



RADIOLOGIE

Kardiale MRT

Fibrosebildung im Herzmuskel erkennen

Interventionelle MRT

Diagnostischer Algorithmus des Mammakarzinoms

CT/MRT

Gelenkdiagnostik – rationaler Einsatz der Schnittbildverfahren

PET/CT

Suche nach Metastasen

Strahlentherapie

Innovative Bestrahlungstechniken der Tumorthherapie



ROUND SOLUTIONS

Besuchen Sie uns zum
95. Deutschen Röntgenkongress
7. Gemeinsamer Kongress der DRG und ÖRG
 vom 28. bis 31. Mai 2014
 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.biz



Medicor
HOLOGIC®

Extraordinarily powerful care

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

Nemoto

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 6/2 · 1040 Wien
 Telefon +43 1 50 46671-0 · Fax +43 1 50 46671-99
 zentrale@medicor.at



Medicor Medical Supplies GmbH
 Gewerbestrasse 10 · 6330 Cham
 Telefon +41 41 7410700 · Fax +41 41 74940-88
 zentrale@medicor.ch

RADIOLOGIE IST DIAGNOSE UND THERAPIE

So lautet das vom deutsch-österreichischen Gespann der Kongresspräsidenten entwickelte Motto des 95. Deutschen Röntgenkongress. Es ist zugleich der 7. Gemeinsame Kongress der Österreichischen Röntgengesellschaft (ÖRG) und der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG).

Nachdem die Interventionelle Radiologie in den vergangenen Jahren zu einem nicht mehr wegzudenkenden Schwerpunkt des Deutschen Röntgenkongresses avanciert ist, steht mit diesem Kongress die therapeutische Disziplin des Faches im Fokus.

Der erste Teil des Mottos soll hingegen im wahrsten Sinne des Wortes den Blick schärfen. Der Dominanz der tomografischen Verfahren soll 2014 bewusst das Konventionelle Röntgenbild als einen Kongress-Schwerpunkt entgegenseetzen und gerade den jüngeren Kolleginnen und Kollegen zeigen, welche immense Aussagekraft in diesen Bildern steckt, wenn man sie nur richtig liest. Denn das Kerngeschäft unseres Faches bleibt die Projektionsradiografie, und der professionelle Einsatz ist gelebter Strahlenschutz und zumeist auch ökonomisch eingesetzte, gute Medizin.

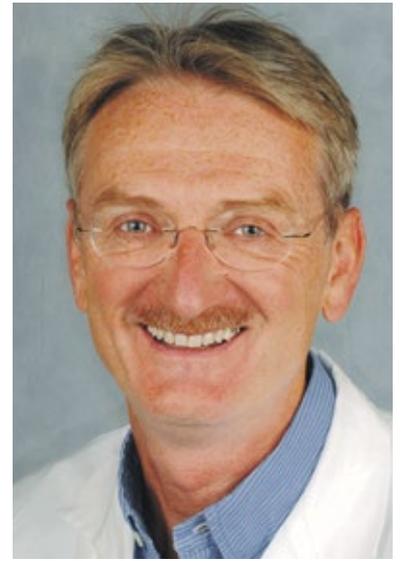
Radiologie ist per se ein interdisziplinäres Fach. Von der 95. Auflage unseres Kongresses dürfen Sie einen explizit interdisziplinär ausgerichteten Kongress erwarten, den wir sowohl mit nationalen als auch internationalen Fachgesellschaften gestalten. Unsere Partner sind in diesem Jahr: • Die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie (DGP) • Die Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT) • International Cancer Imaging Society (ICIS) • Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe (CIRSE). Bitte beachten Sie die verschiedenen Sitzungen, die wir mit den benachbarten Kollegen bestreiten werden.

Unbestritten das internationale Highlight jedes Deutschen Röntgenkongresses ist die Röntgenvorlesung. Hier kommen Persönlichkeiten zu Wort, die auf dem Gebiet der Radiologie Großes geleistet haben.

Für den 95. Deutschen Röntgenkongress konnte dazu Herr Prof. Dr. David Hansell aus London gewonnen werden. Hansell ist Thoraxradiologe am Royal Brompton Hospital in London, eine Klinik, die sich schwerpunktmäßig der Herz- und Thoraxmedizin widmet und sicher eine der besten Adressen in Europa ist.



Prof. Dr. Stefan Diederich
Kongresspräsident, Düsseldorf



Prof. Dr. Johannes Lammer
Kongresspräsident, Wien

Ganz im Sinne des Kongressschwerpunktes Thoraxradiologie wird Prof. Hansell über „HRCT at the centre of the diffuse lung disease universe“ sprechen. Selbstverständlich dürfen Sie auch die „Klassiker“ der Fort- und Weiterbildung, Fit-für-den-Facharzt und das von den Arbeitsgemeinschaften eingebrachte, curriculare Refresherprogramm erwarten. Auch an die Medizinisch-Technischen Radiologie-Assistentinnen und Assistenten ergeht eine herzliche Einladung zu dem von der VMTB und der RT Austria verantworteten Programm.

Sie alle aus Deutschland und Österreich hoffen wir in Hamburg begrüßen zu dürfen!

INHALT

- 3 Radiologie ist Diagnose und Therapie
- 4 Endovaskuläre Aneurysmabehandlung – Neurointervention ist die Methode der Wahl!
- 6 Kardiale MRT – Goldstandard bei fokalen Narben
- 8 Die interventionelle MRT in der Diagnostik des metastasierten Mammakarzinoms
- 10 Radiologische Gelenkdiagnostik – rationaler Einsatz der Schnittbildverfahren
- 11 High-End-Technologie auf kleinstem Raum
- 12 Qualitätsoffensive in der Radiologie – im Mittelpunkt steht der Patient
- 13 Prostatabefundung 2.0
- 14 MRT schärft Blick ins Gehirn
- 16 Multiparametrische Magnetresonanztomografie der Prostata – wie und wann?
- 18 Innovative Bestrahlungstechniken
- 21 Unnötige OPs vermeiden
- 22 Sonografie und MRT bei Kindern erste Wahl
- 23 Radiologie für Diagnostik und Therapie
- 24 Die PET/CT in der ambulanten Versorgung
- 25 Tumorstammzellen sichtbar gemacht
- 26 Todesfälle Bauchschlagader
- 28 Ultraschall mal anders: Nichtinvasive Behandlung von Uterusmyomen
- 30 Heterogenität von Tumoren
- 30 Impressum, Index

ENDOVASKULÄRE ANEURYSMABEHANDLUNG – NEUROINTERVENTION IST DIE METHODE DER WAHL!

Bereits in einer Umfrage des Berufsverbandes der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie (BDNR) im Jahr 2008 war erkennbar, dass sich die endovaskuläre Behandlung als Methode der Wahl etablieren würde.

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

■ An deutschen Kliniken mit einer Neuroradiologie und Neurochirurgie wurden vor sechs Jahren bundesweit zwei Drittel der Patienten mit Aneurysma endovaskulär und ein Drittel operativ mit Clip versorgt. Heute hat sich dieser Trend vielerorts – so auch in der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie am Klinikum Augsburg – weiter in Richtung endovaskulärer Behandlung entwickelt.

4–5% Prozent der Bevölkerung sind Träger von Hirnaneurysmen – Ausziehungen der Hirnschlagadern. Sie sind die Hauptursache von Subarachnoidalblutungen (SAB), die sich in jenem Raum zwischen der weichen Hirnhaut (Pia mater) und der Spinnwebhaut (Arachnoidea) ausbreiten, der das Gehirn umgibt und mit Hirnwasser gefüllt ist. Bei zehn bis zwölf Menschen von hunderttausend pro Jahr verursachen Hirnaneurysmen eine nicht traumatische Blutung. Frauen sind etwas häufiger betroffen als Männer; der Altersgipfel liegt bei 55–60 Jahren. Aneurysmen



Prof. Dr. Ansgar Berlis, Chefarzt für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinik für Diagnostische Radiologie und Neuroradiologie, Klinikum Augsburg

können angeboren sein; sie können mit bestimmten Erkrankungen auftreten, und ihre Entwicklung kann durch degenerative Veränderungen wie Arteriosklerose sowie durch Rauchen und Hypertonie gefördert werden.

Diagnose und Therapie

Symptomatische Patienten werden im CT mit CT-Angiografie oder einer diagnostischen Angiografie diagnostiziert, während inzidentelle, sogenannte zufällig gefundene Aneurysmen im Rahmen von MR-Schädeluntersuchungen entdeckt werden. Für die Behandlung gibt es prinzipiell zwei Alternativen. Operativ nutzt man das Clipping – eine Methode, die seit 80 Jahren etabliert ist: Man öffnet den Kopf durch Trepanation und setzt einen Titan-Clip auf die Aussackung.

Bei der endovaskulären Behandlung führt man meist über die Leiste einen Katheter an die Schädelbasis und im weiteren Verlauf einen Minikatheter in das Aneurysma, das man meistens mit Coils, sog. Platinspiralen, geeigneter Größe ausfüllt.

Therapieindikation bei inzidentellen Aneurysmen?

4–5% der Bevölkerung sind Hirnaneurysmaträger. Identifiziert werden Aneurysmen u.a. im Rahmen einer Kopfschmerzabklärung. Laut Leitlinie sollen Aneurysmen ab sieben Millimeter Größe therapiert werden, weil sie dann statistisch eine hohe Tendenz zur Blutung haben. Demgegenüber zeigt die Erfahrung, dass 85% der Patienten mit SAB Aneurysmen tragen, die kleiner als sieben Millimeter sind. Deshalb sollte man bei

der Therapieentscheidung zum einen die Größe, zum anderen aber auch Lokalisation und Konfiguration berücksichtigen. So bluten Aneurysmen besonders häufig, wenn sie an der Arteria communicans anterior oder an der Arteria basilaris angesiedelt sind; kugelförmige Aneurysmen sind weniger blutungsgefährdet als irregulär geformte. Sollten Risikofaktoren präsent sein, wird der erfahrene Neuroradiologe daher gegebenenfalls auch bei einer Größe unter sieben Millimetern therapieren.

Interventionelle Neuroradiologie – Dynamik und Innovation

Die Vielfalt der verfügbaren Systeme ermöglicht es, eigentlich alle Aneurysmen interventionell zu behandeln – so gibt es gerade, helikale, 2-D- und 3-D-konfigurierte superweiche und weiche, mit einem resorbierbarem Faden beschichtete sowie schwellende Coils. Die Größen sind von 1–25 mm Durchmesser und von 1–60 cm Länge verfügbar. Ballons für das Remodeling und Stents für Stent-unterstütztes Coiling sowie Spezialstents, wie etwa feinmaschige Flussbegradiger, erweitern das Spektrum. „Flow Diverter“ eignen sich besonders für Behandlungen ohne Coils bei z.B. großen oder gigantischen Aneurysmen. Hierdurch wird das Trägergefäß rekonstruiert, und die raumfordernden Aneurysmen können schrumpfen. Neue Einsatzmöglichkeiten für Flow Diverter zeichnen sich außerdem bei Blisteraneurysmen der ACI und dissezierten Vertebralisaneurysmen ab.

Neu sind die WEB-Systeme (woven endovascular bridge), sog. intraaneurysmale Flow Diverter oder Gitternetze in Körbchenform. Der



Abb. 1: 42 Jahre alte Frau mit inzidentellem Karotis-T-Aneurysma

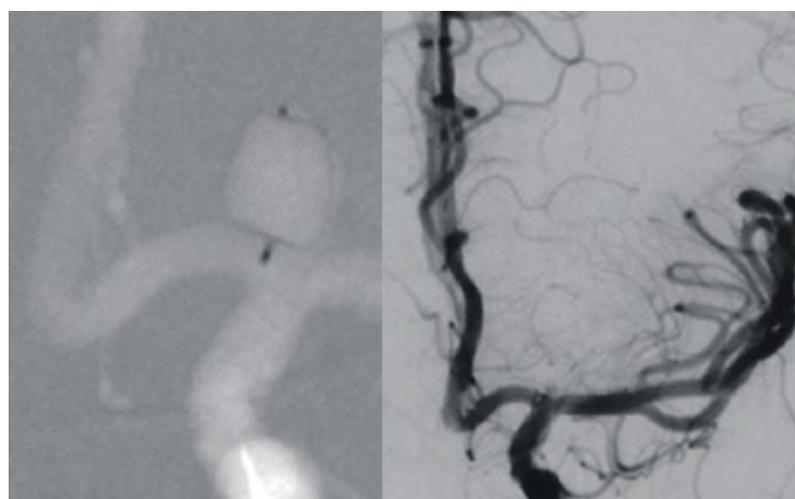


Abb. 2: Behandlung in Roadmap-Technik. Aneurysmaverschluss 15 min nach WEB-Platzierung

Vorteil dieser Behandlungsform liegt darin, dass in relativ kurzer Interventionszeit ein Aneurysma mit einem einzigen System ausgeschaltet werden kann. Das System schließt gerade mit der Aneurysmabasis ab und erinnert dadurch an ein intravasales Clipping. Für diese Behandlungsform sind sehr breitbasige Aneurysmen geeignet. Hinzu kommt, dass die Notwendigkeit der Einnahme blutverdünnender Medikamente beschränkt ist und damit notwendige Folgeoperationen, z.B. im Rahmen von Shuntanlagen bei SAB-Patienten, problemloser durchgeführt werden können. Periprozedural und bis zu sechs Wochen nach dem Eingriff verabreicht wir ASS 100 mg 1-0-0. Insgesamt wurden weltweit bislang knapp 800 Aneurysmen behandelt, davon auch eine zunehmende Anzahl von Akutbehandlungen bei Patienten mit SAB.

Mittlerweile erzielen wir durch Nutzung der innovativen Behandlungstechniken immer höhere Verschlussraten, sodass die Wahrscheinlichkeit einer Nachblutung geringer wird und Nachbehandlungen seltener werden. Training und hohe Fallzahlen führen zudem zu einer Verkürzung der Interventionszeiten und gehen mit einer Reduktion der Komplikationen einher. Nicht zuletzt durch ein perfektioniertes Komplikationsmanagement ist die Komplikationsrate inzwischen von drei bis sieben Prozent auf drei Prozent zurückgegangen.

Alternativlos? – Zumindest die Methode der Wahl

Seit der abgebrochenen ISAT-Studie bei ruptierten Hirnaneurysmen gilt die Behandlung über das Gefäßsystem als die Methode der Wahl. Eine relativ aktuelle US-Studie (McDonald JS et al., Stroke, 2013) zeigt bei knapp 5.000 elektiven Patientenbehandlungen

gen bessere Ergebnisse bei Behandlungen über das Gefäßsystem im Vergleich zur operativen Versorgung mit Clip; dies gilt also nun auch für nicht geblutete Aneurysmen. Nur in Fällen, in denen eine interventionelle Versorgung nicht möglich ist oder großräumige Blutungen vorliegen, sollte man operativ eingreifen. Am Standort Augsburg und an einem kleineren zweiten Haus in Vogtareuth werden über 95% der Aneurysmen über das Gefäßsystem therapiert – im Jahr 2013 waren dies 134 Aneurysmen in Augsburg und damit insgesamt 171 Aneurysmen.

Kaum ein anderes Feld der Medizin zeichnet sich derart durch Innovation aus wie die Neuroradiologie. Nicht nur die Materialien zur Aneurysmabehandlung haben sich weiterentwickelt, sondern auch die Angiografiegeräte mit 3-D-Optionen und Volumetomografie. Die erheblich zunehmenden Behandlungszahlen in den letzten zehn Jahren haben vielfältige Gründe: u.a. positive Studienergebnisse mit Vorteilen für die endovaskuläre Behandlung; insbesondere aus Sicht des Patienten unblutige und minimalinvasive Methode; Fortschritte in der diagnostischen und therapeutischen Geräte- und Materialtechnik zur Aneurysmabehandlung.

Um die Kompetenz bei neuen Methoden in die Breite zu tragen, engagieren sich seit zwei Jahren die Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR) und die Deutsche Gesellschaft für Interventionelle Radiologie (DeGIR) im Rahmen einer Zertifizierungsaktion zur Qualifizierung von Radiologen in der Interventionellen Neuroradiologie. Literatur erhältlich über Ansgar.berlis@klinikum-augsburg.de ☐☐

| www.klinikum-augsburg.de |

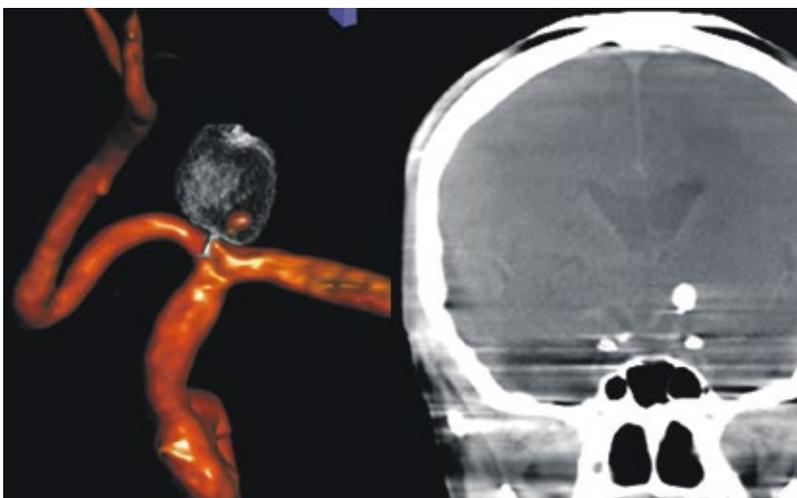


Abb. 3: Akzeptable Artefakte im postprozeduralen Dyna-CT

WAS PASST AUF 23 QUADRAT- METER?

VANTAGE ELAN: MODERNSTE MR- TECHNOLOGIE AUF KLEINSTEM RAUM

- Kurzer 140 cm Magnet
- Patientenöffnung von 63 cm
- Hervorragende Homogenität über 50 cm von garantiert kleiner 2 ppm
- Leistungsfähige Gradienten von 33 mT/m Stärke mit einer Slew-Rate von 125 T/m/s
- Matrixspulen-Konzept mit leichten kombinierbaren Spulen
- FOV von 55 x 55 x 50 cm
- Spulensteckplätze am Tisch



95. Deutscher Röntgenkongress
Besuchen Sie uns vom **28. – 31.05.2014**,
Congress Center Hamburg, Halle H,
Stand D12.1. Wir freuen uns auf Sie.



www.toshiba-medical.de



ULTRASCHALL MRT RÖNTGEN CT SERVICE

KARDIALE MRT – GOLDSTANDARD BEI FOKALEN NARBEN

Entzündliche Herzmuskel-erkrankungen sind häufig und können mit CMR-Methoden besonders gut diagnostiziert werden.



Dr. Simon Greulich und Prof. Udo Sechtem, Abteilung für Kardiologie, Zentrum für Innere Medizin, Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart

Derzeit werden vielversprechende Methoden entwickelt und erprobt, mit denen es erstmals gelingen kann, eine diffuse Fibrosebildung im Herzmuskel zu erkennen und zu quantifizieren.

Entzündlich veränderter Herzmuskel

Die häufigste entzündliche Herzmuskelerkrankung ist die Myokarditis, die mit ganz unterschiedlichen klinischen Erscheinungsbildern einhergehen kann. Deshalb kann sie mit anderen Ursachen einer Herzschwäche (Herzinsuffizienz) oder mit Herzrhythmusstörungen verwechselt werden. Die Erkrankung kann sehr unterschiedliche Verläufe haben: von einer vollständigen Genesung über eine dauerhafte Herzmuskelschwäche bis hin zum plötzlichen Herztod. Die richtige Diagnosestellung und die Abschätzung des Verlaufs sind daher sehr wichtig. Mit den üblichen Verfahren wie klinische Untersuchung, Laboruntersuchung, EKG und Echokardiografie sind beide Ziele nur eingeschränkt zu erreichen. Hier kann die kardiale MRT (CMR) mit ihrer genauen Darstellung von kardialer Morphologie und Funktion in Kombination mit exzellenter Gewebecharakterisierung weiterhelfen.

CMR-Methoden zur Erkennung einer Herzmuskelentzündung

T2 ist die Relaxationszeit der transversalen Magnetisierung, die in öde-

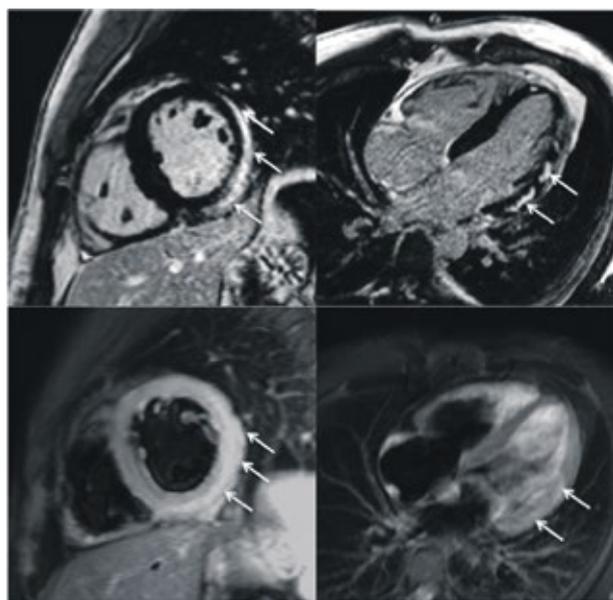


Abb. 1: 29-jähriger Patient mit Infekt der oberen Atemwege. Im Verlauf akute Brustschmerzen, ST-Hebungen im EKG und deutlich erhöhte Herzenzyme, in der Herzkatheteruntersuchung Ausschluss KHK. Jetzt CMR mit der Frage nach Myokarditis. Im LGE (obere Reihe) Nachweis von teils fleckigem, von epikardial ausgehendem LGE (hell, s. Pfeile) ohne Beteiligung der subendokardialen Schichten, Befund typisch für Myokarditis. Darstellung in der kurzen Herzachse (SAX), im Vierkammerblick (4CV). Korrespondierende T2-Sequenzen in der unteren Reihe: Die signalreichen Areale (verlängerten T2-Werten entsprechend) zeigen eine gewisse Übereinstimmung zu den Signalanreicherungen der LGE-Sequenzen in der oberen Reihe, s. Pfeile, lassen sich aber insgesamt deutlich schlechter abgrenzen als in den LGE-Bildern.

Foto: Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart

matösen, entzündlich veränderten Myokardregionen verlängert ist. Mit diesen T2-gewichteten Sequenzen lassen sich CMR-Bilder anfertigen, auf denen die Signalintensität eine Proportionalität zu den lokalen T2-Werten aufweist. Ödematös, entzündlich verändertes Myokard erscheint heller als ein nicht entzündlich veränderter Muskel. Leider sind diese Bilder anfällig für Artefakte und werden daher nicht an allen Zentren routinemäßig eingesetzt.

Man kann sogenannte T2-Landkarten (T2 Maps) erstellen, auf denen jedem Bildpunkt (Pixel) ein T2-Wert zugeordnet werden kann. Die entsprechenden Messungen werden gemacht, indem man mehrere CMR-Bilder mit verschiedenen Echo-Zeiten erstellt. Aus der Serie von Signalintensitäten ergibt sich dann für jeden Bildpunkt eine Kurve, aus deren Abfallssteilheit für jeden Bildpunkt der zugehörige T2-Wert errechnet werden kann. Entzündlich verändertes Myokard erkennt man dann anhand erhöhter T2-Werte. Derzeit ist auch diese Methode noch anfällig für Artefakte, jedoch ist sie Gegenstand intensiver Forschung, und man erwartet, damit eine akute Myokarditis künftig noch besser erkennen zu können.

Außer dem T2-Mapping kann man auch mit dem T1-Mapping entzündlich verändertes Gewebe erkennen. Unter T1 versteht man die Zeit, die die Längsmagnetisierung (longitudinale Magnetisierung) benötigt, um ihr Gleichgewicht wieder zu erreichen. Das T1-Mapping erfolgt durch Erhe-

bung multipler Inversions-Erholungs-Bilder mit wachsenden Inversionszeiten, um die T1-Erholungskurve (longitudinale Relaxation) abzubilden. Die T1-Zeit des Myokards wird dann für jedes Pixel aus den Erholungskurven für jeden Bildpunkt durch geeignete Kurvenglättungsverfahren bestimmt.

Die resultierenden T1-Wertestellen stellen ein zusammengesetztes Signal des lokalen Gewebes dar – bestehend aus Zellen und Zwischenzellraum, sodass die Ursache einer T1-Verlängerung (Ödem, diffuse Fibrose oder infiltrative Prozesse) nicht weiter unterschieden werden kann. Die erhaltenen T1-Werte müssen also im klinischen Zusammenhang gesehen werden. Diese Methode erfordert keine Gabe von Kontrastmitteln, was wiederum vorteilhaft für Untersuchungsdauer, Kostenersparnis und Einsatzmöglichkeiten bei Patienten mit stark eingeschränkter Nierenfunktion ist.

