

Subscription Economy: Flexible Nutzung von Produkten und Dienstleistungen

Neue Geschäftsmodelle

Wilhelm Conrad Röntgens Entdeckung der nach ihm benannten Strahlung war Ende des 19. Jahrhunderts die Geburtsstunde der bildgebenden medizinischen Diagnostik. Über 100 Jahre später ist sie aus der Medizin nicht mehr wegzudenken. Der Milliardenmarkt steht heute vor großen Umwälzungen. Dabei stehen nicht die Technologien im Vordergrund, auch die Geschäftsmodelle ändern sich grundlegend.

Die umfassende Verfügbarkeit von Online-Kommunikation, Cloud-Lösungen, künstlicher Intelligenz, Blockchain und des Internets der Dinge sind die wesentlichen technologischen Treiber, die zur stetig fortschreitenden Digitalisierung unserer Gesellschaft beitragen. Damit einhergehend verändern sich auch die Geschäftsmodelle in den meisten Branchen. Die flexible Nutzung von Produkten und Dienstleistungen steht heute im Vordergrund. Subscription Economy heißt dieser Trend. Darunter versteht man Angebote, bei denen die Finanzierung über digitale Zusatzservices, flexible Abonnementmodelle oder Pay per Use erfolgt. Seinen Anfang hat diese Entwicklung in der Software- und Medienbranche

genommen. Hier sind Angebote in Form von Software as a Service (SaaS) und Streamingdiensten für digitale Inhalte inzwischen Standard. Aber auch in vielen anderen Branchen sind Geschäftsmodelle der Subscription Economy auf dem Vormarsch. Die Digitalisierung im Gesundheitswesen ist aktuell zwar vor allem von den Themen ‚Digitale Patientenakte‘ und ‚Gesundheits-Apps auf Rezept‘ geprägt, aber auch in anderen Bereichen der medizinischen Versorgung können Geschäftsmodelle der Subscription Economy Vorteile bringen – für Anbieter und Patienten.

Online-Marktplatz für Krankenhäuser und Radiologen

Auch die Radiologie ist stark von der Digitalisierung geprägt. Moderne bildgebende Verfahren erfassen und verarbeiten die Daten heute bereits in der Regel digital. Die genannten Technologien bieten aber noch viel weitreichendere Möglichkeiten. „Selbst kleinere Krankenhäuser verfügen zwar heute oft über die radiologischen Geräte; ein Radiologe, der dann auch die Befundung vornehmen kann, ist dagegen nicht



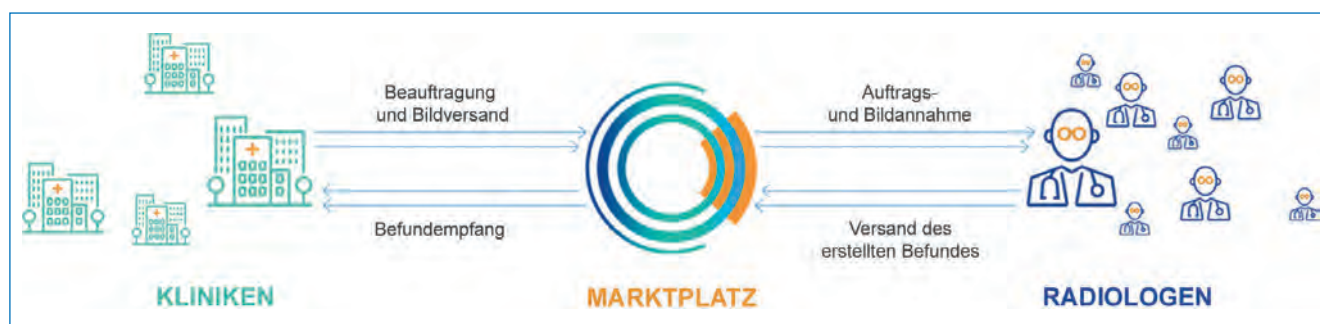
Florian Rachny, CFO von Befund24: „Die Radiologen, die ihre Leistungen auf Befund24 anbieten, können flexible Arbeitszeitmodelle umsetzen, die in der heutigen Gesellschaft immer mehr gefragt sind.“ Bild: Befund24

immer verfügbar“, nennt zum Beispiel Florian Rachny, CFO von Befund24, einer Ausgründung von Siemens Healthineers, eine der aktuellen Herausforderungen der Radiologie. Dies gilt besonders nachts sowie an den Wochenenden und an Feiertagen. Durch die Digitalisierung ist es nun aber möglich, dass ein Radiologe die Befundung vornimmt, der sich gar nicht vor Ort im Krankenhaus befindet. Teleradiologie ist aber nur der erste Schritt und im Prinzip auch nicht neu. Die Weitergabe von Aufnahmen an Radiologen, etwa um eine Zweitmeinung einzuholen oder einen Spezialisten zu konsultieren, war auch in der Vergangenheit schon möglich. Die bisher für solche Fälle bestehenden Vereinbarungen zwischen Krankenhäusern und Radiologen sind in der Regel aber sehr unflexibel. Genau hier kann ein neues Geschäftsmodell für Abhilfe sorgen. „Um eine höhere Flexibilität zu bieten“, so Rachny, „haben wir mit Befund24 quasi einen Online-Marktplatz geschaffen, auf dem Krankenhäuser und Radiologen flexibel Leistungen abfragen und anbieten können.“ Das System basiert auf einer Cloud-Lösung: Das Krankenhaus lädt Aufnahmen, Vorstudien und medizinische

Nicht immer ist ein Radiologe vor Ort verfügbar – besonders nachts und an Wochenenden. Teleradiologie, Zweitmeinung oder Konsultation eines Spezialisten – die Digitalisierung macht's möglich.



Bild: Befund24



Neue Form der Zusammenarbeit: Die cloud-basierte Plattform Befund24 bietet Krankenhäusern und Radiologen einen Online-Marktplatz, auf dem sie flexibel Leistungen abfragen und anbieten können.

Fragestellungen hoch – der Radiologe erstellt den Befund und stellt ihn wiederum in der Cloud zur Verfügung. Die Abrechnung erfolgt direkt zwischen Krankenhaus und Radiologe. Die Krankenhäuser bezahlen nur die tatsächlich durchgeführten Befunde und wickeln diese über die Cloud-Plattform ab (Pay per Use). Befund24 erhält dabei eine Vermittlungsprovision pro Auftrag. Der neue Service bietet den Krankenhäusern und Radiologen noch einen weiteren wesentlichen Vorteil, der bei vielen der neuen Geschäftsmodelle im Vordergrund steht: Flexibilität.

Auf der einen Seite können Krankenhäuser auf ein großes Netzwerk von Radiologen in ganz Deutschland zurückgreifen. Auf der anderen Seite haben die Radiologen die Möglichkeit, flexibel tätig zu sein. Es liegt in ihrem eigenen Ermessen, ob sie nachts oder an Sonn- und Feiertagen zur Verfügung stehen. „Die Radiologen, die ihre Leistungen auf Befund24 anbieten, können flexible Arbeitszeitmodelle umsetzen, die in der heutigen Gesellschaft immer mehr gefragt sind“, betont Rachny. Datenschutz und Datensicherheit sind im Medizinbereich natürlich von sehr großer Bedeutung. Ein unautorisierter Zugriff sowohl auf die radiologischen Daten als auch auf die Befunde muss daher sicher vermieden werden. Befund24 hat dazu ein Sicherheitssystem implementiert, das beide direkt beim Hochladen sicher verschlüsselt. „Sicherheit hat für uns natürlich oberste Priorität“, betont Rachny: „Wir können als Anbieter der Plattform selbst nicht auf die Daten zugreifen.“ Sämtliche Daten werden zudem direkt gelöscht, wenn die Befundung abgeschlossen ist. Beim Medizintechnikunternehmen Siemens Healthineers ist man der Überzeugung, dass weiteres Wach-

tum vor allem durch Innovationen auf der Software-Seite möglich ist. „Die Hardware – das gilt ganz besonders für die Radiologie – ist technologisch schon sehr ausgereift“, erklärt Thomas Hummel, Head of Strategy und Innovation bei Siemens Healthineers: „In Software und Dienstleistungen, zum Beispiel rund um die radiologische Befundung, sehen wir aktuell die größten Wachstumspotenziale.“

Vielfältige Einsatzmöglichkeiten für neue Geschäftsmodelle

So ist Befund24 auch nicht das einzige Angebot, das auf Geschäftsmodelle der Subscription Economy setzt. Künstliche Intelligenz kann etwa durch standardisierte Abläufe die Auswertung bildgebender Verfahren unterstützen und Radiologen von Routinetätigkeiten entlasten. Mit Pay-per-Use-Modellen können Kunden beispielsweise Funktionalitäten flexibel dazu buchen, die sie nur selten benötigen. „Wir wollen hier auch zu einem Subscription-Modell kommen, bei dem der Arzt bei Bedarf ganz einfach zusätzliche Funktionalitäten freischalten kann“, sagt Hummel. „In unserer Strategie haben wir dieses Thema – Radiologie-Dienstleistungen – weit oben auf der Agenda.“

