

## 5 Diskussion

In den folgenden Ausführungen sollen die Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst, diskutiert und mit bisherigen Angaben in der Literatur verglichen werden.

Die Spiral- Computertomographie ist heute integraler Bestandteil in der Diagnostik abdomineller und pelviner Beschwerden.

Übereinstimmend mit Veröffentlichungen von Boulay et al., Dalrymple et al., Dorio et al., Fielding et al., Hamm et al., Heidenreich et al., Katz et al., Levine et al., Llopis Cartagena et al., Miller et al., Nachmann et al., Niall et al., Preminger et al., Szolar et al., Sheley et al., Smith et al., Sommer et al., Thibeau et al., Thomson et al., Vieweg et al., Wong et al. und Yilmaz et al. (siehe Kapitel 1.3) stellt sich auch in der vorliegenden retrospektiven Auswertung die native Spiral- Computertomographie in der Diagnostik des akuten Flankenschmerzes als ein besonders effektives Verfahren mit vergleichsweise hoher differenzialdiagnostischer Aussagekraft dar. Sie erreicht eine deutlich höhere diagnostische Aussagekraft als die Sonographie und die konventionelle Röntgendiagnostik einschließlich der Ausscheidungsurographie (5, 10, 14, 18, 19, 30, 31, 32, 33, 35, 45, 46, 59, 61, 71, 75, 77, 84, 94, 107, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 124, 131, 136, 138).

### **Nachweis eines Harnleiterkonkrementes- ein Vergleich diagnostischer Verfahren**

Übereinstimmend mit den Ergebnissen von Boulay et al., Dalrymple et al., Dorio et al., Fielding et al., Hamm et al., Heidenreich et al., Miller et al., Nachmann et al., Niall et al., Smith et al. sowie Vieweg et al. mit angegebenen Sensitivitäten von 95- 100 % und Spezifitäten von 96- 100 % erreichte die native Spiral- Computertomographie in dieser Auswertung eine Sensitivität von 98 % und eine Spezifität von 98 % bezüglich der Detektion von Harnleiterkonkrementen (5, 10, 14, 19, 31, 32, 33, 35, 71, 75, 77, 113, 114, 131).

Von insgesamt 110 Patienten mit akuten Flankenschmerzen detektierte die Spiral- Computertomographie bei 50 Patienten einen bzw. mehrere Harnleiterstein(e). Bei je

---

einem falsch positiven und falsch negativen Befund war das Ergebnis 49mal richtig positiv und 59mal richtig negativ.

Die Diagnose konnte in 80 % der Fälle direkt durch eine Steingewinnung mittels urologischer Interventionen oder Spontanabgänge sowie in 20 % der Fälle indirekt durch den klinischen und sonographischen Verlauf validiert werden.

Demgegenüber stehen die Ergebnisse der bisherigen Verfahren.

Fielding et al., Hamm et al., Miller et al. und Yilmaz et al. vertreten die Ansicht, dass die Sonographie zwar in der Lage ist, eine Harnstauung und eine Ureterektasie als indirekte Indikatoren für ein Harnleiterkonkrement darzustellen, jedoch ist eine direkte Darstellung eines Harnleiterkonkrementes meistens nicht möglich (19, 30, 31, 32, 71, 138).

Im Rahmen dieser Auswertung gelang nur bei 3 Patienten ein direkter Steinnachweis im Ureter. Das ergab eine Sensitivität von nur 6 % bei einer hohen Spezifität von 100 %.

Diese Ergebnisse entsprechen den Angaben in der Literatur. Hier werden ebenfalls geringe Sensitivitäten von 11 % von der Arbeitsgruppe Hamm et al. und 19 % von Yilmaz et al. für den direkten Harnleiterkonkrementnachweis mittels der Sonographie angegeben. Dabei liegen die Spezifitäten mit 98 % bzw. 97 % ebenfalls hoch (31, 138).

Auch die Abdomenübersichtsaufnahme im Liegen erreicht laut Brändle et al., Hamm et al., Miller et al., Svedström et al. und Vieweg et al. nur eine begrenzte Sensitivität von 45- 58 % und eine Spezifität von 60- 77 %, da röntgennegative Konkreme nicht erkennbar sind, häufig Überlagerungen durch Luft und Stuhl sowie durch knöcherne Strukturen den Steinnachweis erheblich beeinträchtigen und eine Abgrenzung zu Phlebolithen im kleinen Becken oft schwierig ist (7, 30, 31, 32, 71, 119, 131).

