

Eine Untersuchungsmethode für eine schnellere Patientenversorgung und erhöhte Krankenhausproduktivität¹

White Paper Digitale Tomosynthese – konventionelle 2D-Röntgenbildgebung in der nächsten Dimension

Trotz einer Vielzahl von Publikationen und klinisch orientierten Untersuchungen und Studien, die auf mögliche Anwendungen in verschiedenen Bereichen hinweisen, hat sich die digitale Tomosynthese (DTS) klinisch noch nicht umfassend durchgesetzt. Abgesehen von der Mammographie, bei der sich die digitale Brust-Tomosynthese (DBT) immer mehr etabliert, ist die DTS anderer Körperregionen zwar im akademischen Bereich anerkannt, aber weniger in der klinischen Praxis. Mit der Tomosynthese-Lösung von Agfa, die eine neuartige Rekonstruktion zusammen mit der hochmodernen MUSICA-Bildverarbeitung auf den Röntgenmodalitäten DR 800 und DR 600 ermöglicht, kann das Unternehmen diese Lücke schliessen.

Anhand gut dokumentierter und praktischer klinischer Fälle beschreibt dieses White Paper das Potenzial der digitalen Tomosynthese im radiologischen Bereich. Es zeigt, dass die DTS eine nützliche Ergänzung zur 2D- und CT-Bildgebung sein kann, um die Produktivität der Abteilung und die Patientenversorgung zu verbessern.

In der klinischen Praxis sind planare Röntgenaufnahmen in der Regel die erste Bildgebungstechnik, die eingesetzt wird. Bei der muskuloskelettalen Bildgebung kann dies beispielsweise eine Schulter in AP und lateraler Projektion sein. In vielen Fällen ist diese 2D-Technik jedoch nicht hinreichend aussagekräftig, so dass die endgültige Diagnose nicht allein durch die klassische Röntgenbildgebung gestellt werden kann. Dies hat oft zusätzliche Wartezeiten und die Notwendigkeit neuer Termine zur Folge. Eine bildgebende Technik, wie die digitale Tomosynthese, die einen sofortigen Abschluss des Diagnosezyklus ermöglicht, indem die fehlenden klinischen Informationen noch während der Anwesenheit des Patienten innerhalb der Abteilung zur Verfügung gestellt werden, wäre daher mehr als wünschenswert.

Mehrwert durch einen verbesserten klinischen Ablauf

Es lohnt sich daher, die Rolle und den Mehrwert der digitalen Tomosynthese in der allgemeinen

Röntgendiagnostik im Hinblick auf eine verbesserte klinische Versorgung zu überdenken. Dies ist besonders relevant angesichts der immer wichtiger werdenden Produktivitätssteigerungen, speziell in mittelgrossen Krankenhäusern mit eingeschränktem Zugang und begrenzter Kapazität für weiterführende bildgebende Untersuchungen, wie CT oder MRT.

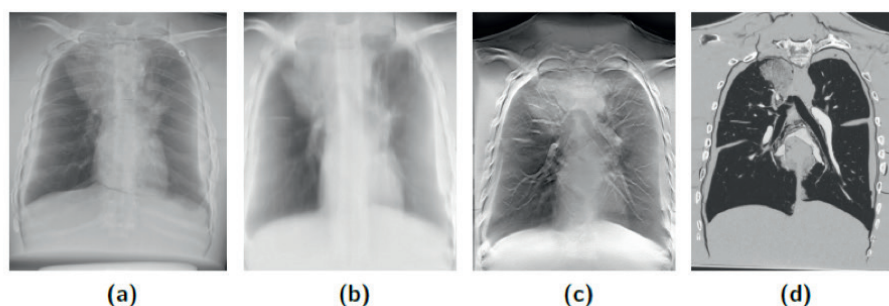
Die Technologie

Die digitale Tomosynthese ist eine Erweiterung der eindimensionalen 2D-Projektionsradiographie durch eine zweidimensionale Aufnahmetechnologie, bei der Informationen in einer zusätzlichen z-Richtung hinzugefügt werden. Die DTS erzeugt Schichtbilder eines Objektes durch ein direktes digitales (DR) Abbildungssystem mit einem digi-

talen halb-dynamischen Flachdetektor. Dies geschieht durch eine grössere Anzahl von Aufnahmen (typischerweise zwischen 20 und 40) mit niedriger Dosis über einen Bereich verschiedener Projektionswinkel, gefolgt von einer numerischen Rekonstruktion der einzelnen 2D-Projektionsaufnahmen in planaren Schichten, die sich in vertikaler z-Richtung unterscheiden. Die rekonstruierten Schichten werden nachbearbeitet, um eine 2D-vergleichbare Bildqualität und -darstellung zu erhalten. Die digitale Tomosynthese ist in diesem Sinne eine Zusatzapplikation für allgemein verfügbare DR-Systeme.

