

The Philips logo is displayed in a white rounded rectangle on a dark green background.

Computertomographie

White Paper

Positive Auswirkungen von IQon bei Patienten mit Niereninsuffizienz*

***Don Norwood**, MD, MBA, Radiologe am CARTI; **Isaac Filat**, MA, HSM, CNMT, ARRT (N), Director of Imaging, CARTI;
Fieke Snijders, CoE Lead Healthcare Analytics, Philips Enterprise Information Management — Insights and Analytics;
und **Ekta Dharaiya**, MS, CT Clinical Scientist, Philips Healthcare

Die Weiterentwicklung der Multidetektor-Computertomographie (CT) hat diese Technik als leistungsfähigen Bestandteil in der Radiologie etabliert. CT wird bei Routineuntersuchungen wie Thorax-, Bauch-, Becken-, Gehirn-, Hals- und Wirbelsäulenuntersuchungen eingesetzt. Bei etwa 50% der CT-Untersuchungen wird jodhaltiges Kontrastmittel injiziert, das die Blutgefäße hervorhebt und die Darstellung der Struktur von Organen wie Leber, Niere, Gehirn etc. verbessert. Bei Onkologiepatienten können unter Verwendung von jodhaltigem Kontrastmittel Läsionen besser dargestellt werden, was die Erkennung und Abgrenzung vereinfacht.

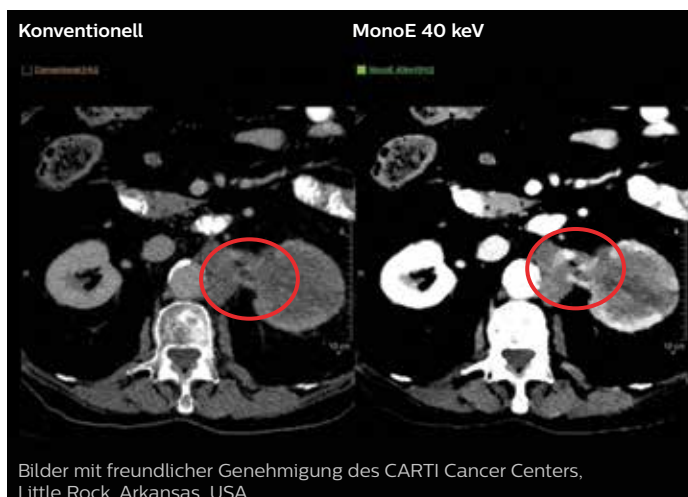
Das Gesundheitssystem befindet sich zunehmend unter Druck. Kostenträger und Verwaltungen verlangen einerseits von Ärzten und Pflegekräften höchste Effizienz, während andererseits ein steigender Patientenfokus erwartet wird.

Bei Philips unterstützen wir moderne Radiologien dabei, sowohl patientenzentriert, aber auch wirtschaftlich zu arbeiten. Das gelingt bspw. mit bedarfsgerechten Systemen: Je einfacher die Untersuchung, desto geringer die Belastung für MTRAs, Radiologen und insbesondere Patienten. Wenn das optimale Bild auf Anhieb gelingt, verkürzt sich die Dauer bis zur Diagnose und ein effizienter Versorgungsprozess wird möglich, von dem alle Beteiligten profitieren: Mitarbeiter werden entlastet, es geht weniger Zeit für Wiederholungsaufnahmen verloren, Risiken werden minimiert und Patienten könnten die Untersuchungen schneller hinter sich bringen und mit der Therapie starten.

*www.carti.com/spectral-detector-ct-study-among-patients-renal-insufficiency/

IQon Spectral CT

Dual-Energy-CT-Scanner sind seit einigen Jahren im klinischen Einsatz. Viele Dual-Energy-Scanner sind jedoch quellenbasiert (kV-Switch oder Dual-Source), sodass der Anwender von vornherein entscheiden muss, ob ein Patient im Dual-Energy (DE)-Modus gescannt werden soll. Zusätzlich sind die Möglichkeiten von quellenbasierten DE-Scannern in Bezug auf die Dosismodulation eingeschränkt. Die neueste Innovation in der Dual-Layer-Technologie ist der IQon Spectral CT, der für spektrale Bildgebung eingeführt wurde. Dieser Scanner verfügt über eine Röntgenquelle und einen Dual-Layer-Detektor. Der obere Layer absorbiert selektiv niedrigerenergetische Photonen und der untere Layer hochenergetische Photonen, sodass zwei verschiedene Energiedatensätze zur Verfügung stehen. Zusätzlich zu den konventionellen CT-Bildern, die durch die Verwendung kombinierter Daten aus beiden Detektorlayern gewonnen werden, sind weitere Spektralanalysen durch Niedrig- und Hochenergie-daten möglich. Diese Technologie zeichnet sich dadurch aus, dass Patienten nicht prospektiv im Hinblick auf den Dual-Energy-Modus selektiert und gescannt werden müssen, da für alle Patienten, die mit diesem Scanner untersucht werden, bei Bedarf Spektralinformationen vorliegen – selbst bei Patienten, für die keine spezifische Indikation für Dual-Energy-Information vorlag. Deshalb ist es nicht nötig, vorhandene klinische Protokolle und Arbeitsabläufe zu ändern. Weitere Systemvorteile des Scanners sind die räumliche und zeitliche Flexibilität, geringe Artefakte, Verfügbarkeit aller Dosis-Tools, sowie ein uneingeschränktes Messfeld bzw. keine Cross-Scatter-Streuungen. Die spektrale CT-Bildgebung liefert additionally zu den konventionellen Daten verschiedene spektrale Bildinformationen und damit höheren diagnostischen Nutzen.



