

Klinikum Harlaching: moderne CT-Technologie als wichtige Investition

Mehr Action

Während die Diskussion um die Zeilenzahl von CTs noch vor einigen Jahren in aller Munde war, spielen heute viele weitere Details eine entscheidende Rolle. Funktionale Verbesserungen sorgen beispielsweise dafür, dass CTs für weit mehr Untersuchungen als bisher eine optimale Lösung sind. Dies lässt sich an vielen Beispielen belegen: Im Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin im Klinikum Harlaching werden jährlich etwa 12.000 CT-Untersuchungen durchgeführt. Tagtäglich findet dort Bestätigung, was moderne Computertomografie heute alles vermag.

Der im Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin der Städt. Klinikum München GmbH im Klinikum Harlaching seit neun Jahren in Betrieb befindliche Siemens-CT Sensation 16 wurde durch einen neuen Hochleistungs-CT, den Somatom Definition Flash abgelöst.

Das Klinikum Harlaching ist ein kommunales Krankenhaus der Maximalversorgung mit 750 Betten. Schwerpunkte der Patientenversorgung sind die Diagnostik und Therapie akuter Schlaganfälle im interdisziplinären Neurozentrum, die Behandlung polytraumatisierter Patienten im überregionalen Traumazentrum und die Versorgung onkologischer Patienten im Tumorzentrum. Darüber hinaus bilden die Gefäßdiagnostik und anschließende therapeutische Gefäßeingriffe an sämtlichen Körpergefäßen einen weiteren Schwerpunkt. Die Herzbildgebung soll in Kooperation mit der Kardiologie ausgebaut werden. Chefarzt der Radiologie ist PD Dr. med. Gernot Schulte-Altendorberg: „Besonders die Diagnostik akuter Schlaganfälle und polytraumatisierter Patienten rund um die Uhr stellt hohe Anforderungen an die Akquisition und rasche Rekonstruktion von CT-Bilder. Für die Erstdiagnostik und Verlaufskontrolle bei Tumorpatienten im interdisziplinären Tumorzentrum benötigt man neben einer zu-



PD Dr. med. Gernot Schulte-Altendorberg, Chefarzt der Radiologie: „Wir untersuchen im Jahr ca. 12.000 Patienten mit dem CT.“

verlässigen Vergleichbarkeit aufeinander folgender Untersuchungen eine Nachbearbeitungs- und Betrachtungssoftware, die eine reproduzierbare Tumorummetrie ermöglicht.“ CT-Oberarzt Dr. med. Bernhard Gotzler erläutert: „Gesucht wurde ein CT, der mit hoher Geschwindigkeit, geringer Dosis und in kürzest möglicher Zeit Bilder zur Verfügung stellt, die bei der Entscheidung für die optimale Therapie der Patienten helfen.“

Die Besonderheit des Somatom Definition Flash liegt darin, dass in der Gantry zwei Röntgenröhren um den Patienten rotieren. Zusammen mit einer kurzen Rotationszeit von 0,28 s ermöglicht dies in der Herzer Untersuchung eine minimale zeitliche Auflösung des Herzzyklus von 75 ms. Während bei einem CT mit einer Röhre (bei einem Pitchfaktor > etwa 1,5) Abtastlücken im untersuchten Gewebe auftreten können und eine zuverlässige Bildrekonstruktion in diesen Bereichen dann nicht mehr möglich ist, füllt die zweite Röhre diese Abtastlücken und erreicht dadurch einen maximalen Pitch von 3,4. In diesem Modus, der sogenannten Flash-Spirale, kann zum Beispiel das gesamte Herz innerhalb eines Herzschlags untersucht werden. Die maximale Tischgeschwindigkeit beträgt dabei 48 cm/s; das bedeutet, dass eine Ganzkörperuntersuchung in drei bis vier Sekunden Scanzzeit durchgeführt werden kann. So reduziert sich zum Beispiel die Thoraxuntersuchung bei einem Kleinkind auf eine halbe Sekunde. Sedierungen oder gar Narkosen dieser empfindlichen Patienten zur Vermeidung von Bewegungsartefakten können so umgangen werden. Auch für die Diagnostik polytraumatisierter oder intensivmedizinischer Patienten, für die eine CT-Diagnostik



Der Somatom Definition Flash von Siemens besitzt zwei rotierende Röntgenröhren. Dadurch werden die sonst auftretenden Abtastlücken im untersuchten Gewebe vermieden. Leitender Oberarzt Dr. Dominik Morhard (li.) betont: „Außer zur Erhöhung der Tischgeschwindigkeit und Verkürzung der Scanzzeit kann die zweite Röhre auch genutzt werden, um höhere Ortsdosen an Patienten zu applizieren.“

Bilder: Klinikum Harlaching, Städtisches Klinikum München

wegen der eingeschränkten Überwachungsmöglichkeiten immer eine kritische Situation ist, bedeuten diese kurzen Untersuchungszeiten einen erheblichen Zugewinn. Außer zur Erhöhung der Tischgeschwindigkeit und Verkürzung der Scanzeit kann die zweite Röhre auch genutzt werden, um dem Patienten höhere Ortsdosen zu applizieren, wie dies bei schwergewichtigen Patienten oder dosissparenden Untersuchungen mit niedrigen kV-Werten erforderlich ist. Einen wichtigen Beitrag dazu liefert auch die hohe Leistungsfähigkeit der Röhren mit $2 \times 100 \text{ kW}$. Die hohe Tischgeschwindigkeit erlaubt die Durchführung dynamischer und funktioneller Untersuchungen nahezu in Echtzeit.

Ganzhirnperfusion

Im Klinikum Harlaching wurde die Ganzhirnperfusionsmessung aufgrund der einfachen Akquisition und Berechnung bereits nach wenigen Wochen fester Bestandteil der klinischen Routine. Dabei wird nach intravenöser Kontrastmittelapplikation eine Untersuchung des gesamten Gehirnparenchyms zur Messung der Hirnperfusion durchgeführt. Mit schaukelnden Bewegungen des Tisches wird der Patient in die Gantry hinein- und herausgefahren (Shuttle-Modus) und die Perfusionsmessung in einem 10 cm breiten Untersuchungsbereich durchgeführt. Es können damit sehr detaillierte Aussagen über ischämiegefährdete und ischämische Bezirke des Gehirngewebes erhoben und der Patient schnellstmöglich der für ihn am besten geeigneten Therapie zugeführt werden. Insbesondere Patienten mit unklarem Symptombeginn (Wake-up-Stroke) oder einer seit Stunden fluktuierenden Symptomatik können bei einem ausreichend großen Mismatch zwischen bereits zugrunde gegangenem und potenziell noch rettbarem Hirngewebe durch eine rasche endovaskuläre Rekanalisation vor schweren neurologischen Defiziten bewahrt werden.

Herzdiagnostik

Für die Herzdiagnostik bedeuten die hohe zeitliche Auflösung und die hohe Geschwindigkeit des CTs, dass der gesamte Koronarbaum innerhalb eines Herzzyklus mit durchschnittlichen Dosen von 1 mSv erfasst werden kann. Koronarabnormalitäten und Stenosen der Herzkranzarterien lassen sich so mit hoher Sensitivität und negativen Vorhersagewerten von > 97 Prozent detektieren



CT-Oberarzt Dr. med. Bernhard Gotzler:
„Unsere Wahl bei der Investition in ein neues CT-Gerät fiel aufgrund der guten Eigenschaften auf den Hochleistungs-CT von Siemens.“

bzw. ausschließen. Auch vor kardiologischen Katheterablationen und für Funktionsanalysen an den Herzklappen liefert die CT-Herzdiagnostik nicht-invasiv zuverlässige Informationen.