Neue Geschäftsmodelle gibt es auch für Verwaltungsaufgaben im Krankenhaus. So bietet die cloud-basierte Lösung teamplay Ärzten und anderem medizinischem Personal ein Netzwerk, mit dem sich die bildgebenden Geräte und Verfahren etwa in einem Krankenhaus umfassend verwalten lassen. Auslastungen einzelner Geräte, Arbeitsabläufe, Dosisbelastungen und vieles mehr werden zentral erfasst und können dann online

ausgewertet werden. Die Daten lassen sich anonymisiert mit den Werten ähnlicher Krankenhäuser vergleichen, um so die Radiologie der Einrichtung zu optimieren. Eine Online-Zusammenarbeit und der Austausch von Diagnosedaten etwa zu Forschungszwecken sind technisch ebenfalls möglich. Und natürlich steht auch hier wieder der Schutz der Patientendaten an oberster Stelle. Das Beispiel Siemens Healthineers zeigt, wie sich bestehende Märkte auch im B2B-Bereich in Richtung Subscription Economy weiterentwickeln. Innerhalb der Unternehmen ist dabei ein fundamentales Umdenken notwendig. Denn die Beziehung zwischen Anbieter und Kunden unterscheidet sich grundlegend von derjenigen in herkömmlichen Geschäftsmodellen, bei denen der einmalige Verkauf eines Produktes im Vordergrund steht. Dementsprechend sind auch Veränderungen in der Unternehmens-IT notwendig. Die herkömmliche Kombination aus CRM- und ERP-System reicht für flexible Geschäftsmodelle der Subscription Economy in der Regel nicht mehr aus. Siemens Healthineers setzt für seine neuen Geschäftsmodelle auf Zuora als Plattform. Damit lassen sich alle Abonnements einfach verwalten und die Zahlungen auch bei flexiblen Angeboten sicher abwickeln. ■

Kontakt

Befund24 GmbH
 Florian Rachny
 Henkestraße 127
 91052 Erlangen
 Tel.: +49 9131 62589-00
 info@befund24.de
 www.befund24.de

Hygiene in der Radiologie

Der Hygiene im Gesundheitswesen kommt schon immer eine besondere Bedeutung zu. Leider gab es immer wieder Akzeptanzprobleme und dies nicht nur zu Semmelweis' Zeiten. Unter dem derzeitigen Pandemiegeschehen durch Covid-19 kommt der gelebten Basishygiene in der Klinik, der ambulanten Praxis, ja im gesamten Gesundheitssystem einschließlich der Pflege eine ganz neue Bedeutung zu.

Nach Angaben des Robert Koch-Instituts (RKI) von 2019 kommt es jedes Jahr in Deutschland geschätzt zu 400.000 bis 600.000 nosokomialen Infektionen mit etwa 10.000 bis 20.000 Todesfällen. Diese Zahlen beruhen auf einer Berechnung, die das RKI 2019 gemeinsam mit dem Europäischen Zentrum für die Prävention und Kontrolle von Krankheiten (ECDC) und der Berliner Charité veröffentlicht hat [1]. Bisher war es der Ansatz, das Risiko einer Verschleppung von Infektionen – unter anderem auch mit multiresistenten Erregern – zu minimieren, um das Kostenrisiko durch eine notwendige



Bild: privat

Hygieneexperte Dr. Helge Hanitzsch: „Das Fehlverhalten bereits eines Einzelnen in der praktischen Hygiene kann zur Kontamination einer ganzen Abteilung oder Praxis sowie deren Patienten und Mitarbeitern führen.“

Ausweitung von Therapiemaßnahmen sowie die Verlängerung von Liegezeiten so gering wie möglich zu halten. Jedem ist inzwischen klar, dass das Fehlverhalten bereits eines Einzelnen in der praktischen Hygiene, wie zum Beispiel bei der Flächendesinfektion oder der Händehygiene, zur Kontamination einer ganzen Abteilung oder Praxis sowie deren Patienten und Mitarbeitern führen kann.

Wurde dies bisher von vielen Mitarbeitern als ‚theoretischer Ansatz‘ betrachtet, lehrt uns die reale Wirklichkeit mit Covid-19 nun etwas anderes. Die eingangs genannten Zahlen des RKI sind bedenkenswert, stehen sie doch in direkter Verbindung mit dem in unseren Kliniken praktizierten Hygienemanagement, zumal nosokomial erworbene Infektionen und Keime nicht an der Krankenhaustür halt machen. Der Radiologie kommt in diesem Geschehen eine zentrale Bedeutung zu, da es dort zu umfangreichen multiplen Kontakten zwischen stationären und ambulanten Patienten sowie dem Personal kommt. Daher sollte auch außerhalb von Krisenzeiten das Spektrum allgemeiner und spezifischer Hygienemaßnahmen dem gesamten ärztlichen und technischen Personal bekannt sein und in der täglichen Routine so umgesetzt werden, dass Kontaminationen vermieden werden. Für die derzeitige Pandemiesituation sollte es gesonderte zusätzliche Festlegungen geben. Dabei kommt der Unterbrechung von Infektionsketten zwischen Patient, Arzt und MTRA sowie dem Praxisequipment eine besondere Bedeutung zu [2].

Basishygiene in der Radiologie

Folgende hygienische Forderungen, die die Basishygiene betreffen, sind dabei im radiologischen Bereich zu beachten:

- allgemeine (formelle) hygienische Maßnahmen,
- Händedesinfektion,
- Flächendesinfektion,
- Schutzkleidung,
- Applikation von Kontrast- und Arzneimitteln,
- spezielle hygienische Vorkehrungen.

Die Grundlage eines jeden Basishygienemanagements bildet der Hygieneplan, der Grundsätzliches abbilden muss. Er sollte als Nachschlagewerk aufgebaut sein, das alle für die Praxis oder die Station relevanten Dokumente enthält. Wie umfangreich ein solcher Hygiene-



Bild: auremar – stock.adobe.com

In der Radiologie gibt es multiple Kontakte zwischen stationären und ambulanten Patienten sowie dem Personal. Daher kommt der Hygiene gerade dort eine besondere Bedeutung zu.

plan in letzter Konsequenz ist, zeigen folgende, zu berücksichtigende Einzelpunkte:

- Kontaktdaten für Notfälle,
- Gefährdungsbeurteilungen,
- Händehygiene,
- Flächendesinfektion,
- Personalhygiene,
- raumspezifische Desinfektionspläne,
- ggf. ein Abfallkonzept (in Praxen),
- Sicherheitsdatenblätter zu den verwendeten Desinfektionsmitteln,
- Dokumentation zur Mitarbeiterschulung.

In einem Anhang sollten schließlich noch alle relevanten Dokumente aufgeführt werden, wie beispielsweise die RKI-Empfehlungen ‚Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten‘ und ‚Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen‘ [3].

Händedesinfektion

Es werden zwei Arten der Händedesinfektion unterschieden – die chirurgische und die hygienische. Die gründlichere chirurgische Händedesinfektion ist Standard vor jedem operativen Eingriff. Ziel ist die präoperative Eliminierung der transienten Keime, die nicht zur eigenen Hautflora gehören, verbunden mit einer größtmöglichen Reduktion der residenten Hautflora für die Dauer der OP. Die hygienische Händedesinfektion hingegen dient nur der Beseitigung der transienten Keime, sodass von ihnen kein Risiko der Kontamination von Patienten und Gegenständen mit potenziell pathogenen Keimen mehr ausgehen kann.

Für die Desinfektion der Hände werden in der RKI-Empfehlung ‚Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens‘ folgende Indikationen definiert [4]:

- vor Patientenkontakt,
- vor einer aseptischen Tätigkeit,
- nach Kontakt mit potenziell infektiösem Material,
- nach Patientenkontakt,
- nach Kontakt mit der unmittelbaren Patientenumgebung,
- vor und nach Ausziehen von Schutzhandschuhen.

Flächendesinfektion

Die Flächendesinfektion ist die zweite wichtige Säule in der Basishygieneprävention. Ihre hygienisch einwandfreie Durchführung dient der Infektionsverhütung, dem Patienten- und dem Personalschutz. Entsprechend einer Gefährdungsbeurteilung gemäß der RKI-Empfehlung zur Flächendesinfektion [5] sollten Oberflächen und Gerätschaften in festgelegten Zeitabständen und nach jedem Patientenkontakt desinfiziert werden. Damit soll die Bildung von Erregerreservoirien oder aktuell die Übertragung des Sars-CoV2-Virus verhindert werden, das sich ca. 72 Stunden auf Flächen halten kann [6]. Saur [7] empfiehlt unter anderem, folgende Geräteoberflächen in der Radiologie zu desinfizieren:

- CT, MRT, Angiografie und Durchleuchtung:
 - Gantry,
 - Kopfhörer und Notfallklingel,
 - Bildverstärker und Instrumententisch,

– Injektoren und Wärmeschrank für Kontrastmittel.

- Ultraschall:
 - Schallköpfe
- Röntgen allgemein:
 - Griffe der Röntgenröhre, der Kassettenschublade und des Rasterwandstativs,
 - Tiefenblende, Kassetten und Detektoren sowie Untersuchungsliege und -tisch,
 - Bedienknöpfe der Geräte, Patientenlagerungs- und Umlagerungshilfen,
 - Bleischürzen, PC-Tastaturen und -Mäuse, Telefonhörer und -tastaturen,
 - Türklinken, Schrank- und Schubladengriffe, Lichtschalter sowie Klemmbrett für Aufklärungsbögen.

