der demographische Wandel in Deutschland stellt unsere Gesellschaft vor immer größere ökonomische Herausforderungen.

Dr. René Pahl, Klinik für Radioonkologie, Karl-Lennert-Krebszentrum, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel

■ Der nachfolgende Artikel soll die Chancen und Herausforderungen neuer Technologien in der Radioonkologie in den kommenden Jahrzehnten reflektieren.

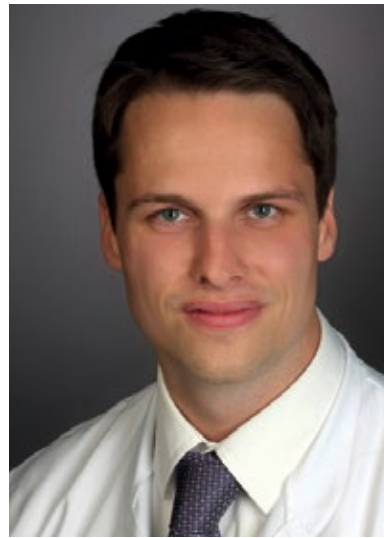
## Krebs im demographischen Wandel

In den kommenden 35 Jahren wird die Bevölkerung in Deutschland gegenüber dem Jahr 2005 um 16,6% schrumpfen. Simultan setzt ein zunehmender Alterungsprozess unserer Bevölkerung ein. Der Einfluss auf das Gesundheitssystem wird dabei die künftigen Generationen vermehrt belasten. Im Jahr 2012 stiegen in Deutschland die Gesundheitsausgaben erstmals über 300 Mrd. €. Damit betragen die Gesundheitsausgaben 11,3% des Bruttoinlandsproduktes. Eine zeitgemäße Bedarfsplanung in allen Strukturen unseres sozialen Versicherungssystems wird zukünftig eine noch zentralere Rolle spielen. Die Veränderung der Altersstruktur hat zudem weitreichenden Einfluss auf onkologische Erkrankungen.

Mit 477.300 neuen Krebsfällen im Jahr 2010 spielen in Deutschland Krebserkrankungen eine große Rolle. Statistisch erkrankt jeder zweite Mensch (Männer 51%; Frauen 43%) im Leben an einer Krebserkrankung. In einer eigenen Berechnung nach der Methode von Pritzkeleit et al. wäre im Jahr 2040 mit einem Anstieg der neuen Tumorerkrankungen um 24% auf 603.062 zu rechnen. Durch den häufig erst späten Altersgipfel der meisten onkologischen Erkrankungen hat der demografische Wandel den größten Einfluss auf diesen Anstieg. Dieser würde sich beim Prostatakrebs und Darmkrebs am stärksten auswirken. Eine bedarfsgerechte und effektive Therapie von Tumorerkrankungen ist daher von größter Bedeutung.

## Technik und Kosten

Im Jahr 2008 entstanden für onkologische Diagnosen im stationären Sektor Kosten in Höhe von 15,5 Mrd. €. Diese stellen so einen Anteil von derzeit ca. 6% der DRG's in Deutschland dar und sind aufgrund des Altersdurchschnitts und Komorbiditäten ein Wachstumsmarkt. Die drei Säulen der Onkologie werden aus Chirurgie, medikamentöser Tumortherapie und der Radioonkologie gebildet. Eine Kombination dieser Säulen stellt meist die effektivste Therapie dar und ist häufig der Standard. Zwischen 50–60% aller Krebspatienten erhalten im Verlauf ihrer Therapie eine Bestrahlung. Der Bereich der Radioonkologie ist besonders in den vergangenen 20 Jahren einem rasanten Wandel der Tech-



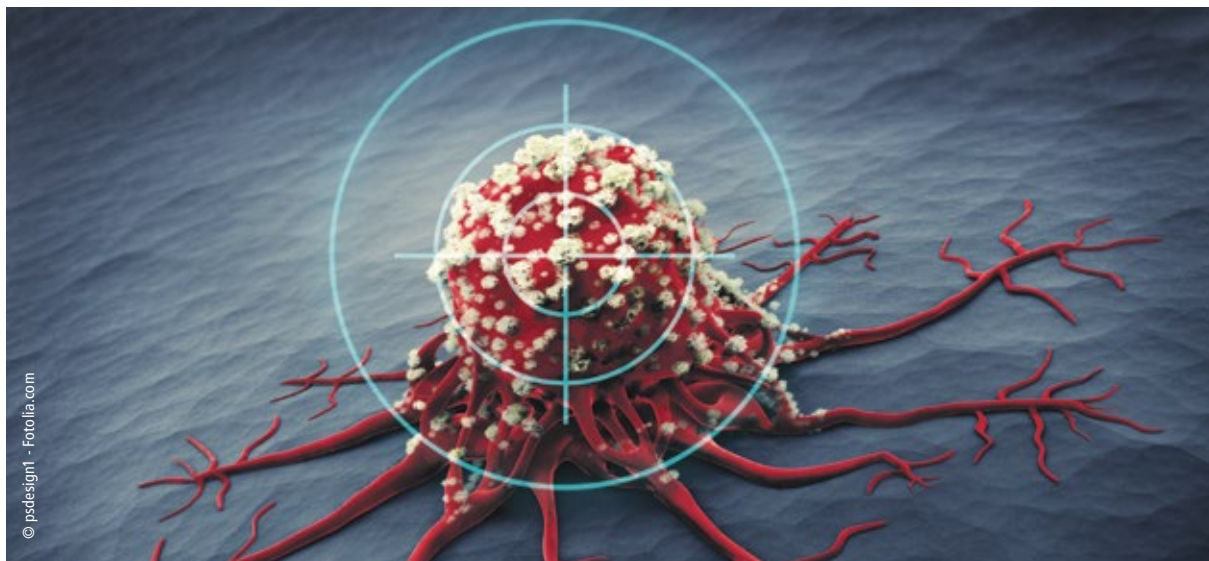
Dr. René Pahl, Master of Hospital Management (MaHM), Qualitätsmanagement-Beauftragter/ DRG-Beauftragter

nik unterworfen gewesen. Neue noch genauere Bestrahlungsformen wie die intensitätsmodulierte Radiotherapie (IMRT), die bildgeführte Radiotherapie (IGRT), die Radiochirurgie (Stereotaxie) und die Partikeltherapie nahmen Einzug. Diese Verfahren konnten in erster Linie die akuten und chronischen Nebenwirkungen erheblich reduzieren und die lokale Kontrolle nach einer Radiotherapie erhöhen und zum Teil die Langzeitüberlebensrate signifikant verbessern. Ein Review von Solda et al. konnte zeigen, dass beim nicht kleinzelligen Bronchialkarzinomen (NSCLC) Stadium I das 2-Jahres-Gesamtüberleben bei 70% für die stereotaktische Behandlung und bei 68% in der Gruppe der operativen Therapien lag. Dieses deutet bereits eine Gleichwertigkeit

zwischen operativen und radiochirurgischen Verfahren bei ausgewählten Indikationen an. Gleiches gilt für die Partikeltherapie. Hier werden geladene Teilchen (Protonen und Hadronen) in einem Zyklotron oder Synchrotron beschleunigt und Krebszellen effektiver getötet sowie durch die physikalischen Eigenschaften der Partikeltherapie das gesunde Gewebe noch besser geschützt. So können Tumore, die aufgrund der Nähe zu empfindlichen Organen weder durch chirurgische Verfahren noch der konventionellen Radioonkologie zugänglich waren, eine effektive Therapie erhalten. Das Risiko für Zweitmalignome wird außerdem reduziert, wovon insbesondere Kinder profitieren. Auf der anderen Seite ist mit diesen Therapieformen ein steiler Anstieg der Kosten verbunden. Eine tabellarische Aufteilung (Tab. 1) in sechs Kategorien (1–3 konventionelle Therapie und 4–6 neue Therapieverfahren) zeigt deutlich, dass im europäischen Raum die Kosten für eine IMRT/Stereotaxie um den Faktor 2,9 und für eine Partikeltherapie bis zu den Faktor 4,8 teurer sind, als die herkömmliche Therapie.

## Besteht Bedarf an neuen Geräten?

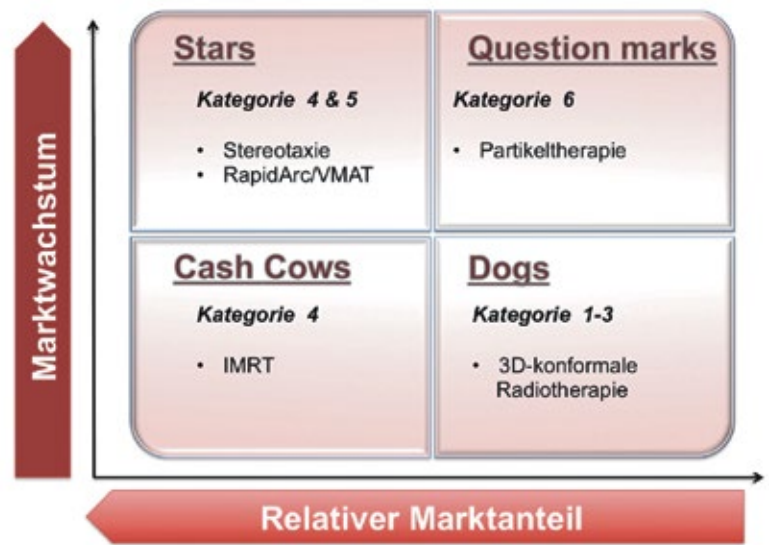
Doch wie sieht der aktuelle Bestand von radioonkologischen Therapiegeräten (Linearbeschleuniger) in Deutschland aus? Eine Studie um das Forscherteam von Dr. Eduardo Rosenblatt attestierte Deutschland eine Unterversorgung von 20% mit 6,5 Linearbeschleunigern pro 1 Mio. Einwohner. Damit läge Deutschland im europäischen Vergleich nur auf einem mittleren Platz (besten: Dänemark (9,7), Finnland (8,3) und die Schweiz (9,4)). Die hypothetisch angenommene Unterversorgung von radioonkologischen Geräten in Deutschland muss an dieser Stelle jedoch kritisch hinterfragt werden. Nicht unbeachtet bleiben sollte, dass Deutschland noch immer innerhalb Europas in absoluten Zahlen die meisten Geräte und zweitens ebenfalls die meisten Zentren aufweist (Tab. 2). Patienten haben so meist nur Anfahrten von unter 50 km. Behandlungszeiten in der Radioonkologie können sich bis zu sieben Wochen belaufen. Daher ist eine kurze Anfahrt zu radioonkologischen Zentren/Praxen ein Qualitätsmerkmal der Lebensqualität von Patienten. Durch



