

AXIOM Luminos dRF: Die vielversprechende Zukunft der Fluoroskopie

Die Welt der Fluoroskopie wird flacher. Flachdetektoren haben in Mammographie und Radiographie die Filmkassetten bereits abgelöst und verdrängen zunehmend Bildverstärker an C-Bogen-Systemen in Angiographie und Katheterlaboren. Nun erobern sie auch die Fluoroskopie.

Von Dr. Simon Scott

In diesem Herbst stellte Siemens AXIOM® Luminos dRF vor, eine 2-in-1-Lösung für die digitale Fluoroskopie und die digitale Radiographie, dessen Kernstück einer der modernsten digitalen Flachdetektoren (FD) ist. Der neue Detektor ersetzt nicht nur die bisher bei der Durchleuchtung verwendeten Filmkassetten für Radiographieaufnahmen. Er macht auch Bildverstärker überflüssig, die seit langem das Herzstück der dynamischen Bildgebung sind. Die Flachdetektor-Technologie liefert eine exzellente Bildqualität, unterstützt reibungs-

lose Arbeitsabläufe und ermöglicht eine kompakte Systemarchitektur. Darüber hinaus lässt sich mit dem 43 x 43 Zentimeter großen Detektor ein größerer Anatomiebereich pro Bild erfassen. Dies führt zu deutlichen Verbesserungen bei Untersuchungen, die mit den kleineren, runden Bildverstärkern oft eine Herausforderung darstellten. Die Kombination von Fluoroskopiesystem und Flachdetektor bietet aber noch weitere Vorteile: Mit dieser Technologie lassen sich digitale hochauflösende Radiographieaufnahmen erstellen, die



erhebliche Verbesserungen im Untersuchungsablauf und höhere Effizienz in der Radiologie ermöglichen.

Vollendete Kombination: Radiographie und Fluoroskopie

Der Flachdetektor von AXIOM Luminos dRF liefert eine hervorragende Bildqualität und bietet praktische Vorteile für die dynamische Bildgebung. Das System überzeugt jedoch vor allem durch seine hohe Flexibilität. Es ist in der Fluoroskopie und Radiographie einsetzbar. Ein und derselbe Detektor kann sowohl hochwertige dynamische Sequenzen als auch exzellente statische Radiographieaufnahmen liefern.

Beide Bildgebungstechniken sind ohne Einschränkung verfügbar. Besonders deutlich wird dies bei Untersuchungen unter Durchleuchtung. Diese erfordern Einzelröntgenaufnahmen, wie sie oft während einer Doppelkontrast-Darstellung der Magen-Darm-Passage üblich sind. Mit AXIOM Luminos dRF gehören Pausen zum Einrichten oder Nachladen von Filmkassetten während der Untersuchung nun der Vergangenheit an. Anhand sofort verfügbarer Bilddaten kann der Arzt schnell beurteilen, ob alle relevanten medizinischen Informationen vorhanden sind oder eine Wiederholung der Aufnahme erforder-

lich ist. Die Dynamik und die Linearität der Flachdetektor-Technologie machen Wiederholungsaufnahmen aufgrund von Fehlbelichtung jedoch weitgehend überflüssig. Ein Anpassen des Kontrasts ist in der Nachbearbeitung der Bilddaten problemlos möglich. Weiterhin vereinfacht die Kombination von dynamischen und statischen Akquisitionen mit einem digitalen Detektor das Datenmanagement. Radiographieaufnahmen und Fluoroskopiesequenzen werden zusammen in einem Patientenordner gespeichert. Bisher mussten Radiographieaufnahmen mit einem auf Bildverstärker basierendes Durchleuchtungssystem erst digitalisiert werden. Dann wurden sie manuell an einem PACS (Picture Archiving and Communication System) mit den Aufnahmen unter Durchleuchtung zusammengeführt.

Die erzielte Bildqualität hält jedem Vergleich zu digitalen, auf Flachdetektoren basierten Aufnahmeplätzen stand. AXIOM Luminos dRF ist daher gleichwertig für allgemeine radiographische Untersuchungen einsetzbar. So werden das System und der Fluoroskopieraum maximal ausgelastet. Der Vorteil dieser Vielseitigkeit zeigt sich besonders in hohen Untersuchungszahlen und ermöglicht selbst dann eine optimale Nutzung des Systems, wenn sich die klinischen Anwen-



MODERNSTE fluoroskopische und radiographische Untersuchungen mit nur einem System sind mit AXIOM Luminos dRF heute Wirklichkeit.



