

Radiologie: Dual-Energy-Bildgebung

Nicht nur fürs Handgepäck

Hatem Alkadhi, Borut Marincek, Paul Stolzmann

Institut für Diagnostische Radiologie, Universitätsspital Zürich

Die Bildgebung mit Röntgenstrahlen unter Verwendung zweier unterschiedlicher Energiespektren («dual energy») gehört zu den weltweit häufigsten durchgeführten Untersuchungen. Alleine in Zürich erfolgte diese Art der Bildgebung im vergangenen Jahr über 20 Millionen Mal – und zwar am Flughafen [1]. So ist es dort – wie auf allen Flughäfen dieser Welt – üblich, das Handgepäck eines jeden Fluggastes mit Dual-Energy-Röntgenstrahlen zu durchleuchten. Mit dieser Technik gelingt eine Klassifizierung verschiedener Materialien und somit eine Unterscheidung zwischen unbedenklichen und gefährlichen, d.h. explosiven Substanzen, womit die Voraussetzung für eine sichere und erholsame Flugreise gewährleistet wird.

Der Vorteil der Dual-Energy-Bildgebung im Vergleich zum klassischen Röntgen – welches lediglich ein Energiespektrum verwendet – basiert auf der Tatsache, dass unterschiedliche Materialien eine unterschiedliche Absorption durchdringender Röntgenstrahlen aufweisen. Diese steht im Zusammenhang mit dem material-abhängigen Compton- und dem photoelektrischen Effekt.

Die ersten Versuche, sich das Röntgen mittels Dual Energy in der Radiologie zunutze zu machen, datieren vor mehr als zwei Jahrzehnten. So wurden mit der Computertomographie zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Untersuchungen mit zwei verschiedenen Energien (z.B. mit 80 kV und mit 140 kV) durchgeführt und in ersten Ex-

perimenten vielversprechende Ergebnisse erzielt [2]. Leider hielt die erste Dual-Energy-Euphorie einer kritischen Überprüfung nicht lange stand: Die unzureichend niedrige Leistung der Röntgenröhrentechnik zum damaligen Zeitpunkt sowie erhebliche Probleme der Koregistrierung zweier aufeinanderfolgender Aufnahmen anatomischer Bilder derselben Körperregion bei bereits geringen Veränderungen durch Bewegung oder Atmung führten zur Einstellung der Dual-Energy-Bildgebung für radiologische Zwecke. Was blieb und sich fortan weiterentwickelte, war die Verwendung der Dual-Energy-Bildgebung für sicherheitsspezifische Aspekte.

Der vor rund zwei Jahren eingeführte Dual-Source-Computertomograph, ein Gerät mit zwei unabhängig voneinander operierenden Röntgenröhren und zwei gegenüberliegenden Detektoren, führte zur Wiederentdeckung der Dual-Energy-Technik in der Radiologie. So kann z.B. eine Röntgenröhre mit 80 kV und eine andere mit 140 kV betrieben werden und somit im Rahmen einer Untersuchung gleichzeitig (d.h. ohne Koregistrierungsprobleme) die Information zweier unterschiedlicher Energiespektren erhoben werden. Obwohl diese Technik erst seit kurzem wieder möglich ist, sind bereits heute zahlreiche Applikationen der Dual-Energy-Computertomographie entdeckt und entwickelt worden. Diese lassen sich grundsätzlich in zwei Bereiche einteilen: Zum einen in der Identifikation von Jod in kontrastmittelverstärkten Untersuchungen; und zum anderen in der Differenzierung von Strukturen mit gering unterschiedlicher Atomzahl. Bei ersterer Anwendung kann beispielsweise das Ausmass der Kontrastmittelaufnahme in suspekten Läsionen quantifiziert oder das Kontrastmittel auch gezielt aus den Bildern herausgerechnet werden [3]. Erste Applikationen hierzu stellen die Detektion von Nierensteinen ohne spezielle Durchführung einer Untersuchung ohne Kontrastmittel [4] oder die Quantifizierung von Jod im Myokard oder der Lunge zur Detektion und Quantifizierung von Perfusionsdefiziten dar (Abb. 1 ). Bei letzterer Anwendung ist die Differenzierung von kristalloiden Substanzen, z.B. harnsäure- von nichtharnsäurehaltigen Nierensteinen, möglich [5]. Da harnsäurehaltige Steine oftmals rein medikamentös behandelt werden, kann diese Unterscheidung klinisch relevant sein (Abb. 2 ). Des Weiteren gelingt mittels Dual-Energy-Bildgebung die genauere Unterscheidung zwischen arteriosklerotischen Plaques in der

