

Aus dem Lehrstuhl
für Röntgendiagnostik
Prof. Dr. C. Stroszczyński
der Fakultät für Medizin der Universität Regensburg

**Klinische Wertigkeit der Multidetektor-
Computertomographie bei klinisch obskuren
Infektfoki**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Lukas Lürken

2016

Aus dem Lehrstuhl
für Röntgendiagnostik
Prof. Dr. C. Stroszczyński
der Fakultät für Medizin der Universität Regensburg

**Klinische Wertigkeit der Multidetektor-
Computertomographie bei klinisch obskuren
Infektfoki**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Lukas Lürken

2016

Dekan: Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert

1. Berichterstatter: Prof. Dr. A. Schreyer

2. Berichterstatter: PD Dr. J. Grosse

Tag der Mündlichen Prüfung: 20.09.2016

„Für meine Mutter“

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1 Abkürzungsverzeichnis	4
2 Einleitung	5
2.1 Unklare Infektkonstellationen im klinischen Alltag	5
2.2 Unklare Infektkonstellationen und mögliche Präsentationsformen .	6
2.2.1 <i>Definition</i>	6
2.2.2 <i>Epidemiologie und Mortalität</i>	12
2.3 Mehrzeilendetektor Computertomographie (MDCT)	16
2.3.1 <i>Stellenwert und Verfügbarkeit der Computertomographie in Deutschland</i>	16
2.3.2 <i>Strahlenexposition</i>	17
2.3.3 <i>Kontrastmittelgabe als Risiko</i>	18
2.3.4 <i>Weitere Risiken bei der Durchführung einer Computertomographie</i>	19
2.3.5 <i>MDCT zur Diagnostik von unklaren Infektkonstellationen</i>	20
2.4 Bisherige Datenlage	22
2.5 Ziel der Studie	24
3 Material und Methoden	25
3.1 Identifikation des Patientenkollektivs	25
3.2 Untersuchungsmethode	27
3.3 Auswertung	29
3.4 Datengewinnung	30

Inhaltsverzeichnis

3.5 Statistische Methoden	31
4 Ergebnisse.....	32
4.1 Alters- und Geschlechtsverteilung.....	32
4.2 Verteilung nach zuweisenden Abteilungen.....	33
4.3 Charakteristika des Patientenkollektivs	34
4.4 Durchführung der MDCT	38
4.4.1 <i>Untersuchte Organregionen</i>	38
4.4.2 <i>Kontrastmittelapplikation</i>	38
4.5 Ergebnisse der MDCT	42
4.6 Einfluss der MDCT auf die individuelle Therapie.....	44
4.6.1 <i>Thorax</i>	46
4.6.2 <i>Abdomen/Becken</i>	47
4.6.3 <i>Thorax und Abdomen/Becken</i>	48
4.7 Ergebnisse der MDCT und Einfluss der MDCT auf die Therapie bei immunsupprimierten Patienten.....	50
4.8 Ergebnisse der MDCT und Einfluss der MDCT auf die weitere Therapie bei Patienten mit vorangegangener Operation innerhalb der letzten zwei Wochen	54
4.9 Ergebnisse der MDCT und Einfluss der MDCT auf die weitere Therapie in Abhängigkeit von der zuweisenden Abteilung	57
5 Diskussion	63
5.1 Übersicht über die Ergebnisse	63
5.2 Ergebnisse im Vergleich zu anderen Studien.....	66
5.3 Bedeutung der Ergebnisse für den klinischen Alltag	68
5.4 Einschränkungen.....	70
6 Zusammenfassung	71

Inhaltsverzeichnis

7 Literaturverzeichnis	74
8 Danksagung	80

1 Abkürzungsverzeichnis

1 Abkürzungsverzeichnis

BSG	=	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit
COPD	=	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CRP	=	C-reaktives Protein
CT	=	Computertomographie
ERCP	=	Endoskopisch retrograde Cholangiopankreatikographie
FUO	=	Fieber ungeklärter Genese
GFR	=	Glomeruläre Filtrationsrate
HRCT	=	High-Resolution-Computertomographie
KHK	=	Koronare Herzkrankheit
KM	=	Kontrastmittel
MAP	=	Mittlerer arterieller Blutdruck
MDCT	=	Mehrzeilendetektor Computertomographie
mSv	=	Milli-Sievert
OEGD	=	Oesophagogastroduodenoskopie
PAVK	=	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PCT	=	Procalcitonin
SIRS	=	Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom

2 Einleitung

2.1 Unklare Infektkonstellationen im klinischen Alltag

Im klinischen Alltag kommt es in Krankenhäusern immer wieder zu Situationen in denen es notwendig ist, Patienten mit dem Erscheinungsbild einer Infektion bzw. einer Entzündungsreaktion ohne klinisch offensichtlichen Infektfokus zu diagnostizieren und zu therapieren.