Dual-Energy-Bildgebung

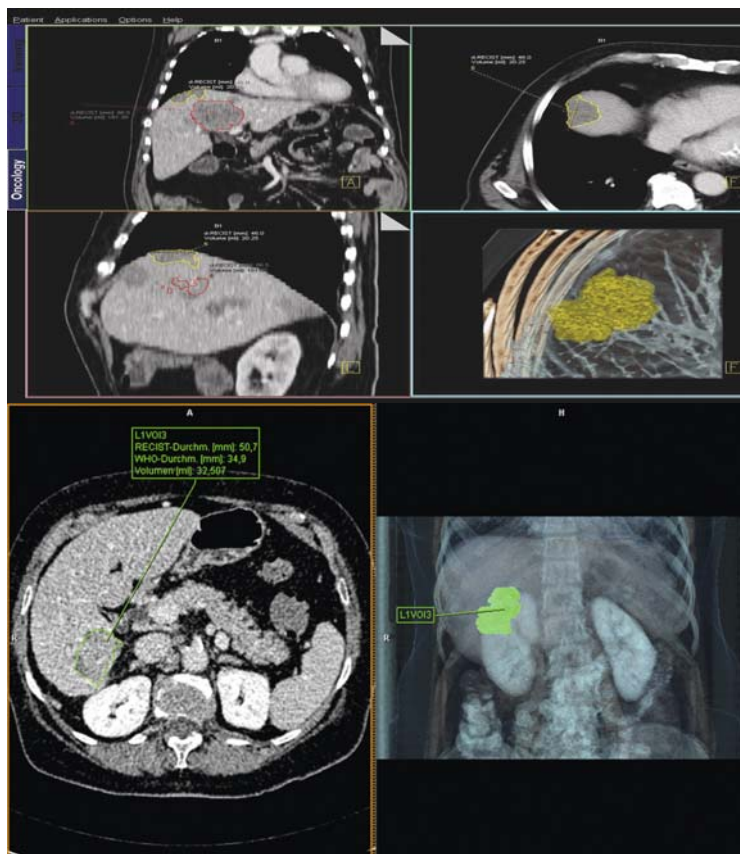
Eine weitere interessante Möglichkeit, die zweite Röntgenröhre gewinnbringend einzusetzen, besteht darin, beide Röntgenröhren mit unterschiedlichen Energien zu betreiben, mit der so genannten Dual-Energy-Bildgebung. Dabei wird eine Röntgenröhre mit 140 kV betrieben, die zweite mit 80 oder 100 kV. Die strahlenphysikalische Grundlage für die

Dual-Energy-Bildgebung liegt darin, dass sich die Schwächungskurven verschiedener Gewebe bei unterschiedlichen Strahlenenergien ändern. Während sich die Schwächungskurven vieler Gewebe bei unterschiedlichen Energien jedoch nicht soweit voneinander unterscheiden lassen, dass eine spezifische Gewebedifferenzierung dadurch möglich wäre, unterscheidet sich die Schwächungskurve von Jod signifikant: Jod besitzt bei 80 kV eine doppelt so hohe Schwächung wie bei 140 kV, was sich in einem doppelt so hohen HE-Wert äußert. Dadurch ist es nach intravenöser Applikation jodhaltiger Röntgenkontrastmittel möglich, die vorhandene Jodkonzentration in jedem Voxel des untersuchten Gewebes spezifisch zu bestimmen.

Es erschließen sich Anwendungsbereiche der Dual-Energy-Technik, die in der CT-Diagnostik bislang einmalig sind:

Virtuelles Nativbild

Durch die spezifische Berechnung des Jodgehalts in jedem Bildpunkt kann bei einer kontrastangehobenen Dual-Energy-Spiralen-Untersuchung der Jodgehalt selektiv



Die beiden Röntgenröhren mit unterschiedlicher Energie zu betreiben (Dual-Energy-Bildgebung) eröffnet neue Möglichkeiten in der Diagnostik.

vom Bild subtrahiert werden, wodurch ein virtuelles Nativbild des untersuchten Gewebes entsteht. So entfällt die bisher erforderliche ‚echte Nativuntersuchung‘ – und damit die zusätzliche Dosisapplikation –, die bei Raumforderungen unklarer Dignität in parenchymatösen Bauchorganen häufig erforderlich ist. Ebenso kann bei einer nach Kontrastmittelapplikation durchgeführten Dual-Energy-Untersuchung des Neurokraniums zwischen einer Kontrastmittelaufnahme im Hirnparenchym durch eine Störung der Blut-Hirn-Schranke und einer ebenfalls hyperdensen parenchymalen Einblutungen differenziert werden.

Direkte Angiografie

In einer Dual-Energy-Untersuchung der Halsarterien, der Aorta oder der Beinarterien kann ohne langwierige Nachbearbeitung, quasi per Mausklick, die Jodinformation im Gewebe selektiv hervorgehoben und das umliegende Gewebe, vor allem Knochengewebe, selektiv unterdrückt werden. Daraus ergeben sich detaillierte, hochaufgelöste Bilder des Gefäßbaums, die einer kontrastmittelunterstützten MRT-Angiografie in keiner Weise nachstehen und diese somit ersetzen können. Seit der Installation des CT-Geräts hat sich die angiografische Darstellung der hirnersorgenden Arterien und der Becken-/Beinarterien zunehmend aus der MRT in die CT verlagert. Die Anzahl nicht-diagnostischer Gefäßdarstellungen – durch bewegungsartefaktgestörte oder ein schlechtes Bolustiming eingeschränkt beurteilbare MRT-Angiografien – hat durch diesen ‚Methoden-Shift‘ abgenommen.

Die frühere Limitation der CT-Angiografie durch die arbeitsintensive Knochengsegmentierung entfällt. Somit sind neben der Bildqualität die bessere Verfügbarkeit und größere Schnelligkeit der CT-Angiografie gegenüber der MRT-Angiografie weitere Gründe für den Methodenwechsel.

Nierensteindifferenzierung

Die Therapie der Wahl bei Vorliegen eines Konkrementes der ableitenden Harnwege ist die extrakorporale Stoßwellenlithotripsie (ESWL). In einer

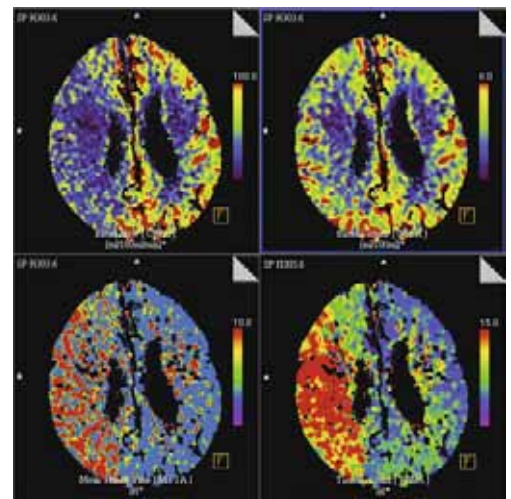
nativen CT-Untersuchung der Harnwege können die Nierensteine nicht hinsichtlich ihrer Zusammensetzung untersucht werden. Wichtig ist dies, da Konkreme, die aus Harnsäurekristallen bestehen, ohne ESWL allein durch die Alkalisierung des Harns aufgelöst werden können. Eine Dual-Energy-Untersuchung der Konkreme ermöglicht spezifisch, Harnsäurekonkremente von den übrigen Nierensteinen zu differenzieren.

Software zur Nachbearbeitung

Für alle beschriebenen Anwendungen stehen dem Benutzer speziell adaptierte Softwareprodukte zur Verfügung, die ein effektives Postprocessing der Rohdaten ermöglichen. Der Anwender hat dabei die Wahl, die Nachbearbeitung an einem dedizierten Rechner (Multi-Modality-Workplace) zu erledigen, oder diese über eine webbasierte Softwarelösung durchzuführen. Bei dieser syngo.via-Lösung werden dünn-schichtige axiale Primärrekonstruktionen auf einen eigenen Server geschickt. Auf den Arbeitsplatzrechnern der befundenden Radiologen wird das Frontend der Software, der syngo.via-Client installiert. Auf dem syngo.via-Server werden den Untersuchungen spezifische, vom Benutzer auswählbare Workflows zugeordnet. Diese werden bereits im Hintergrund ausgeführt, bevor der befundende Radiologe an seinem Rechner die Befundungssoftware startet. Beim Aufruf der Untersuchung sind somit bereits wichtige, zeitintensive Nachbearbeitungsschritte ausgeführt, zum Beispiel die Knochengsegmentierung bei Gefäßdarstellungen oder das Prefetching einer Voruntersuchung zum Bildvergleich.

Dosiseinsparung

Am Somatom Definition Flash sind sämtliche heute verfügbaren Methoden zur Dosiseinsparung implementiert. Besonders hervorzuheben sind hier das Verfahren der iterativen Bildrekonstruktion (bei Siemens Safire – Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction genannt) und die Durchführung von Untersuchungen mit niedrigen Röhrensparnungen (sogenannte low-kV-Untersuchungen). Mit der iterativen Bildrekonstruktion



Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten zur Dosiseinsparung, die am Somatom Definition Flash alle implementiert sind.

kann innerhalb bestimmter Grenzen im Rohdatenraum rechnerisch eine Differenzierung von bildwichtiger Information und Bildrauschen erreicht und das Bildrauschen selektiv gesenkt werden. Dadurch sind Dosiseinsparungen von bis zu 60 Prozent möglich. Über 95 Prozent aller CT-Untersuchungen werden mit 120 kV Röhrensparnung durchgeführt. Jodhaltiges Röntgenkontrastmittel besitzt bei 80 kV jedoch eine doppelt so hohe Röntgenabsorption wie bei 120 kV. Das heißt: Das Signal-zu-Rausch-Verhältnis einer Kontrastmitteluntersuchung ist bei 80 kV oder 100 kV sehr viel höher als bei 120 kV oder 140 kV. Dies kann genutzt werden, um weitere Dosis einzusparen. Durch die Anwendung dieser Algorithmen wird im Klinikum Harlaching heute ein Großteil der CT-Untersuchungen mit etwa 50 Prozent der früher benötigten Dosis durchgeführt.