Im Rahmen dieser Auswertung gestaltete sich die Befunderhebung bei 16 von insgesamt 83 Patienten ebenfalls schwierig, da im kleinen Becken nicht sicher zwischen Phlebolithen und einem distalen Harnleiterkonkrement unterschieden werden konnte. Bei 25 Patienten konnte ein Harnleiterkonkrement detektiert werden, davon war der Befund 22mal richtig positiv. Insgesamt waren jedoch bei 45 Patienten

Harnleiterkonkremente vorhanden. Daraus ergibt sich eine Sensitivität von 49 %, die den Angaben in Studien von Brändle et al., Hamm et al., Miller et al., Svedström et al. und Vieweg et al. entspricht (7, 30, 31, 32, 71, 119, 131). Bei 3 Patienten wurde auf der Abdomenübersichtsaufnahme im Liegen ein Harnleiterkonkrement vermutet, bei denen die Spiral- Computertomographie eines ausschloß. Im weiteren klinischen Verlauf erwiesen sich diese vermuteten Harnleiterkonkremente als falsch positiv.

Infolge der Veröffentlichungen, die die native Spiral- Computertomographie als „first line“- Verfahren in der Diagnostik des akuten Flankenschmerzes der Ausscheidungsurographie vorzogen, wurde diese nur noch bei 40 Patienten erstellt.

Dabei wurden 11 Harnleiterkonkremente diagnostiziert, wobei der Befund 10mal richtig und 1mal falsch positiv war. Im gleichen Patientenkollektiv wurden mittels der nativen Spiral- Computertomographie 18 Harnleiterkonkremente detektiert, die alle richtig positiv waren. Die Ausscheidungsurographie erreichte daher nur eine Sensitivität von 56 % und eine Spezifität von 95 %.

Boulay et al., Miller et al., Niall et al., Szolar et al., Smith et al., Sommer et al., Svedström et al. und Yilmaz et al. geben Sensitivitäten von 52 - 95 % und Spezifitäten von 78 - 94 % an (5, 71, 77, 94, 112, 116, 119, 138).

Die Arbeitsgruppe von Szolar et al. schlüsselte in ihrer Veröffentlichung die Urolithiasis genauer nach Harnleitersteinen, Nierensteinen und Harnblasensteinen auf (94). Hier erreichte die Ausscheidungsurographie in der Detektion von Harnleiterkonkrementen ebenfalls nur eine Sensitivität von 56 % bei einer Spezifität von 100 %.

### **Nachweis einer Harnstauung im Vergleich native Spiral- Computertomographie/ Sonographie**

Bezüglich der Fragestellung inwieweit mittels der nativen Spiral- Computertomographie eine Harnstauung dargestellt werden kann, soll im folgenden der Vergleich zur Sonographie aufzeigen.

---

Die Sonographie vermag eine Harnstauung und eine Ureterektasie als indirekte Indikatoren für ein Harnleiterkonkrement darzustellen, jedoch fehlen diese in der Frühphase häufig (19).

In dieser Arbeit wurde eruiert, dass bei 60 von insgesamt 110 Patienten mit akuten Flankenschmerzen sonographisch eine Harnstauung vorlag. Jedoch konnte nur bei 36 Patienten (60 %) ein Harnleiterkonkrement gesichert werden. Somit wiesen 24 Patienten (40 %) ohne Nachweis eines Harnleiterkonkrementes ebenfalls eine Harnstauung auf der symptomatischen Seite auf.

Andererseits wurde von den 50 Patienten ohne Nachweis einer Harnstauung bei 14 Patienten (28 %) ein Harnleiterkonkrement nachgewiesen.

Insgesamt konnte hierbei nur eine Sensitivität von 72 % und eine Spezifität von 60 % erzielt werden. Die Arbeitsgruppe von Hamm et al. gibt in ihrer Auswertung ebenfalls eine geringe Spezifität von 61 % an, in ihrer Auswertung wurde jedoch eine höhere Sensitivität von 89 % erreicht (31).

Dies ist sicherlich dadurch zu erklären, dass im vorliegenden Patientenkollektiv ein relativ hoher Prozentsatz von Harnleiterkonkrementen ohne Nachweis einer Harnstauung vorliegt. Von insgesamt 50 nachgewiesenen Harnleiterkonkrementen konnte bei 14 Konkrementen (28 %) keine Harnstauung dargestellt werden. In der Studie von Hamm et al. lag nur bei 11 % der Patienten mit Nachweis eines Harnleiterkonkrementes keine Harnstauung vor (31). Als Ursache hierfür ist das von Fielding et al. beschriebene häufige Fehlen einer Harnstauung in der Frühphase anzunehmen (19).