	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3	Kategorie 4	Kategorie 5	Kategorie 6
<b>Eigenschaften</b>	Einfache Bestrahlungen mit kurzen Bestrahlungen unter 15 Fraktionen.	Neue Tumorerkrankung, die nicht in Kategorie 3), 4) oder 5) fallen	3D-konformale Bestrahlungen erhalten haben, Mantelfelder, Craniospinale Axen, und Kinder.	IMRT-Techniken	Stereotaxie-Techniken	Partikeltherapien
<b>Geräte</b>	Standardbeschleuniger und Cobal-Megevolt Teletherapiegeräte	Standardbeschleuniger	Standardbeschleuniger	Moderne Beschleuniger mit z.T. Rapid Arc und VMAT oder Tomotherapie	(Moderne Beschleuniger), Cyberknife, vero	Protonen oder Hadronen Beschleuniger
<b>Kosten-Analyse</b> (Faktorsteigerung)	0,3	1	1,7	2,9		4,8

Tab. 1.: Einteilung der radioonkologischen Gerätetechnik in sechs Kategorien. Erweiterte Darstellung nach Slotman et al. 2013

die Zertifizierung von Onkologischen Zentren ist bekannt, dass Wartezeiten für Patienten in Deutschland eher die Ausnahme darstellen, welches ebenfalls durch Prof. Dr. Dunst und Prof. Dr. Wenz, Sprecher der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie, bestätigt wird. Der Vorteil vieler Zentren und Praxen in Deutschland könnte sich zukünftig auch zu einem ökonomischen Nachteil auswirken. Deutschland steht nach Rosenblatt mit 1,8 Geräten pro Zentrum in Kontrast zu den Niederlanden mit 5,8 Geräten (Stand 2010) pro Zentrum. Die Niederlande konnten durch eine Zentralisierung die Reinvestitionszyklen von Linearbeschleunigern drastisch senken, was auf den hiermit verbundenen positiven Skaleneffekten beruht. In früheren Studien konnte gezeigt werden, dass ein Zentrum mit min. 1.000-1.200 Patienten pro Jahr signifikant seine durchschnittlichen Kosten pro Patient senken konnte. Bei durchschnittlich 435 Patienten pro Geräte wären in Deutschland daher viele Standorte mit nur 1-2 Geräten betriebswirtschaftlich im Nachteil. Dieses bildet sich folglich auch im noch erhöhten Betriebsalter einiger Linearbeschleuniger ab. Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, wird die Linearbeschleunigerzahl in Deutschland auf 592 Geräte eingeschätzt. Genauere Daten sind aufgrund eines fehlenden staatlichen Registers und dem Industriegeheimnisses in Deutschland schwer zu erheben. Eine Vielzahl von Beschleunigern wurde in den letzten drei Jahren erneuert, welche bereits die durchschnittliche Nutzungsdauer von 8-15 Jahren überschritten hatten. Nach Schätzungen



Einschätzung der Entwicklung der Gerätetechnik über die kommenden 10 Jahre anhand einer Portfolioanalyse.

müssten weitere 100 Geräte in der nächsten Zeit folgen.

### Das finanzielle Risiko

In der heutigen Zeit repräsentieren die Linearbeschleuniger in der Radiologie noch immer die „Cash

Cows“ und bieten ein breites Behandlungsspektrum bei adäquater Preisleistung an. Die Frage stellt sich daher, warum bei Investitionen vermehrt an die „Stars und Questionsmarks“ gedacht werden sollte. Viele Investoren scheuen den Erwerb dieser neuen Technologien, aufgrund der an-

fänglich hohen Kosten und den zu Beginn noch geringen Patientenzahlen.

Nicht nur in der Technologie hat sich ein schneller Wandel vollzogen, sondern auch bei dem Patienten von heute hat sich einiges verändert. Sie sind heute äußerst versiert und durch Freunde, das Internet und Broschüren/Selbsthilfegruppen sehr gut informiert. Durch das in Deutschland geltende Solidaritätsprinzip und der damit verbundenen Vollversicherung, die den Versicherten nicht mit den monetären Konsequenzen empfangener Leistungen konfrontiert, ergibt sich das Moral-Hazard-Phänomen der modernen Verfahren. Frei nach dem gängigen Motto „neu ist besser“ würden die meisten Patienten sich für die neuesten und vorteilhaften Strahlentherapieverfahren entscheiden. Die damit verbundenen Kosten im Gesundheitssystem würden dramatisch ansteigen. Dies begründet derzeit die Aufnahmebarriere in das aktuelle Leistungsspektrum der GKV'en. Die Wirtschaftlichkeit der neuen Therapieverfahren in der Radioonkologie korreliert analog den konventionellen Linearbeschleunigern mit der Patientenzahl und mit den behandelten Indikationsspektren. Wenn jedoch dedizierte Systeme voll ausgelastet werden könnten, liegen Hinweise vor, dass diese sogar kostengünstiger sein könnten.

**„Wettbewerb ist mehr und mehr eine Frage richtiger Beherrschbarkeit von Zeit. Nicht die Großen fressen die Kleinen, sondern die Schnellen überholen die Langsamen“**

(Eberhard von Kuenheim (\*1928).

Damit verbunden bildet sich im deutschen Gesundheitsmarkt ein immer stärkerer Wettbewerb um Patienten ab und neue Technologien könnten zunehmenden Einfluss auf Patientenströme nehmen. Berücksichtigt man den eingangs erwähnten demographischen Wandel in Deutschland, wäre jetzt der optimale Zeitpunkt in eine nachhaltige neue Technologie zu investieren, damit bei steigenden Fallzahlen und sinkenden Budget der Krankenkassen nicht der richtige Zeitpunkt zur Implementierung innovativer Technologien verpasst wird. Ein staatliches Anreizsystem mit entsprechender Allokation der neuen Technologien wäre damit ein wesentlicher Baustein für die weitere onkologische Therapie und dessen Sicherung für die folgenden Generationen. ■■

| [www.uksh.de/strahlentherapie.html](http://www.uksh.de/strahlentherapie.html) |

	2011		2012		2013	
	n**	(%)	n	(%)	n**	(%)
Linearbeschleuniger	541				592	
Praxen/MVZ	160	29,6			199	33,6
Krankenhäuser	253	46,8	254		261	44,1
Universitätsklinik	128	23,7	129		132	22,3
Tomogeräte	9	1,7			16	2,7
Cyberknife	3	0,6			9	1,5
Partikeltherapien*	4	0,7			5	0,8
<b>Radioonkologen</b>			1054			
<b>Medizinphysik Experten</b>			771			
<b>Medizinisch Technische Assistenten</b>			1558			

\*RPTC-München (2009), WPE-Essen(2013), Helmholtz-Zentrum-Berlin (1998), GSI-Darmstadt (1997), HIT-Heidelberg (2009), Dresden (2014)

\*\*-Klahre-AS (2013). Strahlentherapie – runderneuert – für den wachsenden Bedarf. Medscape Deutschland.

Tab. 2: Verteilung der Bestrahlungsgeräte in Deutschland

# MODERNE BILDGEBUNG FÜR NOTFALLPATIENTEN

Ein Polytrauma ist definiert als gleichzeitig entstandene Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, wobei wenigstens eine Verletzung oder die Kombination aus mehreren Verletzungen lebensbedrohlich ist.



Prof. Dr. Niels Zorger, Radiologie und Neuro-radiologie, Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg

Die Computertomografie des polytraumatisierten Patienten stellt die entscheidende Säule in der Diagnostik und Therapieentscheidung von Unfallopfern dar. Gerade diese schwer verletzten Patienten stellen an das Notfallteam große fachliche und organisatorische Anforderungen. Wichtig ist eine möglichst frühe und vollständige Evaluation aller Diagnosen, um möglichst rasch nach dem Unfall mit der Behandlung beginnen zu können. Je früher die Therapie erfolgt, umso besser sind die Überlebenschancen für den Patienten. Die radiologische Diagnostik spielt dabei eine essentielle Rolle.

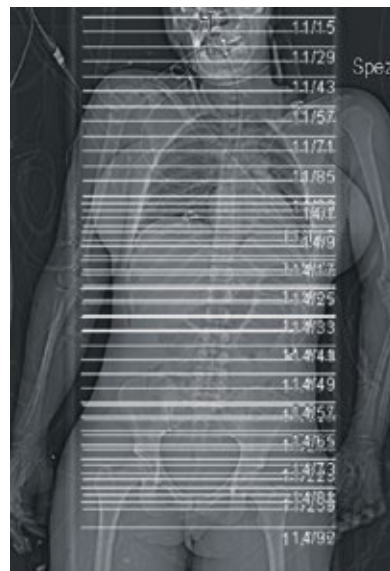
## Polytrauma-Diagnostik mit einem 2x128-Zeilen-Computertomografen

Während vor 10 Jahren das Nativröntgen des Thorax, der Wirbelsäule und der Skelettknochen noch die oft zeitaufwendige Standardmethode bei Traumapatienten darstellte, hat sich die Diagnostik in den letzten Jahren revolutionär gewandelt. Durch die rasche technische Entwicklung der Multidetektor-Computertomografie, bei der im Vergleich zu früher einer Detektorzeile mittlerweile im gleichen Zeitraum bis zu 256 Detektorzeilen erfasst werden, lassen sich hochauflösende Schnittbilder der verletzten Patienten in kürzester Zeit anfertigen.

