

MR 2019 GARMISCH

In Kooperation mit **EUROPEAN HOSPITAL**



Schöne neue Welt

Werden die Maschinen die Menschen in der Radiologie eines Tages ersetzen? Die digitale Revolution, die mit der Einführung Künstlicher Intelligenz zurzeit eine spektakuläre neue Wendung nimmt, führt in eine ungewisse Zukunft. Doch die Technik war schon immer Freund, nicht Feind des Radiologen. Deshalb haben die Kongresspräsidenten des 18. MRT Symposium Garmisch ihre Veranstaltung ganz bewusst unter das positiv konnotierte Motto gestellt: „Machine Vision and MR: Solving the Problems Together“.

Zusammen mit Prof. Dr. Dr. h.c. Hedvig Hricak und Prof. Dr. Dr. h.c. Maximilian Reiser als MR Garmisch-Gastgeber der ersten Stunde, wird Prof. Dr. Jens Ricke die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erstmals als Tagungspräsident empfangen. Ein Schritt, der sich logisch und richtig anfühlt, nachdem Jens Ricke im Juni 2017 die Nachfolge von Max Reiser als Direktor der radiologischen Klinik an der LMU München antrat und bereits das CT Symposium Garmisch 2018 an vorderster Front mitgestaltete.

Im Folgenden verrät Jens Ricke seine ganz eigene Vision darüber, wie Künstliche Intelligenz die Zukunft der Radiologie beeinflussen wird:

Wenn wir über Zukunftsvisionen sprechen, ist das auch immer ein ganz persönliches Glaubensbekenntnis. Ob wir Recht behalten, können wir erst im Nachhinein sagen. Eines kann man jedoch leicht vorwegnehmen: Ein Schicksal, in dem die Roboter sich kraft künstlicher Intelligenz verselbständigen und die Herrschaft an sich reißen, steht der Radiologie jedenfalls nicht bevor. Solche Szenarien, wie wir sie bevorzugt von B-Movies aus Hollywood kennen, haben sich allerdings tief im kollektiven Gedächtnis festgesetzt. Auch ist der Begriff „Künstliche Intelligenz“ (KI) ohnehin nicht klar definiert, was viel Raum für Spekulationen lässt. Versuchen wir, uns dem anzunähern, was KI eigentlich ausmacht, dann sind es im Wesentlichen zwei Dinge: maschinelles Lernen und automatisiertes intelligentes Verhalten. Welchen Nutzen bringt das für die Radiologie? Um diese Frage zu beantworten, hilft es, sich die besondere Stärke und gleichzeitig Schwäche dieses Fachs vor Augen zu führen: die Radiologie generiert Daten, unendlich viele Daten. Zwei Bereiche sind es, die im Wesentlichen von KI profitieren werden: zum einen die Bildanalyse mit neuartigen Techniken weit jenseits der Morphologie und zum anderen die klinischen Workflows in Diagnostik und Therapie durch komplexe Eingriffe in unsere Standardprozeduren.

Bilder sind Daten

Im Alltag denken wir nicht weiter darüber nach, dass all diese Knie-, Leber- und Kopf-MRT, die wir uns tagtäglich anschauen, elektronische Datensätze sind, die eine Fülle offensichtlicher, aber auch verdeckter Informationen enthalten. Letztere gehen weit über das hinaus, was wir mit dem bloßen Auge erfassen können. Wenn wir es schaffen, auch an die bislang brach liegenden Informationen heranzukommen, wird der medizinische Erkenntnisgewinn erheblich sein. Nun liegen radiologische Bilddokumente glücklicherweise schon heute gut

strukturiert in riesigen Digitalarchiven vor, weshalb das KI-Feld Radiomics als eines der ersten Fahrt aufgenommen hat. Dabei lernen Computerprogramme, auf der Basis großer Datenmengen jenseits der Morphologie quantitative Bildmerkmale zu erkennen und in statistische Aussagen über Gewebeeigenschaften, Diagnosen und Krankheitsverläufe zu übersetzen.

Bei der automatisierten Bilderkennung handelt es sich keineswegs um eine futuristische Neuheit. Einfache Computerdiagnosesysteme existieren bereits in der Radiologie, als ich selbst in diesem Fach angefangen habe. Das Wort „CAD“, computer-aided diagnostics, wurde mittlerweile durch „KI“, künstliche Intelligenz, ersetzt – und natürlich sind die Deep-Learning-Algorithmen von heute um

Quanten-

Machine Vision and MR –
solving the problems together

sprünge besser und eben intelligenter geworden. Das Spektrum der Möglichkeiten ist dabei sehr breit: aus einer Fülle von Thoraxaufnahmen lässt sich treffsicher ein Pneumothorax herausfiltern und zur Verifikation markieren – ich kann mir keinen übermäßigsten Radiologen im Bereitschaftsdienst vorstellen, der hierfür nicht dankbar wäre. Weit fortgeschrittener: spezielle Algorithmen errechnen schon heute (sic!) aufgrund quantitativer Merkmale die Wahrscheinlichkeit einer definierten Genmutation einer kolorektalen Lebermetastase im MRT-Bild.

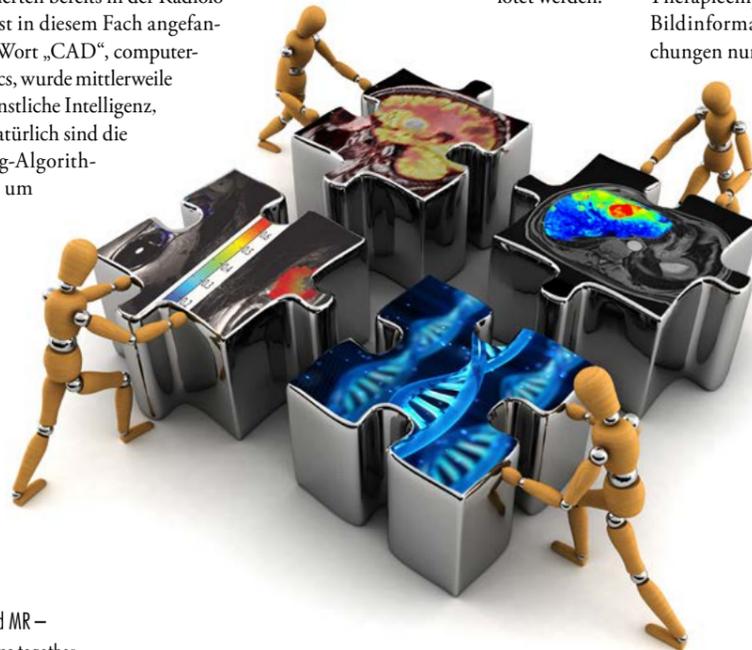
Mehr als nur ein Hype

KI in der Radiologie bedeutet nicht wissenschaftliche Forschung in akademischen Elfenbeintürmchen, sondern ist längst Teil konkreter industrieller Entwicklungen. Die zahlreichen Technologieunternehmen, die zurzeit an KI-Anwendungen arbeiten, haben ein großes Interesse daran, diese so schnell wie möglich in kommerzielle Produkte und Dienstleistungen zu überführen. Gehen Sie also davon aus, dass KI-Verfahren mehr als nur ein Hype sind! Ohnehin haben Algorithmen und Big Data alle Ihre Le-

bens- und Arbeitsbereiche erfasst, wenn Sie nicht Eremit und Selbstversorger sind. Wir müssen nur unser Smartphone öffnen und sind schon mittendrin. Wie genau die künstlichen Systeme ausgerechnet die Radiologie verändern werden, können wir zum jetzigen Zeitpunkt natürlich kaum exakt vorhersagen. Ganz sicher stehen wir am Anfang einer umwälzenden Bewegung und es wird spektakulär sein, mit welcher Geschwindigkeit neue Ideen über mögliche Anwendungsfelder ausgetestet werden.

sprechenden Softwarelösungen ließe sich jedoch der Arbeitseinsatz spezialisierter (und teurer) Mitarbeiter deutlich effektiver gestalten – man denke an die Steuerung multipler Geräte durch wenige Personen mit spezieller Ausbildung bei ausgeklügelter Softwareunterstützung.

Das größte Potential haben KI-Entwicklungen zweifelsohne in der Steuerung von Workflows über die Beeinflussung von Entscheidungspfaden während der diagnostischen Aufarbeitung eines Patienten bis zur Therapieempfehlung. Natürlich stellt die Bildinformation radiologischer Untersuchungen nur einen begrenzten Ausschnitt der Daten dar, die zur



Quelle: creasinger / depositphotos

Wie KI die Radiologie (wahrscheinlich) verändern wird

Ein Blick in die Industrieausstellung des letzten RSNA lehrt, dass KI in der Radiologie sich aktuell am rasantesten als Workflowthema entwickelt. Ich bin sicher, dass sich in jeder noch so effizient geführten radiologischen Praxis oder Klinik Felder finden lassen, Arbeitsabläufe mithilfe intelligenter Software weiter zu optimieren. Dabei geht es insbesondere um zweierlei: zum einen den effizienten Umgang mit knapper werdenden menschlichen Ressourcen bei der Durchführung diagnostischer Untersuchungen; zum anderen die Optimierung der Datenintegration und Datenanalyse, um über optimale Entscheidungsbäume effizienter und medizinisch treffsicherer zu werden.

Die Arbeitsbelastung für das medizinische Personal, egal ob ärztlich oder nicht-ärztlich, nimmt analog zu steigenden Untersuchungszahlen immer weiter zu, und spezialisiertes Personal ist heute kostbar. Ich bezweifle, dass künftig Algorithmen alle anfallenden Tätigkeiten vollständig übernehmen werden, sodass am Ende nichts mehr für den Menschen zu tun bleibt. Mit ent-

Behandlungsempfehlung führen. Die schrittweise Datenakquise in der Radiologie, im Labor, in der Pathologie oder Mikrobiologie und eben im Gespräch und der körperlichen Untersuchung müsste schon heute nach den Prinzipien evidenzbasierter Medizin in reproduzierbare, logische Prozesse münden. Um dies zu ermöglichen, braucht es nicht nur eine äußerst komplexe Datenintegration und Datenverarbeitung, sondern eigentlich auch die Verknüpfung der Entscheidungsprozesse mit dem tagesaktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn. Das bedeutet nicht weniger als die Herkulesaufgabe, den Weg von der ersten Untersuchung bis zur Therapie und hoffentlich Genesung immer wieder aktualisiert dem letzten Wissensstand zu unterwerfen – ein visionäres, aus Datenverarbeitungssicht aber eigentlich triviales Szenario. Der vorsichtige Einstieg in solche Prozesse ist gemacht: Längst findet sich in digitalen Patientenakten die Verknüpfung der medizinischen Informationen vom Patientenvorgespräch bis zu den einzelnen Befundergebnissen aller Untersuchungen. Was kläglich fehlt – insbesondere übrigens in der Radiologie – ist die Dokumentation der Untersuchungsergeb-

nisse in standardisierter, strukturierter Form. Die strukturierte Datenerfassung ist Bedingung für die automatisierte Auswertung der Daten – für maschinelles Lernen genau so wie automatisiertes intelligentes Verhalten, beispielsweise das Errechnen von Therapieempfehlungen. Die Auswertung strukturierter Patientendaten ist nichts anderes als der Urquell automatisierten Lernens, über das wir KI und Big Data definieren.

Nicht unterschlagen möchte ich an dieser Stelle einen Gewissenskonflikt, den wir möglicherweise künftig ausfechten werden: Ist es in unserer Vorstellung von Medizin als Idealzustand zu betrachten, wenn standardisierte Handlungsschemata, durch Künstliche Intelligenz aus Big Data errechnet, individualisierte ärztliche Entscheidungen ersetzen? Heute nennen wir es ärztliche Handlungsfreiheit, wenn individuelle soziale Faktoren, die Persönlichkeit des Patienten und intuitive variable Diagnose- und Therapieentscheidungen beeinflussen. Wird die ärztliche Handlungsfreiheit das Evidenzargument aus Big Data und Künstlicher Intelligenz überleben?

Umgang mit Daten geht alle an

Die Diskussion darüber, inwieweit Computer unsere ärztliche Handlungsfreiheit einschränken, wenn sie anfangen, Bilder und Daten für uns zu interpretieren und daraus Therapieempfehlungen zu errechnen, wird uns noch intensiv beschäftigen. Mit „uns“ meine ich uns alle: Gesellschaft, Wissenschaft, Politik und Wirtschaft. Am Ende läuft es auf die alles entscheidende Frage hinaus: wer hat die Hoheit über die Daten? Wer steuert die Datenanalysen und wer bestimmt, welche Daten einfließen, wie Ergebnisse bewertet werden und welche Konsequenzen sie haben? Und sind Ergebnisse, die eine Künstliche Intelligenz aus Big Data extrahiert, jemals „neutral“ oder gar „wahrhaftig“? Wer das glaubt, sollte bitte das manipulative Potential populärer Sozialer Medien wie Facebook & Co bedenken. Ich denke, die Skandale und Diskussionen der letzten Jahre mindern unsere Naivität im Umgang mit unseren persönlichen Daten oder – mindestens so wichtig! – mit der Informationsauswahl, die uns tagtäglich für unsere ganz persönliche Datenverarbeitung und Meinungsbildung vorgesetzt wird.

Trotz allem! Ich bleibe leidenschaftlicher Optimist und bin überzeugt, dass wir gute Lösungen der ethischen, sozialen und rechtlichen Herausforderungen finden werden. Die neuen Zukunftstechnologien werden das Leben dramatisch verändern und verbessern – wir müssen unsere Chancen eben mit Verantwortungsbewusstsein, Bedachtsamkeit und großer Begeisterung angehen.

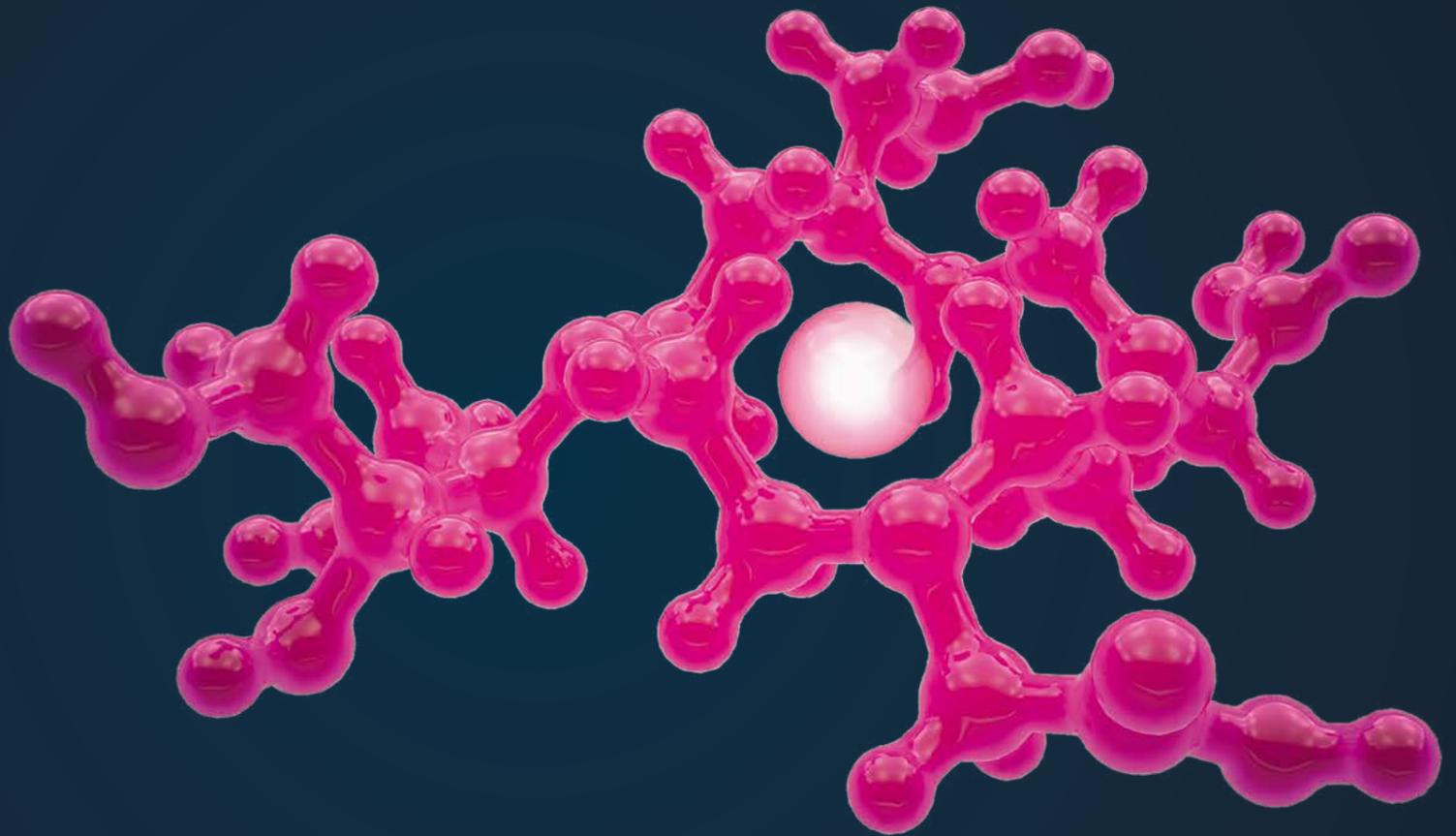
Ihr Jens Ricke
Tagungspräsident



Gadobutrol

Gadovist® 1,0 mmol/ml Injektionslösung

EINfach > für alle*
EINfach > für alles**



* Gadovist® ist zugelassen für Erwachsene und Kinder jeden Alters, inklusive reifer Neugeborener.

** Gadovist® kann für bildgebende MR-Untersuchungen pathologischer Strukturen im gesamten Körper eingesetzt werden.

Gadovist® 1,0 mmol/ml Injektionslösung; **Gadovist®** 1,0 mmol/ml Injektionslösung in Fertigspritzen/Patronen. **Wirkstoff:** Gadobutrol. Verschreibungspflichtig. **Zusammensetzung:** **Wirkstoff:** 1 ml Injektionslg. enthält 604,72 mg Gadobutrol (entspr. 1,0 mmol Gadobutrol bzw. 157,25 mg Gadolinium). **Sonstige Bestandteile:** Calcobutrol-Natrium, Trometamol, Salzsäure u. Wasser für Injektionszwecke. **Anwendungsgebiete:** Gadovist ist ein Diagnostikum u. indiziert für Erwachsene u. Kinder jeden Alters (inkl. reifer Neugeborener) zur Kontrastverstärkung b. der kranialen u. spinalen MRT u. der Magnetresonanztomographie (CE-MRA), kontrastverstärkte MRT der Leber o. Nieren b. Pat. m. nachgewiesenen fokalen Läsionen o. bei dringendem Verdacht auf solche, um diese als benigne o. maligne zu klassifizieren. Gadovist kann auch für bildgebende MR-Untersuchungen pathologischer Strukturen im gesamten Körper eingesetzt werden. Es erleichtert die Visualisierung abnormaler Strukturen o. Läsionen u. ermöglicht die Differenzierung zwischen gesundem u. pathologischem Gewebe. **Gegenanzeigen:** Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff o. einen der sonst. Bestandteile. **Nebenwirkungen:** **Häufig:** Kopfschmerz, Übelkeit. **Gelegentlich:** Überempfindlichkeit/Anaphylaktoide Reaktion* (z.B. Anaphylaktoider Schock*, Kreislaufkollaps*, Atemstillstand*, Lungenödem*, Bronchospasmus, Zyanose, oropharyngeale Schwellung*, Larynxödem, Hypotonie*, Blutdruckanstieg, Thoraxschmerzen, Urtikaria, Gesichtsoedem, Angioödem, Konjunktivitis, Augenlidödem, Flushing, Hyperhidrose, Husten, Niesen, Brennen der Haut u. Schleimhäute, Blässe). Schwindel, Dysgeusie, Parästhesie, Dyspnoe*, Erbrechen, Erythem, Pruritus (einschl. generalisierter Pruritus), Ausschlag (einschl. generalisierter, makulärer, papulöser, juckender Ausschlag), Reaktion an der Injektionsstelle, Hitzegefühl. **Selten:** Bewusstseinsverlust*, Konvulsion, Parosmie, Tachykardie, Palpitation, Mundtrockenheit, Unwohlsein, Kältegefühl. **Häufigkeit nicht bekannt:** Herz-Kreislauf-Stillstand*, Einzelfälle einer Nephrogenen systemischen Fibrose (NSF). Bei Pat. mit allerg. Disposition kommt es häufiger als bei anderen zu Überempfindlichkeitsreakt. Nach Anw. wurden Schwank. d. Nierenfunktionsparameter inkl. Anstieg Serumkreatinin beobachtet. *Es gibt Berichte mit lebensbedrohlichem u./o. tödlichem Ausgang zu diesen Nebenw. **Besondere Hinweise:** Wie auch bei anderen intravenösen Kontrastmitteln können im Zusammenhang m. Gadovist anaphylaktoide/Überempfindlichkeits- o. andere idiosynkratische Reakt. auftreten, die charakterisiert sind durch kardiovaskuläre, respiratorische o. kutane Manifestationen bis hin zu schweren Reaktionen, einschl. Schock. Das Risiko derartiger Reakt. kann höher sein bei: vorherigen Reaktionen auf Kontrastmittel, bekanntem Asthma bronchiale, allergischer Prädisposition. Im Zusammenhang m. d. Anw. einiger Gadolinium-haltiger Kontrastmittel wurde b. Pat. m. akuter o. chron. schwerer Niereninsuffizienz (GFR < 30 ml/min/1,73 m²) über eine NSF berichtet. Ein besonderes Risiko besteht b. Pat., die sich einer Lebertransplantation unterziehen, da die Inzidenz eines akuten Nierenversagens in dieser Gruppe hoch ist. Da die Möglichkeit besteht, dass m. Gadovist eine NSF auftritt, sollte es daher bei Pat. m. schwerer Einschränkung d. Nierenfunktion u. b. Pat. i. d. perioperativen Phase einer Lebertransplantation vermieden werden, es sei denn, die diagnostische Information ist notwendig u. kann m. einer MRT ohne Kontrastmittelverstärkung nicht erhoben werden. Eine Hämodialyse kurz nach d. Anwendung v. Gadovist kann nützlich sein, um Gadovist aus dem Körper zu entfernen. Es gibt keine Hinweise dafür, dass d. Einleitung einer Hämodialyse z. Prävention o. Behandlung einer NSF bei nicht bereits dialysierten Patienten geeignet ist. Wegen der unreifen Nierenfunktion bei Neugeborenen bis zum Alter von 4 Wochen u. bei Säuglingen bis zu einem Alter v. 1 Jahr sollte Gadovist bei diesen Pat. nur nach sorgfältiger Abwägung angewendet werden. Das Abziehetikett zur Rückverfolgung auf den Durchstechflaschen/Flaschen bzw. Fertigspritzen/Patronen ist auf die Patientenakte zu kleben, um eine genaue Dokumentation des verwendeten Gadolinium-haltigen Kontrastmittels sicherzustellen. Die verwendete Dosis ist ebenfalls anzugeben. Falls elektronische Patientenakten verwendet werden, sind Arzneimittelbezeichnung, Chargenbezeichnung u. Dosis darin zu dokumentieren. Ausführlichere Informationen sind in den Fachinformationen der Produkte enthalten. **Stand:** Gadovist® 1,0 mmol/ml Injektionslösung: FI/24, 11/2017. Gadovist® 1,0 mmol/ml Injektionslösung in Fertigspritzen/Patronen: FI/21, 11/2017 **Pharmazeutischer Unternehmer:** Bayer Vital GmbH, D-51368 Leverkusen.

PP-GAD-DE-0063-1

Richtungswesend > Für die Radiologie.

Gadobutrol
Gadovist® 1,0 mmol/ml
Injektionslösung

Ein echter Visionär der MRT

Prof. Alexander R. Margulis, einer der Vordenker der medizinischen Magnetresonanztomographie (MRT), ist am 7. September 2018 im Alter von 97 Jahren verstorben. Prof. Dr. Maximilian Reiser, langjähriger Weggefährte von Margulis, spricht über Leben und Wirken des MRT-Pioniers und den Einfluss seiner Arbeit auf die moderne Radiologie.



Prof. Dr. Maximilian Reiser ist einer der Gründerväter des MR Symposiums. Neben ihm haben Prof. Margulis und Prof. Lissner für den Aufbau der Veranstaltung zu einem großen Event auf diesem Gebiet gesorgt.

Der international renommierte Radiologe war 14 Jahre lang Leiter des Instituts für Klinische Radiologie am Klinikum Großhadern der LMU München. Von 2008 bis 2015 hatte er zudem das Amt des Dekans der traditionsreichen Medizinischen Fakultät der LMU inne. Während seiner beruflichen Laufbahn war der gebürtige Bayer Präsident der European Society of Musculoskeletal Radiology, der Deutschen Röntgengesellschaft und des European Congress of Radiology. Reiser ist Ehrenmitglied in zahlreichen radiologischen Gesellschaften und nahm unter anderem Gastprofessuren an den Universitäten Wien und Stanford wahr.

geboren wurde Alexander Margulis am 31. März 1921 im damals noch jugoslawischen Belgrad. Er absolvierte gerade sein Medizinstudium, als im April 1941 die Soldaten der deutschen Wehrmacht in Jugoslawien einmarschierten. Da er zum Teil jüdischer Abstammung war, brachte der Einmarsch der Nazis Margulis unmittelbar in Gefahr. Rettung kam 1944 in Gestalt des damaligen US-Präsidenten Franklin D. Roosevelt, der außerhalb des regulären Einreisekontingents 1000 Flüchtlingen die Emigration in die Vereinigten Staaten erlaubte – darunter auch Alexander Margulis.

In den USA schloss Margulis sein Medizinstudium ab und machte eine schnelle und eindrucksvolle Karriere. Als gastrointestinaler Radiologe trug er mit zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen erheblich zum Fortschritt seines Fachbereichs bei. In den 1960er Jahren zählte die gastrointestinale Radiologie mit Innovationen wie der Doppelkontrastuntersuchung von Magen sowie Dünn- und Dickdarm zu den viel beachteten Entwicklungen des Faches – ein Umfeld, in dem Margulis einen nachhaltigen Einfluss ausübte.