Betrachtet man nun die Ergebnisse des Vergleiches zwischen Sonographie und nativer Spiral- Computertomographie hinsichtlich der Abbildung einer Harnstauung, so konnte übereinstimmend mit den von Fielding et al., Preminger et al. und Smith et al. veröffentlichten Angaben kein Unterschied gefunden werden (19, 84, 112, 114).

Das heißt, die native Spiral- Computertomographie ist ebenso aussagekräftig bei der Diagnose einer Harnstauung wie die Sonographie (s. auch Tabelle 4.1.3.1).

## **Vorteile der Spiral- Computertomographie**

Die native Spiral- Computertomographie erreicht nicht nur eine höhere Sensitivität und Spezifität bei der Detektion von Harnleiterkonkrementen gegenüber bisherigen Verfahren, sondern ist im Gegensatz zur Abdomenübersichtsaufnahme und Ausscheidungsurographie auch in der Lage, neben kalziumhaltigen Steinen alle anderen Konkreme, sogenannte röntgennegative, exakt darzustellen (5, 19, 59, 71, 84, 94, 114, 131). In der Studie von Szolar et al. werden in vivo gemessene Dichtewerte zwischen 150 und 1360 Hounsfield- Einheiten angegeben. Danach weisen harnsäurehaltige, sogenannte nicht- schattengebende Steine eine Dichte bis zu 500 Hounsfield- Einheiten auf (94).

Ein weiterer Vorteil von enormer diagnostischer Bedeutung liegt in der Möglichkeit Alternativdiagnosen zu erstellen.

So wurden im Rahmen dieser Auswertung bei 39 von 58 Patienten (67 %) ohne Nachweis eines Harnleiterkonkrementes andere Pathologien entdeckt, die ursächlich für die akuten Flankenschmerzen waren.

Die Tabelle 4.1.6.2 gibt eine genaue Übersicht über die gefundenen Alternativdiagnosen.

Hier sind entzündliche Prozesse der Niere, Nierentumoren, Divertikulitis und Diskusprolaps als Beispiele zu nennen.

Weiterhin ist gerade im Rahmen der Akutdiagnostik die kurze Untersuchungszeit maßgebend. Besonders deutlich ist diese im Vergleich mit der Ausscheidungsurographie, wenn Spätaufnahmen angefertigt werden müssen.

Die Untersuchungszeit der nativen Spiral- Computertomographie lag bei maximal 5- 10 Minuten inklusive Patientenvorbereitung. Das zieht eine erhebliche Verkürzung der Zeit bis zur Einleitung der Therapie nach sich. Die Ausscheidungsurographie hatte hingegen Untersuchungszeiten von 20 Minuten bis zu 24 Stunden.

Weitere Vorteile der nativen Spiral- Computertomographie liegen darin, dass keine Untersuchungsvorbereitung nötig ist. Es ist selbst bei ausgeprägtem Meteorismus und/ oder Adipositas keine Untersuchungseinschränkung zu befürchten. Der Patient braucht

---

vor der Untersuchung nicht nüchtern zu sein. Er kann somit sofort von der Rettungsstelle zur Untersuchung übernommen werden.

Die Untersuchung ist auch während einer akuten Kolik möglich. Da keine Kontrastmittelgabe erforderlich ist, braucht keine Fornixruptur befürchtet werden. Eine Verschlechterung der Nierenfunktion ist ebenfalls damit ausgeschlossen (31).

Ein weiterer Vorteil bei der Suche nach einer Ureterolithiasis ist der bereits erwähnte Verzicht auf eine Kontrastmittelgabe.

Studien von Thomsen et al. belegen, dass selbst bei Gabe von nicht- ionischem (niederosmolarem) Kontrastmittel die Häufigkeit von nicht lebensbedrohlichen, aber therapiepflichtigen Reaktionen bei 0,2- 0,4 % und von lebensbedrohlichen Reaktionen bei 0,04 % liegt (122).

Im ausgewerteten Patientenkollektiv lagen bei 41 (37 %) von insgesamt 110 Patienten mit akuten Flankenschmerzen Kontraindikationen für eine intravenöse Kontrastmittelgabe ohne Vorbereitung bzw. Prämedikation vor. Dabei handelte es sich bei 20 Patienten um eine Niereninsuffizienz und bei 6 Patienten um eine Hyperthyreose. Bei weiteren 11 Patienten waren multiple Allergien bekannt, davon 6 Patienten mit bekannter Jod- bzw. Kontrastmittelallergie. Weitere 4 Patienten nahmen bis zum Untersuchungstag Metformin ein.