Gesteigert werden kann die zeitliche Auflösung noch zusätzlich durch die Verwendung von zwei anstatt einer Röntgenröhre. Dabei werden die beiden Strahler versetzt zur Bilderstellung verwendet und damit die Geschwindigkeit deutlich gesteigert. Mit dieser Technik, wie sie im Notfallzentrum der Barmherzigen Brüder in Regensburg vom Institut für Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin betrieben wird, erreicht man die bislang höchste Scangeschwindigkeit in der Computertomografie, kombiniert mit einer extrem hohen Ortsauflösung, also einer sehr genauen Darstellung feiner Strukturen. Durch die hohe Untersuchungsgeschwindigkeit von unter einer Sekunde, z.B. für die Darstellung des Brustkorbes, ist es erstmals möglich, Untersuchungen anzufertigen, ohne den Atem anzuhalten. Dies bringt gerade bei Kindern, die im Rahmen eines Kindernotfallzentrums mitversorgt werden, bei älteren Patienten und vor allem bei schwer verletzten oder intensivpflichtigen Notfallpatienten deutliche Vorteile. Unter optimalen Bedingungen kann sogar bei einer Aufnahmezeit von 0,6 Sekunden und weniger eine CT des Brustkorbes in „Herzstillstand“ erfolgen, indem man zwischen zwei Herzschlägen mithilfe einer EKG-Ableitung die Untersuchung durchführt. Durch die hohe Scan-Geschwindigkeit des Computertomografen ist es möglich, einen Untersuchungsbereich mit einer Länge von 2 m ohne Unterbrechung darzustellen. Somit lassen sich mögliche Verletzungen von Kopf bis zu den Füßen in einer einzigen Untersuchung in ca. fünf Sekunden diagnostizieren.

## Bauliche Umstrukturierung verbessert Versorgung der Polytraumapatienten

Neben der hohen Geschwindigkeit des Gerätes an sich sind auch bauliche Umstrukturierungen im Umfeld unerlässlich, um eine optimale Versorgung der Polytraumapatienten in möglichst kurzem Zeitfenster zu ermöglichen. Durch einen kompletten Umbau der Abteilungsstrukturen der Notaufnahme und der anliegenden Radiologie im Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg werden die schwer verletzten Patienten direkt vom „Schockraum“ in den unmittelbar angrenzenden CT-Raum ver-



20-jährige Patientin nach schwerem Verkehrsunfall.

**Links:** Topogramm (Übersichts-Scan) des Bereichs der Patientin, der im CT-erfasst wird. **Rechts:** Rekonstruktion des Polytrauma-CT mit Darstellung der Verletzungen (Rippenfrakturen und Einriss der Leber).



bracht, ohne das Notfallzentrum zu verlassen. Durch die im Vergleich zu früheren Computertomografen größere Öffnung (Gantry) des Gerätes lassen sich die beatmeten und mit vielen Infusionsschläuchen und Überwachungskabeln versehenen Patienten leichter umlagern und untersuchen. Die Möglichkeit, auch mit den Füßen voran untersucht zu werden, erleichtert und beschleunigt den Anschluss an die Überwachungsmonitore und das Beatmungsgerät. Durch eine in der Region einzigartige spezielle Traumatischeplatte lassen sich auch adipöse Patienten mit einem Gewicht von bis zu 300 kg untersuchen.

Nach dem einmaligen Umlagern des Patienten wird die gesamte diagnostische Abklärung mit einer Trauma-Computertomografie durchgeführt. Dabei werden mögliche Verletzungen des Schädels, der Wirbelsäule, des Brust- und des Bauchraums sowie des Beckens und gegebenenfalls auch der Extremitäten vollständig erfasst und in verschiedenen Bildebenen rekonstruiert (s. Abb.). Durch die zusätzliche Kontrastmittelapplikation können im Gegensatz zu der Ära vor Verwendung des Polytrauma-CT aktive Blutungen, Verletzungen der inneren Organe und der Gefäße schnell und sicher erfasst werden. Die Befundung erfolgt unmittelbar durch den

Radiologen in Zusammenschau mit den Unfallchirurgen und Notfallmediziner. Nach Abschluss der Untersuchung kann der Patient direkt in den Operationssaal oder auf die Intensivstation verlegt werden. Die Bilder und der mit einem Spracherkennungsprogramm verfasste Befundtext sind unmittelbar digital vor Ort verfügbar.

## Strahlenbelastung der Patienten

Ein möglicher Nachteil der kompletten Abklärung aller Verletzungen in der Computertomografie ist die potentiell erhöhte Strahlenbelastung der Patienten. In diesem Zusammenhang wird versucht, mit unterschiedlichen technischen Innovationen diese auf das absolute Minimum zu reduzieren. So kann durch die aufgrund der zwei Röntgenröhren sehr schnelle Rotation und durch den schnellen Tischvorschub die Dosis bei vertretbarem Bildeindruck minimiert werden. Zusätzlich können durch spezielle Blenden und einer gezielten Verringerung der Strahlung bei der Erfassung von strahlungsempfindlichen Körperbereichen, wie z.B. der weiblichen Brust, die Strahlenbelastung weiter reduziert werden. ■■

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

# VOM OP ZUM HYBRIDRAUM

Mobile C-Bögen bieten eine kosten- und platzsparende Alternative für den Hybrid-OP.

■ Mit der steigenden Anzahl an endovaskulären Eingriffen und Möglichkeiten wird ein Hybridraum für deutsche Kliniken immer wichtiger. Was aber tun, wenn ein Krankenhaus nicht über die räumlichen Voraussetzungen oder die finanziellen bzw. personellen Ressourcen verfügt, um einen Hybrid-OP zu installieren?

Genau dieser Frage hat sich Dr. Peter Goverde, Chefarzt des Krankenhauses Antwerpen, Belgien, gewidmet. Seine These: Ein mobiler C-Bogen – kombiniert mit dem passenden OP-Tisch – kann die Lösung sein. Um dies herauszufinden, hat er über ein Jahr hinweg fünf verschiedene C-Bogen-Modelle und vier OP-Tische getestet. Sein eindeutiges Urteil: Die Kombination aus dem C-Bogen Ziehm Vision RFD Hybrid Edition und dem Stille-ImagiQ2-OP-Tisch bietet die ideale Alternative zu einem festinstallierten Hybridraum.

Ziehm Vision RFD Hybrid Edition mit einem Flat-Panel von 30 cm x 30 cm ist mit seiner Motorisierung in vier Achsen ideal für komplexe Eingriffe im Hybrid-OP, wie beispielsweise in der interventionellen Kardiologie sowie Kardio- und Gefäßchirurgie geeignet. Per Joystick-Modul kann der Operateur das Isozentrum festlegen, um das sich das Gerät konzentrisch bewegt. Das Assistenzsystem Distance Control unterstützt den kontaktfreien Kollisionsschutz, indem es die motorisierte Bewegung in der Nähe des Patienten verlangsamt und das Gerät unmittelbar zum Stillstand bringt, bevor es eine definierte Sicherheitszone erreicht. Mit einer 25-kW-Generatorleistung liefert der C-Bogen gestochen scharfe Bilder. Die aktive Flüssigkeitskühlung (Advanced Active Cooling) garantiert dabei, dass der Generator die Betriebstemperatur hält und nicht überhitzt. Dies gewährleistet zuverlässige Bildgebung ohne Unterbrechung selbst bei langwierigen Eingriffen.

## Warum Ziehm Vision RFD 3D?

- Kosteneffizient
- Platzsparend
- Flexibel und mobil
- In weniger als zehn Minuten einsatzbereit
- Optionale 3-D-Bildgebung für Orthopädie, Traumatologie und Wirbelsäulenchirurgie



Abb. 1: Ziehm Vision RFD 3D: Der einzige 3D C-Bogen mit Flat-Panel Technologie, der über ein Sichtfeld mit einer Kantenlänge von 16 cm verfügt.

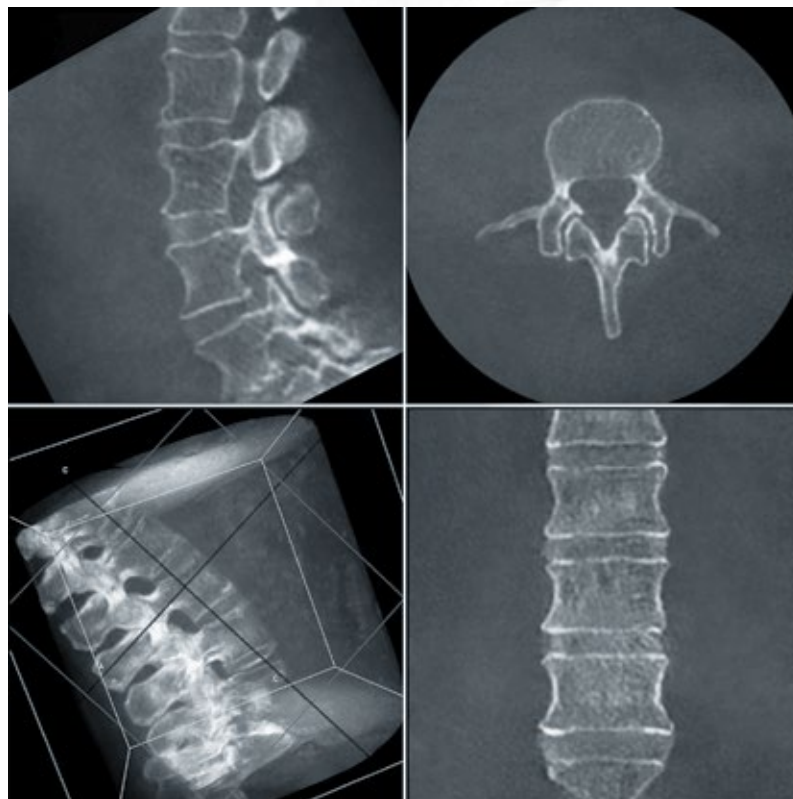


Abb. 2: Gestochen scharf: 3-D-Rekonstruktion der Wirbelsäule mit Ziehm Vision RFD 3D

In Kombination mit dem Stille-ImagiQ2-OP-Tisch, dem Mavig-Strahlenschutz-Deckensystem und dem Mallinckrodt-Injektor verwandelt der leistungsstarke C-Bogen jeden normalen OP in einen Hybridraum.