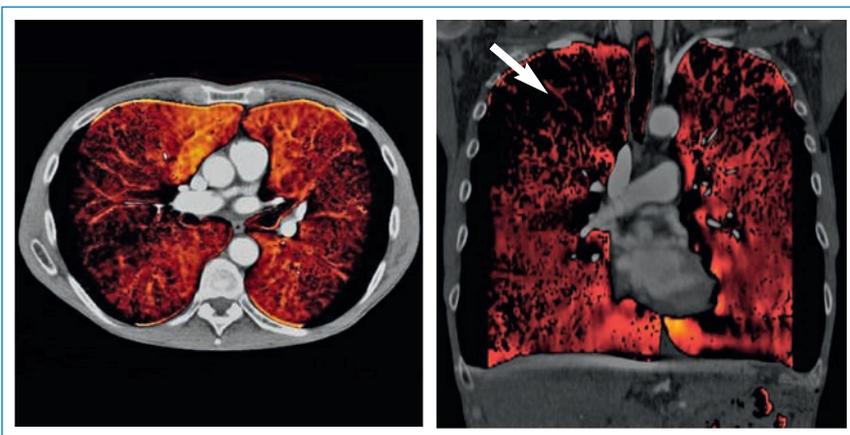


Abbildung 1

Dual-Energy-Computertomographie der Lungenperfusion bei einem Patienten mit fortgeschrittenem Lungenemphysem (axiale und koronale Rekonstruktion). Die Verwendung des Dual-Energy-Algorithmus erlaubt die präzise Detektion von Jod und somit die Darstellung der inhomogenen Lungenperfusion, betont im rechten Oberlappen (Pfeil).

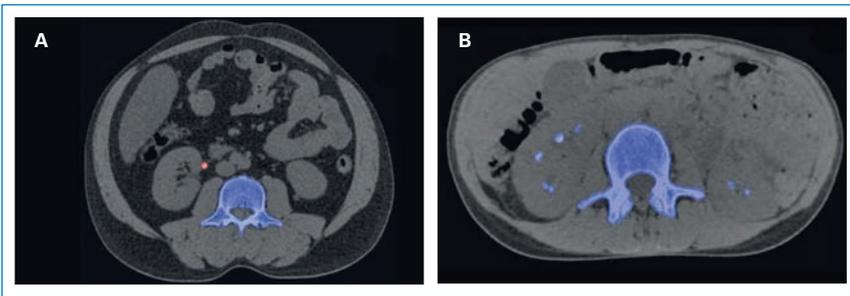


Abbildung 2

Dual-Energy-Computertomographie zur Unterscheidung von harnsäurehaltigen von nichtharnsäurehaltigen Nierensteinen. Durch die Verwendung des Dual-Energy-Algorithmus gelingt die sichere Unterscheidung zwischen einem harnsäurehaltigen Stein im rechten Ureter (A) und mehreren Hydroxyapatitsteinen in beiden Nieren (B).

Korrespondenz:

Dr. med. Hatem Alkadhi
 Institut für
 Diagnostische Radiologie
 Universitätsspital
 CH-8091 Zürich
hatem.alkadhi@usz.ch

Literatur

- 1 <http://www.unique.ch/dokumente/Jahrbuch2007.pdf>.
- 2 Kalender WA, Perman WH, Vetter JR, Klotz E. Evaluation of a prototype dual-energy computed tomographic apparatus. I. Phantom studies. *Med Phys.* 1986;13:334-9.
- 3 Stolzmann P, Frauenfelder T, Pfammatter T, et al. Endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: detection with dual-energy dual-source CT. *Radiology* 2008;249: 682-91.
- 4 Scheffel H, Stolzmann P, Frauenfelder T, et al. Dual-energy contrast-enhanced computed tomography for the detection of urinary stone disease. *Invest Radiol.* 2007;42:823-9.
- 5 Primak AN, Fletcher JG, Vrtiska TJ, et al. Noninvasive differentiation of uric acid versus non-uric acid kidney stones using dual-energy CT. *Acad Radiol.* 2007;14:1441-7.

Gefäßwand und kontrastmitteldurchflossenem Lumen.

Ob zur Unterscheidung zwischen TNT (gefährlich) und Schnaps (weniger gefährlich) oder zwischen der Aufnahme von Kontrastmittel (gefährlich) oder der fehlenden Kontrastmittelaufnahme (= eher ungefährlich), die Dual-Energy-Bildgebung in der Radiologie erfährt derzeit eine Renaissance, von der auch in den nächsten Jahren noch einige neue Applikationen zu erwarten sind.