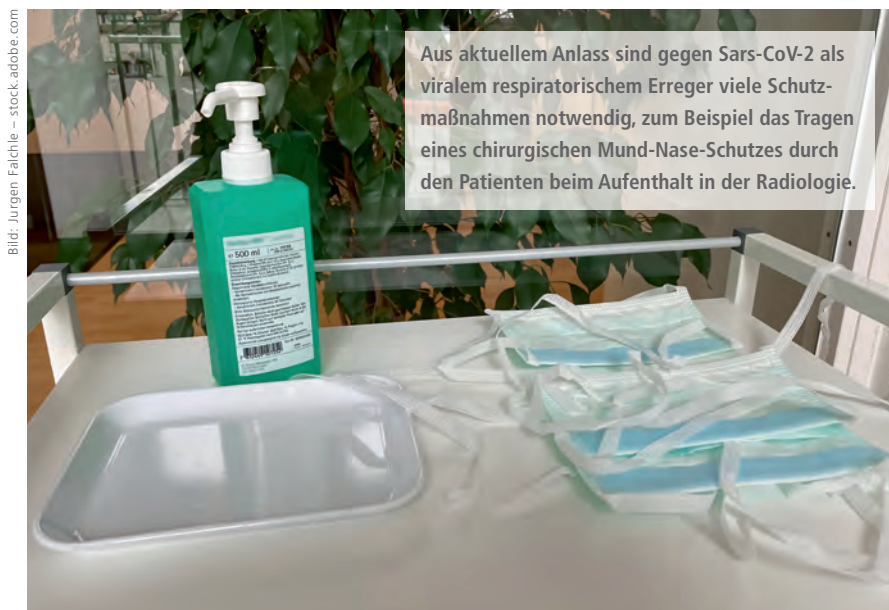
Personalhygiene

Unterschieden wird hier zwischen:

- Berufskleidung (Grundschutzfunktion),
- Bereichskleidung (Ersatz der Berufskleidung in Bereichen mit besonderer Infektionsgefährdung wie Angiografie, OP oder ITS) und
- Schutzkleidung (in Biostoffverordnung PSA), definiert als persönliche Schutzausrüstung vor Infektionen zum Schutz von Personal- und Patienten:
 - Handschuhe (dienen dem Infektionsschutz, Einsatz verschiedener Materialien, AQL-Wert beachten),
 - desinfizierbare Schutzschuhe (in Bereichen erhöhter Infektionsgefahr),
 - Masken (OP und/oder FFP – die FFP-Maske dient dem Infektionsschutz und darf nicht vorübergehend abgenommen werden),
 - Haarschutze (in Abhängigkeit von den jeweiligen Infektionskrankheiten und in bestimmten Bereichen),
 - Schutzbrillen (wegen der Gefahr des Verspritzens von Sekreten oder Blut).

Applikation von Kontrast- und Arzneimitteln

Generell wird unter Hygieneaspekten zwischen der manuellen und der



automatischen Verabreichung von Kontrastmitteln unterschieden:

- Manuelle Kontrastmittelapplikation: Kontrastmittelbehältnisse sind unter hygienischen Kautelen zu behandeln (Händedesinfektion, Handschuhe und Desinfektion des Gummiseptums der Kontrastmittelflasche). Mehrfachentnahmen von Kontrastmittel aus einem Behältnis sind gemäß BfArM nicht gestattet; die Gefahr der potenziellen Verkeimung wurde mehrfach publiziert [8, 9].
- Automatische Kontrastmittelapplikation: Hier gibt es verschiedene Systeme, zum Beispiel halbautomatische Doppelkolbenpumpen, Rollenpumpen usw. Dabei sind unbedingt die spezifischen Angaben der Hersteller zur jeweiligen Verwendung des Verbrauchsmaterials zu beachten. Dass bei der unzulässigen Mehrfachbefüllung und -verwendung nicht

dafür deklariert und also nicht geprüfter Einwegmaterialien eine Gefahr der Verkeimung besteht, haben mehrere Untersuchungen deutlich belegt [9, 10, 11].

Spezielle hygienische Vorkehrungen

In jedem Hygieneplan sollten entsprechend einer Risikoanalyse aufgeführt werden: die relevanten Erregergruppen, deren Eigenschaften, die Hauptübertragungswege sowie die erforderlichen Hygienemaßnahmen, wie die persönliche Schutzausrüstung und die folgend notwendigen Desinfektionsmaßnahmen. Aus aktuellem Anlass sind gegen Sars-CoV-2 als viralem respiratorischem Erreger folgende Schutzmaßnahmen notwendig:

- Tragen von Schutzkittel, Handschuhen und Haarschutz,

- Tragen mindestens einer FFP2-Maske bei nicht intubierten Patienten,
 - Tragen eines chirurgischen Mund-Nase-Schutzes durch den Patienten bei Transport und Aufenthalt in der Radiologie,
 - Durchführung einer Flächen-desinfektion aller berührungintensiven Flächen nach Untersuchungsende,
 - bei Möglichkeit: regelmäßige Verneblung von H₂O₂ in Wartebereichen und Untersuchungszimmern, in denen sich nachgewiesenermaßen positiv getestete Patienten aufgehalten haben (Sars-CoV-2 überlebt mindestens drei Tage auf allen Flächen).
- Zusammenfassend sollten im Allgemeinen zum basishygienischen Schutz folgende Maßnahmen besonders in der radiologischen Praxis Beachtung finden [13]:

- Etablierung von mindestens zwei ausgebildeten Hygienebeauftragten MTRAs, die auf Erstellung, Einhaltung und Pflege des Hygieneregimes der Praxis bzw. der Abteilung achten,
- Einhaltung der Standardhygienemaßnahmen bei jeder Untersuchung,
- Etablierung einer regelmäßigen, ggf. mehrfach täglichen Flächen- und Gerätedesinfektion,
- regelmäßige Hygieneschulungen des ärztlichen und technischen Personals (Händedesinfektion, korrektes An- und Ausziehen von Schutzkleidung, Flächen- und Gerätedesinfektion),
- Sicherstellung einer täglichen desinfizierenden Raumpflege,
- Erfragen des Infektionsstatus bzw. entsprechender Verdachtsdiagnosen eines Patienten schon bei der Anmeldung,
- Untersuchungen infektiöser Patienten am Ende des jeweiligen Untersuchungsprogramms. ■

Literatur

- 1 www.rki.de: Antworten auf häufig gestellte Fragen zu Krankenhausinfektionen und Antibiotikaresistenz, abgerufen: 15.11.2019
- 2 Jeske, H. C., Tiefenthaler, W., Hohlieder, M. et al.: Bacterial Contamination of Anaesthetists' Hands by Personal Mobile Phone and Fixed Phone Use in the Operating Theatre. *Anaesthesia* 2007, 62: S. 904–906
- 3 Hanitzsch, H.: Hygienemanagement im Sanitätshaus. *MTD* 6/2019, S. 6–7
- 4 RKI-Empfehlung ‚Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens‘. *Bundesgesundheitsblatt* 2016, 59: S. 1189–1220
- 5 RKI-Empfehlung ‚Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen‘. *Bundesgesundheitsblatt* 2004, 47: S. 51–61, DOI: 10.1007/s00103-003-0752-9
- 6 Van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D., et al.: Aerosol and Surface Stability of HCoV-19 (Sars-CoV-2) Compared to Sars-CoV-1. <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033217>, *New Engl J Med*, DOI: 10.1056/NEJMc2004973
- 7 Saur, A.: Radiologie – Das Drehkreuz in der Medizin: Hygiene in der Radiologie. *Radiopraxis* 2014; 7: S. 211–222, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1390810>
- 8 Dominik, R. H., Segebade, I. E., Taenzer, V.: Risk of Microbial Contamination of Iodinated Contrast Media on Multiple Use of Large-Volume Bottles. *Eur J Radiol* 1995, 19: S. 198–205
- 9 Mattner, F., Gastmeier, P.: Bacterial Contamination of Multiple-Dose Vials: a Prevalence Study. *Am J Infect Control* 2004, 32: S. 12–16
- 10 Buerke, B., Sonntag, A. K., Fischbach, R. et al.: Injektionsautomaten in der Magnetresonanz- und Computertomografie: Pilotstudie zu hygienischen Aspekten. *Fortschr Röntgenstr* 2004, 176: S. 1832–1836
- 11 Buerke, B., Mellmann, A., Stehling, C. et al.: Microbiologic Contamination of Automatic Injectors at MDCT: Experimental and Clinical Investigations. *Am J Roentgenol* 2008, 191: S. 283–287
- 12 Buerke, B., Puesken, M., Mellmann, A. et al.: Microbiologic Contamination and Time Efficiency of Use of Automatic MDCT Injectors with Prefilled Syringes: Results of a Clinical Investigation. *Am J Roentgenol*, 194: S. 299–303
- 13 Buerke, B. et al.: Hygiene in der Radiologie. *Fortschr Röntgenstr* 2012, 184: S. 1099–1109

Kontakt

Hygiene in der Praxis
 Dr. Helge Hanitzsch
 Hohendölzschener Straße 6
 01187 Dresden
 hanitzsch@hygienehanitzsch.de
 www.hygienehanitzsch.de

Titelstory: Innovative Bildgebung: Notaufnahme des Uniklinikums Jena profitiert von Highend-CT

Deep Learning in der Radiologie

Künstliche Intelligenz (KI) hat den nächsten Innovationssprung in der CT-Bildgebung ermöglicht. Der Einsatz eines CTs mit Deep Learning Image Reconstruction in der Zentralen Notaufnahme am Universitätsklinikum Jena zeigt, wie Ärzte und Patienten gleichermaßen von der neuen Technologie profitieren können.

Seit mittlerweile fünf Jahren setzt das Universitätsklinikum Jena (UKJ), Maximalversorger in Thüringen, in der Zentralen Notaufnahme auf den Revolution CT von GE Healthcare. Im letzten Jahr wurde dieser mit KI-Anwendungen aufgerüstet – und ist damit einer der Vorreiter der Deep-Learning-Radiologie. Seit April 2019 nutzt das UKJ als einer von weltweit



Bild: Uniklinikum Jena

„Die Aussagen der CT-Bilder sind viel eindeutiger als früher, sodass wir Diagnosen früher stellen und notwendige Therapien sofort in die Wege leiten können“, erklärt Dr. Ioannis Diamantis, Oberarzt am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie.

sechs Anwendern die künstliche Intelligenz in der Rekonstruktion von CT-Bildern auf dem GE-System und hat damit seither sehr gute Erfahrungen gemacht: Der Highend-CT liefert dank KI routinemäßig sehr scharfe, rauscharme Aufnahmen, unter anderem auch eine exakte Bildgebung des Herzens und der umgebenden Gefäße.