Gerade in großen Krankenhäusern mit einer eigenen Notaufnahme und Intensivstationen tritt dieses Problem gehäuft auf. Auch Krankenhäuser mit onkologischen Abteilungen sehen sich durch das vermehrte Aufkommen von immunsupprimierten Patienten oft mit dem Problem eines unbekanntem Infektfokus konfrontiert[1].

Gleiches gilt für Häuser mit großen chirurgischen Abteilungen[2]. Hier kann bei Patienten mit kürzlich stattgehabten operativen Eingriffen und Zeichen einer Infektion zwar oft aufgrund der Lokalisation und Art des chirurgischen Eingriffes eine Vermutung über den Ort des Infektfokus angestellt werden, aber ohne eine operative Revision oder diagnostische bildgebende Verfahren nicht verifiziert werden können.

Bei der Abklärung einer unklaren Infektkonstellation, beziehungsweise eines unklaren Infektfokus muss eine ganze Reihe möglicher Krankheitsbilder in Erwägung gezogen werden, welche wiederum eine Vielfalt an Ursache zu Grunde liegen haben können[3].

2.2 Unklare Infektkonstellationen und mögliche Präsentationsformen

In den nächsten Abschnitten soll zunächst näher auf den Begriff der unklaren Infektkonstellation eingegangen werden, welche Präsentationsformen, Krankheitsbilder und Ursachen darin beinhaltet sind und welchen Stellenwert diese Krankheitsbilder im klinischen Alltag haben.

2.2.1 Definition

Der Begriff „unklare Infektkonstellation“ ist in der medizinischen Literatur nicht exakt definiert. Unklare Infektkonstellationen sind Situationen, in denen bei einem Patienten Zeichen einer Infektion vorliegen oder eine nachgewiesene Infektion vorliegt, aber keine klinisch ursächliche Erkrankung identifiziert werden kann. Diese Zeichen können unter anderem Fieber ungeklärter Genese (auch fever of unexplained origin, kurz FUO), isoliert erhöhte Entzündungswerte, Bakteriämie, systemisches inflammatorisches Response-Syndrom (SIRS), oder Sepsis enthalten.

2.2.1.1 Fieber ungeklärter Genese

Das Fieber ungeklärter Genese wurde erstmals 1961 von R. G. Petersdorf definiert als Fieber von mehr als 38,3°C bei mehreren Messungen über einen Zeitraum von mindestens drei Wochen, dem auch nach intensiver Untersuchung in stationärer Behandlung über eine Woche keine ursächliche Krankheit zugrunde gelegt werden kann [4].

2 Einleitung

1991 wurde die Definition des Fiebers unerklärter Genese von D. T. Durack überarbeitet. Seitdem wird zwischen vier Klassen des Fiebers ungeklärter Genese unterschieden: klassisches FUO, nosokomiales FUO, FUO bei Immundefekt und FUO bei HIV-Infektion. Des Weiteren wurde aufgrund der Fortschritte bei Labortests und bildgebender Diagnostik die stationäre Mindestverweildauer auf 3 Tage, beziehungsweise zwei ambulante Untersuchungstermine bei nichtstationären Patienten, verringert [5].

In weiteren Überarbeitungen wurde außerdem noch die Temperaturgrenze auf 38,0°C gesenkt, sodass sich in der aktuellsten Fassung die Definition von FUO aus dem Lehrbuch der Infektionskrankheiten von G. L. Mandell [6] in deutscher, modifizierter Version von B. Salzberger [7] wie in Tabelle 2.2.1.1 darstellt.