Keine Narben – positiver Verlauf

Mit der sog. Late Gadolinium Enhancement (LGE) lässt sich der Entzündungsprozess nicht direkt sichtbar machen. Hingegen wird die oft vorhandene, assoziierte, umschriebene Narbe genau abgebildet. Gadoliniumhaltiges, extrazellulär bleibendes Kontrastmittel hat in Geweben mit einem vergrößerten Extrazellulärraum (so etwa in fibrotischem Gewebe, wo die Myokardzellen zugrunde gegangen sind und durch Kollagenfasern und nicht so dicht gepackte Fibrozyten ersetzt wurden) einen größeren Verteilungsraum. Im Vergleich zu gesundem Myokard, wo das Kontrastmittel rasch an- und abflutet, verbleibt das

Kontrastmittel in diesem vergrößerten Extrazellulärraum länger, sodass es auch noch nach ca. 10–15 Minuten als helles Signal nachweisbar ist, wohingegen gesundes Myokard dunkel erscheint.

Ähnliche Verhältnisse wie in fibrotischem Gewebe liegen hinsichtlich der Größe des Extrazellulärraums auch in akut nekrotischem Gewebe vor. Bei schwerer verlaufenden Herzmuskelentzündungen kommt es meist zur Ausbildung fokaler Narben, die dann in der CMR sichtbar sind und im Zusammenhang mit dem klinischen Bild die Diagnose einer Herzmuskelentzündung erlauben. Wenn solche Narben nicht vorhanden sind, ist der Verlauf der Herzmuskelentzündung als sehr günstig einzustufen – eine wichtige Information, die es erlaubt, solche Patienten früh wieder in den Arbeitsprozess einzugliedern und ihnen wieder sportliche Aktivitäten zu erlauben.

Fibrotische Veränderungen des Herzmuskels

Bei einer Fibrose vermehren sich Bindegewebszellen krankhaft, was zu einer Veränderung des Gewebes führt. Im Herzmuskel ist etwa die Narbe eines Herzinfarktes gut bekannt. Hierbei handelt es sich um einen fokalen Umbauvorgang, bei dem gesundes Myokard fast vollständig durch fibrotisches Gewebe ersetzt wird. Die mindestens genauso häufige diffuse myokardiale Fibrose, bei der es zu einer Vergrößerung des interstitiellen Raums durch Vermehrung von Kollagen und Fibrozyten zwischen einer mehr oder weniger erhaltenen Myozytenstruktur kommt, ist bei häufigen und wichtigen Erkrankungen wie der diastolischen Herzinsuffizienz, der dilatativen Kardiomyopathie und der Aortenklappenstenose von hoher

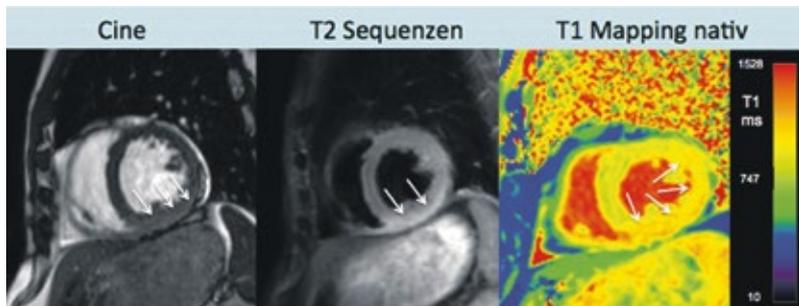


Abb. 2: 56-jähriger Patient nach grippalem Infekt, im Verlauf im EKG T-Negativierungen über der Hinterwand und steigende Herzenzyme, keine Angabe von thorakalen Schmerzen oder Luftnot. Zusätzlich deutlich erhöhte Entzündungswerte, jetzt CMR mit Frage nach Myokarditis. In den T2-Sequenzen (Mitte) Signalanhebung im Bereich der Hinterwand bis zur Hinterseitenwand als möglicher Hinweis auf ein Ödem (s. Pfeile), was sich sich bei genauer Betrachtung auch schon in den Cine-Aufnahmen vermuten lässt. Im T1-Mapping vor Kontrastmittelgabe zeigt sich in gelb-orange (Pfeile) ein Gebiet mit verlängerten T1-Werten (s. Skala) welches deutlich über dieses Areal hinausgeht, repräsentativ für ödematöses oder vermehrt durchblutetes Gewebe (Hyperämie) bei akuter Entzündungsreaktion. Im Bereich des Septums grünlich-gelbliche Farbwerte, welche die T1-Werte von gesundem Myokard darstellen. (Abb. mit freundlicher Genehmigung des Springer Verlags, aus Schumm et al. „T1 mapping as new diagnostic technique in a case of acute onset of biopsy-proven viral myocarditis, Clin Res Cardiol DOI 10.1007/s00392-013-0658-y).

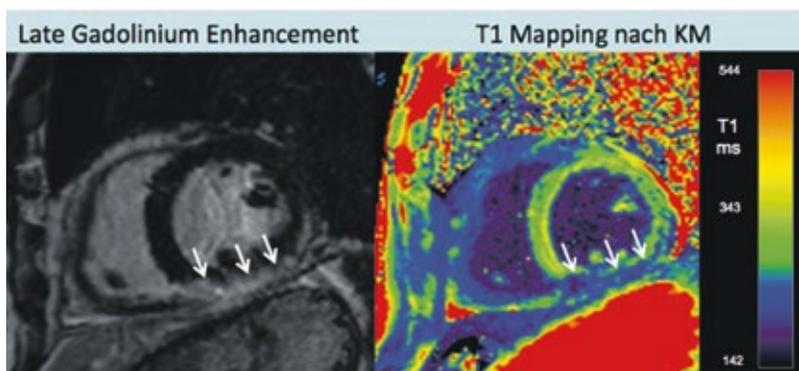


Abb. 3: Gleicher Patient wie in Abb. 2. Links dargestellt LGE mit von subepikardial ausgehender Kontrastmittelanreicherung als Zeichen der fokalen Fibrose. Rechts T1-Mapping nach Kontrastmittelgabe, deutlich erkennbar sind die blauen Areale (s. Pfeile), welche gut mit den LGE-Sequenzen korrelieren. Anhand der Skala rechts lässt sich ablesen, dass diese blauen Areale niedrigere T1-Werte repräsentieren als die gesunden (grünen) Areale im Septum. (Abb. mit freundlicher Genehmigung des Springer Verlags, aus Schumm et al. „T1 mapping as new diagnostic technique in a case of acute onset of biopsy-proven viral myocarditis, Clin Res Cardiol DOI 10.1007/s00392-013-0658-y).

Bedeutung. Das Vorhandensein einer Fibrose ist assoziiert mit dem Auftreten von Herzrhythmusstörungen und Herzinsuffizienz und ist daher wichtig für die Prognose der Erkrankung.

Mittels LGE lassen sich fokale Fibrosen auch bei nicht-ischämischen Myokardkrankungen mit hoher Zuverlässigkeit nachweisen. Nachteil der ausschließlichen LGE-Bildgebung ist, dass ein diffuser Fibroseprozess nicht erkannt wird.

Diese diagnostische Lücke wird sich in Zukunft durch das T1-Mapping (mit oder ohne Kontrastmittelgabe) schließen lassen. Es ermöglicht nach Gabe von gadoliniumhaltigem Kontrastmittel schon heute, die Größe des Extrazellulärspaces zu bestimmen, indem der Herzmuskel in seine zellulären und interstitiellen Bestandteile aufgeteilt wird. Wenn die T1-Werte sowohl nativ als auch nach Kontrastmittelgabe im Blut sowie Myokard gemessen werden, lässt sich ein Koeffizient berechnen, der nach Korrektur durch den gemessenen Hä-

matokritwert das myokardiale Extrazellulärvolumen widerspiegelt. In der praktischen Anwendung kann man sowohl vor als auch nach der Gabe des Kontrastmittels zwischen normalem Herzmuskel und durch Kardiomyopathien diffus geschädigtem Herzmuskel durch die T1-Messung unterscheiden. Vor Kontrastmittelgabe ist der T1-Wert in Gewebe mit diffuser interstitieller Fibrose erhöht, während er nach Kontrastmittelgabe erniedrigt ist. Vorteil der Methode ist die rasche Datenakquisition. Zudem können die farbigen „Maps“ einen anschaulichen Eindruck des Fibrosegehalts vermitteln. Aktuell mangelt es aber noch an standardisierten Untersuchungsprotokollen. Nachteilig ist zudem, dass die T1-Werte von der individuellen Verstoffwechslung von Gadolinium, den genauen Messzeitpunkten, der verabreichten Kontrastmittelmenge und dem Hämatokrit des Patienten abhängen.

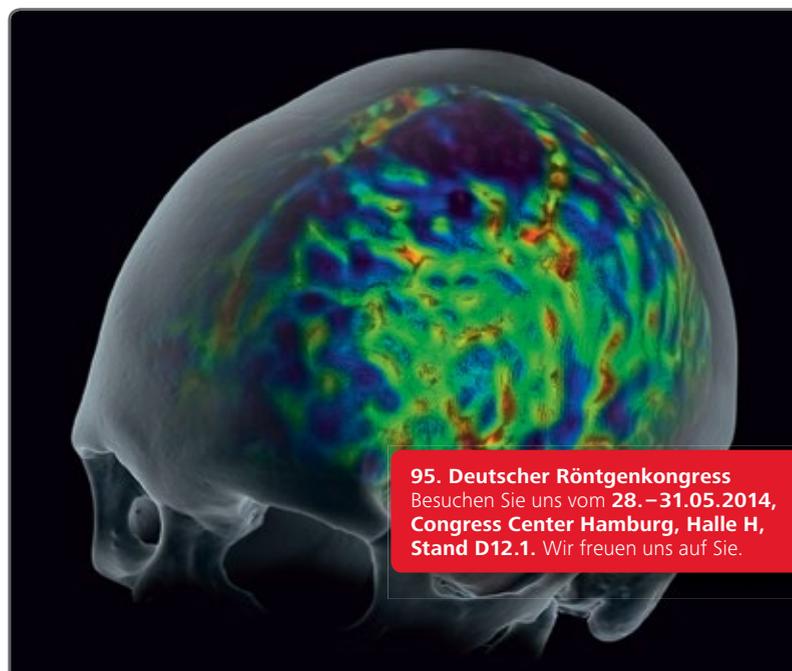
| www.rbk.de |



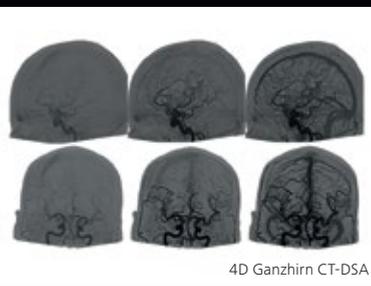
TOSHIBA
Leading Innovation >>>

ONE
Aquilion
VISION EDITION

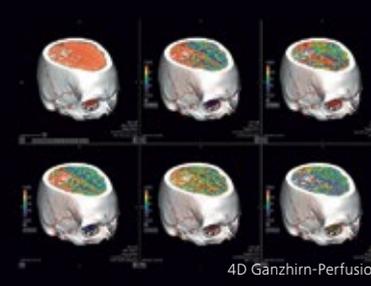
AIDR 3D
integrated



95. Deutscher Röntgenkongress
Besuchen Sie uns vom **28. – 31.05.2014**,
Congress Center Hamburg, Halle H,
Stand D12.1. Wir freuen uns auf Sie.



4D Ganzhirn CT-DSA



4D Ganzhirn-Perfusion

Aquilion ONE VISION EDITION DIE ZUKUNFT DER COMPUTERTOMOGRAPHIE IM FOKUS

Dynamische Volumen-CT

- Isophasische Ganzorganperfusion ohne Patientenverschiebung
- Dynamische CT-Angiographie 20 Volumen/s max.
- Adaptive-Iterative-Dosis-Reduktion **AIDR 3D** reduziert die Dosis um bis zu 75 %
- Rasante Rotationsgeschwindigkeit von 0,275 s/Umdrehung, 320 Zeilen, 640 Schichten
- Gantryneigung 22°, 78 cm Durchmesser
- Neuer Quantum VISION Detektor



www.toshiba-medical.de



ULTRASCHALL MRT RÖNTGEN CT SERVICE

DIE INTERVENTIONELLE MRT IN DER DIAGNOSTIK DES METASTASIIERTEN MAMMAKARZINOMS

Die Rolle der MRT im diagnostischen Algorithmus des Mammakarzinoms ist in den letzten Jahren deutlich gestärkt worden.



Prof. Dr. Jens Ricke, Dr. Christian Wybranski, Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Magdeburg

Die interventionelle MRT ermöglicht eine zusätzliche Erweiterung der Diagnostik durch gezielte Biopsien der Mamma und gezielte Biopsien anderer Organe zum Ausschluss von Fernmetastasen.

Inzidenz und Mortalität des Mammakarzinoms

Das Mammakarzinom ist mit 1,38 Mio. neu diagnostizierten Erkrankungen im Jahr 2008 die weltweit am häufigsten auftretende Tumorentität der Frau. In Deutschland beträgt die Inzidenz des Mammakarzinoms 116,9 Fälle pro 100.000 Frauen pro Jahr. Weltweit erlagen im Jahr 2008 458.400 Frauen diesem Krebsleiden. Die Fünf-Jahres-Überlebensrate ist abhängig vom Vorliegen von Fernmetastasen. Sie beträgt mit den derzeit verfügbaren Therapieoptionen 24,3%. Eine primäre Metastasierung in die Leber liegt bei 12–15% der Betroffenen vor.

Diagnostik des Mammakarzinoms

Die Abklärung asymptomatischer Frauen zwischen dem 50. und 69. Lebensjahr wird in Deutschland flächendeckend im Rahmen des sog. Mamma-Screenings mittels konventioneller Mammografien vorgenommen. Durch das Screening konnte die Früherkennung kleiner Tumore deutlich verbessert werden. Die kurative Mammografie wird Frauen mit Symptomen, wie tastbarer Schwellung, Hautverfärbungen und neu aufgetretener Retraktion von Haut

und Mamille, Frauen mit erhöhtem Risiko beispielsweise durch familiäre Belastung oder asymptomatischen Selbstzahlerinnen angeboten. In diesem Setting erfolgen zusätzlich zu den Mammografien eine ärztliche Untersuchung und eine Sonografie beider Mammae. Die Rolle der MRT im diagnostischen Algorithmus des Mammakarzinoms wird derzeit noch kontrovers diskutiert, sie ist aber in den letzten Jahren deutlich gestärkt worden. Ihre Sensitivität in der Detektion von Mammakarzinomen ist mit >94% wesentlich höher als die Sensitivität der konventionellen Mammografie mit ca. 68%, dies gilt insbesondere für dichtes, in der Mammografie schlecht beurteilbares Brustdrüsenparenchym. Sie eignet sich aufgrund dessen insbesondere zur Detektion mammo- und sonografisch nicht erfassbarer Tumormanifestationen im Rahmen der präoperativen Diagnostik bereits gesicherter Mammakarzinome als auch zur Beurteilung verbliebener Tumormanifestationen nach erfolgter neo-adjuvanter Chemotherapie.

Ein Nachteil der MRT ist jedoch die vergleichsweise geringe Spezifität, die je nach definiertem bildmorphologischem Endpunkt in der Literatur zwischen 26–83% variiert. Der relativ hohe Anteil an falsch positiven Diagnosen begründet die Notwendigkeit der Biopsie bei positiver Diagnose. Stereotaktische Vakuumbiopsie-Systeme, die sich an konventionellen Röntgenbildern orientieren, stehen flächendeckend zur gezielten Mamma-Biopsie zur Verfügung. Die Genauigkeit dieser Systeme ist jedoch insbesondere bei dichtem Brustdrüsenparenchym und fehlendem Mikrokalk limitiert. Die Sonografie hat gegenüber der konventionellen Mammografie einen deutlich besseren Weichteilkontrast und wird daher häufig im Rahmen einer „second look“-Diagnostik zur Biopsie tumorsuspekter Läsionen nach erfolgter Mamma-MRT herangezogen. Dies sollte jedoch laut Konsensus-Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft Mamma-Diagnostik der deutschen Röntgengesellschaft nur im Falle eines eindeutigen sonografischen Korrelats erfolgen. Trotz des hohen Weichteilkontrastes sind etwa ein Drittel der im Rahmen der Mamma-MRT diagnostizierten tumorsuspekten Läsionen mittels So-

nografie nicht abgrenzbar. Die effektivste Methode zur histologischen Sicherung MR-morphologisch suspekter Läsionen ist somit die MRT-geführte Stanzbiopsie.

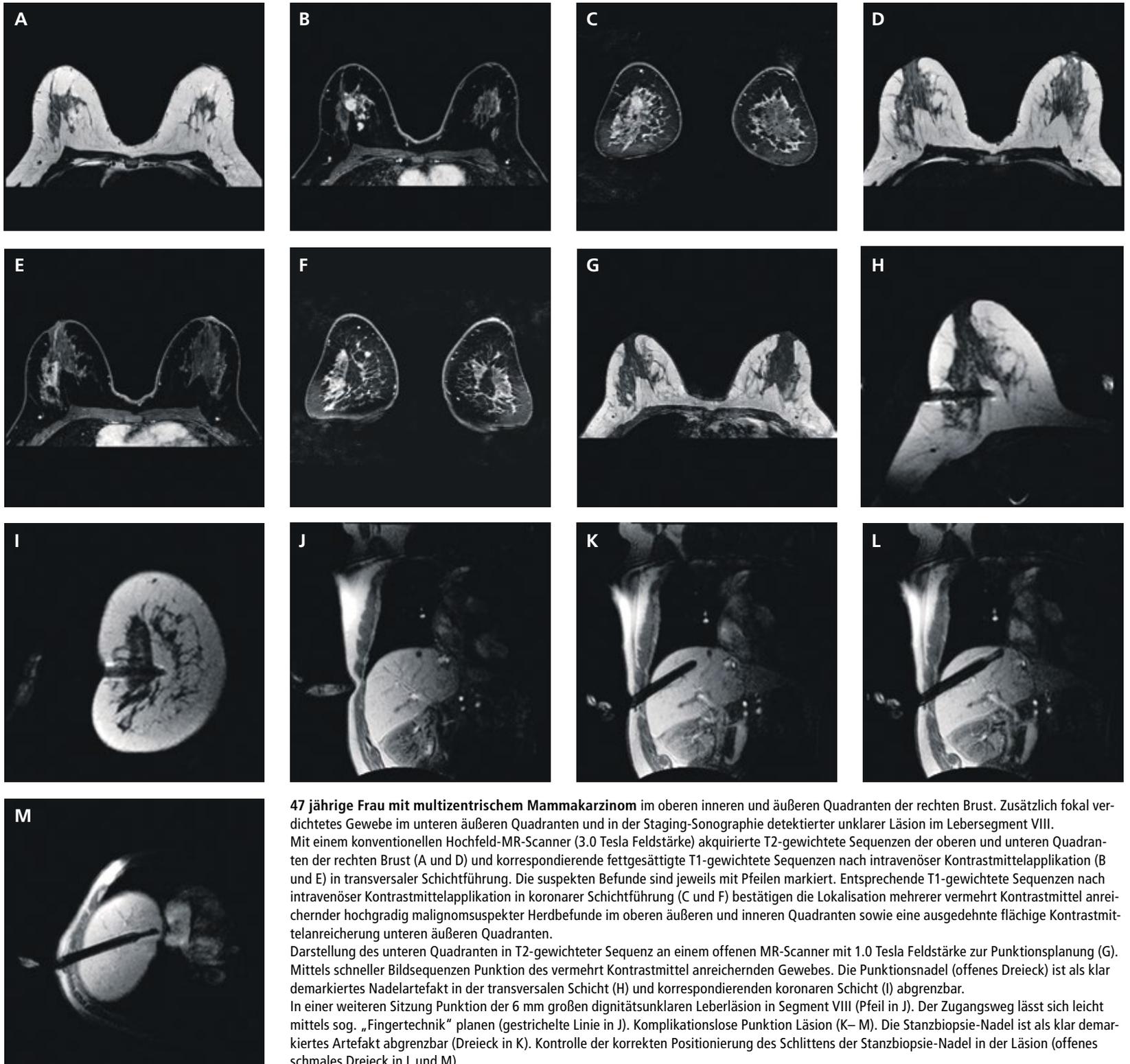
MRT-geführte Stanzbiopsie tumorsuspekter Läsionen in der Brust

Die diagnostische Sicherheit perkutaner Biopsien resultiert in erster Linie aus der präzisen Positionierung der Biopsie-Nadeln im Tumor. Daher kommt einer leistungsstarken und qualitativ hochwertigen Bildführung eine überragende Rolle in der Steuerung dieser Eingriffe zu. Die meisten bisher publizierten Arbeiten zur MR-geführten Mamma-Biopsie mit konventionellen oder vakuumasstierten Stanzbiopsie-Systemen wurden an MR-Scannern mit einer Feldstärke von 1,5–3,0 Tesla und klassischer Röhrenbauweise durchgeführt. Die MRT-geführte Stanzbiopsie kann stereotaktisch oder in Freihandtechnik durchgeführt werden. Im Rahmen der stereotaktischen Biopsie wird die Brust in einem Gitter fixiert und komprimiert, was den lateralen Zugang zur Brust ermöglicht. Die Positionierung der vakuumasstierten Stanzbiopsie-Systeme im stereotaktischen Gitter wird ohne direkte Bildkontrolle außerhalb des Scanners vorgenommen und die Lage der Nadel intermittierend im Scanner kontrolliert. Dies wird als „Step-in-step-out“-Technik bezeichnet, die neben einem erheblichen Zeitaufwand auch die Gefahr einer Dislokation der Stanzbiopsie-Nadel im Rahmen der Positionierungsmanöver mit sich bringt. In Kombination mit einem MR-Scanner mit offener Bauweise oder erweiterter Röhrenöffnung (sog. „wide-bore Scanner“) ermöglicht die Freihandtechnik gegenüber der stereotaktischen Biopsie frei wählbare Trajektorien der Punktionsnadel zur Biopsie auch schwer erreichbarer Läsionen beispielsweise in der retroareolären Region, im axillären Ausläufer und nahe der Brustwand. Das Parenchym der Brust wird nicht komprimiert, was die Vergleichbarkeit zu in der Regel vorbestehenden diagnostischen MR-Mammografien erheblich erleichtert. Außerdem ist aufgrund fehlender Kompression der Brust von einer regelhaften Kontrastmittelan-

reicherung im Brustdrüsenparenchym auszugehen. Im Rahmen eines seit 2007 am Uniklinikum Magdeburg laufenden, aus mehreren Modulen bestehenden Forschungsprojektes zu MR-geführten perkutanen Interventionen unter Verwendung eines offenen 1,0-Tesla-MR-Scanners wurden kürzlich die Sicherheit und Effektivität der Freihandpunktion suspekter Läsionen in der Brust nachgewiesen. Aufgrund fehlender Kompression des Brustdrüsenparenchyms und somit gutem Vergleich zu vorliegenden MR-Mammografien war eine erneute periinterventionelle Kontrastmittelapplikation zur Visualisierung der Läsionen nur in 16 von 75 Fällen notwendig. Die mittlere Interventionsdauer inklusive Akquisition der Planungsbilder betrug lediglich 12 Minuten. Bis auf ein einzelnes Hämatom traten bei 69 Patientinnen keine ernstesten Komplikationen auf.