Das Spektrum reicht von harmlos bis lebensbedrohlich: Bei jedem Neuankömmling in der Notaufnahme müssen die Mitarbeiter schnell kategorisieren – und möglichst exakt diagnostizieren. Eines der häufigsten Symptome in der Notfallklinik ist der Brustschmerz. Ob ein Ziehen oder Stechen in der Brust, Atemnot oder Engegefühl – nicht jeder Patient mit derartigen Symptomen leidet an einem gefährlichen kardiologischen Ereignis, etwa einem Herzinfarkt. „Aber genau diese gefährdeten Patienten müssen wir direkt bei ihrer ersten Station in unserem Haus herausfiltern und sofort weiterbehandeln“, sagt Prof. Dr. Wilhelm Behringer, Direktor am UKJ-Zentrum für Notfallmedizin.

Schnellere und bessere Diagnostik dank Deep Learning

Dank der neuen, sogenannten DLIR-Technologie TrueFidelity (Deep Learning Image Reconstruction) des CTs in der Notaufnahme bekommen Patienten jetzt direkt einen klaren Hinweis auf die zugrunde liegende Herzerkrankung. „Hieraus kann zum Beispiel die Notwendigkeit einer Herzoperation abgeleitet werden, ohne dass eine weitere interventionelle Diagnostik, also ein Herzkatheter, durchgeführt werden muss“, sagt Prof. Dr. Torsten Doent, Direktor der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie. Die Inbetriebnahme des neuen CTs erforderte anfangs zwar neue Arbeitsabläufe, beschleunigt letztlich



Seit 2015 ist am Universitätsklinikum Jena der Revolution CT von GE Healthcare im Einsatz. Durch Aufrüstung mit KI-Technologie 2019 geht das Klinikum nun auch in der Deep-Learning-Technologie voran.

Bild: Uniklinikum Jena



Künstliche Intelligenz und Deep Learning Image Reconstruction (DLIR) ermöglichen den Ärzten am Uniklinikum Jena heute eine noch präzisere und effizientere Diagnostik – innerhalb kürzester Zeit an einem Gerät.

Bild: GE Healthcare

jedoch vieles im Sinne der Patienten und Anwender. „Die Aussagen der CT-Bilder sind viel eindeutiger als früher, sodass wir Diagnosen früher stellen und notwendige Therapien sofort in die Wege leiten können“, erklärt Dr. Ioannis Diamantis, Oberarzt am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie. „Diskussionen über Artefakte oder unscharfe Aufnahmen etwa bei der Aortenanalyse oder der Lumenmessung eines Thrombus gibt es bei uns heute nicht mehr.“

Hauptinnovation ist die Bildrekonstruktion mithilfe künstlicher Intelligenz: TrueFidelity ermöglicht es heute, die Datensätze so zu rekonstruieren, dass sie sehr scharf, rauscharm und kontrastreich sind. Diese Bildqualität und diagnostische Aussagekraft konnten Radiologen in der Vergangenheit mit der sogenannten FBP-Rekonstruktion (Filtered Back Projection) nur unter erheblich höherem Dosis Einsatz erreichen. Die neue Bildrekonstruktion ist in eine einzigartige Bildgebungskette auf technologisch herausragendem Niveau integriert – vom Detektorelement über die Datenübertragung bis hin zur Deep-Learning-Bildrekonstruktion.

„Die auf Deep Learning basierende Rekonstruktion reduziert das Rauschen der Bilder deutlich, gegenüber dem ebenso bei uns etablierten modellbasierten iterativen Verfahren. In vielen Fällen lässt sich die

Standardabweichung so halbieren¹“, sagt Felix Güttler, Kaufmännisch-technischer Leiter am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie.



Bild: Uniklinikum Jena

„Dank des neuen CTs können jetzt Patienten sofortige Klarheit über den Status ihrer Herzkranzgefäße erfahren. Hierzu ist kein zusätzlicher Herzkatheter nötig. Basierend auf den CT-Bildern kann dann eine Empfehlung für die bestmögliche Weiterbehandlung gegeben werden. Das betrifft auch Patienten in der Notaufnahme“, sagt Prof. Dr. Torsten Doent, Direktor der Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie.

Voll trainierter Algorithmus für klinische Anwendung

DLIR ist eine komplexe Form des maschinellen Lernens und basiert auf einem tiefen neuronalen Netzwerk, das dem menschlichen Gehirn besonders ähnlich ist. Es wird mit Phantombildern aus Beispieldaten

und hochauflösenden Patientenbildern gefüttert, verarbeitet diese Informationen selbstständig auf mehreren Ebenen und lernt dabei. Die abgeleiteten Algorithmen passen sich während des Trainingsprozesses an und werden durch diesen weiter optimiert. So lässt sich das Potenzial großer Datenmengen (Big Data) voll ausschöpfen. Der fertig trainierte Algorithmus wird dann validiert und in die klinische Anwendung gebracht.

Die neue Technologie hält außerdem die Strahlenbelastung für die Patienten und das medizinische Personal möglichst gering. „Früher musste man für mehr Klarheit die Strahlendosis erhöhen. Mit DLIR konnten wir die Dosis deutlich reduzieren und das bei besserer Bildqualität und Rekonstruktionsgeschwindigkeit“, sagt Oberarzt Diamantis. „Im Mittel erreichen wir aktuell 30 Prozent Dosisreduktion¹ im Vergleich zu Untersuchungen ohne DLIR und optimieren die Protokolle weiterhin. Insbesondere Patienten mit einem hohen BMI profitieren dabei.“ Laut Gesundheitsberichterstattung des Bundes erfolgten 2018 rund 6,3 Millionen CT-Untersuchungen bei vollstationären Patienten in deutschen Krankenhäusern². Das entspricht einer Steigerung um rund 70 Prozent innerhalb von zehn Jahren. Mit der steigenden Anzahl an CT-Untersuchungen wird die Dosisreduktion bei jeder einzelnen Anwendung immer wichtiger.

Weniger Folgeuntersuchungen – geringere Kosten

Hochkomplexe Auswertungen, wie etwa eine dreidimensionale Gefäßrekonstruktion, gehören in Jena mittlerweile zum Standard – und das zu jeder Tages- und Nachtzeit. Ermöglicht wurde dies durch einen kontinuierlichen Vor-Ort-Support für die Mitarbeiter der Radiologie in der Zentralen Notaufnahme durch den Hersteller GE Healthcare über einen Zeitraum von sechs Monaten. „Die umfangreiche Unterstützung nach der Inbetriebnahme hat zu einer schnelleren Ausschöpfung des vollen technischen Potenzials



Um die vermehrt im klinischen Betrieb eingesetzten KI-Anwendungen sicher zu verwalten, setzt Jena auf den Edison Open AI Orchestrator. Denn er ermöglicht die schnelle Bereitstellung von KI- und nicht-KI-basierten klinischen Anwendungen sowie die einfache Konfiguration von Arbeitsabläufen und Algorithmusparametern.

Bild: GE Healthcare

geführt. Durch optimierte Prozesse haben wir auch wirtschaftliche Vorteile erreicht. Viele Folgeuntersuchungen sind heute nicht mehr notwendig, was unsere Kosten enorm senkt“, so Felix Güttler. Das Universitätsklinikum Jena betreibt inzwischen zwei Revolution CT sowie einen Revolution EVO.

Ausbau des Dünnschichtarchivs zum unternehmensweiten PACS

Seine Vorreiterrolle in Bereich der KI baut das Universitätsklinikum Jena konsequent weiter aus. Im März 2020 wurde gemeinsam mit GE Healthcare die komplette Übernahme des Datenbestands aus dem über viele Jahre betriebenen Cerner PACS in ein neues Centricity PACS realisiert, das den Universal Viewer mit integriertem AW-Server für das Postprocessing nutzt. „Auf diese webbasierte Nach-

verarbeitungslösung können nun viele Mitarbeiter von unterschiedlichen Orten der Klinik aus zugreifen und damit arbeiten“, so Oberarzt Diamantis. Früher habe es dafür lediglich ein oder zwei Arbeitskonsolen gegeben. Die Folge waren ein limitierter Zugriff, weite Wege und häufig auch Zusatzkosten für neue Bild-Rekonstruktionen wie etwa die 3D-Visualisierung. Zeitgleich wurden mit Edison Datalogue ein IHE-konformes XDS Repository und ein Zero-Footprint-Viewer zur klinikweiten Bildverteilung implementiert. Es besteht allgemeines Einverständnis darüber, dass auf KI basierende Algorithmen Radiologen helfen könnten, die Komplexität ihrer alltäglichen Aufgaben zu reduzieren; eine Vielzahl von Forschungsarbeiten zeigt diese Tatsache bereits auf. Gleichzeitig birgt die steigende Anzahl der im klinischen Betrieb eingesetzten KI-Anwendungen

jedoch die Gefahr eines negativen Effekts: Statt den Arbeitsaufwand zu verringern, drohen sie ihn zu vergrößern.