Tabelle 2.2.1.1:

	Klassisches FUO	Nosokomiales FUO	FUO bei Immunsuppression	FUO bei HIV-Infektion
Kollektiv	Ambulante Patienten, nicht immunsupprimiert oder –defizient	Stationär behandelte Patienten	Immundefiziente bzw. –supprimierte Patienten	HIV-infizierte Patienten
Kriterien für FUO	Körperkerntemperatur >38,0°C			
	Fieber >3 Wochen, 2 ambulante Untersuchungstermine oder 3 stationäre Behandlungstage	Fieber >3 Tage, nicht vorhanden oder in Inkubation bei Aufnahme	Fieber >3 Tage, negative Kulturen für >48h	Bei ambulanten Patienten: Fieber >3 Wochen, bei stationären Patienten: >3 Tage

Tabelle 2.2.1.1: Definition des FUO in verschiedenen Patientenkollektiven.

(nach [7])

2 Einleitung

Das FUO stellt keine feste Diagnose dar, sondern ist als diagnostisches Problem zu betrachten und kann allenfalls als Arbeitshypothese bestehen.

2.2.1.2 Erhöhte Entzündungswerte

Zu den Entzündungswerten gehören insbesondere das C-reaktive Protein [CRP, unter 5 mg/l], die Leukozytenzahl [zwischen 3.800 und 10.500/ μ l], die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit [BSG, ca. 20mm n.W. (nach Westergren)] und Procalcitonin [PCT, unter 0,5 μ g/l][8].

Alle oben genannten Normwerte sind lediglich als Anhaltspunkte zu verstehen, da von Labor zu Labor die Normgrenzen für jegliche Parameter schwanken können.

2.2.1.3 Bakteriämie

Als Bakteriämie ist das Vorhandensein von Bakterien im Blutkreislauf definiert [9]. Der Nachweis einer Bakteriämie erfolgt durch die Auswertung von Blutkulturen.

2 Einleitung

2.2.1.4 Systemisches Inflammatorisches Response-Syndrom

SIRS wurde 1992 von der American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference als systemische Entzündungsreaktion definiert, bei der mindestens zwei der folgenden Kriterien in Tabelle 2.2.1.4 erfüllt sein müssen [9]:

Tabelle 2.2.1.4:

Körpertemperatur	>38°C oder <36°C
Herzfrequenz	>90/min (Tachykardie)
Atemfrequenz	>20/min oder Hyperventilation mit einem pCO ₂ <32mm Hg
Leukozytenzahl	>12000/μl (Leukozytose) oder <4000/μl (Leukopenie) oder >10 % unreife Leukozytenformen im Differentialblutbild (Linksverschiebung)

Tabelle 2.2.1.4: Kriterien des SIRS

2.2.1.5 Sepsis

Als Sepsis wurde von der Konsensuskonferenz 1992 das Vorliegen eines SIRS mit zusätzlichem Nachweis eines Infektfokus definiert. Des Weiteren wurde die Sepsis in drei Stufen unterteilt: Sepsis, schwere Sepsis und septischer Schock. 2001 wurde zudem beschlossen die bisherige Definition sowohl des SIRS, als auch von Sepsis weitestgehend beizubehalten [10]. Für die Diagnosestellung der Sepsis wurde ein neues und erweitertes Schema vorgeschlagen, allerdings wird noch heute oftmals die Definition von 1992 verwendet, wie auch zum Beispiel im Lehrbuch der Infektionskrankheiten von

2 Einleitung

G. L. Mendell [6] oder in den Leitlinien der deutschen Sepsisgesellschaft von 2010 [11].

Eine schwere Sepsis wird definiert als eine Sepsis mit zusätzlicher akuter, sekundär durch die Sepsis bedingter Organdysfunktion, Hypoperfusion oder Hypotension. Organdysfunktion und korrespondierender Stärkegrad der Organschädigung können hierbei durch Verwendung der Kriterien des SOFA-Scores eingeschätzt werden [12]. Hypotension ist als Abfall des systolischen Blutdruckes auf unter 90mm Hg oder als Sinken des mittleren Arteriellen Blutdruckes (MAP) auf unter 70mm Hg oder um mehr als 40mm Hg des Basiswertes definiert [10, 11].