MRT-geführte Stanzbiopsie tumorsuspekter Läsionen in der Leber

Trotz der hervorragenden Sensitivität kontrastmittelverstärkter Schnittbildverfahren in der Abklärung tumorsuspekter Leberläsionen ist aufgrund der geringeren Spezifität eine histologische Sicherung in vielen Fällen notwendig. Perkutane Leberbiopsien können unter Lokalanästhesie und gegebenenfalls einer leichten Analgosedierung prinzipiell auch ambulant durchgeführt werden. Die Sonografie und Computertomografie (CT) gelten derzeit als Goldstandard zur Steuerung perkutaner Biopsien. Beide Verfahren haben jedoch Limitationen, die sowohl auf physikalisch-technischen Faktoren als auch auf der Patientenphysiognomie beruhen. Trotz des hohen Weichteilkontrastes sind in der Sonografie lediglich ca. 50% der Leberläsionen <1,5 cm detektierbar. Die CT hat intrinsisch einen relativ geringen Gewebekontrast. Aufgrund des schnellen Auswaschens jodhaltiger Kontrastmittel sind Punktationen in kontrastverstärktem Gewebe nur in einem kurzen Zeitfenster möglich. Die Beschränkung auf die axiale Bildebene und die Möglichkeit nur eine oder wenige aneinandergrenzende Bildschichten gleichzeitig zu visualisieren, erschweren die exakte Positionierung der Punktionsnadeln



47 jährige Frau mit multizentrischem Mammakarzinom im oberen inneren und äußeren Quadranten der rechten Brust. Zusätzlich fokal verdichtetes Gewebe im unteren äußeren Quadranten und in der Staging-Sonographie detektierter unklarer Läsion im Lebersegment VIII. Mit einem konventionellen Hochfeld-MR-Scanner (3.0 Tesla Feldstärke) akquirierte T2-gewichtete Sequenzen der oberen und unteren Quadranten der rechten Brust (A und D) und korrespondierende fettgesättigte T1-gewichtete Sequenzen nach intravenöser Kontrastmittelapplikation (B und E) in transversaler Schichtführung. Die suspekten Befunde sind jeweils mit Pfeilen markiert. Entsprechende T1-gewichtete Sequenzen nach intravenöser Kontrastmittelapplikation in koronarer Schichtführung (C und F) bestätigen die Lokalisation mehrerer vermehrt Kontrastmittel anreichernder hochgradig malignomsuspekter Herdbefunde im oberen äußeren und inneren Quadranten sowie eine ausgedehnte flächige Kontrastmitelanreicherung unteren äußeren Quadranten. Darstellung des unteren Quadranten in T2-gewichteter Sequenz an einem offenen MR-Scanner mit 1.0 Tesla Feldstärke zur Punktionsplanung (G). Mittels schneller Bildsequenzen Punktion des vermehrt Kontrastmittel anreichernden Gewebes. Die Punktionsnadel (offenes Dreieck) ist als klar demarkiertes Nadelartefakt in der transversalen Schicht (H) und korrespondierenden koronaren Schicht (I) abgrenzbar. In einer weiteren Sitzung Punktion der 6 mm großen dignitätsunklaren Leberläsion in Segment VIII (Pfeil in J). Der Zugangsweg lässt sich leicht mittels sog. „Fingertechnik“ planen (gestrichelte Linie in J). Komplikationslose Punktion Läsion (K– M). Die Stanzbiopsie-Nadel ist als klar demarkiertes Artefakt abgrenzbar (Dreieck in K). Kontrolle der korrekten Positionierung des Schlittens der Stanzbiopsie-Nadel in der Läsion (offenes schmales Dreieck in L und M).

und setzen ein überdurchschnittliches dreidimensionales Vorstellungsvermögen des interventionellen Radiologen voraus. Zeitlich aufwendige Eingriffe führen zur nicht unerheblichen Strahlenexposition von Patient und Personal. Die MRT ist aufgrund ihres hohen Weichteilkontrastes, der Möglichkeit der multiplanaren Bildakquisition und fehlender ionisierender Strahlung prädestiniert zur Steuerung perkutaner Leberbiopsien. Schnelle T1- und T2-gewichtete Sequenzen ermöglichen bei einer Bildwiederholrate von <1 s eine nahezu Echtzeit-Steuerung. Die vorherige Applikation hepatozytenspezifischer Kontrastmittel verbessert die Abgren-

zung zwischen Tumor und Gewebe sowie Risikostrukturen wie zum Beispiel Gefäßen und Gallengängen und steigert somit die Effizienz und Sicherheit MR-geführter Biopsien in Freihandtechnik bei gleichzeitiger Verringerung der Interventionszeit. Die sichere histologische Diagnose ermöglicht die Einleitung einer adäquaten Therapie bei den betroffenen Patientinnen. Aus den Erfahrungen der bisher von unserer Arbeitsgruppe publizierten Studien ist die Komplikationsrate nach MRT-geführten Biopsien sehr niedrig. Bei eingespieltem Interventionsteam ist die Interventionszeit nicht länger als bei US- oder CT-geführten Eingriffen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Bedeutung der MRT in der Diagnostik des Mammakarzinoms wird in Zukunft weiter zunehmen. Die gezielte Abklärung MR-morphologisch suspekter Läsionen sollte optimal mittels MRT-geführter Biopsie erfolgen. Die Biopsie in Freihandtechnik unter kontinuierliche Bildführung mittels hochaufgelöster, schneller MR-Sequenzen an einem MR-Scanner mit offener Bauweise oder erweiterter Röhrenöffnung könnte die Sicherheit und Effizienz der Biopsien steigern und gleichzeitig den Zeitaufwand verringern. Die Rationale für die MRT-geführte Biopsie tumorsuspekter

Leberläsionen liegt in der Möglichkeit begründet, selbst kleinste Herde sicher zu biopsieren und so die betroffenen Patientinnen schnellstmöglich einer kurativen Resektion oder einer adäquaten Chemotherapie zuzuführen. ■■

| www.med.uni-magdeburg.de |



RADIOLOGISCHE GELENKDIAGNOSTIK – RATIONALER EINSATZ DER SCHNITTBILDVERFAHREN

Die Gelenkdiagnostik ist wesentlicher Bestandteil der radiologischen Untersuchungen mit den Schnittbildverfahren Computer- und Kernspintomografie (CT und MRT).



Prof. Dr. Dietmar Dinter, Praxisgemeinschaft am Krankenhaus, Radiologie Schwetzingen

■ Für Orthopäden, Sportmediziner und Ärzte, die Gelenkerkrankungen therapieren, ist eine optimale Diagnostik die Grundlage für eine zielgerichtete und der Befundausrprägung angepasste Therapie. Dabei entscheidet der gezielte Einsatz der Methoden grundlegend über das weitere Prozedere.

Röntgen-Einsatz und Sonografie

Bei den meisten muskuloskelettalen Beschwerden stehen die sonografische Beurteilung und das Röntgenbild am Anfang der bildgebenden Diagnostik. Sonografisch werden Gelenkergüsse und Einblutungen in die Muskulatur sowie entzündliche Veränderungen der Gelenke (durch zusätzliches Beurteilen der inflammatorisch bedingten Mehrdurchblutung der Gelenkschleimhaut mit farbkodierter Duplexsonografie) oder Bursitiden sehr genau dargestellt. Durch das herkömmliche Röntgen kann oft eine knöcherne Verletzung oder Luxationen bestätigt oder ausgeschlossen und etwas fortgeschrittener Gelenk-Verschleiß festgestellt werden.

Einsatzgebiete der CT

Bei der Frage nach Frakturen ist zur Beurteilung von uneindeutigen Befunden oder einer Fissur der Kortikalis eine nachfolgende CT die Methode der Wahl. Dies gilt bei der Untersuchung von komplexen Brüchen, deren Aufnahmen mittels 3-D-Oberflächenrekonstruktionen

sowie durch multiplanare Reformatierung in verschiedenen Raumrichtungen rekonstruiert werden. Mit diesen Nachbearbeitungsvarianten wird dem chirurgisch tätigen Kliniker eine wichtige Hilfestellung zur Rekonstruktion gegeben. Aufgrund der mittlerweile jederzeit durchführbaren isotropen Aufnahmetechnik im Submillimeterbereich in der CT können sehr detailgetreue Darstellungen der Hochkontraststrukturen erreicht werden. Moderne Algorithmen zur Artefaktunterdrückung ermöglichen es, auch Metallimplantate wie TEPs oder Schrittmacheraggregate ohne die diagnostisch störenden „Hounsfield Balken“ darzustellen. Dies grenzt die Strukturen um Osteosynthesematerialien wesentlich genauer ab, und Resorptionssäume, kleinere Lysen oder auch Fissuren lassen sich so mit hoher Sicherheit diagnostizieren.

Ein weiterer Vorteil der CT-Diagnostik ist die Geschwindigkeit, mit der in wenigen Sekunden große Körpervolumina gescannt und untersucht werden. Dabei tritt der bislang wesentliche Nachteil – die Strahlenbelastung – durch Dosismodulation, iterative Rekonstruktionstechniken, Fortschritte in der Nachverarbeitung und Nutzung von Zwei-Röhren-Technologien bei High-End-Geräten immer mehr in den Hintergrund. Mittlerweile ist z.B. die Untersuchung des Thorax zur Beurteilung des Herzens inklusive Gefäßen mit einer Strahlendosis von 1 mSv möglich geworden.

MRT in der Gelenkdiagnostik

Allerdings ist es für die gängigen Ein-Röhren-CT-Geräte nicht machbar, annähernd vergleichbare Differenzierungen der Weichteilstrukturen wie die MRT durchzuführen. Die unterschiedlichen Sequenzprotokolle bieten u.a. die Möglichkeit der Fettunterdrückung, stellen Diffusionsstörungen und Gewebsunterschiede mittels MR-spektroskopischer Methoden, Perfusionsuntersuchungen, T2-Messungen und spezieller Algorithmen wie dem „gradient echo based T1-delayed Gadolinium enhanced MRI of cartilage“ (dGeMRIc) dar. Dies bedeutet für die MRT-Bildgebung wesentliche diagnostische Vorteile gegenüber einer CT. „Ultrashort echo time sequences“ (UTE, SWIFT) und „multispectral imaging“ (MAVRIC = multiaquisiti-

on variable-resonance image combination, SEMAC = slice-encoding for metal artifact correction) erzielen eine in den meisten Fällen ausreichende Metallartefaktunterdrückung.

Da die Bildgebung bei Patienten mit Schrittmacheraggregaten in den letzten Jahren durch die Entwicklung moderner, MR-kompatibler Systeme möglich wurde, fiel eine wesentliche Kontraindikation weg. Für die muskuloskelettale Diagnostik stellt die MRT die primäre Methode dar, wenn es um Bandstrukturen, Menisci, Knorpel, subtile Knochenverletzungen und -ödeme sowie Kapselstrukturen geht. Dennoch ist in manchen Fällen eine weiter gehende Diagnostik notwendig. So stellen sich teilweise Patienten vor, die bereits eine ausgedehnte Abklärung ihrer Beschwerden mit Röntgen, CT und MRT erfahren und dennoch keine eindeutige Diagnose erhielten.

Innovative, erweiterte Anwendungen in der Gelenkdiagnostik

Mithilfe einer Kontrastmittelgabe in Gelenke (direkte MR-Arthrografie) werden z.B. krankhafte Veränderungen der Labren oder des Gelenkknorpels mit einer extrem hohen Detailschärfe sichtbar. Dadurch können häufig selbst unklare Beschwerden zugeordnet werden. Bei der MR-Arthrografie appliziert der Arzt unter kurzer Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen unter sterilen Bedingungen eine geringe Menge an Kontrastmittel (ca. 10 ml) in das Gelenk. Danach erfolgt die ca. 15–30 Minuten dauernde Untersuchung. Verschiedene Verletzungen, insbesondere bei Sportlern, lassen sich dadurch eindeutig nachweisen. So treten Erkrankungen des Gelenkrandes des Hüftgelenkes oft bereits bei jungen Menschen auf und erhöhen dadurch das Risiko für eine präarthrotische Deformität. Durch frühe Diagnostik und frühzeitige Therapie kann einer vorzeitigen Alterung des Gelenkes vorgebeugt werden. An der Schulter zählt die sog. „SLAP“-Läsion zu den typischen Gelenkveränderungen. Die Verletzung tritt bei langjähriger Überlastung auf, kann aber auch entstehen nach Zugverletzung mit Längsdehnung des Armes, direktem Anprall auf die Schulter oder Sturz mit ausgestrecktem Arm nach vorne. Oftmals ist das klinische Bild nicht

eindeutig und reicht von Knacken bzw. Schnappen in der Schulter bis hin zu Instabilitätsgefühl und tief im Gelenk sitzenden Schmerzen mit Bewegungseinschränkung.

An der Hüfte sind Veränderungen der Gelenkklippe zumeist nicht von einem Unfallmechanismus bedingt, sondern entstehen durch ungünstige anatomische Verhältnisse bei z.B. Hüftdysplasien oder bei abnormaler Stellung des Kopfes in der Gelenkpfanne im Rahmen eines sog. „femoracetabulären Impingements“ (FAI). Dadurch können Ablösungserscheinungen des Labrums typischerweise an der Gelenkinnenseite beginnend auftreten, die je nach Art der zugrunde liegenden Erkrankung eher umschrieben oder großflächig sein können. An Beschwerden geben die Patienten typisch einen reproduzierbaren Leistenschmerz an, vor allem bei einer Beugung verbunden mit der Innenrotation des Oberschenkels. Blockierungen und ein Klicken im Gelenk werden als Symptom genannt. Die Kombination mit vermehrter Beweglichkeit im Gelenk und Schonhinken liegt vor allem bei Hüftdysplasien vor, eine verminderte Beweglichkeit bei Beugung und Innenrotation findet sich typisch beim FAI.

Schließlich ist als weitere innovative MR-Technik die zeitaufgelöste Angiografie zu nennen. Sie stellt die Durchblutung von Gefäßen direkt im Bild dar. Durch eine spezielle physikalische Methode werden in sehr kurzen zeitlichen Abständen Volumendatensätze aufgenommen, was die reale Durchblutung von Gewebsstrukturen abbildet und die Perfusionsdynamik von Gefäßen vergleichbar zur digitalen Subtraktionsangiografie darstellt. Damit können sowohl die Gefäße von Patienten mit Claudicatio vor einer geplanten Therapie genauer vom arteriellen Einstrom bis zum venösen Abstrom beobachtet wie auch die Entzündungsaktivität bei Arthrose oder Rheuma dargestellt werden.

Zusammengefasst ist durch die radiologische Bildgebung bei orthopädischen Krankheitsbildern in der Kombination der verschiedenen Optionen mittlerweile eine sehr detaillierte Aussage zu sämtlichen relevanten Erkrankungen von Gelenkstrukturen möglich.

| www.radiologie-schwetzingen.de |



PRODUKT-INNOVATION

Mit einer Deutschlandpremiere auf dem 95. Deutschen Röntgenkongress in Hamburg setzt Toshiba seinen neuen Kompakt-MRT Vantage Elan in Szene.

■ Ob Reeperbahn, Fischmarkt, Speicherstadt, Elbe oder Alster – Hamburg bietet Highlights und Events für jedermann. Für die medizinische Fachwelt ist eines davon der alljährlich im hohen Norden stattfindende Deutsche Röntgenkongress. In diesem Jahr bereits zum 95. Mal. Hersteller Toshiba Medical Systems hat sich als feste Größe auf dem Deutschen Röntgenkongress etabliert und wird auch in diesem Jahr als Aussteller im Congress Centrum Hamburg präsent sein. Diesmal mit einer Deutschlandpremiere: Am 29. und 30. Mai wird auf dem Toshiba Stand zwischen 9.30 und 10.00 Uhr feierlich der neue Kompakt-MRT Vantage Elan enthüllt.

Zu den beiden Vorführungen lädt das Unternehmen alle Interessenten, die sich live von der Produkt-Innovation überzeugen wollen. Denn der Vantage Elan steht für High-End-Technologie auf kleinstem Raum. Das neue Gerät vereint die Performance von Toshiba's MRT-Flaggschiff Vantage Titan und effizientes Design. Herzstück des Systems ist der 1.5-Tesla-Magnet mit hoher Feldhomogenität. Er liefert exzellente Bildqualität auch im Off-Center-Bereich zum Beispiel bei Schulter und Knie. Trotz der kompakten Form stellt er dem Anwender ein klinisch vollwertiges Field of View von 55 x 55 x 50 cm zur Verfügung.

Die fortschrittliche MRA-Technologie von Toshiba, die im Vantage Elan zum Einsatz kommt, garantiert hervorragende Auflösung in der Gefäß-Bildgebung ohne die Verwendung von Kontrastmitteln. Das schont sowohl die Gesundheit der Patienten als auch die Budgets der Anwender. Dank des Matrixspulen-Konzepts mit leichten kombinierbaren Spulen, die einfach positioniert werden können, gehen Untersuchungen deutlich schneller vonstatten. Dafür sorgt auch die neueste Version von Toshiba's M-Power-Software, die in der Standard-Ausführung auf dem System installiert ist und die sich bei Bedarf um weitere Funktionen erweitern lässt. Sie bietet maximale Bedien- und Analysemöglichkeiten, dank ihrer intuitiven



Am 29. und 30. Mai wird auf dem Toshiba-Stand der neue Kompakt-MRT Vantage Elan präsentiert.

tiven Menüführung finden sich aber selbst unerfahrene Anwender problemlos zurecht.

Auch hinsichtlich Installation und Betriebskosten gibt sich der Vantage Elan sehr effizient: Das gesamte System benötigt gerade einmal 23 m² Fläche, aufgrund der sehr kurzen Gantry von 1,4 m ist es flexibel und passt mühelos in die meisten Untersuchungsräume. Verkabelung und Technikschränke sind auf ein Minimum reduziert, vorinstallierte Komponenten beschleunigen die Einrichtung: Fünf Arbeitstage nach der Systemeinführung kann der Vantage Elan in Betrieb genommen werden. Die „Eco Mode“-Technologie senkt dabei spürbar den Stromverbrauch.

Toshibas Bemühen um ein Maximum an Patientenkomfort spiegelt sich in vielen weiteren Merkmalen des Vantage Elan: Er ist der erste MRT mit 63 cm Gantryöffnung. Die Option der „Feet First“-Ausrichtung des Tisches beugt Platzangst vor. Kombiniert mit der exklusiv von Toshiba installierten Wirbelsäulenspule, der Pianissimo-Technologie zur Geräuschkämpfung sowie der integrierten Patientenkamera schafft der Vantage Elan optimale Voraussetzungen für eine angenehme Untersuchungssituation. Beim Wohlbefinden ihrer Patienten müssen Anwender mit dem Vantage Elan keine Kompromisse mehr eingehen – ebenso wenig wie in puncto Leistung und Nutzerfreundlichkeit.

Auch mit an Bord: neue High-End-Low-Dose-Volumen-CT Aquilion ONE Vision und Next Generation

Neben dem MRT Vantage Elan präsentiert Toshiba in Hamburg der Fachwelt auch seine erst kürzlich auf dem ECR in Wien vorgestellten neuen High-End-Low-Dose-Volumen-CT. Die neuen Volumen-CT Aquilion ONE Vision und Aquilion ONE Next Generation stehen für einen nochmaligen Innovationssprung – mit neuer Hard- und Software. Ob für Routine- oder Spezialuntersuchungen wie beispielsweise in der Kardiologie oder Neuroradiologie: Die High-End-Volumen-CT bieten sowohl dem Anwender als auch den Patienten noch mehr Qualität, Sicherheit und Komfort. Der neue Quantum-Detektor mit erhöhter Ausbeute und nochmals verbesserter Effizienz gewährleistet mit 16 cm Abdeckung in nur einer Rotation Höchstqualität in der Low-Dose-Bildgebung. Der beschleunigte Scanvorgang mit einer Rotationsgeschwindigkeit von 0,275 oder 0,35 Sekunden kommt vor allem dem Patienten zugute, zahlt sich bei der Notfalldiagnostik oder in puncto Effizienz jedoch ebenso für die Anwender aus.

Doch nicht nur die Hardware wie der Volumen-CT Detektor wird neu vorgestellt – auch die Software erfährt einen Generationssprung. Die neue Software 6.0 – mit Adaptive Diagnostics – beinhaltet die neue Single-Energy-Metal-Artefakt-Reduktion

SEMAR, welche sowohl die Diagnose von Metallimplantaten wie auch des umliegenden Weichteilgewebes signifikant verbessert. Darüber hinaus erweitern neue Subtaktionstechniken, z.B. für die Lunge oder Gefäße, das klinische Anwendungsspektrum.

Die große Gantryöffnung beider Volumen-CTs mit 78 cm Durchmesser liefert mehr Patientenkomfort und erleichtert zugleich im Falle bildgesteuerter Interventionen dem Personal den Zugang zum Interventionsgebiet. Die neue Generation der „Adaptiven-Iterativen-Dosis-Reduktion in 3-D“ (AIDR 3D) senkt bei gleichbleibend hoher Rekonstruktionsgeschwindigkeit und Bildqualität die Dosis um bis zu 75%. Erstmals kommt sie schon vor dem Scan, während das Kontrastmittel einläuft, zum Einsatz und kann auch bei bildgesteuerten Interventionen angewendet werden.

Darüber hinaus bietet der Aquilion ONE Next Generation die Möglichkeit der Gantrykippen auch bei Neuro- oder Trauma-CTs und bei bildgesteuerten Interventionen. Damit können bestimmte Bereiche wie beispielsweise die Augenlinse bei einer Untersuchung gezielt ausgespart werden. ■■

| www.toshiba-medical.de |

**Deutscher Röntgenkongress
2014: Stand D 12.1**

QUALITÄTSOFFENSIVE IN DER RADIOLOGIE – IM MITTELPUNKT STEHT DER PATIENT

Die Entwicklung der Radiologie wird in den letzten Jahren durch einen rasanten Fortschritt der technischen Möglichkeiten gekennzeichnet.



Prof. Dr. Hans-Peter Busch, Zentrum für Radiologie, Neuroradiologie, Sonographie und Nuklearmedizin, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, Trier

■ Doch bei schwierigen ökonomischen Rahmenbedingungen ist es eine Herausforderung, den medizinischen und technischen Fortschritt dem Patienten zur Verfügung zu stellen. Eine höhere medizinische Qualität ist in der Regel mit einem höheren Investitionsvolumen und/oder einem höheren kontinuierlichen Ressourcenverbrauch verbunden. Leider folgt im bestehenden Gesundheitssystem den Mehrausgaben i.d.R. keine ausreichende Finanzierung durch entsprechende Erlöse. Qualitätssteigerungen haben daher den Charakter von Vorleistungen mit der Hoffnung einer Refinanzierung. Dies zwingt Krankenhäuser, die Steigerung der medizinischen Qualität mit einer Prozessoptimierung in den Dimensionen Effizienz und Effektivität und damit der Wirtschaftlichkeit zu verbinden. Dazu müssen ganze Behandlungsketten von der Aufnahme des Patienten bis zur Entlassung betrachtet werden. Dies schließt die intensive Prüfung ein, ob neue Untersuchungsmethoden oder Untersuchungen mit höherer Qualität bestehende Methoden ergänzen oder ersetzen können. Der größte Beitrag zur Qualität und Wirtschaftlichkeit bleibt, eine nicht mehr notwendige Untersuchung zu vermeiden oder bei gleichem medizinischem Ergebnis eine belastende Untersuchung durch eine weniger belastende und möglicherweise sogar informativere Untersuchung zu ersetzen.

Ein Ziel der Weiterentwicklung von Untersuchungsmethoden ist die

Steigerung der diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten bei verminderter Belastung des Patienten. In den letzten Jahren standen bei der Weiterentwicklung besonders die Parameter Bildqualität und Strahlendosis im Vordergrund.

CT - höhere Bildqualität mit geringerer Strahlendosis

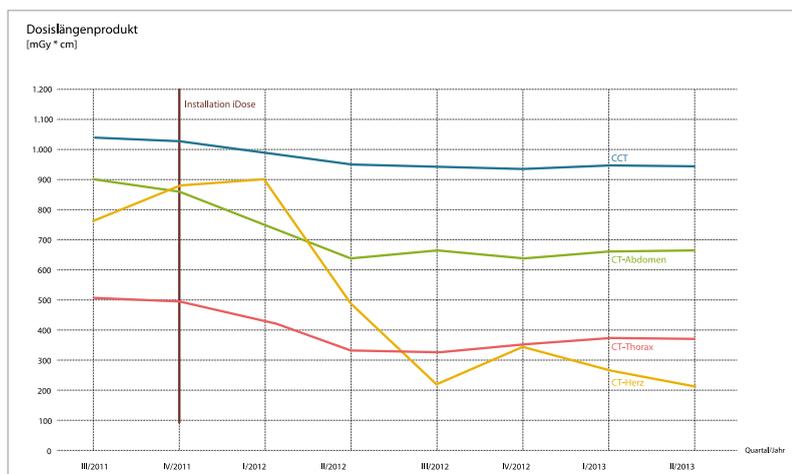
Nachdem das Rennen um mehr Schichten langsamer geworden ist, stehen insbes. mit neuer IT Technologie mehr Möglichkeiten für eine deutliche Steigerung der Bildqualität und eine Senkung der Strahlenbelastung (bis zu 80 %) zur Verfügung (Beispiel: Philips iDose 4). Am Krankenhaus der Barmherzigen Brüder in Trier konnte die Dosisreduktion nach der Einführung von iDose in 2011 anhand realer Patientendaten in beeindruckender Weise nachvollzogen werden.

Angiographie - höhere Bildqualität mit geringerer Strahlendosis

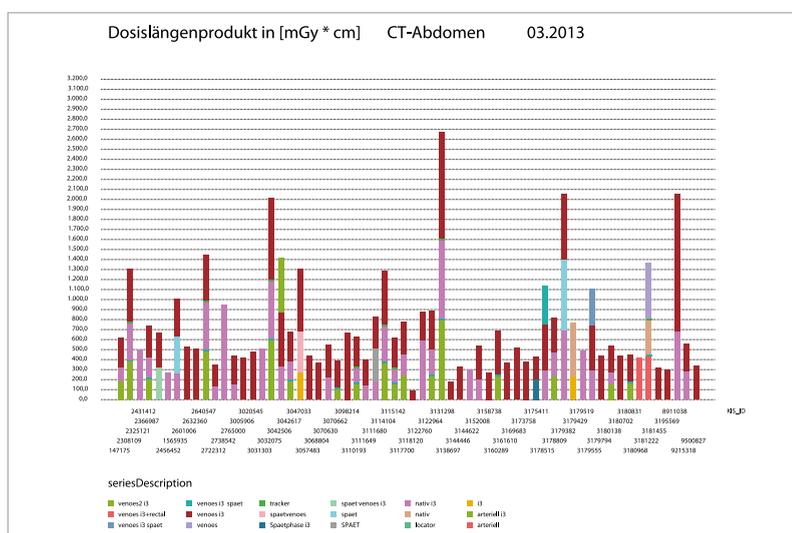
Die Diagnostik und Therapie von Gefäßerkrankungen mit angiographischen Methoden ist mit hoher Strahlenbelastung für Patient und Personal verbunden. Neue IT Techniken (Beispiel: Philips Allura Clarity) konnten bei einzelnen Untersuchungen die Dosis um bis zu 70 % reduzieren, häufig mit höherer Bildqualität und mit neuen Möglichkeiten der Diagnostik und Therapie. Am Karolinska-Institut wurde durch digitales Prozessing die Dosis einer durchschnittlichen neuro-radiologischen Intervention hoch signifikant um zwei Drittel abgesenkt (Neuroradiology 2013; 55:1365-72).