Diesen Spagat meistert Jena künftig mithilfe des Edison Open AI Orchestrators, der auf der neu geschaffenen IT-Plattform aufsetzt. KI-Algorithmen lassen sich somit in den PACS-Arbeitsablauf der Befunder integrieren. „Wir müssen zeitraubende und ineffiziente Prozesse zeitsparender gestalten. Dabei müssen wir jedoch sicherstellen, dass dies auf eine Art und Weise geschieht, die die Arbeitsbelastung des Radiologen nicht erhöht. Dazu braucht es eine Orchestrierung der verschiedenen KI-Algorithmen im Befundungsworkflow“, sagt Felix Güttler. Die KI-Orchestrierung wird der IT-Abteilung und der Radiologie am UKJ künftig eine leistungsstarke und skalierbare Plattform bieten, die den Zeit- und Arbeitsaufwand für die Bereitstellung

Quellen

1. Hsieh, J., Liu, E., Nett, B. et al.: A New Era of Image Reconstruction: TrueFidelity. Technical White Paper on Deep Learning Image Reconstruction, Figure 12, Juli 2019
2. www.gbe-bund.de/oowa921install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=i&p_aid=89455267&nummer=662&p_sprache=D&p_indsp=38178442&p_aid=92809271

und Unterstützung von KI-Anwendungen in radiologischen Workflows reduzieren kann. „Wir werden somit künftig unterschiedliche KI-Anwendungen in einer einheitlichen Weise im Arbeitsablauf bereitstellen können“, erklärt Güttler.

Radiologie in Jena partizipiert an Weiterentwicklungen

„Deep Learning bietet ein enormes Potenzial für die Radiologie und hat mit DLIR nun erstmals einen sehr breiten Einfluss auf die klinische Versorgung am UKJ“, sagt Informatiker Güttler. „Wir stehen in engem Austausch mit GE Healthcare und können an technischen Weiterentwicklungen der CT-Geräte in unserer Einrichtung schnell partizipieren.“ Das Universitätsklinikum hat sich ganz bewusst für den Kauf von zwei Highend-CTs mit einem innovativen 16-cm-Detektor und der Deep-Learning-Bildrekonstruktion entschieden. „Als Universitätsklinikum müssen wir den höchsten klinischen und wissenschaftlichen Ansprüchen an unsere Arbeit gerecht werden und wirt-



Bild: Uniklinikum Jena

„Gemeinsam mit GE Healthcare haben wir verschiedene Messprotokolle entwickelt und für DLIR optimiert. Ein Klick reicht, um viele Untersuchungen durchzuführen und komplexe Auswertungen für alle wiederverwertbar abzuspeichern“, sagt Prof. Dr. Ulf Teichgräber, Direktor des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie.

schaftlich notwendige Vorgaben erfüllen. Sie gelten konsequenterweise auch für die bei uns eingesetzten Geräte und Technologien und insbesondere auch für die Notaufnahme. Im Wettbewerb standen dementsprechend nur die innovativsten Systeme der Hersteller“, so Güttler.

Ein weiterer positiver Effekt: Die Ärzte am UKJ arbeiten dank der Kombination aus künstlicher Intelligenz, IT und aktueller Gerätetechnik heute noch stärker interdisziplinär als zuvor. Der Austausch zwischen der Notaufnahme und der Kardiologie ist enorm gewachsen. Aber auch andere Fachbereiche wie die Onkologie oder die Gefäßchirurgie profitieren von der exakten Bildgebung. „Mediziner unterschiedlicher Abteilungen kommunizieren heute viel intensiver als früher miteinander, das gegenseitige Vertrauen ist gewachsen – und das verbessert natürlich auch das Betriebsklima“, sagt Prof. Dr. Ulf Teichgräber, Direktor des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie.

Guter Ruf in Fachkreisen und der breiten Öffentlichkeit

Wie gut die Diagnostik inzwischen läuft, hat sich auch über Jena hinaus herumgesprochen – und das nicht nur in Fachkreisen. „Wir bekommen auch Anfragen von Patienten zu den Möglichkeiten der neuen nichtinvasiven Herzdiagnostik“, erklärt Teichgräber. Deshalb wird das Gerät auch für Patienten in den Spezialambulanzen eingesetzt. Auch dieses Beispiel macht deutlich: künstliche Intelligenz ermöglicht Ärzten heute eine noch präzisere und effizientere Diagnostik – und das innerhalb kürzester Zeit an einem Gerät.

Die sehr guten Erfahrungen, die die Radiologie des Jenaer Universitätsklinikums mit KI bereits gemacht hat, zeigen sich jetzt auch in der aktuellen Situation rund um das Coronavirus: Die Computertomografie kommt aktuell auch bei Patienten mit Verdacht auf Covid-19 im Rahmen der Risikoeinschätzung in der Zentralen Notaufnahme zum Einsatz. ■



Die neue Bildrekonstruktion ist in eine einzigartige Bildgebungskette auf technologisch herausragendem Niveau integriert – vom Detektorelement über die Datenübertragung bis hin zur Deep-Learning-Bildrekonstruktion.

Bild: GE Healthcare

Kontakt

GE Healthcare GmbH
Oskar-Schlemmer-Straße 11
80807 München
Tel: +49 89 96281-0
www.gehealthcare.de

Radiologieverbund Curagita erwirbt für München stärksten offenen MRT

Offen für Neues



Am Standort in der Nymphenburger Straße bietet die Conradia Radiologie München seit einigen Monaten eine in München bisher einzigartige Diagnosemöglichkeit: die Untersuchung in einem offenen Hochfeld-MRT Oasis von Hitachi.

Bild: Ulf Neumann

In München wurde Ende 2019 der modernste und leistungsfähigste offene MRT installiert: ein 1,2 Tesla Oasis von Hitachi Medical. Viele Patienten bevorzugen die Untersuchung im offenen MRT – sofern überhaupt eine Alternative zu einem Tunnel-System besteht.

deutschlandweit 24 Standorte betreibt. „Dieser offene MRT ist etwas für alle Patienten, denen die Röhre eines normalen Systems zu eng ist, die aber trotzdem eine sichere Diagnose wünschen“, sagt Dr. med. Torsten Böhme. Der Facharzt für Diagnostische Radiologie und Experte für

Für viele Patienten, die sich einer Magnetresonanztomografie unterziehen müssen, ist die Angst vor ‚der Röhre‘ groß. Gerade unter Klaustrophobie leidende Menschen werden darin oft unruhig und nicht selten muss die Untersuchung abgebrochen werden. Für sie ist ein offenes System die Rettung. Und auch Kliniken und Radiologiezentren profitieren, wenn es weniger Untersuchungsabbrüche gibt. Am neuen Standort in der Nymphenburger Straße bietet die Conradia Radiologie München (ehemals Diagnostik München) seit einigen Monaten eine in München bisher einzigartige Diagnosemöglichkeit. Investor des offenen Hochfeld-MRTs Oasis von Hitachi ist der Curagita-Radiologieverbund in Heidelberg, der

muskuloskelettale Diagnostik ist einer der Geschäftsführer der Conradia Radiologie München, die an ihren Standorten im Großraum München diverse Tunnel-MRTs unterschiedlicher Hersteller betreibt und ein breites Spektrum an Diagnostik- und Vorsorgeleistungen bietet. Basierend auf der Erfahrung mit offenen Systemen aus früheren Zeiten in München war klar: Ein offener Hochfeld-MRT ist im wahrsten Sinne ein Magnet für besondere Patienten mit speziellen Bedürfnissen. Viele Patienten reisen von weit her an – auch aus dem Ausland, um in einer offenen Oase gescannt zu werden. Die Magnetwirkung im doppelten Sinne hilft, die kostenintensive Investition wirtschaftlich zu betreiben, erweitert den Einzugsbereich erheblich und schafft eine Win-win-Situation für Patienten und Betreiber.

Herausforderung Standort

Nachdem die konzeptionelle Entscheidung für den offenen 1,2-Tesla-MRT Oasis getroffen war, musste ein passender Standort gefunden werden. Stadtlagen in München mit guter Anbindung sind rar. Nach mehreren Anläufen waren sich Anwender und Investoren im Hinblick auf die Adresse einig: Lage und Anbindung über U-Bahn und Pkw an der Nymphenburgerstraße in München sind ideal für Patienten und Betreiber. So einig das Votum für den Standort fiel, so herausfordernd wurde die technische Umsetzung. Mit final über



Die Installation des Oasis in einem Bestandsgebäude in Innenstadtlage von München, mit alteingesessenem Wohnumfeld und Gewerbe in direkter Nähe, war eine echte bauliche Herausforderung.

Bilder: Ulf Neumann

einem Jahr Planungszeit entpuppte sich der neue Standort als echte Herausforderung. Eine Realisierung im Bestandsgebäude in Innenstadtlage, mit alteingesessenem Wohnumfeld und Gewerbe in direkter Nähe, will und muss allen Seiten gerecht werden. Investor, Architekten, Statiker, Behörden, Zulieferer, Spediteur und Hitachi als Hersteller waren immer wieder neu gefordert, fokussiert und lösungsorientiert zu bleiben. „Die technische Realisierung war eine Teamleistung. Einbringung und Installation verliefen dank guter Planung weitestgehend reibungsfrei“, sagt Ulf Neumann, MRT/CT Regional Sales Manager DACH der Hitachi Medical Systems GmbH. Mit 1,2 Tesla bietet der Oasis die weltweit höchste jemals gebaute Feldstärke im Segment der offenen MRT-Systeme. Der technologische Entwicklungsstand und die Bildqualität sind hochwertigen und modernen 1,5-Tesla-Tunnelsystemen absolut

ebenbürtig. Die Conradia als lokaler Betreiber bietet diesen offenen Mehrwert allen Patienten an – unabhängig vom Versicherten- und Sozialstatus.