Des Weiteren ist die native Spiral- Computertomographie untersucherunabhängig und jederzeit reproduzierbar. Es gibt die Möglichkeit Daten nachzuverarbeiten, ohne dass eine neue Untersuchung nötig ist. Aus den axialen Scans können multiplanare Rekonstruktionen erstellt werden, die zur Ausscheidungsurographie äquivalente Bilder liefern und somit dem Kliniker eine einfache Orientierung verschaffen (94).

### **Probleme in der Diagnostik von Harnleiterkonkrementen**

Im Rahmen dieser Diskussion soll auch auf mögliche Probleme in der Diagnostik von Harnleiterkonkrementen mittels der nativen Spiral- Computertomographie hingewiesen werden.

---

Laut Boulay et al., Dalrymple et al., Fielding et al., Hamm et al., Katz et al., Miller et al., Preminger et al., Smith et al., Sommer et al. und Vieweg et al. können sich diese in der Diagnostik von distalen Harnleiterkonkrementen bei fehlender Harnstauung und eng benachbart lokalisierten Phlebolithen im kleinen Becken sowie bei extrem schlanken Patienten mit gering ausgeprägtem retroperitonealen Fett ergeben (5, 10, 19, 31, 45, 46, 71, 84, 112, 116, 131).

Auch in der vorliegenden Auswertung konnte bei zwei Patienten die Diagnose eines Harnleiterkonkrementes nicht eindeutig gestellt werden. In einem Fall konnten dicht beieinander liegende Phlebolithen im kleinen Becken bei fehlender Harnstauung nicht sicher von einem distalen Harnleiterkonkrement unterschieden werden. In dem anderen Fall konnte eine Verkalkungsstruktur im Kreuzungsbereich Ureter / Arteria iliaca communis nicht sicher dem Harnleiter zugeordnet werden.

### **Wertigkeit der Spiral- Computertomographie in der Diagnostik sonstiger akuter abdomineller Schmerzen**

In den folgenden Ausführungen werden die Ergebnisse aus den Patientengruppen mit sonstigen akuten abdominellen Schmerzen, abdominellen Schmerzen und Fieber sowie abdominellen Schmerzen postoperativ/ postinterventionell diskutiert.

Veröffentlichungen von Malone, Mindelzun et al., Nino- Murcia et al., Raman et al., Ratani et al., Siewert et al., Tsushima et al., Urban et al., Rosen et al. und Schuler et al. beschreiben den großen diagnostischen Nutzen, die Effizienz und die Kosteneffektivität der Spiral- Computertomographie in der Diagnostik akuter abdomineller Schmerzen, insbesondere in der Diagnostik der akuten Appendizitis (62, 72, 73, 79, 85, 87, 92, 105, 111, 126, 129, 130).

Keeman und Greiner aus dem europäischen Raum bewerten diese Entwicklung etwas zurückhaltender (28, 48).

Betrachtet man die Ergebnisse dieser Arbeit, so konnte die Spiral- Computertomographie gegenüber der Sonographie in der Akutdiagnostik des sonstigen unklaren abdominellen Schmerzes eine höhere Rate von pathologischen Befunden erbringen.

---

Des Weiteren erreichte die Spiral- Computertomographie gegenüber der Sonographie eine deutlich höhere Sensitivität und Spezifität von 94 % und 75 % versus 64 % und 63 %.

Eine Analyse der Diagnosen, bei denen das jeweilige Verfahren versagte, erbrachte, dass es sich bei der Sonographie am häufigsten um Patienten mit einer akuten Appendizitis bzw. einem perityphlitischen Infiltrat (n = 7 ) und einer akuten Enteritis (n = 3) handelte. Als Ursache ist die begrenzte Darstellbarkeit des lufthaltigen Gastrointestinaltraktes zu diskutieren (100, 101). Ferner bedarf insbesondere die Appendixsonographie einiger Erfahrung des Untersuchers. Weitere mögliche Ursachen für einen falsch negativen Befund sind adipöse Patienten, Patienten mit ausgeprägtem Meteorismus sowie atypische Lagen der Appendix (z.B. retrozökal) (101).