DURCH ERSETZEN des Bildverstärkers durch einen Flachdetektor kann das System bis auf 48 Zentimeter über dem Boden abgesenkt werden. Der Patient lässt sich daher leichter auf dem Untersuchungstisch positionieren.

dungen zukünftig ändern. Die Symbiose von Fluoroskopie und Radiographie wird erst durch den Einsatz innovativer Detektortechnologie möglich. Bei AXIOM Luminos dRF wird ein Flachdetektor mit indirekter Signalumwandlung auf Basis von Cäsiumjodid (CsI) und einem Aufnahme­feld (FoV) von 43 x 43 Zentimetern verwendet. Das große Aufnahme­feld des AXIOM Luminos dRF-Flachdetektors stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Bildverstärkern dar. Es deckt eine nahezu 50 Prozent größere Fläche ab als die größten bisher verfügbaren Bildverstärker mit 40 Zentimetern Durchmesser. Die vergrößerte Abdeckung ermöglicht Aufnahmen, die bisher nahezu ausgeschlossen waren. Das sind beispielsweise urologische Untersuchungen zur Darstellung von Nieren und Blase in einer Gesamtansicht oder Kontrastmitteluntersuchungen der gesamten Speiseröhre. Bei Bildverstärkern sind für solche Untersuchungen mehrere Schritte erforderlich. Nur durch Umpositionieren des Strahlers und der Bildempfängereinheit, des Tisches oder des Patienten selbst können alle relevanten Körperregionen abgebildet werden.

Neues Systemdesign

Ein dünner Flachdetektor an Stelle eines wuchtigen Bildverstärkers verleiht AXIOM Luminos dRF mehr Flexibilität beim Bewegen des Tisches. Dieser kann auf bis zu 48 Zentimeter über dem Boden statt zuvor rund 80 Zentimeter abgesenkt werden. Für Patienten mit Bewegungseinschränkung oder für kleinere Patienten ist es einfacher und bequemer, auf die Untersuchungsfläche zu gelangen oder von einem Rollstuhl umgelagert zu werden. Dieser Bewegungsspielraum des Tisches bietet daher mehr Komfort für den Patienten und praktische Arbeitserleichterung für das Personal. Schwere oder unbewegliche Patienten sind einfacher umzulagern, die Arbeit ist ergonomischer und der Arbeitsablauf wird verbessert. Dies führt zu höherem Patientendurchsatz und steigert die Effizienz in der Abteilung. Für bestimmte radiographische Untersuchungen der Extremitäten muss der Patient nicht einmal mehr auf den Tisch: Aufgrund der niedrigen Tischhöhe kann er

beispielsweise für eine Untersuchung des Knöchels komfortabel im Rollstuhl sitzen bleiben. Das offene und kompakte Design des Tisches ermöglicht einen ausgezeichneten Zugang zum Patienten, selbst von der Rückseite des Systems aus. Das Umlagern des Patienten von einer Patientenliege oder komplexe Untersuchungen, wie zum Beispiel eine endoskopische retrograde Cholangiopankreatographie (ERCP), sind nun viel bequemer durchzuführen.

Durch das Kippen des Tisches wird das Spektrum der digitalen Radiographie und Durchleuchtung erweitert. Somit können beispielsweise Bariumaufnahmen stehend oder statische Bilder vom Abdomen oder der Wirbelsäule gemacht werden. Die mit einem Flachdetektor akquirierten Bilder sind außerdem frei von den bei Bildverstärkern bekannten Kissenverzerrungen, so dass der Arzt beispielsweise vor einer Hüftoperation die für die Planung erforderlichen Messungen durchführen kann.

Die Flachdetektortechnologie mit indirekter Konversion weist eine hohe Quanteneffizienz der Detektion auf. Da die auf den Patienten einwirkende Röntgenstrahlung besser als bei den Bildverstärkern ausgenutzt wird, sind sowohl Patient als auch Arzt einer geringeren Dosis ausgesetzt. AXIOM Luminos dRF kann natürlich auch mit den umfassenden CARE-Applikationen (Combined Applications to Reduce Exposure) von Siemens ausgestattet werden. Dazu gehören beispielsweise CARE-PROFILE für die strahlungsfreie Einblendung von Kollimatoren und semi-transparenten Filtern sowie CAREPOSITION für die schnelle und strahlenfreie Umpositionierung des Patienten. Das LIH-Bild (Last Image Hold) unterstützt beide Techniken.

CAREVISION ermöglicht eine erhebliche Dosisreduktion in der Fluoroskopie. Bei dieser so genannten gepulsten Fluoroskopie werden an Stelle der kontinuierlichen Durchleuchtung vom Benutzer niedrigere Bildfrequenzen angewählt. AXIOM Luminos dRF kann optimal in das Krankenhausnetzwerk integriert werden und unterstützt somit den Schritt hin zu einer komplett digitalisierten Radiologieabteilung. Der Patient wird schnell und einfach über das

HIS/RIS-System (Hospital/Radiology Information System) registriert, und akquirierte Daten können dank der umfassenden DICOM-Funktionalität an beliebige Empfänger im HIS-Netz verschickt werden. Dies erfüllt die Anforderungen des klinischen Datenmanagements vollständig und beschleunigt die Arbeitsabläufe.