Digitale Röntgenaufnahmen - höhere Bildqualität mit geringerer Strahlendosis

Digitale Aufnahmemethoden haben inzwischen den klassischen Röntgenfilm verdrängt. Flachdetektoren zeichnen sich durch eine hohe Bildqualität, eine geringe Dosis, aber auch durch einen höheren Preis aus. Im Vergleich zu Speicherfolien haben Flachdetektoren eine höhere Sensitivität für Strahlung, was eine Absenkung der Dosis um etwa 50 % erlaubt. Neue tragbare, kabellose Flachdetektoren (Beispiel: Philips SkyPlate) machen diese Technik für bestehende Bucky-Arbeitsplätze und mobile Röntgeneinheiten von



Darstellung der Reduktion der Strahlenbelastung (Dosis-Längen Produkt) seit der Einführung der iDose-gestützten CT



Patientenindividuelle Dosisüberwachung am Beispiel der CT-Untersuchungen Abdomen, März 2013. Die Farben zeigen unterschiedliche Aufnahmeserien. Programm: PERMOS – Performance and Monitoring Server for Medical Data (Centre de Recherche Public Henri Tudor, LU).

Philips nutzbar und stellen damit eine wirtschaftliche Alternative zu klassischen Röntgenfilmen und Speicherfolien dar. So profitieren Patienten und Krankenhaus davon.

Was nicht messbar ist, ist nicht optimierbar. In Trier wird die real applizierte Dosis mit Hilfe einer speziellen Software kontinuierlich überwacht.

Das Krankenhaus der Barmherzigen Brüder ist bestrebt, neueste technische Entwicklungen zum Wohl des Patienten zur Verfügung zu stellen. Daher wurde in der Radiologie im Rahmen der Nachrüstung sowohl die iDose Technik in der Computertomographie, als auch die Clarity Technik in der Angiographie eingeführt. Vor wenigen Wochen fand in Zusammenarbeit mit der Firma Philips die weltweit erste klinische Anwendung der mobilen Detektorplatte von Philips (SkyPlate) im Krankenhaus der Barm-

herzigen Brüder statt. Der eigene Qualitätsanspruch und der Nutzen für den Patienten waren Anlass für diese Investitionen. Eine Refinanzierung muss dabei durch den gesteigerten Patientenzuspruch, aber auch durch intern optimierte Diagnostik- und Behandlungswege erreicht werden. Der Patient als Kunde, Partner und Gast sollte diese Investitionen wert sein. ■■

Literatur:

H.P.Busch: Prozessoptimierung im Krankenhaus – Behandlungsabläufe im Überangebot bildgebender Untersuchungsmethoden. *Arzt und Krankenhaus* 2012 (2) ; H.P.Busch: Wirtschaftlichkeitsreserven im Krankenhaus – Eine kritische Analyse der Prozesse, Strukturen und Personen. *Arzt und Krankenhaus* 2012 (6); H.P.Busch: Zwischen Qualität und Wirtschaftlichkeit. *Arzt und Krankenhaus* 2012 (11); H.P.Busch: Imaging Center – Optimierung der diagnostischen Bildgebung im DRG Zeitalter. *RÖFO*; 2013 (184); H.P.Busch: *Managementhandbuch für Chefarzte*. Thieme Verlag 2013

PROSTATABEFUNDUNG 2.0

Konkreter diagnostizieren, genauer lokalisieren, gezielter biopsieren – so könnte man in einer Formel den Nutzen zusammenfassen, den das neue CSC-Modul für Prostatabefundung künftig bieten soll.

■ Die neue Lösung wurde nach ESUR-Standards entwickelt und ermöglicht eine strukturierte grafische Prostatabefundung.

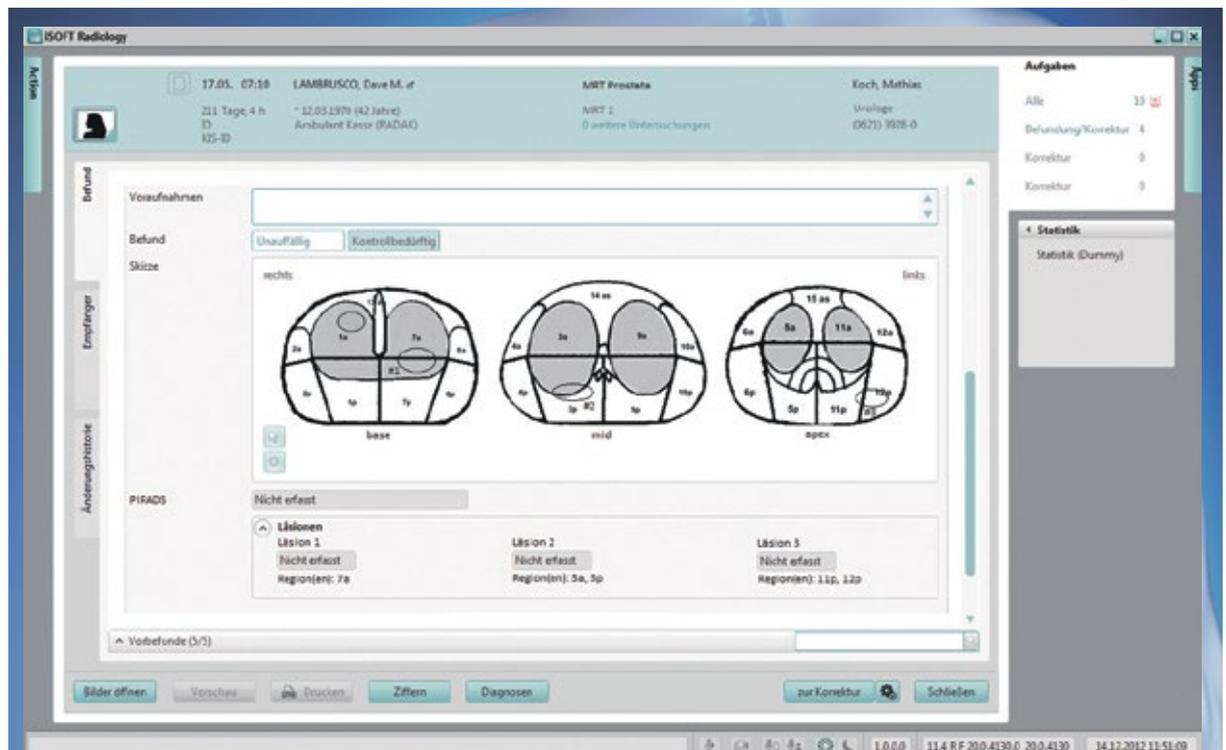
Das Prostatakarzinom gehört seit Jahren zu den Erkrankungen mit einer signifikant hohen Wachstumsrate. Neben einer Softwarelösung für die Mammographiebefundung bietet CSC Radiologen deshalb nun auch ein neues Servicemodul für eine effiziente Prostatabefundung. Dieses setzt auf die Magnetresonanztomographie (MRT), die bislang als zuverlässigstes bildgebendes Verfahren zum Tumornachweis gilt und daher eine zunehmend wichtigere Rolle für die Diagnostik einnimmt.

Das neue Servicemodul verfügt wie die Mammographielösung über die intuitive „Cockpit“ Benutzeroberfläche und ermöglicht damit eine besonders schnelle und einfache, weil intuitive strukturierte Befundung. Dank der neuen, auf höchste Ergonomie ausgelegten Oberfläche setzt die Lösung neue Maßstäbe in puncto Bedienkomfort und Befundensicherheit.

Die Lösung wird aus dem Radiologie-Informationssystem RadCentre heraus aufgerufen und führt den Radiologen Schritt für Schritt durch die Befundung. Mithilfe des Grafikmoduls kann der Arzt Lage und Größe von Läsionen markieren und anhand von hinterlegten Scores und Dialogfenstern mit wenigen Mausklicks schnell und einfach strukturierte Eingaben vornehmen. Die Summe der einzelnen Bewertungen mündet in einen PI-RADS, der vom befundenden Radiologen bestätigt werden kann.

Befundung nach ESUR-Leitlinien

Das Servicemodul ist dabei nicht nur darauf ausgelegt, dem Arzt eine schnellere und einfachere Befundung zu ermöglichen: Sie ist die erste am Markt, bei der konsequent die neuen Leitlinien der European Society of Urogenital Radiology (ESUR) um-



Das neue Servicemodul für Prostatabefundung zeigt durch die neue intuitive Benutzeroberfläche und die Möglichkeit der strukturierten Dateneingabe, welchen Mehrwert moderne Software-Module im Hinblick auf Effizienz und Sicherheit bieten können.

gesetzt wurden. Zusammen mit der strukturierten Dateneingabe gewährleistet dies, aussagekräftigere und verbindlichere Befunde mit einem höheren Informationsgehalt zu erstellen. Also ein deutliches Plus an Sicherheit sowohl für den zuweisenden Urologen als auch für seine Patienten.

Neues Geschäftsmodell für Radiologen

Ein besonderer Vorteil der Lösung ist auch die Präzision der Tumordiagnostik in Verbindung mit der Mag-

netresonanztomographie. Musste der zuweisende Urologe auf Basis der bisherigen Befund(un)genauigkeit ein größeres Areal mehrfach biopsieren, so ist im Befund jetzt eine exakte Lokalisierung von Läsionen mit ihrer maximalen Dichte möglich. Eine Stanzbiopsie gewährleistet so mit wenigen Stichen eine verlässlichere Diagnostik. Dies bietet dem Urologen mehr Sicherheit und erspart dem Patienten unnötige Schmerzen. Darüber hinaus eröffnet sich dem Radiologen ein ganz neues Geschäftsmodell: Durch die Kombination von MRT-

und Ultraschall-Modalitäten kann er die Gewebe-Entnahme zeitnah selbst vornehmen. Hierbei werden die exakten Koordinaten aus der MRT-Untersuchung beim Ultraschall zur Lokalisierung der Läsionen genutzt. Der Radiologe verbessert mit diesem Modell die Wirtschaftlichkeit seiner Einrichtung – und stärkt zugleich die Bindung zum zuweisenden Urologen.

iSoft Health GmbH, a CSC Company
Mannheim
Tel.: 0621/3928 0
hg-info.deu@csc.com
www.csc.com/health_de

MRT SCHÄRFT BLICK INS GEHIRN

Die 7-Tesla-Magnetresonanztomografie macht die Grenze zwischen Amygdala und Hippocampus sichtbar.



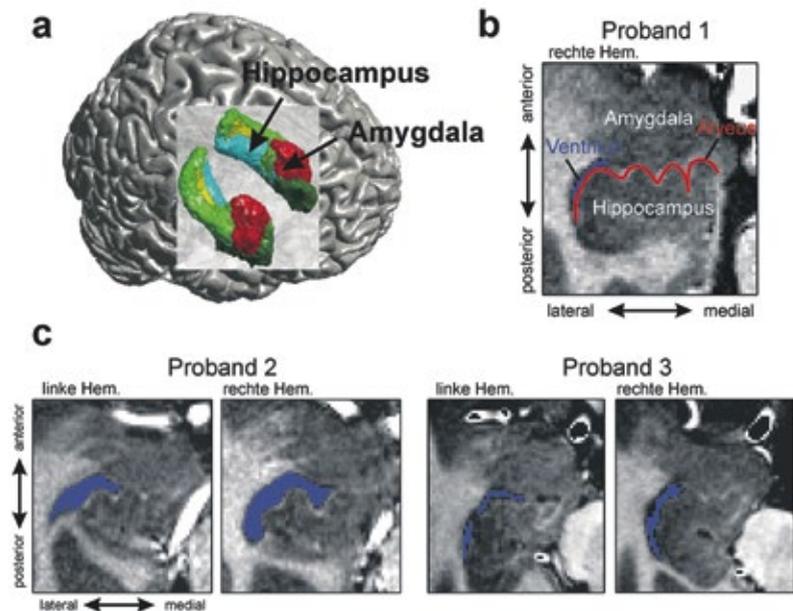
Dr. Gunnar Grah, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Exzellenzcluster BrainLinks-BrainTools, Freiburg

Im medialen Temporallappen des menschlichen Gehirns liegen zwei relativ kleine, aber ausgesprochen wichtige Strukturen dicht beisammen: Die Amygdala spielt eine entscheidende Rolle bei emotionalen Funktionen, u.a. bei der Verarbeitung mit Gefühlen besetzter Gedächtnisinhalte.

Hierfür ist ein intensiver Informationsaustausch mit der zweiten Struktur, dem Hippocampus, erforderlich. Dieser ist wichtig für die Konsolidierung von Gedächtnisinhalten und generiert aus ihnen Erinnerungen. Beide Hirnbereiche waren bislang beim lebenden Menschen schwer auseinanderzuhalten.

Der Grund hierfür: Die teilweise nur einen Millimeter dicke Grenzregion zwischen beiden Strukturen kann mit den verbreiteten Verfahren der strukturellen Bildgebung nicht klar dargestellt werden. Durch den Einsatz eines 7-Tesla-Kernspintomografen konnten Wissenschaftler der Universitäten Freiburg und Magdeburg nun erstmals die Grenze zwischen Amygdala und Hippocampus bei mehreren Personen individuell mit hoher Genauigkeit kartieren. Dies berichten die Teams um Dr. Tonio Ball vom Universitätsklinikum Freiburg und dem Exzellenzcluster BrainLinks-BrainTools der Universität Freiburg und Prof. Dr. Oliver Speck von der Abteilung Biomedizinische Magnetresonanztomografie der Universität Magdeburg.

Für ihre Studie untersuchten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sechs gesunde männliche Probanden in einem 7-Tesla-Magnetresonanztomografen der Universität Magdeburg und verglichen diese Daten mit Ergebnissen, die in einem anderen Gerät bei drei Tesla Feldstärke gewonnen wurden. Die Informationen wurden jeweils in nur einem Durch-



(a) Die menschliche Amygdala (rot) grenzt mit ca. 40 % ihrer Gesamtoberfläche an den Hippocampus (blau, gelb und grün).
 (b) Die beiden Gehirnstrukturen sind voneinander durch das feine Faserbündel des Alveus (markiert durch eine rote Linie) sowie den temporalen Ausläufer des Seitenventrikels (blau) getrennt. Erstmals konnte die Grenzschicht mithilfe von bildgebenden Verfahren bei sieben Tesla Feldstärke vollständig und deutlich sichtbar gemacht werden.
 (c) Signifikante Unterschiede des räumlichen Verlaufs wurden nicht nur zwischen unterschiedlichen Probanden sichtbar, sondern auch zwischen den beiden Hirnhälften einer Person.

Abb.: AG Ball, Universität Freiburg & AG Speck, Universität Magdeburg

gang aufgenommen, es wurden also nicht mehrere Datensätze zusammengefasst. Das Forschungsteam verwendete hierfür T1-gewichtete MP-RAGE- und Protonendichte-gewichtete GE-Sequenzen.

Die deutlich höhere räumliche Auflösung sowie der bessere Bildkontrast der mit sieben Tesla gewonnenen Bilder ermöglichte es, die Grenze zwischen Amygdala und Hippocampus zu identifizieren und für jeden der Probanden erstmals in der Coronal-, Axial- und Sagittalebene exakt zu kartieren. Diese Grenze wird aus cerebrospinaler Flüssigkeit und dem sog. Alveus gebildet, einer feinen Schicht afferenter und efferenter hippocampaler Projektionen, die sich deutlich von den Zellkörpern in

Amygdala und Hippocampus abhebt. Circa 40% der Amygdala-Oberfläche bilden diese Grenze.

Individuelle Grenzen

Bei der Untersuchung der individuellen Kartierungsdaten machten die Wissenschaftler eine für sie überraschende Entdeckung: Die Grenze zwischen Amygdala und Hippocampus verlief bei jeder der untersuchten Personen deutlich anders. Sogar zwischen linker und rechter Hirnhälfte desselben Probanden zeigte die Kartierung der Grenze zwischen beiden Regionen große Differenzen. Da an dieser Grenze beide Hirnbereiche Informationen miteinander austauschen, wenn es um Gefühle

und Erinnerungen geht, könnten diese Variationen – beispielsweise eine größere gemeinsame Oberfläche aufgrund einer stärkeren Faltung – auch für Unterschiede in der Persönlichkeit verantwortlich sein. Hier sieht das Forschungsteam in Zukunft Bedarf für weitere Studien, die einen möglichen Zusammenhang zwischen der Anatomie und emotionalen Eigenschaften einer Person untersuchen.

Strukturelle Bildgebung zur Differenzierung

Was die Anwendung in der klinischen Forschung betrifft, schlagen die Forscher aus Freiburg und Magdeburg vor, diese Hirnstrukturen bei Menschen mit psychiatrischen Erkrankungen genau zu vermessen. Die in solchen Fällen bislang eingesetzte strukturelle Bildgebung mit ihrer deutlich niedrigeren Auflösung lässt nur eine ungefähre Differenzierung der beteiligten Hirnbereiche zu. Hierdurch könne es zu einer Zuordnung – beispielsweise von Volumenänderungen – zur falschen Hirnregion kommen, schließen die Wissenschaftler. Darüber hinaus könne es durch die großen interindividuellen Unterschiede auch keine standardisierten Karten des Gehirns im Bereich von Amygdala und Hippocampus geben. Für jeden Patienten müsse dieser Bereich individuell vermessen werden, um allgemein Fehler bei der Zuordnung von Gehirnaktivierung zu Gehirn Anatomie zu vermeiden.

Obwohl eine quantitative Erfassung der beiden Hirnbereiche nicht Ziel der Studie war, sieht das Forschungsteam in seinen Ergebnissen außerdem einen Beleg dafür, dass die Feldstärke, mit der die Magnetresonanztomografie erfolgt, auch das Ergebnis einer volumetrischen Vermessung beeinflussen kann. Hier sehen die Forscherinnen und Forscher ebenfalls Bedarf für weitere Untersuchungen, insbesondere da pathologische Volumenänderungen der Hirnbereiche mit Fällen schwerer Depression und Temporallappen-Epilepsie in Zusammenhang gebracht wurden. Die derzeit noch begrenzte Zahl an MR-Geräten mit 7 Tesla Feldstärke stellt selbstverständlich eine wichtige Limitierung für den allgemeinen diagnostischen Einsatz dar, mit steigender Verbreitung dieser hochmodernen Bildgebung werden solche Engpässe aber überwunden werden können.

www.brainlinks-braintools.uni-freiburg.de |



A photograph of two mountaineers standing on a rocky peak covered in snow. The climber on the left is wearing an orange jacket and is holding an ice axe high in the air. The climber on the right is wearing a red jacket. They are both wearing climbing gear and helmets. The background shows a vast, snowy mountain range under a clear blue sky.

Für uns ist das ganz normal!

Wie fühlt man sich denn an der Spitze?

Erfahrung von mehr als 100 Jahren im Bereich Gesundheit bedeutet, heute als großer Konzern unangefochtener Top-Anbieter zu sein. Mit umfassendem Angebot an zukunftsweisenden Leistungen:
Auf dem Gebiet der Bildgebung und in der Krankenhaus-IT als spezialisierter Marktführer, der in jedem zweiten Krankenhaus in Deutschland, Österreich, der Schweiz und Luxemburg erfolgreich im Einsatz ist.

agfahealthcare.de

Besuchen Sie uns:
95. Deutscher Röntgenkongress
28. – 31. Mai 2014
CCH Hamburg
Halle H | Stand A.07

Auf Gesundheit fokussiert agieren

AGFA 
HealthCare

MULTIPARAMETRISCHE MAGNETRESONANZTOMOGRAFIE DER PROSTATA – WIE UND WANN?

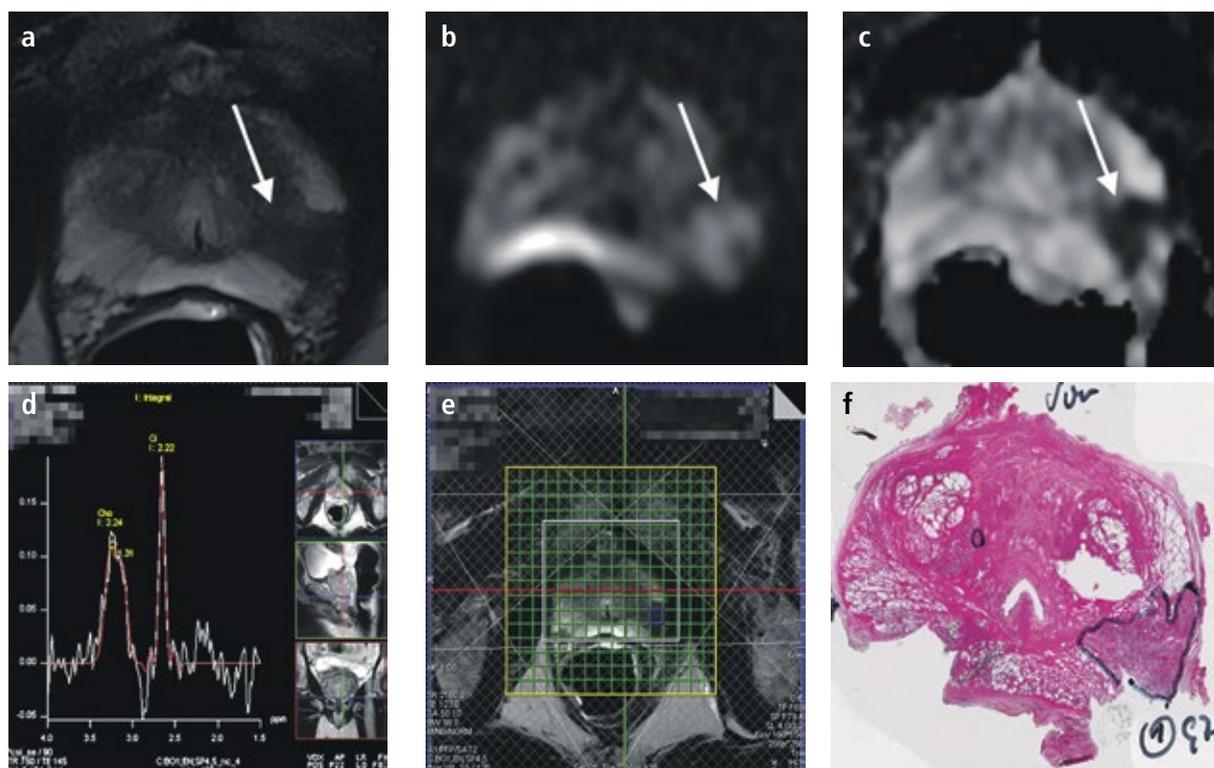
Die multiparametrische MRT der Prostata ist eine komplexe Untersuchung und verspricht Patienten mit Karzinomverdacht einen echten Nutzen.



Prof. Dr. Thomas Kahn, Dr. Harald Busse, Josephin Otto, Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Uniklinikum Leipzig

Das Prostatakarzinom ist in Deutschland die häufigste bösartige Erkrankung des Mannes. Bei den krebisbedingten Todesursachen steht es in westlichen Ländern meist an zweiter Stelle. Die Zahl der diagnostizierten Fälle zeigt einen deutlichen Anstieg, der sich vor allem mit dem verstärkten Einsatz des prostataspezifischen Antigen (PSA)-Tests erklären lässt. Im Vergleich dazu ist die Sterblichkeit weitgehend konstant geblieben. Dies geht vor allem auf eine verbesserte Früherkennung zurück, sodass sich der Tumor oft noch kurativ behandeln lässt. Zu den etablierten Therapieverfahren für Patienten mit organbegrenztem Tumorwachstum zählen die radikale Prostatektomie sowie die Strahlenbehandlung. Bei beiden Verfahren bestehen jedoch therapieassoziierte Risiken, insbesondere Harninkontinenz oder erektile Dysfunktion.

Für die endgültige Diagnose ist eine histopathologische Untersuchung von Gewebeproben erforderlich. Aufgrund ihrer breiten Verfügbarkeit wird hierzu in der Regel eine transrektale Ultraschallsonde (TRUS) eingesetzt, mit der die Proben meist fächerförmig aus der gesamten Prostata entnom-



Multiparametrische MR-Bildgebung der Prostata am Beispiel eines 68-jährigen Patienten (PSA = 4,8 ng/ml). Die TRUS-Biopsie ergab ein Karzinom mit Gleason-Score 6 (3 + 3). T2-gewichtete, axiale Aufnahme (a) mit signalarmer Raumforderung in der peripheren Zone links (Pfeil). Entsprechende Signalerhöhung auf diffusionsgewichteter Aufnahme mit $b = 800 \text{ s/mm}^2$ (b) bei gleichzeitiger ADC-Absenkung (c). MR-Spektrum (d) des blau markierten CSI-Areals (e) mit auffällig hohem Cholin/Zitrat-Verhältnis. Das markierte Tumoreal auf dem histologischen Schnitt des Prostatektomie-Präparats (f) weist Gleason-Score 7 (4 + 3) auf. MR-morphologisch bestand kein Verdacht auf eine Kapselüberschreitung, was der histologische Befund bestätigte (pT2c).

men werden. Eine gezielte Biopsie unter TRUS-Bildgebung ist oft nicht möglich, da sich tumorsuspekte Areale nicht ausreichend darstellen lassen. Die Detektionsrate ist dementsprechend gering. Gleichzeitig wird der histologisch bestimmte Entartungsgrad (Gleason-Score) auf diese Weise häufig unterschätzt, da die positiven Proben nicht unbedingt aus den Bereichen mit der höchsten Zellentartung stammen. Eine verlässliche Einschätzung der Tumorausbreitung ist für die weitere Therapiewahl jedoch von entscheidender Bedeutung. Zur Detektion und Lokalisation eines Prostatakarzinoms sowie zur Prognose bei Patienten mit bereits histologisch gesichertem Tumor ist das verbreitete TRUS-gestützte Verfahren daher nur bedingt geeignet.