Mehrwert eines offenen Systems

Die offene Bauform bietet mehr Komfort und mehr Platz, davon profitieren insbesondere die Patienten. Denn weniger Angst macht die Untersuchung angenehmer und führt zu besseren Ergebnissen, bestätigt Rainer Kittmann, Facharzt für Radiologie bei der Conradia in München. „Meine Erfahrungen mit der offenen Magnetresonanztomografie zeigen, dass Patienten ohne Angst die Untersuchung besser tolerieren. Das wiederum führt zu einer besseren Qualität der Bilder und genaueren Diagnosen“, so der Radiologe. Jede Anatomie kann bei bequemer Lagerung des Patienten im Iso-

zentrum des Magneten bei optimaler Bildqualität gescannt werden. Besonders dezentrale Anatomien wie Hüfte, Schulter, Ellenbogen- und Handgelenk profitierten davon. Gerade bei Extremitäten wie Ellenbogen und Handgelenk ist die bequeme Lagerung beim Scan besonders für schmerzgeplagte Patienten von großem Vorteil. Ein Schädelscan ist mit einer einfachen Solinoid-Ringspule in sehr guter Qualität möglich, sogar in Seitenlage bei freiem Blick. Das ist in einem Tunnel-MRT nicht möglich. Während im großen 70-cm-Tunnel-MRT anatomisch schnell das Limit erreicht oder überschritten wird, finden Patienten im offenen Oasis immer noch üppigen Freiraum. Auf der Patientenliege mit ihrem zulässigen Gewicht von bis zu 300 kg können auch schwergewichtige Patienten komfortabel untersucht werden.



Jede Anatomie lässt sich im Oasis bei bequemer Lagerung des Patienten im Isozentrum des Magneten bei optimaler Bildqualität scannen. Besonders schmerzgeplagte Patienten profitieren davon enorm.



Bilder: Hitachi Medical Systems

Ein Schädelscan liefert auch mit einer einfachen Solinoid-Ringspule Aufnahmen in sehr guter Qualität – sogar in Seitenlage bei freiem Blick aus dem System.

Auch die Anwender sind vom offenen Oasis überzeugt. „Gerade unsere Platzangstpatienten sind sehr erfreut über die Möglichkeiten, die ihnen der offene Oasis bietet. Und wir als Anwender schätzen sowohl die vielfachen Verwendungsmöglichkeiten der Spulen als auch die Bandbreite der präzise individualisierbaren Sequenzen“, sagt Angelika Heigl, MTRA in der Conradia München.



Bild: Hitachi Medical Systems

Bei 150 cm Breite entspannt sich auch noch der ängstlichste Patient, wovon die Qualität der Diagnostik in erheblichem Maße profitiert.

Von Anfang an ein großer Erfolg

Die Patienten können sich unabhängig vom Überweiser für das offene System entscheiden. Der Erfolg der Oasis-Installation in München ab dem ersten Tag und die hohe Auslastung zeigen die Wertschätzung der Patienten und bestätigen die Entscheidung der Investoren für das System. Besonders in der aktuell schwierigen Corona-Zeit schafft ein offenes MRT-System Vertrauen. Der Oasis zieht Patienten aus nah und fern an, weil er für einen angenehmeren Untersuchungsverlauf sorgt und für eine hohe Diagnosequalität steht. „Sobald Patienten ein erhöhter Komfort und ein echter Mehrwert geboten werden, profitieren auch Investoren und Betreiber“, sagt Ulf Neumann. Die Investoren profitieren unterm Strich von einem wirtschaftlich gesicherten Betrieb. ■

Kontakt

Hitachi Medical Systems GmbH
 Ulf Neumann
 Otto-von-Guericke-Ring 3
 65205 Wiesbaden
 Tel.: +49 6122 7036-0
 Mobil: +49 172 2470790
 u.neumann@hitachi-medical-systems.com
 www.hitachi-medical-systems.de

Feindiagnostik von Läsionen im Rahmen interventionell-radiologischer Eingriffe

Feine Diagnostik

Eine ausreichend hohe Qualität der Injektion eines jodhaltigen Kontrastmittels mit einem Doppelkolben-Kontrastmittelinjektor ermöglicht eine Feindiagnostik von Läsionen. Das ist das Ergebnis einer Studie des Instituts für Interventionelle Radiologie am Hôpital Européen Georges Pompidou, Paris (Frankreich). Damit wird die Quantifizierung der Größe einer Stenose, die Identifizierung der versorgenden Gefäße eines Tumors sowie die Quantifizierung der Breite des Halses und der Größe eines Aneurysmas möglich.

Moderne interventionell-radiologische Operationsräume verfügen über Flachdetektoren, die die Bildqualität erheblich verbessern. Sie ermöglichen die Erstellung qualitativ hochwertiger angiografischer Aufnahmen. Außerdem können mit

ihnen CT-ähnliche Aufnahmen angefertigt werden (C-Bogen-CBCT). Sie werden durch eine schnelle Rotation des Bogens (vier bis acht Sekunden) um den Patienten gewonnen. Die C-Bogen-CBCT hat erhebliche Veränderungen für die Operationstechniken interventioneller Radiologen mit sich gebracht. Ihre ausgezeichnete Signalauflösung (5–10 HU) in Kombination mit der intraarteriellen Injektion führt dazu, dass geringere Kontrastmittelkonzentrationen als bei der zweidimensionalen Angiografie benötigt werden. Im Laufe eines interventionell-radiologischen Eingriffs wechselt der Operateur ständig zwischen dem Angio- und dem C-Bogen-CBCT-Modus. Bei jeder Anwendung ist ad hoc eine Verringerung der Kontrastmittelkonzentration erforderlich. Die Injektion des jodhaltigen Kontrastmittels spielt

bei solchen interventionell-radiologischen Eingriffen deshalb eine entscheidende Rolle und die Möglichkeit, die Verdünnung des injizierten Kontrastmittels anzupassen, bringt einen erheblichen Mehrwert. Für die Injektion jodhaltiger Kontrastmittel standen interventionell-radiologischen Zentren bisher nur Pumpen zur Verfügung, mit denen Kontrastmittel lediglich in reiner Form und mit fester Förderrate injiziert werden konnten. Der Injektor Accutron HP-D von Medtronic verfügt jedoch über zwei Spritzenkolben, die über ein Y-Schlauchsystem an eine Mischeinheit angeschlossen sind. Damit können folgende Arten von Injektionen vorgenommen werden:

- klassische Injektion reinen Kontrastmittels,
- Phaseninjektion (Wechsel zwischen Kontrastmittel und physiologischer Kochsalzlösung),
- verdünnte Injektion (homogene Verdünnung des Kontrastmittels durch Mischung mit physiologischer Kochsalzlösung) und
- komplexe Injektion (verdünnt und in Phasen).

Ziel einer Anwenderstudie am Institut für Interventionelle Radiologie am Hôpital Européen Georges Pompidou (HEGP), Paris (Frankreich), war es deshalb, die Relevanz und die Qualität von Injektionen jodhaltiger Kontrastmittel zu bewerten, die mithilfe des Kontrastmittelinjektors Accutron HP-D oder eines klassischen Einzelkolben-Kontrastmittelinjektors bei verschiedenen interventionell-radiologischen Eingriffen injiziert wurden.

I. Transarterielle Chemoembolisation

Die transarterielle Chemoembolisation (Tace) ist ein Verfahren zur Therapie primärer und sekundärer Lebertumore. Die Behandlung beruht auf einer präzisen Applikation von Embolisaten in Kombination mit Chemotherapeutika. Die Darstellung der Tumore und ihrer Größe sowie die Identifizierung der Gefäße, über die sie versorgt werden, ist dabei von entscheidender Bedeutung. Ohne sie ist eine erfolgreiche Intervention



Photo J.-L. Ginolin (AP-HP), 2008

Das Pariser Krankenhaus Georges Pompidou (HEGP), benannt nach dem ehemaligen französischen Staatspräsidenten, arbeitet mit dem Doppelkolbeninjektor Accutron HP-D. Bild: HEGP/Olivier Pellerin

nicht möglich. Darüber hinaus lässt sich durch die Identifizierung der nichtheptatischen Kollateralarterien (Arteria gastrica dextra und Arteria cystica) das Komplikationsrisiko senken, da die adäquate Positionierung des Katheters erleichtert wird. Die einleitende Angiografie stützt die mittels C-Bogen-CBCT gewonnenen Informationen und ermöglicht eine präzisere Durchführung der Maßnahme, sofern eine optimale Injektion des Kontrastmittels gewährleistet werden kann.

A) Tace-Behandlungen im Angio-Modus

Mit dem Accutron HP-D wurden sechs Tace-Behandlungen im Angio-Modus durchgeführt. Es folgte ein Vergleich mit sechs Tace-Behandlungen, die mit einem klassischen Einkolbeninjektor eines anderen Herstellers erfolgten. Für die Angiografie wurde ein vorgeformter Katheter (Terumo, Cook) mit einer Größe von 5 Ch verwendet.

- Angiografie-Akquisitionsprotokoll: selektive Injektion in den Truncus coeliacus und die Arteria mesenterica superior
- Modus reines Kontrastmittel: 20 ml, 7 ml/s, 900 psi.

Im klassischen Angio-Modus konnten die Operateure keine Unterschiede in der Bildqualität beobachten: gute Darstellung der Haupt- und Nebenstämmen, portalvenöser Rückstrom sichtbar, ausreichende Qualität.

B) C-Bogen-CBCT im PBV-Modus

Sechs C-Bogen-CBCT-Anwendungsfälle mit PBV-Akquisitionsprotokollen (Beurteilung des Blutvolumens in mg Blut je 100 mg Gewebe). Der PBV-Modus (Perfused Blood Volume) wird eingesetzt, um das ‚Blood Volume‘ der Leber und der Tumore zu messen. Nach zwei aufeinanderfolgenden Akquisitionen kann mit der Software anhand farbiger Parameterbilder das ‚Blood Volume‘ der Tumore bestimmt werden. Das Werkzeug ermöglicht eine Prognose im Hinblick auf das Ansprechen des Tumors nach der Tace. Nach einer ersten Akquisition ohne Kontrastmittel erfolgt eine zweite Akquisition mit Kontrastmittel unter Anwendung der folgenden Parameter:



Bild: HEGP/Olivier Pellerin

Dr. Olivier Pellerin, Institut für Interventionelle Radiologie am HEGP, hat im Rahmen einer Anwenderstudie den Einsatz des Accutron HP-D im Vergleich zu einem klassischen Einkolbeninjektor bei verschiedenen interventionell-radiologischen Eingriffen untersucht.