Grundstein zum „Mekka der Radiologie“

Ein weiterer bedeutender Schritt in der Karriere des hoch geschätzten Radiologen war seine Ernennung zum Chairman der radiologischen Abteilung der University of California in San Francisco (UCSF) im Jahr 1963. In den 26 Jahren, in denen er diese Position bekleidete, verhalf Margulis der UCSF zu erheblichem Renommee und machte sie zu einer der führenden Institutionen in Krankenversorgung, Forschung und Lehre in den USA und zu einem regelrechten Mekka der klinischen Radiologie. So wurde unter anderem in San Francisco der kli-

nische Einsatz der MRT erprobt, entwickelt und verfeinert. Kein Wunder, dass Alexander Margulis auch zahlreiche Wissenschaftler aus Europa anzog, von denen viele unter seiner Leitung zu Wegbereitern der modernen Radiologie in ihrer Heimat wurden.

Ein Vordenker und guter Freund

Eine besondere Bedeutung hat Margulis auch für das MR-Symposium in Garmisch. Zusammen mit Prof. Dr. Josef Lissner war er seit den 1980er Jahren als Co-Organisator maßgeblich am Erfolg der Veranstaltungsreihe beteiligt. Auch noch lange, nachdem er Mitte der 1990er Jahre offiziell seinen Ruhestand antrat, gestaltete der Experte als Berater das Symposium mit. Zusammen mit Prof. Dr. John Doppman, seiner Ehefrau Prof. Dr. Hedvig Hricak und mir zählt er zu den Gründervätern des Garmisch-Symposiums.

Alexander R. Margulis war ein Visionär – ein Begriff, der heute häufig gebraucht und nicht selten überstrapaziert wird, aber in seinem Fall eindeutig berechtigt ist. Er hat viele wichtige Entwicklungen in der Radiologie angestoßen und früh die Trends des Fachgebiets erkannt. Seine weitreichenden Kontakte zu bedeutenden US-amerikanischen Radiologen nutzte er, um einen fruchtbaren fachlichen Austausch mit den deutschsprachigen Kollegen anzuregen. Darüber hinaus war er ein sehr bescheidener, freundlicher, charmanter und gebildeter Mensch. Ungeachtet seiner Erfahrungen in jungen Jahren mit Deutschland war bei ihm nie auch nur die Spur eines Ressentiments zu spüren. Die visionäre Kraft, mit der er seine Kollegen stets unterstützte, war bis kurz vor seinem Tod zu spüren und hat zahllose bleibende Spuren hinterlassen.

Wir werden ihn sehr vermissen – als Kollegen, als Wegbereiter der Radiologie und als Freund.



Der Vordenker der modernen medizinischen MRT: Professor Alexander Margulis

Christopher Hess, UCSF

In seiner außergewöhnlichen Laufbahn hat Alexander Margulis bei vielen seiner Kollegen einen tiefen Eindruck hinterlassen.

So schreibt Prof. Christopher Hess, Leiter der Abteilung für Radiologie und Biomedizinische Bildgebung am UCSF: „Alexander – oder Alex, wie er lieber genannt werden wollte – hatte ein einzigartiges Gespür dafür, wie die Zukunft der Bildgebung und bildgestützten Behandlung aussehen würde und wie sie Forschung und klinische Praxis voranbringen würde.“ „Er ging Risiken ein und unterstützte die Mitarbeiter seiner Fakultät im Umgang mit neuen bildgebenden Modalitäten wie CT, MRT, Ultraschall, Ultrafast-CT, PET/CT und SPECT/CT.“

„Vor allen Dingen war Alex ein wichtiges Vorbild für seine zahlreichen Schüler, die ihn als Freund und Mentor wertschätzten. Für sie war er eine Art Vaterfigur, immer zur Stelle, um sie bei ihrem Bestreben zu unterstützen – während ihrer Zeit an der UCSF und oft noch weit darüber hinaus. Er war stets fürsorglich und man konnte ihn jederzeit um Rat fragen, egal ob in fachlichen oder persönlichen Dingen.“

„Wir werden ihn als brillanten, visionären, großzügigen und warmherzigen Leiter in Erinnerung behalten.“

Zitiert aus einem Brief vom 8. September 2018 von Christopher P. Hess, M.D., Ph.D. Professor and Chair, Department of Radiology and Biomedical Imaging, Alexander R. Margulis Distinguished Professor, University of California, San Francisco



Von der NMR zur MRT

Alexander Margulis hat auf viele Arten dazu beigetragen, die MR-Bildgebung voranzubringen – nicht zuletzt durch eine kluge Umbenennung:

„Früher hieß die MRI ja NMR – nuklearmagnetische Resonanz, eine Bezeichnung, die mir zu eindimensional und negativ besetzt für diese großartige Technik schien“, rekapitulierte Margulis anlässlich eines Interviews für die Kongresszeitung für das MR-Symposium in Garmisch 2011. „Daher, als in den USA in den 1980er Jahren von der Cleveland Clinic das Nuclear Resonance Imaging Center eröffnet wurde, und es Proteste in der Nachbarschaft gab, weil die Menschen sich vor den zu Unrecht vermuteten radioaktiven Strahlen fürchteten. Dieser Zwischenfall sorgte dafür, dass wir den Begriff Magnetic Resonance Imaging durchzusetzen konnten – das klang nicht so gefährlich und betonte die Bildgebung, um die es bei diesem Verfahren ja vor allen anderen Dingen geht.“ Diese Entscheidung hat das Image der MRT nachhaltig verbessert.

„Fünf Freunde in der Radiologie“, Interview mit Prof. Alexander Margulis 2011, <https://healthcare-in-europe.com/de/news/fuenf-freunde-in-der-radiologie.html>



Die Professoren Hricak, Margulis und Reiser bei einem der letzten Garmischer Symposien, an denen Alexander Margulis teilnehmen konnte



Die gespannt zuhörenden Professoren Lissner und Margulis bei einem der ersten MRT Symposien in Garmisch



Josef Lissner und Alex Margulis – zwei Freunde über Jahrzehnte



Alexander Margulis mit prominenten Vertretern der Deutschen Radiologie. Neben zahlreichen hochrangigen Ehrungen war er auch Ehrenmitglied der DRG und Ehrendoktor der Ludwig-Maximilians-Universität München

Giving MRI a boost – and a brain

In his talk at the Garmisch Symposium, entitled “MRI in 5 minutes – Dream or Reality?” Dr. Daniel Sodickson of the New York University School of Medicine will give attendees a preview of the MR scanners of the future, which he likens to self-driving cars.

Sodickson — a professor and vice chair for research in the department of radiology at NYU, a principal investigator at the Center for Advanced Imaging Innovation and Research and director of the Bernard & Irene Schwartz Center for Biomedical Imaging — sees a number of changes coming to the imaging modality, including artificial intelligence (AI), that will make MR imaging much faster and more versatile. “I see the 5-minute MRI as sort of a bellwether for trends in imaging today,” Sodickson says. “AI might enable a new parable of ultra-fast MRI that’s going to change the experience of the patient and day-to-day workflow of the radiologist. There will be a number of other changes that go along with AI to make imaging super-fast.”

Sodickson says an alternate title for his talk might be “Imaging in a changing world: the scanners of the future and the future of scanning.” “In the future, MR scanners will move from snapshots to streaming,” Sodickson says.

AI could be the ‘brain’ of MRI

Traditionally, clinicians devote their efforts to one view of the anatomy, or series of slices, or a dynamic view, pausing between shots to perform exam setup. In the future, Sodickson predicts that software will adapt to a more modern paradigm, where the scanner gathers information about the patient continuously and the software then pieces the images together.

Sodickson likens it to a “move from emulating the eye to imitating the brain.”

“How do we make sense of all that information?” Sodickson asks. “The model can come from how our own brains work.”

All our senses — hearing, sight, smell, touch — are filtered through the brain, which turns them into actionable information. Similarly, AI can take the information from

continuously acquired datasets and then can reconstruct full images from partial data.

Snapshots are dead, long live streaming

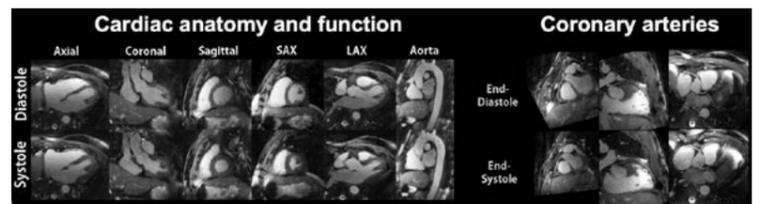
As part of his work, Sodickson and the NYU School of Medicine’s department of radiology is collaborating with the Facebook Artificial Intelligence Research (FAIR) group to speed up MRI scans while still acquiring enough data.

Sodickson sees the work developing in two phases — using existing technology to gather less data and then innovating scanners to operate differently, almost like a self-driving car with multiple sensors.

“The days of the carefully framed snapshot are, if not already over, certainly limited,” Sodickson says. “It behooves everyone to think about how to construct data streams rather than image series. In MRI and imaging more broadly, we’re not just following our eyes anymore, we’re emulating how we see the world. Stay tuned for imaging devices that start looking and feeling radically different than we’re used to.”

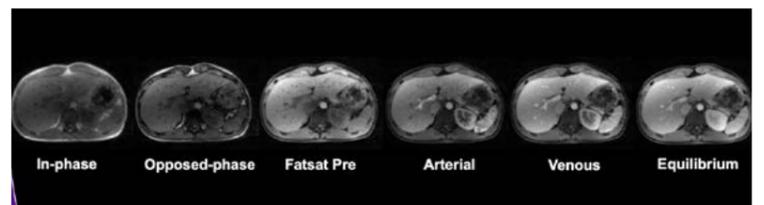


Dr. Daniel Sodickson received a BS in Physics and a BA in Humanities from Yale College. He earned his PhD in Medical Physics from MIT and his MD from Harvard Medical School, both as a part of the Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology. He is professor and vice chair for research in the department of radiology at NYU, as well as a principal investigator at the Center for Advanced Imaging Innovation and Research and director of the Bernard & Irene Schwartz Center for Biomedical Imaging. Sodickson’s research is primarily focused on the development of new techniques for biomedical imaging, with the broad aim of seeing what has previously been invisible, in order to improve human health. He is credited with founding the field of parallel imaging, in which distributed arrays of detectors are used to gather magnetic resonance images at heretofore inaccessible speeds.



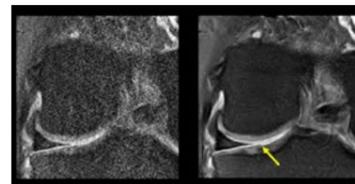
Rapid, continuous, comprehensive cardiac MRI. The images shown above were generated by slicing through a single five-dimensional dataset acquired continuously over approximately 10 minutes.

Credits: Li Feng, Ricardo Otazo, Tobias Block, Leon Axel, Matthias Stuber, Daniel Sodickson, Feng L et al, *Magnetic Resonance in Medicine* 2018 Feb;79(2):826-838, 5D whole-heart sparse MRI.



Representative axial abdominal images from whole-liver volumes all derived from a single continuous MR image acquisition during free breathing.

Credits: Thomas Benkert, Tobias Block, Hersh Chandarana, Daniel Sodickson, Benkert T et al, *Magnetic Resonance in Medicine* 2017 Aug;78(2):565-576. Free-breathing volumetric fat/water separation by combining radial sampling, compressed sensing, and parallel imaging.



Four-fold accelerated knee MR images. Left: parallel imaging reconstruction. Right: Deep learning reconstruction. Note the improved signal-to-noise ratio and visualization of cartilage defect (yellow arrow) in the neural-network-based reconstruction.

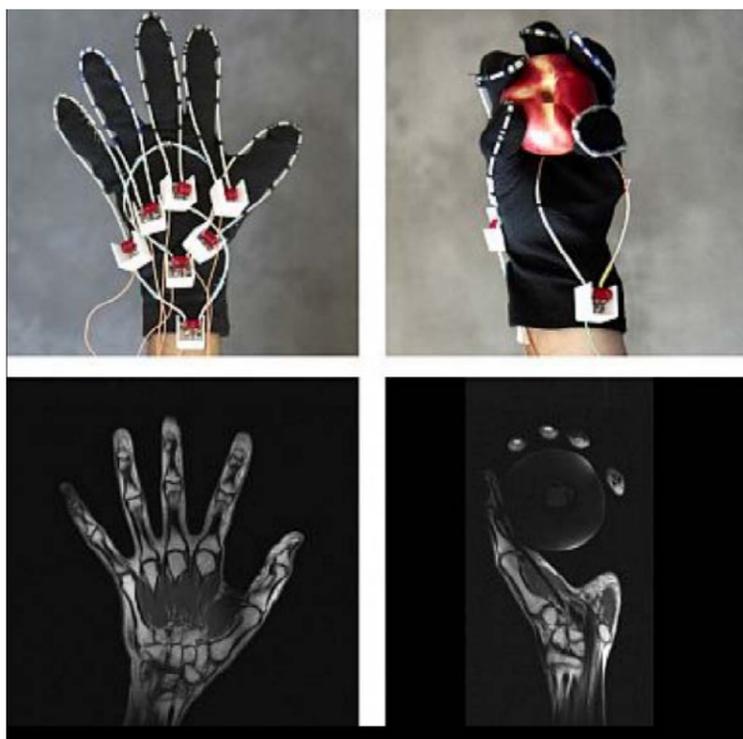
Credits: Florian Knoll, Kerstin Hammemik, Michael Recht, Daniel Sodickson, Hammemik et al, *Magnetic Resonance in Medicine* 2018 Jun;79(6):3055-3071, Learning a variational network for reconstruction of accelerated MRI data.

Veranstaltung

Donnerstag, 17.01.2019,
8:30-9:00 Uhr

MRT in 5 Minuten - Traum oder
Zukunft?
Dr. Daniel Sodickson (New York)

Session: MRT Innovationen



A flexible MRI detector array in the form of a glove. Top: photos of the hand in various poses. Bottom: corresponding MR images obtained using the glove. With multifaceted sensor technology like this, MRI can embrace new flexibility.

Credits: Bei Zhang, Martijn Coos, Daniel Sodickson, Zhang B et al, *Nature Biomedical Engineering* 2018;2(8):570-577. A high-impedance detector-array glove for magnetic resonance imaging of the hand.

Cooperation with Facebook

At the end of November 2018, the NYU School of Medicine’s Department of Radiology released the first large-scale MRI dataset of its kind as part of the fastMRI project launched earlier that year with Facebook Artificial Intelligence Research.

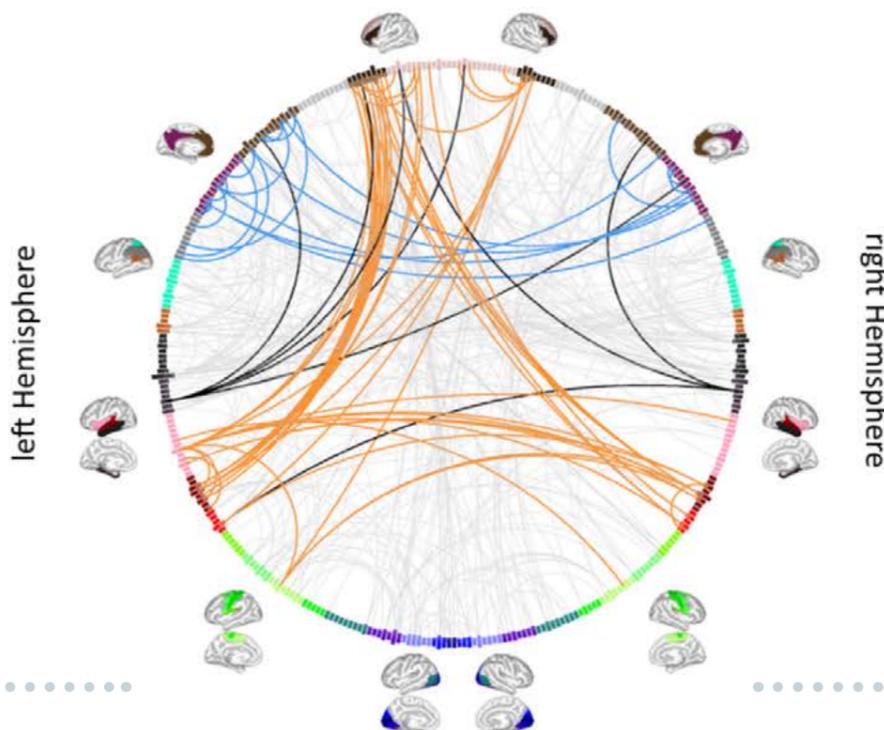
While other sets of radiological images have been released previously, this dataset represents the largest public release of raw MRI data to date. The first phase of the project will involve data from knee MRI scans, but future releases will include data from liver and brain scans. “This collaboration focuses on applying the strengths of machine learning to reconstruct high-value images in new ways. Rather than using existing images to train AI algorithms, we will radically change the way medical images are acquired in the first place,” says Sodickson. “Our aim is not merely enhanced data mining with AI, but rather creating new capabilities for medical visualization, to benefit human health.”

Radiologie der Zukunft: Mensch und Maschine

Künstliche Intelligenz ist nach wie vor eines der heißesten Themen in der Radiologie.

„Die Auswertung von Mustern in Daten aus bildgebenden Untersuchungen und klinischen Informationen zu Patienten mittels Maschinellem Lernen wird unser Verständnis von Erkrankungen, deren Behandlung sowie deren Verlaufsabschätzung fundamental verändern“, davon ist Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Georg Langs, Leiter des Computational Imaging Research Lab (CIR) der Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin an der Medizinischen Universität Wien, überzeugt.

Der österreichische Computerwissenschaftler sieht für Maschinelles Lernen – jene Form von „Artificial Intelligence“ (AI), bei der ein Computerprogramm aus einer Fülle an Beispielen lernt – zwei große An-



Das veränderte Konnektom in Patienten mit Epilepsie des linken Temporallappens. Sowohl Sprachnetzwerk (orange) als auch in geringerem Ausmaß das Default-Mode Netzwerk (blau) sind global verändert. Die Linien zeigen das Sub-Netzwerk an, bei dem es zu einer Verringerung der Konnektivität im Zusammenhang mit der Erkrankung kommt.

Bild: Karl-Heinz Menning

wendungsbereiche: Zum einen die automatisierte Erkennung von bereits bekannten Mustern, Markern oder Signaturen in Bild-daten, die diagnostisch relevant sind, die also dabei helfen, etwas über den zukünftigen Verlauf einer Erkrankung zu sagen oder ob bzw. wie ein bestimmter individueller Patient auf eine Behandlung ansprechen wird. Dazu gehört etwa die Suche nach kleinen Tumoren oder Metastasen.

Der zweite – und in Langs' Augen vielleicht sogar vielversprechendere – Anwendungsbereich ist die Entdeckung neuer, bislang unbekannter Muster, Marker oder Signaturen mit diagnostischer Relevanz. „Maschinelles Lernen liefert ganz gute Ergebnisse, wo wir mit herkömmlichen Markern nicht weitergekommen sind“, bekräftigt Langs. Ein gutes Beispiel dafür ist die Diagnostik der idiopathischen pulmonalen Fibrose (IPF), einer schwer zu diagnostizierenden seltenen Erkrankung der Lunge. Hier hat Langs' Forschungsgruppe in enger Zusammenarbeit mit dem Lungenfibrosespezialisten Univ.-Prof. Dr. Helmut Prosch an der Medizinischen Universität Wien sechs – von insgesamt 20 – Mustern in CT-Aufnahmen der Lunge identifiziert, die sich im Verlauf der Erkrankung konsistent ändern und mit der Prognose der Erkrankung in Verbindung gesetzt werden können.

Veränderungen im Gehirn

Auf Basis von MR-Bildern hat die Forschungsgruppe untersucht, wie sich die funktionelle Konnektivitätsarchitektur im Gehirn bei Patienten mit Epilepsie oder einem Glioblastom verändert. Obwohl diesen Erkrankungen fokale Läsionen zugrunde liegen, verändern sich bei den betroffenen Patienten die komplexen Netzwerke, die die Neuronen miteinander bilden, im gesamten Gehirn. „Es handelt sich um Plastizitätsmechanismen, die Kandidaten für Marker sind, mit denen strukturelle Veränderungen frühzeitig erkannt werden können“, erläutert Langs. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass diese Bildanalyse von Gehirnfunktion so sensitiv sein kann, dass diese Mechanismen erkennbar sind, bevor noch eine Läsion in strukturellen MR Bildern sichtbar ist.

Bei all diesen Anwendungen besteht das Ziel darin, ein Prädiktionsmodell zu erstellen, das eine Vorhersage ermöglicht, wie die Krankheit weiter verlaufen wird. „Wenn allerdings Basis eines solchen Modells eine Behandlungsentscheidung getroffen wird, muss klar sein, welcher Mechanismus da-

hintersteckt“, betont Langs. Denn Maschinelles Lernen ist „agnostisch“, wie sich der Computerwissenschaftler ausdrückt: Es erkennt in einer Fülle an Beispielen ein Muster, das sich konsistent verändert und verwendet dies – ohne Rücksicht darauf, ob dieses Muster mit bekannten physiologischen Prozessen übereinstimmt. Wird ein solches Muster erkannt, dann spielen die Computerwissenschaftler den Ball zurück an die biologische Forschung. „Dieses Ping-Pong-Spiel zwischen Radiologen und Machine Learning-Experten funktioniert mittlerweile sehr gut und führt zum Fortschritt des Verständnisses auf beiden Seiten“, erzählt Langs.

AI ist eine Black Box

Auch das Problem, dass von außen nicht nachvollziehbar ist, wie ein auf maschinellem Lernen basierendes Programm zu seinen Erkenntnissen gelangt – man spricht vom „Black-Box-Problem“ – versuchen die Computerwissenschaftler in den Griff zu bekommen: „In den letzten zwei Jahren wurde die Entwicklung von Methoden für die Zurückverfolgen zur Quelle der Vorhersage forciert“, berichtet Langs. Beantwortet wird also folgende Frage: Was in den vorliegenden Daten hat zu einer Diagnose oder einer korrekten Vorhersage geführt? Auch diese Information wird an die Mediziner rückgemeldet, damit sie untersuchen

können, welcher physiologische Prozess dahintersteckt. Diese Anstrengungen werden unter dem Schlagwort „Explainability“ zusammengefasst.

„Der Radiologe wird immer mehr zum Datenintegrator und Interpret subtiler Muster im diagnostischen Prozess – und Maschinelles Lernen ist ein mächtiges Werkzeug dafür“, antwortet Langs auf die Frage nach der Zukunft der Radiologie angesichts der zahlreichen Anwendungen von Künstlicher Intelligenz im Fach. „Die Radiologen werden sicherlich nicht von Maschinen abgelöst, aber ihr Aufgabenbereich wird sich ändern: Sie werden sich künftig auf die komplexeren Fragestellungen konzentrieren können.“ ■

Veranstaltung

Donnerstag, 17.01.2019,
9:30-10:00 Uhr

Radiologie in der Zukunft - Mensch
oder Maschine?
Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Georg
Langs (Wien)

Session: MRT Innovationen

24-18-13570-01-76

BioMatrix is expanding its reach – now on five scanners



Embrace human nature with BioMatrix Technology

Patients have unique, individual characteristics. Their different physiologies and anatomies – but also the way we interact with them and with technology – cause unwarranted variations. These unique human characteristics – biovariabilities – pose significant challenges in MRI: Inconsistent exams. Poor image quality. Increased need for rescans. Unpredictable scheduling. They all can negatively impact the quality and cost of the care you provide.

BioMatrix technology – now available on five systems – helps to overcome these challenges with a whole new approach: by embracing human nature. Instead of expecting patients to adjust to the technology, BioMatrix automatically adjusts to the patient. BioMatrix Sensors, Tuners, and Interfaces allow you to anticipate motion, adapt to the patient, and to simplify and accelerate patient preparation – no matter who comes next.

siemens-healthineers.com/biomatrix

MAGNETOM Lumina and MAGNETOM Amira – A BioMatrix System are 510(k) pending. They are not commercially available in all countries. Due to regulatory reasons the future availability cannot be guaranteed.



BioMatrix Technology



Anticipate motion for high-quality results with BioMatrix Sensors



Adapt to challenging anatomies for reliable exams with BioMatrix Tuners



Accelerate patient preparation for increased efficiency with BioMatrix Interfaces

SIEMENS
Healthineers



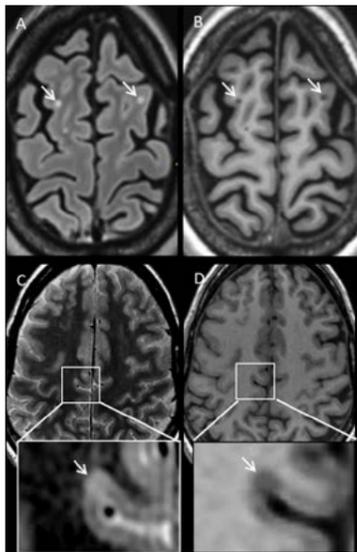
Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Georg Langs ist Leiter des Computational Imaging Research Lab (CIR, www.cir.meduniwien.ac.at) an der Medizinischen Universität Wien. Er studierte Mathematik und Computerwissenschaft in Wien und Graz. Nach Jahren der Forschungstätigkeit an der Ecole Centrale in Paris und dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA wurde Langs an die MedUni Wien geholt. Der Computerwissenschaftler, der auch an der Technischen Universität Wien lehrt, ist Reviewer für mehrere internationale Fachzeitschriften, unter anderem IEEE Transactions on Pattern Recognition and Machine Intelligence und IEEE Transactions on Medical Imaging sowie Autor zahlreicher Fachartikel.

MS-Diagnostik: Eine Erkundung von Raum und Zeit

Multiple Sklerose (MS) ist nicht heilbar, aber gut behandelbar

Ausschlaggebend für die Prognose sind eine frühe Diagnose und Therapie. Neben der klinischen Untersuchung nimmt die Magnetresonanztomographie den höchsten Stellenwert in der Diagnosestellung und der Detektion der Krankheitsaktivität bei MS ein. Wie man die Krankheit im MRT-Bild erkennt, gehört zum Basiswissen eines jeden Radiologen, sagt Prof. Dr. Jennifer Linn, Ärztliche Direktorin am Institut und der Poliklinik Neuroradiologie am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus in Dresden.

„MS verursacht relativ typische Bildmuster in der MR-Bildgebung“, erklärt sie. „Man unterscheidet hier zwischen verschiedenen Läsionstypen in Abhängigkeit von ihrer Lokalisation im Zentralnervensystem: periventrikuläre, juxtakortikale, und kortikale supratentorielle Läsionen sowie infratentorielle und spinale Läsionen.“ Während man noch vor wenigen Jahren glaubte, die MS sei eine Autoimmunerkrankung, die ausschließlich die weiße Hirnsubstanz angreife, weiß man heute besser: „Mittlerweile gilt es als nachgewiesen, dass auch die graue Substanz von den pathologischen Veränderungen betroffen ist.