*Dr. med. Berthold Gotzler,
Dr. med. Dominik Morhard,
PD Dr. med.
Gernot Schulte-Altendorneburg*

Kontakt

Städt. Klinikum München GmbH
Klinikum Harlaching
Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie,
Neuroradiologie und Nuklearmedizin
Dr. med. Berthold Gotzler
Sanatoriumsplatz 2
81545 München
Tel.: 0 89 / 62 10-26 01
berthold.gotzler
@klinikum-muenchen.de
www.klinikum-muenchen.de

Low-Dose-Volumen-Computertomografie unter der Lupe

Klinischer und ökonomischer Mehrwert

Das Herz-Jesu-Krankenhaus Hilstrup, ein Haus mittlerer Größe, investierte kürzlich in den neuen Volumen-CT Aquilion ONE von Toshiba und setzt damit neue Maßstäbe in der Radiologie. Interessant ist, warum sich das Haus für den Aquilion ONE entschieden hat und wie es wirtschaftlich und klinisch von seiner Investition profitiert.

Geschäftsführer Leopold Lauenstein berichtet: „In einem Haus wie unserem, wo die Radiologie eine Vielzahl von Fachabteilungen unter-

Leopold Lauenstein:

»Für unser Haus hat der CT eine Schlüsselposition. Die mit seiner Hilfe erstellten Diagnosen sind für unsere Ärzte im Rahmen der weiteren Behandlung unserer Patienten wegweisend.«

stützt, ist der CT ein wesentlicher Bestandteil der Patientenversorgung und muss ein Universaltalent sein. Unser Haus mit 369 Betten hat eine zentrale Radiologie, die sowohl Untersuchungen im Rahmen der täglichen Routine, als auch Spezialdiagnostik durchführt – und zwar an sieben Tagen der Woche, 24 Stunden am Tag.“ Somit haben die Radiologie und ihre interdisziplinären Leistungen für die Diagnostik und Behand-

lung im ganzen Haus eine herausragende Bedeutung. Die Entscheidung für einen High-End-Volumen-CT sei gefallen, weil das Herz Jesu Krankenhaus seinen Patienten zum einen sehr hohen medizinischen Standard bieten möchte. Zum anderen überzeugte auch das Preis-Leistungs-Verhältnis des neuen CTs.“

Lauenstein weiter: „Natürlich steht bei uns der Patient an erster Stelle und somit im Mittelpunkt unseres Handelns. Doch um unserem hohen Anspruch gerecht zu werden und uns Hightech-Medizintechnik auch

leisten zu können, muss unser Krankenhaus gesund sein. Somit planen wir Investitionen sehr genau, holen uns gegebenenfalls auch externe Beratung, um alle Details zu betrachten.“

Kurt Christiansen:

»Eine individuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtung im Vorfeld einer Beschaffung lohnt immer.«



Leopold Lauenstein, Geschäftsführer des Herz-Jesu-Krankenhauses in Münster-Hilstrup: „In einem Haus wie unserem, wo die Radiologie eine Vielzahl von Fachabteilungen unterstützt, muss der CT ein Universaltalent sein.“

Bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse hat Kurt Christiansen von C-Consulting das Krankenhaus unterstützt. „Wir schätzen seine lange Erfahrung bei der Analyse, Planung und Beschaffung von Systemen in den Bereichen diagnostische Bildgebung und Strahlentherapie“, so Lauenstein. Kurt Christiansen betont: „In die Wirtschaftlichkeitsanalyse haben



Das Herz-Jesu-Krankenhaus in Münster-Hilstrup hat in einen modernen High-End-CT Aquilion One von Toshiba investiert, einen 640-Schicht-Low-Dose-Volumen-CT mit 16 cm Detektorbreite.

Leopold Lauenstein:

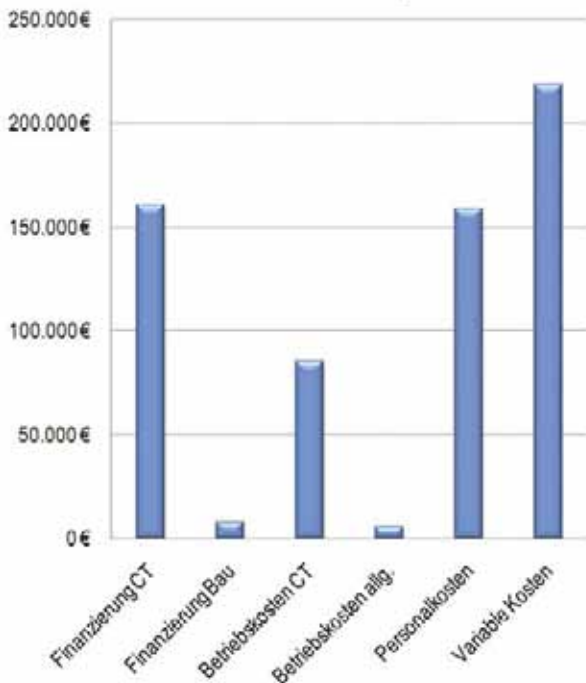
»Mit der Investition in den Volumen-CT Aquilion ONE wird die Radiologie sogar zu einem weiteren Profitcenter – dies nutzt dem gesamten Haus.«

wir ca. 100 Parameter einbezogen – beispielsweise die Kosten der Finanzierung für den CT selbst, die mit ihm durchgeführten Untersuchungen sowie die Kosten für Infrastruktur und Personal. Nur so erhält man

einen 360°-Blick auf den Betrieb eines CTs.“ Ließe man einen Bereich unbeachtet, könne dies zu signifikant anderen Zahlen und somit zu falschen Ergebnissen führen. Der Analyse wurden



Kostenvergleich bei 7800 Pat. p.a.



Für die Planung und den späteren wirtschaftlichen Betrieb von Großgeräten ist es notwendig, die Kosten zu kennen. Beispiel: Herz-Jesu-Krankenhaus Hiltrup mit 7.800 CT-Patienten pro Jahr.

Bild: C-Consulting Kurt Christiansen

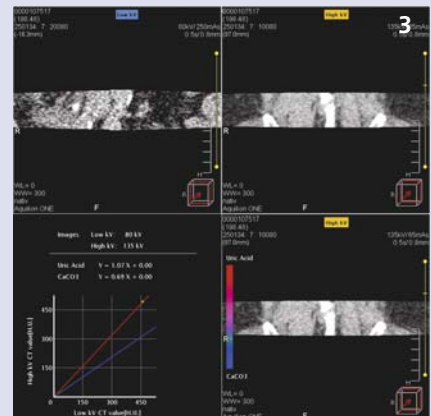


Dr. Benedikt Prümer, Chefarzt der Radiologie im Herz-Jesu-Krankenhaus Hiltrup: „Wir erwarten noch bis Ende des Jahres über 400 Low-Dose-Spezialuntersuchungen mit dem Volumen-CT.“

fiktive Einnahmen von 50 Prozent der GOÄ als interner Verrechnungssatz zugrunde gelegt. Besonders interessant bei der grafischen Auswertung der Kostenanalyse ist, wie gering der Anteil Finanzierungskosten des CTs selbst ist. Personal- und variable Kosten sind weitaus höher. Dies hatte der Berater nach Analyse der Kosten des jährlichen Untersuchungsspektrums deutlich zeigen können; auch Kontrastmittel und sogar kleine Einzelartikel wurden mit einbezogen. Die Ergebnisse machen deutlich, dass das Haus bei seinem Untersuchungsspektrum den Volumen-CT wirtschaftlich betreibt, wenn mehr als 25 Patienten pro Tag untersucht werden. Weil die Infrastrukturen von Klinik

Fall 1: 61-jähriger Patient mit Flankenschmerzen rechts

Nachweis eines Harnleiterkonkretes im mittleren Drittel des rechten Ureters mit konsekutivem Nierenaufstau und beginnender Pyelonephritis (Bilder 1 und 2). In der Dual-Energy-Steinanalyse mit 80 und 135 kV (Bild 3) zeigt die Dichteanalyse bei unterschiedlichen Energien einen Harnsäurestein (rote Verlaufskurve).