## Mobilität und Flexibilität machen im Notfall den entscheidenden Unterschied

Ein Notfall, bei dem ein 46 Jahre alter belgischer Hafenarbeiter zwischen zwei Schiffscontainern eingeklemmt worden war, hat Dr. Goverde

in der Wahl des C-Bogens von Ziehm Imaging als Hybridraum-Lösung bestärkt. Angesichts des hypovolämischen Schocks des Patienten war höchste Eile geboten. Dr. Goverde entschied sich daher, einen anderen Eingriff zu verschieben. Ziehm Vision RFD Hybrid Edition und der Stille-ImagiQ2-OP-Tisch waren bereits in einem der OP-Säle des Krankenhauses Antwerpen im Einsatz. In weniger als zehn Minuten konnte das Team den neuen OP für den hypovolämischen Patienten vorbereiten – und das inklusive Abbau, Transport

und Systemneustart des C-Bogens. „Der Fall des Hafenarbeiters belegt die Bedeutung von flexiblen, mobilen Bildgebungs- und Behandlungssystemen in der Notfallversorgung“, so Goverde. „Diese können den entscheidenden Unterschied machen, wenn es darum geht, bestmögliche Ergebnisse für den Patienten zu erzielen.“

## 3-D-Bildgebung der Zukunft

Den nächsten Schritt in der flexiblen, mobilen Bildgebung im OP bietet Ziehm Vision RFD 3D, der seit Kurzem im deutschen Markt verfügbar ist. Mit einem 30 cm x 30 cm Flat-Panel sowie kombinierter 2-D- und 3-D-Funktionalität ermöglicht der leistungsstarke mobile C-Bogen bestmögliche intraoperative Kontrolle für eine große Bandbreite an Eingriffen – von der Orthopädie, Traumatologie und Wirbelsäulenchirurgie bis hin zu anspruchsvollen kardiovaskulären Hybrideingriffen. Dabei liefert Ziehm Vision RFD 3D das größte 3-D-Bildvolumen auf dem Markt und bildet bis zu sieben Wirbelkörper in einem 3-D-Volumen ab.

Zur Erstellung des 3-D-Datensatzes nutzt es die patentierte SmartScan-Technologie. SmartScan ist die Kombination aus zwei linearen Bewegungen mit einer Orbitalrotation: Diese Eigenentwicklung liefert 180° Bildinformation jeglicher anatomischer Strukturen. Die vollmotorisierte Bewegung um den Patienten generiert einen kompletten 3-D-Datensatz inkl. Volumendarstellung und multiplanarer Rekonstruktion.

Mit seiner Grundfläche von 0,8 m<sup>2</sup> setzt Ziehm Vision RFD 3D Maßstäbe in der intraoperativen Bildgebung: Er ist 30% leichter als andere 3-D-C-Bögen und bis zu 60% leichter als alternative mobile Bildgebungssysteme; so lässt sich das Gerät je nach Eingriff einfach im OP positionieren und bei Bedarf manuell von einem OP zum nächsten transportieren.

Der eigens entwickelte Algorithmus ZIR (Ziehm Iterative Reconstruction) minimiert Fächer- und Metall-Artefakte in den 3-D-Rekonstruktionen und sorgt für eine deutlich besser erkennbare Anatomie. ■■

Ziehm Imaging GmbH, Nürnberg  
www.ziehm.com

# SCHLAGANFALLTHERAPIE

Durch Level-1-Evidenz beginnt eine neue Ära der mechanischen Rekanalisation des akuten Schlaganfalls.

Prof. Dr. Ansgar Berlis,  
Klinik für diagnostische Radiologie und  
Neuroradiologie, Klinikum Augsburg

■ Der Februar 2013 sollte eine Zäsur und ein rabenschwarzer Monat für die endovaskuläre Schlaganfallsbehandlung werden. Nachdem im New England Journal of Medicine (NEJM) drei negative Publikationen (IMS III, MR RESCUE und SYNTHESIS) erschienen, wurde die Methode von Vielen totgesagt. Es kam anders: Im Dezember 2014 und im Februar 2015 erschienen drei Studien im NEJM, die nun eine Überlegenheit gegenüber der alleinigen IV-Lyse zeigen. Nach Mr. CLEAN aus Holland zeigten ESCAPE aus Kanada und EXTEND IA aus Australien sowie die im Februar bei der Internationalen Stroke Conference in Nashville, TN, vorgestellte SWIFT-Prime-Studie einheitlich spektakuläre Ergebnisse, die die Überlegenheit der mechanischen Lyse beim akuten Schlaganfall unterstrichen.

Der Schlaganfall ist neben dem Herzinfarkt der häufigste Notfall in der Notaufnahme. Viele Schlaganfallsymptome bilden sich in kurzer Zeit partiell oder komplett zurück. Von einer endovaskulären Schlaganfalltherapie könnten in Deutschland jährlich ca. 10.000 schwere Schlaganfälle profitieren, wenn sie, nach aktuellster Studienlage mit Level-1a-Evidenz, rechtzeitig durch eine mechanische Thrombusentfernung aus der Hirnarterie behandelt würden.

Die endovaskuläre Therapie hat sich innerhalb der letzten 35 Jahre zunächst langsam und in den letzten fünf Jahren rasant weiterentwickelt.

## Studienlage zu Rekanalisationsbehandlung bis 2013

Nach wie vor ist die Rekanalisationsrate der wichtigste Faktor für einen guten klinischen Verlauf. Viele bis 2013 publizierte Ergebnisse konnten zwar mit hohen Rekanalisationsraten aufwarten, die sich aber nicht in guten klinischen Verläufen widerspiegelten. Dies war bereits in den FDA-Zulassungsstudien in den USA für das Absaugsystem Penumbra oder das Thrombektomiesystem Merci zu erkennen.

In der IMS-III-Studie erfolgte eine Bridging-Behandlung mit Verwen-



Prof. Dr. Ansgar Berlis, Chefarzt für diagnostische und interventionelle Neuroradiologie, Klinik für diagnostische Radiologie und Neuroradiologie, Klinikum Augsburg

dung mechanischer Systeme, wobei der endovaskuläre Arm mit 40,8% gutem Verlauf nicht signifikant unterschiedlich als die IVT (intravenöse Thrombolysetherapie) mit 38,7% abschnitt. Ursachen liegen darin begründet, dass bei 434 endovaskulär behandelten Patienten aufgrund der

Zulassungen überwiegend die Systeme Merci, Penumbra und EKOS (lokale Ultraschallbehandlung kombiniert mit lokaler Fibrinolyse) und in lediglich fünf Fällen ein System der neuesten Generation, ein sog. Stentretreiver eingesetzt wurden. In der MR-RESCUE-Studie konnte bei 118 Patienten, die zwischen 2004 und 2011 eingeschlossen wurden, ebenfalls kein Vorteil der mechanischen Systeme MERCI und Penumbra gegenüber der Standardtherapie mit IVT gezeigt werden. In der SYNTHESIS-Studie wurden 163 Patienten endovaskulär behandelt, wobei in 37 Fällen mechanische Systeme wie Stentretreiver (n=23), Penumbra (n=9) oder MERCI (n=5) eingesetzt wurden und ansonsten das Blutgerinnsel durch im Mittel mit 40 mg rtPA und Mikrodrahtmanipulationen behandelt wurde.

## Februar 2013 – ein schwarzer Monat und das vermeintliche Ende der mechanischen Rekanalisation, aber ...

Den im Februar 2013 publizierten Studien IMS III, SYNTHESIS und MR RESCUE ist gemein, dass die neueste Generation an mechanischen Rekana-

lisationssystemen unterrepräsentiert ist. Dies relativierte die schlechten Ergebnisse der drei besagten Studien. Denn bei Einsatz von Stentretreivern ließen sich erheblich schnellere Rekanalisationen erzielen, und zwar binnen 40 Minuten. Dass die Stentretreiver gegenüber den älteren Systemen überlegen sind, konnte bereits 2012 in den zwei randomisierten Studien Trevo2 und SWIFT nachgewiesen werden. In diesen Studien wurden die Stentretreiver Trevo und Solitaire mit dem Merci-System verglichen. Beim Vergleich Merci mit Trevo waren die Trevo-Ergebnisse deutlich besser bezogen auf die Gefäßrekanalisation mit 68% gegenüber 44% und gutem klinischen Verlauf mit 90 Tage mRS 0-2 mit 40% für Trevo und 21,8% für Merci. Diese Ergebnisse wurden in der SWIFT-Vergleichsstudie zwischen Solitaire und Merci mit gutem klinischen Verlauf nach 90 Tagen mit 58 vs. 33% bestätigt und waren für das Steering Committee Anlass, die Studie vorzeitig abzubrechen.

## Aktuelle Studienlage zur Rekanalisationsbehandlung

Die MR CLEAN (Multicenter Randomized Clinical trial of Endovascular Treatment in the Netherlands) zeigte nach 90 Tagen ein um 10% besseres Ergebnis bezüglich eines guten klinischen Verlaufs mit mRS  $\leq 2$  für die mechanische Rekanalisation.