MonoE-Scans mit geringer keV ermöglichen eine verbesserte Visualisierung der Gefäßstrukturen auf diesem CT-Bild.

Kontrastmittelinduzierte Nephropathie (CIN)

Die Menge an Kontrastmitteln, die einem Patienten während eines CT-Scans zugeführt wird, ist wegen des Risikos von Komplikationen, insbesondere der kontrastmittelinduzierten Nephropathie (CIN), von entscheidender Bedeutung. Kontrastmittelinduzierte Nephropathie ist als akutes Nierenversagen definiert, das innerhalb von 48 Stunden nach Aufnahme von intravasculärem Röntgenkontrastmittel auftritt und nicht auf andere Ursachen zurückzuführen ist. Es ist die dritthäufigste Ursache für akutes Nierenversagen. Die Prävention von CIN war Gegenstand zahlreicher Diskussionen. Aufgrund der nicht standardisierten Implementierung von Verfahren zum Kontrastmittel-Management gab es jedoch nur begrenzte Erfolge mit unterschiedlichen Ergebnissen an verschiedenen Standorten. Es ist bekannt, dass sich die Visualisierung bei CT-Scans durch den Einsatz von jodhaltigen Kontrastmitteln verbessert. Das Injektionsverfahren – einschließlich Volumina, Konzentrationen und Injektionsraten – hängt von der Patientenphysiologie und dem jeweiligen klinischen Standort ab. Das Risiko für CIN nimmt jedoch mit höheren Kontrastmittelvolumina zu. Eine Reduktion des Kontrastmittelvolumens pro Patientenuntersuchung kann das Risiko für CIN verringern und Einrichtungen insgesamt einen klinischen und wirtschaftlichen Nutzen bringen.

Spektrale Möglichkeiten

Die spektralen Resultate, die mit dem IQon Spectral CT erzielbar sind, umfassen jodbasierte Ergebnisse, VNC-Bilder (Virtual Non-Contrast), virtuelle monoenergetische Aufnahmen (von 40 bis 200 keV), Z_{eff} -Bilder und Harnsäure-Bilder und unterstützen die klinische Diagnostik. Die Spektralergebnisse werden nachstehend kurz beschrieben.

- **Jodbasierte Ergebnisse** – Materialdichtebild, das Materialien zeigt, die sich wie Jod und nicht wie Wasser verhalten. Die Ergebnisse sind bei der Bestimmung der Jodaufnahme in Bildern und auch bei der Quantifizierung von Jod hilfreich.
- **VNC-Bild (Virtual Non-Contrast)** – Das Bild wird mit entfernter Jodkomponente dargestellt, aber die Daten zeigen eine Kontrastierung, als ob kein Jod vorhanden wäre, was für die Simulation eines Scans ohne Kontrastmittel nützlich ist.
- **Monoenergetisches Bild (MonoE)** – Das Bild zeigt die Kontrastierung, als ob nur ein einziges monochromatisches Energieniveau (keV) zum Scannen verwendet würde. Dieses Ergebnis ist nützlich, um das Jodsignal zu verstärken, das Kontrast-Rausch-Verhältnis bei niedrigen keV-Werten zu verbessern und Artefakte (Metall- und Strahlauhfärtung) bei hohen keV-Werten zu reduzieren.

- **Z_{eff}-Bilder** (effektive Atomzahl, EAN) – Zeigt die effektive Atomzahl für jedes Pixel, die aus den Photo- und Compton-Werten der niedrigen und hohen Energie berechnet wird. Diese Ergebnisse sind nützlich zur Material- und Gewebedifferenzierung.
- **Harnsäure-Bilder** – Werden aus Pixeln berechnet und definiert, bei denen Harnsäure vorhanden ist. Die HU-Werte stimmen in Bezug auf Harnsäurepixel mit den Werten von 75 keV bei MonoE-Bildern überein. Diese Ergebnisse helfen bei der Erkennung von Harnsäuresteinen, Harnsäureablagerungen aufgrund von Gicht und bei der Sehnenvisualisierung.