Juxtakortikale und kortikale supratentorielle MS-Läsionen. Die beiden Pfeile in A bzw. B markieren jeweils eine sog. juxtakortikale Läsion. Der vergrößerte Bildausschnitt in C und D zeigt eine kortikale Läsion. A: Axiale FLAIR-Aufnahme, B, D: Axiale T1-gewichtete Aufnahmen; C: Axiale T2-gewichtete Aufnahme.

Diese kortikalen Läsionen sind in den Standard-MR-Sequenzen jedoch häufig schlecht bis gar nicht zu erkennen. Durch den Einsatz spezieller Sequenzen wie der Double Inversion Recovery (DIR)-Pulssequenz lässt sich deren Sichtbarkeit jedoch signifikant erhöhen.“

Update Diagnose-Kriterien

Zur Diagnosestellung der MS werden die sog. McDonald-Kriterien herangezogen. Diese beruhen auf dem Konzept der Läsionsdissemination in Raum und Zeit. Das bedeutet, dass das Auftreten von entzündlich-entmarkenden Herden an mehr als einem Ort (räumliche Dissemination) und zu mehreren Zeitpunkten (zeitliche Dissemination) als Beurteilungskriterien für den sicheren Krankheitsnachweis herangezogen werden. Die McDonald-Kriterien haben bereits mehrere Revisionen durchlaufen, die letzte erfolgte Ende 2017. Die wesentliche Neuerung der aktuellen Version bezieht sich auf die Liquordiagnostik, berichtet Prof. Linn: „Oligoklonale Banden im Nervenwasser können gemäß der aktuellen Version der Kriterien bei Vorliegen eines sog. isolierten klinischen Syndroms den bislang für die Diagnosestellung zusätzlich erforderlichen Nachweis der zeitlichen Dis-



Prof. Dr. Jennifer Linn ist seit Oktober 2014 als Direktorin des Instituts und der Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus in Dresden tätig. Zuvor war sie fünf Jahre lang Oberärztin und Leiterin des Forschungsbereichs der Abteilung Neuroradiologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Sie erhielt mehrfach Stipendien der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), ist unter anderem Trägerin des Kurt-Decker-Preises der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie und wurde mit einer Gastprofessur am Department of Neuroradiology der Johns Hopkins University in Baltimore ausgezeichnet.

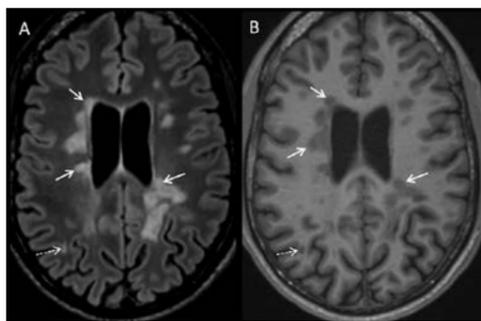
semination ersetzen. Wenn also die Kriterien für eine räumliche Dissemination erfüllt sind und ein positiver Liquorbefund vorliegt, kann in dieser Situation die Diagnose bereits gestellt werden.“

Bezüglich der MR-Bildgebung beinhaltet die Überarbeitung der Diagnosekriterien nach McDonald ebenfalls zwei wichtige Neuerungen. Erstens zählen nun neben den juxtakortikalen auch die rein kortikalen Läsionen als Belege für den Nachweis der räumlichen Dissemination. Zweitens dürfen nun auch Läsionen, die zum Zeitpunkt der MR-Untersuchung symptomatisch sind, zum Nachweis der räumlichen bzw. zeitlichen Dissemination mitberücksichtigt werden. „Das war vorher nicht so“, erläutert die Neuroradiologin. „Diagnoseleitlinien sollen einerseits eine möglichst frühzeitige Diagnosestellung ermöglichen, andererseits nicht zu einer falsch positiven Diagnose führen. Daher hat man bislang bei der MS die symptomatischen Läsionen nicht mitgezählt, um eine „Doppelbewertung“ dieser Läsionen, die ja schon aufgrund ihrer klinischen Präsentation gewertet wurden, zu vermeiden. Die wissenschaftlichen Publikationen der letzten Jahre haben jedoch gezeigt,

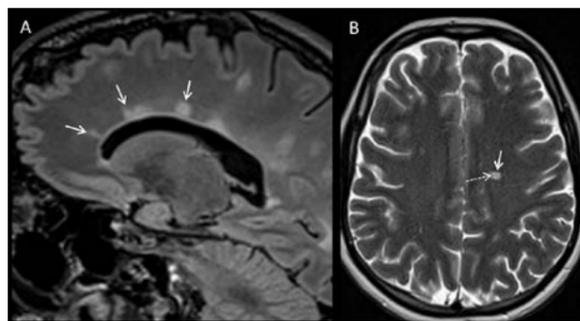
dass die Einbeziehung symptomatischer Läsionen in die MR-Diagnose-Kriterien deren diagnostische Sensitivität erhöht, ohne die Spezifität zu verringern.“ Dies ist essentiell, da es viele ZNS-Erkrankungen gibt, die differentialdiagnostisch gegenüber der MS abgegrenzt werden müssen wie z. B. die Neuromyelitis Optica, die irrtümlicherweise lange als MS-Subtyp anstatt als eigenständige Entität verstanden wurde. Die Differenzierung ist hier von entscheidender Bedeutung, da die beiden Erkrankungen unterschiedlicher Therapien bedürfen.

Notwendige Therapiekontrollen

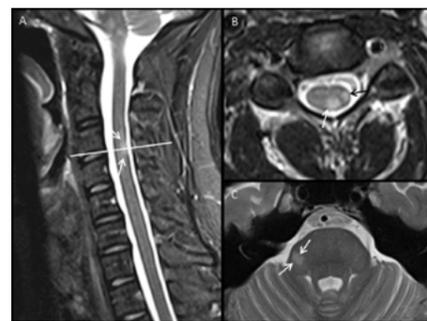
Für eine individualisierte medikamentöse Therapie der MS sind routinemäßige MR-Kontrolluntersuchungen unabdingbar. Diese sollten alle sechs bis zwölf Monate stattfinden und zwar unabhängig vom klinischen Zustand des Patienten, betont Prof. Linn, denn: „Läsionen, die man im MRT sieht, müssen nicht zwangsläufig mit einem Schub einhergehen. Es gibt auch Entzündungsherde, die vom Patienten nicht als Symptom wahrgenommen werden und trotzdem einen Progress anzeigen. Das Ziel ist es aber, die MS mit der Therapie so einzudämmen, dass eben keine neue Krankheitsaktivität entstehen. Deshalb denkt man heutzutage auch dann über eine Medikamentenumstellung nach, wenn am Patienten keine klinische Verschlechterung festzustellen ist, aber während einer Verlaufskontrolle eine neue Läsion in der MR-Bildgebung zu sehen ist.“



Typischer MRT-Befund einer Patientin mit Multipler Sklerose. Es liegen überwiegend periventrikuläre Läsionen (z.B. normale Pfeile) sowie vereinzelte juxtakortikale Läsionen (z.B. gestrichelter Pfeil) vor, die sich in T2- und FLAIR-gewichteten Aufnahmen hyperintens und in T1-gewichteten Aufnahmen hypointens darstellen. A: Axiale FLAIR-Aufnahme, B: Axiale T1-gewichtete Aufnahme.



Klassische Läsionskonfigurationen bei der MS. In sagittalen Aufnahmen (A) entsteht durch die periventrikuläre, balkenassoziierte Lokalisation der MS-Läsionen (Pfeile in A) häufig der Aspekt eines „Hahnenkamms“. Die Läsionskonfiguration und perivenöse Ausbreitung der Läsionen wird im axialen Schnitt als sog. „Dawson-Finger“ beschrieben (wie ein „Fingerzeig“ vom Ventrikel weg zur Hirnoberfläche weisend, normaler Pfeil in B). Die strichförmige Hypointensität in der Läsion (gestrichelter Pfeil in B) entspricht der transläsional verlaufenden Vene. A: Sagittale FLAIR-Aufnahme, B: Axiale T2-gewichtete Aufnahme.



Spinale sowie infratentorielle MS-Läsionen. Die spinalen (Pfeile in A bzw. B) sowie die infratentoriellen Läsionen (Pfeile in C) sind bei der Erkrankung häufig oberflächennah lokalisiert, d. h. sie reichen typischerweise an die Konvexität des Myelons bzw. des Hirnstamms heran. A-C: T1RM-Aufnahmen in sagittaler (A) bzw. axialer Schichtführung (B) über das Rückenmark sowie axiale T2-gewichtete Aufnahme auf Höhe des Pons (C).

Veranstaltung

Dienstag, 15. Januar 2019,
12:30–13:00 Uhr

Entzündliche und degenerative
Hirnerkrankungen
Prof. Dr. Jennifer Linn (Dresden)

Grundkurs: Technik und ZNS

7-Tesla-MR zieht in die klinische Routine ein

Ultrahochfeld-Magnetresonanztomographie mit einer Feldstärke von sieben Tesla hält schon langsam Einzug in die klinische Routine.

„Dank der sehr hohen räumlichen und spektralen Auflösung ermöglicht Ultrahochfeld-MR detaillierte Einblicke in die menschliche Anatomie und kann präzise die meta-

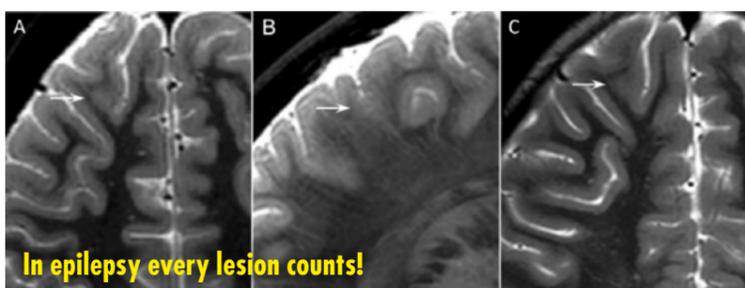
bolischen Prozesse etwa im Gehirn zeigen“, bekräftigt Univ.-Prof. Dr. Siegfried Trattnig, Leiter des Exzellenzzentrums für Hochfeld-MR der Medizinischen Universität Wien. Wichtigstes Einsatzgebiet dabei sind neurologische Erkrankungen wie Epilepsie oder Multiple Sklerose. Aufgrund der Kombination von besserem Signal-Rausch-Verhältnis, stärkerem Gewebekontrast und höherer räumli-

cher Auflösung wird mit 7 Tesla (7T) sichtbar, was bei 3 Tesla (3T) nicht zu sehen ist.

So zeigen viele Patienten mit Verdacht auf eine läsionale fokale Epilepsie trotz dediziertem Epilepsie-Protokoll unter 3T einen unauffälligen Befund. 23 Prozent der mittels 7T-MR identifizierten Fokalen Kortikalen Dysplasien – jene fokale Störungen der Entwicklung der Großhirnrinde, die



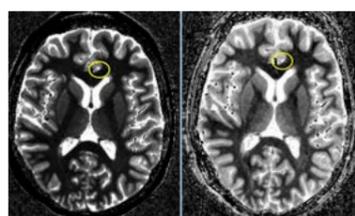
Univ.-Prof. Dr. Siegfried Trattnig ist Professor für Radiologie mit besonderem Schwerpunkt Hochfeld-MR an der Medizinischen Universität Wien. Seit dem Jahr 2000 ist er Medizinischer Leiter des Hochfeld-MR-Forschungsscanners und seit seiner Gründung im Jahr 2003 auch des High Field MR Centre (HFMR) der MedUni Wien. Trattnig ist Mitglied in mehr als 50 Komitees in allen wichtigen internationalen radiologischen, orthopädischen und MR-Gesellschaften und Autor von über 480 Fachartikeln.



In epilepsy every lesion counts!

Detection of Focal Epilepsy at 7T

Patients > 7T MRI if lesional focal epilepsy suspected, but no abnormalities at lower-field MRI scans with a dedicated protocol. 7T MRI identified focal cortical dysplasia and mild cortical malformation in 23% not seen on lower-field MRI (9/40) > guiding in surgical planning. Quelle: Varssema et al Epilepsia Open 2017



Cortical MS Lesions at 7T

Quelle: Tallantyre et al, J Magn Reson Imaging 2010; Filippi et al, Neurology, 2010; Calabrese et al, Neurology 2009; Kilsdonk et al, Brain 2013; Harrison et al, JAMA Neurol 2015

häufig mit einer Epilepsie vergesellschaftet sind – sind mittels 3T-MR nicht nachweisbar. „Der Verdacht auf eine läsionale fokale Epilepsie verlangt heute nach einem 7T-MR – weil bei Epilepsie jede Läsion zählt“, betont Trattnig.

Bei der Temporallappen-Epilepsie, dem häufigsten Epilepsie-Syndrom des Erwachsenen, kann der Neuronenverlust in den relevanten Subregionen sichtbar gemacht,

eine pathologische Klassifikation vorgenommen und sogar das postoperative Outcome vorhergesagt werden.

MRT bei Multipler Sklerose

Auch bei Multipler Sklerose (MS) können MR-Untersuchungen mit 7T jene Plaques in der grauen Gehirnschicht, die mit den klinischen Befunden korrelieren, besser sichtbar machen. Weiters gibt es kor-

tikale MS-Läsionen, die unter 7T, aber nicht unter 3T zu sehen sind. „Das ist deshalb so wichtig, weil diese kortikalen Läsionen mit den klinischen Symptomen und der Progression korrelieren“, erläutert Trattig. Überdies sind sie äußerst hilfreich bei der Differenzialdiagnose: Kortikale Läsionen sind bei bestimmten Erkrankungen, die leicht mit MS verwechselt werden können („MS-Mimics“) – wie etwa Neuromyelitis optica –, nur selten anzutreffen.

Bei rund 40 Prozent der MS-Patienten sind die Läsionen im Gehirn von Eisenringen umgeben. Dabei handelt es sich um eisenhaltige Makrophagensäume, die einige

Entzündungsherde umgeben. Aber nur ein Drittel jener Eisenringe, die unter 7T sichtbar sind, können auch unter 3T detektiert werden. In Wien konnte gezeigt werden, dass MS-Plaques, die einen Eisenring besitzen, langsam wachsende Läsionen sind, die eine progressive MS anzeigen. „Die 7T-MR-Untersuchung bietet die Möglichkeit, die Wirksamkeit neu entwickelter Medikamente gegen die chronisch progressive MS mittels Bildgebung zu evaluieren“, unterstreicht Trattig. In diesem Fall kommt Suszeptibilitäts-gewichtetes Imaging (SWI) unter 7T zum Einsatz.

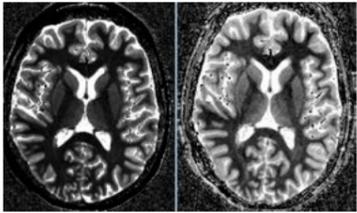
Metabolische Bildgebung

Ultrahochfeld-MR ermöglicht auch eine ziemlich detaillierte metabolische Bildgebung. „Mit einer Auflösung von unter einem Millimeter sehen wir in den metabolischen Maps bereits anatomische Informationen“, bekräftigt Trattig. Mittels sogenannter Patch-based Super-Resolution können etwa bei Tumoren, die an der Grenze zwischen Rinde und Mark im Gehirn liegen, die metabolischen Aktivitäten auch in kleinen Tumoren sichtbar gemacht werden. Postoperativ können metabolische Aktivitäten als Hinweis auf Rezidivtumore um die Resekti-

onszone gut dargestellt werden, insbesondere Cholin, ein Marker für Tumorzellproliferation, sowie Glutamin, das manchen Krebsarten als bedeutender Energie-Metabolit dient. Trattig: „Wir haben dabei eine gute Übereinstimmung mit PET-Maps, aber die 7T-MR-Maps zeigen schon mehr strukturelle Details.“

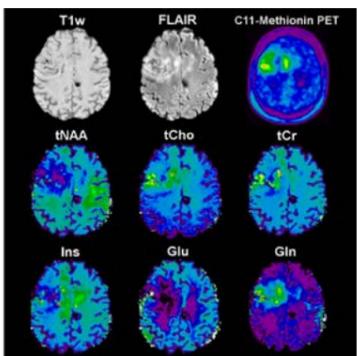
Das ist unter anderem deshalb von klinischer Bedeutung, weil sich in den letzten Jahren herausgestellt hat, dass Glutamin ein wesentlicher Vorläufer des Metabolismus von Krebszellen ist. Mittels 7T FID-MRSI (FID=free induction decay, MRSI=magnetic

resonance spectroscopic imaging) kann aufgrund der höheren spektralen Auflösung auf den entsprechenden Maps die Aminosäure Glutamin vom chemisch ähnlichen Glutamat – dem wichtigsten Neurotransmitter im zentralen Nervensystem – unterschieden werden. „Unter 7T können sieben von neuen Metaboliten des Zentralnervensystems verlässlich über die gesamte Schicht gemappt werden, unter 3T sind es nur drei“, erklärt Trattig. Die Maps, die mittels FID-MRSI generiert werden, sind zum einen besser, weil sie unter anderem ein exakteres Tumor-Grading und eine gezieltere Biopsie erlauben. ■



Cortical MS Lesions at 7T

Quelle: Tallantyre et al., J Magn Reson Imaging 2010; Filippi et al., Neurology, 2010; Calabrese et al., Neurology 2009; Kilsdonk et al., Brain 2013; Harrison et al., JAMA Neurol 2015



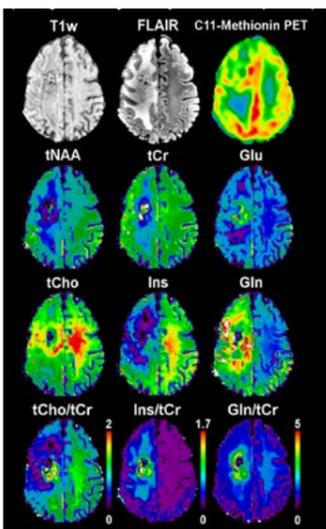
Patch-based Super-Resolution of 7T MRSI of Glioma

Suspected recurrence after the resection of a WHO grade II oligodendroglioma

Metabolic activities around the resection zone, especially for Cho, a marker linked to tumor cell proliferation, and for Gln increased in cancer cells even in non-CE areas.

These results correspond to the PET map > more structural detail

Quelle: Hangel et al., ISMRM 2018



At 7 Tesla 7/9 metabolites were reliably mapped over the whole slice but only 3 at 3T

FID-MRSI > better metabolic maps in ~ 6 min at 7T compared to ~ 30 min at 3T

Improvement at 7T in

- tumor grading
- tumor extension definition
- detection of recurrency
- improved biopsy guidance

Quelle: Gruber et al., Invest Radiol 2017

MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE



AIR Technologie™

GE Healthcare's zukunftsweisende AIR Technologie definiert dank **ultraleichtem Spulendesign** die Art und Weise, wie Bildgebung sein sollte völlig neu. Sie legt sich leicht und flexibel wie eine Decke um den Patienten, unabhängig von Körperform und -größe, für eine angenehmere Untersuchung bei gleichzeitig guter Bildqualität.

#imagingwithAIR

≥60% leichter*

Ohne Kompromisse in der Bildqualität

Äußerst **flexibel und robust** passt sich jedem Patienten optimal an

Beeindruckende Elementdichte - Starkes Signal bei großer Eindringtiefe



*Im Vergleich zu herkömmlichen Spulen der vorherigen Generation.

©2018 General Electric Company; GE und das GE-Logo sind Marken der General Electric Company. GE Healthcare, ein Unternehmensbereich der General Electric Company. JB57380DE

GE Healthcare GmbH, Oskar-Schlemmer-Str. 11, 80807 München

Veranstaltung

Samstag, 19.01.2019,
10:00-10:30 Uhr

Was bringt 7T MRT in der klinischen Neurobildgebung?
Univ.-Prof. Dr. Siegfried Trattig
(Wien)

Session: MRT des ZNS

Dementia – MRI is the first step in diagnosis

Brain imaging in patients with cognitive complaints need to be viewed differently when using MRI to diagnose and treat patients with dementia, says Dr. Christopher Hess, who will discuss the role of MRI in the adjunctive diagnosis of dementia in his talk at the Garmisch Symposium.

In addition, general radiologists need to recognize the important findings related to dementia when making a diagnosis.

While MRI is mainly called for in patients with suspected dementia to exclude other abnormalities, there are characteristics of dementia that clinicians can look for when reading the exams, such as specific patterns of regional brain atrophy or structural lesions in areas of the brain that alter cognition, Hess says.

In his talk, Hess will discuss how radiologists can use these findings to support or refute the diagnosis of specific neurodegenerative processes, as well to recommend appropriate next steps in disease evaluation and management. He will share the approach that he takes with other clinicians during the talk.

“Brain MRI is often the first step in evaluation,” Hess says. “General radiologists don’t necessarily recognize the important findings related to dementia. We will review dementia symptoms and how they should guide the eyes of radiologists, and look carefully at the critical importance of distinguishing between rapidly progressive and chronic dementia.”

While MRI is the standard of care in the United States in the initial presentation of patients with cognitive complaints, that’s not

necessarily the case in other countries, Hess says. Some countries use CT or no imaging at all to examine such patients, so Hess notes that it will be interesting to hear the discussion from the members of the audience about how MRI, and imaging in general, is used for dementia cases in other parts of the world.

Here are some key takeaways from Hess’s talk:

- The radiologist can play a significant role in diagnosing dementia.
- MRI exams of people with cognitive complaints should be reviewed differently than patients presenting with other issues.

“In particular, it requires a sound understanding of the neuropathology and neuroanatomy of dementia,” Hess says. ■



Dr. Christopher Hess is the Alexander R. Margulis Professor and Chairman of the Department of Radiology and Biomedical Imaging at the University of California, San Francisco. He received his Ph.D. in Electrical Engineering from the University of Illinois at Urbana Champaign in 1998. He then went on to pursue clinical residency and fellowship at UCSF, where he served as chief resident and NIH T32 postdoctoral research fellow prior to joining the faculty in neuroradiology in 2008.

Dr. Hess is co-Deputy Editor for Neuroradiology for Radiology, and on the editorial board of the American Journal of Neuroradiology. He is an active member of the Radiological Society of North America, the International Society for Magnetic Resonance in Medicine, the American Society of Neuroradiology, and the Academy of Radiology Research. In 2018, he was elected as a fellow of the American Institute for Medical and Biological Engineering. His primary research interests lie in brain degeneration, epilepsy, and neurovascular disease. A highly regarded lecturer nationally and internationally, he has co-authored over 150 manuscripts and book chapters in magnetic resonance, clinical and scientific journals, and is recognized for his contributions to 7T MRI and to diffusion imaging.

Veranstaltungen

Donnerstag, 17.01.2019, 14:10-14:35 Uhr

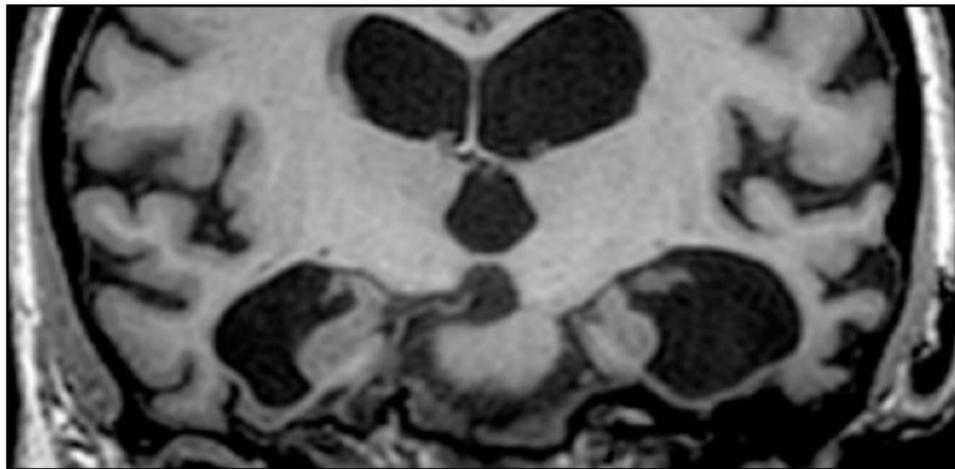
Neurodegeneration
Dr. Christopher Hess
(San Francisco)

Session: Film-reading und Special focus sessions: Neuro & HNO

Samstag, 19.01.2019, 9:10-9:40 Uhr

MRT zur Demenz-Diagnostik
Dr. Christopher Hess
(San Francisco)

Session: MRT des ZNS



Patient with semantic dementia, a variant of frontotemporal lobar degeneration that predominantly affects the temporal lobes.

Credit: University of California, San Francisco

Wenn das Gehirn weiß wird

Ein diffiziles Thema sind weiße Flecken im Gehirn. Während schon die Termini vielfältig sind, gestaltet sich die Differentialdiagnose noch umfangreicher. Es hilft jedoch Prävalenzen zu kennen und zu wissen, welche Mittel zur Diagnose einzelner Erkrankungen zur Verfügung stehen, wie PD Dr. Gunther Fesl, Radiologe in der Praxis Radiologie Augsburg, zu berichten weiß.

„Die Differentialdiagnose weißer Flecken im Gehirn ist schwierig. Schon die Begrifflichkeiten gehen sehr weit auseinander. So sprechen wir von Leukoaraiose oder Leukoencephalopathie; zudem existieren Begriffe wie White Matter Lesions, White Matter Hyperintensities, White Matter Changes oder White Matter Disease“, klärt Gunther Fesl auf. Da sich die zugrunde liegenden Krankheitsbilder allerdings signifikant unterscheiden,

muss der Radiologe seine Differentialdiagnose entsprechend präzise vornehmen.

„Allein anhand eines T2-gewichteten Bildes ist es meist unmöglich, eine präzise Diagnose zu stellen, wie schon das Beispielbild zeigt. Die Liste der Differentialdiagnosen ist lang. „Weiße Flecken reichen vom normalen Alterungsprozess eines Menschen bis hin zu sehr seltenen Krankheiten“, weiß Fesl aus seiner langjährigen Erfahrung zu berichten. Je älter man wird, desto mehr weiße Flecken lassen sich im Gehirn auffinden. „Die Übergänge vom normalen Altern bis hin zum Krankheitswert sind fließend“, erklärt Fesl. Aus diesem Grund ist es kritisch, die Grenze zur eigentlichen Erkrankung zu bestimmen. „Lässt man physiologische Vorgänge wie den Alterungsprozess, Caps, Bands oder perivaskuläre Räume, die oftmals per Zufallsbefund diagnostiziert wer-

den, einmal außen vor, so kann man es immer noch mit hypoxisch-ischämischen oder entzündlich/autoimmunen Vorgängen, bis hin zu toxischen, infektiösen, gar traumatischen Vorgängen im Hirn zu tun haben. Auch Tumore oder Metastasen gilt es auszuschließen“, so Fesl.