Die ESCAPE-Studie (Endovascular treatment for Small Core and Anterior circulation Proximal occlusion with Emphasis on minimizing CT to recanalization times) wurde nach Erscheinen der MR-CLEAN-Studie im Dezember 2014 gestoppt und ausgewertet. Einen guten Verlauf mit mRS 0-2 nach 90 Tagen nahmen 53,0% in der endovaskulären Gruppe und nur 29,3% in der Kontrollgruppe (NNT=4). Die Mortalität konnte signifikant gesenkt werden, und alle Subgruppen wie alter Patient und Behandlung nach sechs Stunden profitierten von der Thrombektomie. 75% der Patienten erhielten IV-Lyse, und Stentretreiver wurden in 86,1% eingesetzt.

Die SWIFT PRIME trial (Solitaire With the Intention For Thrombectomy as PRIMARY treatment for acute ischemic stroke) wurde nach einer Analyse von 196 Patienten ebenfalls

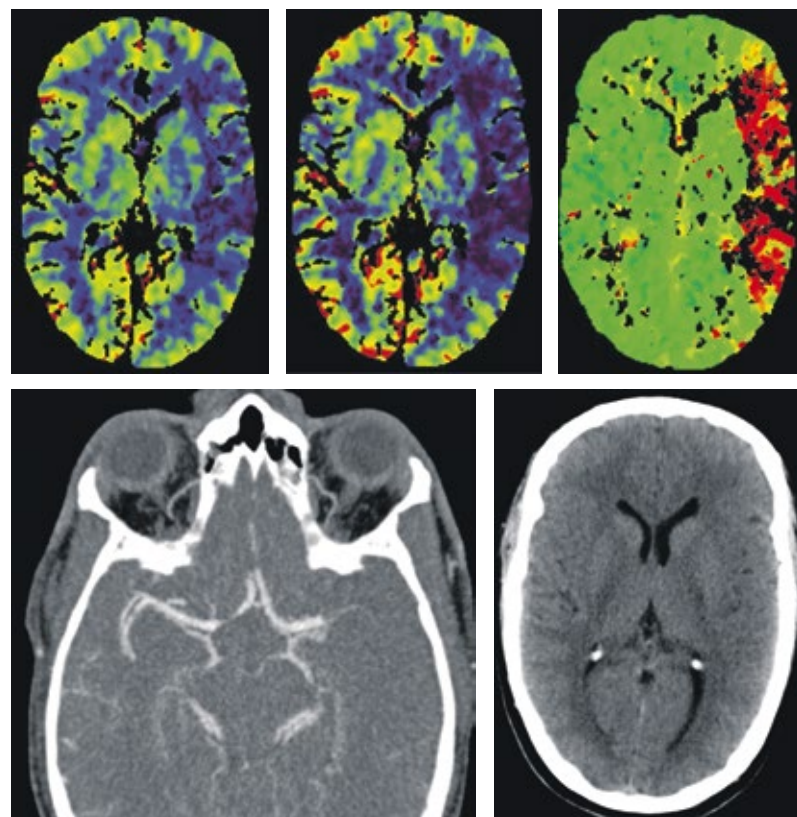


Abb. 1: 39-jährige Patientin mit linkshemisphärischem Insult

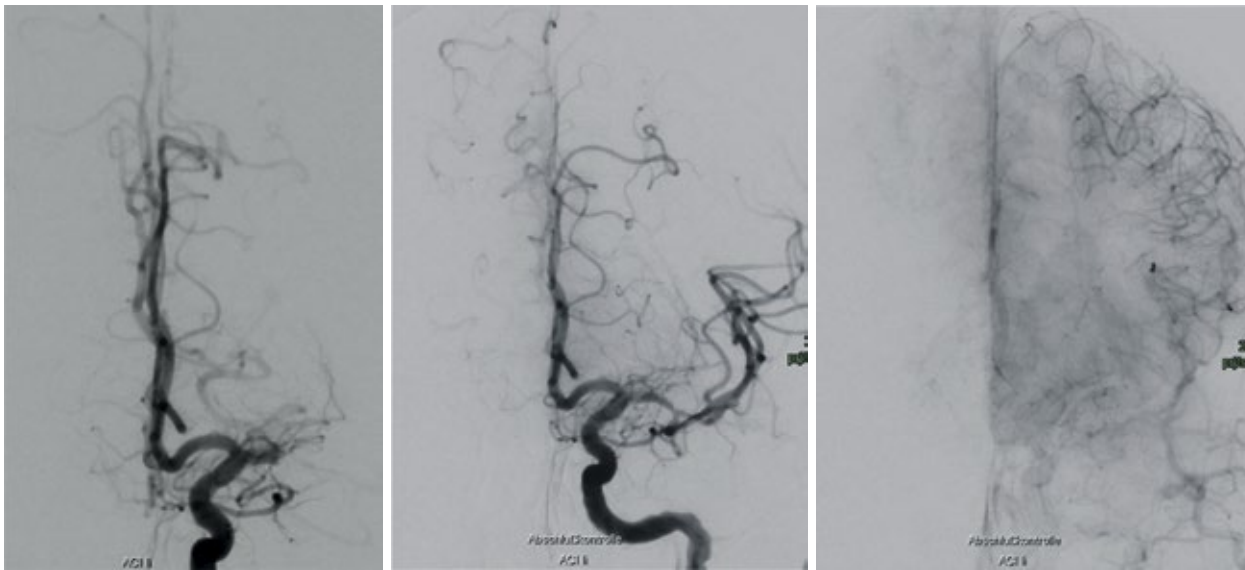


Abb. 2: Vor und 31 Minuten nach mechanischer Thrombektomie mit Kombination aus Aspiration und Stentretreiver

vorzeitig gestoppt. Der mRS 0-2 nach 90 Tagen war 60,2% bei thrombektomierten Patienten und 35,5% in der Kontrollgruppe ( $p < 0,001$ , NNT=4). Es zeichnete sich ein Trend mit geringerer Mortalität ab, und alle Subgruppen zeigten einen Benefit.

Die EXTEND-IA-Studie (EXtending the time for Thrombolysis in Emergency Neurological Deficits with Intra-Arterial therapy) ist eine Phase-II-Studie, die nach einer Interimsanalyse von 70 Patienten ebenfalls vorzeitig gestoppt wurde. Wie in der SWIFT-Prime-Studie erhielten alle Patienten eine IV-Lyse. Einen mRS 0-2 nach 90 Tagen erreichten 71% der thrombektomierten und 40% der Patienten in der Kontrollgruppe ( $p < 0,01$ , NNT = 3).

### Behandlung von Patienten >80 Jahre

In der MR CLEAN Studie waren 16% der Patienten 80 Jahre und älter. Es konnte ebenso wie in der ESCAPE- und SWIFT-PRIME-Studie ein positiver Effekt durch die mechanische Rekanalisation nachgewiesen werden.

### Stentretreiver oder auch Saugsysteme?

Bei den aktuellen Studien (MR CLEAN, ESCAPE, EXTEND IA und SWIFT PRIME) wurden nahezu ausschließlich Stentretreiver eingesetzt. In der ADAPT-Fast-Studie (Turk et al., 2014) wurde das weiterentwickelte Penumbra-System als 5MAX und 5MAX ACE eingesetzt. Aufgrund des erheblich größeren Innenlumens waren Rekanalisationen von im Durchschnitt 35-37 Minuten möglich. Bei Verwendung des größeren

Innendurchmessers konnte ein guter Verlauf mit mRS 0-2 in 50% erreicht werden. Für die Verwendung eines Aspirationskatheters besteht derzeit ein Evidenzniveau Level 2a.

### Wichtiger Faktor: Patientenselektion durch Bildgebung!

Bislang erfolgte die Schlaganfallsbehandlung primär unter dem Aspekt, eine Blutung und einen größeren Infarkt auszuschließen und innerhalb eines Zeitfensters von bis zu sechs Stunden zu behandeln. Neueren Studien zufolge sind Prädiktoren für einen guten klinischen Verlauf periphere Gefäßverschlüsse, Rekanalisation, Hypercholesterinämie, gute Kollateralen, geringe Schlaganfallsschwere (niedriger NIHSS), jüngere Patienten, Fehlen eines Diabetes mellitus und keine vorherige antithrombotische Therapie. Der Zeitpunkt der Behandlung war nur dann ein Prädiktor für einen guten Verlauf, wenn die

Gefäßkollateralen unberücksichtigt blieben.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass ein wichtiger Punkt weiterhin die Patientenselektion ist. Allerdings mit der Einschränkung, dass nach der aktuellsten Studienlage auch Patienten >80 Jahren profitieren können. Die Selektion erfolgt durch die klinische Untersuchung und vor allem durch die Bildgebung.

### Richtige Patientenselektion durch höchste Ausbildungsqualität

Die Therapie kann von erfahrenen Interventionalisten relativ rasch erlernt werden. Risiken ergeben sich aus der falschen Indikationsstellung zur Behandlung und aus inadäquatem Komplikationsmanagement.

Eine gemeinsame Initiative der DeGIR (Deutsche Gesellschaft für Interventionelle Radiologie) und DGNR (Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie) liegt dem seit September

2012 zu Verfügung stehenden Modulle der DeGIR zugrunde. In diesem Modul wird eine Ausbildung in Praxis und Theorie gefordert, deren Ziel es ist, Radiologen und Neuroradiologen mit den aktuellen und zukünftigen Anforderungen des Schlaganfalls zu konfrontieren. Die Qualitätsansprüche orientieren sich dabei an den Behandlungsergebnissen, die eine exzellente bildgebende Diagnostik mit unmittelbar anschließender Therapie vereint.

### Schlussfolgerung

Die intraarterielle Rekanalisation wird in den kommenden Jahren durch die demografische Entwicklung und die nun vorliegende Level-1a-Evidenz deutlich zunehmen.