Die Einführung von Flachdetektoren in die Fluoroskopie ist die neueste Entwicklung in einer langen Reihe von Innovationen bei der

Echtzeit-Röntgenbildgebung. Durch Integration dieser Technologie in AXIOM Luminos dRF entwickelte Siemens ein System mit ungewöhnlicher Vielseitigkeit, das sich ohne Kompromisse hinsichtlich der Bildqualität oder Benutzerfreundlichkeit sowohl in der Radiographie als auch der Fluoroskopie auszeichnet.

Autor: Dr. Simon Scott ist Wissenschaftsjournalist in Chicago im US-Bundesstaat Illinois. Er hat einen Dokortitel in Medizinischer Physik.

Ein Paradigmenwechsel von analog zu digital

Um die Bedeutung des Wechsels zu Flachdetektoren besser zu verstehen, sollte man sich die lange Geschichte der Fluoroskopie beziehungsweise des Röntgens bewusst machen. Die wichtigste Innovation im letzten Jahrzehnt war hier die digitale Fluoroskopie. Dabei wird der Ausgang des Bildverstärkers mit einer Videokamera verbunden, um die Daten auf einem TV-Monitor anzuzeigen und die Bildsequenz aufzuzeichnen. Herkömmlicherweise wurden hier analoge Videokameras und Aufzeichnungsgeräte eingesetzt, neuere Systeme beinhalten digitale Videokameras auf der Basis von ladungsgekoppelten Bildwandlern (CCD-Geräten). Diese Anwendungen ermöglichen digitales Archivieren von Bildsequenzen.

Alle Bildverstärkertypen weisen jedoch Kissenverzerrungen aufgrund schlechter Fokussierung der beschleunigten Elektronen auf dem Bildschirm auf. Durch Streuung der eingehenden Lichtstrahlen im Glasgehäuse der Bildverstärker kommt es auch zu Schleiereffekten, die an den Rändern des Verstärkers geringere Helligkeit und schwächere Kontrastauflösung verursachen. Flachdetektoren haben diese Effekte nicht und bieten im Wesentlichen eine verzerrungsfreie und gleichförmige Wiedergabe über das gesamte Aufnahmegebiet. Außerdem können Bildverstärker im Gegensatz zu Flachdetektoren keine statischen Radiographieaufnahmen von hoher Qualität erreichen. Faktisch wird zur Akquisition statischer radiographischer Bilder von hoher Qualität im Verlauf einer fluoroskopischen Untersuchung mit einem Bildverstärker meist eine separate Bildkassette eingesetzt.

Es gibt zwei wichtige Arten von Flachdetektoren für Röntgenbildgebung: Systeme mit indirekter Konversion und Systeme mit direkter Konversion. Alle Röntgenflachdetektoren müssen den Fluss von auftreffenden Röntgen-

strahlen in elektrische Ladung umwandeln, die sich für die Digitalisierung in der Auslesematrix des Detektors eignet. Bei Direktkonversions-Systemen, die oft auf einem als amorphes Selen bezeichneten Material beruhen, erzeugen die Röntgenstrahlen im Detektor direkt eine Kaskade freigesetzter Elektronen, die anschließend vor dem Auslesen in einer geeigneten Elektrode gesammelt werden. Bei Systemen mit indirekter Konversion werden die Röntgenstrahlen zuerst in optische Photonen umgewandelt, die anschließend in eine Photodiode an der Basis des Detektors gelangen, wo sie dann ebenfalls in Elektronen umgewandelt und bis zum Auslesen gespeichert werden.

AXIOM Luminos dRF benutzt einen Flachdetektor mit indirekter Konversion auf Basis von Cäsiumjodid (CsI), der für fluoroskopische Anwendungen einige Vorteile gegenüber Direktkonversionssystemen auf Basis von amorphem Selen besitzt. CsI absorbiert Röntgenstrahlen in dem bei der Fluoroskopie angewandten Energiebereich besser als amorphes Selen und besitzt hierbei eine höhere Quanteneffizienz. Dies ist für die maximale Ausnutzung der relativ wenigen Photonen, die zu jedem Bild in einer fluoroskopischen Sequenz beitragen, von hoher Wichtigkeit. Im Vergleich mit anderen Scintillatorkonversionssystemen besitzt CsI die bemerkenswerte Eigenschaft, einer Verschlechterung der Bildauflösung entgegenzuwirken. Diese Degradation wird durch Diffusion der optischen Photonen auf ihrem Weg zur Photodiode verursacht. Die CsI-Kristalle fallen bei ihrer Herstellung als lange, schmale (5-10 Mikrometer), nadelartige Gebilde an, die im Detektor wie eine Miniaturfaseroptik wirken und den Niederschlag der optischen Photonen mit minimaler Streuung auf die Photodiode lenken.