

Zwei: Die neue Arithmetik der CT

Zwei Röhren, zwei Detektoren und die Möglichkeit, beide Röntgenquellen auf unterschiedlichen Energiestufen zu betreiben: Diese Eigenschaften machen den Weg frei für eine Fülle neuer Anwendungen.

Von Dr. Hildegard Kaulen



ANDREAS H. MAHNKEN zieht Xenon als Kontrastmittel für Ventilationsstudien in Erwägung.

Dr. Andreas H. Mahnken, Oberarzt an der Klinik für Radiologische Diagnostik am Universitätsklinikum Aachen, weiß, was er will. In die tägliche Routine einer großen Klinik eingebunden, kennt der Radiologe die Fragen, die Tag für Tag an ihn herangetragen werden. Wie schwerwiegend ist die Stenose? Ist der Tumor nach der Therapie noch vital? Ist der Bandapparat nach der Kniefraktur weiterhin intakt? Welche Flüssigkeiten sind zu erkennen: Blut, Eiter, Aszites? Viele dieser Fragen können bisher nicht hundertprozentig mit der Computertomographie (CT) beantwortet werden. Dabei schätzt Mahnken gerade diese Modalität. Eine CT-Untersuchung ist schnell, stabil und erfordert nahezu keine Wartezeiten. Immer mehr Schichten haben die Akquisitionsgeschwindigkeit drastisch erhöht. Allerdings sei die Akquisitionsgeschwindigkeit nicht länger von Bedeutung, so Mahnken. Mehr Schichten könnten nicht dabei helfen, zusätzliche Information für bessere Diagnosen zu erhalten. Seit Einführung von SOMATOM™ Definition ist Mahnken nicht nur überzeugt, dass das weltweit erste Dual Source CT durch die routinemäßige Diagnose mit nichtinvasiver Herz-CT die Behandlung von Patienten verbessert.

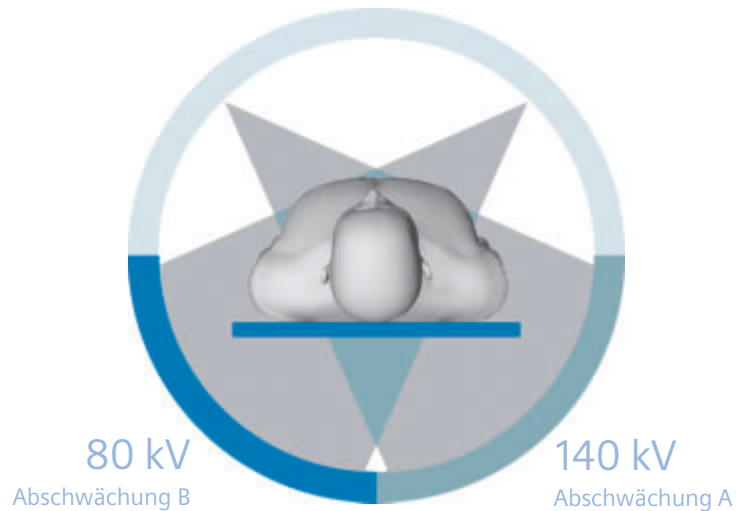
Die neue Technologie eröffne außerdem Wege, die über die einfache Wiedergabe der Hounsfield-Werte hinausgingen. Dual Source CT ist nicht nur eine hervorragende Technologie für die tägliche Routine, es ist auch ein interessantes Werkzeug, um völlig neue klinische Anwendungen zu erforschen. Mahnken arbeitet seit Mai 2006 mit dem SOMATOM Definition.

Im ‚normalen‘ Modus laufen bei dem neuen System beide Röntgenröhren auf der gleichen Stufe, was zu einer Halbierung der Aufnahmezeit führt. Das Ergebnis: eine zeitliche Auflösung von 83 Millisekunden, unabhängig von der Herzfrequenz, so dass Betablocker unnötig sind und die Strahlenbelastung reduziert wird. Im Dual Energy-Modus arbeitet jede Röhre auf einem unterschiedlichen Energieniveau. Mahnken: „Wir entdecken gerade erst die kompletten Vorteile von Spiral-CT mit Dual Energy. Beim Scannen einer anatomischen Struktur mit 80 Kilovolt (kV) erzielt man eine andere Abschwächung als beim Scannen mit 140 kV. Man erhält so Informationen, die über die eigentliche Bildgebung hinausgehen. Dual Energy sollte uns einen neuen Blick auf die klinische Fragestellung geben. Wir haben zum ersten Mal die Möglichkeit, zuverlässig Knorpel von Sehnen zu unterscheiden. Das ist wirklich verblüffend. Dual Energy erweitert das Anwendungsspektrum der CT. Zudem unterstützt die neue Technologie die Veranschaulichung von komplexen Details, wie zum Beispiel die Differenzierung zwischen kalzifizierten Plaques und Kontrastmitteln. Wir können nun das Gefäßlumen ohne störende Plaques richtig darstellen. Ein überzeugendes Beispiel dafür, wie wichtig Dual Energy für die tägliche Radiologiepraxis sein wird.“