Gesundheitspolitisch sind damit Versorgungsfragen verbunden, die aktuell diskutiert und in naher Zukunft strukturiert umgesetzt werden müssen. Die zunehmenden Behandlungszahlen erlauben, eine größere Anzahl von Interventionalisten auszubilden, die in den kommenden fünf bis zehn Jahren das Netzwerk überregionaler Schlaganfallszentren und neurovaskulärer Zentren mit interventioneller Schlaganfallsbehandlung verdichten wird. Das Tor hat sich überraschend schnell geöffnet, und wir dürfen nun nicht den Fehler begehen, Infrastruktur und Qualität einem blinden Handlungsaktivismus hintanzustellen. ■■

Literatur erhältlich über [ansgar.berlis@klinikum-augsburg.de](mailto:ansgar.berlis@klinikum-augsburg.de).

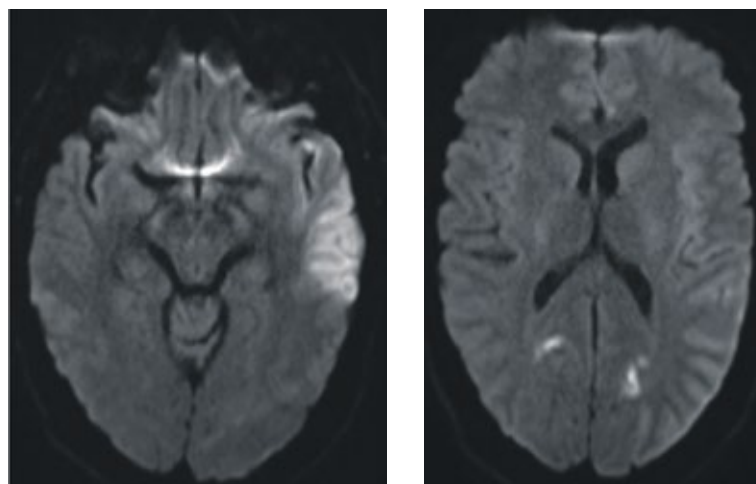


Abb. 3: Kontroll MR am Folgetag: Patient mit klinischer Besserung (NIHSS und mRS bei Aufnahme/Entlassung: 7/2 und 3/1)

# MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE-GESTEUERTER FOKUSSIERTER ULTRASCHALL (MRGFUS)

Die thermische Ablation mit fokussierten Ultraschallwellen ist ein neuartiges, nicht-invasives Verfahren zur Behandlung von Knochenmetastasen und der schmerzhaften Facettengelenksarthrose.

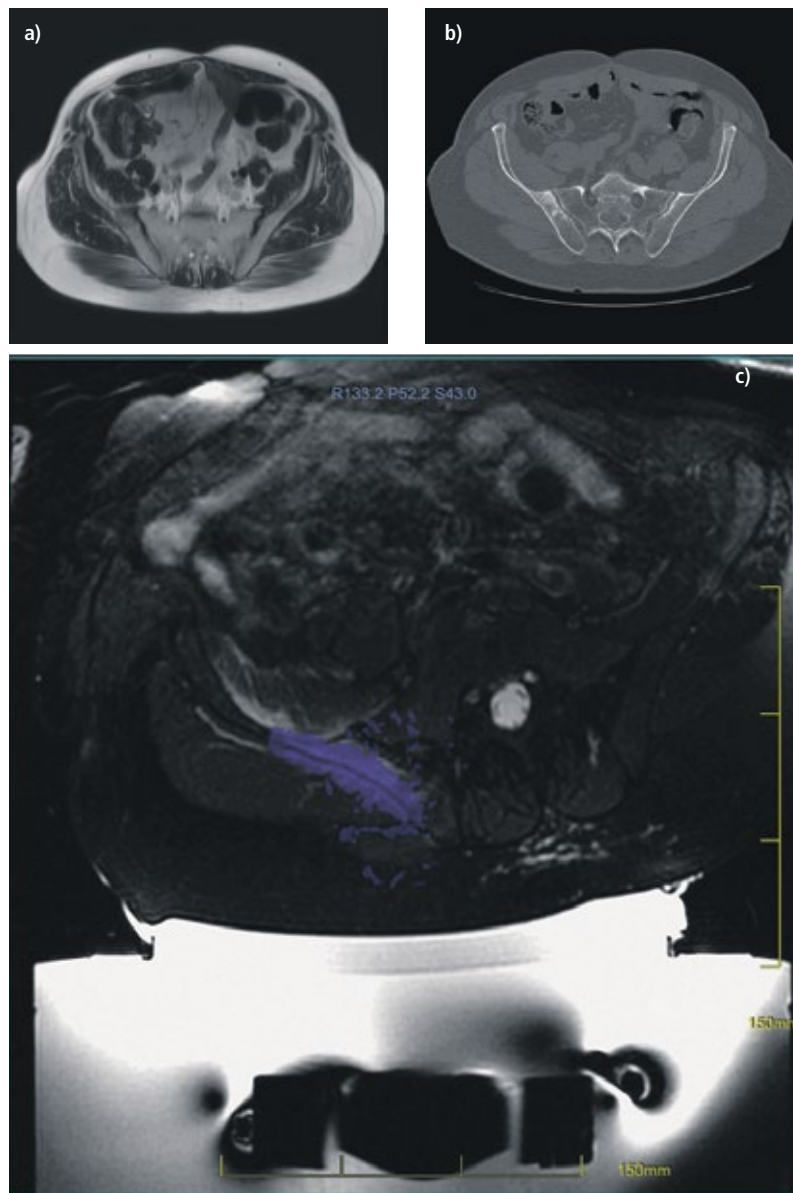


Prof. Dr. Markus Düx, Zentralinstitut für Radiologie und Neuroradiologie Krankenhaus Nordwest, Frankfurt/Main

■ Ultraschallwellen dienen der Diagnose von Erkrankungen; das Indikationsspektrum in der medizinischen Anwendung ist breit und, diagnostisch eingesetzt, für den Patienten gefahrlos und ohne Nebenwirkungen. Werden Ultraschallwellen hingegen in einem Fokus gebündelt entsteht Hitze, welche therapeutisch genutzt werden kann. Im Fokuspunkt kommt es zu einer Erwärmung des Gewebes auf mehr als 60°C. Die Hitzeentwicklung kann zur Destruktion von Tumorgewebe genutzt werden, indem eine Koagulationsnekrose induziert. In diesem Falle sprechen wir von einer „thermischen Ablation“ des Tumorgewebes, bei der Temperaturen zwischen 80°C und 100°C erwünscht sind. Das nekrotische Gewebe wird anschließend von körpereigenen Zellen abgebaut, die Nekrose schrumpft und am Ende entsteht eine Narbe, die im Idealfall den gesamten Tumor und einen Sicherheitsabstand im gesunden Gewebe umfasst.

## Thermische Behandlung von Knochenmetastasen

Die thermische Ablation von soliden Tumoren hat in den letzten 10 Jahren deutlich an Stellenwert gewonnen und stellt heute vielfach bereits eine therapeutische Option zur operativen Resektion dar. In der interventionellen Onkologie stehen die Leber, Lunge und Knochen im Fokus derartiger Therapien. Meist kommt die



1a: Die T2-gewichtete MR-Aufnahme zeigt eine umschriebene Knochenmetastase eines Prostatakarzinoms im Os ileum rechts.

1b: Die Computertomographie der Metastase zeigt die osteoplastische Verdichtung des Knochens.

1c: MRgFUS Behandlung der Metastase. Die Ultraschallquelle befindet sich am unteren Bildrand und ist in einem Wasserbad gelagert. Durch das Wasser tritt der Ultraschall in den Körper ein und wird auf die Metastase fokussiert. Nach Beendigung der Behandlung, bei der in diesem Fall 42 einzelne Foki mit Temperaturen  $\geq 80^\circ\text{C}$  angewählt wurden, zeigt das farblich markierte Areal im Os ileum das thermisch destruierte Gewebsareal an. Dieses umfasst die Metastase zusätzlich eines Sicherheitsabstands im Gesunden, um Tumorkontrolle zu erzielen.

thermische Ablation unter palliativen Bedingungen zum Einsatz, d.h. der Tumor wird als nicht mehr heilbar eingeschätzt und manifestiert sich durch Metastasen. In diesem Fall stellt die Chemotherapie die Basis allen therapeutischen Handelns dar, indem die toxischen Substanzen über die Blutbahn die Tumorabsiedlungen erreichen und schädigen. Leider reicht die Chemotherapie alleine häufig nicht aus, um Metastasen dauerhaft zu kontrollieren, sei es weil diese chemoresistent werden und daher weiter-

wachsen oder weil sie an kritischen Stellen entstehen. Im Falle von Knochenmetastasen besteht dann ggfs. Frakturgefahr, so dass ergänzend eine Strahlentherapie des frakturgefährdeten Knochens erfolgt. Ein frakturgefährdeter Knochen erzeugt in der Regel auch starke Schmerzen, weshalb die Strahlentherapie nicht nur zur Prophylaxe einer pathologischen Fraktur, sondern auch zur Schmerzbehandlung eingesetzt wird.

Die thermische Ablation von Knochenmetastasen kommt alternativ

zur Strahlentherapie, meist jedoch ergänzend zum Einsatz. Dies ist z.B. der Fall, wenn der Tumor nach Radiotherapie weiterwächst und die Schmerzen des Patienten zurückkommen oder aber der Patient trotz stagnierenden Tumorwachstums weiterhin starke Schmerzen beklagt. Die thermische Ablation ist minimal-invasiv, da der Zugang zur Metastase ohne Hautschnitt erfolgt. Mit Hilfe eines Röntgengeräts oder Computertomographen wird eine Nadel in die Metastase eingebracht. Die Spitze der Nadel kann mit Hilfe von Radiofrequenzwellen (RFA), Laserenergie (LITT) oder Mikrowellen (MWA) auf bis zu 100°C erhitzt werden, was zur Tumornekrose führt. Der entstehende Substanzdefekt im Knochen kann anschließend über den gleichen Zugang mit Zement aufgefüllt werden, um den Knochen zu stabilisieren. Der Effekt der Therapie setzt für den Patienten unmittelbar ein, d.h. der Tumorschmerz bildet sich innerhalb von Stunden oder wenigen Tagen zurück.