„Während beginnend konfluierende Flecken oft noch dem Alterungsprozess von Mitte Sechzigjährigen zugeordnet werden können, erscheint ein rein konfluierendes Bild pathologisch“, so Fesl. Anhand des Fazekas Scores lassen sich Mikroangiopathien hervorragend klassifizieren. „Bei Mikroangiopathien gibt es eine Korrelation mit Demenzen, Depression, Schlaganfällen und so-

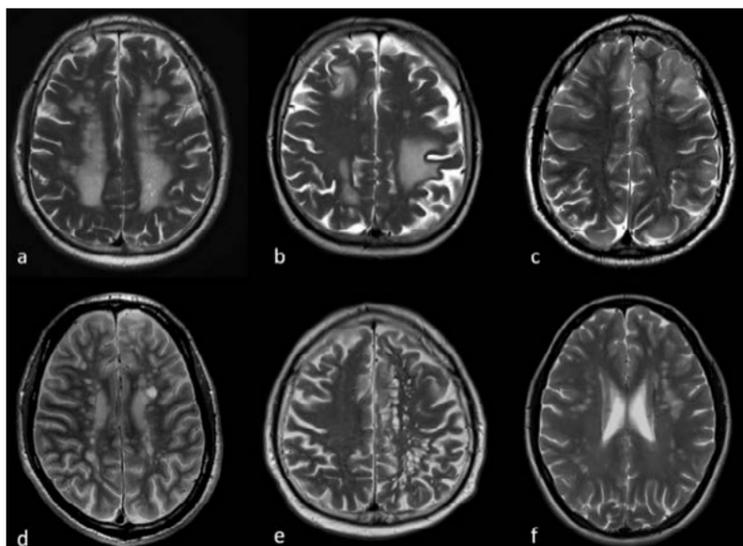


Seit 2015 ist PD Dr. Gunther Fesl als niedergelassener Radiologe in der Praxis Radiologie Augsburg Friedberg ÜBAG u. Radiologische Privatpraxis H15 tätig. Seine wissenschaftlichen Schwerpunkte setzt der Neuroradiologe klar bei der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT), der Hirnanatomie, Interventionellen Schlaganfalltherapie sowie weiteren modernen neurointerventionellen Therapieverfahren. Zuvor war Fesl als Oberarzt an der Abteilung für Neuroradiologie des Klinikums der Universität München und Leiter des Bereichs Interventionelle Neuroradiologie tätig.

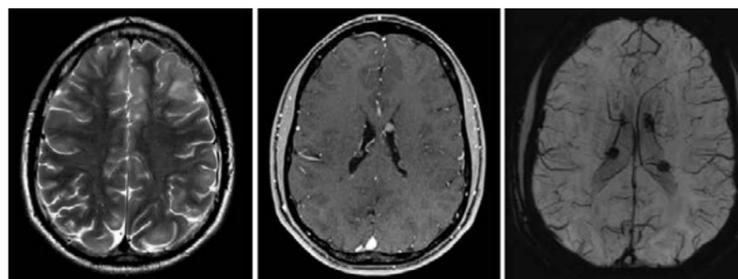
gar Tod. Das heißt, das relative Risiko eines dieser Erlebnisse zu erleiden, vergrößert sich

mit der Zunahme weißer Flecken im Hirn. Alle diese Erscheinungsformen unterliegen jedoch einem fließenden Übergang.“

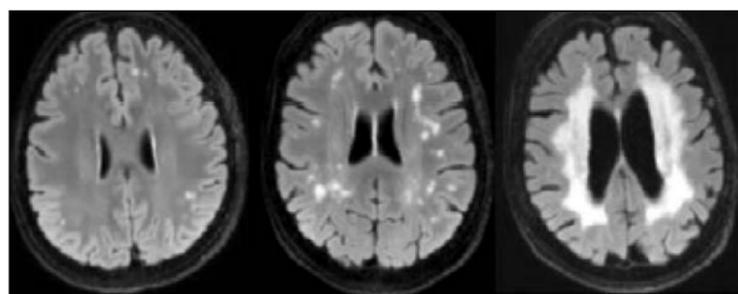
Die Ursachen üblicher Mikroangiopathien sind klar zu definieren. „Neben dem Alterungsprozess zählen Rauchen, Bluthochdruck, Diabetes Mellitus und einige andere vaskuläre Faktoren zu den Auslösern“, so Gunther Fesl. Darüber hinaus ist es ratsam, sich bestimmte Häufigkeiten von Erkrankungen anzuschauen, denn glücklicherweise lassen sich bestimmte Erkrankungen zumeist aufgrund ihrer Prävalenzrate bereits oft ausschließen. So dürfte es beruhigen, dass hereditäre Erkrankungen als sehr selten eingestuft werden und sogar die beständig durch die Medien geisternde Neuro-Borreliose nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 zu 100.000 auftritt. „In den meisten Fällen hat es der Radiologe mit hypoxisch-ischämischen Erkrankungen zu tun, die genauer abzuklären sind. Bei den entzündlichen Erkrankungen ist die Multiple Sklerose mit einer Prävalenz von 100 zu 100.000 am häufigsten“, so Fesl. Alles andere ist seltener, sollte aber trotz allem ausgeschlossen werden.



a: konfluierende mikroangiopathische Läsionen (Fazekas 3), b: Metastasen, c: tuberöse Sklerose, d: multiple Sklerose, e: erweiterte perivaskuläre Räume (Virchow-Robin Räume), f: CADASIL

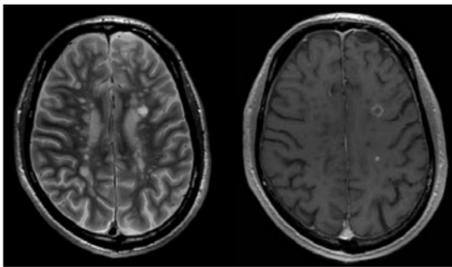


Tuberöse Sklerose

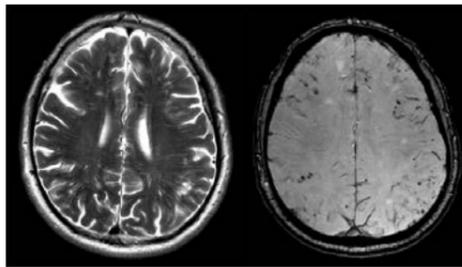


Mikroangiopathie: Fazekas Score

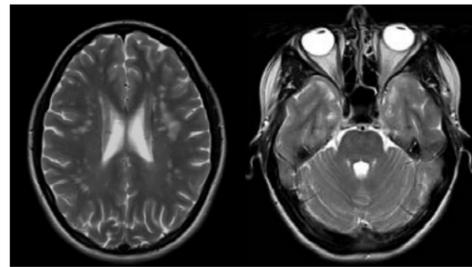
1: punktförmig, 2: beginnend konfluierend, 3: konfluierend



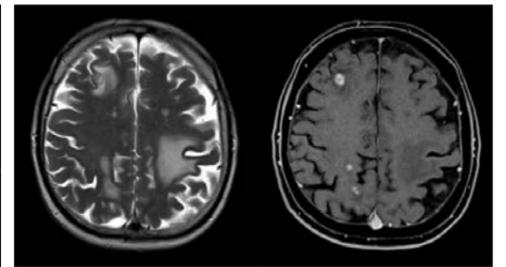
Multiple Sklerose



Zerebrale Amyloidangiopathie (CAA)



CADASIL



Metastasen

Klinische Angaben sind signifikant

„Für den Radiologen werden T2-gewichtete Bilder zur Differentialdiagnose immer wichtiger, denn mit ihrer Hilfe lassen sich Mikroblutungen detektieren. Auch helfen kontrastverstärkte Bilder, Tumore, Metastasen und Entzündungsmuster leichter zu diagnostizieren. Für Erkrankungen wie die Multiple Sklerose sind die ergänzende MRT-Untersuchung des Rückenmarks und MRT-Kontrollen des Schädels zentrale Punkte des Erkenntnisgewinns“, verdeutlicht Fesl die Feinheiten der Differentialdiagnose. Auch CT-Bilder sind zum Nachweis oder Ausschluss von Blutungen und Verkalkungen oft wichtige Bestandteile einer gewissenhaften Diagnose.

„Darüber hinaus muss man feststellen, dass wir Radiologen nichts ohne die notwendigen klinischen Angaben sind. Eine dreißigjährige Patientin wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht unter einer Mikroangiopathie leiden. Die Kommunikation mit den Zuweisern ist daher unglaublich wichtig. Wir sind auf die Anamnese, auf Ergebnisse der klinischen Untersuchung und Werte aus Blut und Liquor angewiesen, um eine adäquate Diagnose vornehmen zu können“, stellt Fesl die Signifikanz solcher Angaben dar.

„Ich bin der Überzeugung, dass Tools wie KI oder Big Data künftig sehr dabei helfen können, die Differentialdiagnose einfacher zu gestalten und zu beschleunigen. Mustererkennung, letztlich das, was der Radiologe mit seinen eigenen Augen in seiner täglich begrenzten Zeit vornehmen kann, lässt sich wesentlich einfacher mit Hilfe von Tools umsetzen, die der Radiologe als Grundlage für seine Diagnose nutzen kann“, freut sich Fesl auf die Zukunft. Aber auch das ist nichts ohne die Kommunikation mit den Zuweisern und ein umfassendes Hintergrundwissen über den Patienten. „Tools können nur ergänzen, nie ersetzen“, stellt Fesl klar.

Differentialdiagnose „weiße Flecken“

Physiologisch: normales Altern, Caps, Bands, Perivaskuläre Räume (Virchow-Robin Räume)

Hypoxisch-ischämisch: Mikroangiopathie, zerebrale Amyloidangiopathie (CAA), CADASIL, thromboembolische Infarkte, Migräne, Susac Syndrom

Entzündlich / autoimmun: MS, ADEM, Neuromyelitis-optica-Spektrum Erkrankungen (NMOSD), primäre ZNS Vaskulitis, SLE, Sarkoidose, Sjögren-Syndrom, Morbus Behcet, Wegener Granulomatose

Infektiös: PML, HIV, Enzephalopathie, Lyme Borreliose, Toxoplasmose, Neurosyphilis, Zystizerkose

Toxisch / metabolisch: zentrale pontine Myelinolyse, PRES, Wernicke Enzephalopathie

Traumatisch: diffuser axonaler Schaden (DAI), Strahlentherapie

Tumor: Gliom, Metastasen, Lymphom

Hereditär u.a.: CADASIL, Morbus Fabry, MELAS, Leukodystrophien, Susac Syndrom

STRESS
kann so **entspannend** sein.

Accutron® MR3!
www.i-love-stress.com

Der Spezialist für Stress-MRT!

MED (TRON) AG

Kontrastmittel-Injektoren und Verbrauchsmaterial für CT, MRT und Angiographie

Hauptstr. 255 · 66128 Saarbrücken
Infos unter: www.medtron.com

- Integrierte Infusionspumpe!
- Kabellos & 3-Tesla-tauglich!
- Innovation – Made in Germany!

Leber – MRT

Klarheit auf den ersten Blick dank strukturierter Befundung

Der Tumor ist etwas größer geworden“ – macht der Radiologe in seinem Befund eine solche Angabe, ist das nicht für jeden Zuweiser verständlich. Die strukturierte Befundung setzt deshalb auf objektive Bezeichnungen statt unscharfer Formulierungen. PD Dr. Harald Kramer beschreibt die Vorteile der strukturierten Befundung in der MRT-Bildgebung der Leber.

Individualität kann in der radiologischen Befundung durchaus hinderlich sein: „Jeder Radiologe hat seinen eigenen Duktus“, sagt Kramer. „Arbeiten ein Zuweiser und ein Radiologe schon lange zusammen, ist das kein Problem – kommt aber ein neuer Zuweiser ins Spiel, deutet dieser die Informationen im Befund möglicherweise anders als vom Radiologen gemeint und möglicherweise sogar falsch. Auch die umgekehrte Konstellation birgt mögliche Fehlerquellen: liest ein Zuweiser die gleiche Formulierung von unterschiedlichen Radiologen, kann diese durchaus unterschiedliche Aussagen beinhalten. Insofern

ist es wichtig, eine Struktur in die Befundung zu bringen, in der Sachverhalte klar definiert sind.“ Anstelle von subjektiv semantischen Angaben wie ‚ein bisschen größer‘ oder ‚mäßig größer‘ treten objektive, quantifizierbare Kriterien, Größenveränderungen werden beispielsweise prozentual angegeben.

(K)eine Frage des Stils

Die strukturierte Befundung soll Klarheit schaffen in einem Bereich, in dem verschiedene Arten Befunde zu schreiben zu Missverständnissen führen. „Es gibt Radiologen, die in ihrem Befund nur das festhalten, was nicht in Ordnung ist“, erklärt Kramer und nennt ein Beispiel, warum das zum Problem führen kann: „Liest der Orthopäde in einem Befund: ‚Innenmeniskus gerissen‘ und sonst nichts, dann weiß er nicht, ob sich der Radiologe die anderen Bilder überhaupt angesehen hat, ob alle anderen Strukturen in Ordnung sind oder ob der Radiologe andere vorhandene Veränderungen nicht für relevant hält.“ Da

in einer strukturierten Aufzählung auch alle unauffälligen Befunde aufgeführt sind, werden solche Zweifel ausgeräumt.

Das Einhalten strukturierter Abläufe bedeutet zwar am Anfang zusätzlichen Aufwand bei der Befunderstellung, hat aber auch Vorteile für den Radiologen. „Bei einer strukturierten, systematischen Bearbeitung ist die Gefahr geringer, über einen offensichtlichen Hauptbefund unauffälligere, aber ebenso relevante Nebenbefunde zu übersehen“, sagt der Experte. Darüber hinaus erleichtert der strukturierte Befund die Einleitung leitliniengerechter Therapien: „In den Leitlinien sind die Bedingungen – beispielsweise zur Tumorgroße – präzise beschrieben, die zur Einleitung einer bestimmten Therapie führen. In einem strukturierten Befund finden sich exakt diese Angaben wieder.“ Diese quantifizierten Aussagen helfen nicht nur bei Therapieentscheidungen, sondern auch bei der Auswertung von Studien oder Verlaufsbeurteilungen im Tumorboard, zählt Kramer auf.



PD Dr. Harald Kramer ist niedergelassener Radiologe in der „Radiologie Oberbayern West“ und war von 2003 bis 2018 am Institut für klinische Radiologie am Universitätsklinikum München Großhadern tätig, seit 2014 als Leiter des Funktionsbereichs MRT. Bereits im Rahmen seiner Promotion setzte er sich intensiv mit unterschiedlichen Möglichkeiten der kontrastverstärkten MRT-Bildgebung auseinander. 2012/2013 verbrachte Kramer eine 18-monatige „Visiting Professorship“ an der University of Wisconsin-Madison. 2006 und 2017 zeichnete ihn der ECR als Gewinner des „Best Scientific Paper Award“ aus. 2007 erhielt er den „Editor’s Recognition Award 2007“ des European Journal of Radiology and European Journal of Radiology Extra.

Uneinigkeit über Einheitlichkeit

Im Bereich der Mammadiagnostik ist mit BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) bereits vor Jahren ein standardisierter Kriterienkatalog im Einsatz, analog dazu gibt es Klassifizierungen für die Befundung der Prostata (PI-RADS) und der Leber (LI-RADS). Für andere Körperregionen stellen Firmen mittlerweile Systeme zur strukturierten Befundung bereit. „Einige dieser Portale funktionieren nach dem Baukastenprinzip, so dass sich Radiologen die Kriterien für ihre Befunde nach eigenen Anforderungen selbst zusammensetzen können“, sagt Kramer. Während die drei erstgenannten Systeme international etabliert sind, gibt es bei den anderen Katalogen noch Nachholbedarf: „Zwar gibt es zum Teil Empfehlungen der jeweiligen Fachgesellschaften, wie strukturierte Befunde aufgebaut sein sollten – nationale oder gar internationale Standards findet man hier jedoch kaum.“

Das liegt zum Teil daran, dass nicht jeder ein Befürworter des strukturierten Befunds ist: „Kritiker bringen häufig vor, dass eine reine ‚Abhak-Liste‘ für sie nicht in Frage kommt – sie wollen die Möglichkeit haben, einzelne Fälle durch persönliche Wertung zu nuancieren.“ Dieser Einwand hat durchaus seine Berechtigung, erklärt der Experte: „Es kann vorkommen, dass nach rein strukturellen Kriterien ein maligner Befund nicht ausgeschlossen werden kann, die Erfahrung dem Radiologen aber sagt, dass es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen gutartigen Befund handelt.“ Das Ergebnis ist in vielen Fällen eine Kompromisslösung, in der zusätzlich zu den strukturierten Angaben auch ein Textfeld für persönliche Anmerkungen und Wertungen

Veranstaltung

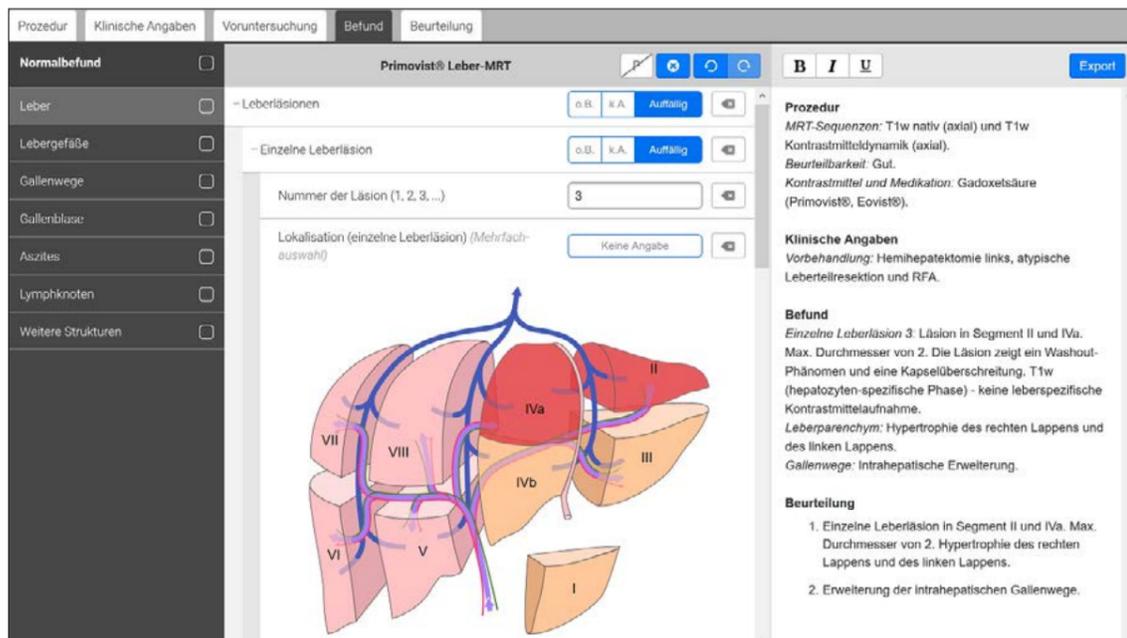
**Freitag, 18.01.2019,
10:50-11:35 Uhr**

**Strukturierte Befundung in der
Leber MRT**
**PD Dr. Harald Kramer
(München)**

Session: Abdomen & Becken

zur Verfügung steht. Dieser Ansatz stößt spätestens dann an seine Grenzen, wenn Befundungen für die Auswertung durch KI-Algorithmen vorbereitet werden, also maschinenlesbar sein sollen.

Für manche Einsatzbereiche eignet sich die strukturierte Befundung besser als für andere: „Ein gutes Beispiel ist die Tumorbildgebung“, sagt Kramer. „Dort sehen Leitlinien etwa die Einleitung einer bestimmten Therapie vor, wenn der Tumor eine bestimmte Größe überschreitet – das ist ein konkreter, messbarer Wert, der sich gut strukturiert angeben lässt. In der muskuloskeletalen Radiologie gibt es natürlich auch Leitlinien, die sind aber anders aufgebaut.“ Die Verbreitung der strukturierten Befundung dürften diese Limitationen kaum aufhalten, so der Experte: „Der Trend geht allgemein in diese Richtung, nicht nur in Deutschland. In den USA wird bereits seit Längerem mit vorformulierten Textbausteinen gearbeitet, so dass die Befunde gleichförmiger und damit besser vergleichbar sind.“ Nicht zuletzt wird der zunehmende Stellenwert der KI den Siegeszug der strukturierten Befundung unterstützen, zeigt sich Kramer überzeugt. ■



Die Templateserie „Primovist®Leber MRT“ ermöglicht die strukturierte Befundung von MRT Untersuchungen der Leber mit Kontrast und wurde in Kooperation von Bayer und Smart Radiology zusammen mit verschiedenen deutschen und europäischen Universitätskliniken entwickelt.

Leberherde: Große Fortschritte in der Diagnostik

MRT ist bei der Charakterisierung von Leberherden die Methode der Wahl. Die Geräte sind mittlerweile so gut geworden, dass es zur genauen Diagnose mancher Tumoren keiner Biopsie mehr bedarf.

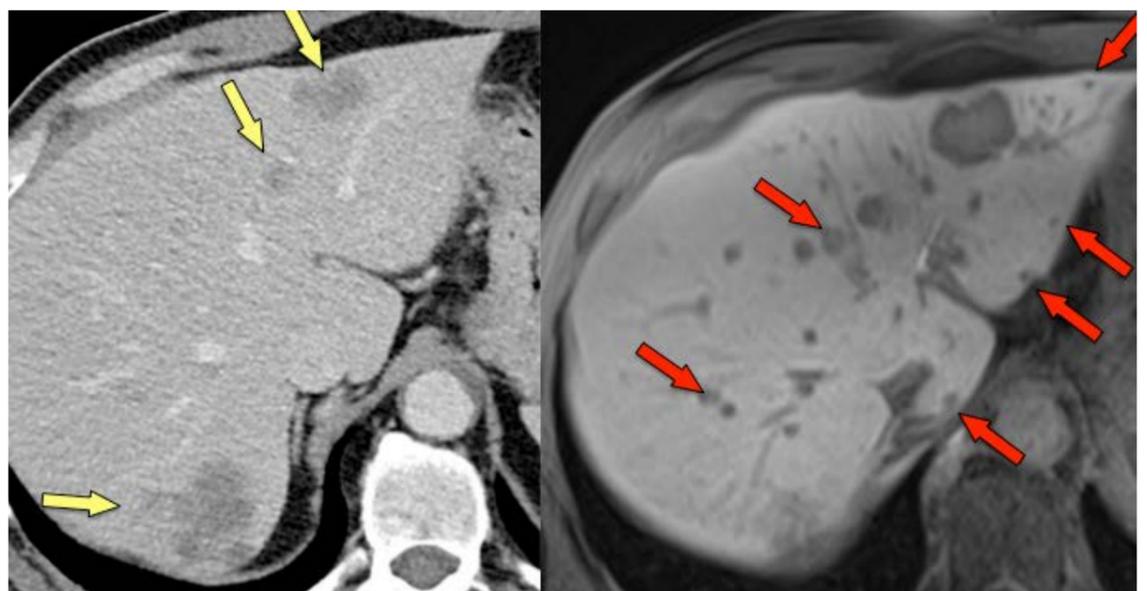
„In der Leber kann eine Vielzahl maligner und benigner Raumforderungen auftreten“, weiß Univ. Prof. Dr. Wolfgang Schima, MSc, Vorstand der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Göttlicher Heiland Krankenhaus, Barmherzige Schwestern Krankenhaus und St. Josef Krankenhaus der Vinzenzgruppe Wien. Die häufigsten bösartigen Herde sind Lebermetastasen, das hepatozelluläre Karzinom und das cholangiozelluläre Karzinom, zu den benignen Herden gehören vor allem Hämangiome, fokale noduläre Hyperplasie (FNH) und Adenom. Die benignen Raumforderungen haben eine Gemeinsamkeit: Sie bedürfen nur in den seltensten Fällen einer Therapie, etwa wenn sie sehr groß sind und daher Symptome verursachen. „Daher ist die Charakterisierung dieser Herde

so wichtig“, bekräftigt Schima, der auf der gemeinsamen Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaften für Hämatologie und Medizinische Onkologie in Wien einen Vortrag zu diesem Thema hielt: „Denn Patienten sollen nicht unnötig operiert werden.“

Klinisches Szenario bestimmt die Bildgebung

Welches bildgebende Verfahren bei der Charakterisierung von Leberherden zum Einsatz kommt, hängt vom jeweiligen klinischen Szenario ab. Leberherde werden in den meisten Fällen als Zufallsbefund im Rahmen einer Ultraschall-Untersuchung entdeckt. „Mit Ultraschall oder kontrastverstärktem Ultraschall lässt sich bei vielen benignen Raumforderungen bereits eine verlässliche Diagnose erstellen und damit ist die Diagnostik zu Ende.“

Wenn aufgrund körperlicher Beschwerden der Verdacht auf einen Tumor im Raum steht, wird als Erstuntersuchung auch typischerweise ein Ultraschallbild gemacht, die Methode der Wahl zur Charakterisierung



Die Computertomographie (links) zeigt bei einem Patienten mit Rektumkarzinom drei potentiell resektable Lebermetastasen. Die Magnetresonanztomographie (rechts) zeigt multiple zusätzliche Metastasen, weshalb eine Resektion nicht sinnvoll ist.

ist jedoch die Magnetresonanztomographie (MRT). „Man weiß aus vielen Studien, dass die MRT die höchste Genauigkeit bei der Charakterisierung von Leberherden hat“, erklärt der österreichische Radiologe. Einzige Ausnahme: Wenn sich bereits bei der Ultraschalluntersuchung zeigt, dass der Patient multiple Metastasen aufweist, wird zum Staging der Tumorerkrankung gleich eine Computertomographie von Thorax und Abdomen vorgenommen.

Zwei weitere häufige klinische Szenarien, die zu einer Leberbildgebung führen, sind das Staging von Patienten mit einem bekannten Karzinom, das zur Streuung in die Leber neigt, sowie eine fortgeschrittene Fibrose oder eine fortgeschrittene Zirrhose. „Patienten mit einer solchen chronischen Lebererkrankung haben ein Risiko von drei bis fünf Prozent pro Jahr, an einem hepatozellulären Karzinom zu erkranken“, unterstreicht Schima.