Multiparametrische MRT

Im Spannungsfeld zwischen hoher Inzidenz bei relativ geringer Mortalität, unsicherer Prognose und möglicher Nebenwirkungen der Standardtherapien gewinnt die MRT-Bildgebung der Prostata zunehmend an Bedeu-

tung. Hauptindikation für die MRT-Untersuchung ist der fortbestehende Verdacht auf ein Prostatakarzinom nach negativer TRUS-Fächerbiopsie. Hierbei steht die multiparametrische MRT für eine Kombination morphologischer und funktioneller Parameter, welche die Tumordetektion nachweislich verbessert hat. Ein erster Leitfaden für die strukturierte Befundung der Prostata-MRT (PI-RADS, Prostate Imaging-Reporting and Data System) ist von der Europäischen Gesellschaft für Urogenitale Radiologie (ESUR) herausgegeben worden.

Morphologische MRT-Parameter

Der ausgezeichnete Weichteilkontrast der MRT erlaubt eine detaillierte Darstellung der Prostatasubstrukturen und der Samenblasen. Prostatakarzinome entstehen in rund 75% der Fälle in der peripheren Zone und stellen sich auf T2-gewichteten Bildern meist als unscharf begrenzte Flächen mit verminderter Signalintensität (hypointens) dar (siehe Abbildung). Für die klinisch bedeutsame Diagnostik der lokalen Tumorausbreitung werden

weitere Kriterien wie die Asymmetrie des neurovaskulären Bündels, die Obliteration des rektoprostatatischen Winkels sowie die irreguläre Vorwölbung der Prostatakapselförderung. Auf nativen T1-gewichteten Bildern erscheint das Prostatakarzinom meist isointens, während sich Hämorrhagien, oft nach vorangegangener Biopsie, hyperintens zeigen.

Funktionelle MRT-Parameter

Im Vergleich zum normalen Drüsen- gewebe sind die Verbände entarteter Zellen oft dichter gepackt. Eine damit einhergehende Einschränkung der mikroskopischen Bewegung der Wassermoleküle lässt sich mit der MR-Diffusionsbildgebung (Diffusion-Weighted Imaging, DWI) erfassen. Aus Einzelaufnahmen mit zunehmender Diffusionswichtung (b-Wert) lässt sich die räumliche Verteilung des apparenten Diffusionskoeffizienten (ADC, in mm^2/s) berechnen. Bereiche, die auf DWI-Bildern signalreicher und auf ADC-Bildern signalärmer erscheinen, sind daher karzinomverdächtig.

Die Analyse T1-gewichteter dynamischer MR-Aufnahmen (alle 4–10 Sekunden) nach Kontrastmittel (KM)-Gabe kann auf Gewebereiche mit erhöhter Gefäßpermeabilität hinweisen, zum Beispiel bei Gefäßneubildungen in einem Tumor. Kanzeröse Regionen zeigen im Zeitverlauf oft einen ausgeprägten Signalanstieg (KM-Einwaschphase) und einen leichten Signalabfall (KM-Auswaschphase). Neben einer herkömmlichen Bildserienbetrachtung nutzen wir in unserer Klinik zur besseren Erfassung einer auffälligen KM-Dynamik noch die farbkodierte räumliche Darstellung eines semiquantitativen Perfusionsmaßes. Der Parameterwert ist umso größer, je stärker das KM-Signal zunächst ansteigt bzw. danach abfällt. Seit einigen Jahren wächst auch das Angebot an kommerziellen Werkzeugen, die eine quantitative pharmakokinetische Analyse solcher MR-Serien erlauben.

Einen wertvollen Beitrag zur Erhöhung der Spezifität bei der Detektion von Prostatakarzinomen kann die MR-Spektroskopie (MRS) leisten,

insbesondere in ihrer bildgebenden Variante, dem Chemical Shift Imaging (CSI). Unter bestimmten Voraussetzungen lassen sich hierbei die relativen Konzentrationen einiger relevanter Metaboliten abschätzen. Im Mittelpunkt stehen die Signale des Zitrats, einem spezifischen Marker für die gesunde Drüsenfunktion der Prostata, sowie des Cholins, einem allgemeinen Marker für die Zellproliferation. Die MR-Spektroskopie ist allerdings relativ zeitaufwendig sowie technisch anspruchsvoll und wird in der klinischen Routine daher selten herangezogen.

MRT-geführte Prostatabiopsie

Zeigt die MRT-Diagnostik tumorverdächtige Areale, empfiehlt sich eine gezielte Gewebeentnahme. Trotz des vergleichsweise hohen apparativen Aufwands bietet sich abermals ein Vorgehen unter MRT-Kontrolle an. Neben dem gebräuchlichen transrektalen Zugang lässt sich die Prostata auch transgluteal oder transperineal punktieren. Bei Patienten mit einer

wiederholt negativen TRUS-Biopsie zeigen aktuelle Studien, dass gezielte transrektale MR-Biopsien in etwa 40–60% der Fälle einen Karzinomnachweis erbrachten. Eine alternative Technik setzt auf spezielle TRUS-Systeme, bei denen über ein mathematisches Verfahren versucht wird, zuvor erhobene MRT-Daten möglichst ortsgenau auf die fortlaufenden Ultraschallbilder zu übertragen. Unter Beachtung der Kontraindikationen für eine MRT-Untersuchung bzw. Biopsie sind die Komplikationsraten von MR- und TRUS-Biopsien vergleichbar.

Am Leipziger Universitätsklinikum konnte die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Radiologie mit der von Prof. Jens-Uwe Stolzenburg geleiteten Urologie durch ein 2009 bewilligtes Forschungsprojekt der BMBF-Initiative ‚Molekulare Bildgebung‘ weiter ausgebaut werden. Gemeinsam mit der Invivo Germany GmbH (Schweirin) und der Localite GmbH (St. Augustin) wurde ein kommerzielles System für Prostatainterventionen mit einer Option zur virtuellen Echtzeit-Navigation der Biopsienadel versehen,

die uns nun klinisch routinemäßig zur Verfügung steht.

Zusammenfassung

Die multiparametrische MRT ist eine komplexe Untersuchungsmethode, gilt aber derzeit als empfindlichstes Bildgebungsverfahren zur Detektion und Lokalisation eines Prostatakarzinoms. Sie ist vor allem bei Patienten mit fortbestehendem Karzinomverdacht indiziert, deren Stanzbiopsien negativ sind. Tumorverdächtige Bereiche der Prostata können unter gezielter MRT-Kontrolle komplikationsarm punktiert werden. Die so gewonnenen Proben zeigen häufiger ein Karzinom als die TRUS-gestützte Fächerbiopsie. Eine weitere Stärke der MRT liegt in der Ausbreitungsdiagnostik von histologisch bereits gesicherten Tumoren. Literatur erhältlich über harald.busse@medizin.uni-leipzig.de. ■■

| www.radiologie.uniklinikum-leipzig.de |

SIE VERANTWORTEN DIE
RADIOLOGIE,
WIR UNTERSTÜTZEN SIE
MIT UNSERER
SOFTWARE.

Das NEXUS / RIS – einfach.fokussiert.schnell.

Besuchen Sie uns auf dem deutschen
Röntgenkongress 2014: Halle H, Stand D04

nexus/ag

www.nexus-ag.de

INNOVATIVE BESTRAHLUNGSTECHNIKEN

Die Strahlentherapie stellt in der Tumorthherapie neben der Operation und der medikamentösen Therapie eine wichtige Behandlungsoption dar.



Prof. Dr. Daniela Schulz-Ertner, Radiologisches Institut Markus-Krankenhaus, Agaplesion Markus Krankenhaus, Frankfurt am Main

Im Folgenden sollen die aktuellen Entwicklungen in der Strahlentherapie dargestellt werden.

Intensitätsmodulierte Radiotherapie (IMRT)

Die Entwicklung und Etablierung der intensitätsmodulierten Radiotherapie in den 90er Jahren hat ganz wesentlich dazu beigetragen, dass die Strahlentherapie heute in vielen Fällen sehr schonend ist.

Bei der IMRT erfolgt die Bestrahlung aus mehreren Richtungen, im Gegensatz zur konventionellen Radiotherapie, über eine Vielzahl von Bestrahlungsfeldern. Die Felder werden vor dem Austritt aus dem Bestrahlungsgerät mittels Bleilamellen individuell geformt. Durch die Überlagerung der Einzelfelder aus den verschiedenen Einstrahlrichtungen werden inhomogene Dosisintensitätsverteilungen erzeugt. Das Ziel der Bestrahlungsplanung besteht darin, durch die Verwendung einer Vielzahl dieser inhomogenen Felder in einem Behandlungsvolumen die Dosis der Form des Tumors möglichst exakt anzupassen und empfindliche Organe oder Normalgewebsstrukturen in unmittelbarer Nachbarschaft des Tumors auszusparen. So kann z.B. im Kopf-Hals-Bereich durch eine Schonung einer oder beider Ohrspeicheldrüsen eine dauerhafte Mundtrockenheit vermieden werden.

In anderen Fällen ermöglicht die IMRT bei vergleichbarer oder reduzierter Toxizität eine Dosissteigerung innerhalb des Tumors und damit eine Verbesserung der Tumorkontrolle. So konnte bei Patienten mit Prostata-

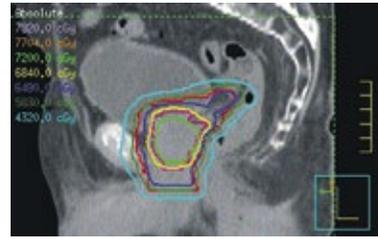
karzinom in Studien gezeigt werden, dass durch eine IMRT nicht nur die Wahrscheinlichkeit für schwere Nebenwirkungen am Enddarm auf lediglich 1–2% gesenkt werden kann.

Image guided radiotherapy (IGRT)

Die IMRT wird zunehmend in Verbindung mit einer Bildsteuerung als sog. image guided radiotherapy (IGRT) durchgeführt. Bei der IGRT werden vor der Bestrahlung Röntgenbilder oder CT-Bilder der zu bestrahlenden Körperregion angefertigt und die Abweichung der Istposition des Tumors von der Sollposition berechnet. Bestrahlungsgeräte der neuesten Generation verfügen neben den EPIDs (electronic portal imaging devices) zusätzlich über integrierte Cone-Beam-Computertomografen (CB-CT), die unmittelbar vor der Bestrahlung am bereits gelagerten Patienten eine Volumenbildgebung ermöglichen und eine softwaregestützte Korrektur der Lagerung vor der Strahlapplikation erlauben. Die Sicherheitsabstände, die bei jeder Bestrahlung für mögliche Lagerungsungenauigkeiten und unwillkürliche Bewegungen während der Bestrahlung eingeplant werden müssen, können durch die Verwendung von image guidance reduziert werden, benachbartes gesundes Gewebe kann geschont werden. Auf diese Weise können die Füllungsstände von Harnblase und Enddarm während einer Bestrahlung der Prostata beim Prostatakarzinom überwacht werden, sodass die Sicherheitsabstände um mehrere Millimeter reduziert werden können. Werden während einer IMRT eine Vielzahl von Bestrahlungsparametern kontinuierlich verändert, ohne dass die Bestrahlung vor jeder Veränderung unterbrochen werden muss, kann die Bestrahlungszeit für den Patienten zudem verkürzt werden und Bewegungsungenauigkeiten weiter reduziert werden.

Rahmenlose Stereotaxie

Hochpräzise Bestrahlungstechniken wie die stereotaktische Radiochirurgie oder die fraktionierte stereotaktische Radiotherapie werden seit mehr als 20 Jahren in spezialisierten Einrichtungen zur Behandlung von Hirntumoren eingesetzt. Damit die erforderliche Präzision von <1 mm erreicht werden konnte, mussten Patienten lange Zeit minimalinvasiv in stereotaktischen Ringsystemen oder



Sagittale Dosisverteilung bei einem Patienten mit Prostatakarzinom. Der Enddarm und die Harnblase werden durch die Verwendung der IMRT gut geschont.

aber in unbequemen rigiden Maskensystemen fixiert werden. Durch die Integration der image guidance können heute radiochirurgische Maßnahmen sowohl intracraniell als auch extracraniell (z.B. bei Lungen- oder Lebermetastasen) mit stereotaktischer Präzision sicher und schnell an einem modernen Linearbeschleuniger durchgeführt werden, ohne dass eine invasive Fixierung erfolgen muss.

Hierbei erfolgt nach Lagerung des Patienten in einem herkömmlichen Maskensystem oder einer Vakuummatratze eine millimetergenaue Zielpunkteinstellung mittels CB-CT. Lagerungsabweichungen werden per Mausclick sekundenschnell ausgeglichen. Die Verwendung eines ferngesteuerten Behandlungstischauflages erlaubt sowohl eine Korrektur in drei Translationsebenen als auch in drei Rotationsebenen. Bei Lungen- oder Lebermetastasen kann durch die Verwendung von 4-D-CTs, die Überwachung des Atemsignals während der Radiotherapie sowie Echtzeit-Korrektur mittels HexaPOD die intrafraktionelle Beweglichkeit der Zielstruktur überwacht und ausgeglichen werden. Die benötigten Sicherheitsabstände können entsprechend minimiert werden. Lagerung und CT-gesteuerte Zielpunkteinstellung sind schmerzlos und dauern nur wenige Minuten. Zusammen mit der eigentlichen Bestrahlung dauert eine radiochirurgische Behandlung damit nur 20–30 min.

Biologisch optimierte Bestrahlung

Die biologischen Eigenschaften von Tumoren werden zunehmend in die Bestrahlungsplanung integriert, sodass die Strahlentherapie in vielen Fällen noch besser auf die individuelle Patientensituation zugeschnitten werden kann. Moderne bildgebende Verfahren wie die funktionelle Magnetresonanztomografie und die Positronen-Emissions-Tomografie (PET) werden für die Indikationsstel-

lung sowie für die Definition des zu bestrahlenden Zielvolumens in der Bestrahlungsplanung herangezogen. Die Darstellung von Stoffwechselprozessen erfolgt meist mittels Hybridbildgebung (PET-CT).

Neben der Anpassung der Bestrahlung an die Tumorbiologie über die Definition des Zielvolumens ist auch über die Fraktionierung der Bestrahlung eine biologische Optimierung der Bestrahlung möglich. So werden bei einer Reihe von Tumorarten derzeit verkürzte Radiotherapiekonzepte (sog. Hypofraktionierung) evaluiert. Da die Hypofraktionierung jedoch nicht nur Einfluss auf die Tumorkontrolle, sondern auch auf mögliche Spätnebenwirkungen hat, sind lange Nachbeobachtungszeiten in den betreffenden Studien notwendig.

Auch über die Auswahl der Strahlenart lässt sich eine biologische Optimierung erzielen. Kohlenstoffionen haben gegenüber konventioneller Photonenstrahlung eine höhere biologische Wirksamkeit bei bestimmten Tumoren. Bei Tumoren, die durch Photonen induzierte Einzelstrangbrüche der DNA gut reparieren können und somit schlecht hierauf ansprechen, eröffnet die Radiotherapie mit Kohlenstoffionen eine bessere Therapiemöglichkeit, weil sie in höherem Maße irreparable DNA-Doppelstrangbrüche verursacht. In ersten Studien konnten für seltene Tumore der Schädelbasis wie Chordome und Chondrosarkome sowie für maligne Speicheldrüsentumore mit der Kohlenstoffionentherapie hohe Heilungsraten erzielt werden. Die Technik steht jedoch weltweit nur an wenigen Zentren zur Verfügung.

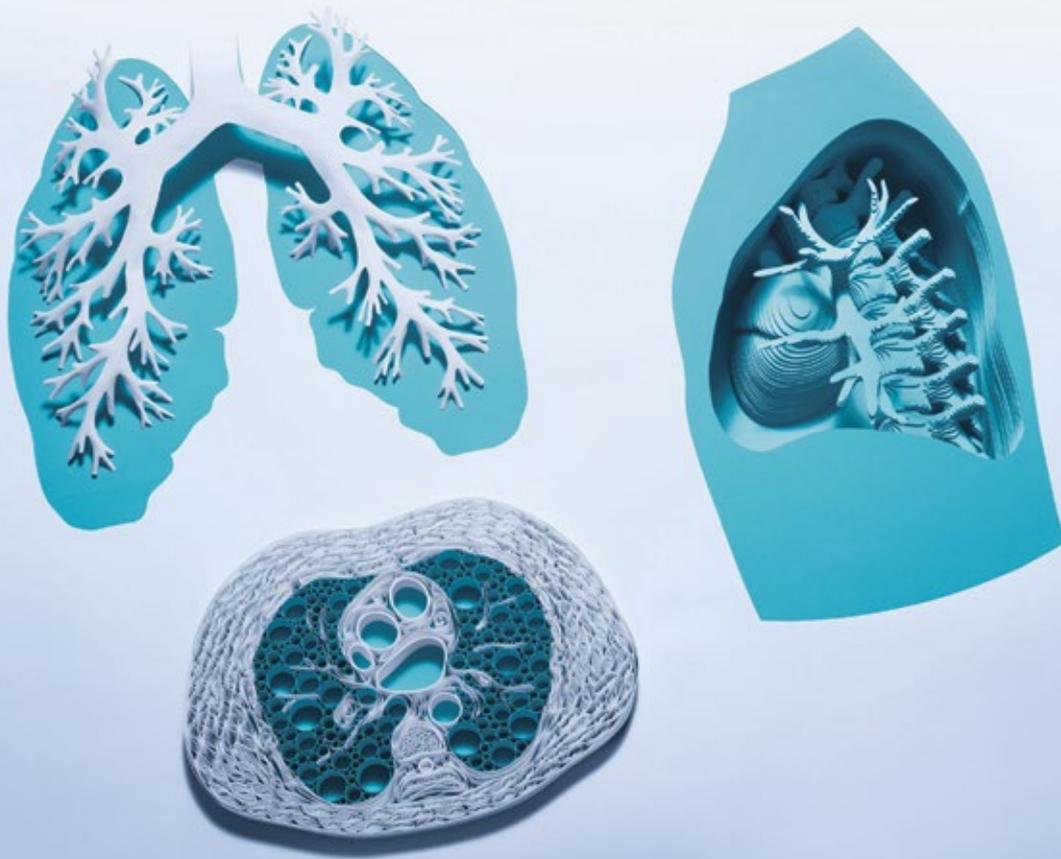
Adaptive Radiotherapie (ART)

Bei der ART wird einer Änderung der Patientenanatomie, einer Änderung der Position des Zielvolumens durch seine Beweglichkeit und der Veränderung des Tumolvolumens während einer Radiotherapieserie Rechnung getragen. Der Bestrahlungsplan wird jeweils der aktuellen Situation angepasst. Die Adaptation kann täglich oder aber in regelmäßigen längeren Intervallen geplant werden.

Eine Echtzeit-Adaptation wird angestrebt, die Rechengeschwindigkeit stellt hier jedoch in der klinischen Routine noch einen limitierenden Faktor dar.

| www.fdk.info |





extracting the essence.

Das Größte ist seine Vielseitigkeit. Und seine Größe. Der RadiForce™ RX850.

Der neue RadiForce RX850 kann auf seinem 31,1 Zoll großen Widescreen-LCD mit einer 8-Megapixel-Auflösung Aufnahmen aus verschiedenen bildgebenden Verfahren gleichzeitig darstellen. Dadurch ist er besonders flexibel und universell einsetzbar. Zusätzlich bietet Ihnen der RX850 Investitionssicherheit, da er mit Inkrafttreten der DIN 6868-157 sogar für Mammografien verwendet werden kann.

- ◆ Flexible Hanging-Protokolle dank hoher Auflösung
- ◆ Mehr Detailschärfe durch feinen Punktabstand
- ◆ Angenehme Raumtemperatur aufgrund geringer Wärmeabgabe
- ◆ Bessere Ergonomie durch entspiegelte Bildschirmoberfläche
- ◆ 5 Jahre Garantie

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.eizo.de/RX850



Besuchen Sie uns auf dem DRK in Hamburg,
29. – 30.05.2014, Halle H, Stand B19.



UNNÖTIGE OPs VERMEIDEN

Als moderne nuklearmedizinische Untersuchung erleichtert PET bei Krebspatienten die Suche nach Metastasen. Das Verfahren hat sich vor allem bei Lungenkrebs bewährt. Nun empfiehlt eine Studie aus den USA den routinemäßigen Einsatz der Methode. Dr. Norbert Czech, Vorstandsmitglied des BDN erklärt, warum ein derartiger Routineeinsatz sinnvoll ist.

Dr. Jutta Jessen, Weinheim

M&K: Warum ist der routinemäßige Einsatz der PET vor einer OP sinnvoll und welchen Vorteil bietet die PET als diagnostisches Verfahren?

Dr. Norbert Czech: Die Positronenemissionstomografie (PET) erleichtert bei onkologischen Patienten das Tumorstaging. Das Verfahren hat sich vor allem bei Lungenkarzinom-Patienten bewährt, da es einen genaueren Stand der Tumorerkrankung dokumentiert hinsichtlich der Tumorausbreitung (T stage) ebenso wie in der Metastasendiagnostik (N und M stage), wie eine neue Studie aus den USA belegt. Demnach kann das PET mindestens ein Drittel der Patienten, die an einem Lungenkarzinom erkrankt sind, vor einer unnötigen Operation bewahren und zunächst einer perkutanen Radiatio, Chemotherapie oder anderen zielgerichteten Therapien zuführen. Aufgrund dessen werden in den USA mehr als 90% der Lungenkarzinom-Patienten vor einem belastenden operativen Eingriff mittels der Positronenemissionstomografie untersucht. Daher sollte die PET auch in Deutschland routinemäßig vor einem solchen Eingriff eingesetzt werden. Damit ließen sich nach der neuen USA-Studie eindeutig Kosten sparen.

Ein PET/CT-Gerät kombiniert die hohe Ortsauflösung (von bis zu 0,4 mm) und detailreiche Anatomiedarstellung des CT-Gerätes mit den hochsensitiven Stoffwechsellinformationen aus der PET. Dadurch wird die Anzahl falsch positiver und

falsch negativer Befunde signifikant reduziert, somit ist durch die Gerätekombination eine hohe Sensitivität/Spezifität gewährleistet. Da die PET in der Regel eine Ganzkörperuntersuchung darstellt, kann auf diese Weise ein komplettes Staging bei Tumorerkrankungen erfolgen. Je nach Tracer können unterschiedliche Aussagen zu der Dynamik und Ausbreitung von Tumorerkrankungen gemacht werden. Am häufigsten wird das F-18 FDG (Glucoseanalogon) wie z.B. bei den Lungenkarzinomen eingesetzt. Andere Tracer wie zum Beispiel F-18 Cholin, Ga68-PMSA oder Ga68-DOTATATE/DOTANOC sind in der Detektion des Prostatakarzinoms bzw. eines neuroendokrinen Tumorgeschehens aussagekräftiger.

Aufgrund der Bildfusion im Rahmen einer PET/CT- oder mittlerweile auch PET/MRT-Untersuchung sind die Ergebnisse der Positronenemissionstomografie auch in der Strahlentherapie zur optimierten Bestrahlungsplanung nutzbar.

Bei welchen Erkrankungen bietet der routinemäßige Einsatz der PET vor der OP Vorteile, welche Daten liegen dazu bisher vor?

Czech: Neben den Lungenkarzinom-Patienten profitieren von einer präoperativen PET-Diagnostik insbesondere Patienten mit kolorektalen Karzinomen, angesichts der Überlegenheit der PET/CT-Diagnostik in Bezug auf Sensitivität und Spezifität gegenüber der CT-Diagnostik, der MRT und dem Ultraschall.

Die Positronenemissionstomografie hilft bei ausgeprägtem Erkrankungszustand einen aufwendigen operativen Eingriff zu vermeiden und ermöglicht eine andersartige Therapie. Patienten mit Kopf/Halstumoren profitieren von der PET/CT-Untersuchung erheblich, da eine äußerst genaue Detektion von Lymphknotenmetastasen erfolgt.