Der primäre Zweck der DTS ist es, störende anatomische Überlappungen bei 2D-Röntgenprojektionen zu reduzieren, indem das 2D-Röntgenbild in verschiedene Schichten aufgeteilt wird,

Beispiele für röntgenbasierte Bildgebung: (a) PA-Aufnahme, (b) klassische Tomographie, (c) Tomosyntheseaufnahme in der gleichen Höhe wie (b), (d) koronale CT-Untersuchung, ebenfalls in der gleichen Höhenposition





und sogar 28-mal geringer als bei einer CT-Untersuchung.

Verbesserte und schnellere Patientenversorgung

Mit dem Schwerpunkt dieses White Papers auf muskuloskeletale Anwendungen – einer Hauptgruppe von Röntgenuntersuchungen² – wird ein zweiter Vorteil der DTS deutlich: ein Beitrag zu einer verbesserten und schnelleren Patientenversorgung.

Die richtige Patientenpositionierung können sich als extrem schwierig erweisen, wobei Frakturen starke Schmerzen verursachen und die Bewegungsfreiheit des Patienten einschränken. Eine zweite Projektion kann aufgrund der Art der Fraktur unmöglich sein oder es sind zusätzliche Röntgenaufnahmen aus verschiedenen Winkeln erforderlich, die eine Neupositionierung oder Bewegung des Patienten erfordern. Bei der Tomosynthese unmittelbar nach einer Basis-Röntgenuntersuchung ist der Patient bereits positioniert und muss nicht neu eingestellt oder in eine andere Modalität verlegt werden. Die notwendigen Informationen zum Abschluss der Diagnose können sofort und mit minimaler Zusatzbelastung für den Patienten gewonnen werden.

Der zusätzliche Wert der digitalen Tomosynthese basiert also nicht nur auf den positiven Auswirkungen auf die Produktivität der Abteilung, die sich aus der schnellen Gewinnung klinischer Informationen ergeben, sondern auch auf den unübersehbaren Argumenten für die Patientenversorgung. Beides zusammen deutet auf ein höheres Potenzial für eine breitere Anwendung im klinischen Alltag, als dies derzeit der Fall ist.

Digitale Tomosynthese – warum jetzt?

Neben der Produktivität und den Vorteilen für die Patientenversorgung ist die Bildqualität einer DTS-Lösung entscheidend für ihre erfolgreiche Einführung und Anwendung. Agfa hat einen neuen Rekonstruktionsalgorithmus entwickelt, der zusammen mit der bekannten und etablierten MUSICA-Bildprozessierung dem Anwender die optimale Bildqualität bietet.

Der erste Schritt in der Tomosynthese ist die Aufnahmegenerierung: Mehrere Röntgenprojektionsaufnahmen werden aus verschiedenen Winkeln aufgenommen. Anschliessend berechnet ein Rekonstruktionsalgorithmus die Schichten parallel zum Detektor.

Dieser Rekonstruktionsalgorithmus ist die Basis der Tomosynthese-Anwendung. Er beein-

ohne dass es zusätzlich durch darüber- oder darunterliegende Objektstrukturen gestört wird.

Die Abbildungen (a) bis (d) veranschaulichen die Unterschiede der drei Bildgebungsmodalitäten.