Kontrast und Diffusion sind bei der Leber wichtig

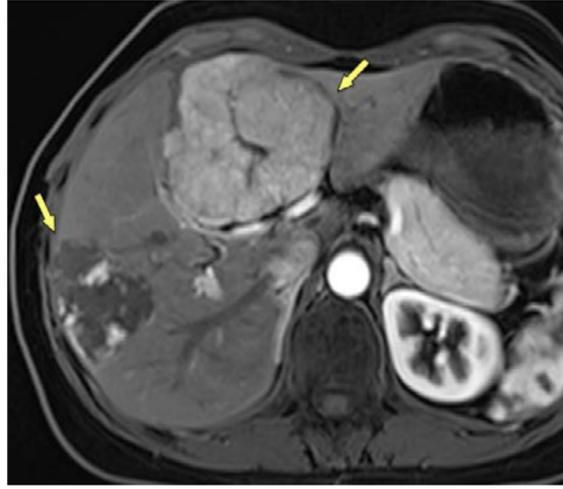
Zur MRT-Untersuchung der Leber stehen zwei Arten von gadoliniumhaltigen Kontrastmitteln zur Verfügung: unspezifische Kontrastmittel oder leberspezifische Kontrastmittel, die sich selektiv in die Hepatozyten – und nicht in eventuellen Lebermetastasen – anreichern und anschließend biliär ausgeschieden werden. „Leberspezifische Kontrastmittel sind heutzutage die Methode der Wahl, wenn es um Patienten mit potenziell resektablen Lebermetastasen geht“, erklärt Schima. Zusätzlich sollte in diesen Fällen auch eine diffusionsgewichtete MRT durchgeführt werden. Umfassende Meta-Analysen haben gezeigt, dass die Kombination von leberspezifischen Kontrastmitteln und diffusionsgewichteter MRT bei Lebermetastasen eine Nachweisrate von 95 Prozent aufweist.

Bei den Geräten hat sich in den vergangenen Jahren einiges getan, wie Schima bekräftigt: „Die neuen 3-Tesla-Geräte bringen eine erheblich bessere Bildqualität. Auch die Probleme der ersten Generation bei Patienten mit Wasser im Bauchraum (Aszites) gibt es nicht mehr.“ Die Geräte sind mittlerweile so gut, dass etwa bei der Surveillance von Leberzirrhose-Patienten Tumoren sehr präzise identifiziert werden können und keine Biopsie mehr vorgenommen werden muss, was aufgrund der schlechten Blutgerinnung bei dieser Erkrankung durchaus problematisch

war. „Aufgrund typischer Zeichen kann ein hepatozelluläres Karzinom heute ohne Biopsie einwandfrei auf Basis von MRT diagnostiziert werden“, betont der Radiologe.

Too small to characterize

Ein Problem können auch die besten Geräte nicht ganz beseitigen: die Schwierigkeit Leberherde zu charakterisieren, die kleiner als ein Zentimeter sind, also „too small to characterize“, wie es im Englischen heißt. Die MRT ermöglicht es zwar heute, mehr kleine Leberläsionen als Metastasen, Zysten oder gutartige Herde zu erkennen, bei vielen Herden aber bleibt nur die abwartende



Beobachtung. Das ist jedoch nicht weiter schlimm, wie Schima beruhigt: „Bei einer Follow-up-Untersuchung nach drei Monaten ist man auf der sicheren Seite. Bei diesem zeitlichen Abstand besteht keine Gefahr, einen etwaigen Tumorprogress zu verpassen. Wir riskieren also nichts, wenn wir nur eine Verlaufskontrolle machen.“ ■

Patientin mit zwei großen, sonographisch unklaren Leberherden: die Magnetresonanztomographie lässt die eindeutige Diagnose eines Hämangioms im rechten und einer Fokal Nodulären Hyperplasie (FNH) im linken Leberlappen zu.

Mehr Zeit für's Wesentliche - PACS Befundung mit KI

Verbesserte Patientenversorgung bei reduzierten Kosten.

Vue

Als optionales Modul im Carestream PACS unterstützt die Image Analytics Software die Diagnose mit KI-Algorithmen.

- Automatische Erkennung von pathologischen Strukturen.
- Hinweis auf nicht diagnostizierte Befunde.
- Insgesamt eine Qualitätssteigerung in der radiologischen Diagnose

The power of together.

Sichere Befundung im Carestream PACS - mit Image Analytics.

Connecting people and data. Anywhere.

MR 2019 Garmisch
18. MRT Symposium

Besuchen Sie uns in Garmisch, Stand X3

in    carestream.com

Carestream

Mit Carestream in die Zukunft - www.Carestream.de



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Schima, MSc ist Vorstand der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Göttlicher Heiland Krankenhaus, Barmherzige Schwestern Krankenhaus und St. Josef Krankenhaus der Vinzenzgruppe Wien (Österreich). Der in Wien geborene Radiologe, der auch in seiner Heimatstadt studierte, war 2008–2009 Präsident der International Cancer Imaging Society (ICIS) und 2014–2016 Präsident der Österreichischen Röntgengesellschaft (ÖRG). Der Forschungsschwerpunkt des Autors von 200 peer-reviewten Artikeln, 46 Buchkapiteln und Co-Editor von sechs Büchern ist die onkologische Bildgebung und die Bildgebung bei abdominalen Erkrankungen.

Multiparametrische MRT verbessert die Diagnostik des Prostatakarzinoms

Ungefähr 25 Prozent aller Krebserkrankungen des Mannes in Deutschland sind Prostatakarzinome

Die Mortalitätsrate liegt bei rund 11 Prozent und damit hinter dem Lungenkarzinom an zweiter Stelle der Todesursachen für Männer. Derzeit ist der PSA-Test der Laborparameter für die Früherkennung von Prostatakarzinomen. Doch die multiparametrische MRT hat enorm an Stellenwert gewonnen. Sie wird für viele Indikationsstellungen empfohlen – auch seitens der aktuellen S3-Leitlinie zum Prostatakarzinom. „Die MRT ist die genaueste und beste Bildgebungsmethode für die Prostatakarzinom-Diagnostik“, sagt PD Dr. Lars Schimmöller, Geschäftsführender Oberarzt am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Düsseldorf.

PSA und Biopsie

Noch vor wenigen Jahren spielte die MRT in den urologischen Leitlinien zur Diagnose des Prostatakarzinoms keine bzw. nur eine untergeordnete Rolle. In der im April 2018 aktualisierten S3-Leitlinie ist die MRT-Untersuchung fest verankert und jetzt in der Primärdiagnostik sogar bereits vor einer ersten Biopsie möglich. Leitliniengemäß soll bei einem Patienten mit einem PSA-Wert von mehr als 4 ng/ml eine Ultraschall-gesteuerte Biopsie durchgeführt werden. „Die Biopsie ist natürlich mit einem gewissen Blutungs- und Infektionsrisiko verbunden, aber es besteht vor allem die Gefahr, den Tumor nicht oder nur unzureichend zu treffen“, mahnt Schimmöller und ergänzt: „Der PSA-Test ist bis zu 75 Prozent falsch-positiv, denn Prostataentzündungen oder -vergrößerungen können ebenfalls zu einem erhöhten PSA-Wert führen – eine Überdiagnostik ist die Folge. Auch haben Autopsie-Studien gezeigt, dass in etwa 80 Prozent aller 80-jährigen Männer Prostatakarzinomzellen nachgewiesen werden können. Das zeigt die Diskrepanz: viele Männer haben ein Prostatakarzinom, an dem sie aber nicht sterben werden. Und präzise zu unterscheiden, welches Karzinom möglicherweise zum Tod führt und welches nicht, ist sehr schwierig. Der PSA-Test ist jedenfalls dafür nicht das primäre, geeignete Mittel.“ Eine Optimierung der Prostatakarzinom-Diagnostik ist demzufolge nötig.

„PROBASE“-Studie

Aus dieser Erkenntnis wurde Ende 2013 die Multicenter-Studie „PROBASE“ unter der Leitung der Klinik für Urologie am Universitätsklinikum Düsseldorf (Prof. Dr. P. Albers und PD Dr. C. Arsov) gestartet. „Ziel dieser prospektiven Studie ist die Optimierung des Prostatakrebs-Screenings mithilfe eines Basis-PSA-Wertes und zu ermitteln, ob eine frühere PSA-Bestimmung überhaupt sinnvoll ist, um die Mortalitäts-

rate zu senken“, erklärt Schimmöller.

Die Multicenter-Studie „PROBASE“ ist über eine Gesamtlaufzeit von 20 Jahren angelegt. Bis 2019 sollen insgesamt 50.000 Probanden im Alter von 45 Jahren in den vier Studienzentren – die Universitätskliniken in Düsseldorf, Hannover, Heidelberg und München – akquiriert werden. Aktuell haben bereits über 38.000 Männer an der Studie teilgenommen. Im ersten Schritt werden die Probanden in zwei Screening-Gruppen aufgeteilt: sofortiger Screening-Beginn sowie verzögertes Screening mit 50 Jahren. Anschließend werden beide Gruppen bis zu ihrem 60. Lebensjahr beobachtet.

Multiparametrische MRT

Die Forscher haben großes Interesse, die Prostata-MRT auch im Rahmen der PROBASE-Studie zu evaluieren. „Mit der multiparametrischen MRT untersuchen wir mehrere Sequenzen: Zum einen die T2-Bildgebung, die eine sehr gute anatomische Auflösung bietet, zum anderen die Diffusion, die die Zelldichte bestimmt. Der dritte Pfeiler ist die Kontrastmittelgabe und die Dynamik, die eine Aussage über die Neovaskulation der Tumore erlaubt. Setzt man diese drei Bausteine zusammen, erhält man ein Gesamtbild mit sehr guter Aussagekraft“, ergänzt der Fachmann.

Hinsichtlich der zunehmenden Routineuntersuchungen wird derzeit unter anderem diskutiert, ob auf Kontrastmittel möglicherweise verzichtet werden kann. Generell

spricht aktuell jedoch vieles dagegen, wenn es nach Priv.-Doz. Dr. Schimmöller geht: „Wir sollten insbesondere in der Erstdiagnostik nicht darauf verzichten, weil die Gefahr besteht, Tumore zu verpassen – und zwar bis zu 30 Prozent. Insbesondere bei weniger erfahrenen Radiologen bietet die Kontrastmitteldynamik einen zusätzlichen Pfeiler, der auffällige Befunde bekräftigen kann.“

In wie fern sich die Prostata-MRT auch in einem Setting mit jüngeren Patienten und einer geringeren Inzidenz signifikanter oder gar fortgeschrittener Tumoren bewähren kann, wird die PROBASE-Studie hoffentlich bald zeigen können.

PI-RADS

Die MRT-Untersuchungen laufen nach einem standardisierten Protokoll ab: Die sogenannte PI-RADS-Klassifikation („Prostate Imaging Reporting and Data System“) wurde initial von der European Society of Urogenital Radiology (ESUR) eingeführt, um klare Kriterien für die MRT-Untersuchungen zu definieren.

PI-RADS (Version 2) legt Kriterien zur Evaluation, Bewertung und Berichterstattung der multiparametrischen MRT fest und definiert fünf PI-RADS-Klassifikationen: PI-RADS 1 und 2 zeigen benigne Befunde an, bei denen ein klinisch signifikantes Karzinom eher unwahrscheinlich ist. „Derzeit gibt es kein diagnostisches Verfahren, das bei negativen, sprich unauffälligen Befunden relevante Karzinome mit so hoher Sicherheit ausschließen kann. Das heißt,



Diagnostik des Prostatakarzinoms. Weitere medizinische Schwerpunkte sind die urogenitale und interventionelle Radiologie, die (PSMA)-PET-Diagnostik und onkologische Bildgebung.

Priv.-Doz. Dr. Lars Schimmöller ist radiologischer Geschäftsführender Oberarzt und Leiter der Arbeitsgruppe Uroradiologie am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Düsseldorf. Er studierte Humanmedizin an der Georg-August-Universität Göttingen und führte seine Facharztausbildung im Klinikum Kassel GmbH und Universitätsklinikum Düsseldorf durch. 2016 erfolgte seine Habilitation im Fach Radiologie. 2018 erhielt er den Wilhelm-Conrad-Röntgen-Preis der Deutschen Röntgengesellschaft für seine wissenschaftliche Arbeit. Priv.-Doz. Dr. Schimmöllers Spezialgebiet ist die MRT- und bildgebungsbasierte Diagnostik des Prostatakarzinoms. Weitere medizinische Schwerpunkte sind die urogenitale und interventionelle Radiologie, die (PSMA)-PET-Diagnostik und onkologische Bildgebung.

wenn das MRT negativ (PI-RADS <3) ist, ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Patient ein relevantes Karzinom hat, sehr gering, sofern natürlich die Qualität der Untersuchung stimmt“, berichtet der Radiologe.

PI-RADS 3 bezeichnet in der Originalpublikation einen ‚intermediären, zweifelhaften bzw. mehrdeutigen Befund‘. „Das widerstrebt meiner persönlichen Erfahrung“, wendet Schimmöller jedoch klar ein. „Letztendlich haben wir Areale, die nicht sauber bzw. partiell entzündlich oder stromal überlagert sind und deshalb nachkontrolliert werden müssen. Im Verlauf lassen sich diese Areal dann besser zuordnen. Daher sollte PI-RADS 3 als ‚kontrollbedürftiger Befund‘ klassifiziert werden. Denn insgesamt sollte bei PI-RADS 3 nur maximal eine 15-prozentige Wahrscheinlichkeit vorliegen, dass überhaupt ein Karzinom vorliegt. Und dies sind in der Regel niedriggradige Kar-

zinome, die wir gar nicht detektieren wollen, um eine Überdiagnostik zu vermeiden.“

Bei der Klassifikation PI-RADS 4 und 5 ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein klinisch signifikanter, also potentiell lebenslimitierender Tumor vorliegt dem gegenüber sehr hoch. Bei PI-RADS 4 in mehr als 60 Prozent der Fälle. Beim PI-RADS 5 mit Tumorearealen per Definition $\geq 1,5$ cm oder infiltrativem Verhalten, sollte die Detektionsrate in erfahrenen Zentren bei deutlich über 90 Prozent liegen, wovon ca. 80 Prozent klinisch relevante Karzinome sein sollten. In anderen Worten, liegt ein PI-RADS 5 vor, können wir nahezu sicher sagen, dass ein relevantes Karzinom vorliegt. „Die multiparametrische MRT hat sich daher im Rahmen der Prostatakarzinom-Diagnostik absolut bewährt. Sie schafft in den allermeisten Fällen einfach Klarheit“, so der Experte abschließend.

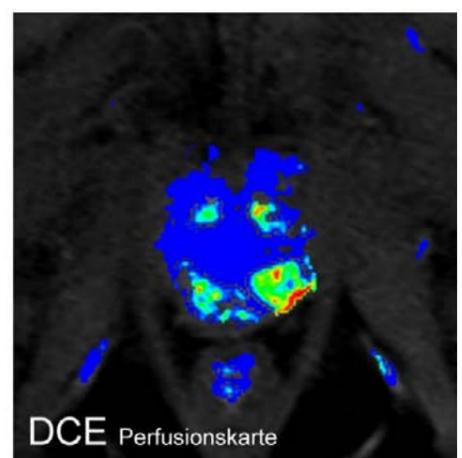
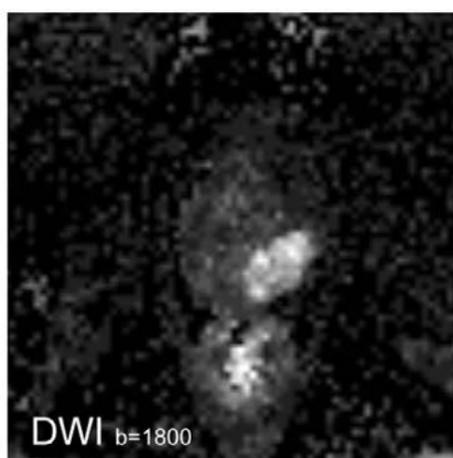
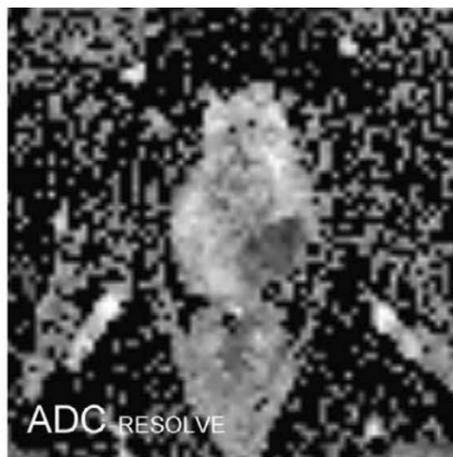
Beispiel einer multiparametrischen MRT eines 65 Jahre alten Mannes mit fraglichem Tastbefund, aber PSA-Wert von nur 2 ng/ml.

Anatomische Bildgebung (axial und coronal): T2-gewichtete TSE-Bilder mit deutlicher Läsion in der peripheren Zone links apikal.

Diffusionsgewichtete Bildgebung: ADC-Karte (Apparent diffusion coefficient) und hohe B-Wert-Bilder (1800 s/mm²) mit hoch auffälliger Signalgebung („black and white“).

Perfusionsbildgebung: Fettgesättigtes T1-gewichtetes Bild der frühen Kontrastmittel-Anflutungsphase und Farbkarte berechnet aus den dynamischen Kontrastmittelverstärkten Bildern mit korrelierendem, auffälligem Befund.

Die Histologie nach gezielter Biopsie ergab ein klinisch relevantes Prostatakarzinom (Gleason-Score 4+4=8).



Veranstaltung

Freitag, 18.01.2019,
11:55-12:10 Uhr

MRT der Prostata
Priv.-Doz. Dr. Lars Schimmöller
(Düsseldorf)

Session: Abdomen & Becken



Canon

Vantage Orian

Produktivität,
Patientenkomfort
und klinische Sicherheit
auf neuem Niveau

Vantage Orian steht für gesteigerte Produktivität und niedrigere Betriebskosten, für sicheren Patientenkomfort und kompromisslose klinische Verlässlichkeit. Der Vantage Orian 1.5T ist die perfekte Lösung für alle Ihre betrieblichen und klinischen Anforderungen.

CANON MEDICAL SYSTEMS GMBH

<https://de.medical.canon>

Made For life

Gadoliniumablagerungen im Gehirn – was sage ich besorgten Patienten?

Gadolinium sorgt in MR-Kontrastmitteln für gute Bildergebnisse, kann jedoch auch Ablagerungen im Gehirn hinterlassen. Bei vielen Patienten sorgt das für Verunsicherung.

Dr. Frederik Strobl, Oberarzt und Bereichsleiter gynäkologische und urologische Bildgebung in der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der LMU München, hat auf dem MR-Symposium den Vorsitz in einer Session über die Hintergründe zum Einsatz von Gadolinium-Kontrastmitteln und verrät, welche Informationen er besorgten Patienten auf den Weg gibt.

„Man muss das Phänomen der Gadoliniumretention im Gehirn sicherlich ernst nehmen“, sagt Strobl. Aktuell werden deshalb Gadolinium-haltige Kontrastmittel nur dann eingesetzt, wenn die Vorteile der Kontrastmittelgabe eindeutig helfen, klinische Fragestellungen der Untersuchung zu beantworten. Bei linearen Kontrastmitteln wurde eine höhere Retentionsrate festgestellt als bei makrozyklischen Präparaten, daher werden lineare Kontrastmittel – mit Ausnahme von leberspezifischen Kontrastmitteln – in Europa mittlerweile nicht mehr verwendet.

Die Kontrastmittelgabe kritisch hinterfragen

Das Phänomen der Gadoliniumretention ist erst seit 2014 bekannt; ob und wie schädlich sie für den Patienten letztendlich ist, ist noch nicht abschließend geklärt. Strobl: „Es ist daher wichtig, dem Patienten darzulegen, dass es bislang noch keinerlei evidenzbasierte Berichte über klinische Symptome durch diese Ablagerungen gibt.“ Weder in Tierversuchen noch in kontrollierten Studien konnten entsprechende Effekte

nachgewiesen werden. „Tatsächlich gibt es mittlerweile sogar Evidenz, dass die Ablagerungen nach einer bestimmten Zeit zumindest teilweise abgebaut und vom Körper ausgeschieden werden – das so genannte Wash-Out-Phänomen.“

In der Bildgebung mit Magnetresonanztomographie (MRT) haben Kontrastmittel für viele Patienten einen überragenden klinischen Vorteil, zum Beispiel bei der Charakterisierung von Leberläsionen oder bei der Beurteilung, ob zerebrale Metastasen vorliegen, zählt Strobl auf. „In diesen Fällen überwiegt der klinische Benefit ganz klar das – noch nicht bewiesene – Risiko.“ Der

notwendig ist – oder ob sich Fragestellungen auch ohne Kontrastmittel oder mithilfe alternativer Bildgebung beantworten lassen, etwa per Computertomographie (CT) oder Ultraschall.

Empathischer Kommunikationsstil für Radiologen wichtig

Durch die mediale Aufmerksamkeit der vergangenen Jahre ist das Thema Gadoliniumretention auch in das Bewusstsein vieler Patienten gerückt – das zeigt sich auch im klinischen Alltag, wie Strobl zu berichten weiß: „Oft informieren sich Patienten vor einer MRT-Untersuchung im Internet und



Dr. Frederik Strobl ist Oberarzt für Radiologie und Bereichsleiter gynäkologische und urologische Bildgebung in der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der LMU München. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen insbesondere unterschiedliche Themen aus der interventionellen Radiologie. Er befasst sich zudem mit den Auswirkungen von Kontrastmitteln im Körper, insbesondere mit den Ablagerungen Gadolinium-basierter Kontrastmittel im Gehirn.

suchung abzulehnen. Es ist nicht ärztliche Aufgabe, diese Patienten zu überzeugen, sondern ihnen die aktuelle Evidenz aufzuzeigen und dann eine eigene Entscheidung treffen zu lassen.“ Steht zu befürchten, dass ein Patient ohne Kontrastmittelgabe zu Schaden käme, sollte der Arzt das allerdings deutlich benennen, betont Strobl. Dabei ist jedoch ein empathischer Kommunikationsstil gefragt und keine Behandlung von oben herab. Dazu gehört auch, ein Nein des Patienten zu akzeptieren. Der Hinweis auf den aktuellen Wissensstand bringt jedoch viele Patienten dazu, ihre ursprüngliche Ablehnung zu überdenken.

Sollte die Untersuchung mit Kontrastmittelgabe verweigert werden, kann die native MRT-Aufnahme eine Alternative sein. „Im Befundtext muss dann darauf hingewiesen werden, dass das Bild für gewisse Fragestellungen nur eingeschränkt beurteilbar ist.“ Letztendlich, sagt Strobl, hilft nur mehr Forschung und mehr Evidenz, um die noch offenen Fragen zur Gadoliniumablagerung im Gehirn beantworten zu können und so die Skepsis der Patienten zu mindern. „Die Forschung und das kritische Hinterfragen aktueller Protokolle kann im besten Fall auch dazu führen, Wege zu finden, manche

klinische Fragestellungen in Zukunft auch ohne Kontrastmittelgabe zu beantworten, etwa durch die Diffusionsbildgebung.“



Bildquelle: Shutterstock/Rocketclips, Inc.

Experte rät dennoch zur Vorsicht: „Als Arzt sollte man ohnehin jede Kontrastmittelgabe kritisch hinterfragen. Die jüngst entdeckte Gadoliniumretention ist für Radiologen ein zusätzlicher Anlass, den Einsatz von Fall zu Fall genau abzuwägen.“ Anhand der Anamnese des Patienten und in Absprache mit dem klinischen Zuweiser muss eruiert werden, ob eine Kontrastmittelgabe wirklich

fragen dann gezielt nach. Es kommt auch vor, dass sie mit dem Hinweis auf das ungeklärte Risiko durch die Ablagerungen die Kontrastmittelgabe ablehnen.“ Diese Patienten umstimmen zu wollen hält der Experte für den falschen Ansatz: „Die Sorgen sollte man als Mediziner ernst nehmen. Jeder Mensch ist Herr über seine eigene Gesundheit und es ist sein gutes Recht, eine Unter-

Veranstaltungen

Donnerstag, 17.1.2019, 18:00–18:45 Uhr

Dr. Frederik Strobl (München)

Session: Gadoliniumablagerung im Gehirn - Aktueller Stand

Donnerstag, 17.01.2019, 16:25–16:35 Uhr

MR HIFU: welche Patientinnen eignen sich?
Dr. Frederik Strobl (München)

Session: Gynäkologische Bildgebung

Prostata-Interventionen

„Die fokale Therapie ist kein Kamillentee!“

Seit 2014 steht das Prostatakarzinom an der Spitze der Krebsneuerkrankungen, noch vor Dickdarm- und Lungenkrebs. Das besagen Daten, die das Robert-Koch-Institut veröffentlicht hat.

Im Jahr 2013 erkrankten in Deutschland knapp 60.000 Männer an dieser Krebsart. Allerdings sind drei Viertel der Patienten über 65 Jahre alt. Die Prognose ist gut. Die relative 5-Jahres-Überlebensrate liegt über 90 %. „Bei der Behandlung von Prostatakrebs geht der Trend deshalb hin zu fokalen Therapien: Ziel der Therapie ist nicht mehr die gesamte Prostata, sondern gezielt einzelne Tumorherde zu zerstören“, sagt Professor Frank Fischbach, Leiter des Bereichs MR-Diagnostik und Interventionen im Universitätsklinikum Magdeburg.

Welche Methoden der MRT Intervention nutzen Sie bei der Prostata?