Ein septischer Schock liegt dann vor, wenn bei einer Sepsis eine Hypotension auch unter adäquater Volumensubstitution innerhalb einer Stunde nicht in einen normalen Blutdruckbereich angehoben werden kann.

Der Zusammenhang zwischen den oben erwähnten möglichen Präsentationsformen eines unklaren Infektfokus ist zusammenfassend in Diagramm 2.2.1.5 dargestellt.

2 Einleitung

Diagramm 2.2.1.5:

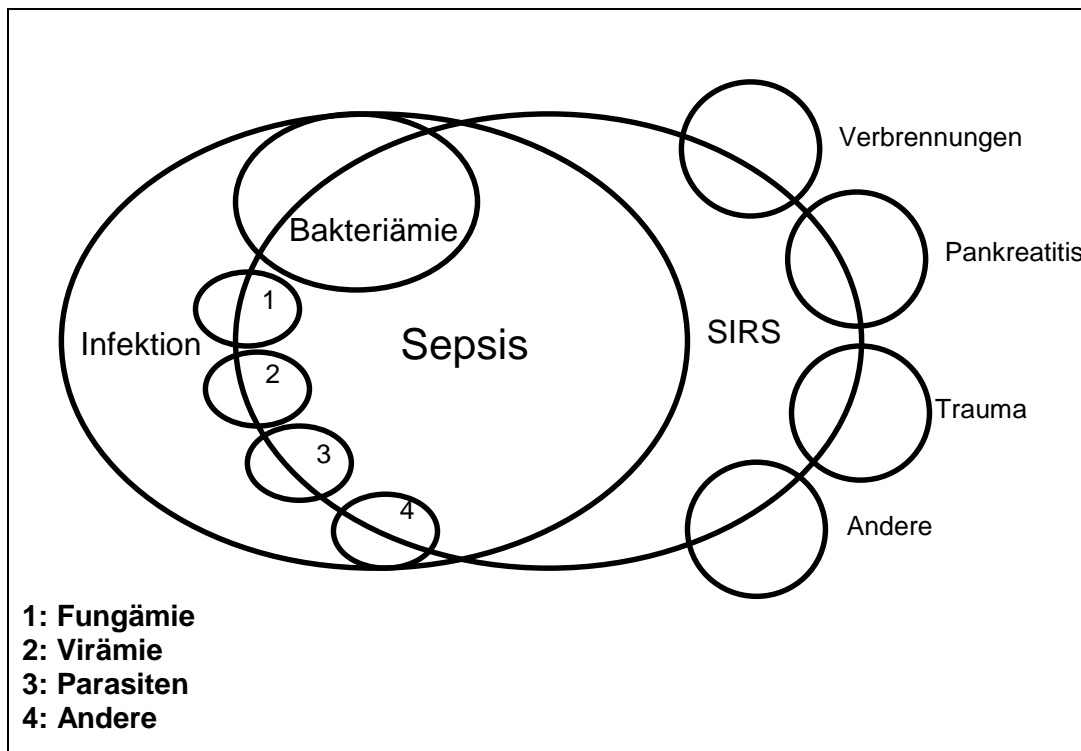


Diagramm 2.2.1.5: Zusammenhänge zwischen Infektion, Bakteriämie, SIRS und Sepsis (übersetzt, nach [9])

2.2.2 Epidemiologie und Mortalität

Da der Begriff der unklaren Infektkonstellation keine feste Diagnose darstellt, gibt es diesbezüglich auch keine Studien zur Epidemiologie des Problems. Allerdings gibt es Studien zu Epidemiologie und Mortalität der Präsentationszeichen einer unklaren Infektkonstellation.

2.2.2.1 Fieber ungeklärter Genese

Eine Studie von G. Eroles Vega aus dem Jahre 2006 [13] untersuchte prospektiv 204 Patienten, die mit Fieber über 38°C in eine Station für Innere Medizin aufgenommen wurden. Nach klinischer, labordiagnostischer, mikrobiologischer und röntgenologischer Untersuchung konnte bei 54 Patienten keine Diagnose gestellt werden (26 %). Es wurde bei einer durchschnittlichen Krankenhausaufenthaltsdauer von 17 Tagen eine Mortalität von 16,7 % beobachtet.