Aufnahmen mit Kontrastmittel

Einen Vorteil des Dual Energy CT sieht Mahnken, der eine zweijährige Ausbildung in Gesundheitsmanagement absolviert hat und Kosten zu kalkulieren weiß, im Nativröntgen. Über die zwei Energiestufen der Röntgenröhren kann das Kontrastmittel ausgeblendet werden. Bislang waren dafür zwei Aufnahmen

Das Prinzip von Dual Energy



SOMATOM Definition erlaubt den gleichzeitigen Einsatz von zwei Röntgenquellen auf unterschiedlichen Energieniveaus. Dies bietet die Möglichkeit, gleichzeitig zwei Datensätze von einer einzigen Spiral-Aufnahme zu erhalten.

Der Kilovolt- (kV-)Wert der Röntgenröhre bestimmt das Energieniveau der Röntgenstrahlung. Eine Änderung des kV-Wertes ändert die Energie der Photonen und damit die Abschwächung im untersuchten Gewebe. Anders ausgedrückt: Die Röntgenabsorption ist energieabhängig, das heißt, die Untersuchung eines Objekts mit 80 kV ergibt eine andere Abschwächung als die Untersuchung mit 140 kV. Zusätzlich hängt die Abschwächung auch vom untersuchten Gewebetyp ab.

Dual Energy nutzt zwei Röntgenstrahler, die gleichzeitig mit verschiedenen Energien betrieben werden und zwei Datensätze erzeugen. Dies ermöglicht die Differenzierung, Charakterisierung, Klassifizierung, Abgrenzung und Kennzeichnung des abgebildeten Gewebes und Materials, um bestimmte Einzelheiten über das gescannte Objekt zusätzlich zur Morphologie zu erhalten.

nötig. Mahnken: „Wir machen jetzt nur noch eine Aufnahme und subtrahieren das Kontrastmittel. Das hat zwei Vorteile: Zum einen können wir das Kontrastmittel aus dem Bild herausrechnen und dadurch die nicht-kontrastmittelverstärkte Untersuchung vermeiden sowie die entsprechende Strahlendosis einsparen. Das daraus entstandene Dual Energy-Bild unterstützt uns andererseits dabei, Leber

»Dual Energy stellt Information über die eigentliche Bildgebung hinaus zur Verfügung.«

Dr. Andreas H. Mahnken, Oberarzt,
Klinik für Radiologische Diagnostik,
Universitätsklinikum Aachen

und Nierenläsionen zuverlässig zu beschreiben. Nun können wir zum Beispiel schnell zwischen kontrastmittelverstärkten und hypolipiden Bereichen unterscheiden und sofort mögliche Tumoren erkennen. Zusätzlich können wir über die Verteilung des Jods auch etwas über die Perfusion und damit über die Durchblutung und Vitalität des Gewebes sagen. Wenn wir zum Beispiel mit Hitze gegen ein primäres Leberzellkarzinom vorgehen, wollen wir anschließend wissen, ob wir erfolgreich waren. Bleibt der Tumor frei von Kontrastmittel, wird er nicht mehr durchblutet und damit auch nicht mehr versorgt.“ Er zeigt auf eine Leberaufnahme, die gerade auf dem Bildschirm seines Computers zu sehen ist. „Das ist ein Tumor, der kein Kontrastmittel mehr eingelagert hat. Hier waren wir mit der Verödung erfolgreich.“

Dem Kontrastmittel misst Mahnken ohnehin eine große Bedeutung bei. „Wir verwenden derzeit fast nur Jod und haben noch gar nicht angefangen, über ‚intelligente‘ Kontrastmittel nachzudenken. Als neues Kontrastmittel käme zum Beispiel das Edelgas Xenon in Frage. Wir könnten mit Xenon die Lungenventilation messen. Mit diesem Gas haben wir in der Anästhesie schon einige Erfahrung gemacht und wissen, dass es für den Patienten ungefährlich ist. Warum sollte man es nicht als

Kontrastmittel bei Dual Energy-Untersuchungen einsetzen? Jod für die Lungenperfusion, Xenon für die Ventilation – das entspräche einer komplexen Lungendiagnostik.“

Weitere Perspektiven

Potenzial für Dual Energy sieht Mahnken auch bei der Charakterisierung von Körperflüssigkeiten. „Hier stehen wir allerdings noch ganz am Anfang. Uns fehlen einfach noch die Rekonstruktionsalgorithmen. Um Blut, Eiter, Urin oder Aszites sicher unterscheiden zu können, bedarf es noch einiger Forschung“, erklärt er, während er die Arbeitsabläufe in der Abteilung weiterhin im Auge behält. „Körperflüssigkeiten werden bislang über eine Magnetresonanztomographie (MRT) oder eine Biopsie charakterisiert. Dual Energy CT könnte vergleichbare Ergebnisse liefern. MRT und CT kämen sich dann ein Stück näher, ohne sich ihre Einsatzgebiete streitig zu machen – eine weitere interessante Perspektive von SOMATOM Definition.“