- PBV-Akquisitionsprotokoll: superselektive Injektion in die Arteria hepatica dextra und die Arteria hepatica sinistra mithilfe eines Mikrokatheters mit einer Größe von 2,7 Ch (Terumo Progreat), zwei fünfsekündige Rotationen des C-Bogen-CBCTs um den Patienten
- Modus Verdünnung und Flush:
 - Phase 1: Iomeprol 350 in einer Konzentration von 28 % (12 ml Kontrastmittel, 32 ml NaCl), Gesamtinjektionsvolumen: 44 ml, 3 ml/s, 300 psi
 - Phase 2: Flush mit 5 ml NaCl, 3 ml/s, 300 psi
- Scanverzögerung: 12 s

Es wurden keinerlei Unterschiede in der Bildqualität festgestellt. Die Operateure konnten das ‚Blood Volume‘ der Leber und der Tumore problemlos messen. Es wurde eine signifikante Reduktion der Artefakte beobachtet.

C) C-Bogen-CBCT- mit ‚Dual Phase‘-Akquisitionsprotokoll

Sechs C-Bogen-CBCT-Anwendungsfälle mit ‚Dual Phase‘-Akquisitionsprotokoll: Der von Philips entwickelte Ansatz ermöglicht anhand zweier aufeinanderfolgender Rotationen des C-Bogens eine Kartografie der Gefäße der Tumore sowie deren Identifizierung. Die erste Rotation wird unter Injektion reinen Kontrastmittels unmittelbar gefolgt von einer Injektion physiologischer Kochsalzlösung durchgeführt, um die früharterielle Phase zu untersuchen

(Gefäßnetz). 17 Sekunden nach der ersten Rotation wird eine zweite Rotation des C-Bogens durchgeführt, um die Kontrastmittelanreicherung in den Tumoren zu beobachten (Lokalisation, vaskuläres Erscheinungsbild usw.).

- ‚Dual Phase‘-Akquisitionsprotokoll: superselektive Injektion in die Arteria hepatica communis mithilfe eines Mikrokatheters mit einer Größe von 2,7 Ch (Terumo Progreat), zwei fünfsekündige Rotationen des C-Bogen-CBCT-Systems um das Ziel.
- Modus Verdünnung und Flush:
 - Phase 1: Iomeprol 350 in einer Konzentration von 50 % (8 ml Kontrastmittel, 8 ml NaCl), Gesamtinjektionsvolumen: 15 ml, 3 ml/s, 300 psi, Scanverzögerung: 0 s
 - Phase 2: Flush mit 15 ml NaCl, 3 ml/s, 300 psi

Es wurde eine signifikante Verbesserung der Bildqualität beobachtet. Diese ist auf die Verringerung der Kontrastmittelkonzentration in der ersten Akquisitionsphase zurückzuführen (deutliche Reduktion von Artefakten im Zusammenhang mit der Dichte des Kontrastmittels). Darüber hinaus gewährleistet der am Ende der Injektion verabreichte Nachspülbolus mit physiologischer Kochsalzlösung eine bessere Tumordarstellung, da er einerseits Artefakte reduziert und andererseits der Persistenz des Kontrastmittels in den Arterien entgegenwirkt.

II. Phlebografien

Mit dem Accutron HP-D wurden im gepulsten Modus vier Phlebografien der oberen und unteren Extremitäten (Venenkartografie vor Anlage eines Venenkatheters als Zugang zur Hämodialyse) und der zentralen Venenstämmen durchgeführt.

A. Obere Extremitäten:

- verdünnter und gepulster Modus
- Phase 1: Iodixanol 320 in einer Konzentration von 50 % (15 ml Kontrastmittel, 15 ml NaCl), Gesamtinjektionsvolumen: 30 ml, 4 ml/s, 300 psi, Scanverzögerung: 0 s
- Phase 2: 30 ml NaCl, 3 ml/s, 300 psi

B. Untere Extremitäten:

- gepulster Modus
- Phase 1: 40 ml Kontrastmittel (Iodixanol 320), 4 ml/s, 300 psi, Scanverzögerung: 0 s
- Phase 2: 40 ml NaCl, 4 ml/s, 300 psi

C. Zentrale Venenstämme:

- gepulster Modus
- Phase 1: 20 ml Kontrastmittel (Iodixanol 320), 4 ml/s, 300 psi, Scanverzögerung: 0 s
- Phase 2: 20 ml NaCl, 4 ml/s, 300 psi

Im verdünnten und im gepulsten Modus lassen sich Aufnahmen höherer Qualität erzielen, als dies bei der klassischen Injektion der Fall ist. Darüber hinaus wird, verglichen mit einem klassischen Injektor, eine Verringerung des Kontrastmittelvolumens um 50 bis 60 Prozent erreicht. Dies ist ein wesentlicher Vorteil für den Patienten.

Fazit

Wesentliche Vorteile:

Im Rahmen eines Eingriffs stehen verschiedene Injektionsmodi zur

Verfügung: rein, verdünnt, gepulst sowie die Kombination der drei Modi.

Da im Laufe eines interventionell-radiologischen Eingriffs ein Wechsel zwischen Angio- und C-Bogen-CBCT-Modus erforderlich ist, um die Interventionen besser steuern und ihre Wirksamkeit messen zu können, bedeutet die Möglichkeit, die Konzentration je nach Injektionsprotokoll anpassen zu können, ohne dazu den Spritzenkolben wechseln zu müssen, eine Zeitersparnis. Sie kann außerdem zu Einsparungen bei den Verbrauchsmaterialien führen. Der Injektor Accutron HP-D ermöglicht eine Optimierung der Injektionsparameter und ist auf die verfahrensspezifischen Anforderungen abgestimmt. Bei der C-Bogen-CBCT-Bildgebung lassen sich durch die Verwendung verdünnten Kontrastmittels Artefakte auf den Aufnahmen reduzieren. Der Injektor verfügt über einen einfachen und intuitiven Einstellungsmodus. Die Wahl der Kontrastmittelkonzentration (rein oder verdünnt) wurde einfach als ein weiterer Injektionsparameter integriert, der direkt auf dem Gerät

oder über die Fernbedienung eingestellt werden kann.

Einschränkungen:

Das Einsetzen der Injektionszylinder durch den Radiologieassistenten dauert länger als bei Einkolbeninjektoren. Dies ist auf die notwendige Vorbereitung des Accutron HP-D und insbesondere die vollständige Entlüftung der beiden Spritzen zurückzuführen. Die Verdünnung des Kontrastmittels mit physiologischer Kochsalzlösung erfolgt dann jedoch unmittelbar während der Injektion automatisch im Schlauchsystem, ohne dass ein weiteres Eingreifen erforderlich ist. Bei einem Einkolbeninjektor muss das Kontrastmittel dagegen vor jeder verdünnten Injektion von Hand mit der physiologischen Kochsalzlösung verdünnt werden. Darüber hinaus bieten moderne Einkolbeninjektoren nicht die Möglichkeit, gepulste Injektionen vorzunehmen. Das Y-Schlauchsystem des Accutron HP-D ist starrer als die verstärkten Schlauchsysteme, dafür jedoch transparenter, was die Erkennung von Lufteinschlüssen während der Entlüftungsphase erleichtert. Bei der Injektion 100 Prozent reinen Kontrastmittels im gepulsten Modus muss das Totvolumen des Injektionschlauchs (ca. 5 ml) berücksichtigt werden. Das Totvolumen und die notwendige Vorbefüllung mit reinem Kontrastmittel ziehen bei Volumen von weniger als 8 ml Veränderungen der Injektionsparameter nach sich. Dies muss in das Injektionsprotokoll mit einbezogen werden. Bei Injektionen von mehr als 8 ml ist unter Berücksichtigung des Totvolumens jedoch eine Verringerung des injizierten Kontrastmittelvolumens möglich, wenn der gepulste Modus verwendet wird. ■

Kontakt

Medtron AG
Hauptstraße 255
66128 Saarbrücken
Tel.: +49 681 97017-25
info@medtron.com
www.medtron.com



Multitalent für Angiografie und Computertomografie: Der Doppelkolbeninjektor Accutron HP-D sorgt für schnelle und präzise Hochdruckinjektionen und erstellt mehrphasige Injektionsprofile wahlweise im Single- oder im Multiple-Modus.

Bild: Medtron

Seite an Seite in der Radiologie – Universitätsklinikum Schleswig-Holstein profitiert von strategischer Partnerschaft

Gemeinsam zum Erfolg

Um die Effizienz und hohe Qualität der radiologischen Versorgung seiner Patienten sicherzustellen, ist das Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (UKSH) Campus Lübeck eine strategische Partnerschaft mit dem Gesundheitsunternehmen Philips eingegangen. Die Zusammenarbeit umfasst den kontinuierlichen Zugang zu State-of-the-Art-Bildgebung, die Versorgung mit Software-Updates und Ersatzteilen, umfassenden Service, Beratung und den Austausch über nächste Entwicklungsschritte.

Spitzenmedizin braucht Spitzen-systeme“, erklärt Prof. Dr. med. Jörg Barkhausen, Direktor der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin des UKSH Campus Lübeck. Bis Ende 2021 soll der Gerätepark seiner Klinik komplett ausgetauscht

werden. Denn ein Maximalversorger müsse rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr Spitzenmedizin vorhalten, so Barkhausen. Als Erfolgsfaktoren nennt er „extrem motivierte Mitarbeiter“ und klar strukturierte Prozesse. Entscheidend seien aber auch moderne Geräte, ausgeklügelte Features und neueste IT, um effizient arbeiten und im Wettbewerb um Patienten und Mitarbeiter bestehen zu können.