Innerhalb des DR-Portfolios von Agfa wird die digitale Tomosynthese für das fernbediente Multifunktionssystem DR 800 und den deckenmontierten Röntgenarbeitsplatz DR 600 angeboten. Beide Systeme verwenden entweder einen voll-dynamischen Detektor (DR 800) mit einer Pixelgrösse von 148 µm oder einen halb-dynamischen Flachdetektor (DR 600) mit einer Pixelgrösse von ebenfalls 148 µm. Die Bildrate beträgt sechs beziehungsweise 5.2 Aufnahmen pro Sekunde. Die Aufnahmen werden mit derselben intuitiv gestalteten Softkonsole (Teil der MUSICA Workstation) wie die planaren 2D-Röntgenuntersuchungen durchgeführt, unterstützt durch eine Zwei-Punkt-Belichtungstechnik. Die typische Dauer eines Untersuchungsablaufes liegt zwischen fünf und zehn Sekunden.

Neue Optionen und Parameter

Die Tomosynthese ermöglicht die Auswahl eines kleinen (15°) oder grossen (22° oder 30°) systemabhängigen Aufnahmewinkels und einer wählbaren Schichtdicke zwischen zwei und neun Millimetern. Der Schichtbereich kann vom Benutzer eingestellt werden, um die erforderliche Aufnahmeregion präzise zu erfassen. Für die anschliessende Rekonstruktion stehen drei

Qualitätsstufen (niedrig, mittel und hoch) zur Verfügung, die jeweils einen Unterschied im Detailgrad und in der Rekonstruktionszeit (zwischen 30 und 90 Sekunden) bieten.

Von der MUSICA Workstation kann eine neue Rekonstruktion mit unterschiedlichen Schichtdicken aus demselben Aufnahmebildsatz ohne erneute Exposition gestartet werden.

Die fertig rekonstruierten Schichten werden automatisch mit modernster MUSICA-Bildverarbeitungssoftware bearbeitet und zusammen mit den 2D-Röntgenaufnahmen zur Diagnose an das Bildarchivierungssystem übertragen. Hinsichtlich der Strahlenexposition sind die Dosiswerte für Tomosynthese-Untersuchungen (Gesamtdosis pro Durchlauf) sowohl bei der DR 800- als auch bei der DR 600-Lösung vordefiniert und konfiguriert; sie reichen vom Fünf- bis maximal Zehnfachen der Dosis des planaren 2D-Röntgens (eine Aufnahmeebene) – mit dem Potenzial für weitere Dosisreduzierungen. Die applizierte Dosis ist immer noch erheblich geringer im Vergleich zu einer CT-Untersuchung, selbst dann, wenn «low-dose» CT-Protokolle zur Anwendung kommen.

Die Autoren einer kürzlich erschienenen Publikation² beziffern die Strahlendosis im Zusammenhang mit der Tomosynthese eines Handgelenks (einschliesslich koronaler und sagittaler Aufnahmen) als 25 Prozent geringer als bei einer Standardröntgenaufnahme mit fünf Projektionen

flusst nicht nur das Rauschen und die Auflösung der endgültigen Rekonstruktionsaufnahmen, sondern hat auch einen erheblichen Einfluss auf die Restunschärfe von Strukturen ausserhalb der Schichtebene. Typischerweise werden einstufige Rekonstruktionsalgorithmen wie «Shift-and-add» sowie «Filtered Back Projection» (FBP) verwendet. Diese Algorithmen sind zwar schnell, erzeugen jedoch Rauschen und Artefakte.

Agfas Rekonstruktionssoftware verwendet einen modernen iterativen Rekonstruktionsalgorithmus, der die Rekonstruktion aktualisiert, indem die aktuellen mit den simulierten Aufnahmen verglichen werden. Die Rekonstruktion konvergiert, bis die optimale Lösung gefunden ist. Der Prozess wird beschleunigt, indem die parallele Rechenkapazität der Graphikkarte des Computers genutzt wird. Die daraus resultierende Rekonstruktion dauert in der Regel deutlich weniger als eine Minute.

Die Software umfasst weiter mehrere Bildverbesserungsschritte, die entwickelt wurden, um Tomosynthese-spezifische Artefakte zu unterdrücken.

Im letzten Schritt werden die Rekonstruktionsaufnahmen mit der MUSICA-Bildverarbeitungstechnologie optimiert. MUSICA basiert auf der patentierten Multiskalen-Prozessierung, die eine grössere Detailgenauigkeit bietet und eine konsistente Visualisierung gewährleistet. Eine spezielle Tomosynthese-Version von MUSICA wurde entwickelt, um das Erscheinungsbild der Rekonstruktionsaufnahmen zu verbessern.