Im Folgenden werden die Ergebnisse niedrigenergetischer MonoE-Untersuchungen im Fokus stehen. Sie verstärken das Jodsignal im CT-Bild und ermöglichen es dem Anwender, die Menge des jodhaltigen Kontrastmittels zu steuern, die dem Patienten verabreicht wird. Diese Ergebnisse sind für die Studie des CARTI Cancer Centers am relevantesten, an dem Kopf-, Hals-, Brust- und Bauch-Becken-Scans mit einer begrenzten Menge an jodhaltigem Kontrastmittel bei Patienten mit einem hohen CIN-Risiko (aufgrund der niedrigen eGFR¹) durchgeführt wurden. Diese Patienten wären ursprünglich nicht für kontrastmittelverstärkte CT-Scans infrage gekommen. Sie hätten eine kontrastmittelfreie CT-Untersuchung erhalten, und je nach Befund wären Folgeuntersuchungen mit einer anderen bildgebenden Methode wie MRT oder Ultraschall erfolgt. Die Möglichkeit, diese Patienten mit geringen Kontrastmittelmengen zu scannen, hilft bei der klinischen Diagnose und senkt auch die gesamten Untersuchungskosten für diese Patienten, da sich Folgeuntersuchungen mit anderen Modalitäten reduzieren.

Das CARTI Cancer Center ist ein führendes ambulantes Bildgebungszentrum in Little Rock, Arkansas, USA. Die meisten Patienten werden für onkologiebezogene Untersuchungen und Nachuntersuchungen hierher überwiesen. Der IQon Spectral CT wurde dort im August 2016 installiert. Patienten werden routinemäßig für CT-Folgeuntersuchungen überwiesen. CARTI untersucht alle Patienten mit einem hohen CIN-Risiko (reduzierte eGFR) mithilfe kontrastmittelfreier CT-Scans, da diese Patienten das Kontrastvolumen tolerieren können, das CARTI in der Regel bei kontrastmittelverstärkten CT-Scans für onkologische Untersuchungen verwendet. Die typische Dosis bei einer kontrastmittelverstärkten Untersuchung für die onkologische Beurteilung beträgt 80 bis 130 ml. Nach der Installation von IQon erkannten die CARTI Ärzte die Vorteile der MonoE-Ergebnisse des IQon und begannen, Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion mit 50 bis 80 ml Kontrastmittel zu scannen, um den Jodkontrast zu erhöhen. Die Vorteile sind Jodkontrastverbesserung und gleichzeitig kleinere Jodmengen.

¹eGFR, estimated Glomerular Filtration Rate



34%
Reduzierung
der Diagnosezeit

Einsparungen
von



\$453
pro Folgeuntersuchung

Studiendesign

Die Studie umfasste insgesamt 60 Patienten. Diese wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. Gruppe 1 bestand aus 30 Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion (auf Grundlage niedriger eGFR-Werte), die ohne Kontrastmittel mit einem Philips iCT-Scanner untersucht wurden. Die Patienten wurden mit einer Kollimation von 128 x 0,625, bei einer Schichtdicke von 3 mm, einem Schichtinkrement von 3 mm und einem Pitch von 0,984 bei 120 kV gescannt. Gruppe 2 bestand aus Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion, die mit 50 bis 80 ml Kontrastmittel auf einem Philips IQon Spectral CT untersucht wurden. Das Scanprotokoll für beide Patientengruppen war gleich. Beide Gruppen bekamen CT-Scans für Kopf und Hals; oder Brust, Abdomen und Becken; alternativ Kopf und Hals mit Brust, Abdomen und Becken. Die meisten dieser Patienten wurden bezüglich einer onkologischen Beurteilung untersucht. Es handelte sich dabei entweder um diagnostische Erstscans oder therapeutische Folgescans.

Eine retrospektive Datenanalyse im PACS und anhand von elektronischen Patientenakten (ePAs) wurde ebenfalls durchgeführt, um die Anzahl der Folgeuntersuchungen auszuwerten, die bei Patienten in Gruppe 1 und Gruppe 2 über einen Zeitraum von drei Monaten nach dem ersten kontrastmittelfreien CT-Scan oder kontrastmittelarmen Volumen-CT durchgeführt wurden. ePA- und PACS-Datensätze wurden für jeden Patienten überprüft, um Informationen über die Folgeuntersuchungen zu sammeln, die mit anderen Bildgebungsmodalitäten wie Magnetresonanztomographie (MRT) und Ultraschall (US) erfolgten. Die Zeitpunkte der ursprünglichen Untersuchungen und der Folgescans mit anderen Modalitäten wurden erfasst, um die Zeit bis zur endgültigen Diagnose zu ermitteln. Die Diagnosezeit wurde anhand der Termine der ursprünglichen CT-Untersuchung und der Nachuntersuchungen berechnet.