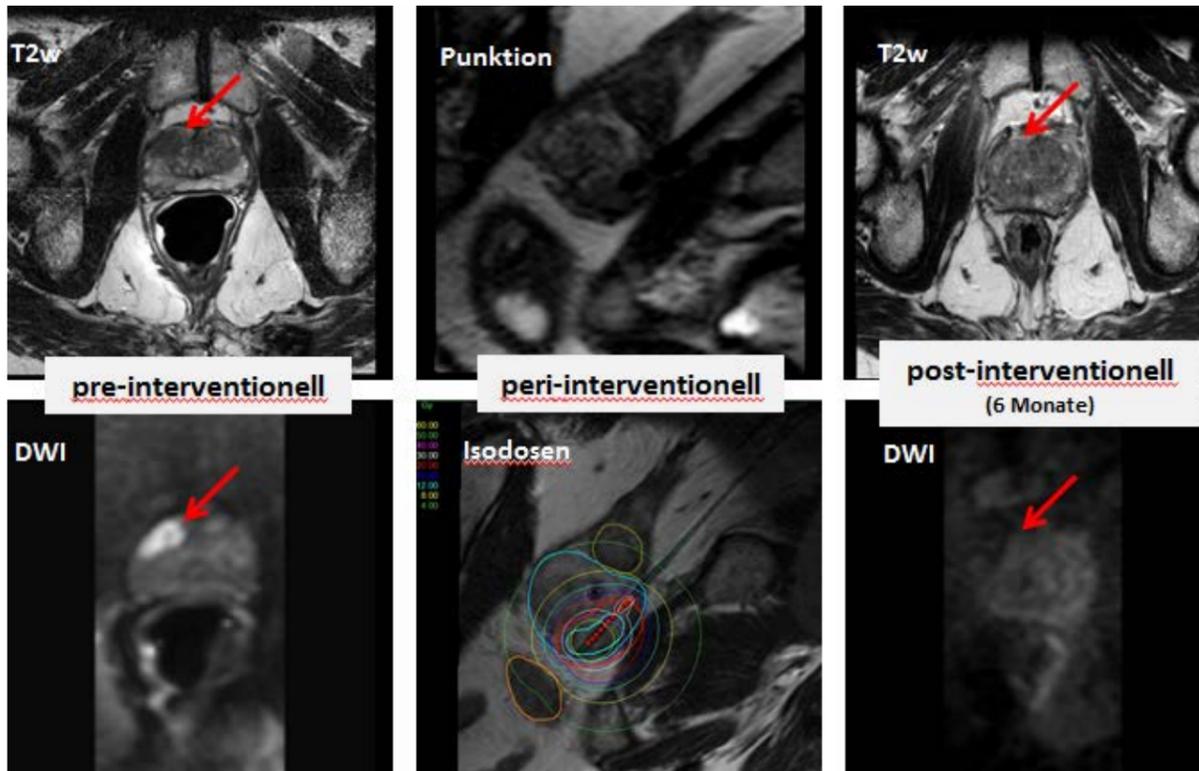
Zur Therapie des Prostatakarzinoms stehen grundsätzlich die radikale OP und die perkutane Radiatio zur Verfügung. Eine Alternative bei niedrig malignen Varianten des Tumors ist die Active Surveillance (AS) mit Überwachung der PSA-Werte und der regelmäßigen bioptischen Kontrolle der Prostata. Allerdings führen die wiederholte Stanze und Unsicherheiten bei der Entscheidung über die geeignete Therapie oft zum Abbruch der AS und zu einem radikalen Ein-

griff. Durch die ergänzende MRT-Bildgebung kann das Tumolvolumen besser beurteilt und die Indikation zur erneuten Biopsie auf individueller Basis gestellt werden. Da-

durch wird das Monitoring der AS optimiert. Eine Alternative bietet die fokale Therapie des Prostatakarzinoms. Der in der MRT erkennbare Tumor wird als Index-

läsion behandelt und die restliche Drüse bleibt erhalten. Der hochfokussierte Ultraschall (HIFU) ist dabei die am häufigsten angewandte Methode. Weitere Behand-

lungsmethoden sind die irreversible Elektroporation (IRE), Laser und Kryoablation. Wir haben erste gute Erfahrungen mit der fokalen HDR-Brachytherapie der Prostata



71-jähriger Patient mit einem PSA von 6,8 ng/ml und wachsendem Indextumor ventral in der peripheren Zone der apicalen Drüse.

MR fluoroskopisch transgluteale Punktion des Tumors zur Anlage eines Brachytherapiekatheters, anschließende Bestrahlungsplanung mit einer tumorumschließenden Zieldosis (PTV) von 20Gy.

In der 6-monatigen Kontrolluntersuchung vollständige Remission des Tumors mit einem PSA von 1,8 ng/ml.

gemacht. Diese ermöglicht, eine optimale Modulation der Zieldosis an die Tumorgrenzen. Alle genannten Optionen sind aber in der Evaluation und können daher nur im Rahmen von Studien eingesetzt werden. Grundlage für alle Methoden ist die multiparametrische MRT zur Lokalisation und Visualisierung des Tumolvolumens.

Welche Arten der Prostata-Biopsie/Punktion gibt es?

Zur Risikostratifizierung und weiteren Therapieplanung braucht man die histologische Probenanalyse mittels Biopsie und eine Abschätzung des Tumolvolumens. Zunehmend wird dafür die Fusionsbiopsie der Prostata als Methode der Wahl eingesetzt. Dabei werden die die MRT-Bilder mit der Livebildung aus dem Ultraschall fusioniert und somit die Lokalisation des Befundes im Ultraschall in Echtzeit ermöglicht. Eine kognitive Biopsie, bei der die Lokalisation des Tumors aus dem MRT-Befund im Ultraschall abgeschätzt wird, ist zumindest eine Alternative, wenn kein Fusionsgerät zur Verfügung steht.

In den vergangenen Jahren hat man vor allem die direkte In-Bore-Biopsie der Prostata zur gezielten Biopsie eingesetzt. Dafür wird in der Regel ein stereotaktisches System der Firma Invivo (DynaTrimÆ) genutzt, um die Punktion transrektal über eine Haltevorrichtung durchzuführen. Alternativ kann die Prostata aber auch über einen transglutealen pararektalen Zugang punktiert werden. Mit einem entsprechenden in-room-Monitor und der geeigneten Software lässt sich diese Punktion in Freihandtechnik durchführen. Da man den Enddarm nicht penetriert, ist das Infektionsrisiko deutlich verringert. Da der Zugangsweg das Einbringen größerer Katheter und Schleusen ermöglicht, sind lokal ablativ Verfahren besser praktikabel.

Können bei einer bildgestützten Intervention Komplikationen auftreten? Und wenn ja, welche?

Das Ziel fokaler Therapien ist es, den Tumor effektiv zu behandeln und gleichzeitig die Rate an Komplikationen und Nebenwirkungen gering zu halten. Ein großer Teil der Prostata und das sie umgebende Gewebe bleiben verschont. Zudem kann die Therapie wiederholt eingesetzt werden. Es besteht auch weiterhin die Möglichkeit, bei fortschreitendem Tumorprogress eine radikale Therapie durchzuführen.

Allerdings ist auch die fokale Therapie kein „Kamillentee“. In der Regel erfolgt der

Eingriff in Vollnarkose und Verletzungen der Urethra und des Sphinkterapparates können nicht ausgeschlossen werden. Der Vorteil der fokalen Brachytherapie ist, dass lediglich eine lokale Betäubung des Punktionsweges vorgenommen wird - sogar die peri-interventionelle Antibiose entfällt. Die Intervention kann somit als minimal-invasiv bezeichnet werden. Spätschäden durch die Radiatio sind allerdings derzeit noch nicht beurteilbar.

Welche Bedeutung hat die Interventionelle Radiologie als medizinisches Fachgebiet

insgesamt und speziell bei der Behandlung von Prostatakarzinomen?

Grundlage der zielgerichteten Biopsie und der fokalen Therapie ist die multiparametrische MRT zur Visualisierung und Lokalisation des Indextumors. Zur Risikoabschätzung sind aber neben dem PSA auch klinische Einflussgrößen unabdingbar. Damit ist die Zusammenarbeit zwischen der Radiologie und der Urologie unerlässlich. Eine interdisziplinäre Fallkonferenz unter Einbeziehung des Patienten ermöglicht eine individuelle Therapie für den einzelnen Patienten.

Veranstaltungen	
<p>Freitag, 18.01.2019, 12:10-12:25 Uhr</p> <p>MRT der Prostata MRT Interventionen der Prostata Prof. Dr. Frank Fischbach (Magdeburg)</p> <p>Session: Abdomen & Becken</p>	<p>Freitag, 18.01.2019, 17:00-17:20 Uhr</p> <p>Linksventrikuläre Hypertrophie - Stellenwert der kardialen MRT Prof. Dr. Frank Fischbach (Magdeburg)</p> <p>Session: Kardiale Bildgebung</p>

18th International MRI Symposium | Garmisch-Partenkirchen

**INDUSTRIESYMPOSIUM
b.e.imaging GmbH**

Donnerstag, 17. Januar 2019
12.50 - 13.50 Uhr
Richard-Strauss-Saal



Frank Fischbach ist Professor für Radiologie und Leiter des Bereichs MR Diagnostik und Interventionen im Universitätsklinikum Magdeburg. Dabei sind MR geführte Interventionen ein Schwerpunkt der Abteilung. Seine Facharztausbildung erfolgte in der Klinik für Strahlenheilkunde der Charité - Universitätsmedizin Berlin im Campus Virchow Klinikum. Die Habilitation aus dem Jahr 2009 beschäftigte sich mit dem Thema der klinischen Anwendung der 3 Tesla-Hochfeld-MRT zur hochauflösenden Bildgebung und der MR-Spektroskopie.

Abdomen- und Prostata-Diagnostik & Therapie:

Was kommt nach Gadolinium?

Vorsitz:
Prof. Dr. Ernst J. Rummeny
TU München

www.netzwerk-wissen.com



**netzwerk
wissen**

Qualifiziert Lernen.
Praxisrelevant anwenden.

The knee – correlations of MRI and arthroscopy

Magnetic resonance imaging (MRI) exams of the knee are essential to orthopedic surgeons for diagnosing the cause of symptoms in patients with knee pain and planning arthroscopic treatment.

Yet the surgeons who treat patients based on knee MRIs and the radiologists who interpret those knee MRIs often work in their own silos of specialization, rarely communicating and sharing information, according to William Palmer, M.D., Director of Musculoskeletal Radiology & Intervention at Massachusetts General Hospital, a teaching hospital of Harvard Medical School in Boston.

This lack of communication puts radiologists at a learning disadvantage. Although radiologists review many MRI studies of the knee and report findings, including meniscal tears and cartilage defects, they may not receive feedback on the accuracy of their interpretations. A meniscus that a radiologist reports as torn may be diagnosed as normal at arthroscopy, or a meniscus that a radiologist reports as normal may be diagnosed as torn at arthroscopy. Without feedback from surgeons or access to arthroscopy notes, radiologists work in a vacuum. They may fail to learn about their mistakes and, therefore, are more likely to repeat their diagnostic errors.

Because arthroscopy is the gold standard in the diagnosis of internal derangements of the knee, Dr. Palmer was asked to give a talk entitled "Knee: MRI - Arthroscopy Correlation" at the 18th MRI Symposium in Garmisch. Dr. Palmer plans to use a biomechanical approach to MRI interpretation in the setting of knee trauma, focusing on sports-related meniscal tears and anterior cruciate ligament injuries. He will compare the MRI and arthroscopic appearances of knee structures and internal derangements.

Dr. Palmer states that "This comparison can be a powerful educational tool. By correlating MRI findings with arthroscopy of the knee, I hope to teach radiologists



William Palmer, M.D. is Director of Musculoskeletal Radiology & Intervention at Massachusetts General Hospital (MGH). He received his M.D. from Yale University in 1984, and obtained board certification in Internal Medicine (1987, Hospital of the University of Pennsylvania) as well as Radiology (1991, MGH). He completed fellowship training in MRI at Massachusetts General Hospital (MGH) and joined the MGH radiology staff in 1991. He became its Director of MRI in 1995. Clinical expertise includes sports imaging, arthritis and spine intervention. He oversees 9 MSK radiologists and 5-7 fellows.

about patterns of injury and the diagnosis of subtle but important structural abnormalities."



1a. Five days following injury, sagittal MRI image shows mid-substance discontinuity of the anterior cruciate ligament (ACL).



1b. Four months following injury, arthroscopic image confirms ACL rupture, showing ACL displacement from the lateral femoral condyle and scarring to the posterior cruciate ligament.



2a. Sagittal MRI image shows a peripheral medial meniscal tear. This subtle tear was missed prospectively.



2b. Arthroscopic image confirms the peripheral, vertical longitudinal tear of the medial meniscus.

Veranstaltungen

Freitag, 18.01.2019, 08:20-08:50 Uhr

MRT des OSG
William Palmer, M.D. (Boston)

Session: Muskuloskeletale Bildgebung

Freitag, 18.01.2019, 14:20-14:40 Uhr

Das Knie: Korrelation von MRT und Arthroskopie
William Palmer, M.D. (Boston)

Session: Film-reading und special focus sessions: MSK & Abdomen

Differentialdiagnose des Muskelödems

Sportverletzungen

Zwiel trainiert oder eine falsche Bewegung vollführt, und der Schmerz ist da: Prof. Dr. Martin G. Mack, Facharzt für Diagnostische Radiologie in der Gemeinschaftspraxis „Radiologie München“, spricht über die Ursachen für Muskelödeme, ihre Diagnose und Behandlung. Der Experte ist für die radiologische Betreuung des FC Bayern München zuständig und weiß aus Erfahrung, welche typischen Fehler selbst Profispielern passieren.

Der Muskelkater und sein „großer Bruder“

Wer Sport treibt, hatte auch schon einmal einen Muskelkater: Durch hohe Belastung entstehen im Muskel kleine Risse. Flüssigkeit, die in diese Mikrotraumata eindringt, führt

zu einer Entzündung, die als Muskelkater wahrgenommen wird. Ganz ähnlich sind die Abläufe bei Muskelverletzungen – nur ist hier alles eine Nummer größer: „Es ist eine Reaktion des Muskels auf starke Belastung“, erklärt Mack. „Auch Traumata am Muskel wie Muskelfaserrisse, Muskelbündelrisse oder Muskel-Sehnen-Verletzungen können zu Muskelödem führen. In diesem Fall kann zusätzlich eine Einblutung in den Muskel hinzukommen.“ Seltener entstehen Muskelödeme, wenn die Verbindung zum zuführenden Nerv abgeklemmt wird und in der Folge ein Muskelabbau stattfindet, etwa in Folge eines Bandscheibenvorfalles oder eines Unfalls, bei dem der Nerv durchtrennt wurde.

Während der Muskelkater schon nach kurzer Zeit von selbst ausheilt, braucht eine

Muskelverletzung oft länger, bis der betroffene Muskel wieder zu seinem ursprünglichen Zustand zurückgekehrt ist. „Der entscheidende Unterschied ist der strukturelle Schaden am Muskel“, sagt Mack. „Wenn das Ödem nur als Folge einer Überbelastung auftritt, kann ein Sportler meist schon nach 3-5 Tagen wieder ganz normal trainieren. Handelt es sich jedoch um einen Muskelfaserriss, beträgt die Zeit zur Regeneration etwa zwei Wochen, bei einem Muskelbündelriss mit Sehnenbeteiligung können es sogar mehrere Monate sein.“

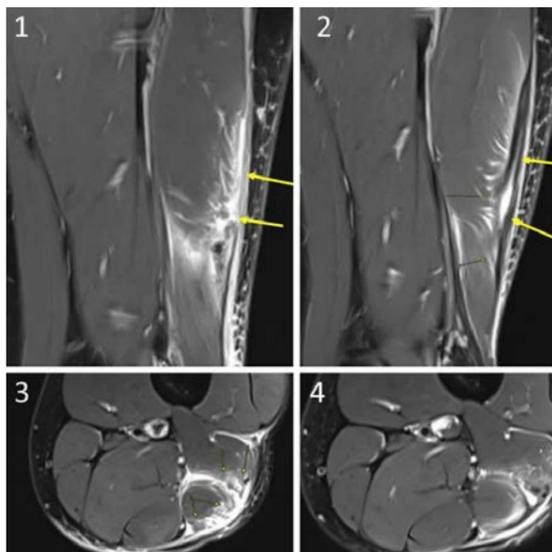
Wichtigste Voraussetzung für die Genesung ist Ruhe: „Kühlen, Kompressen, das Bein hoch lagern – gerade in den ersten Tagen ist das am Wichtigsten“, rät Mack. Auf diese Ruhephase folgt eine lockere Rehabi-



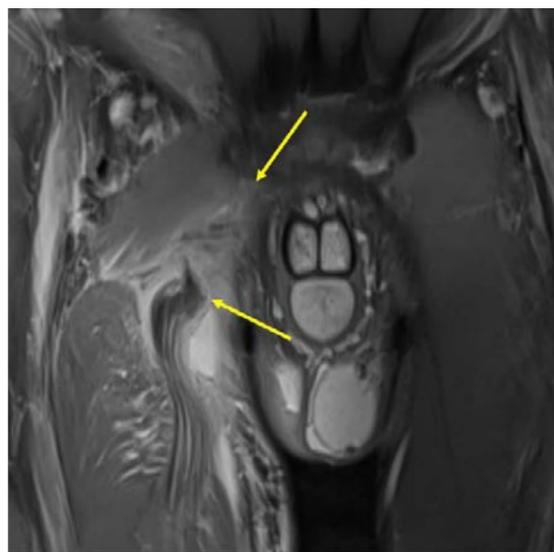
Prof. Dr. Martin G. Mack ist Facharzt für Diagnostische Radiologie in der Gemeinschaftspraxis „Radiologie München“. Als betreuender Radiologe des FC Bayern München hat er besondere Expertise auf der Diagnostik des Bewegungsapparates im Rahmen von Sportverletzungen. Weitere Schwerpunkte seiner Arbeit liegen in der Diagnostik der Kopf-Hals-Region und der Neuroradiologie. Prof. Mack ist Mitglied in zahlreichen Fachgesellschaften, darunter der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG), der European Society of Radiology (ESR) und der Radiological Society of North America (RSNA). Er war an der Veröffentlichung von mehr als 180 wissenschaftlichen Publikationen beteiligt, in vielen davon als Erstautor.

litation, etwa Fahrradfahren mit möglichst geringem Widerstand. Je nach Schwere der Verletzung wird die Intensität allmählich gesteigert, bis der Muskel wieder voll belastet werden kann.

Gratwanderung: Einerseits möchte man – gerade im Profisport – natürlich möglichst wenig Ausfallzeit haben, andererseits gilt es, kein unnötiges Risiko durch einen zu frühen Wiedereinstieg einzugehen.“



Myotendinöse und myofasziale Verletzung am M. biceps femoris: Initial (1 sagittal, 3 transversal) und nach 35 Tagen (2 sagittal, 4 transversal): Im Laufe der Regeneration bilden sich narbige Reparationsfasern. Die Konsolidierung ist aber noch nicht abgeschlossen.



Ausschnitt der Sehne des M. adductor longus am Unterrand der Symphyse.

Aus Studien der UEFA geht hervor, dass Muskel- und Sehnenverletzungen mehr als die Hälfte aller Verletzungen im Profi-Fußball ausmachen, berichtet der Radiologe. „Deshalb ist das Erkennen und die exakte Diagnose dieser Verletzungen so wichtig. Mit hoch aufgelösten Bildern lässt sich gut erkennen, ob es sich nur um ein Muskelödem durch Überlastung handelt oder ein struktureller Schaden am Muskel vorliegt.“ Um die nötige Auflösung zu erreichen, kommen 3-Tesla-MRTs zum Einsatz, die in kleinen Untersuchungsfeldern (Field of View) Aufnahmen der verletzten Region erstellen. Für eine hohe lokale Auflösung sollte eine Schichtdicke von 1-3 mm gewählt werden, rät Mack: „So können auch kleine Muskelfaserrisse sicher diagnostiziert werden.“

Mit der Bildgebung eigene Strategien erarbeiten

Auch bei kniffligen Fällen hilft die MR-Bildgebung oft weiter: „Schmerzen am Sprunggelenk oder am Vorfuß sind eine Herausforderung, weil es viele mögliche Ursachen gibt“, erklärt Mack. „Im Kernspin lässt

Schmerzfrei, aber nicht geheilt

Bei der Differentialdiagnose rät der Experte zur Vorsicht: „Der klinische Befund ist hier ein ganz schlechter Ratgeber. Selbst bei einer schweren strukturellen Verletzung des Muskels wie einem Einriss wird der Betroffene nach spätestens zehn bis 14 Tagen keine Schmerzen mehr spüren. Nimmt aber ein Athlet zu diesem Zeitpunkt direkt das Training wieder auf, ist die Verletzung noch nicht verheilt und kann durch die verfrühte Belastung wieder aufbrechen.“ Das verlängert den Genesungsprozess erheblich, denn das gerade erst gebildete Narbengewebe verheilt viel schlechter als ein gesunder Muskel. „Wenn ein Spieler zu früh wieder Gas gibt, obwohl die Verletzung noch nicht richtig ausgeheilt ist, wird aus einem Muskelfaserriss schnell ein Muskelbündelriss oder sogar eine Muskel-Sehnen-Verletzung. Dann fällt dieser Spieler für sechs oder acht Wochen aus – nur weil er nicht noch zwei bis drei Tage abwarten konnte.“ Der Drang, möglichst schnell wieder auf dem Spielfeld zu stehen, ist für Mack jedoch verständlich: „Es ist eine

sich das mit gezielten Untersuchungsprotokollen jedoch schnell herausarbeiten.“ Ein großer Erfahrungsschatz hilft immens, aus der Vielzahl an Differentialdiagnosen die richtige zu finden. Daher rät der Experte jungen Kollegen dazu, sich intensiv mit den klinischen Krankheitsbildern zu befassen und auch im Umgang mit den bildgebenden Geräten eigene Strategien zu erarbeiten, um die richtigen Sequenzen und Fokusbereiche für den jeweiligen Fall einsetzen zu können.

Muskel ist nicht gleich Muskel

Zur zielsicheren Diagnostik gehört viel Erfahrung, denn die Schwere einer Verletzung hängt von mehreren Faktoren ab – darunter auch, welcher Muskel betroffen ist: „Die gleiche Verletzung kann bei verschiedenen Muskeln ganz unterschiedliche Auswirkungen haben“, erklärt Mack. „Kritisch ist beispielsweise eine Verletzung am Musculus biceps femoris, dem großen rückseitigen Oberschenkelmuskel, denn an dieser

Stelle gibt es kaum schützende umgebende Muskulatur.“ Die Häufigkeit der Verletzungen ist auch abhängig von der Sportart, sagt der Experte: „Ein Sprinter wird kaum Probleme mit seinem vorderen Oberschenkelmuskel – dem Musculus rectus femoris – haben, da dieser vor allem beim Schießen eines Fußballs belastet wird.“

Abschließend hebt der Experte den Stellenwert der muskuloskeletalen Radiologie bei Sportverletzungen hervor: „Eine gute

Diagnostik geht Hand in Hand mit hoher Bildqualität. Deshalb ist es so wichtig, dass Radiologen eng mit den Orthopäden und Chirurgen zusammenarbeiten, um die wichtigen Fragestellungen klären zu können. Dafür ist es auch sinnvoll, die Untersuchung von einem Radiologen durchführen zu lassen, anstatt als Orthopäde zu versuchen selbst mit einem Arthro-MRT Aufnahmen zu erstellen.“

Veranstaltung

Freitag, 18.01.2019,
08:00–10:20 Uhr

DD des Muskelödems inkl.
Sportverletzungen
Prof. Dr. Martin G. Mack (München)

Session: Muskuloskeletale
Bildgebung

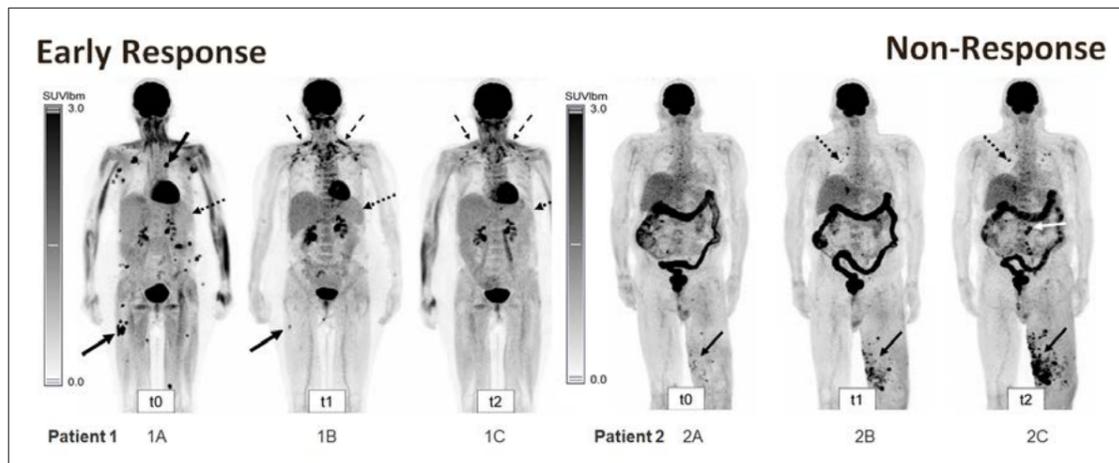
PET/MR: Der Mehrwert wird langsam sichtbar

Noch immer werden für das PET/MR die großen oder optimalen Indikationen diskutiert. Bei komplexen onkologischen Fragestellungen wird allerdings künftig kein Weg an dieser Hybrid-Modalität vorbeigehen, ist Prof. Dr. Konstantin Nikolaou überzeugt.

Die Entwicklung von PET/MR scheint auf der Stelle zu treten. Während etwa die PET/CT für verschiedene Indikationen einen etablierten Platz in der radiologischen und nuklearmedizinischen Diagnostik gefunden hat, führt die Kombination aus der Positronen-Emissions-Tomographie und Magnetresonanztomographie (PET/MR) immer noch eine vergleichsweise randständige Existenz bezogen auf die Anzahl der Geräte-Installationen und Untersuchungen. Heute kommt PET/MR vor allem häufig in der Neurologie – Neurodegeneration und Neuroonkologie – zum Einsatz. „Seit der ersten klinischen Installation eines Ganzkörper PET/MR im Jahre 2010 und mehrjähriger klinischer Forschung auf diesem Gebiet hat man zwar einige spannende Anwendungen und Bildbefunde gesehen, aber eine „Blockbuster“-Indikationen lässt noch auf sich warten“, resümiert Prof. Dr. Konstantin Nikolaou, Ärztlicher Direktor der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Tübingen.

Nikolaou ist freilich überzeugt, dass dies nicht lange so bleiben wird. Eine große Zukunft für PET/MR sieht der Radiologe, der seit fünf Jahren an diesem System forscht, gerade bei komplexen onkologischen Fragestellungen. „Die Kombination aus neuen PET-Tracern, zahlreichen MR-Bildparametern – Perfusion, Diffusion, Sauerstoffmessung – und künstlicher Intelligenz wird einen großen Mehrwert bringen“, ist er überzeugt: Der mit Jahresbeginn an der Universität Tübingen gestartete Exzellenzcluster „Individualisierung von Tumorthérapien durch molekulare Bildgebung und funktionelle Identifizierung therapeutischer Zielstrukturen“ werde daran sicher Anteil haben.