Leider ist die Hitzeablation von Knochenmetastasen nicht in allen Fällen durchführbar. Zum einen muss die Metastase zu einem Substanzdefekt im Knochen, einer Osteolyse führen, in die eine Nadel eingeführt werden kann. Zum anderen muss eine gefahrlose Behandlung der Metastase sichergestellt werden. So können z.B. Metastasen mit Lagebezug zum Rückenmark oder wichtigen Nerven nicht behandelt werden. Handelt es sich gar um eine osteoplastische Metastase, die durch vermehrte Einlagerung von Knochensubstanz gekennzeichnet ist, ist eine nadelgesteuerte Hitzeablation technisch nicht durchführbar.

## MRgFUS – eine Behandlungsoption von Knochenmetastasen ganz ohne Invasivität

Die Magnetresonanztomographie (MRT) liefert einen exzellenten Weichteilkontrast und ist bei der weiterführenden Diagnostik von Erkrankungen des Knochens (okkulte Frakturen, Tumordignität, Skelettkarzinose etc.) Methode der Wahl. Die Behandlung von Knochenmetastasen mit fokussiertem Ultraschall erfolgt bei uns in Frankfurt im MR-Gerät. Dazu wurde eine therapeutische Ultraschallquelle in den Untersuchungstisch des MRT eingelassen. Die zu behandelnde Kno-



chenmetastase wird nun über der Ultraschallquelle positioniert und „Fokus um Fokus“ mit Hitze therapiert. Mit dem MRgFUS sind zwei Behandlungsoptionen von Knochenmetastasen anwählbar. Die erste Option zielt auf die komplette Destruktion der Knochenmetastase, indem die meist kleine, umschriebene Metastase im gesamten Volumen mit entsprechendem Sicherheitsabstand thermisch destruiert wird. Die zweite Option stellt eine reine Schmerztherapie dar, wenn ein meist großes Tumervolumen den Knochen zerstört hat und der Patient unter unerträglichen Schmerzen leidet. Diese Patienten hatten in der Regel zuvor eine Strahlentherapie der Metastase, welche allerdings nicht zur dauerhaften Kontrolle der Metastase geführt hat. Die Metastase wächst weiter und der betroffene Patient leidet unter massiven Schmerzen, insbesondere wenn der Tumor die Kortikalis des Knochens überschreitet und die Knochenhaut infiltriert. Der MRgFUS behandelt in diesen Fällen das sensible Nervengeflecht in der Knochenhaut, indem durch die Hitze die Schmerzweiterleitung ans Hirn unterbunden wird. Durch die „sensible Denervation“ der Knochenhaut wird der Patient innerhalb weniger Stunden schmerzfrei oder gibt eine signifikante Schmerzminderung an.

Die Hitzebehandlung selbst wird mit Hilfe thermosensitiver MR-Sequenzen überwacht, indem diese die Temperaturentwicklung im Gewebe in Echtzeit aufzeichnen. Dabei wird nicht nur die Temperaturentwicklung in der Zielstruktur, sondern auch in den umgebenden Geweben wiedergegeben. Das erlaubt eine maximale Ablation im Sinne der Patientensicherheit und visualisiert auf der anderen Seite den Therapieeffekt noch während der Behandlung. Eine Echtzeit-Temperaturkontrolle mit Hilfe des MRT erhalten wir nur beim MRgFUS, während die minimal-invasiven, nadelgesteuerten Ablationsverfahren keine derartige Kontrolle ermöglichen und sich das Ergebnis ausschließlich nach Abschluss der Behandlung darstellen lässt.

Nachteil der MRgFUS Therapie ist der hohe technische Aufwand, den wir betreiben, und die Dauer der Behandlung von in der Regel 2–3 Stunden Therapiezeit. Vorteile sind die fehlende Invasivität, da die Behandlung ohne Nadel oder Skalpell auskommt. Der Effekt tritt innerhalb von wenigen Stunden bis Tagen ein, was für die schmerzgeplagten Patienten eine wesentliche Erleichterung und Lebensqualität bedeutet. Die Behandlung kann grundsätzlich wiederholt

werden, sollten die Schmerzen zurückkommen, da der Ultraschall anders wie bei der Radiatio keine Gewebeschäden außerhalb der Zielstruktur induziert.

Ein großes Plus gegenüber anderen Verfahren stellt die Behandlung von osteoplastischen Metastasen dar. Dieser Metastasentyp führt zu einer Verdichtung der Knochensubstanz und kann deshalb nicht mit heißen Nadeln therapiert werden. Beim MRgFUS hingegen machen wir uns die Eigenschaft des Knochens zunutze, Ultraschallwellen zu absorbieren. Dadurch kommt es zu einem Temperaturanstieg und -transport im Knochen mit dem Ergebnis, dass selbst metastatisch verdichteter Knochen thermisch zerstört werden kann.

### MRgFUS zur Schmerztherapie bei Facettengelenksarthrose

Die Wirbelbogengelenke, auch Facettengelenke der Wirbelsäule genannt, sind kleine, paarige Gelenke, die zwischen den Gelenkfortsätzen benachbarter Wirbel liegen. Diese sind am Übergang der Lendenwirbelsäule zum Becken einer hohen mechanischen Belastung ausgesetzt, was vielfach dazu führt, dass sie frühzeitig verschleissen und eine Arthrose ausbilden. Die Arthrose kann mit einer lokalen Entzündung der kleinen Wirbelbogengelenke einhergehen, was sich dann meist in hartnäckigen Rückenschmerzen äußert. Man geht davon aus, dass 30–50% der Patienten mit tiefsitzenden Rückenschmerzen an einer symptomatischen Facettengelenksarthrose leiden.

Die Facettengelenke und insbes. die Arthrose der Gelenke können mit Hilfe der MRT sehr gut dargestellt werden. Zudem sind die Facettengelenke von dorsal gut zugänglich, so dass Ultraschallwellen ohne Schwierigkeiten auf die Gelenkkapsel fokussiert werden können. Es bedarf nur einzelner, wenige Sekunden dauernder Hitzebehandlungen pro Gelenk, um die Gelenkkapsel sensibel zu denervieren und damit eine Schmerzweiterleitung zu unterbinden. Dabei behandeln wir grundsätzlich die drei unteren Segmente der Lendenwirbelsäule beidseits, d.h. sechs Facettengelenke. Die segmentübergreifende Behandlung der Facettengelenke hat den Vorteil einer wesentlich zuverlässigeren Schmerzkontrolle gegenüber der Behandlung einzelner Gelenke. Das erklärt sich aus der Tatsache, dass die Facettengelenke von einem Geflecht winziger Nerven überzogen sind, das segmentübergreifend miteinander kommuniziert. Die thermische Denervierung hält gewöhnlich mehrere

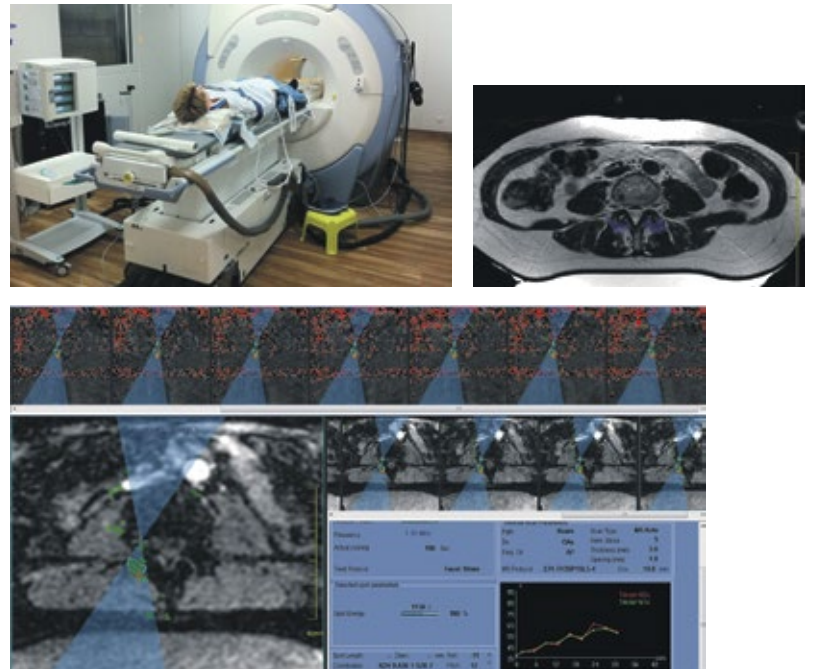


Abb. 2a/b/c: Patienten mit symptomatischer Facettengelenksarthrose liegen bei der Therapie mit MRgFUS auf dem Rücken (a), wobei in den meisten Fällen die Facettengelenke LWK 3/4, LWK 4/5 und LWK 5/SWK 1 im Wasserbad über der Ultraschallquelle gelagert werden. (a) zeigt die Lagerung des Patienten auf dem Behandlungstisch, bevor der Patient zur Behandlung ins MRT gefahren wird. Die Facettengelenke liegen relativ oberflächlich und können gut mit Hilfe des MRT (b) dargestellt werden. Die Hitzebehandlung des Nervengeflechts, das das Schmerzsignal ans Hirn transportiert, erfolgt an der dorsalen Grenzfläche der Facettengelenke, wobei die Hitzeverteilung blau (b) markiert ist. Bei der Behandlung werden pro Gelenk 3–4 aneinandergrenzende Foki mit Temperaturen zwischen 50°C und 70°C erhitzt. Die Facettengelenke selbst schirmen dabei die Hitzeenergie nach ventral und zum Spinalkanal hin ab, so dass eine Schädigung der weiter ventral austretenden Rückenmarksnerven nicht stattfinden kann. (c) zeigt exemplarisch die Energiedaten eines erhitzten Fokus, in den eine Energie von 1.150 J mit einer Frequenz von 1,35 MHz über 30 Sekunden eingebracht wurde. Das führte zu einer Erhitzung zwischen 55°C und 65°C.