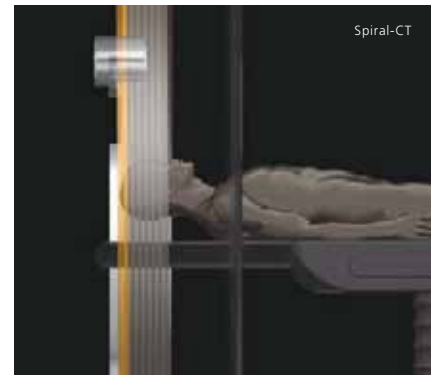
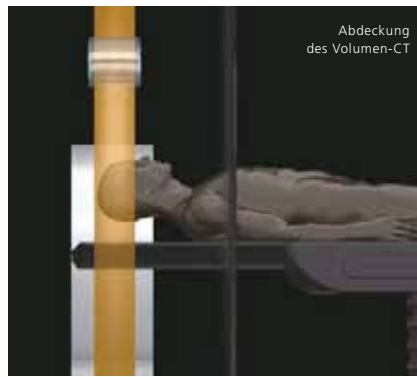
zu Klinik allerdings sehr unterschiedlich sind, wurde eine individuelle Analyse für Münster-Hiltrup durchgeführt. Christiansens Fazit: „Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung im Vorfeld einer Beschaffung lohnt sich immer.“ Leopold Lauenstein berichtet:

„Wir haben jedoch wesentlich mehr Patienten, nämlich über 7.800 pro Jahr und weitere Planungen für die künftige Entwicklung. Würden wir diese Untersuchungen extern durchführen lassen und alle Kosten wie zum Beispiel den Patiententransport berücksichtigen, hätten wir jährlich mit bis zu 1,7 Mio. Euro zu planen. Durch die Investition in einen High-End-CT reduzieren wir alle anfallenden Kosten zusammen auf ca. 700.000 Euro pro Jahr.“

Natürlich ist es nicht sinnvoll, insbesondere Akutpatienten extern untersuchen zu lassen. Die Analyse zeigt, welche Kosten anfielen, würde man nicht in moderne Technik investieren und die radiologische Kompetenz aus der Hand geben.

Neue Untersuchungsmethoden werden einen wesentlichen Anteil des Untersuchungsspektrums ausmachen: zum Beispiel die Low-Dose-Kardio-Computertomografie, die Organperfusion, Dual-Energy-Scans und einige weitere. „Diese Methoden konnten wir unseren Patienten bisher nicht anbieten“, sagt Leopold Lauenstein. Hochgerechnet kommt das Krankenhaus noch 2012 auf über 400 neue Spezialuntersuchungen.

Dr. Benedikt Prümer, Chefarzt der Radiologie und Facharzt für Diagnostische Radiologie, Neuroradiologie und Strahlentherapie: „Unsere klinischen Schwerpunkte liegen in der allgemeinen Radiologie, neuro-radiologischen Untersuchungen, onkologischen Scans und der Kardio-Computertomografie. Für alle diese Bereiche wollten wir einen CT. Insbesondere die neuroradiologischen Scans sind aufgrund der im Haus etablierten Stroke Unit von großer Bedeutung. Vom neuen CT sind wir begeistert. Dass ein CT keine Spirale mehr scannen muss, sondern ein ganzes Organ in einer Rotation – im Bruchteil einer Sekunde – ist ein Quantensprung.“

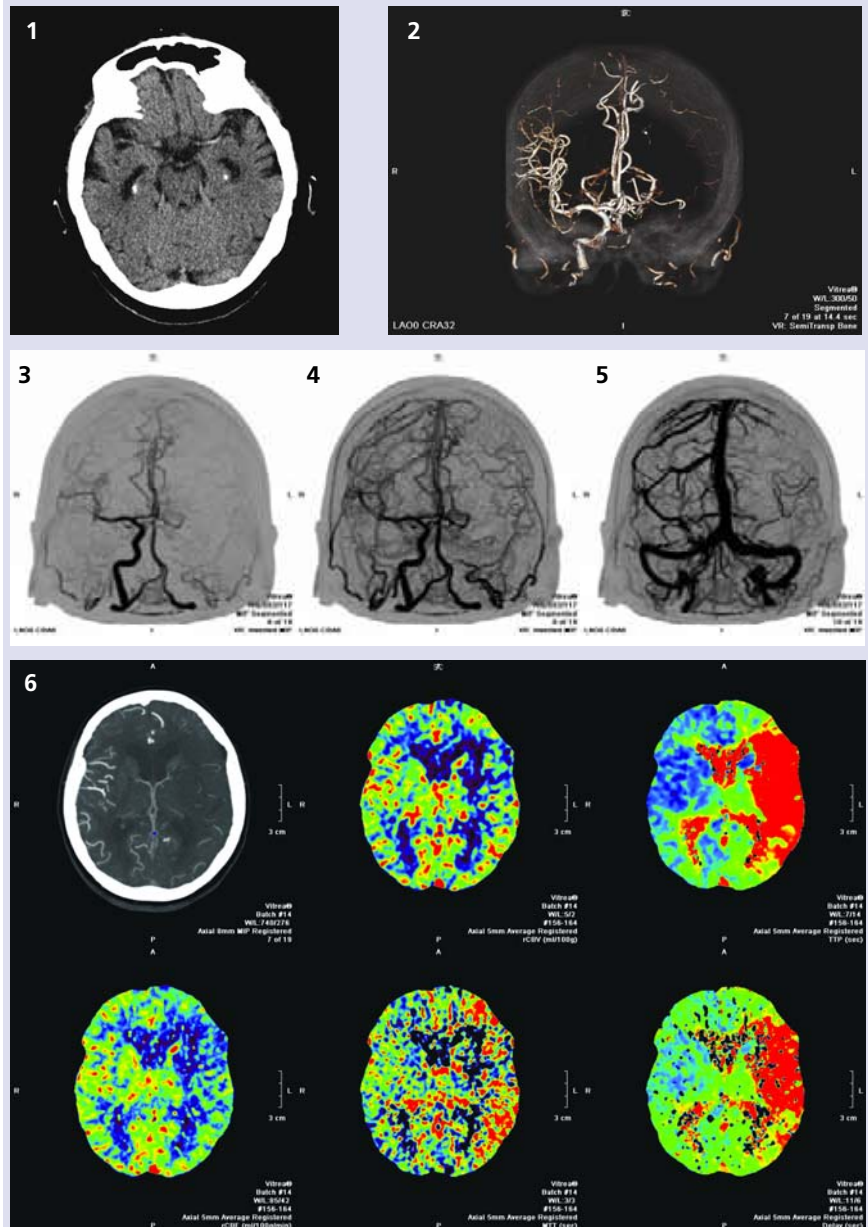


Der Low-Dose-Volumen-CT Aquilion ONE ermöglicht eine Abdeckung von 16 cm pro Rotation. Erstmals kann das gesamte Gehirn in einer einzigen Rotation gescannt werden.

Bilder: Toshiba

Fall 2: 72-jährige Patientin mit Hemiparese rechts

Nachweis eines hyperdensen Mediazeichens linksseitig (Bild 1). In der Volumen-CT-gestützten Perfusions- (Bild 6) und mehrphasigen Angio-CT (Bild 3 bis 5) zeigt sich ein Perfusionsdefizit im linksseitigen Mediastromgebiet ohne Nachweis eines Mismatch. Die CTA-Bilder zeigen einen ACI-Verschluss linksseitig mit Füllung der A2-Gefäße linksseitig über die kontralaterale ACI rechts. Die 3D-CTA (Bild 2) zeigt den Verschluss der ACI und des Mediastromgebiets links.



Der Patient steht im Mittelpunkt: Daher halten die Experten in Hiltrup die iterative Dosisreduktion für essenziell – und zwar bei allen CTs, nicht nur bei selektierten Untersuchungen. Selbst bei der Trauma-Computertomografie kommt die iterative Rekonstruktion zum Einsatz, da oft junge Patienten mittels einer Notfall-Computertomografie untersucht werden.

Dr. Prümer erläutert: „Besonderen Wert haben wir auf die Bildverteilung gelegt. Hier haben wir uns für die Vitrea Enterprise Suite (VES) von Vital Images (Toshiba) entschieden. Somit sind wir von der arbeitsplatzgebundenen Workstation auf eine serverbasierte Lösung umgestiegen, was einem Paradigmenwechsel in unserem Haus gleichkommt und deutlich mehr Flexibilität für unsere Ärzte bringt.“

Nach der Installation waren die Ärzte überrascht, weil sie die neue Software nicht bemerkt hatten – sie war für das Personal zunächst unsichtbar gewesen. Doch nach der CT-Bildgebung, als die Daten im PACS aufgerufen wurden, konnten alle VES-Applikationen über die PACS-Workstation gestartet werden.