Ergebnisse

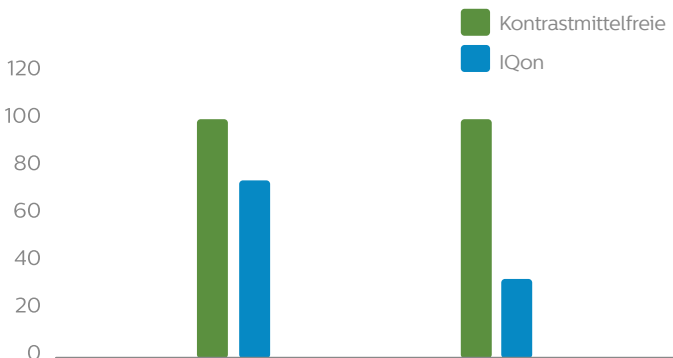
Es wurde eine retrospektive Datenanalyse der 60 Patienten in den beiden Gruppen durchgeführt. Die Analyse ergab, dass die 30 Patienten, bei denen ein kontrastmittelfreier CT-Scan durchgeführt wurde, zusätzliche Diagnostik benötigten. Für diese Patienten wurden weitere MR-Nachuntersuchungen und Ultraschallscans innerhalb von drei Monaten erforderlich.

Übersicht Nachuntersuchungen für die Diagnosestellung

	Ohne Kontrastmittel		IQon	
	Anz.	%	Anz.	%
MRT	4	13%	3	10%
Ultraschall	3	10%	1	3%

Dies führte zu zusätzlichen durchschnittlichen Kosten von 453 \$ pro Folgescan (basierend auf den durchschnittlichen Kosten für **MRT = 1109,43 \$** und **Ultraschall = 124,89 \$** auf Basis der Medicare-Erstattungskosten) bei Patienten in dieser Gruppe, die kontrastmittelfreien CT-Untersuchungen im Vergleich zu IQon unterzogen wurden.* Die Notwendigkeit weiterer Nachuntersuchungen verlängerte die Diagnosezeit. Der Einsatz kontrastmittelverstärkter Untersuchungen mit IQon Spectral CT reduzierte die Diagnosezeit bei diesen Patienten von 100 Tagen auf 66 Tage. Dies entspricht einer **Verringerung der Diagnosezeit um 34%**.

Reduzierung von Nachuntersuchungen in %



*Basierend auf CMS.gov, Coding and Revenue Resource Center, MediRegs.

Die klinischen und wirtschaftlichen Auswirkungen, die am CARTI Cancer Center beobachtet wurden, lassen sich auf ganze Gesundheitssysteme übertragen. In einem Gesundheitssystem oder IDN (integriertes Diagnosenetzwerk) werden durchschnittlich insgesamt 400.000 CT-Scans pro Jahr durchgeführt. Angenommen, 5% dieser Scans betreffen Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion, dann wären dies circa 20.000 Untersuchungen. Durch die Anwendung der oben genannten Methodik können auf IDN-Ebene basierend auf den **durchschnittlichen Einsparungen von 453 \$ pro Folgescan** signifikante wirtschaftliche Vorteile erzielt werden.

Fazit

Der Einsatz des IQon Spectral CT gestattet die Untersuchung von Patienten mit hohem CIN-Risiko unter Verwendung von jodhaltigem Kontrastmittel. Die MonoE-Ergebnisse verstärken das Jodsignal bei niedrigen keV-Werten und bewirken damit eine verbesserte Visualisierung von Strukturen bei geringen Mengen an jodhaltigem Kontrastmittel. Dies ermöglicht kontrastmittelverstärkte CT-Scans von Patienten, bei denen üblicherweise ein kontrastmittelfreier CT-Scan durchgeführt worden wäre. Die Verwendung von Kontrastmittel bei diesen Patienten verbessert die Möglichkeit des Arztes, Läsionen und Strukturen in festen Organen wie Leber, Niere, Bauchspeicheldrüse, Hals, Gehirn usw. zu identifizieren und abzugrenzen, wodurch die Notwendigkeit von Nachuntersuchungen reduziert wird.

Zusammengefasst ermöglicht IQon die Untersuchung einer erweiterten Patientenpopulation sowie kontrastmittelverstärkte Untersuchungen von Patienten, bei denen der Einsatz von Kontrastmittel sonst nicht infrage käme. Damit wird bei dieser Untergruppe von Patienten die Diagnosezeit um 34% reduziert und ebenso die Notwendigkeit zusätzlicher Nachuntersuchungen.

Die Ergebnisse von Fallstudien lassen sich nicht prädiktiv auf andere Fälle übertragen. Die Ergebnisse können in anderen Fällen abweichen.