So könnte die PET/MR eine entscheidende Rolle spielen, um zu erkennen, ob ein Tumorpatient auf eine Immuntherapie mittels Checkpoint-Inhibitoren anspricht. „Gerade bei einer so komplexen und kostspieligen Therapie wollen wir früh wissen, wo die Reise hingehet. Im Idealfall schon nach wenigen Tagen oder Wochen“, erklärt Nikolaou. Derzeit werden Patienten unter onkologischen Therapien häufig erst nach



FDG-PET Bilder eines PET/MR Ganzkörper-Datensatzes: Frühe Response Evaluation von zwei Melanompatienten unter Immuntherapie mit PET/MRT. Patient 1 zeigt multiple Metastasen vor Therapie (1A). Nach 2 Wochen Therapie deutliche Aktivierung von Leber, Milz, Knochenmark und lymphatischem Gewebe, als Zeichen der Immunaktivierung (1B). Gutes Ansprechen im Weiteren Therapieverlauf (1C). Patient 2 mit Melanom am Oberschenkel links (2A) zeigt keine Immunaktivierung nach 2 Wochen Immuntherapie (2B) und anschließend trotz Therapie einen Tumorprogress (2C).

Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2018 Jan;45(1).

zwei bis vier Monaten kontrolliert, um zu klären, ob es sich bei ihnen um Responder oder Non-Responder handelt. Primärer Marker ist bei onkologischen Therapien traditionell die exakte Bestimmung der Tumorgöße bzw. des Tumorumfanges: Wird der Tumor unter Chemotherapie kleiner, dann spricht die Therapie an. Allerdings gelten diese einfachen Größen-

regeln häufig bei modernen molekularen Therapien oder Immuntherapien nicht mehr. So gibt es gerade bei Immuntherapien auch Effekte wie den sogenannten „Pseudoprogress“: Obwohl der Tumor auf die Therapie anspricht, wächst er auf der Basis von immunologischer Zell-Infiltration und dank inflammatorischer Veränderungen erst einmal an. Man braucht also

für neue onkologische Therapien neue und andere Marker, um Response und Non-Response frühzeitig zu erkennen. Gleiches gilt für die Vorhersage und Abschätzung von Therapieerfolgen (prädiktive und prognostische Marker).

Ein solcher Indikator ist unter Immuntherapie u.a. der Grad der Aktivierung des Immunsystems. „Wenn unter Immunthe-

rapie das gesamte Immunsystem – Milz, Leber, Knochenmark – primär stark aktiviert wird, so kann dies ein guter prädiktiver Marker dafür sein, dass der Patient auf die Therapie anspricht“, weiß Nikolaou. Diese Aktivierung oder Aktivität des Immunsystems ist sowohl mit PET als auch mit MR gut nachweisbar, die CT tut sich da deutlich schwerer. Der Tübinger Radiologe ist überdies davon überzeugt, dass es neben der Aktivierung des Immunsystems weitere PET/MR-Parameter geben wird, um das Therapieansprechen zu evaluieren.

Auch innovative PET-Tracer eröffnen neue Chancen für PET/MR. So wurde in Tübingen ein Tracer entwickelt, mit dem seneszente Tumorzellen aufgespürt werden können. Manche Tumorzellen gehen in eine Art Ruhezustand, Seneszenz genannt. In diesem Zustand reduzierten Stoffwechsels können die Tumorzellen mit bestimmten Therapien nicht erreicht werden. In diesem Fall müsste additiv eine senolytische Therapie gegeben werden, um diese ruhenden, aber wieder reaktivierbaren Tumorzellen zu erreichen. Die Beschreibung der Therapie-Sensitivität eines Tumors ist dabei auf vielerlei Arten möglich. Ein anderes Beispiel ist die Darstellung der Tumor-Oxygenierung, also die Sauerstoffaufnahme des Tumors, bei geplanter Strahlentherapie. Diese Oxygenierung lässt sich mit

VEPRO eHEALTH Solutions



Weitere Informationen auf:
www.webstudio.health

Workshop Mobile Health

15:50h - 16:50h | Freitag 18.01.2019

Raum: Wamberg

Mobile Health in Radiologie und Kardiologie

- Alles Cloud oder was?
- Teleradiologie in Echtzeit
- Standortübergreifende Arbeitsabläufe, Outsourcing von Befundung

Sie finden uns am Stand X4.

Wir freuen uns auf Sie!

Veranstaltung

Freitag, 18.01.2019,
15:50–17:50 Uhr

Moderator Prof. Dr. Konstantin Nikolaou

Session: Kardiologie Bildgebung

bestimmten PET-Tracern, aber auch mit MRT gut darstellen. Entsprechend müssen Tumoreale mit niedriger Oxygenierung höher dosiert bestrahlt werden, um den individuell optimalen Behandlungserfolg zu erzielen. „Man wird also pro Tumor-Entität und pro Behandlungskonzept lernen müssen, welche Kombination komplexer PET- und MR- Parameter unter welchen Therapiesituationen am meisten bringen“, bekräftigt Nikolaou.

In fernerer Zukunft könnten neue PET-Tracer auch zur Beschreibung der komplexen Tumor-Heterogenität eingesetzt werden. Denn Tumorzellen bilden beim Fortschreiten der Erkrankung ständig neue

Mutationen und sind räumlich und zeitlich variabel bezüglich Aggressivität und Therapie-Ansprechverhalten. So werden im Laufe der gleichen Tumor-Erkrankung immer wieder eine neue Behandlungsstrategie notwendig. „Das Kommen und Gehen von unterschiedlichen pathologischen Tumorqualitäten im Krankheitsverlauf des individuellen Patienten über Jahre zu monitoren und die Therapie dabei ständig zu adaptieren ist eine klare Vision der modernen Onkologie“, bekennt Nikolaou.

Auch die Kardiologie könnte künftig ein lohnendes Einsatzgebiet für die PET/MR sein. „Die MRT allein ist in diesem Bereich schon sehr stark, so dass sich die

PET schwertut, einen Mehrwert zu liefern“, räumt Nikolaou ein. Bei entzündlichen Herzerkrankungen oder bei bestimmten Kardiomyopathien jedoch ließen sich durchaus Anwendungsmöglichkeiten für PET/MR finden. Bei einer Sarkoidose zum Beispiel ist die MRT wichtig zur Diagnostik der typischen Narbenbildung. Veränderungen im Sinne eines Therapieansprechens sind aber unter PET deutlich früher zu erkennen. Nikolaou: „Hier ist zu diskutieren, ob PET in Bezug auf die entzündliche Komponente dieser Erkrankungen nicht wichtige zusätzliche Informationen liefern kann.“



45-Jährige über einen Master of Health Business Administration (MHBA) und einen zusätzlichen Abschluss auf dem Gebiet des ärztlichen Qualitätsmanagements.

Prof. Dr. Konstantin Nikolaou gehörte 14 Jahre zum Ärzteteam von Prof. Dr. Maximilian Reiser am Institut für Klinische Radiologie am Klinikum der Universität München, davon sieben Jahre lang als Leitender Oberarzt und stellvertretender Ärztlicher Direktor. Er gehörte mehrere Jahre zum Organisationskomitee des Internationalen MR- und CT-Symposiums Garmisch und wurde dort 2013 mit dem „Magnetic Resonance Imaging Award“ ausgezeichnet. Im April 2014 wechselte Nikolaou an das Universitätsklinikum Tübingen, um dort die ärztliche Leitung der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie zu übernehmen. Neben seiner Profession verfügt er über einen

Clinical Data Science

Gute Antworten auf relevante Fragen

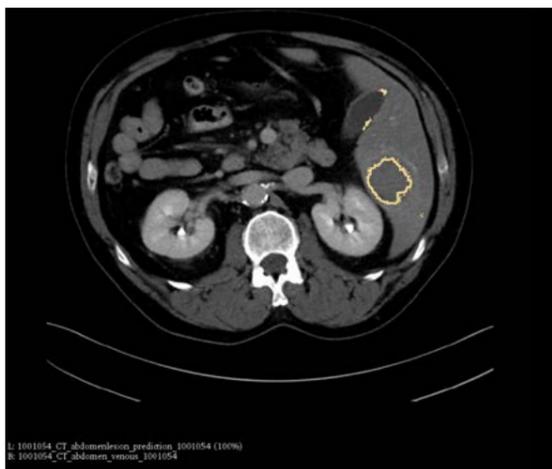
Mehr Informationen aus Daten zu gewinnen und die daraus resultierenden Erkenntnisse in die klinische Praxis zu überführen: Zu diesem Zweck setzt der Clinical-Data-Science-Schwerpunkt an der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München auf maschinelles Lernen.

„Die Digitalisierung ist in der Radiologie schon sehr weit fortgeschritten – das bedeutet, dass die großen Datenmengen, die z.B. in der Bildgebung generiert werden, gut zugänglich sind“, weiß Dr. Michael Ingrisch, Head of Clinical Data Science an der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München: „Nun geht es darum,

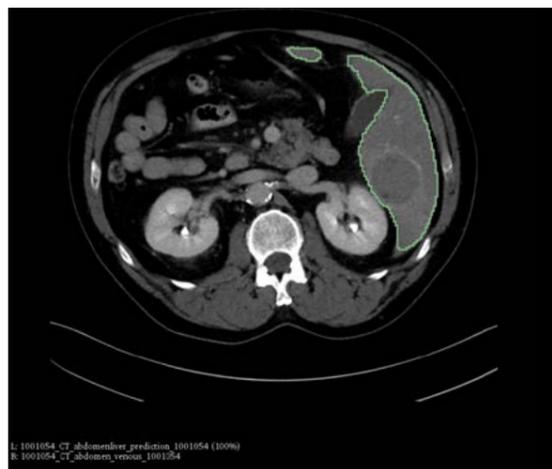
diese Daten möglichst gut zu nutzen.“ Dazu müssen diagnostische Informationen aus der Bildgebung, dem Labor, der Pathologie, oder auch Bereichen wie Genetik, Proteomics, Metabolomics und anderen zusammengeführt, miteinander verknüpft und im Hinblick auf die relevanten Parameter und natürlich die klinischen Endpunkte ausgewertet werden.



Dr. Michael Ingrisch ist Head of Clinical Data Science an der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München. Der Physiker, der bereits als PhD-Student an die Münchner Universitätsklinik kam, ist spezialisiert auf die multiparametrische Auswertung von radiologischen Bilddaten sowie auf dynamische kontrastverstärkte MRT zur Quantifizierung der Hämodynamik in verschiedenen Organen und Geweben. Der von ihm geleitete Schwerpunkt Clinical Data Science umfasst alle Aktivitäten in der Radiologie, die mit Künstlicher Intelligenz zusammenhängen.



Tumor-Segmentierung



Segmentierung der gesamten Leber

„Für die Analyse von solchen hochdimensionalen Datensätzen stellt die Data Science heute leistungsfähige Algorithmen aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz und dem machine learning bereit. Damit können wir mehr Information als bisher aus Daten extrahieren, tiefere Einblicke gewinnen und letztlich therapeutische Entscheidungen auf einer möglichst fundierten Basis treffen“, bekräftigt Ingrisch.

Clinical Data Science – was ist das eigentlich?

Clinical Data Science meint dabei alle Aktivitäten in der Radiologie, die mit Künstlicher Intelligenz – wozu eben auch maschinelles Lernen gehört – zusammenhängen. Deren Einsatzmöglichkeiten beginnen bei der Bildrekonstruktion und reichen weiter über die Bildinterpretati-

on, die Datenintegration, bis zur Diagnose, Prognose sowie Therapieentscheidung. Voraussetzung dafür ist freilich Interdisziplinarität. Im Rahmen des Clinical-Data-Science-Schwerpunkts an der Klinik und Poliklinik für Radiologie – eine Initiative des Physikers Ingrisch und des Radiologen Prof. Dr. Clemens Cyran – arbeiten Radiologen, Physiker, Datenwissenschaftler und Informatiker eng zusammen. Nur so sei es möglich, Produkte zu entwickeln, mit denen Radiologen auch etwas anfangen können: „Eine Antwort auf eine irrelevante Frage zu liefern, bringt nichts für den klinischen Alltag. Das passiert aber leicht, wenn man nicht in engem Kontakt mit den Klinikern steht“, sagt Ingrisch.

Das Erfolgsrezept sind präzise Antworten auf klinisch relevante Fragen: Dem Münchner Physiker und seinem Team ist es zum Beispiel gelungen, mit maschinellem Lernen das Ansprechen einer Radioembolisation bei Patienten mit Lebertumoren gut vorherzusagen [doi: 10.2967/jnumed.117.200758]. Dazu stützen sie sich auf ganz gewöhnliche prätherapeutische Parameter. Es stellte sich unter anderem heraus, dass z.B. die Level von Cholinesterase und Bilirubin im Blut großen Einfluss auf die Überlebenszeit der Patienten haben. „Vor allem konnten wir durch den machine-learning-Ansatz einen stark nichtlinearen Einfluss dieser Parameter identifizieren – das wäre uns mit herkömmlichen Methoden nicht gelungen“, berichtet Ingrisch: „Künftig können wir auf dieser Basis Therapieentscheidungen möglicherweise genauer zu treffen.“

Ein anderes Machine-Learning-Modell der Münchner Forscher hat bestätigt, dass bei Gliomen der WHO-Grade II und III eine Mutation des IDH-Gens (Isocitrat-Dehydrogenase) die größte prognostische Aussagekraft hat [doi: 10.1016/j.ejca.2018.10.019]. „Dieses Ergebnis entspricht den kürzlich aktualisierten Leitlinien zur Klassifikation von Hirntumoren“, betont Ingrisch. „Vor allem hat unser Modell aber aufgezeigt, dass die Kontrastmittelaufnahme des Tumors alleine wenig aussagt – erst in komplementärer Zusammenschau mit dem IDH-Mutationsstatus kann der prognostische Wert der Kontrastmittelaufnahme richtig eingeschätzt werden“. Dieses Ergebnis unterstreicht die Wichtigkeit der Datenintegration – also des Zusammenführens von verschiedenen Datenquellen.

VNA – UniView – IHE
FÜR EIN SICHERES DATENMANAGEMENT

SECTRA
Knowledge and passion

www.sectra.com/dach

„Diese Ergebnisse haben eindeutig klinische Relevanz“, betont der Münchner Physiker: „Bis sie aber tatsächlich in der klinischen Praxis ankommen, ist es oft noch ein weiter Weg.“ Denn es handelt sich um Auswertungen von retrospektiven Daten, also Daten, die eigentlich für andere Studien generiert wurden. Eine retrospektive Studie ist allerdings bei weitem nicht so aussagekräftig wie eine, die speziell für eine bestimmte Fragestellung aufgesetzt wurde. „Solche Beobachtungen müssen erst in prospektiven Studien validiert werden, erst dann können sie Eingang finden in Leitlinien und die klinische Praxis finden“, weiß Ingrisch. Allerdings gilt das nicht für alle Anwendungen.

Denn Clinical Data Science umfasst noch einen weiteren Aspekt: Wie können die gewonnenen Erkenntnisse rasch und ohne den mühsamen Weg über eine prospektive Studie in die klinische Routine überführt werden? „Da geht es gar nicht darum, eine möglichst genaue Diagnose oder Prognose zu stellen, sondern dem Radiologen die Arbeit zu erleichtern“, wie Ingrisch erläutert. In der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München laufen derzeit zwei Projekte, die in diese Richtung gehen: Zum einen soll die Quantifizierung von Hirnvolumina (Hirnvolumetrie) zu einer präziseren Diagnostik bei dementen Patienten führen, zum anderen soll die Computerunterstützung bei der Befundung von Thorax-Röntgenbildern verbessert werden.

Große klinische Relevanz bei geschicktem Einsatz von ML

„In unserer Abteilung für konventionelles Röntgen haben wir mehrere Assistenzärzte, die den ganzen Tag hauptsächlich Röntgenaufnahmen des Thorax von Intensivpatienten befunden“, schildert Ingrisch. Dabei gehe es um Fragen wie: Liegt der Zentralvenenkatheter richtig? Ist ein Pneumothorax im Vergleich zum Vortag größer oder kleiner geworden? „Hätten wir ein Computersystem, das die Thoraxaufnahmen priorisiert, so dass zuerst die befundet werden, die eine unmittelbare Reaktion erfordern – etwa einen Katheter wieder richtig zu legen – dann wäre im Sinne der Qualität und des Risikomanagements sehr viel gewonnen“, bekräftigt Ingrisch.

Dabei müsse es sich um kein besonders exaktes System handeln. Zur Illustration verweist Ingrisch auf eine (Fremd-)Publikation in „Nature“ aus dem Jahr 2018 [doi: 10.1038/s41746-017-0015-z]: US-Radiologen haben eine Methode entwickelt, mit der sich intrakranielle Blutungen automatisiert detektieren lassen. Dabei kommt es gar nicht auf das letzte Zehntelprozent Genauigkeit an, denn das System wird lediglich dazu eingesetzt, um im Notfallsetting jene Patienten zu priorisieren und zuerst zu befunden, bei denen ein Verdacht auf intrakranielle Blutungen besteht. Auf diese Weise konnte bei den betreffenden Patienten die Zeit zwischen der Durchführung der Schädel-CT und der Befunderstellung von 500 auf 19 Minuten reduziert werden. „Bei einer Gehirnblutung macht das einen gewaltigen Unterschied“, unterstreicht Ingrisch: „Mit einem solchen System lässt sich der Workflow massiv optimieren, wenn man es geschickt einsetzt.“



Ausflug auf die Zugspitze

Auch wenn die Zugspitze mit 2962 Metern die magische 300er-Grenze nur fast erreicht, macht Deutschlands höchster Berg die fehlenden 38 Meter allein durch seine Aussicht wett. Dank moderner Technik kann heute jeder den Gipfel erreichen - von Garmisch aus führen Seil- und Zahnradbahnen auf die Höhe. Viele Hütten- und Bergrestaurants laden zum Einkehren ein, um das atemberaubende Panorama von der Münchner Stadtsilhouette über den Großglockner bis nach Innsbruck und die Dolomiten

zu genießen. Auf der Bergspitze werden Ausflügler mit einer Ausstellung belohnt, die sich mit der Geschichte der Zugspitze beschäftigt und besonders spannend für Technikinteressierte wird. Der Eintritt ist kostenlos.

Einstieg Bergbahn:

Olympiastr. 27,
82467 Garmisch-Partenkirchen

Weitere Informationen: www.zugspitze.de

DR 600

Für Sie zählt Präzision, Geschwindigkeit und Komfort?

Dann sind Sie bei uns genau richtig.

Mit hoher Produktivität, innovativen Funktionen und der ZeroForce-Technologie bietet der vollautomatisierte Röntgenarbeitsplatz DR 600 höchste Präzision, Geschwindigkeit und Komfort. Optimierte, reibungslose Arbeitsabläufe führen zu einem höheren Patientendurchsatz.

Die Automatisierung in Verbindung mit DR-optimierten Organprogrammen, der selbstadaptiven Bildverarbeitungssoftware MUSICA und der nahtlosen Integration in RIS und PACS führt zu Ergebnissen, wie Anwender sie erwarten: diagnostisch hochwertige Röntgenaufnahmen schnell und effizient erstellt mit maximaler Anwenderfreundlichkeit und Komfort für den Patienten.

www.agfa.com

Veranstaltung

**Dienstag, 15.01.2019,
09:30–10:00 Uhr**

**Programm Grundkurs
Magnetresonanztomographie
MR-Sicherheit
Dr. Michael Ingrisch (München)
Session: MRT Technik**

AIR Technology: Zukunftsweisende Spulentechnologie

Die Verwendung herkömmlicher, starrer Spulen in der MRT-Technik wird seit Langem als Einschränkung in der Handhabung und Patientenerfahrung betrachtet.

GE Healthcare hat eine revolutionäre Entwicklung auf diesem Gebiet hervorgebracht: Die fortschrittliche AIR Technology vereint Patientenkomfort, Bildqualität und einfache Handhabung, indem die AIR-Spulen gegenüber konventioneller Spulentechnik auf ein neuartiges Spulenleitermaterial (INCA-Loop) setzen. Die Spulen sind leicht wie eine Decke: im Vergleich zu herkömmlichen Vorgängerexemplaren sind sie mit nur 45g pro Kanal um mehr als 60 Prozent leichter und extrem flexibel, aber dennoch robust. Durch ihr geringes Gewicht sinkt die körperliche Belastung für den Patienten während der Untersuchung auf ein Minimum und steigert damit den Patientenkomfort deutlich. In der Anwendung überzeugt die AIR Technology durch eine ungewohnt einfache Handhabung und

Lagerung. Die AIR-Spulen sehen ähnlich aus wie eine Decke und passen sich durch ihre einzigartige Flexibilität optimal der Anatomie des jeweiligen Patienten an. So vereint sich der hohe Qualitätsstandard der AIR Technology mit einer völlig neuen und weitaus angenehmeren Das neuartige Material ist nicht nur deutlich leichter als zuvor, die neue Technologie stellt zudem eine Kombination aus hoher Elementdichte für ein starkes Signal und großen Spulenelementen für eine hohe Eindringtiefe dar. Das Ergebnis ist eine kompromisslos brillante Bildqualität und ein neuer Maßstab der MRT-Technik.

Neue Spulen für die Herzbildgebung

Die Einführung der neuen Spulentechnologie erfolgte mit dem SIGNA Premier, dem neuesten und leistungsstärksten MRT-System von GE Healthcare. Der SIGNA Premier ermöglicht Diagnostik auf Spitzenniveau. Die europaweit erste Inbetriebnahme der AIR-Spulen erfolgte in der Eras-

mus Klinik in Rotterdam, wo der SIGNA Premier in der Herzbildgebung eingesetzt wird. Die positive Resonanz der Anwender, unter anderem von Kardiologe Dr. Alexander Hirsch und Radiologe Brendan Bakker, verdeutlicht die Vorteile der neuen Spulen: nicht nur für Patienten, auch für Radiologen und MTRA ist das geringere Gewicht eine Erleichterung. Ein weiterer Bonus ist die Zeitersparnis, da nicht zwischen unterschiedlichen Spulen gewählt und diese nicht kalibriert werden müssen sowie einfach und schnell gelagert werden können.

Auch in Deutschland begeistert die AIR-Technologie erste Anwender: „Der SIGNA Premier ist ein Muskelprotz mit seinen SUPER-G Gradienten (80/200), der aber die Patienten durch die AIR Technologie wie in Luft und Watte packt. Weil radprax nur das Beste kauft, haben wir gleich zwei genommen.“, so Dr. Heiner Steffens, geschäftsführender Gesellschafter bei radprax MVZ GmbH Wuppertal. In Zukunft werden neben dem SIGNA Premier weitere MRT-Systeme von GE Healthcare verfü-



bar sein und der einzigartigen Verbindung aus optimaler Bildqualität und maximalem Patientenkomfort den Weg ebnen.

MR Performance Excellence Programm

GEs Programm zur Verbesserung von Effizienz, Produktivität und Bildqualität hilft MR Usern anhand von übersichtlichen Dashboards dabei, tiefgreifende Analysen zu erstellen und ihre Abläufe zu

optimieren. Dank halbjährlicher Termine zur Optimierung der Abläufe und Protokolle wird der Durchsatz gesteigert und die Bildqualität verbessert.

So berichtet Dr. Christopher Ahlers, geschäftsführender Gesellschafter radiomed: „Wir konnten eine signifikante Verbesserung der Produktivität unserer MR-Systeme erzielen. Die Patientenzahlen stiegen von 120 auf rund 180 Patienten pro Woche - und dies ohne Kompromisse in der Bildqualität.“

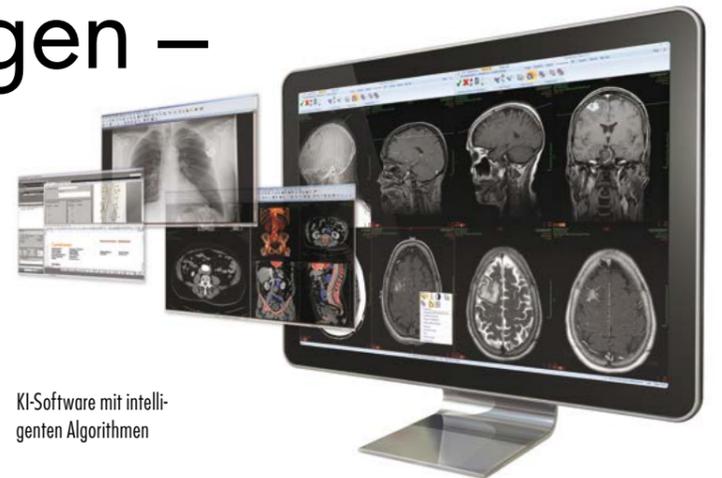
Neuer Maßstab für IT-Lösungen – Carestream Vue

Auf dem MRT-Symposium in Garmisch präsentiert Carestream seine Vue PACS Anwendung, eine IT-Gesundheitsplattform der nächsten Generation, die RIS und PACS sowie die Befundung in der Radiologie, Kardiologie und Mammografie vereinfacht.

Strukturierte interaktive Befundung mit KI Software

Intelligente KI Softwarelösungen hat das Unternehmen schon vor einem Jahr in seine PACS Anwendungen integriert und weiter ausgebaut. Das Vue PACS ist mit integrierten 3D- und MPR-Ansich-

ten sowie mit Onkologie-, Neurologie-, Mammographie- und Kardiowerkzeugen ausgestattet. Das Reporting-Tool steht für eine integrierte, strukturierte Multi-Mediabefundlösung sowie automatisierte Radiology-Assist-Möglichkeiten. Die innovativen KI Werkzeuge bieten auto-



KI-Software mit intelligenten Algorithmen

Transatlantic steht für Kontinuität und Mut zur Innovation!

Transaflow Multi APS Safety Sicherheit und Hygiene in der Radiologie

Unser geschlossenes System aus dem Transaflow Multi APS safety Füllsystem und der Transaflow Patientenswellschleifen für die sichere und hygienische Kontrastmittelapplikation – Qualität Made in Germany.

Das System ist für die Mehrfachanwendung sowohl am CT als auch am MRT geeignet. Unser Transaflow Multi APS safety ist mit allen Kolbeninjektoren kompatibel und hält höchsten Anforderungen bis zu 12 Stunden Stand.