Die neue Betrachtungslösung bietet nun im gesamten Haus die Möglichkeit, auf die Daten des Aquilion ONE zuzugreifen, was die Wege sehr verkürzt. Auch Kollegen anderer Fachabteilungen können auf die Bilder



Dr. Prümer bespricht mit Fachärztin Tatjana Kulaga eine Ganzhirnperfusion mit dem Volumen-CT an der Vitrea Enterprise Suite.

Dr. Benedikt Prümer:

»Der Workflow im Haus und die Kommunikation zwischen den Abteilungen wurden entscheidend vereinfacht und beschleunigt.«

zugreifen, ohne extra zur Workstation in die Radiologie kommen zu müssen. Dies erhöht die Diagnose-sicherheit, da der Befund gemeinsam besprochen werden kann. Neun Anwender im Haus können mit der Suite arbeiten – und zwar gleichzeitig – bei gleichbleibend hoher Leistungsfähigkeit. „Darauf haben wir besonderen Wert gelegt, weil wir mit unserer Stroke Unit sehr schnell zu Ergebnissen kommen müssen“, betont Dr. Prümer. Das Softwarepaket beinhaltet alle wichtigen Routine- und Spezialapplikationen aus den Bereichen Radiologie, Neuroradio-

logie, Onkologie und Kardiologie. Der große Vorteil liegt für das Herz-Jesu-Krankenhaus darin, dass alle wichtigen Tools vereint sind, einschließlich Spezialanwendungen wie zum Beispiel die Bildfusion. Darüber hinaus wurden die Anwendungen von Vitrea ins hauseigene PACS integriert, sodass die Ärzte beispielsweise über die Workstations auf die VES-Kardio-Software oder die VES-Perfusion zugreifen können. Dies vereinfacht den Umgang mit der Software, da keine weiteren Workstations gekauft und aufgestellt werden mussten,

Fall 3: 86-jährige Patientin mit Sturzanamnese und Nachweis einer HWK2-Fraktur linksseitig

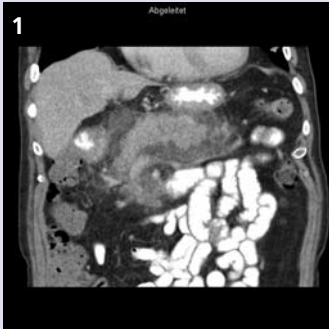
Anfertigung einer CT-Angio der supraaortalen Gefäße zum Ausschluss einer Vertebralisdissektion. Kombinierte CT-Angiografie der intra- und extrakraniellen Gefäße mit automatischer Knochensubtraktion mit Darstellung der hirnversorgenden Gefäße und des Aortenbogens ohne Nachweis einer Gefäßdissektion mit kompletter rechnerischer Extraktion der knöchernen Strukturen der Schädelbasis (Bilder 2 und 3).



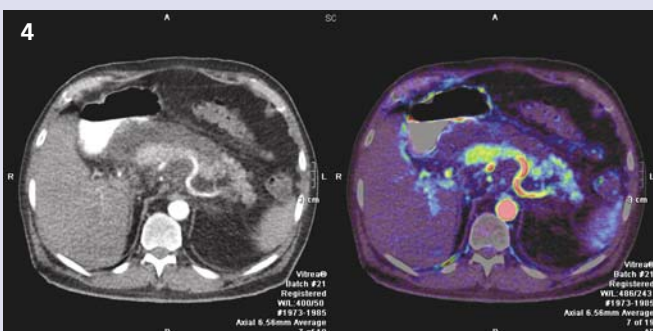
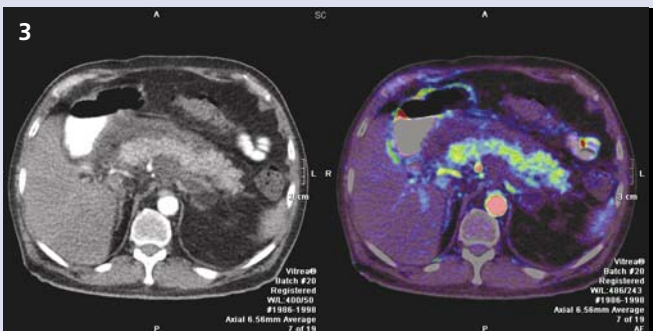
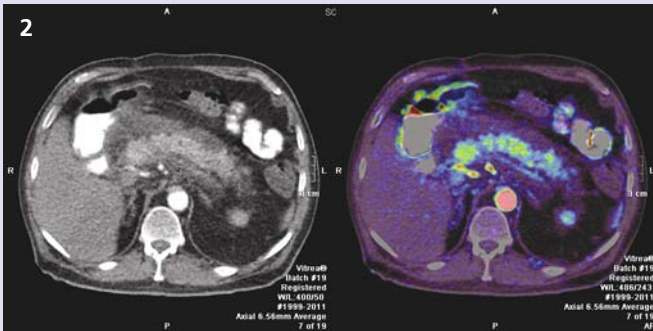
Dr. Benedikt Prümer:

»Mit der neuen adaptiven iterativen Dosisreduktion AIDR 3D im Aquilion ONE reduzieren wir die Dosis um bis zu 75 Prozent. Das gilt in der täglichen Routine, bei fast allen Patienten.«

Fall 4: 72-jähriger Patient mit sonografischem Nachweis einer echoarmen Raumforderung im Pankreas mit Karzinomverdacht
Perfusions-CT des Oberbauchs mit Nachweis einer exsudativen Pankreatitis, ausgeprägtem Umgebungsödem und Imbibierung des angrenzenden Fettgewebes (Bild 1).



Gegenüberstellung der morphologischen und fusionierten Bilder aus Morphologie und Perfusionsparametern mit Nachweis einer homogenen Parenchymkontrastierung bei exsudativer Pankreatitis ohne Tumornachweis oder nekrotische Minderperfusion (Bild 2 bis 4).



sondern das Haus mit der vorhandenen Hardware weiterarbeiten konnte.

Dr. Prümer schildert: „Unsere Low-Dose-Kardio-CT-Scans werden nun zum Beispiel unmittelbar nach der Untersuchung ausgewertet. Die Gefäße werden von der VES-Kardiosoftware automatisch gefunden, segmentiert und benannt. Kein einziger Klick ist dafür notwendig. So dauert eine vollständige Kardio-CT-Auswertung nur wenige Minuten. Das ist ein wichtiger Vorteil, da das Gespräch mit dem Patienten direkt im Anschluss an die Untersuchung geführt werden kann.“

Die onkologischen Fragestellungen, untersucht mithilfe der CT-Body-Perfusion, werden im Arztzimmer ausgewertet. Dabei sind einige Minuten Ruhe für die Befunderhebung sinnvoll. Auch werden gegebenenfalls Datensätze verschiedener Modalitäten fusioniert und gemeinsam ausgewertet. Neuroradiologische Untersuchungen wie die dynamische kraniale CT-Angiografie und die Ganzhirnperfusion können sowohl am CT, wenn es schnell gehen muss, als auch am regulären Befundungsarbeitsplatz in ruhiger Umgebung ausgewertet werden. Dies kann in der Stroke-Unit oder in einem anderen Befundzimmer geschehen – eben dort, wo der Befund schnellstmöglich gebraucht wird. Das Besondere an der Hardware der Vitrea Enterprise Suite ist, dass sie mit den Anforderungen des Hauses flexibel mitwachsen kann. Die Hardware wurde im Serverraum installiert und kann auch später noch erweitert werden. Selbst die IT-Abteilung war begeistert, wie reibungslos die Installation und Integration ins vorhandene PACS vonstatten ging. Nach zwei Tagen war die Installation abgeschlossen. Auch die Gespräche mit den Patienten sind einfacher geworden, weil die CT-Bilder ‚näher‘ am Patienten sind. Es gibt vielfältige Möglichkeiten im Haus, auf die Bilder zuzugreifen und sie mit den Patienten zu besprechen. Lange Wege und Wartezeiten werden dadurch deutlich verkürzt. ■

Kontakt

Toshiba Medical Systems GmbH
Andreas Lukoschek, Dipl. Ing., MBA
Leiter Produktbereich CT
Hellersbergstraße 4
41460 Neuss
Tel.: 0 21 31 / 18 09-1 72
Fax: 0 21 31 / 18 09-1 28
alukoschek@tmse.nl
www.toshiba-medical.de

Universitätsklinikum Freiburg schätzt die Kombination von Computertomografie und Ultraschall vor allem bei komplexen Interventionen