Die Spiral- Computertomographie erbrachte bezüglich des Nachweises einer akuten Appendizitis in 2 Fällen ebenfalls ein falsch negatives Ergebnis. Intraoperativ lag in beiden genannten Fällen eine narbig obliterierte Appendix mit gering- bis mäßiggradigen Entzündungszeichen vor.

Die Tabellen 4.2.3.4 und 4.2.3.5 geben eine Übersicht über weitere falsch negative Befunde bei beiden Verfahren.

In der Patientengruppe mit akuten abdominellen Schmerzen und Fieber ging es hauptsächlich um den Nachweis bzw. Ausschluss eines Abszesses, da bei 46 % der Patienten Voroperationen oder andere ärztliche Interventionen im Abdomen durchgeführt wurden.

Auch in dieser Gruppe zeigte sich die Überlegenheit der Spiral- Computertomographie gegenüber der Sonographie bezüglich der Detektionsrate von Abszessen.

Die allein mittels Sonographie detektierten Abszesse erwiesen sich zudem im weiteren klinischen Verlauf als falsch- positiv, so dass die Sonographie hier nur eine Sensitivität von 20 % bei einer Spezifität von 94 % erreichte.

Demgegenüber konnten 15 von 16 mittels Spiral- Computertomographie detektierte Abszesse entweder durch Drainagen oder durch Operation bestätigt werden. In dem verbleibenden Fall handelte es sich um mehrortige Nierenabszesse, die antibiotisch

---

behandelt wurden. Im weiteren klinischen Verlauf war eine deutliche Besserung der Symptomatik zu verzeichnen. Die Spiral- Computertomographie erreichte eine Sensitivität von 80 % bei einer Spezifität von 100 %.

Die Tabellen 4.3.3.4 und 4.3.3.5 geben einen Überblick über die Lage der Abszesse, bei denen das jeweilige Verfahren versagte.

Das Problem der Sonographie besteht zweifelsohne darin, dass keine überlagerungsfreie Darstellung möglich ist. Insbesondere bei Grenzflächen von Luft und Gewebe tritt eine vollständige Reflexion ein, so dass Darmgas nicht durchdrungen werden kann und somit dahinter liegende Strukturen nicht erfasst werden können (56).

Die Problematik in der Diagnostik eines Tuboovarialabszesses mittels Spiral- Computertomographie (in dieser Arbeit ein Fall, wo die Spiral- Computertomographie in der Darstellung versagte) besteht darin, dass eine Hydrosalpinx oder Pyosalpinx nur bei ausreichend dünner Schichtdicke und ausreichender Darmkontrastierung ab einer Größe von 2- 3 cm aufgedeckt werden kann (132).

Im folgenden soll kurz auf die Ergebnisse aus der Patientengruppe mit abdominellen Beschwerden postoperativ/ postinterventionell eingegangen werden.

In dieser Gruppe ging es ausschließlich um den Nachweis bzw. Ausschluss pathologischer Befunde wie beispielsweise Hämatombildungen oder Perforationen infolge von Operationen oder anderer ärztlicher Interventionen.

Bei den spiral- computertomographisch erreichten Werten von jeweils 100 % für die Sensitivität und Spezifität muss kritisch angemerkt werden, dass das Patientenkollektiv lediglich aus 21 Personen bestand und somit die statistische Aussagekraft mit einer höheren Irrtumswahrscheinlichkeit behaftet ist.

Dennoch zeigt sich auch in dieser Gruppe die Überlegenheit der Spiral- Computertomographie gegenüber der Sonographie.

---

Der große Vorteil der Spiral- Computertomographie liegt zum einen in der Möglichkeit einer überlagerungsfreien Darstellbarkeit von postoperativen bzw. postinterventionellen Hämatomen, ohne dass eine Beeinträchtigung durch Luft und/ oder Verbandsmaterial zu befürchten ist. Zum anderen besteht beispielsweise die Möglichkeit gleichzeitig Perforationen des Darmes oder anderer Hohlorgane mitzuerfassen, ohne dass weitere diagnostische Maßnahmen erforderlich sind. Bei entsprechender Fragestellung und daran angepasster Untersuchungsplanung können nach Interventionen im Bereich des Oberbauches zusätzlich die basalen Lungenabschnitte computertomographisch miterfasst werden, um somit beispielsweise einen Pneumothorax nachzuweisen bzw. auszuschließen (56, 65, 132).

Die Tabelle 4.4.2.2 gibt einen Überblick über die erhobenen pathologischen Befunde, wobei die Spiral- Computertomographie 11 und die Sonographie lediglich 3 pathologische Befunde detektierte.