2.2.2.2 Bakteriämie

In einer großangelegten französischen Studie von C. Brun-Buisson mit 85.750 Patienten aus dem Jahr 1996 wurde für Bakteriämie eine Inzidenz von 9,8/1000 Patienten beobachtet [14]. Hierbei trat bei Patienten auf Normalstationen (8,2/1000) eine Bakteriämie signifikant seltener auf als bei Patienten auf Intensivstationen (69/1000). Es wurde eine Mortalitätsrate von 25 % innerhalb von 28 Tagen nach Diagnosestellung beobachtet. I. K. Larsen

2 Einleitung

beobachtete 2011 in einer Studie mit 537 Patienten eine Mortalitätsrate von 33 % innerhalb von 30 Tagen nach Diagnosestellung bei Patienten mit unbekanntem Infektfokus und von 15 % bei Patienten mit bekanntem Infektfokus[15].

2.2.2.3 SIRS

SIRS hat sowohl bei ambulanten als auch stationären Patienten eine hohe Prävalenz. Eine Studie von M. S. Rangel-Frausto mit 3708 stationären Patienten von 1995 zeigte, dass 68 % aller Patienten mindestens zwei Kriterien für SIRS erfüllten [16]. Auch andere großangelegte Studien der neunziger Jahre zeigten hohe Prävalenzen für SIRS. Hierbei beobachtete K. E. Sands in seiner Studie zum Sepsissyndrom 1997, dass während 15.515 Beobachtungsintervallen bei 12.759 Patienten auf Normal- und Intensivstationen bei insgesamt 44 % aller Beobachtungsintervalle zu mindestens einem Zeitpunkt zwei oder mehr Kriterien für SIRS erfüllt wurden [17]. B. S. Thomas beobachtete, dass 35,3 % von insgesamt 62.261 Patienten, die in einem Zeitraum von 5 Jahren stationär aufgenommen wurden, mindestens über einen Kalendertag hinweg die Kriterien für SIRS erfüllten[18].

M. S. Rangel-Frausto beschrieb eine Mortalitätsrate bei Patienten mit SIRS von 7 % innerhalb von 28 Tagen nach Diagnosestellung. Hierbei nicht berücksichtigt wurde die Mortalität von Patienten, die durch einen späteren Infektfokusnachweis definitionsgemäß eine Sepsis entwickelten.

2.2.2.4 Sepsis

D. C. Angus beobachtete 1995 in einer großangelegten Studie zur Epidemiologie der schweren Sepsis in den USA mit insgesamt 192.980 Patienten eine Inzidenz von 22,6/1000 Krankenhausaufenthalten[19]. Bezüglich der Inzidenz der Sepsis ohne Organversagen wurden in dieser Studie keine Angaben gemacht.

Die oben genannten Studien von C. Brun-Buisson[14], M. S. Rangel-Frausto[16] und K. E. Sands[17] befassten sich ebenfalls mit der Epidemiologie der verschiedenen Stufen der Sepsis, da einer Bakteriämie häufig Krankheitssymptome folgen und somit per definitionem eine Sepsis vorliegt. Auch SIRS ist oftmals infektionsbedingt und geht somit definitionsgemäß mit Nachweis der Infektionsquelle in eine Sepsis über.

M. S. Rangel-Frausto beobachtete eine Sepsisinzidenz zwischen 60 und 80/1000 Krankenhausaufenthalten. Für die schwere Sepsis wurde eine Inzidenz von 20 bis 30/1000 Patienten beobachtet [16].

C. Brun-Buisson beobachtete in seiner Studie eine Inzidenz von schwerer Sepsis von insgesamt 6/1000 (2,9/1000 auf Normalstationen und 119/1000 auf Intensivstationen). Für septischen Schock wurde eine Inzidenz von 1,4/1000 beobachtet (0,6/1000 auf Normalstationen und 87/1000 auf Intensivstationen). 26 % aller Patienten mit Bakteriämie entwickelten im weiteren Verlauf eine schwere Sepsis [14].

2 Einleitung

K. E. Sands beobachtete eine Sepsisinzidenz von 45/1000 sowie eine Inzidenz schwerer Sepsis von 11-33/1000 bei stationären Patienten und Patienten, welche in einer Notaufnahme starben[17].