Die Verifizierung einer Zweittumorerkrankung, die in 15–20% der Fälle u.a. im Bereich der Lunge vorliegt, ist mittels PET/CT-Diagnostik einfach und kosteneffektiv möglich. Eine besonders hohe Sensitivität besitzt die PET-Diagnostik im Rahmen der Abklärung von malignen Melanomen aufgrund des intensiven FDG-Traceuptakes in den Tumorzellen. Es wird mit Hilfe einer PET-Ganzkörperdiagnostik die lokale und ferne Lymphknotensituation, aber auch mögliche Fernmetastasen und weitere Primärherde der Haut abgeklärt.



Zur Person

Dr. Norbert Czech, Zentrum für Nuklearmedizin und PET/CT, Bremen, ist Mitglied des Vorstandes des Berufsverbandes Deutscher Nuklearmediziner (BDN), Stellvertretender Vorsitzender der Norddeutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin (NGN) sowie Federal of the European Board of Nuclear Medicine (FEBNM) und Ausschussmitglied „PET“ in der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin.

Unter Nutzung spezieller Tracer wie das F-18-Cholin oder Ga-68-PMSA ist es nach frustranen Punktionsversuchen mit Hilfe der PET/CT-Diagnostik möglich einen geeigneten Biopsieort bei Verdacht auf Prostatakarzinom zu bestimmen. Auch die Detektion von Lymphknotenmetastasen ist von immenser Bedeutung im Rahmen der Operationsplanung oder der Planung einer perkutanen Bestrahlungstherapie.

Können Sie Aussagen zur Genauigkeit der PET-Untersuchung machen?

Czech: Im Rahmen von Lungenkarzinomuntersuchungen werden Sensitivitäten und Spezifitäten von 92% bzw. 90% beschrieben. Ähnlich hohe Empfindlichkeiten werden im Rahmen der kolorektalen Karzinomdiagnostik beschrieben mit 94% Sensitivität und 87% Spezifität. Bei Kopf/Halstumoren sind mit Ausnahme in der Detektion von Speicheldrüsentumoren Sensitivitäten von 90–100% bekannt. Bei einem Staging von Lymphknotenmetastasen ist die PET der MRT deutlich überlegen (90% Sensitivität versus 75%). Nicht zu vergessen ist die Bedeutung des PET-Restagings zum Evaluieren des

Therapieansprechens, hier stellt die PET-Diagnostik das geeignetste Diagnoseverfahren dar. In der Literatur werden Sensitivitätsangaben der PET von 80–100% im Rahmen der Detektion des malignen Melanoms gemacht bei Spezifitäten von mehr als 80%. Bei der Nutzung von C11-Cholin-PET/CT in der Detektion von Lymphknotenmetastasen beim Prostatakarzinom finden sich Genauigkeiten von mehr als 93%.

Gibt es in den USA bereits allgemeine diagnostische Anwendungen, die uns in Deutschland fehlen und was erwarten sie zukünftig in Deutschland.

Czech: Mehrere amerikanische Studien empfehlen bereits seit 2008 den Routineeinsatz der Positronenemissionstomografie, insbesondere der F-18 FDG-PET zusätzlich zu konventionellen radiologischen Untersuchungsverfahren bzw. eine kombinierte FDG-PET/CT-Untersuchung u.a. bei Kopf-Hals-Tumoren, Lungenkarzinomen oder Pankreaskarzinomen, ebenso wie für die Detektion des CUP-Syndroms. Im Weiteren wird seine Anwendung im Staging des Mammakarzinom, Kolonkarzinom, Ösophaguskarzinom und von Lymphomen ebenso wie von Malignen Melanomen befürwortet. Im Rahmen einer Rezidivdiagnostik sollte die PET Anwendung finden insbesondere bei Patienten mit Brusttumoren, kolorektalen Tumoren, Kopf/Halstumoren, Schilddrüsenkarzinomen oder Lymphomen.

Angesichts der immer weiter zunehmenden Aussagesicherheit der F-18-FDG-PET bzw. PET/CT, ist auch der Bedarf an entsprechenden Untersuchungen in Deutschland gestiegen. Die Ganzkörper-PET hat in den USA und nicht zuletzt innerhalb Europas eine gute Verbreitung und intensive onkologische Nutzung erreicht, viele therapeutische Entscheidungen richten sich nach dem Ergebnis der Ganzkörper-PET/CT. Eine derartige Etablierung in den unterschiedlichen onkologischen Indikationsstellungen ist auch in Deutschland zu wünschen, wie bereits im Staging der Lungenkarzinome praktiziert. Die Diskussion mit den regulierenden Institutionen (z.B. gemeinsamer Bundesausschuss usw.) und den Kostenträgern, insbesondere den gesetzlichen Krankenversicherungen, ist in vollem Gange. ■■

| www.nuklearmedizin-bremen.de |



INTEROPERABILITÄT KOLLABORATION PROZESSKOMPETENZ

CSC

Durch Auswahl und Integration der am besten geeigneten Technologie, Architektur und Software-Komponenten nach IHE-Standard bietet CSC eine Gesamtlösung für alle klinischen Prozesse. Auf Basis eines ausgefeilten Workflowmanagements und eines Kommunikationsservers als zentrale Datendrehscheibe macht eine elektronische Patientenakte (EPA) behandlungsrelevante Informationen zu einem Patienten dort verfügbar, wo sie gebraucht werden – per mobilem Datenzugriff am Ort der Behandlung. Durch die krankenhaushausweite Bereitstellung und Archivierung von Informationen als auch die Einbindung externer Behandlungspartner wird die EPA im Rahmen des gesamten Behandlungsprozesses sektorenübergreifend verfügbar. Eine zentrale Terminplanung und Management-Tools unterstützen zudem die optimale Auslastung und Planung von Ressourcen.

CSC.COM/HEALTH_DE



SONOGRAFIE UND MRT BEI KINDERN

ERSTE WAHL

Kinder müssen wegen ihres noch wachsenden Körpers vor Strahlen geschützt werden. Daher sind MRT und Sonografie anderen bildgebenden Verfahren vorzuziehen. Management & Krankenhaus sprach mit dem Kinderradiologen Prof. Hans-Joachim Mentzel von der Uniklinik Jena über die besonderen Herausforderungen bei der radiologischen Versorgung von Kindern.

Justine Holzwarth, Köln



Prof. Dr. Hans-J. Mentzel

M&K: *Wie viele Untersuchungen mit Strahlenbelastung sind im Kindesalter bedenkenlos?*

Prof. Hans-Joachim Mentzel: Diese Frage kann man nicht mit einer Zahl beantworten, da es sich bei Strahlenschäden um stochastische, also zufällige, Ereignisse handelt, die aber statistisch umso eher auftreten können,

je häufiger eine Untersuchung mit ionisierender Strahlung wie Röntgen, Durchleuchtung oder CT eingesetzt wird. Generell gilt das sogenannte ALARA-Prinzip – das bedeutet, dass so wenig wie möglich, aber so viel wie nötig an Röntgendosis zu verwenden ist. Das generelle Risiko kann nicht verhindert, aber durch eine adäquate Technik und Kenntnis doch reduziert werden.

Warum ist jede einzelne Strahlenbelastung für die kindliche Gesundheit gefährlich?

Mentzel: Kinder sind deutlich strahlensensibler als Erwachsene – vor allem wegen des noch wachsenden Organismus mit deutlich höheren Zellteilungsraten. Die Sensibilität ist bis zu zehn Mal höher als bei Erwachsenen. Strahlenschäden können sich auch aufgrund der langen Lebenserwartungen bei Kindern mit einer entsprechend höheren Wahrscheinlichkeit als Krebserkrankung manifestieren, als dies beim älteren Menschen der Fall ist.

Wie kann die Strahlenbelastung minimiert werden?

Mentzel: Die diagnostische Strahlenbelastung kann durch eine gezielte Auswahl der Untersuchungen minimiert werden – der Radiologe muss alternative Verfahren kennen und sie an das Kindesalter anzupassen. Besondere Herausforderungen stellen dabei die Untersuchungen bei Früh- und Neugeborenen dar, aber auch bei Kindern mit angeborenen Krankheitsbildern, Fehlbildungen oder Behinderungen. Sind Untersuchungen mit ionisierender Strahlung erforderlich, sollte durch eine geeignete Vorbereitung und Auswahl der Parameter die Röntgendosis auf ein Minimum begrenzt werden.

Bei der Computertomografie (CT) ist die Strahlenbelastung besonders hoch. Was ist bei dieser Untersuchung zu beachten?

Mentzel: Die Indikation zum Einsatz dieser Methode muss besonders streng gestellt werden, da hier die verwendete Röntgendosis deutlich höher ist als beim konventionellen Röntgenbild. Dennoch muss auch dieses Ver-

fahren bei manchen Fragestellungen angewendet und kann nicht immer ersetzt werden. Die CT sollte aber dann von fachkundigem Personal durchgeführt werden, das in der Untersuchung von Kindern entsprechend geschult ist. Dosis sparende Protokolle sind anzuwenden, die auf das Alter und Gewicht des zu untersuchenden Kindes angepasst werden müssen.

Die beste Methode ist nach wie vor, Untersuchungen mit einer Strahlenbelastung bei Kindern gar nicht erst durchzuführen.

Mentzel: Das ist richtig, deswegen sind Kinderradiologen insbesondere in der Weiterentwicklung von Untersuchungsverfahren engagiert, die frei von ionisierender Strahlung sind – wie der Sonografie und Magnetresonanztomografie (MRT). Insbesondere die Sonografie ist aufgrund der anatomischen Gegebenheiten bei Kindern als bildgebende Methode sehr gut geeignet und wird oft als einziges Verfahren eingesetzt. Auch neue Ansätze wie der Kontrastmittelultraschall, die Elastografie und der quantitative Ultraschall etablieren sich im Kindesalter zunehmend.

Welche neuen Röntgen-Techniken gibt es auf dem Gebiet der Kinderradiologie?

Mentzel: Die Sensibilität gegenüber den potentiellen Gefahren ionisierender Strahlung ist in den vergangenen Jahren enorm gewachsen, was auf eine Vielzahl an wissenschaftlichen Publikationen zur Thematik der Krebsentstehung bei Kindern nach CT-Untersuchungen zurückzuführen ist. Die Technik der modernen Geräte hat sich in den vergangenen Jahren enorm verbessert. Neue Techniken wie beispielsweise die gepulste Durchleuchtung gestatten es, die Dosis bei entsprechenden Untersuchungen des kindlichen Magen-Darm-Traktes oder des Urogenitaltraktes um mehr als 70% zu reduzieren. Auch für die CT gibt es neue technische Verfahren wie bestimmte Rekonstruktionsmethoden, die eine erhebliche Dosisreduktion gestatten.

Auch der MR-Inkubator ist eine neue Entwicklung. Was ist das Besondere daran?

Mentzel: Der Einsatz des MR-Inkubators ermöglicht es, Früh- und Neugeborene in der MRT zu untersuchen, ohne dass sie die schützende Hülle des Inkubators verlassen müssen. Damit können die kleinen Patienten deutlich besser überwacht werden und sind durch die Untersuchung nicht zusätzlich gefährdet. Das Milieu im MR-Inkubator ist auf die Bedürfnisse eines Früh- und Neugeborenen angepasst, sodass auch längere Untersuchungszeiten problemlos möglich sind – und das verbessert wiederum die diagnostischen Möglichkeiten insbesondere bei komplexen Erkrankungen des Früh- und Neugeborenen wie unklaren Störungen des Nervensystems, onkologischen Erkrankungen oder Fehlbildungssyndromen.

In Deutschland gibt es nicht sehr viele Kinderradiologen. Wie kann dieser Zustand verändert werden?

Mentzel: Die Anzahl der Kinderradiologie in Deutschland hat sich in den vergangenen Jahren nicht weiter verringert. Das sehen wir bereits als einen kleinen „Erfolg“ auf dem Weg der Stabilisierung dieses Schwerpunktes innerhalb der Diagnostischen Radiologie. Eine Zunahme der Anzahl an Kinderradiologen ist aber dringend erforderlich. So müssen auf jeden Fall für größere Kinderkliniken und insbesondere Kinderzentren mit entsprechender Notfallbetreuung verpflichtend Kinderradiologen gefordert werden, um den Kindern eine bestmögliche und an das jeweilige Alter angepasste radiologische Versorgung zukommen lassen zu können.

Um die kinderspezifischen Aspekte der Bildgebung weiterentwickeln zu können, sind akademische kinderradiologische Zentren an den Universitäten erforderlich, in denen bereits Studenten die Inhalte der Kinderradiologie vermittelt bekommen und die Weiterbildung von Radiologen im Schwerpunkt Kinderradiologie erfolgen kann. Zuletzt muss es für Kinderradiologen eine gesicherte Berufsperspektive geben. Diese bedeutet die Notwendigkeit, mehr sichere und ausreichend dotierte mehr oder weniger selbstständige kinderradiologische Stellen an den Kinderkliniken und in der Radiologie zu schaffen – im akademischen und im Versorgungsbereich. ■■

RADIOLOGIE FÜR DIAGNOSTIK UND THERAPIE

Gesundheitseinrichtungen stehen vor vielen Herausforderungen. Auch Radiologen spüren das. Sie sollen die Strahlendosis weiter senken und haben hohe Erwartungen an die Effizienz der Bildgebung. Ziel ist, mit derselben Infrastruktur mehr Patienten zu untersuchen ... bei gleichbleibender Qualität. Agfa HealthCare unterstützt sie dabei.



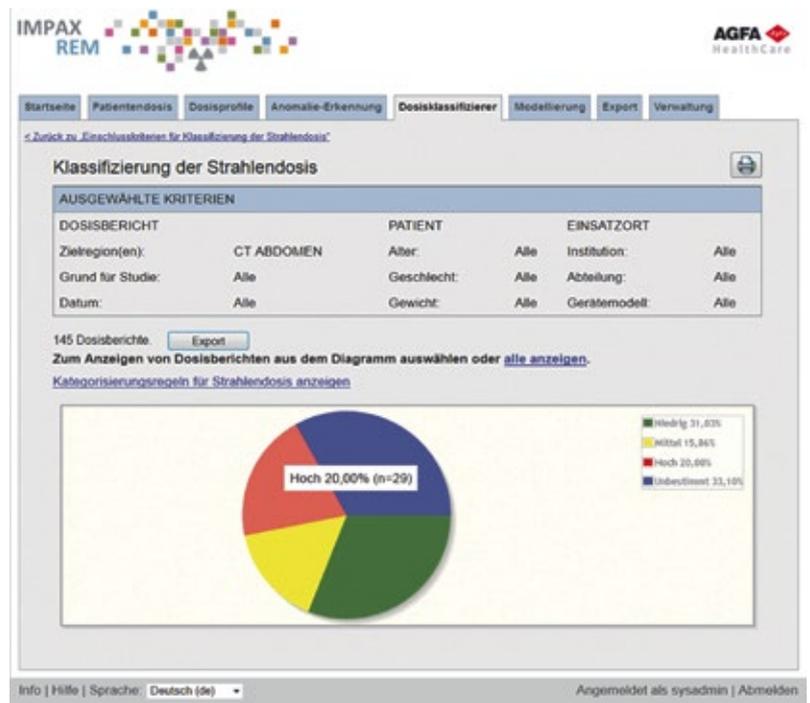
MUSICA 3

Basis der neuen Generation ist die fraktionierte Multiskalen-Verarbeitung. Ein neuer mathematischer Algorithmus sorgt dafür, dass problematischste Bereiche eines Röntgenbildes, etwa die starken Kontrastübergänge zwischen Regionen mit hoher und geringer Gewebedichte, gut dargestellt werden. Auch ist es gelungen, Kontrastunterschiede auf eine natürlichere Art, ohne Störstrukturen, darzustellen, und das ohne Window-Level-Anpassungen.

MUSICA 3 macht ein Maximum an Informationen in jedem klinischen Röntgenbild sichtbar – unabhängig von der Körpergröße und Konstitution des Patienten, egal ob Erwachsener, Kind oder Säugling, ob schlank oder adipös, für alle CR- und DR-Systeme von Agfa HealthCare. Der Arbeitsfluss in der Radiologie wird optimiert, indem auch MUSICA 3 die Bildeigenschaften automatisch analysiert und die Verarbeitungsparameter optimiert – unabhängig von Anwendereingaben oder Dosisabweichungen. Eine Neubzw. Nachverarbeitung wird dadurch unnötig.

Ein Auge auf die Strahlendosis

Die stetig steigende Zahl von Röntgenaufnahmen, CT-Scans, nuk-



Impax REM

learnmedizinischen und anderen Untersuchungen erhöht auch die Strahlenbelastung für die Patienten. Mit Impax REM können Gesundheitseinrichtungen die Strahlenbelastung ihrer Patienten sammeln, ordnen und auswerten. Sie haben Zugriff auf Strahlendaten für eine konkrete Studie sowie über die gesamte Expositionsgeschichte aus allen Untersuchungen, einschließlich der Gesamtdosis. Darüber hinaus wird ersichtlich, ob die Dosierung bezüglich des Alters des Patienten, der Art der Prüfung, der Modalität, oder weiterer Kriterien ungewöhnlich ist.

Innovationen für die diagnostische Mammografie

Bei der Befundung von Mammografien gibt Impax EE den Anwendern gänzlich neue Werkzeuge an die Hand. Dazu zählen etwa die automa-

tische Hintergrunderkennung, die automatische Ausrichtung anhand Mammillen/Pectoralis und Brustwand, ein CAD Support, der Quadrant-View, die Same-Size-Darstellung sowie spezielle Bildbeschriftungen. Erstmals können Tomosynthese-Daten zusammen mit den Tomo-Lokalizern und einer Dickschichtenberechnung angezeigt werden.

Eine weitere Neuheit ist die Doppelbefundung, die etwa für das Mammografie-Screening vorgeschrieben ist. Dabei kann neben einem ausführlichen radiologischen Befundtext auch eine Klassifikation nach BI-RADS und ACR vorgenommen werden. ORBIS RIS nimmt über ein integriertes Regelwerk den Abgleich der Klassifikation vor und leitet eine evtl. Konsensuskonferenz ein. **☐☐**

www.agfahealthcare.de

**Deutscher Röntgenkongress:
Halle H, Stand A.07**

FORSCHER RÖNTGEN LEBENDE KREBSZELLEN

☐☐ Göttinger Wissenschaftler haben an DESYs Forschungslichtquelle PETRA III erstmals lebende biologische Zellen mit hochenergetischer Röntgenstrahlung untersucht.

Die neue Technik zeigt deutliche Unterschiede der inneren Zellstruktur im Vergleich zu toten, chemisch fixierten Zellen. „Mit dem neuen Verfahren haben wir erstmals Gelegenheit, die innere Struktur lebender

Zellen in ihrer natürlichen Umgebung mit harter Röntgenstrahlung zu erkunden“, betont Prof. Sarah Köster vom Institut für Röntgenphysik der Universität Göttingen.

Für ihre Analyse verwendete das Team Krebszellen aus der Nebennierenrinde. Diese Zellen ließen sie auf einem Träger aus Siliziumnitrid wachsen, der für Röntgenlicht nahezu durchsichtig ist. Um die Zellen wäh-

rend der Untersuchung am Leben zu erhalten, wurden sie in der Messkammer mit Nährstoffen versorgt und gleichzeitig ihre Stoffwechselprodukte abgepumpt. Mit dem hellen Röntgenstrahl von PETRA III rasterten die Wissenschaftler die Zellen ab. „Um die lebenden Zellen nicht zu schnell zu beschädigen, haben wir jede Aufnahme nur 0,05 s belichtet“, erläutert Dr. Michael Sprung von DESY. Mit-

hilfe dieser Nanodiffraction untersuchten die Forscher lebende Zellen und chemisch fixierte Zellen und verglichen anhand der Röntgenstreubilder die innere Struktur der Zellen. Ergebnis: Auf der Größenskala von 30–50 nm kommt es durch die chemische Fixierung zu merklichen Unterschieden in der Zellstruktur. **☐☐**

www.desy.de

DIE PET/CT IN DER AMBULANTEN VERSORGUNG

Wie im World Cancer Report 2014 kürzlich publiziert, ist Krebs weltweit betrachtet schon jetzt die häufigste Einzelursache für Sterblichkeit, und die Prävalenz wird in den kommenden 20 Jahren noch um geschätzte 75 % zunehmen.



Prof. Dr. Wolfgang Mohnike, Diagnostisch
Therapeutische Zentrum (DTZ), Berlin

■ Diese trockenen Zahlen sind aber nur die halbe Wahrheit: Krebs als Geißel einer alternden Gesellschaft macht Angst und ist sowohl für den Arzt als auch den Patienten eine große Herausforderung. Aus diesem Grund widmet sich die Forschung seit vielen Jahren intensiv der Krebsdiagnostik und -therapie. Das Praxiskonzept des Diagnostisch Therapeutischen Zentrums am Frankfurter Tor (DTZ Berlin) versucht, diesen fortwährenden Prozess innovativer Medizin aktiv mitzugestalten, indem es zum einen auf die Bedürfnisse der Betroffenen eingeht und zum anderen hochmoderne Diagnostik, Therapie und eine eigene Radiochemie für den medizinischen Bedarf unter einem Dach vereint.

Dem Krebs auf der Spur

Für viele Indikationen ist die Positronen-Emissions-Tomografie (PET) in Verbindung mit der Computertomografie (CT) oder der Magnetresonanztomografie (MRT) das diagnostische Mittel der Wahl. Das DTZ Berlin blickt inzwischen auf über zehn Jahre Erfahrung mit der Hybridbildgebung zurück, die Anschaffung war das zweite PET/CT-Gerät in Deutschland und dabei das erste in einer ambulanten Einrichtung. Die gewonnenen Erkenntnisse legen die Integration molekularer Verfahren in die Krebsdiagnostik nahe. Grundlegendes

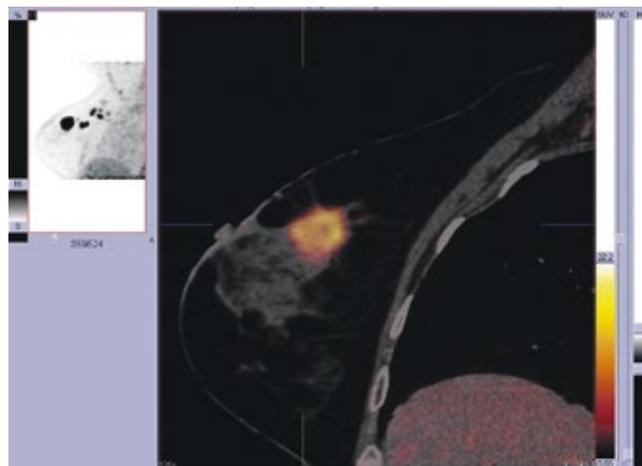


Abb. 1: ^{18}F -FDG-PET/CT eines Mammakarzinoms, rechts, sagittaler Schnitt

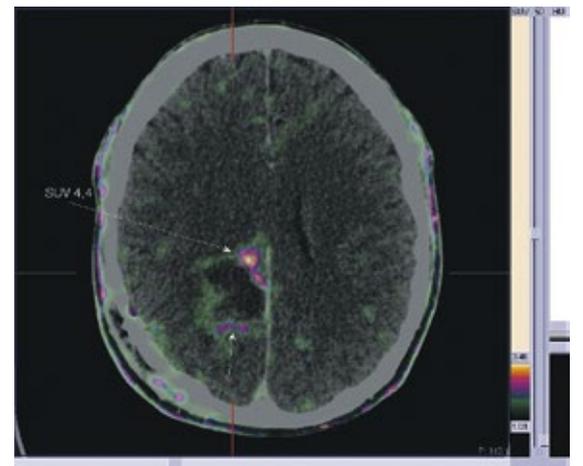


Abb. 2: ^{18}F -Cholin-PET/CT linker Prostatalappen, transaxialer Schnitt

Prinzip der PET ist das Sichtbarmachen von funktionellen Prozessen des Organismus mittels radioaktiv markierter Spürsubstanzen. Die sog. Tracer werden für die speziellen Eigenschaften des Tumors entwickelt. So weisen die Zellen der meisten Tumorarten, wie z.B. das Lungen- oder das Mammakarzinom, eine erhöhte Stoffwechselaktivität auf. Um diese „Zuckerfresser“ sichtbar zu machen, wird dem Patienten die radioaktiv markierte Glukoseverbindung ^{18}F -Fluor-Desoxyglucose (^{18}F -FDG) verabreicht, die dort verstärkt verbraucht wird. Das Radionuklid lagert sich dabei in die kranken Zellen ein und sendet während des Zerfalls Strahlung aus, die von außen mit der PET-Kamera erfasst und in Bildinformationen umgewandelt wird: Der Krebs leuchtet auf.

Moderne Hybridbildgebungsverfahren wie die PET/CT kombinieren die Informationen des Zellstoffwechsels und der Anatomie des untersuchten Gewebes (Sandwichprinzip). Während die PET durch das Aufzeigen von Stoffwechselprozessen verlässliche Aussagen über die Art und den Grad des untersuchten Gewebes treffen kann, ist doch ihre Lokalisierung nicht ausreichend exakt. Die computergestützten Röntgenschnittbilder der CT verfügen dagegen über eine hohe räumliche Auflösung. Der Informationsgewinn ist die beste Voraussetzung für eine effektive Bekämpfung der Erkrankung.