In den vorangegangenen Abschnitten sind die vielen Vorteile der Spiral- Computertomographie gegenüber bisher herkömmlicher Methoden aufgeführt worden.

Wo liegen nun jedoch die Nachteile der Spiral- Computertomographie im Vergleich der Verfahren?

### **Nachteile der Spiral- Computertomographie**

#### **Problematik Strahlenbelastung**

Als wichtiger Nachteil ist hier die höhere Strahlenbelastung zu diskutieren.

Die Einschätzungen in der Literatur bezüglich der Strahlenexposition durch die Spiral- Computertomographie sind - abhängig von der Technik und der Berechnungsmethode - unterschiedlich. Denton et al., Hamm et al., Szolar et al., Smith et al. und Vieweg et al. gehen von einer zwei- bis dreifach höheren Strahlenexposition durch die native Spiral- Computertomographie gegenüber der Ausscheidungsurographie aus (13, 31, 32, 94, 114, 131). Hier ist jedoch hinzuzufügen, dass bei der Ausscheidungsurographie

Zonographien, Tomographien sowie Spätaufnahmen zu einer Erhöhung der Strahlenexposition führen können.

Hamm et al. und Szolar et al. geben für die native Spiral- Computertomographie, abhängig von den Untersuchungsparametern, eine effektive Dosis zwischen 3,1 und 4,7 mSv an (31, 32, 33, 94).

Die folgende Tabelle 5.1 zeigt aktuelle Daten aus der Literatur über Dosisabschätzungen für die einzelnen Untersuchungsverfahren.

References	Examination Parameters	HE (woman/ men) (mSv.)
plain x- ray: Liu et al.	70 kV, 64 mA	0,242 postero-anterior, 0,271 anteroposterior
Keske et al.	75 kV, 49 mA	0,69/ 0,4
IVP: Liu et al.	1 posteroanterior, 4 anteroposterior views, 70 kV, 64 mA	1,33
Denton et al.	3 films, 65 kV, 50 mA	1,5
Szolar et al.	73 kV, 20 mA	2,1
Keske et al.	no data available	2,8/ 1,6
Fielding et al.	no data available	4,4
conventional unenhanced helical CT: Szolar et al.	collimation 5 mm, pitch 1,5, 140 kV, 189 mA	4,3
Hamm et al.	collimation 3 mm, pitch 2, 140 kV, 129 mA	4,3/ 3,1
Fielding et al.	collimation 5 mm, pitch 1,0- 1,6, 120 kV, 210-280 mA	4,6
Denton et al.	collimation 5 mm, pitch 2, 120 kV, 250 mA	4,7
Low dose unenhanced helical CT: Liu et al.	collimation 7 mm, pitch 2, 120 kV, 280 mA	2,76- 2,82
present series	collimation 5 mm, pitch 2, 120 kV, 70 mA	1,5/ 0,98

Tabelle 5.1: Effektives Dosisäquivalent (HE) in der Diagnostik des akuten Flankenschmerzes (auszugsweise entnommen aus Hamm et al.(33))

Literaturrecherchen ergaben unterschiedliche Ansätze zur Dosisreduktion bei der Spiral- Computertomographie, die im Anschluss kurz erläutert werden sollen.

Eine Dosisreduktion ist durch Änderungen der Akquisitions- und Rekonstruktionsparameter zu erreichen.

---

Liu et al. beschrieben als erste Arbeitsgruppe eine Senkung der Strahlendosis um mehr als 50 % auf durchschnittlich 2,8 mSv, ohne einen signifikanten Verlust der diagnostischen Genauigkeit in Kauf nehmen zu müssen (60). Dies wurde durch eine Modifikation des Untersuchungsprotokolls (Kollimation 7 mm, Pitch- Faktor 2, Röhrenspannung 120 kV und Röhrenstrom 280 mA) erreicht. Die Sensitivität und Spezifität für die Detektion eines Harnleiterkonkrementes lag mit 97 % bzw. 96 % unverändert hoch (60).

Eine Studie von Hamm et al. aus Augsburg bestätigte diese Ergebnisse. Sie erreichten mittels modifizierter Untersuchungsparameter, der sogenannten niedrig dosierten Spiral- Computertomographie, genauso gute Ergebnisse wie bisher, ohne signifikanten Verlust der Bildqualität (33).