Verbesserte Produktivität

Neben den klinischen Aspekten profitieren der Patient und das Krankenhaus bei bestimmten klinischen Indikationen von der Anwendung der digitalen Tomosynthese (DTS) unmittelbar nach den 2D-Projektionen. Angenommen, die Dauer einer Standard-2D-Projektion (AP und lateral) beträgt zehn Minuten, einschliesslich Patientenpositionierung sowie Beginn und Ende der Untersuchung auf der MUSICA Workstation, so würde die zusätzliche Tomosynthese nur einen Mehraufwand von maximal fünf Minuten bedeuten. Im Regelfall ist keine Neupositionierung des Patienten erforderlich. Zudem kann die Messung der Objektdicke innerhalb eines Zeitrahmens von ein oder zwei Minuten erfolgen.

Hinsichtlich der Patientenversorgung und der diagnostischen Effizienz verlängert die DTS die Untersuchungszeit um schätzungsweise 30 Prozent der Gesamtzeit einer 2D-Röntgentechnik.

Darüber hinaus bestätigen Radiologen, dass die zusätzliche Zeit für das Lesen der Sequenzen auf der diagnostischen Workstation vernachlässigbar gering ist.

Schlussfolgerung

DTS als Untersuchungsmethode für eine schnellere Patientenversorgung und erhöhte Krankenhausproduktivität. Es wurden mehrere muskuloskeletale Fälle mit Indikationen, Bildbeispielen (2D und DTS) und zusätzlichen Nutzen der DTS vorgestellt. Letztere umfassen einen kürzeren Diagnostikzyklus und eine deutliche Verbesserung der Patientenversorgung. Diese Fälle deuten darauf hin, dass bei nur geringem Mehraufwand (Verlängerung der 2D-Untersuchungszeit) und einer deutlich geringeren Strahlenbelastung (im Vergleich zur CT) ein klarer klinischer Nutzen erzielt wird.

Hauptvorteile

Die digitale Tomosynthese von Agfa bietet folgende Hauptvorteile:

- Effizientes klinisches Verfahren: Die endgültige Diagnose ist möglich, während der Patient

noch in der Klinik ist, Wartezeiten für Aufnahmen an nachfolgenden Bildgebungsmodalitäten können vermieden werden.

- Verbesserte Patientenversorgung: Patienten müssen nur noch selten oder gar nicht neupositioniert werden, um die notwendigen klinischen Informationen zu erhalten. Seitliche Projektionen, die für den Patienten oft schmerzhaft sind, können vermieden werden.
- Geringere Strahlendosis: Im Vergleich zur CT ist eine deutlich geringere Dosis erforderlich, dies gilt auch für die «low-dose» CT.
- Die digitale Tomosynthese-Lösung von Agfa bietet eine erhöhte Produktivität bei gleichzeitig deutlich verbesserter Patientenversorgung.

Quellen

- 1 Auszug – Vollständiges White Paper mit Fallbeispielen: medimg.agfa.com
- 2 Tomosynthesis in musculoskeletal pathology; A. Blum, A. Noël, D. Regent, N. Villani, R. Gillet, P.G. Teixeira, 2018 | doi.org/10.1016/j.diii.2018.05.001

Weitere Informationen

medimg.agfa.com

Werkstatt Team Bubikon

Therapiespiele und Hilfsmittel für Ergo- und Physiotherapie

Spielbretter mit angepassten Spielfiguren, Standbrett für Fussgelenktraining, Widerstandsklammern, Spiele für Neurotraining, Rutschbretter usw. Alle Hilfsmittel wurden in Zusammenarbeit mit Therapeuten und Therapeutinnen entwickelt und getestet.

Wir sind in der Lage, auch Einzelanfertigungen zu preiswerten Bedingungen auszuführen. Verlangen Sie unseren Prospekt!

Spielsachen, Möbel und allgemeine Schreinerarbeiten

Tische, Büchergestelle usw. nach Mass angefertigt, in Massivholz. Ausführung lackiert oder mit biologischer Oberflächenbehandlung.



Werkstatt Team Bubikon
 Bannholzstrasse 6b 8608 Bubikon
 Fon 055 243 34 43 Fax 055 243 36 76
wtb@sfgb.ch www.originell.net

Ein Angebot der Stiftung für Ganzheitliche Betreuung.
www.sfgb.ch