Zwei Augen sehen mehr

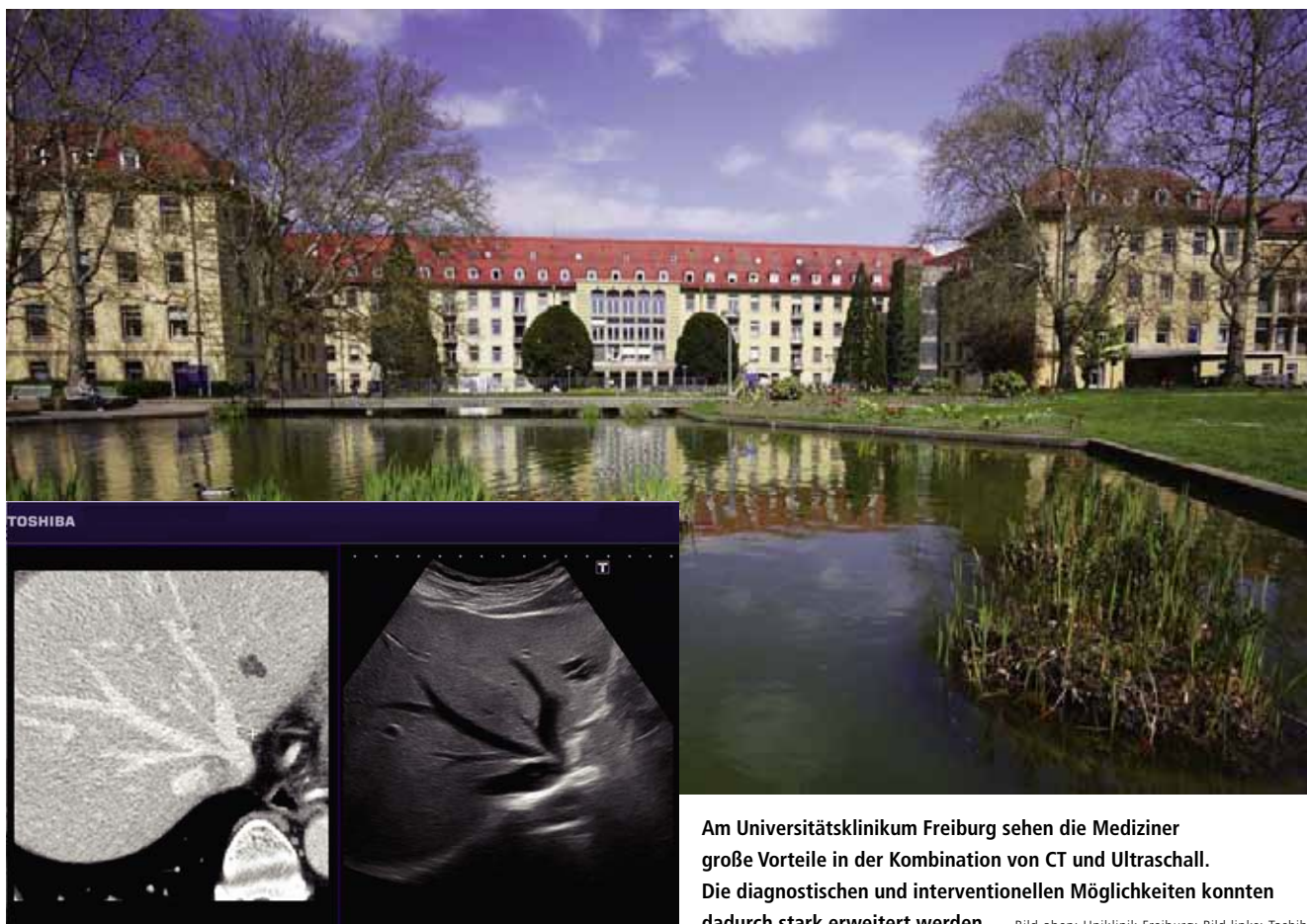
Den ersten ihrer zwei Volumen-CTs Aquilion ONE installierte die Klinik für Radiologie des Universitätsklinikums Freiburg unter der Leitung von Prof. Dr. Mathias Langer 2010. Seitdem bewältigt der Volumen-CT die radiologische Routine mit all ihren Herausforderungen, zu denen auch komplexe bildgesteuerte Interventionen gehören. Zugleich wurde von Professor Langer und Professor Kotter immer wieder der Wunsch an Toshiba Medical Systems herangetragen, gerade für Punktionen eine einfache und für die Routine praktikable Fusionsmöglichkeit von CT und Ultraschall zu schaffen. Mit dem neuen Ultraschallsystem Aplio 500 wurde dies nun Realität.

Hinter Fusion Imaging verbirgt sich die Möglichkeit, mit Computertomografie erfasste Herdbefunde im Ultraschall schnell und einfach aufzufinden. Dazu lässt sich der 3D-CT-Datensatz mit dem Ultraschallbild simultan auf dem Ultraschallmonitor darstellen. Durch die räumliche Erfassung der Sondenposition werden die Ultraschall-daten direkt während der Untersuchung mit dem CT-Befund korreliert. Man navigiert also durch die CT-Daten und kann den Befund direkt mit dem Ultraschallbild in Echtzeit vergleichen. Zusätzlich unterstützt das System mit dieser Fusionstechnik auch die Verwendung von Kontrastmitteln und ermöglicht ultraschallgestützte Punktionen. Beides, auch in Kom-

bination möglich, bedeutet eine wertvolle Erweiterung der diagnostischen und interventionellen Möglichkeiten.

Ultraschall kann die CT-Fluoroskopie ersetzen

Sobald die ersten Systeme verfügbar waren, wurde das neue Fusion Imaging im Universitätsklinikum Freiburg einer klinischen Evaluierung unterzogen. Prof. Dr. Elmar Kotter war dabei sehr zufrieden und urteilt: „Fusion Imaging auf dem neuen Aplio 500 funktioniert sehr gut und ist auch mit einem vertretbaren Aufwand realisierbar. Mit Fusion Imaging lassen sich im Ultraschall gezielt Läsionen punk-



Am Universitätsklinikum Freiburg sehen die Mediziner große Vorteile in der Kombination von CT und Ultraschall. Die diagnostischen und interventionellen Möglichkeiten konnten dadurch stark erweitert werden. Bild oben: Uniklinik Freiburg; Bild links: Toshiba



Die simultane Kombination von 3D-CT-Datensätzen und Ultraschallbildern in Echtzeit eröffnen vor allem bei der Intervention völlig neue Möglichkeiten.

Bilder: Toshiba

tieren, die vorher im CT gesehen wurden.“

Die wichtigsten Vorteile dabei: Fusion Imaging erleichtert das schnelle und gezielte Auffinden der Läsion im Ultraschall. Es bietet die Sicherheit, dass auch tatsächlich die im CT gesehene Läsion punktiert wird. Sogar Läsionen, die im Ultraschall nicht erkennbar sind,

lassen sich so mittels Ultraschall punktieren.

Professor Kotter weiter: „Ultraschall mit Fusion Imaging hat das Potenzial, in Kombination mit dem CT komplexe Interventionen zu erleichtern. Insbesondere kann hier der Ultraschall im CT-Raum die CT-Fluoroskopie ersetzen. Damit wird die Durchführung von Untersuchun-

gen mit geringerer Dosis möglich, was immer zu einer Entlastung und noch besseren Diagnostik des Patienten führt.“

Doch nicht nur die Technik muss überzeugen, auch der Workflow muss für den Arzt einfach sein. Nur so erleichtert die moderne Technik mit ihren vielfältigen neuen Möglichkeiten auch wirklich die tägliche Arbeit. Durch die Verknüpfung des CTs Aquilion ONE mit dem Aplio 500 können die CT- mit den Ultraschallaufnahmen kombiniert werden – ohne zusätzlichen Zeitaufwand oder CD-Übertragung. Selbstverständlich ist die Fusionierung in gleicher Form auch mit MRT-Datensätzen möglich. Moderne Medizin braucht intelligente Wege – diese haben die Mediziner in Freiburg nun beschritten. ■

Kontakt

Toshiba Medical Systems GmbH
Matthias Richter
Produktmarketing Ultraschall
Hellersbergstraße 4
41460 Neuss
mrichter@tmse.nl
www.toshiba-medical.de/ultraschall

Praxis für Radiologie und Nuklearmedizin in Ludwigshafen
nutzt als Vorreiter in Europa die Positronen-Emissions-Mammografie

Bildschärfe steigert Effizienz

Die bestmögliche Brustkrebstherapie basiert unter anderem auf der Genauigkeit des vorangehenden Diagnoseverfahrens. Methoden wie Mammografie und Brust-MRT stoßen gerade bei der Erkennung und zuverlässigen Diagnose kleiner Bereiche abnormalen Gewebes im Frühstadium an ihre Grenzen. Ein neues Gerät zur hochauflösenden Bildgebung kann hier Abhilfe schaffen. Mit der so genannten Positronen-Emissions-Mammografie (PEM) eröffnen sich neue Perspektiven, wie Patientinnen mit Mammakarzinom schneller und zielgenauer therapiert werden können.