In der ersten Veröffentlichung von Hamm et al. aus dem Jahre 2001 erreichte die native Spiral- Computertomographie eine Sensitivität von 99 % und eine Spezifität von 98 % bezüglich des Harnleiterkonkrementnachweises (31, 32). Die Untersuchungen wurden an einem Spiral- Computertomographen der Firma Siemens (Somatom plus 4) mit folgenden Untersuchungsparametern durchgeführt: nominelle Schichtdicke (Kollimation) 3 mm, Pitch- Faktor 2, Inkrement 3 mm, Röhrenspannung 140 kV, Röhrenstrom 129 mA.

Diese Ergebnisse wurden nun mit denen eines modifizierten Untersuchungsprotokolls mit einer Kollimation von 5 mm, Pitch- Faktor 2, Inkrement 5 mm, Röhrenspannung 120 kV und Röhrenstrom 70 mA verglichen. Die hiermit erreichten Ergebnisse mit einer Sensitivität von 96 % und einer Spezifität von 97 % wiesen eine genauso hohe Aussagekraft hinsichtlich der Harnleiterkonkrementdetektion auf, so dass die native Spiral- Computertomographie auch bei erheblich reduzierten Dosiswerten ein schnelles und exaktes Verfahren in der Diagnostik einer Ureterolithiasis darstellt (33). Mittels der nativen Niedrig- Dosis- Computertomographie wurde trotz veränderter Akquisitions- und Rekonstruktionsparameter ein ausreichend hoher Detailkontrast zwischen dem Harnleiterkonkrement und seiner Umgebung erreicht, so dass eine Beurteilung ohne Einschränkung der Bildqualität möglich wurde.

---

Der große Vorteil dieser niedrig dosierten nativen Spiral- Computertomographie liegt in der deutlichen Reduktion der Strahlenbelastung mit einer 50 bis 65 %igen Senkung der Dosis. Mit diesem modifizierten Untersuchungsprotokoll wurde laut Hamm et al. ein effektives Dosisäquivalent (HE) von 1,5 mSv für Frauen und 0,98 mSv für Männer gegenüber 4,3 mSv und 3,1 mSv bei den bis dato verwendeten Untersuchungsparametern erreicht. Damit liegt die erreichte Dosis für die native Spiral- Computertomographie sogar unter der Dosis, die durch die Ausscheidungsurographie erzielt wird (geschätzt für Frauen 2,3 mSv und für Männer 1,3 mSv) (33).

In den vorherigen Abschnitten wurde eine Möglichkeit der Dosisreduktion durch Veränderungen der Untersuchungsparameter beschrieben, aber welche Dosisersparnis kann nun durch technische Veränderungen an den Computertomographiegeräten selbst erreicht werden?

Betrachtet man die technische Entwicklung der letzten Jahre, so muss der rasante Einzug der neuen Multidetektorgeräte (Multislice- Computertomographie) erwähnt werden.

Laut einer Pressemitteilung von Siemens ist seit 2004 ein Multislice- Computertomograph mit 64 Schichten pro Rotation im Einsatz. Der „Somatom Sensation 64“ benötigt nur 0,37 Sekunden pro Rotation. Eine gleichzeitig neu entwickelte Detektortechnologie bietet eine bisher nicht gekannte Bildauflösung von 0,4 Millimetern bei Ganzkörper- und Herzbildgebung (109).

Damit setzt die Multidetektor- Spiral- Computertomographie neue Maßstäbe im Hinblick auf eine größere Volumenabdeckung, kürzere Untersuchungszeiten, verbesserte axiale Auflösung und bessere Nutzung der Röntgenröhre.

In Anbetracht dieser Entwicklung ist zu klären, welche Strahlenbelastung bei der Mehrschicht- Spiral- Computertomographie gegenüber der Einzelschicht- Spiral- Computertomographie zu erwarten ist.

Ergebnisse der Studiengruppe von Giacomuzzi et al. aus Innsbruck zeigen, dass sich für Thorax- und Abdomenuntersuchungen höhere Energiedosiswerte durch die Mehrschicht- gegenüber der Einzelschicht- Spiral- Computertomographie ergeben (24).

---

Für Untersuchungen im Bereich des Abdomens sind im Mittel die Energiedosiswerte am Multislice- Spiral- Computertomographen um das 2,8fache gegenüber der Single-slice- Spiral- Computertomographie erhöht. Als Konsequenz muss sich daraus ergeben, dass mit der neuen Technik der Mehrschicht- Spiral- Computertomographie Untersuchungsstrategien überprüft und Untersuchungsprotokolle im Hinblick auf die daraus entstehende Patientenexposition neu optimiert werden müssen.