Spürsubstanzen

^{18}F -FDG als Allzweckwaffe stößt jedoch auch an seine Grenzen. So gibt

es bestimmte Tumoren, deren Zellbiologie eine zufriedenstellende Darstellung in der PET/CT mit Glukose erschwert. Aus diesem Grund werden immer neue Tracer entwickelt, die gemäß des Schlüssel-Schloss-Prinzips Krebszellen sichtbar machen sollen.

Beim Prostatakarzinom, das in der Regel nur sehr langsam wächst, wird z.B. auf ein radioaktiv markiertes Cholinderivat zurückgegriffen. Cholin ist eine Aminosäure und wird für den Aufbau von Zellwänden benötigt. Auf diese Weise kann in der ^{18}F -Cholin-PET/CT das Zellwachstum des Tumors ebenso gut bestimmt werden wie eine mögliche Ausbreitung in andere Organe. Das DTZ Berlin arbeitet seit 2013 zudem mit einem ^{68}Ga -PSMA-Liganden, der nach eigenen Erfahrungen besonders bei niedrigen PSA-Werten eine kontrastreichere präzisere Darstellung gestattet.

Ungeklärte Neubildungen des Hirngewebes sind ein weiteres Beispiel für die Notwendigkeit eines anderen Tracers, da mit ^{18}F -FDG nur schwer zwischen gesundem Gewebe und kranken Zellen unterschieden werden kann. Im DTZ Berlin kommt daher die ^{18}F -Tyrosin-PET/CT zum Einsatz, bei der man sich den gesteigerten Aminosäurebedarf zunutze macht. Mithilfe dieses radioaktiven Tracers lassen sich sehr gut Aussagen über die Bösartigkeit des jeweiligen Tumors treffen.

Es handelt sich bei der Entwicklung und Wahl des passenden Tracers um eine fast detektivische Leistung, bei der man die Eigenschaften des zu untersuchenden Gewebes genau im Blick behalten muss. Die Verfügbarkeit der Tracer jenseits der Stan-

dardsubstanzen ist in Deutschland jedoch nicht immer gegeben. Um Versorgungsengpässe von vornherein auszuschließen, war die Einrichtung einer eigenen Radiochemie sowie die Installation des ersten ambulanten Zyklotrons Deutschlands für das DTZ ein logischer Schritt. Damit bleibt das DTZ seinem Anspruch treu, mit Innovationen im niedergelassenen Sektor nicht nur Schritt zu halten, sondern diese mit voranzutreiben.

Der Teilchenbeschleuniger und das angeschlossene Radiochemielabor komplettieren das Versorgungskonzept und bieten neue Möglichkeiten, individuelle nuklearmedizinische Tracer herzustellen und ohne Qualitäts- bzw. Zeitverlust beim Patienten anzuwenden. Die Menge an radioaktiver Substanz kann nun direkt auf den Patientenbedarf angepasst hergestellt werden. Bisher war neben der direkten Nachfrage bei zeitkritischen kurzlebigen Radiopharmaka der Lieferweg ein ausschlaggebender Faktor.

Zudem erhält der Patient dank der hochauflösenden Hybridbildgebung seine Diagnose früher und kann entsprechend zeitnah mit der Therapie beginnen. Ein stufendiagnostischer Marathon bedeutet nicht zuletzt auch eine enorme psychische und physische Belastung für die Betroffenen.

Auch im Bereich der Strahlentherapieplanung ist eine präzise Diagnostik unerlässlich. Die exakte Vermessung des Zielvolumens erhöht die Möglichkeit des Therapieerfolgs bei gleichzeitiger Reduzierung unnötiger Strahlenexposition für den Patienten. Die Hybridbildgebung mittels PET/CT oder auch PET/MR leistet hier einen nicht zu unterschätzenden Beitrag.

Hightech-Medizin und zugleich patientennah

Das DTZ Berlin hat im Bewusstsein der Vorzüge einer Verzahnung moderner Verfahren der Diagnostik und Therapie sein Praxiskonzept dahin gehend gestaltet und ausgebaut. Das „MVZ der kurzen Wege“ besteht nicht nur aus den drei Einrichtungen Radiochemie, Nuklearmedizin mit Schwerpunkt Hybridbildgebung sowie der Hochpräzisions-Strahlentherapie, sondern hat diese auch miteinander verknüpft. So können die Diagnostikdaten etwa direkt und ohne Informationsverlust für die Bestrahlungsplanung verwendet werden. Die Einbindung der Fachgebiete unter einem Dach verbessert die Kommunikation der beteiligten Radiologen, Nuklearmediziner und Strahlentherapeuten. Dabei steht der Patient stets im Mittelpunkt der Bemühungen: Für seine Belange hat er immer einen Ansprechpartner, der durch die Diagnostik-Therapie-Verknüpfung einen vollständigen Überblick über die Erkrankung und ihre Behandlung hat. Dies fördert das Arzt-Patienten-

Verhältnis ebenso wie die daraus resultierende Therapietreue und damit den möglichen Therapieerfolg.

Erstattungssituation

Obwohl die Nuklearmedizin in der Krebsdiagnostik und -therapie ihre Leistungsfähigkeit wiederholt unter Beweis gestellt hat, ist die Erstattungssituation im europäischen Vergleich immer noch schwierig. So gibt es z.B. bislang nur positive Entscheidungen des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) zum Einsatz der PET/CT bei den Indikationen Lungenkrebs und Lymphom. Das DTZ Berlin hat im Rahmen der Integrierten Versorgung Einzelverträge mit mehreren gesetzlichen Krankenkassen in teils langwierigen Verhandlungen abgeschlossen, um die Kostenerstattung der Untersuchung für die Betroffenen zu gewährleisten. Diese umfassen das Mammakarzinom, das kolorektale Karzinom und das Prostatakarzinom. Darüber hinaus stehen viele Krankenkassen Einzelfallanträgen inzwischen offener gegenüber, um die Versorgung der Patienten sicherzustellen.

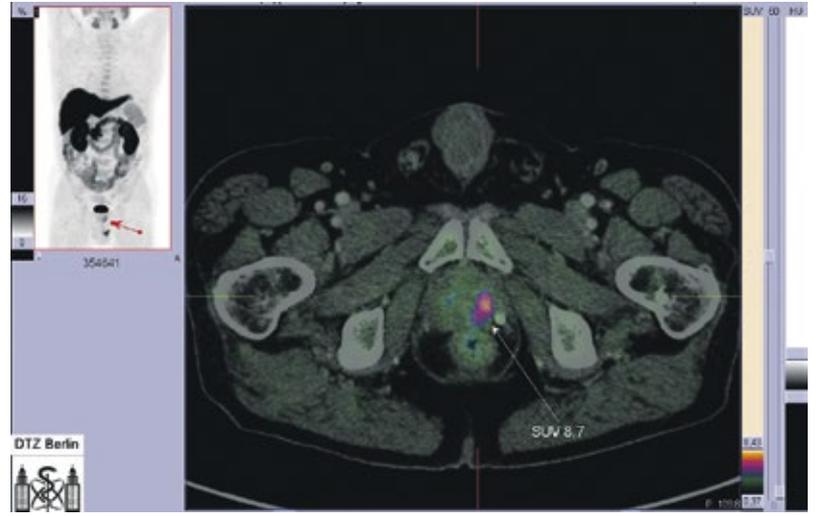


Abb. 3: ¹⁸F-Tyrosin PET/CT, residuelles Tumorgewebe am Resektionsrand eines Glioblastoms

Fazit

Nuklearmedizinische Verfahren sind aus dem heutigen Spektrum der Medizin nicht mehr wegzudenken. Die für die Darstellung von erkranktem Gewebe erforderlichen Tracer nehmen dabei einen immer bedeutenderen Stellenwert ein. Sie ermöglichen letztlich eine hochpräzise Diagnostik.

Auch verzeichnet die Entwicklung von Radiopharmaka für die Therapie enorme Fortschritte. Jedoch werden wohl bis zur vollständigen Verankerung und Akzeptanz der Methodenpalette – seien es nun Tracer oder das PET/CT-Diagnostikverfahren – wohl noch einige Jahre ins Land gehen. ■■

| www.berlin-dtz.de |

TUMORSTAMMZELLEN SICHTBAR GEMACHT

■ Einem Forscherteam um Prof. Dr. Gabriele Niedermann von der Klinik für Strahlenheilkunde des Universitätsklinikums Freiburg ist es erstmals gelungen, klinisch relevante Verfahren für die Bildgebung von Tumorstammzellen zu entwickeln.

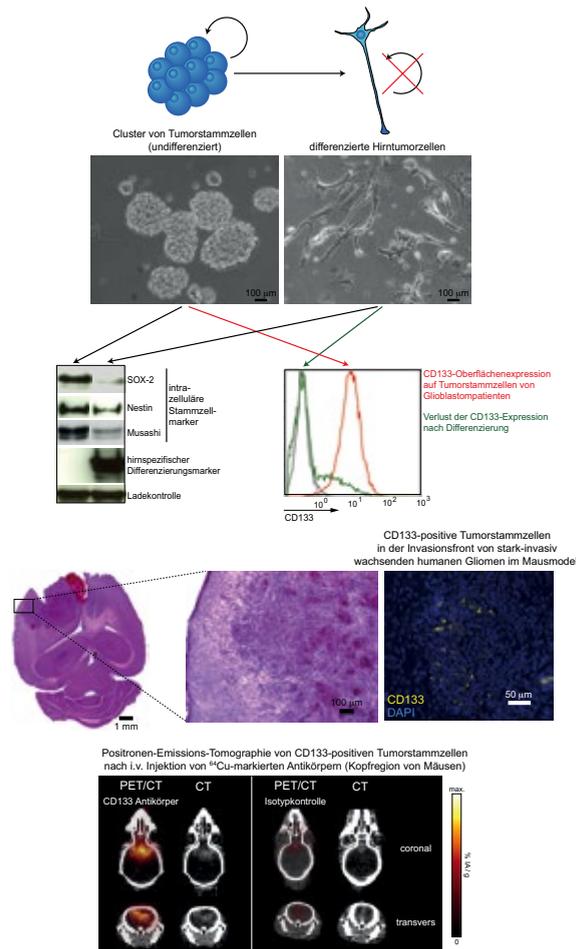
Viele Tumore sind hierarchisch aufgebaut, ähnlich wie normale Gewebe und Organe. Die Spitze der Tumorzellhierarchie bilden Tumorzellen mit Stammzeleigenschaften. Diese Tumorstammzellen sind undifferenziert und besitzen die Fähigkeit zu nahezu unbegrenzter Selbsterneuerung. Solche undifferenzierten Tumorstammzellen treiben neben dem Tumorwachstum auch die lokale Tumordinvasion, die Fernmetastasierung und die Bildung von wiederkehrenden Zweitumoren an.

Aufgrund der hohen Therapieresistenz von Tumorstammzellen werden neue Therapieansätze benötigt, um deren Eliminierung zu ermöglichen. „Die Entwicklung solcher Therapieansätze kann erheblich erleichtert werden, wenn die Tumorstammzellen durch bildgebende Verfahren sichtbar gemacht werden können“, sagt Prof. Niedermann. Für die Bildgebung wie auch zugleich für die Eliminierung der Tumorstammzellen

sind Antikörper gegen Zelloberflächenrezeptoren besonders gut geeignet.

Die Arbeitsgruppe um Prof. Niedermann hat in enger Zusammenarbeit mit Nuklearmedizinern des Universitätsklinikums Freiburg Antikörper gegen den bereits gut erforschten Tumorstammzellmarker AC133/CD133 so modifiziert, dass auch Tumore mit geringer Tumorstammzellichte mittels Positronen-Emissions-Tomografie (PET) nicht-invasiv dargestellt werden können.

„Die PET von Tumorstammzellen könnte klinisch für die Planung und die Verlaufskontrolle von Tumorbestrahlungen, aber auch bei anderen Therapieformen bedeutsam werden“, hofft Prof. Niedermann. Mit den entwickelten Antikörper-Derivaten können sogar Tumorstammzellen in Hirntumoren hochauflösend dargestellt werden. Dies ist möglich, da die normalerweise das Gehirn vor



Stammzellen sichtbar machen

Teile der Illustration nachgebildet mit der Genehmigung/Einwilligung von Proceedings of the National Academy of Sciences USA

größeren Molekülen wie Antikörpern abschirmende Blut-Hirn-Schranke in aggressiven Hirntumoren durchlässiger ist.

Die Freiburger Forscher haben zudem mit Nahinfrarot-Farbstoffen modifizierte Antikörper entwickelt. Damit können Tumorzellen – inklusive Tumorstammzellen – durch Nahinfrarot-Fluoreszenz-Tomografie sichtbar gemacht werden. Nahinfrarotlicht kann einige Zentimeter Gewebe durchdringen. Das Verfahren ermöglicht daher den nicht-invasiven Nachweis von Tumorzellen in oberflächlichen Tumoren sowie deren Nachweis während Operationen oder endoskopischen Eingriffen. Erleichtert wird auch die Beurteilung der wichtigen Tumorrandgebiete. Darüber hinaus können mithilfe solcher veränderter Antikörper Tumorzellen gezielt und nebenwirkungsarm mittels Nahinfrarotlicht zerstört werden. ■■

| www.uniklinik-freiburg.de |

TODESFALLE BAUCHSCHLAGADER

Das abdominale Aortenaneurysma ist eine häufige Erkrankung bei Männern ab dem 65. Lebensjahr, die oft tödlich verläuft. Mittels Ultraschall kann sie jedoch einfach und mit hoher Zuverlässigkeit diagnostiziert werden. Gefäßchirurgen fordern daher ein Ultraschall-Screening im 65. Lebensjahr.

Prof. Dr. Hans-Henning Eckstein, Klinik für Vaskuläre und Endovaskuläre Chirurgie, Klinikum rechts der Isar, TU München, Prof. Dr. Sebastian Debus, Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Dr. Ingo Flessenkämper, Helios Klinikum Emil von Behring, Berlin, und Prof. Dr. Heiner Wenk, Klinik für Gefäßchirurgie, Klinikum Bremen-Nord

Zertifiziertes Gefäßzentrum Berlin

Krankhafte Erweiterungen der Bauchschlagader werden als abdominales Aortenaneurysma (AAA) bezeichnet. Große AAA können einreißen (Ruptur) und führen dann bei den meisten Patienten zu einem unmittelbaren Verblutungstod. Ein AAA entsteht auf dem Boden einer chronischen Entzündung der Aortenwand, prädisponierend sind ein zunehmendes Lebensalter, männliches Geschlecht, Rauchen und familiäre Häufung.

Die Prävalenz eines AAA mit einem maximalen Querdurchmesser von über drei Zentimetern liegt bei über 65-jährigen Frauen und Männern bei 1,3% bzw. 5,5%. Ab einem Querdurchmesser von fünf Zentimetern (bei Frauen ab 4,5 cm) steigt das Rupturrisiko steil an, sodass eine prophylaktische OP – entweder durch einen offenen Ersatz der abdominalen Aorta mittels Rohr- oder Bifurkati-

onsprothese oder durch Implantation einer Stentprothese – notwendig wird.

In Deutschland wurden 2012 rund 14.000 Patienten mit einem nicht-rupturierten AAA und 2.160 Patienten mit einem rupturierten AAA stationär behandelt. Mehr als 50% aller Patienten mit Aortenruptur versterben, die tatsächliche Anzahl tödlicher AAA-Rupturen liegt mit 6.000 bis 10.000 Fällen deutlich höher, da nur ein Teil aller Patienten mit geplatzttem AAA lebend ein Krankenhaus erreicht.

Diagnostik eines AAA mittels abdominalen Sonografie

Die B-Bild-Sonografie mit einem 3,5 bis 5 MHz Sektorschallkopf stellt den Goldstandard in der Primärdetektion eines AAA dar. Die Darstellung der abdominalen Aorta ist technisch einfach und erfolgt im Quer- und im Längsschnitt in Rückenlage und 30–45 Grad Oberkörperhochlagerung (Abb. 2). Hierbei können auch die Abgänge der Nieren- und Iliacarterien sehr gut eingesehen und mittels Farbduplexmodus das durchströmte Lumen exakt überprüft werden. Die Sensitivität der B-Bild-Sonografie liegt bei nahezu 100%. Die Ultraschall-Untersuchung der abdominalen Aorta wird von den Patienten sehr gut akzeptiert, da keinerlei Nebenwirkungen bekannt sind und die Patienten die Untersuchung mit beobachten können. Bei einem maximalen Durchmesser von 40 mm (Frauen) bzw. 45–50 mm (Männer) sollte eine CT-Angiografie, bei Kontrastmittelunverträglichkeit und/oder Niereninsuffizienz eine MR-Tomografie/Angiografie erfolgen.

Studien zum Aorten-Screening mittels Ultraschall

Die Metaanalyse mehrerer randomisierter Studien (RCT) zum Ultraschall-Screening des AAA aus England, Dänemark und Australien zeigt eine signifikante Reduktion der AAA-assoziierten Mortalität und der Gesamtmortalität nach sieben bis 15 Jahren. Das Ultraschall-Screening führte zu

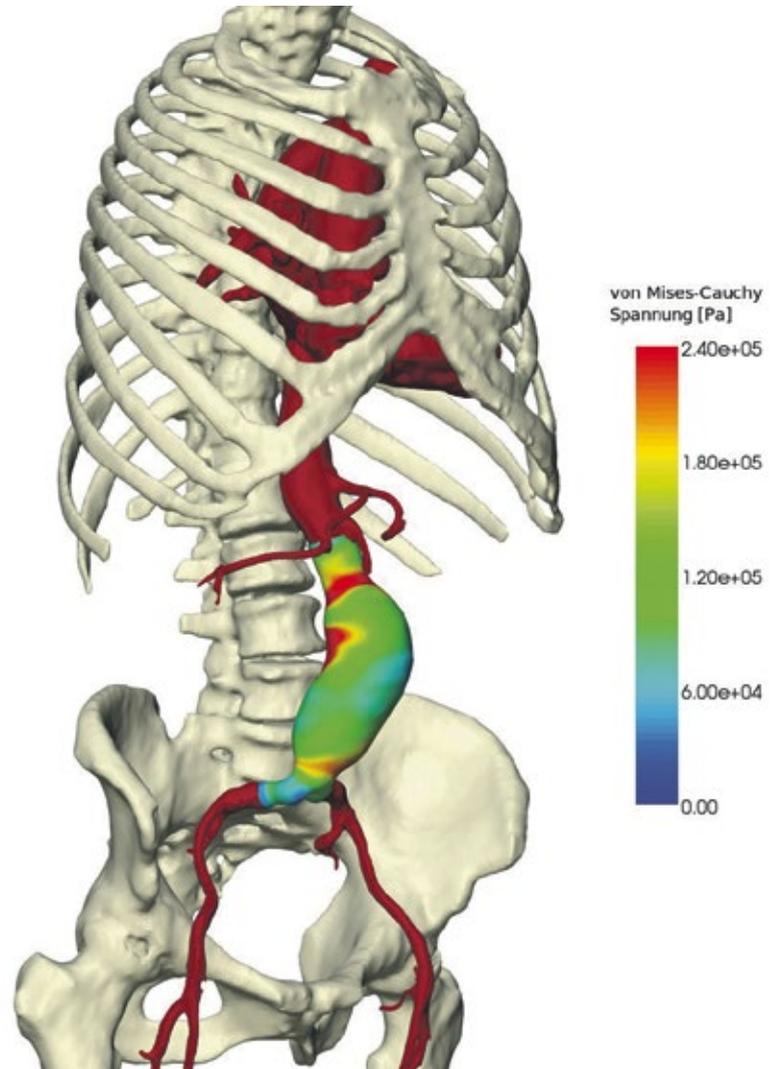


Abb. 1: Dreidimensionale Darstellung eines Aorten-Aneurysmas im Bauchraum. Die Farbskala gibt die Spannung an, unter der die Gefäßwand steht (Prof. Wolfgang A. Wall, Lehrstuhl für Numerische Mechanik, TU München)

einer deutlichen Zunahme elektiver Operationen (ab ca. 5 cm Querdurchmesser) und zu einer hochsignifikanten Reduktion von Not-OPs bei rupturiertem AAA (Tab. 1). Während die Vorteile des Ultraschall-Screenings für Männer sehr gut belegt sind, liegt bei 65- bis 80-jährigen Frauen nur ein RCT vor. In einer rezenten schwedischen Studie konnte bei 19 von 5.140 Frauen ein neues AAA diagnostiziert werden, wobei 18 dieser 19 Frauen Raucherinnen waren. Die Autoren schlussfolgerten, dass Raucherinnen eine AAA-Risikogruppe darstellen können.

Leitlinien zum AAA-Ultraschall-Screening

Ein HTA-Bericht zum Ultraschall-Screening (HTA Bericht Core Model Online 2013) konnte zeigen, dass alle Leitlinien empfehlen, Männer ab dem 65. Lebensjahr zu screenen. In einer Leitlinie wird ein Screening bereits ab dem 60. Lebensjahr empfohlen. Beim Vorliegen einer positiven Familienanamnese empfehlen einige Leitlinien ein Screening bei Männern ab dem 50., 55. bzw. dem 60. Lebensjahr. Ein AAA-Screening wird in vier Leitlinien auch für Frauen empfohlen, insbesondere beim Vorliegen multipler Risikofaktoren wie positiver Familienanamnese, Raucheranamnese und kardiovaskulären Risikofaktoren.

Internationale Ultraschall-Screening Programme

Großbritannien: Für England wurde 2009 ein Screening-Programm beschlossen, das 2014 flächendeckend

Nachbeobachtung 7–15 Jahre	n = 43.167	n = 43.312		
AAA-assoziierte Todesfälle	123	245	0,47 (0,25–0,90)	0,02
Alle Todesfälle	14.922	15.568	0,94 (0,91–0,97)	<0,0001
Elektive AAA-OPs	567	204	2,81 (2,40–3,30)	<0,0001
Notfall-OPs	77	172	0,48 (0,28–0,83)	0,009

Tabelle: Effekte eines AAA-Ultraschall-Screenings auf die Anzahl AAA-assoziiertes Todesfälle, auf alle Todesfälle sowie auf die Anzahl elektiver und notfallmäßiger AAA-OPs in RCTs (Chichester, England, Dänemark, Australien)

umgesetzt sein wird. Alle Männer werden zu ihrem 65. Geburtstag eingeladen, ältere Männer können auf eigene Veranlassung untersucht werden. Frauen können gescreent werden, wenn eine familiäre Belastung besteht. Das Ultraschall-Screening wird in Kliniken und mobilen Einheiten über den National Health Service organisiert. Außerdem sollen in Schottland, Nord-Irland und Wales AAA-Screening-Programme implementiert werden.

| aaa.screening.nhs.uk |

USA: Seit 2007 werden im Rahmen des „Welcome to Medicare – Preventive Visit“-Programms 65- bis 75-jährige Männer, die in Ihrem Leben mindestens 100 Zigaretten geraucht haben, sowie Männer und Frauen mit einer familiären AAA-Belastung zu einer einmaligen Ultraschall-Untersuchung der abdominalen Aorta eingeladen. Die Untersuchung ist kostenfrei. Das US Department of Veteran Affairs bietet ebenfalls ein Screening an.

| www.medicare.gov/coverage/ab-aortic-aneurysm-screening.html |

Skandinavien: Ein erstes Ultraschall-Screening-Programm in Schweden startete 2006 bei 65-jährigen Männern. Die Untersuchungsgebühren betragen umgerechnet 20 US-\$. Auch in Oslo/Norwegen wird seit 2011 ein AAA-Screening angeboten.

| www.sbu.se/en/Published/Alert/Screening-for-Abdominal-Aortic-Aneurysm/ |

Die Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie (DGG) hat 2010 für ein Ultraschall-Screening des AAA folgende Empfehlungen herausgebracht:

- Einmalige Ultraschall-Untersuchung der abdominalen Aorta bei Männern ab dem 65. Lebensjahr.
- Einmalige Ultraschall-Untersuchung der abdominalen Aorta bei Männern und Frauen aller Altersstufen mit positiver Familienanamnese.
- Einmalige Ultraschall-Untersuchung der abdominalen Aorta bei Frauen ab dem 65. Lebensjahr mit vorbestehendem oder aktuellem Nikotinabusus und/oder kardiovaskulärer Vorgeschichte.
- Bei einem Querdurchmesser von 3-4 cm sollte eine Ultraschall-Kontroll-Untersuchung nach 12 Monaten erfolgen, bei einem Querdurchmesser von 4-4,5 cm sollte eine Ultraschall-Kontroll-Untersuchung nach sechs Monaten erfolgen.

roll-Untersuchung nach 12 Monaten erfolgen, bei einem Querdurchmesser von 4-4,5 cm sollte eine Ultraschall-Kontroll-Untersuchung nach sechs Monaten erfolgen.

■ Ab einem Querdurchmesser von 4,5 cm sollte gefäßchirurgische Expertise hinzugezogen werden sowie eine CT-Angiografie zur Befund-Objektivierung erfolgen.

■ Ab einem Querdurchmesser von 5-5,5 cm sollte die Indikation zur operativen Therapie erwogen werden, bei Frauen liegt dieser Grenzwert bei einem Durchmesser von 4,5-5 cm.