Autorin: Dr. Hildegard Kaulen ist Molekularbiologin. Nach wissenschaftlichen Stationen an der Rockefeller University in New York und der Harvard Medical School in Boston schreibt sie seit Mitte der neunziger Jahre für renommierte Wissenschaftsredaktionen und Zeitungen in Deutschland.

Weitere Stimmen zu Dual Energy: Professor David P. Naidich

DAVID P. NAIDICH, Professor für Radiologie und Medizin, New York University Medical Center and School of Medicine: „Die Einführung von SOMATOM Definition war besonders spannend für unsere Abteilung. Die Verwendung von Dual Energy gibt uns nämlich die Möglichkeit, die Gewebekomponenten im Körper so auszuwerten, wie es bisher noch nicht möglich war. Zum Beispiel haben wir erst vor kurzem eine Dual Energy-Untersuchung an einem Patienten mit einem Metallstent in einem Aortenaneurysma durchgeführt. Heterogene Abschwächungsbereiche innerhalb des Aneurysmas führten zu einer erschwerten Ermittlung innerer Blutungen. Auf dem neuen Scan konnten wir dank kontrastmittelverstärkter und nicht-kontrastmittelverstärkter virtueller Wiedergabe der Dual Energy-Daten eine Einblutung innerhalb eines vorhandenen Thrombus mit hoher Abschwächung diagnostizieren.

Wir versprechen uns zudem viel für die Charakterisierung einzelner Lungen-Rundherde. Bei diesen Läsionen von wenigen Millimetern ist derzeit schwer zu sagen, ob sie gut- oder bösartig sind. Durch die Subtraktion beider Energiestufen, die ja jetzt zum ersten Mal problemlos möglich ist, sollte diese Frage besser zu klären sein. Auch Kalzium ist ein wichtiger Aspekt. Wir wollen uns mit Dual Energy die Ablagerungen und den Bereich dahinter anschauen. Vielleicht wird man sogar eines Tages Kalziumablagerungen in der Brust mit dem Dual Energy CT untersuchen, wer weiß? Ich glaube, dass uns der Zufall noch viele Anwendungen in die Hände spielen wird. Gewissermaßen hat sich jede grundlegende CT-Entwicklung bewährt. Ich erwarte von der Dual Source CT und ihrem Dual Energy-Modus nichts anderes.“

Weitere Stimmen zu Dual Energy: Dr. Christoph Becker

CHRISTOPH BECKER, Leiter der Abteilung Computertomographie (CT) am Institut für Radiologische Diagnostik im Klinikum Großhadern in München: „Die atemberaubende Bildqualität von SOMATOM Definition ermöglicht es uns, auf vollkommen neue klinische Anwendungen zuzugreifen. Sie setzt damit neue Maßstäbe bei der CT. Der Einsatz von Dual Energy macht den Weg frei für ein breites Spektrum potenziellen klinischen Nutzens – eine der bedeutendsten Technologieveränderungen seit Einführung der Mehrschicht-CT.

Ein sehr vielversprechendes Feld ist Dual Energy Direkt-Angiographie, die exakte Knochensubtraktion in CT-Angiographien (CTA), sogar in komplizierten anatomischen Bereichen. Die Dual Energy-Methode isoliert sogar komplexe Gefäßsysteme, zum Beispiel an der Schädelbasis, wo CTAs nur schwer ausgewertet werden können, und überwindet so die Grenzen herkömmlicher Knochenentfernungs-Software. So ist eine Stenose in der Karotis erkennbar, ohne dass der Schädel den Blick darauf versperrt. Dass wir so schnell und ohne Nachbearbeitung von Hand eine Engstelle in der Karotis erkennen können, hilft uns, die diagnostische Effizienz zu steigern. Eine andere Dual Energy-Anwendung, die wir oft nutzen, ist die Evaluierung von Störungen der Lungenperfusion. Dual Energy ermöglicht das direkte Visualisieren der lokalen Jodkonzentration im Lungenparenchym und das eindeutige Darstellen des Bereichs mit möglicherweise angegriffenem Gewebe.“

DIESE ECHTZEIT-VOLUMENDARSTELLUNG

einer Kopf- und Hals-CTA mit Spiral Dual Energy zeigt den genauen zerebralen Gefäßstatus (oben). Die entsprechende Dual Energy MIP (Maximum Intensity Projection) ermöglicht den sofortigen Ausschluss von Aneurysmen und Sinusthrombosen (unten).