- Mit sicherem Tropf- und Verklebestopp
- Mehrere hochwertige Rückschlagventile
- Keimsperrung für höchste Patientensicherheit
- Leichte Handhabung durch eindeutige farbliche Kennzeichnung
- Bis zu 12 Stunden anwendbar
- Latexfrei
- PHT/DEHP frei



Transatlantic Handelsgesellschaft Stolpe & Co. mbH | Siemensstr. 21-23 | 61267 Neu-Anspach
Tel.: +49 (0) 6081 9430-50 | Fax: +49 (0) 6081 9430-80 | info@transat.de | www.transatlantic.de

matische Befundergebnisse. Der Befund mit Verlinkung auf Schlüsselbilder und Voruntersuchungen ermöglicht den ganzheitlichen, qualitativ hochwertigen und strukturierten Befund.

Die von Carestream unter dem Begriff Vue Imaging Analytics zusammengefassten Funktionen ermöglichen zum Beispiel die automatisierte Bestimmung der Knochenichte, die Erkennung von Hirnblutungen, Fettleber, Lungenemphysemen, Koronar-Kalzium und Kompressionsfrakturen im Wirbelbereich. Heute basieren KI-Tools vor allem auf CT-Bildern, in Zukunft, so Carestream, werde es eine große Anzahl von KI-Tools für alle bildgebenden Verfahren geben.

Weitere Highlights sind:

Patientenorientierter Workflow – stufenlos skalierbares Management

Vue PACS für Enterprise Imaging bietet die Archivierung aller medizinischen Bilddaten (JPG, DICOM, MPEG4, PDF) und eine webbasierte, installationsfreie Browseranwendung zur Bildverteilung. Das stufenlos skalierbare Workflow Management System ermöglicht die Datenspeicherung und Archivierung mit integriertem Lifecycle Management. Die gespeicherten Daten sind überall verfügbar. Die webbasierte Administration und Konfiguration des Gesamtsystems bietet dem Administrator eine optimale, ortsunabhängige Arbeitsoberfläche.

Dynamische Arbeitsliste zur Workflow Unterstützung

Der Worklist-Orchestrator ermöglicht eine dynamische Arbeitsliste zur Unterstützung des radiologischen Arbeitsablaufs. Dabei geht es um die Optimierung von Arbeitsabläufen und eine intelligente Steuerung von Workflows zur effizienten Unterstützung der Radiologen: Die zur Befundung anstehenden Aufnahmen werden automatisch der Worklist hinzugefügt oder auf die diensthabenden Ärzte verteilt.

Plattformunabhängige Bildverteilung

Das Vue Motion Portal bietet die Bild- und Befundverteilung für Stationen/Kliniker, Krankenhäuser, Zuweiser und Patienten, eine unabhängige Plattform, die mit jedem Browser und auf allen mobilen Geräten angewendet werden kann. Einfacher und schneller kann der Zugriff auf alle medizinischen Bilddaten (Video, JPG, DICOM, Non DICOM) sowie Informationen und Befunde nicht sein.

Herstellerunabhängiges Archiv

Vue für die herstellerunabhängige Archivierung bietet die Möglichkeit, unterschiedliche Fachabteilungen anhand aktuellster Standards einzubinden und zusammenzuführen. Mit Bildern und Daten aus verschiedenen Systemen, wie z. B. Imaging-Untersuchungen, Labor- und Pathologiedaten, Videodateien und JPEG-Bildern, lässt sich ein umfassendes Patienten-Portfolio erstellen. Unterstützt werden Protokolle wie z. B. HL7, DICOM, Nicht-DICOM, IHE (mit XDS, XDS-i) und WADO.



Richard-Strauss-Institut

Richard Strauss zählt zu berühmten Söhnen von Garmisch. Er ist zwar in München geboren, ließ aber 1908 in Garmisch-Partenkirchen eine Villa als Sommerresidenz bauen, die heute als Richard-Strauss-Institut an den großen Musiker erinnert. Zu sehen sind ein wahrer Schatz an ausgesuchter Strauss-Literatur sowie seltenen Aufnahmen.

Öffnungszeiten: Montag-Freitag | 10-16 Uhr
Telefonnummer: 08821-910 5950

Agfa Medical Imaging: Direktradiographie für höchste Ansprüche und Qualität

DR 600: Deckenmontierter, vollautomatisierter Röntgenarbeitsplatz

Bei Arbeitsplätzen mit hohem Patientenaufkommen sind Geschwindigkeit, Präzision und Komfort eminent wichtig. Langjährige Erfahrungen und ein enger Kontakt mit Anwendern in der Radiologie wurden genutzt, um den hochproduktiven, digitalen Röntgenarbeitsplatz DR 600 zu entwickeln.

Modernste Autopositionierungstechnologie, bidirektionale Nachlauffunktionen und manuelles Verfahren erlauben eine ergonomische, einfache Bedienung. Mit der ZeroForce-Technologie sind Deckenstativ, Rasterwandstativ oder Patiententisch schnell motorisiert und leicht auch manuell zu verfahren. Das Ergebnis sind optimierte, reibungslose Arbeitsabläufe und ein höherer Patientendurchsatz.

Das DR 600 System zeichnet sich nicht nur durch einzelne Funktionen oder Einsatzmöglichkeiten aus, es stellt vielmehr das Zusammenspiel all dessen in einer umfassenden und integrierten DR-Lösung dar, die beste diagnostische Bildqualität, maximale Produktivität, Vielseitigkeit und Bedienkomfort bietet. Die Automatisierung in Verbindung mit den Organprogrammen der MUSICA-Workstation, der selbstadaptiven Bildverarbeitungssoftware MUSICA und der nahtlosen Integration in RIS und PACS führt zu Ergebnissen, wie die Anwender sie erwarten: diagnostisch hochwertige Röntgenaufnahmen schnell und effizient erstellen mit maximaler Bedienerfreundlichkeit für den Anwender und Komfort für den Patienten.

DR 800: Dynamisches Multifunktionssystem

Das mit einem dynamischen Flachdetektor ausgestattete System ist eine vielseitige, vollständig integrierte DR-Lösung für projektionsradiographische Aufnahmen und fluoroskopische Untersuchungen. Erstmals kommt im DR 800 die neue MUSICA Dynamic-Bildverarbeitungssoftware zum Einsatz, die Durchleuchtungsaufnahmen signifikant verbessert. Das DR 800 kann für verschiedenste Untersuchungen angewendet werden und liefert Aufnahmen von höchster Qualität und effizientere Arbeitsabläufe. Und das System ist vorbereitet für zusätzliche Applikationen wie Dual Energy und Tomosynthese.

Klarheit auf den ersten Blick: Dosiskontrolle unmittelbar nach der Exposition

Die neue Strahlenschutzverordnung sieht unter anderem eine Meldepflicht über eine ständige, ungerechtfertigte Überschreitung der bei der Untersuchung zu Grunde zu legenden diagnostischen Referenzwerte vor. Ein neues Software-Tool für Agfas MUSICA Acquisition Workstation bietet Anwendern die übersichtliche, unmittelbare Darstellung

und Überprüfung der diagnostischen Referenzwerte direkt nach der Exposition.

DR Expert Training: Maßgeschneidert und zertifiziert

Agfa unterstützt Anwender im Zeitalter der digitalen Radiographie. So zeigt das neue DR Expert Training die vielfältigen technischen Möglichkeiten und Facetten des digitalen Röntgens und den daraus unmittelbar resultierenden Nutzen für Anwender und Patient. Direkt am Arbeitsplatz werden Grundlagen der Aufnahme- und Belichtungstechnik aufgefrischt sowie unter Berücksichtigung aktueller Leitlinien und diagnostischer Referenzwerte Parameter und deren Auswirkungen auf Bildqualität und Dosis erläutert. Neben der Theorie stehen anwenderspezifische Fragen und Themen im Mittelpunkt. Aus verschiedenen Modulen wählt der Anwender seinen Bedarf und erhält eine auf seine Anforderungen maßgeschneiderte Schulung. Mit dem Training können bis zu acht Credit Points (CP) als Beitrag zum Freiwilligen Fortbildungszertifikat von DIW-MTA/DVTA erworben werden.

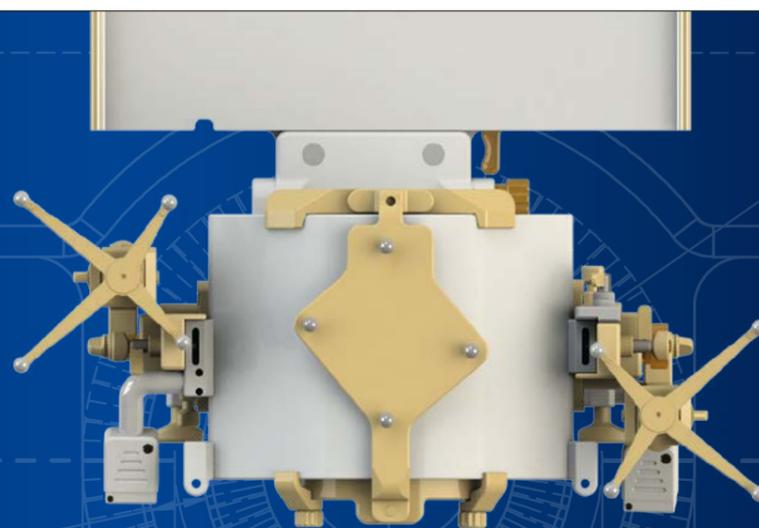
Besuchen Sie uns: Stand T3 und unter www.agfa.com



Besuchen Sie uns am Stand X9

Entdecken Sie innovative MRT-Spulen-Lösungen für:

- ▶ beste MR-Bildqualität
- ▶ interventionelle Anwendungen
- ▶ mehr Zeitersparnis
- ▶ absolute Flexibilität
- ▶ hohen Patientenkomfort



We build your vision!

- | | |
|--------------|----------------------|
| Brustbiopsie | Neurochirurgie |
| Orthopädie | Prostataintervention |
| Pädiatrie | Sonderentwicklungen |



Im Fokus – Anwender und Arbeitsprozesse

medavis überzeugt mit neuen Modulen und Lösungen beim RIS

Der Spezialist für Workflowlösungen in der Radiologie zeigt Innovationen für digitale Prozesse beim MR 2019 Garmisch. medavis setzt dabei auf effiziente, schnelle und stabile Software, neueste Technologien und qualifizierten Support. Alle medavis Lösungen fokussieren auf Arbeitsabläufe der Anwender und schöpfen das Potential radiologischer Einrichtungen nachhaltig aus.

Neue medavis RIS-Module
Telematik Infrastruktur (TI) und Versichertenstammdatenmanagement (VSDM)
 medavis hat mit dem medavis RIS das Konformitätsverfahren der gematik bereits im Dezember 2017 als einer der ersten RIS-Anbieter bestanden. Mit dem neuen Modul „Telematik Infrastruktur Package“ sind Anwender bestens für den Start in die TI vorbereitet. Das Modul umfasst den VS-

DM-Dienst zum Abgleich der Versichertenstammdaten und die Schnittstelle zum Konnektor.

Terminausfälle minimieren – Praxisreputation erhöhen

Der digitale Wandel bietet inzwischen vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten und erleichtert es damit auch, mit den Patienten in Verbindung zu bleiben. So ermöglicht das Modul Patientenbenachrichtigung die Kommunikation vor und nach dem Patientenbesuch. Die Terminfunktion minimiert Ausfallzeiten und die Möglichkeit für Patienten, Bewertungen abzugeben, stärkt die Reputation.

Innovative Workflow- und Managementlösungen
Teleradiologie, integriertes Befunden von einem anderen Standort

Mit der Teleradiologie-Lösung bietet

medavis die Möglichkeit, standortübergreifend Befundungsaufträge zu erstellen und zu versenden. Die Befundung teleradiologischer Aufträge erfolgt an einem anderen Standort und ist vollständig integriert im medavis RIS Befundungsworkflow. Neue Standorte können hinzugefügt und deren Empfänger verwaltet werden.

Überweiserportal - so bleiben die Zuweiser treu

medavis hat mit dem Überweiserportal eine zeitgemäße webbasierte Lösung entwickelt, Studien und Befunde mit zuweisenden Kollegen zu teilen. Zuweiser haben direkten Zugriff auf Befunde und können diese mit dem integrierten Viewer betrachten. Die Anzeige von Vorbefunden ist im Portal ebenso möglich wie der Download der DICOM-Dateien. Diese Lösung stärkt die Treue der zuweisenden Ärzte und die

Der medavis Workshop



Auf dem MR 2019 Garmisch veranstaltet medavis am Donnerstag, 17.01.2019, einen kostenlosen Workshop zum Thema: **Vernetzte Radiologie – „So machen Sie Ihren Befund zum erfolgreichen Marketinginstrument.“**

Anmeldung und Agenda: workshop.medavis.de

Reputation der radiologischen Einrichtung. Mehr Informationen bietet der medavis Workshop direkt beim Kongress.

Führen mit Fakten - Ressourcen richtig nutzen

Mit dem medavis cockpit4med erhalten die Anwender Fakten und können so ihre Radiologie wirtschaftlich und qualitätsorientiert steuern. Die Nutzer können auf ihre individuellen Daten zugreifen – ohne sich um die Aufbereitung kümmern zu müssen. Dank des anpassbaren Dashboards kön-

nen die Kerndaten des Betriebs in Echtzeit eingesehen werden wie beispielsweise die Wartezeit der Patienten, die Auslastung der Modalitäten oder die HL7-Queue. Damit wissen die Anwender stets, wie viele Befundaufträge zur Bearbeitung oder zur Freigabe anstehen. Das anpassbare Dashboard zeigt die betrieblichen Kennzahlen.

Nutzen Sie die Möglichkeit zum Informationsaustausch mit unseren Experten und einer RIS-Workflow-Demo am Stand N1. www.medavis.de

Was kommt nach Gadolinium?

Abdomen- und Prostata-Diagnostik & Therapie

Die Thematik der Gadolinium-Ablagerungen im Gehirn und anderen Organen steht weiterhin im Fokus des medizinisch-wissenschaftlichen und öffentlichen Interesses. Auf dem vergangenen RSNA-Kongress befassten sich zahlreiche Vorträge mit diesem Thema, Publikumsmedien nehmen es immer wieder in ihre aktuellen Berichterstattungen auf. Diese latenten Diskussionen haben die Suche nach diagnostischen Alternativen zu Gadolinium-haltigen Kontrastmitteln befeuert. Neben eisenhaltigen Substanzen rücken erneut Kontrastmittel auf Mangan-Basis in den Fokus.

Das Industriesymposium am 17. Januar 2019 im Rahmen des 18. Internationalen MRI Symposiums in Garmisch-Partenkirchen nimmt sich mit drei Schwerpunkt-vorträgen dieses Themas an. Hierbei sollen neben diagnostischen auch therapeutische Aspekte adressiert werden.

Prof. Dr. Ernst Rummeny, München, stellt in seinem Vortrag neue Perspektiven für die Pankreasdiagnostik vor und greift dabei den Einsatz von manganhaltigen Kontrastmitteln auf. Prof. Dr. Mathias Prokop aus Nijmegen, Holland, nimmt sich der



gleichermaßen spannenden Fragestellung des N-Stagings beim Prostatakarzinom unter Einsatz eisenhaltiger Kontrastmittel an. Abgerundet wird das Lunchsymposium mit einem Beitrag von Dr. Daniel Bürgy, Mannheim, zu strahlentherapeutischen Optionen beim oligometastasierten Prostatakarzinom.

Industriesymposium

Donnerstag, 17.01.2019, 12:50–13:50 Uhr

Was kommt nach Gadolinium? Abdomen- und Prostata-Diagnostik & Therapie

Veranstalter: b.e.imaging

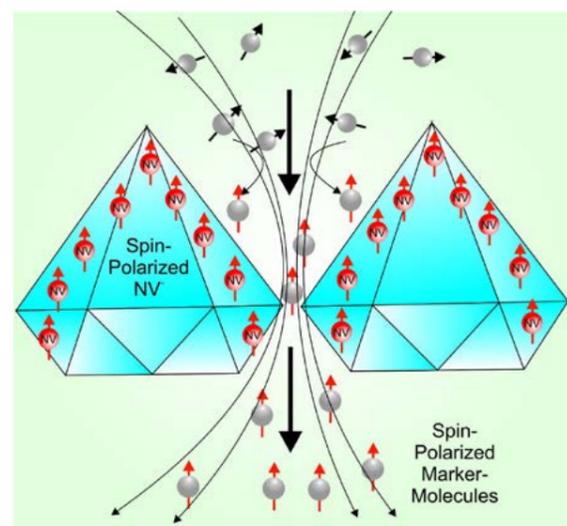
Durchbruch in der bildgebenden MRT des Herzens

Das Projekt MetaboliQs kombiniert diamantbasierte Quantensensorik und medizinische Bildgebung, um das Verständnis für krankheitsbedingte molekulare Veränderungen im Körper zu verbessern und dadurch die personalisierte Diagnostik von kardiovaskulären Krankheiten voranzutreiben.

Die MRT ist zwar als Methode zur Diagnose von Herz-Kreislauf-Erkrankungen weit verbreitet, aufgrund ihrer begrenzten Empfindlichkeit können jedoch molekulare und Stoffwechsel-Aktivitäten im Herzen nicht ausreichend erkannt werden. Hier kommen aktuelle MRT-Techniken mittels Hyperpolarisation ins Spiel, da sie die Sensitivität um bis zu fünf Größenordnungen zu erhöhen. Leider dauert der Hyperpolarisierungsprozess sehr lange, ist extrem kostspielig und umständlich und erfordert zudem Temperaturen von unter -270°C. Das Projekt MetaboliQs zielt darauf ab, durch Fortschritte in der Quantenphysik eine neue Methode für die MRT zu entwickeln.

Fortschritte in der Quantenphysik

Das Verfahren, das auch als „Hyperpolarisierte MRT“ bezeichnet wird, ermöglicht die Darstellung und Visualisierung wichtiger Stoffwechselsubstrate im Herzen und



Die in MetaboliQs verwendete Technik basiert auf der Hyperpolarisation von Markermolekülen wie Pyruvat für die MRT

Quelle: Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik AF
 Bildnachweis: Dr. Christoph Mebel, Fraunhofer AF

anderen Organen durch Hyperpolarisation von Kernspins körpereigener und ungiftiger Substrate. Damit ermöglicht sie eine bisher unerreichte, hochsensitive Quantifizierung der Stoffwechselaktivität und ebnet den Weg für eine präzise Diagnose und individualisierte Therapie von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Sie ermöglicht es auch, Patienten, die von invasiven oder pharmakologischen Behandlungen profitieren, von denen zu unterscheiden, für die andere Be-

handlungsmethoden zielführender sind. MetaboliQs wird die transformativen Eigenschaften von Diamant-Stickstoff-Vakanzen (nitrogen vacancies, NV), wie die hohe Quantenkohärenz und -kontrolle, nutzen, um einen Durchbruch in der hyperpolarisierten MRT zu ermöglichen: Ein kostengünstiger und durchsatzstarker Diamantpolarisator, der mit jeglichem, MRT-Scanner verwendet werden kann und innerhalb von Minuten Ergebnisse liefert.

More than just MRI accessories

www.allmri.com

GET UP®

Das schwenkbare Haltesystem für die Radiologie

- Selbstständige Umlagerung und Positionierung des Patienten
- Aktive Mithilfe des Patienten
- Multifunktioneller Einsatz in den Bereichen: CT, MRT, Röntgen oder Strahlentherapie
- Stetige Entlastung des medizinischen Personals
- Sichere Haltemöglichkeit vor und nach der Untersuchung
- Effizienzsteigerung der Radiologie- und Therapiezentren

Tel.: +49 2522 – 30532 | www.febromed.de

„Elastische“ Kontrastmittel

Forscher vom Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) haben einen Weg gefunden, in der Magnetresonanztomografie (MRT) bei geringerem Kontrastmittelbedarf qualitativ hochwertige Bilder zu gewinnen.

Die MRT ist eine unverzichtbare Methode, um Krankheiten zu diagnostizieren und Therapieverläufe zu überwachen. Allerdings benötigt die MRT eine hohe Konzentration an Molekülen, um ein verwertbares Signal aufzunehmen. Oft werden daher Kontrastmittel eingesetzt, um Veränderungen wie etwa Tumoren deutlicher aufspüren zu können. Doch auch dadurch lässt sich die Empfindlichkeit der MRT nur begrenzt steigern. Zudem wird über die Sicherheit bestimmter Kontrastmittel, die das Element Gadolinium enthalten, aktuell zunehmend diskutiert. „Wir brauchen neue, verbesserte Verfahren, bei denen möglichst wenig Kontrastmittel möglichst viel der Signalgebenden Substanz – das ist typischerweise Wasser – beeinflusst“, sagt FMP-Forscher Dr. Leif Schröder.

Schröder und sein Team arbeiten seit einiger Zeit daran, Kontrastmittel auf Xenon-Basis zu entwickeln. Die Gruppe benutzt hierzu ein Verfahren mit starken Lasern, bei dem das Xenon künstlich magnetisiert wird und dann bereits in geringen Mengen messbare Signale erzeugt. Um nun bestimmte zelluläre Krankheitsmarker aufzuspüren, muss das Xenon kurzzeitig an diese gebunden werden. In einer durch das Human Frontiers Science Program (HFSP) geförderten Kooperation mit Wissenschaftlern des California Institute of Technology (Caltech) hat das Team um Dr. Schröder nun eine neue Klasse von Kontrastmitteln erforscht, die das Xenon reversibel binden. Es handelt sich dabei um hohle Proteinstrukturen, die von bestimmten Bakterien hergestellt werden, um damit ihre Schwebetiefe im Wasser zu regulieren. Die Forschungsgruppe am Caltech hatte diese sogenannten Gas-Vesikel vor einiger Zeit als MR-Kontrastmittel eingeführt. Allerdings war bislang nicht bekannt, wie gut sie mit Xenon „beladen“ werden können.

In der im Fachjournal „ACS Nano“ veröffentlichten Studie beschreiben beide Gruppen nun, dass diese Vesikel ein ideales Kontrastmittel sind: Sie können ihren Einfluss

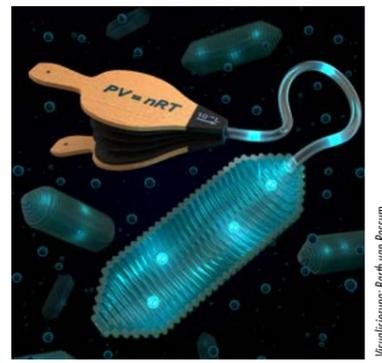
auf das gemessene Xenon „elastisch“ anpassen. „Die Proteinstrukturen weisen eine poröse Wandstruktur auf, durch die das Xenon ein- und ausströmen kann. Dabei nehmen die Gas-Vesikel im Gegensatz zu herkömmlichen Kontrastmitteln stets einen festen Anteil des Xenons auf, das in der Umgebung bereitgestellt wird, also auch größere Mengen“, berichtet Schröder. Das lässt sich in der MRT-Diagnostik zunutze machen, denn die Gas-Vesikel füllen sich automatisch mit mehr Xenon, wenn dieses in der Umgebung ange-

boten wird. „Sie fungieren wie eine Art Ballon, an dem außen eine Pumpe hängt. Wird der Ballon aufgepumpt, indem Xenon-Atome in das Gas-Vesikel einströmen, ändert sich seine Größe nicht, aber der Druck steigt – ähnlich wie bei einem Fahrradschlauch.“

Dadurch, dass viel mehr Xenon in die Vesikel hineinpasst als bei herkömmlichen Kontrastmitteln, können die Xenon-Atome deutlich besser ausgelesen werden. So wird der Bildkontrast gegenüber dem Hintergrund um ein Vielfaches besser, die

Qualität der Aufnahme steigt deutlich. Diese Kontrastmittel lassen sich deshalb auch zur Sichtbarmachung von Krankheitsmarkern einsetzen, die in verhältnismäßig geringen Konzentrationen vorkommen.

Im weiteren Verlauf wollen die Gruppen die Kontrastmittel in ersten Tierstudien testen. Dr. Schröder und sein Team konnten erste MRT-Aufnahmen mit Partikel-Konzentrationen durchführen, die eine Million Mal geringer ist als die von aktuell üblichen Kontrastmitteln. ■



Visualisierung: Barith von Bessum

Eine neue Art von MRT-Kontrastmittel füllt sich selber mit dem harmlosen Edelgas Xenon nach dem idealen Gasgesetz und sorgt so für verbesserten Kontrast im Vergleich zu konventionellen Kontrastmitteln.

DAS BESTE KOMMT ZUM SCHLUSS.

BECKELMANN



Kontrastmittel
& Medizinprodukte



Röntgen
& Medizintechnik



Praxis
& Bürobedarf



Technische
Lösungen & Services



Umfassende
Fachberatung

BECKELMANN.DE

Ihr Lieferant für alles rund um die Radiologie

SIE WÜNSCHEN? WIR LIEFERN. 0800 / 2 32 53 56

kostenlos aus dem deutschen Festnetz

Impressum

Herausgeber: Kongressverein für Radiologische Diagnostik e.V. und EUROKONGRESS GmbH GbR
Schleissheimer Str. 2, D-80333 München

Vi.S.d.P.:
Prof. Dr. h.c. Maximilian Reiser

Verlag:
EUROPEAN HOSPITAL Verlags GmbH
Theodor-Althoff-Str. 45, D-45133 Essen
www.healthcare-in-europe.com

Geschäftsführung:
Daniela Zimmermann

Redaktion:
Beate Schenk, Wolfgang Behrends,
Sascha Keutel, Karoline Dobbert-Laarmann,
Cynthia Keen, Lisa Chamoff,
Michael Krassnitzer

Übersetzung:
Annette Bus

Medienberatung:
Ralf Mateblowski

Anzeigenverwaltung:
Dorothea Fleischer

Art Director:
Carina Schmitt,
DRILLING GmbH – Agentur für visuelle Kommunikation

Druck:
Safner Druck u. Verlag GmbH,
Mittelgrundstraße 28, D-96170 Priesendorf
© 2019 EUROPEAN HOSPITAL Verlags GmbH

RADIOLOGIE WORKFLOW LÖSUNGEN

Besuchen Sie uns:
MR 2019 Garmisch
18. MRT Symposium
17.-19.01.2019
Stand N1
&
medavis Workshop
17.01.2019

IHR WEG
ZU MEHR
EFFIZIENZ

medavis WORKSHOP - VERNETZTE RADIOLOGIE
„So machen Sie Ihren Befund zum erfolgreichen Marketinginstrument“
workshop.medavis.de



FLEXIBEL
MODULAR
SKALIERBAR



MAXIMALE
EFFIZIENZ



FRÜHER
AM ZIEL