Zusammenfassung

Das AAA stellt eine häufige Erkrankung bei Männern ab dem 65. Lebensjahr dar, entwickelt sich in aller Regel langsam von einem kleinen Aneurysma zu einem rupturgefährdeten AAA und kann mittels Ultraschall einfach und mit hoher Zuverlässigkeit diagnostiziert werden. Die Indikationen zur offenen oder endovaskulären OP der abdominalen Aorta sind klar definiert, notwendige Operationen



Abb. 2: Sonographie der abdominalen Aorta

können in gefäßchirurgischen Zentren mit ausgewiesener Expertise mit einer niedrigen Komplikationsrate durchgeführt werden. Nach erfolgter Therapie erwartet die Patienten eine nahezu normale Lebenserwartung. In den USA, Großbritannien und in Skandinavien wurden Screening-Programme auf den Weg gebracht. Derzeit wird ein nationales AAA-Ultraschall-Screening-Programm für Deutschland seitens des GBA und des IQWiG evaluiert, um tödliche AAA-Rupturen künftig besser vermeiden zu können.

| www.gefaesschirurgie.de |



KONICA MINOLTA



AeroDR

Wireless Flat Panel Detektoren –
die Basis für einen digitalen Workflow



KONICA MINOLTA MEDICAL & GRAPHIC IMAGING EUROPE B.V. · Frankfurtstraat 40 · 1175RH Lijnden · Niederlande

MEDICAL IMAGING DEUTSCHLAND · Werner-Eckert-Straße 2 · 81829 München · Deutschland · Tel +49 (89) 23 88 75-0 · Fax +49 (89) 23 88 75-258 · info@mg.konicaminolta.eu · www.konicaminolta.de/healthcare

ULTRASCHALL MAL ANDERS: NICHT-INVASIVE BEHANDLUNG VON UTERUSMYOMEN

Symptomatische Uterusmyome sind sehr häufig und gehen für Patientinnen oft mit hohem Leidensdruck einher. Neben den etablierten Therapiemethoden ist der hoch-intensive fokussierte Ultraschall (HIFU) eine vollwertige und schonende Alternative.

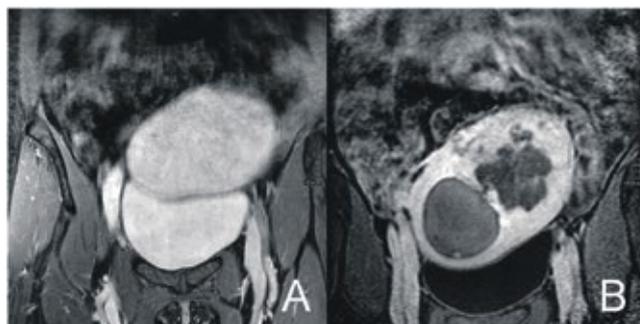


Priv.-Doz. Dr. Peter Hunold, Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck

■ Beim hoch-intensiven fokussierten Ultraschall (HIFU, high-intensity focused ultrasound; synonym: FUS, focused ultrasound surgery) handelt es sich um eine Methode, die sich in den vergangenen Jahren durch interessante technische Neuerungen immer weiter etabliert hat. Dabei werden Ultraschall-Wellen in einem Punkt innerhalb des Körpers so gebündelt, dass die Ultraschall-Energie sehr gezielt dort in Wärmeenergie umgewandelt wird. Dadurch kann Gewebe verödet werden, das im Laufe der Zeit in Narbe umgewandelt wird. HIFU wird in vielen Körperregionen verwendet, so z.B. bei Prostatatumoren, die von einem Schallkopf im Enddarm aus behandelt werden. Seit einigen Jahren kann die HIFU-Therapie mit speziellen Vorrichtungen im MRT-Scanner durchgeführt werden.

Epidemiologie des Uterusmyoms

Etwa 25–70% der Frauen im gebärfähigen Alter haben Uterusmyome, gutartige Geschwülste der Gebärmutter-Muskulatur (Myometrium). Die Diagnostik gelingt mittels körperlicher Untersuchung und Ultraschall. Man geht davon aus, dass etwa ein Drittel der Frauen mit Myom Symptome haben, die auf das Myom zurück-



◀ **Abb. 1:** Koronare T1-gewichtete MR-Bilder mit i.v. Gadolinium-Kontrastmittel. Vor Therapie (A) ovalärer Uterus auf der Harnblase liegend. Die beiden Myome sind hier nicht vom normalen Myometrium zu unterscheiden sind. Unmittelbar nach HIFU-Therapie (B) stellen sich die Myome nach Ablation in typischer Weise ohne zentrale KM-Aufnahme dar (npv= non-perfused volume als Korrelat einer induzierten Nekrose): das rechte Myom ist komplett bis an die Kapsel erfasst, das linke etwa zu 80%.

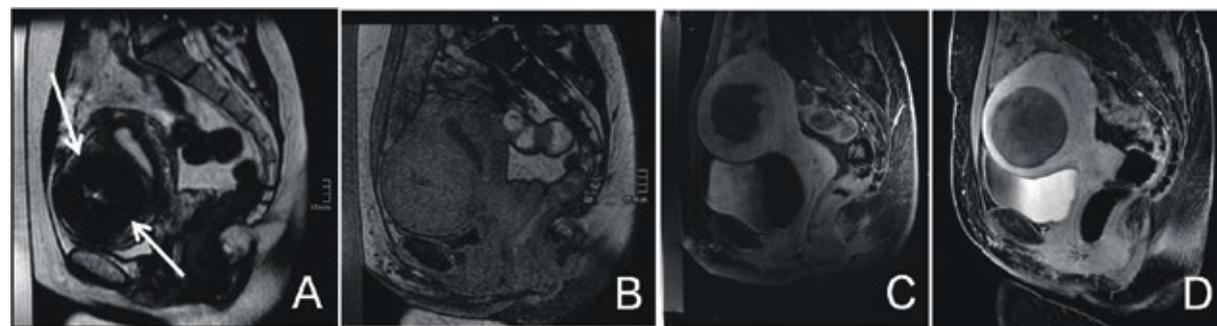


Abb. 2: Evolution eines Uterusmyoms: Sagittale MR-Bilder eines großen intramuralen Myoms der Uterusvorderwand (Pfeile) vor Therapie in T2-Wichtung (A) mit typischer Hypointensität. T1-gewichtetes Bild nach i.v. KM-Gabe (B) mit homogener, kräftiger Aufnahme des Myoms. Unmittelbar nach HIFU-Therapie (C: T1-gewichtet nach KM) großes Ablationsareal (npv), das etwa 80% des Volumens erfasst, damit sehr gutes Frühergebnis. In der 3-Monats-Kontrolle (D) noch besseres Ergebnis mit nun 100% npv.

zuführen sind. So gibt es in Deutschland über eine Million betroffene Frauen. Einerseits haben Myome eine hormonelle Wirkung, andererseits können sie sehr groß werden, was zu Verdrängungen im kleinen Becken führt. Typische Symptome sind entsprechend verstärkte und schmerzhafte Monatsblutungen (Hyper- und Dysmenorrhoe) bis hin zur Blutarmut, aber auch Schmerzen beim Geschlechtsverkehr, Verstopfung und häufiges Wasserlassen. Für viele Betroffene bedeutet die Symptomatik eine erhebliche Einschränkung der Lebensqualität, besonders während der Periode. Myome sind die Hauptursache für Gebärmutter-Entfernungen in Deutschland.

Therapieoptionen bei Uterusmyom Die Behandlung der ersten Wahl ist meist die medikamentöse Therapie. Dafür werden verschiedene Hormone verwendet, u.a. auch die „Pille“. Neuere Medikamente wirken über Veränderungen an Hormonrezeptoren. Dauerhafte Erfolge lassen sich mit Medikamenten meist nicht erzielen. Interventionell-radiologisch hat sich die Uterusarterien-Embolisation etabliert, bei der über Katheter aus der Leiste die zuführenden Gefäße des Myoms verschlossen und damit die Myome verödet werden. Damit

verbunden ist ein Krankenhaus-Aufenthalt von wenigen Tagen. Gynäkologisch-operativ können die Myome einzeln aus dem Uterus entfernt werden (Enukleation) – entweder per offener Operation oder endoskopisch. Die finale Lösung ist häufig die komplette Entfernung der Gebärmutter (Hysterektomie), auf die sich aus nachvollziehbaren Gründen viele Patientinnen nicht einlassen wollen, auch weil sie mit längerer Arbeitsunfähigkeit einhergeht.

Was HIFU attraktiv macht

MR-gesteuerte HIFU ist eine vollwertige und komplett nicht-invasive Therapiealternative zu den oben genannten Optionen: Die Behandlung kann ambulant durchgeführt werden, die Behandlungsdauer beträgt meist etwa vier Stunden. Während der Behandlung liegen die Patientinnen bäuchlings im MRT-Scanner; der Uterus liegt auf einem Fenster im MRT-Tisch, unter dem der Ultraschall-Transducer positioniert ist. Die Ultraschallwellen werden aus dem Patiententisch durch die Bauchhaut in die Patientin eingestrahlt und bündeln sich im Uterusmyom, das zuvor durch MR-Bilder sicher lokalisiert wurde. Währenddessen kann mit dem MR-

Scanner die Temperaturentwicklung im Myom sowie in Bauchwand und vor dem Kreuzbein gemessen werden. So wird erstens sichergestellt, dass eine ausreichende Temperatur erreicht wird, um das Myom zu veröden, und zweitens werden Schädigungen in der Nachbarschaft des Myoms vermieden. Die Patientinnen verspüren meist keine oder nur sehr geringe Schmerzen während der Behandlung. Nach Abschluss der HIFU-Therapie können sie nach Hause gehen und sind fast ausnahmslos am nächsten Tag beschwerdefrei und wieder voll einsatzfähig.

Wie die Patientinnen von HIFU profitieren

Die Behandlung ist im Gegensatz zu den anderen Optionen praktisch nicht belastend, es gibt keine Rekonvaleszenz nach der Behandlung. Der Therapieeffekt, d.h. die Besserung der Symptome, setzt meist bei der übernächsten Monatsblutung ein, der endgültige Therapieeffekt wird nach drei bis vier Monaten erreicht. Man kann eine Volumenreduktion des Myoms um maximal etwa 40–50% erreichen, was oft schon eine Linderung der Verdrängungssymptome bringt. Wichtiger ist aber, dass die allermeisten

Patientinnen deutlich weniger bluten und auch die Schmerzen stark reduziert werden können. In Studien über drei Jahre Follow-up hat sich gezeigt, dass die Patientinnen im Mittel eine erhebliche Besserung ihrer Symptomatik erfahren und sich damit die Lebensqualität deutlich verbessert.

Kriterien für die Patientinnen-Auswahl

In einer Konsensus-Konferenz von Gynäkologen und interventionellen Radiologen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz wurden 2013 gemeinsame Kriterien für die korrekte Auswahl von Patientinnen vor HIFU-Therapie erarbeitet: Wichtigste Voraussetzung für eine HIFU-Behandlung ist das Vorhandensein von Symptomen und ein sicherer Zugang – das sog. Schallfenster – zum Myom, der durch eine vorbereitende MRT-Untersuchung zu prüfen ist.

Myome zwischen drei und zehn Zentimetern Durchmesser können behandelt werden, es sollten jedoch nicht mehr als fünf Myome sein. Als Kontraindikationen gelten bösarti-

ge Tumoren, akute Entzündungen der Geschlechtsorgane, Schwangerschaft, subseröse Lage und allgemeine MR-Kontraindikationen. Die HIFU-Behandlung ist bisher keine anerkannte Leistung der privaten und gesetzlichen Krankenversicherung. Daher muss vor jeder Behandlung ein Antrag auf Kostenübernahme bei der Krankenkasse gestellt werden.

Fazit

Die MR-gesteuerte HIFU-Behandlung von Uterusmyomen ist eine etablierte Methode und vollwertige, extrem schonende Alternative zu den anderen Therapieoptionen mit sehr hoher Patientinnenzufriedenheit. Entscheidend für den Erfolg der Therapie ist die korrekte, interdisziplinär geführte Patientinnenauswahl und Indikationsstellung. Die HIFU gehört schon heute ins Spektrum der Therapiemöglichkeiten und sollte ein fester Bestandteil eines Myomzentrums werden. ■■

| www.radiologie-luebeck.uk-sh.de |



VORGEBURTLICHER ULTRASCHALL

Die Nabelschnur versorgt das ungeborene Kind mit Sauerstoff und Nährstoffen aus dem Blut der Mutter und entsorgt Abbauprodukte des kindlichen Stoffwechsels. Setzt die lebenswichtige Verbindung nicht wie gewöhnlich am Mutterkuchen an, kann dies für das Ungeborene schwerwiegende und im schlimmsten Fall tödliche Folgen haben. Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin fordert, die Früherkennung von „Insertionsfehlbildungen“ der Nabelschnur in das Regelprogramm der Schwangerschaftsvorsorge aufzunehmen. Mittels Ultraschall sei es möglich, Gefahren früh zu erkennen und vielen Kindern das Leben zu retten.

„Bei etwa 1,5% aller Ein-Kind- und bei 6% aller Zwillingschwangerschaften entspringt die Nabelschnur nicht in der Mitte des Mutterkuchens sondern stattdessen an den Eihäuten“, erklärt DEGUM-Experte Prof. Dr. Wolfgang Henrich, Chefarzt der Kliniken für Geburtsmedizin der Berliner Charité. Für das ungeborene Kind geht diese Insertio velamentosa,

die besonders häufig nach künstlichen Befruchtungen und bei Mehrlingsschwangerschaften auftritt, mit einer tödlichen Gefahr einher: 1,6% der Kinder mit „velamentöser“ Nabelschnur sterben um den Zeitpunkt der Geburt herum. „Wenn wir um die Gefahr wissen, planen wir einen frühzeitigen Kaiserschnitt zwischen 36 und 37 vollendeten Schwangerschaftswochen“, erklärt Henrich.

Die Voraussetzung für die Planung einer möglichst sicheren Geburt ist die Früherkennung: „Derzeit wird die Insertio velamentosa häufig erst bei der Geburt festgestellt“, berichtet Henrich. Dabei können erfahrene, gut ausgebildete Ultraschalldiagnostiker schon beim ersten Ultraschall in der Zeit zwischen 11–14 vollendeten oder spätestens beim zweiten Ultraschall mit 19–22 vollendeten Wochen Auffälligkeiten entdecken. Am sichersten erfolge die Diagnose mit dem Farbdopplerultraschall, der den Blutfluss in den Gefäßen und die Insertion an der Plazenta oder den Eihäuten sichtbar macht. | www.degum.de |

IHRE MEDIEN FÜR DAS GESUNDHEITSWESEN

- **Management & Krankenhaus**
Die Fachzeitung für Entscheider und Anwender in Klinik, Reha und MVZ
- **M&K kompakt**
Das Supplement für Spezialthemen
- **medAmbiente care**
Das Fachmagazin für Entscheider in Pflege- und Senioreneinrichtungen

Ihre Ansprechpartner:

Mediaberatung

Dipl.-Kfm. Manfred Böhler
Anzeigenleitung
Tel.: +49 (0) 6201 606 705
manfred.boehler@wiley.com

Susanne Ney M.A.

Account Manager
Tel.: +49 (0) 6201 606 769
susanne.ney@wiley.com

Redaktion

Ulrike Hoffrichter M.A.
Chefredaktion
Tel.: +49 (0) 6201 606 723
ulrike.hoffrichter@wiley.com

Dr. Jutta Jessen

Redaktion
Tel.: +49 (0) 6201 606 726
jutta.jessen@wiley.com

Christiane Rothermel
Assistenz

Tel.: +49 (0) 6201 606 746
christiane.rothermel@wiley.com

Verlagsbüro

Dr. Michael Leising
Tel.: +49 (0) 3603 8931 12
leising@leising-marketing.de

www.management-krankenhaus.de

GIT VERLAG
A Wiley Brand

HETEROGENITÄT VON TUMOREN

Tumore sind nicht homogen. Das erschwert Diagnose und Therapie erheblich. Forschende der Universität Zürich und der ETH Zürich haben nun ein neues bildgebendes Verfahren entwickelt, mit dem sie verschiedene Krebszelltypen eines Tumors weitaus genauer als bisher in Ihrer Umgebung visualisieren können. Prof. Dr. Bernd Bodenmiller vom Institut für Molekulare Biologie der Universität Zürich erläutert die neue Technik.

Dr. Jutta Jessen, Weinheim

M&K: Herr Prof. Bodenmiller, Sie haben mit Ihren Kollegen eine neue Methode entwickelt, mit der es möglich ist Tumorzellen umfassend zu visualisieren. Bitte erläutern Sie unseren Lesern kurz die methodischen Hintergründe der Technik.

Prof. Dr. Bernd Bodenmiller: Die neue Technik verwendet Gewebeschnitte wie sie auch in der klinischen Diagnostik benutzt werden. Um Biomarker zu markieren, benutzen wir Antikörper, diese sind nun aber nicht mit Farbstoffen oder Enzymen markiert, sondern mit Metallisotopen. Um die Metallisotope zu visualisieren, ablatieren wir Punkt für Punkt das Gewebe mit einem Lasersystem, das in der Gruppe von Prof. Günther an der ETH Zürich entwickelt wurde. Die so generierten Gewebestücke werden in einem Massenspektrometer analysiert um die Verteilung und Menge der Metallisotope, und somit der Biomarker, zu bestimmen. Zum Schluss werden die einzelnen Messpunkte (= Pixel) zu einem Bild zusammen gesetzt.

Welche neuen Chancen bietet das Verfahren, was kann jetzt visualisiert werden, was zuvor nicht möglich war?

Bodenmiller: Der Hauptunterschied ist die Anzahl der Biomarker die man gleichzeitig visualisieren kann. Anstatt eine Handvoll von Markern messen wir 32. In naher Zukunft wird sich diese Zahl mindestens verdoppeln. Die Hoffnung ist, dass dieses „Mehr“ an Biomarkern die Klassifizierung von Patienten verfeinern kann. Gleichzeitig ermöglicht unsere Methode eine Vielzahl von Zelltypen und gleichzeitig z.B. deren Informati-



Prof. Dr. Bernd Bodenmiller

onsverarbeitung im Gewebe zu analysieren. Dies ermöglicht spannende biologische und wichtige biomedizinische Fragestellungen anzugehen.

Welche Biomarker stehen für die neue Methode zur Verfügung und welche Eigenschaften müssen diese aufweisen? Wo bestehen Limitationen?

Bodenmiller: Da Antikörper für die Gewebefärbung benutzen werden, teilt unsere Methode alle Vorteile und Nachteile die Antikörper mit sich bringen. Gleichzeitig können fast alle Antikörper die bisher für die Immunhistochemie benutzt wurden auch mit unserer Methode verwendet werden.

Inwieweit nutzt die Methode der personalisierten Medizin?

Bodenmiller: Durch die erhöhte Anzahl der gemessenen Biomarker sollte es möglich sein, Krankheiten und deren Behandlung feiner und personalisierter zu bestimmen; auch die Analyse von zellulären Netzwerken sollte möglich sein. Damit dies aber möglich wird, muss man zuerst bestimmen welche 50–100 Biomarker eine personalisierte Diagnose möglich machen.

Welche medizinischen Fragestellungen können momentan mit der Technik beantwortet werden und bei welchen Aspekten sehen Sie Entwicklungspotential?

Bodenmiller: Die Methode kann überall dort eingesetzt werden, wo auch schon jetzt Zellen und Gewebe visualisiert werden. Gleichzeitig erweitert die Methode die Fragestellungen die man adressieren kann. Wir denken z.B. dass wir in Tumoren nun die Mikroumgebung und Zell-Zell Interaktionen weitaus besser als bisher studieren können. Alle Aspekte die wir in der Publikation beschrieben haben, inklusive Anzahl der gemessenen Biomarkern, Geschwindigkeit der Analyse usw. können noch verbessert werden. Der wichtigste Aspekt wird aber sein, die Methode so zu vereinfachen und standardisieren, dass sie routinemäßig in Forschungslabors und schließlich auch in der Klinik benutzt werden kann.

www.ims.uzh.ch



Zur Person

Dr. Bernd Bodenmiller studierte Biochemie zunächst an der Universität Bayreuth, anschließend an der ETH, Zürich. Seine Promotion machte er an der ETH Zürich im Labor von Prof. Ruedi Aebersold, Institut für Molekulare System Biologie. Anschließend war er als Postdoktorand an der Universität Stanford tätig. Seit 2013 leitet er als Assistent-Professor Quantitative Biologie am Institute of Molecular Life Science an der Universität Zürich seine eigene Arbeitsgruppe.

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
Redakteur:
Dr. Jutta Jessen
Freie Redakteure:
Claudia Schneeberger, Frankfurt
Justine Holzwarth, Köln
Mediaberatung: Dipl.-Kfm. Manfred Böhrler
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com
Susanne Ney, Tel.: 06201/606-769, susanne.ney@wiley.com
Miryam Preusser, Tel.: 06201/606-127, miryam.preusser@wiley.com
Anzeigenvertretung: Dr. Michael Leising
Tel.: 03605/893-112, leising@leising-marketing.de
Redaktionsassistent: Christiane Rothermel
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com
Herstellung: Christiane Potthast (Herstellung); Kerstin Kunkel (Anzeigenverwaltung); Ruth Herrmann (Satz, Layout); Elli Palzer (Litho)
Sonderdrucke: Christiane Rothermel
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com

Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 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: DRESDEFF670, IBAN: DE94 6708 0050 0751 1188 00
Druckauflage: 15.000 (5. Quartal 2013)
M&K kompakt ist ein Supplement von Management & Krankenhaus
Originalarbeiten
Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und mit Quellenangaben gestattet. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.
Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/den redaktionellen Beitrag in unveränderter Form oder bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen bestehen, sowie Dritten zur Nutzung zu übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf Print- wie elektronische Medien unter Einschluss des Internets wie auch auf Datenbanken/Datenträger aller Art.
Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.
Druck: Druckzentrum Rhein Main GmbH & Co. KG, Alexander-Fleming-Ring 2, 65428 Rüsselsheim
Printed in Germany
ISSN 0176-053 X



GIT VERLAG
A Wiley Brand

INDEX

Agfa HealthCare	23, 15
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	14
Berufsverband Deutscher Nuklearmediziner	20
Deutsche Röntngengesellschaft	3
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY	23
Eizo Europe	19
ETH Zürich	30
iSoft Health a CSC Company	13, 21
Klinikum Augsburg	4
Konica Minolta medical & Graphics Imaging	
Europe	27
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier	12
MMS Medisor Medical Supplies	2.US
Nexus	17
Österreichische Röntngengesellschaft	3
Philips	12, 4.US
Radiologie Schwetzingen, Praxisgemeinschaft am Krankenhaus	10
Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart	6
Toshiba Medical Systems Deutschland	5, 7, 11
Universität Zürich	30
Universitätsklinik Jena	22
Universitätsklinikum Leipzig	16
Universitätsklinikum Magdeburg	8
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck	28

PRINT WIRKT – AUCH AUF TABLET



Spectral-Design - Fotolia



Egal, ob unterwegs oder bequem auf dem Sofa – lesen Sie Management & Krankenhaus jetzt auch auf dem Tablet-PC.

www.Management-Krankenhaus.de/printausgabe

www.gitverlag.com

 [www.facebook.com/
managementundkrankenhaus](https://www.facebook.com/managementundkrankenhaus)

GIT VERLAG

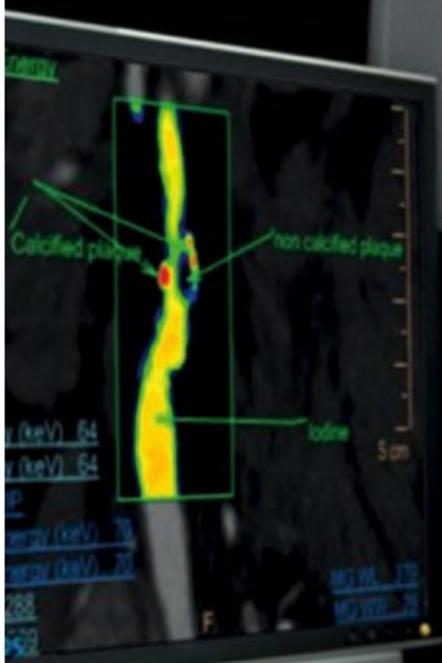
A Wiley Brand

**JETZT
KOSTEN-
FREI
registrieren!**

Neue Diagnostikstandards mit IQon Spektral CT

Das Gesundheitswesen ist im Wandel und die Herausforderungen auf medizinischer und wirtschaftlicher Seite werden größer. Wir helfen Antworten zu finden. Eine große Nähe zu unseren Kunden und ein tiefes Verständnis für ihre Bedürfnisse ermöglichen uns, bedeutungsvolle Innovationen zu entwickeln. So zum Beispiel der neue Philips IQon Spektral CT. Das weltweit erste auf Spektraldetektoren basierende CT-System erlaubt es, die Gewebeszusammensetzung im CT-Bild farblich zu differenzieren, und erweitert so Ihre Diagnosemöglichkeit ohne komplexe Vorplanung.

innovation  you



Besuchen Sie uns auf dem Deutschen Röntgenkongress. Stand A.10, Halle H
Erfahren Sie mehr unter: www.philips.de/healthcare

PHILIPS