Die Praxis für Radiologie und Nuklearmedizin in Ludwigshafen am Rhein verfügt seit Beginn des Jahres europaweit als erster Anwender über den PEM-Scanner der Firma Naviscan. Der Radiologe und Nuklearmediziner Dr. Frank Müller betritt mit der Anschaffung dieses Hightechgeräts neues Terrain in der Brustkrebsdiagnostik.

Die PEM bildet Brustdrüsen mit einer planaren Auflösung von 1,5 mm (3D: 1,6 mm) im Vergleich zur WB-PET mit 4 bis 7 mm ab. Der Scanner zeigt eine hochauflösende Darstellung der Brust in den standardisierten Mammografieebenen sowie der Axillien 90 min p.i. mittels des kurzlebigen Nuklids ¹⁸F-FDG. Die verabreichte Dosis beträgt 3,5 MBq/kg/KG. Die Brust wird im Sitzen untersucht und zwischen zwei Scannerplatten gelegt. Der auf die Brust ausgeübte Kompressionsdruck fällt mit 7 kg deutlich geringer aus als bei der Mammografie mit 20 kg.

Um eine optimale Aufnahmequalität zu erreichen, werden für jeden Untersuchungsgang ca. zehn Minuten benötigt. Unmittelbar nach der Untersuchung können die Ergebnisse durch den Nuklearmediziner ausgewertet und in einem ausführlichen Gespräch erläutert werden. Für den gesamten Untersuchungsablauf müssen Patientinnen ungefähr drei Stunden Zeit einplanen. PEM-Darstellungen zeichnen sich durch eine enorme Bildschärfe aus: „Die hochauflösende Bildgebung

von PEM bis 1,6 mm zeigt uns sogar unerwartete Bereiche von Brustkrebs-Multifokalität in beiden Brüsten und Lymphknotenmetastasen im Achselbereich, die bei bisherigen Mammografien nicht feststellbar waren“, erklärt Dr. Frank Müller. Herkömmliche Bildgebungsverfahren führten immer wieder, so Müller, zu Verdachtsmomenten, die sich im Nachhinein als falsch erwiesen. Dies bedeute einerseits für die Patientin unnötigen Stress und Kummer, andererseits entstünden dadurch natürlich ebenso unnötige Kosten.

Präzise Bildgebung gibt Aussicht auf bessere Therapieoptionen

„Ich kann durch PEM mit 90-prozentiger Sicherheit davon ausgehen, dass die auf dem Untersuchungsbildschirm auftauchenden Stellen tatsächlich bösartiger Natur sind. Mit derartigen Ergebnissen kann man mit den Patientinnen so früh wie möglich über Diagnose und Behandlungsoptionen sprechen“, beschreibt Dr. Müller weitere Vorzüge. Die Genauigkeit der Informationen, auf Basis derer die Entscheidung des Behandlungsregimes fällt, ist für die Patientin von großer Bedeutung: Durch die exakte Lokalisierung eines bösartigen Tumors ist es mit der PEM häufiger möglich, brusterhaltende Operationen durchzuführen. Das Gerät erkennt maligne Läsionen unabhängig von der Tumorgroße. Mittels PEM-Bildgebung können sowohl der Ort als auch die metabolische Aktivität der Läsion identifiziert werden. Außerdem werden sowohl Zweitumore als auch Krebsinfiltrationen in die Umgebung mit der PEM sichtbar. DCIS und invasive Karzinome lassen sich gleichermaßen gut identifizieren. Bei einer Tumorgroße von 1,5 cm betragen die Sensitivität 95 Prozent, die Spezifität 92 Pro-



Die Praxis für Radiologie und Nuklearmedizin in Ludwigshafen sieht in der Positronen-Emissions-Mammografie (PEM) eine hervorragende Methode, um Patientinnen mit Mammakarzinom schneller und zielgenauer therapieren zu können.

Bild: Dr. Frank Müller



Dr. Frank Müller, Radiologe, Nuklearmediziner und Vorsitzender der PET e. V.: „PEM verschafft den betroffenen Frauen wertvolle Zeit, wodurch ich den Patientinnen eine oftmals wochenlange, leidensreiche Odyssee ersparen kann.“ Bild: Dr. Frank Müller

zent, die diagnostische Richtigkeit 93 Prozent sowie der positive Vorhersagewert 95 Prozent und sind mit einer Magnetresonanztomografie vergleichbar.

Erkranktes Gewebe punktgenau biopsieren

Die im Anschluss notwendigen Biopsien können mittels des durch PEM entstandenen Bildmaterials gesteuert werden. Die hochaufgelösten Bilder des Brustgewebes bieten eine Art ‚Landkarte‘, mit deren Hilfe erkranktes Gewebe punktgenau biopsiert werden kann. Die Genauigkeit des pathologischen Ergebnisses steigt dadurch signifikant. Diese Genauigkeit der medizinischen Befunde ist auch aus wirtschaftlicher Sicht interessant. „Präzisere Befunde führen schneller zur richtigen Therapie und ersparen uns langfristig so manche Biopsie“, bilanziert Dr. Müller und betont: „Die Möglichkeit, unmittelbar nach der ersten PEM-Untersuchung eine aussagekräftige und überprüfbare Biopsie durchzuführen, ist revolutionär und wird Antworten auf alle entsprechenden Fragen der Ärzte bieten.“ Dr. Frank Müller entdeckte das PEM-Gerät im März vergangenen Jahres. Als Fachmann für PET-Technologie habe ihn das Gerät direkt überzeugt. Da er stets auch an seine Patientinnen denke, habe er das Potenzial für diese umgehend erkannt. Bereits seit 16 Jahren engagiert sich Dr. Müller auf dem Gebiet der PET. Seit 2011 ist er außerdem Vorsitzender des PET e. V., eines eingetragenen Vereins von Benutzern von PET.

Der Experte ist von der Einzigartigkeit der Möglichkeiten überzeugt, die sich durch die PET-Diagnostik ergeben. Dabei ist sein Bestreben nicht nur, in der eigenen Praxis bestmögliche Behandlungsbedingungen zu schaffen. „Als Vorsitzender des PET e. V. setze ich mich dafür ein, den Dialog mit Entscheidungsträgern aus der Gesundheitspolitik, den Krankenkassen und Selbsthilfegruppen voranzutreiben. Damit leiste ich den mir bestmöglichen Beitrag dazu, den Krebspatienten diese Methode zur Verfügung zu stellen“, begründet Dr. Müller sein Engagement.

Zeit spielt im Prozess der Krebsdiagnose und -behandlung eine wesentliche Rolle. Die positiven Aspekte der PEM gelten hier beiderseits: Die PEM kann den Patientinnen einen beschwerlichen Diagnosemarathon und im günstigsten Fall Operationen auf Verdacht ersparen. Aus Sicht der Ärzte bietet der High-tech-Scanner außerdem Möglichkeiten, die Behandlung früher, effizienter und zielgerichteter zu gestalten. Durch die hochpräzise Diagnosemöglichkeit können vorhandene Behandlungsmöglichkeiten anhand eines schnellen und klaren Bilds der Krankheit optimiert eingesetzt werden.

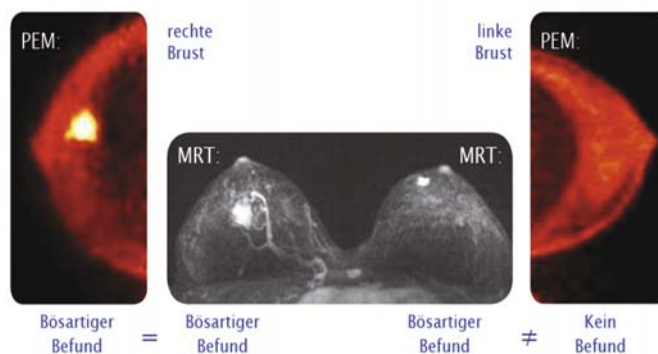
„Die Methode verschafft den betroffenen Frauen wertvolle Zeit. Eine oftmals wochenlange, leidensreiche Odyssee kann ich den Patientinnen ersparen. Wir können dem Krankheitsherd anhand der um ein

vielfaches schärferen Bilder so früh und detailliert wie möglich zu Leiberücken“, beschreibt Dr. Müller weitere positive Erkenntnisse.