Monate an, bis sich das Nervengeflecht erholt und seine ursprüngliche Leitfähigkeit zurückgewinnt.

Der wesentliche Vorteil der nicht-invasiven MRgFUS-Therapie der symptomatischen Facettengelenksarthrose besteht darin, dass es sich um eine einzelne Behandlung handelt, die monatelange Schmerzfremie oder signifikante Schmerzlinderung verspricht. Im Gegensatz zu den Schmerzspritzen, bei denen sich der Patient wiederholt durch Injektion von Lokalanästhetika behandeln lassen muss und der Nadelablation, bei der an jedes Gelenk eine Nadel geführt werden muss und die Behandlung selbst häufig sehr schmerzhaft ist, erfolgt die MRgFUS-Therapie unter Analgosedierung und wird von den Patienten als wenig belastend, aber effektiv empfunden. Die Behandlung kann wiederholt werden, sollten die Beschwerden trotz zwischenzeitlicher Rückenschule und Krankengymnastik zurückkommen. Nachteile gibt es für den Patienten keine.

### Fazit und Ausblick

Der Magnetresonanztomographie-gesteuerte fokussierte Ultraschall (MRgFUS) wurde 2011 vom TIME MAGAZINE als eine der besten 50

Erfindungen weltweit ausgezeichnet und stellt ein noch junges, nicht-invasives thermisches Therapieverfahren dar. Während die Hitzetherapie symptomatischer Uterusmyome und des essentiellen Tremors bei Morbus Parkinson schon vor Jahren Eingang in die Kliniken gefunden hat ist die thermische Therapie von Knochenmetastasen mit Hilfe von fokussierten Ultraschallwellen noch recht neu und wird nur von wenigen Zentren weltweit angeboten. In Frankfurt haben wir uns auf die Behandlung von Knochenmetastasen, von gutartigen Knochentumoren, wie z.B. Osteoidosteomen, und der Schmerztherapie bei symptomatischer Facettengelenksarthrose spezialisiert. MRgFUS stellt eine Erweiterung unseres an sich schon breiten Angebots an minimal-invasiven Therapien im Bereich der Onkologie und im Bereich der schmerzhaften osteodegenerativen Erkrankungen dar. Wir sind aufgrund der durchweg sehr guten Erfahrungen mit der Methode und der vielen positiven Rückmeldungen unserer Patienten davon überzeugt, weitere Einsatzgebiete des MRgFUS in den nächsten Jahren erarbeiten und diese dann unseren Patienten zur Verfügung stellen zu können. ■■

| www.MRgFUS-zentrum-frankfurt.de |

# CT-UNTERSUCHUNG MACHT ANGST

Eine bevorstehende Untersuchung in der Computertomographie ruft bei vielen Patienten ebenso große Angst hervor wie eine geplante Operation.

Meike Drießen, Ruhr-Universität Bochum

■ Moderne Computertomographen erzeugen die benötigten Bilder geräuschlos binnen weniger Sekunden. Trotzdem ruft eine bevorstehende Untersuchung in der Computertomographie bei vielen Patienten ebenso große Angst hervor wie eine geplante Operation oder eine wesentlich län-

ger dauernde und mit starkem Lärm verbundene Untersuchung im Magnetresonanztomographen. Das hat eine Befragung von RUB-Forschern unter 852 Patienten ergeben. „Röntgenärzte sind sich dessen aber kaum bewusst“, erklärt Studienleiter Priv.-Doz. Dr. Christoph M. Heyer.

„Künftig sollten solche Ängste schon im Aufklärungsgespräch thematisiert werden.“ Denn die Studie zeigt auch, dass je informierter die Patienten sind, desto geringer ausgeprägt ihre Angst ist.

## Radiologen sind sich der Ängste ihrer Patienten kaum bewusst

Bildgebende Verfahren haben einen hohen Stellenwert in der moder-



Keine lange Röhre, kein Lärm, aber trotzdem für viele beängstigend: CT-Scanner im Bergmannsheil. Dieter Pfenningwerth – RUB-Klinikum Bergmannsheil

## 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.: 06201/606-725, ulrike.hoffrichter@wiley.com

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

**Redaktion:**  
Dr. Jutta Jessen  
Tel.: 06201/606-726, jutta.jessen@wiley.com

**Freie Redakteurin:**  
Claudia Schneebauer

**Wiley GIT Leserservice:** 65341 Eltville  
Tel.: +49 6123 9238 246 - Fax: +49 6123 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:** Dipl.-Kfm. Manfred Böhrler  
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com  
Osman Bal, Tel.: 06201/606-374, osman.bal@wiley.com  
Susanne Ney, Tel.: 06201/606-769, susanne.ney@wiley.com

**Anzeigenvertretung:** Dr. Michael Leising  
Tel.: 05605/893-112, leising@leising-marketing.de

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

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

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

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

**Bankkonten**  
Commerzbank AG, Mannheim  
Konto-Nr.: 07 511 188 00, BLZ: 670 800 50  
BIC: DRESDEF670, IBAN: DE94 6708 0050 0751 1188 00  
Druckauflage: 32.000 (4. Quartal 2014)

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 unauferforderte 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/Daten-träger 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

**GIT VERLAG**  
A Wiley Brand

## INDEX

Abbott Vascular Deutschland.	15
Deutsche Röntgengesellschaft	3
Fraunhofer MEVIS	6
GE Healthcare	9, 16
Herz- und Diabeteszentrum NRW	10
Klinikum Augsburg	22
Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg	20
Krankenhaus Nordwest	24
MMS Medicor Medical Supplies	2. US
Philips	4. US, 17
Radiologie und Nuklearmedizin Ludwigshafen	4
Röntgenpraxis Blynów, Müller und Kollegen	4
Ruhr-Universität Bochum	26
Siemens Healthcare	8
Toshiba Medical Systems Deutschland	5, 7, 12
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf	3
Universitätsklinikum Leipzig	13
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein	18
Ziemed Imaging	21

nen Medizin und sind essenzieller Bestandteil bei der diagnostischen Abklärung vieler Erkrankungen. Während die Magnetresonanztomographie (MRT) wegen ihrer langen Dauer, des damit verbundenen Lärms und der langen und engen Röhre, in der man bewegungslos liegen muss, vielfach als unangenehm empfunden wird, scheint die Computertomographie (CT) vergleichsweise wenig beängstigend: Hier kreisen eine Röntgenröhre und ein Detektorsystem mit hoher Geschwindigkeit um den Patienten, und in nur wenigen Sekunden entstehen geräuschlos Schnittbilder des Körperinneren. „Daher nehmen Radiologen die Anwendung der CT in der Regel nicht als potentiell angstauslösend wahr“, erklärt Heyer. „Entsprechend ist das Phänomen ‚Angst beim Patienten‘ beim Aufklärungsgespräch vor einer CT-Untersuchung normalerweise kein Thema.“

## Frauen haben mehr Angst, das Alter spielt keine Rolle

In der groß angelegten Studie am Institut für Diagnostische Radiologie, Interventionelle Radiologie und Nuklearmedizin des Berufsgenossenschaftlichen Universitätsklinikum Bergmannsheil wurden in Kooperation mit der Abteilung für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie der RUB (Direktorin: Prof. Dr. Monika Hasenbring) 852 Patienten unmittelbar vor einer CT-Untersuchung anhand eines standardisierten Fragebogens zum Thema „Angst“ befragt. Die Forscher konnten zeigen,

dass das durchschnittliche Angstniveau der Studiengruppe dem vor einer MRT bzw. vor einer geplanten Operation entsprach. Dabei hatten Frauen wesentlich größere Angst als männliche Patienten, wohingegen das Patientenalter keinen Einfluss auf das Ausmaß der Angst hatte.

## Angstfaktoren: Ergebnis, Kontrastmittel, Enge, Strahlung

Patienten, die erstmalig eine CT-Untersuchung erhielten, waren deutlich ängstlicher als solche, die bereits mit der Methode vertraut waren. Zudem zeigten Patienten, die sich gut informiert über die CT-Untersuchung fühlten, signifikant weniger Angst als Patienten, die im Vorfeld weniger Informationen erhalten hatten. Darüber hinaus war die Angst bei denjenigen Patienten besonders groß, bei denen eine Tumorerkrankung bekannt war oder bei denen eine Untersuchung des Kopfes bzw. des Körperstamms vorgesehen war. Als weitere angstauslösende Faktoren identifizierten die Forscher die Sorge um das Untersuchungsergebnis, die intravenöse Gabe von Kontrastmittel, die Enge im Gerät, und die angewandte Röntgenstrahlung. „Um die Akzeptanz der CT auf Seiten der Patienten zu verbessern, erscheint es insbesondere bei Erstuntersuchungen sinnvoll, sich des Phänomens bewusst zu werden und es schon im ärztlichen Aufklärungsgespräch anzusprechen“, appelliert der Studienleiter an seine Fachkollegen.

|| www.rub.de |



# Der Spezialist für die Routine

In der Routinebildgebung muss ein System robuste und schnelle Bildgebung mit einem effizienten und effektiven Workflow bieten. Der Ingenia 1,5T S mit der einzigartigen digitalen dStream-Technologie ist abgestimmt auf die klinische Routine mit spezifischen applikatorischen Paketen für Ihre Schwerpunkte. Darüber hinaus bietet die Philips In-bore Experience Ihren Patienten ein angenehmes Untersuchungserlebnis durch eine deutliche Reduktion des Geräuschpegels, visuelle Ablenkung und gezielte Informationen zum Untersuchungsablauf. Das minimiert Wiederholungsuntersuchungen und verkürzt die Untersuchungszeiten.

innovation  you



Besuchen Sie uns auf dem RÖKO – Stand A.10, Halle H oder unter [www.philips.de/healthcare](http://www.philips.de/healthcare)

# PHILIPS