Ausstattung aus einer Hand

Den Entscheidern in Lübeck war es wichtig, eine langfristige Strategie zu haben: Schluss mit Stück-für-Stück-Zukäufen von Geräten und Wildwuchs bei Systemen unterschiedlicher Hersteller, stattdessen mög-



Bild: UKSH

Um im Wettbewerb bestehen und langfristig Maximalversorgung auf höchstem Niveau bieten zu können, hat das UKSH einen Partner ins Boot geholt, der sich an der Entwicklung und Gestaltung des Geräteparks beteiligt.

lichst viele Modalitäten aus einer Hand. Das hat große Vorteile für die Einarbeitung der Mitarbeiter. MTRAs mit langjähriger Berufserfahrung sind auf dem Arbeitsmarkt schwer zu finden; viele der Radiologieassistenten, die am UKSH anfangen, kommen direkt aus der Ausbildung. „Diese Kräfte so gewissenhaft an allen Geräten einzusetzen können, kostet uns bislang nicht selten ein ganzes Jahr“, so der Klinikdirektor. Ein homogener Gerätepark samt einheitlicher Benutzeroberfläche leiste hier viel. „Wir lernen unsere neuen Mitarbeiter an einem Gerät an – woraufhin sie campusweit an allen anderen Systemen arbeiten können.“ Und auch die Radiologen profitieren. „Gerade, wenn man auf den Bildern feine Strukturen vergleichen oder auch im Verlauf beurteilen will, ist es hilfreich, wenn wir nicht zwischen verschiedenen Bildverarbeitungssystemen wechseln, nicht stets ein eigenes Engramm im Hinterkopf haben müssen“, sagt Barkhausen.



Möglichst viele Patienten in möglichst kurzer Zeit mit möglichst hoher Qualität zu untersuchen und dabei stets den Strahlenschutz zu gewährleisten – diesem hohen Anspruch fühlen sich Prof. Dr. med. Jörg Barkhausen, Direktor der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin am UKSH Campus Lübeck, und sein Team verpflichtet.

Bild: UKSH



Das DigitalDiagnost C90 ist ein deckenmontiertes Premiumsystem für die digitale Radiografie. Es ist mit einer Livekamera in der Tiefenblende ausgestattet, bietet flexible Konfigurationsmöglichkeiten und entlastet den Anwender durch zahlreiche Automatisierungsfunktionen.

Bilder: Philips

Gewünscht: ein verlässlicher Partner

Auch die Teilhabe an Innovationen war für die Lübecker ein wichtiger Aspekt. Man habe keinen Partner gewollt, der einfach nur Geräte hinstellt und dann nie wieder im Haus gesehen wird, so Barkhausen. Er wünsche sich Verlässlichkeit, umfänglichen Service, konstruktiven und zukunftsgerichteten Austausch und Offenheit für neue Ideen. „Wir kennen Philips natürlich zum einen als Anbieter von Premiumlösungen im Highend-Bereich. Das Unternehmen hat sich aber auch bereits durch verschiedene Projekte am UKSH als langjähriger, zuverlässiger Partner empfohlen“, sagt Professor Barkhausen. Im Vergabeverfahren habe das Gesundheitsunternehmen ein klares Bekenntnis zum UKSH gezeigt, „immer wieder großes Interesse am Standort signalisiert und an dem, was wir hier in der Radiologie tun – mit allen Herausforderungen und Möglichkeiten“, so Barkhausen. Eines der bereits umgesetzten Highlight-Projekte der Partnerschaft ist die in der DACH-Region erste Installation des DigitalDiagnost C90, eines digitalen, deckenmontierten Röntgensystems der neuesten Generation. Im Zuge einer bewussten Zentralisierung hatte sich die Radiologie am Campus Lübeck zuvor entschieden, die Zahl der

Röntgenanlagen von fünf auf drei zu reduzieren. Dafür galt es sicherzustellen, dass alle Patienten an diesen drei Plätzen versorgt werden können. Täglich werden am Campus Lübeck im Schnitt 230 Röntgenuntersuchungen durchgeführt – Effizienz spielt deshalb eine große Rolle. Möglichst viele Patienten in möglichst kurzer Zeit mit möglichst hoher Qualität zu untersuchen und dabei stets den Strahlenschutz zu gewährleisten – um dieser Aufgabe gerecht zu werden, muss sich die Klinik darauf verlassen können,

dass die Systeme reibungslos und ausfallsicher laufen.

Röntgen mit hoher Effizienz

Das DigitalDiagnost C90 hat die 40 Lübecker MTRAs schnell überzeugt. Nicole Friedrich, leitende MTRA, hält das System für weitgehend selbsterklärend. „Dennoch wurden wir sehr umfassend und engagiert von Philips-Mitarbeitern geschult, Applikationsspezialisten standen uns stets zur Seite“, blickt



Von der Workstation im Kontrollraum aus kann der Anwender eine letzte Überprüfung und gegebenenfalls Korrektur der Position vornehmen.

Bild: Philips

Friedrich zurück. Verschiedene in das System integrierte Tools und Features unterstützen bei den Untersuchungen. Kerstin Masch hat im Untersuchungsraum etwa den Eleva Tube Head mit seinem Touchscreen schätzen gelernt. „Er zeigt den Namen des Patienten an und ermöglicht dadurch eine erste Identifizierung“, so die MTRA. „Außerdem kann ich am C90 direkt an der Röntgenröhre Aufnahmeeinstellungen wie die Organprogramme, Einstellungen für das Stativ, den Tisch oder den Detektor vornehmen sowie weitere Features auswählen. Damit kann ich länger und näher am Patienten bleiben.“ Gerade ältere oder kranke Patienten möchten lieber im Liegen statt im Stehen geröntgt werden, ergänzt Nicole Friedrich. Die Bilder fallen dann aber häufig weniger aussagekräftig aus – etwa bei Thoraxaufnahmen. „Wenn meine Kollegen nun am C90 den Patienten sagen können ‚Ich bleibe bei Ihnen, bis alles eingestellt ist, sodass Sie nur ganz kurz alleine bleiben‘ – dann sind die Patienten eher bereit, stehen zu bleiben“, so Friedrich. „Sie fühlen sich sicherer.“

Deutliche Zeitersparnis

Eine im Röntgenstrahler integrierte Livekamera sorgt für eine deutliche Zeitersparnis. „Die Vogelperspektive und die mögliche Sicht von zwei Seiten direkt im Untersuchungsraum erleichtern uns die Einblendung und Patientenpositionierung. Dies bietet uns auch eine wertvolle Möglichkeit zur erneuten Überprüfung im Kontrollraum, gerade kurz vor der Aufnahme“, erklärt Kerstin Masch. Professor Barkhausen erinnert sich an frühere Systeme: Da musste etwa der Trolley hingefahren und der Patient langwierig positioniert werden, es mussten Bilder rekonstruiert und zusammengesetzt werden. „Beim C90 sind sehr viele Arbeitsschritte automatisiert, es ist nicht mehr viel Interaktion erforderlich. Gerade komplexe Untersuchungen, etwa der Becken-Bein-Statik, gelingen so viel schneller“, erklärt der Radiologe. Auch können durch die



Mit dem DigitalDiagnost C90 habe sich der Ablauf in der Radiologie am UKSH Campus Lübeck verändert, so die leitende MTRA Nicole Friedrich (li.). Die Wartezeiten für die Patienten seien deutlich kürzer geworden.

Bild: UKSH

einfache und mittels Fernbedienung steuerbare Rückpositionierung in kürzerer Zeit verschiedene Untersuchungen durchgeführt werden. „Dadurch ist weniger Kraftaufwand notwendig“, so MTRA Masch. Das UKSH arbeitet am Digital-Diagnost C90 ohne Streustrahlenraster. Möglich macht dies der intelligente Algorithmus SkyFlow Plus, eine Weiterentwicklung von SkyFlow, dem ersten Algorithmus zur Streustrahlenkorrektur bei Thoraxaufnahmen. Freie Aufnahmen von Kopf bis Fuß lassen sich damit ohne Qualitätseinbußen bei vergleichbarem Kontrasteindruck durchführen. „Das virtuelle Raster ist hervorragend“, sagt Kerstin Masch. „Sowohl wir Mitarbeiter als auch die Patienten profitieren davon, dass das Anbringen und Abnehmen des Rasters entfallen. Das spart Zeit und Dosis.“ Die Bildverarbeitungssoftware Unique 2 sorgt außerdem dafür, dass die diagnostische Aussagekraft unabhängig von der Untersuchungsart und der Konstitution des Patienten verstärkt wird. „Der tiefschwarze Hintergrund, die Kontrastharmonisie-

rung und die automatische Hervorhebung von Details bieten eine sehr gute Bildqualität“, so Barkhausen. Ein zusätzlicher Pluspunkt sei das Design der Anlage. Sie schaffe nicht nur für die Mitarbeiter, sondern auch für die Patienten ein freundliches Untersuchungsambiente. „Das sollte man in seiner Wichtigkeit nicht unterschätzen“, betont der Professor. Er denkt unterdessen schon weiter. So sieht er zum Beispiel in Automatisierungsfunktionen durch künstliche Intelligenz großes Potenzial: „Mit Philips haben wir einen Partner an der Seite, der unseren Bedarf versteht und mit dem wir zusammen an der Realisierung arbeiten können.“ ■

Kontakt

Philips GmbH Market DACH
Röntgenstraße 22
22335 Hamburg
Tel.: +49 40 2899-0
healthcare.deutschland@philips.com
www.philips.de/healthcare