Umfassende Diagnose innerhalb eines Tages

Die gesamte Diagnostik lässt sich mit der PEM-Methode auf einen Tag reduzieren. Sowohl die Methode als auch die höchstmögliche Aussagekraft der Ergebnisse seien hier als Grund anzuführen, so Dr. Müller. „Wird verdächtiges Gewebe entdeckt, kann es in einem direkten Folgeschritt biopsiert werden. Die Präzision der PEM-Bildgebung ist dabei eine einzigartige Orientierungshilfe. Bei Verdacht auf eine Metastasierung untersuchen wir die Patientin im Anschluss mit unserem Ganzkörper-PET. Die Aktivität des vor der PEM injizierten Radiopharmakons reicht dafür aus.“ Der Vorteil einer einzigen Gesamtuntersuchung zur endgültigen Verdachtsabklärung wird darüber hinaus durch einen hohen Untersuchungskomfort ergänzt. Die Patientin sitzt vor dem Gerät, muss in keine Untersuchungsröhre und der Druck auf die Brust ist während des Vorgangs deutlich geringer. Die Brust der Patientin kann mit einem Kompressionsdruck von 7 kg untersucht werden, der somit signifikant geringer ausfällt als bei herkömmlichen Mammografieuntersuchungen.

Beispiel: Untersuchung einer 44-jährigen Frau mit Brustimplantaten



Durch eine Laboruntersuchung von Gewebeprobe wurden die Ergebnisse der PEM und der MRT anschließend pathologisch

überprüft und das Ergebnis der PEM beidseits bestätigt. Daraus ergibt sich in der linken Brust ein falsch positiver Befund der MRT.

Beispiele verdeutlichen, dass man mit PEM sehr aussagekräftige Bilddaten erhält und sich damit Fehlinterpretationen von Geweben vermeiden lassen.

Bild: Naviscan

„Patientinnen mit Brustimplantaten profitieren von diesem geringen Kompressionsdruck natürlich besonders. Die bisher durch Implantatgrenzschichten auftauchenden Interpretationsprobleme fallen außerdem weg“, führt Dr. Frank Müller seine Erfahrungen aus. Auch aus vorangegangenen Operationen entstandenes Narbengewebe würde bei der PEM-Bildgebung nicht fehlinterpretiert. Außerdem gehören Frauen mit Kontrastmittelunverträglichkeit, Niereninsuffizienz und Metallteilen im Körper zur Gruppe von Patientinnen, für die sich die PEM besonders eignet.

Selbst Drüsengewebe schränkt die Aussagekraft nicht ein

Die Beschaffenheit des Brustgewebes führt bei bisherigen Diagnoseverfahren nicht selten zu Schwierigkeiten. Die klassische Mammografie beispielsweise ist bei Frauen mit dichtem Drüsengewebe in ihrer Aussagekraft begrenzt. Mit der PEM erhält man aussagekräftige Bild-daten auch von jungen Patientinnen, da das Drüsengewebe nicht stört. Die Gefahr von falsch-positiven Befunden ist deutlich verringert, die Methode menstruationsunabhängig anwendbar. „Auf die häufige Frage der Strahlenbelastung können wir unseren Patientinnen ebenfalls eine positive Antwort geben“, resümiert Dr. Müller. „Je nach Körpergewicht liegt die Strahlenbelastung durch die PEM nur bei der Hälfte oder einem Viertel der einer CT-Untersuchung und damit im Rahmen der natürlichen Strahlenexposition von 2 mSv bei 50 kg Körpergewicht.“ Auch während einer Krebstherapie bringt die PEM weitreichende Vorteile sowohl für Arzt als auch für Patientin. Ist eine Strahlen- oder Chemotherapie nötig, kann die Wirksamkeit der jeweiligen Behandlung anhand der Bildgebung bereits nach 14 Tagen beurteilt werden. Non-Responder werden so rechtzeitig identifiziert und die entsprechende Therapieform bestmöglich angepasst. Dr. Müller sieht hier nicht nur einen Mehrwert für die Patientinnen (Vermeidung un-

Mit einem Kompressionsdruck von 7 kg auf die Brust ist die Belastung für die Patientin gegenüber einer konventionellen Mammografie mit 20 kg erheblich geringer.

Bild: Naviscan



nötiger Nebenwirkungen, Verkürzung des Behandlungsverlaufs), auch Kosten würden auf Seiten der Kostenträger für nicht effektive Therapien eingespart.

„Mit dieser frühzeitigen Evaluationsmöglichkeit laufender Therapien leistet die PEM einen wesentlichen Beitrag zur Beurteilung der Therapie-wirkung“, erläutert Dr. Müller. Den Frauen blieben unnötige Nebenwirkungen weitgehend erspart, auch unterstütze es die Motivation und die Compliance seitens der Patientin, betont der Arzt. „Mit den PEM-Bildern kann ich meinen Patientinnen bereits zu einem frühen Zeitpunkt im Therapieverlauf Behandlungserfolge vor Augen führen. Diese sichtbare Evidenz des begonnenen Heilungsprozesses ist aus psychologischer Sicht nicht zu vernachlässigen.“

Die Räumlichkeiten der Radiologie und Nuklearmedizin Ludwigshafen sind zwar großzügig, dennoch weiß Dr. Müller auch die geringe Größe und Mobilität des PEM-Scanners zu schätzen. Mit seinem geringen Volumen findet das Gerät auch in kleineren Räumen Platz. Der auf Brustkrebs spezialisierte PET-Scanner ist in den USA bereits in 39, außerhalb der Staaten in elf Brustkrebs- und Bildgebungszentren im Einsatz. Das PEM-System ist außerdem das einzige von der FDA zugelassene und CE-zertifizierte Gerät für 3D Molecular Breast Imaging. Die Untersuchung wird bisher nach der Gebührenordnung für Ärzte nur von Privatkassen bezahlt. Gesetzlich Versicherte müssen daher die Kosten von rund 1.000 Euro noch selbst übernehmen (einfacher Satz

Literatur

- Berg, W. A., et al.: Comparative effectiveness of positron emission mammography and MRI for presurgical planning of the ipsilateral breast in women with breast cancer. *Radiology*, 258(1): S. 59–72 (2011)
- Berg, W. A., et al.: High-resolution fluorodeoxyglucose positron emission tomography with compression (positron emission mammography) is highly accurate in depicting primary breast cancer. *Breast Journal* 12(4): S. 309–323 (2006)
- Berg, W. A., et al.: Reasons women at elevated risk of breast cancer refuse breast MR screening: ACRIN 6666. *Radiology*. 254(1): S. 79–87 (2010)
- Kalinyak, J. E., et al.: PET guided breast biopsy. *Breast Journal* 17 (2) (2011)
- Schilling, K., et al.: Positron emission mammography in breast cancer pre-surgical planning: comparisons with magnetic resonance imaging. *EJNM* 38(1): S. 23–36 (2011)
- Wang, C., et al.: Characterization of 18F-fluorodeoxyglucose (FDG) uptake in triple-negative and triple positive breast cancers with positron emission mammography (PEM). *JNM* 51 (Supplement 2): S. 1073 (2010)
- Weinberg, I., et al.: Applications of a PET device with 1.5 mm FWHM intrinsic spatial resolution to breast cancer imaging. *IEEE International Symposium on Biomedical Imaging* 2: S. 1396–1399 (2004)
- Yang, W. T., et al.: Funktional evaluation of response to targeted therapy in HER2 over expression inflammatory breast cancer (IBC) patients using positron emission mammography (PEM). *American Association of Cancer Research Poster* #3281 (2010)

PET ca. 670 Euro plus ca. 300 Euro Nuklidkosten). Wenn in seltenen Fällen eine Ganzkörper-PET oder eine Biopsie notwendig wird, fallen zusätzliche Kosten an. Dazu erklärt Dr. Müller: „Ich kenne die Vorzüge der Positronen-Emissions-Tomografie und -Mammo-

grafie hinsichtlich medizinischer Diagnosemöglichkeit, Prozessoptimierung und Wirtschaftlichkeit. Deshalb setze ich mich in meiner Position als Vorstandsvorsitzender des PET e. V. dafür ein, dass PET- und PEM-Untersuchungen in die GKV-Leitlinien aufgenommen werden.“ ■

Kontakt

Praxis für Radiologie und
Nuklearmedizin Ludwigshafen
Dr. med. Frank Müller
Otto-Stabel-Straße 2–4
67059 Ludwigshafen
Tel.: 06 21 / 51 00 21
www.radiologie-ludwigshafen.de
www.naviscan.com