In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu erwähnen, dass laut Herzog et al. mit der Einführung der Mehrschicht- Spiral- Computertomographie immer häufiger mehrphasige Untersuchungsprotokolle eingesetzt werden, die zu einer deutlichen Zunahme der Dosisbelastung führen (38).

Des Weiteren sind hier sicherlich auch die Hersteller solcher Geräte gefragt, um durch technische Veränderungen eine Dosisreduktion zu erzielen. Deshalb soll im Rahmen dieser Arbeit auch eine moderne technische Lösung, wie die der körperquerschnittsabhängigen Röhrenstrommodulation, Erwähnung finden, die seit 2001 im Einsatz ist.

Wie bereits im Kapitel 1.3 erwähnt, arbeitet zum Beispiel die Siemens AG mit Hilfe des C.A.R.E-Programmes (Combined Applications to Reduce Exposure) intensiv an Maßnahmen zur Reduktion der Strahlendosis im Bereich der Spiral-Computertomographie.

Diese neuartige Modulationstechnik erreicht eine Reduktion der Strahlendosis zwischen 10 und 50 %, je nach gescannter Körperregion.

Hierbei wird der Effekt genutzt, dass die Röntgenstrahlen im Querschnitt des menschlichen Körpers in Abhängigkeit von der auftreffenden Richtung unterschiedlich stark geschwächt werden. Die Strahlungsschwächung wird gemessen und die Röhrenleistung in Echtzeit reguliert. Da die Dosis direkt proportional zur Röhrenleistung ist, wird hierdurch eine Reduzierung der Strahlendosis erreicht (27, 108, 110).

## **Problematik Kosten**

Ein letzter, aber in der heutigen Zeit keinesfalls ein zu vernachlässigender Faktor ist die Kostendiskussion.

Da die Radiologie aufgrund schwindender Ressourcen unter einen immer größer werdenden wirtschaftlichen Druck gerät, nimmt die Kosteneffektivität der Verfahren einen wachsenden Stellenwert ein.

Von Sanai et al. wurden die Unterschiede der Kosten von Ausscheidungsurographie und nativer Spiral- Computertomographie beschrieben. Diese Arbeitsgruppe kam zu dem Schluss, dass die Spiral- Computertomographie aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit nicht mehr kostet als die Ausscheidungsurographie (96).

Da die Kostenaufstellungen aufgrund unterschiedlicher Gesundheitssysteme in den einzelnen Ländern schwer vergleichbar sind, sei hier eine europäische Studie von Szolar et al. aus Graz in Österreich genannt, die die direkten und die indirekten Kosten beider Verfahren vergleicht (94).

Hiernach beliefen sich die Kosten der Spiral- Computertomographie auf 117,27 EURO. Die direkten Kosten der Ausscheidungsurographie lagen einschließlich der Kosten des Kontrastmittels bei insgesamt 141,60 EURO und somit höher als die der nativen Spiral- Computertomographie.

Einschließlich der Patientenlagerung betrug die durchschnittliche Untersuchungszeit bei der nativen Spiral- Computertomographie 5 Minuten und bei der Ausscheidungsurographie 30 Minuten. Ausgegangen von einem gleichen Personal- und Geräteaufwand verursacht die Spiral- Computertomographie aufgrund der kürzeren Untersuchungszeit somit nur 16,7 % der indirekten Kosten der Ausscheidungsurographie (94).

### **Wertigkeit einer Hämaturie in der Diagnostik von Harnleiterkonkrementen**

Zum Schluss soll hier kurz auf die Wertigkeit einer Hämaturie eingegangen werden. Bereits die Studie von Bove et al. beschrieb einen unzureichenden Voraussagewert für die Diagnose von Harnleiterkonkrementen (6).

Im vorliegenden Patientenkollektiv wiesen nur 40 % der Patienten mit einem nachgewiesenen Harnleiterkonkrement eine Hämaturie auf. Demgegenüber war bei 17 % der Patienten ohne Nachweis eines Harnleiterkonkrementes ebenfalls eine Hämaturie nachweisbar. Dieser Sachverhalt verdeutlicht die Ungenauigkeit der Methode. Die Anwesenheit einer Hämaturie ist somit nicht zwingend mit einer Ureterolithiasis verbunden, andererseits kann mit dem Fehlen einer Hämaturie auch kein Harnleiterkonkrement ausgeschlossen werden.