In der Studie von M. S. Rangel-Frausto wurde für Sepsis, schwere Sepsis und den septischen Schock jeweils eine Mortalitätsrate von 16 %, 20 % und 46 % innerhalb von 28 Tagen nach Diagnosestellung beobachtet.

D. C. Angus beschrieb 1995 eine Mortalitätsrate von 28 % für die schwere Sepsis[19].

Für die Sepsis und schwere Sepsis bei Bakteriämie wurde von C. Brun-Buisson eine Mortalitätsrate von 15 % bzw. 54 % nach 28 Tagen nachgewiesen.

2.3 Mehrzeilendetektor Computertomographie (MDCT)

Häufig wird neben Ultraschall und dem konventionellen Röntgen als eines der ersten bildgebenden Verfahren zur Abklärung eines Unklaren Infektfokus eine Computertomographie durchgeführt. Grund hierfür ist die hohe Verfügbarkeit der Computertomographie und die Möglichkeit, große Körperregionen auch bei eingeschränkt kooperationsfähigen Patienten anhand von Schnittbildern und gegebenenfalls auch mithilfe von Kontrastmittel intravenös, oral oder rektal darzustellen. Hierdurch ergibt sich ein großes diagnostisches Potential zur Erkennung von obskuren Infektfoki.

2.3.1 Stellenwert und Verfügbarkeit der Computertomographie in Deutschland

Die Computertomographie ist ein weit verbreitetes, nicht invasives diagnostisches Werkzeug mit hoher Verfügbarkeit. Sowohl bei Patienten der Inneren Medizin als auch bei chirurgischen Patienten und in der Intensivmedizin wird die Computertomographie bei einer Vielzahl von Fragestellungen als wichtiger Bestandteil der bildgebenden Diagnostik herangezogen. Durch die Einführung der Spiral-CT und der Multidetektorcomputertomographie konnte sukzessive sowohl die Untersuchungszeit verkürzt werden als auch die Schichtdicke der Aufnahmen reduziert werden und somit das Indikationsspektrum der CT erweitert werden[20]. Laut des Arztreportes der Barmer GEK, einer der größten deutschen gesetzlichen Krankenversicherungen, aus dem Jahre 2011 wurden

2 Einleitung

2009 in Deutschland pro 1000 Einwohner 114 CT-Untersuchungen durchgeführt, davon 68 im ambulanten und 46 im stationären Bereich. Annäherungsweise 6 % der deutschen Bevölkerung erhielten 2009 mindestens eine CT-Untersuchung[21]. Die Zahl der im Einsatz befindlichen CT-Geräte in Deutschland ist laut diesem Report im Zeitraum von 1996 bis 2009 von 1344 Geräten auf über 2500 Geräte gestiegen.

2.3.2 Strahlenexposition

Ein Nachteil der MDCT ist die relativ hohe Strahlenexposition. Eine CT-Untersuchung des Thorax geht nach aktueller Datenlage mit einer effektiven Strahlendosis zwischen 5,8 und 8 mSv, ein CT des Abdomen mit 5,3-10 mSv und eine simultane CT-Untersuchung von Thorax, Abdomen und Becken mit durchschnittlich 10 mSv einher[22, 23]. CT-Untersuchungen machten im Jahr 2006 lediglich 7 % aller durchgeführten Untersuchungen mit Röntgenstrahlen aus, trugen aber 60 % zur kollektiven Strahlenbelastung der deutschen Bevölkerung durch Röntgenstrahlen bei[24]. Obwohl ein vermehrtes Auftreten maligner Erkrankungen aufgrund erhöhter medizinischer Röntgenstrahlenexposition nicht ausreichend statistisch belegbar ist[25], so ist doch das anzunehmende Risiko nicht zu vernachlässigen und muss bei Indikationsstellungen zu einer CT-Untersuchung berücksichtigt werden. Eine Studie von A. Berrington de González aus dem Jahr 2009 errechnete, dass allein die 2007 durch CT-Untersuchungen bedingte Strahlenbelastung in der

2 Einleitung

Bevölkerung der Vereinigten Staaten von Amerika für annäherungsweise 29.000 zukünftige Krebserkrankungen verantwortlich sein dürften[18].

2.3.3 Kontrastmittelgabe als Risiko

Ein weiterer Risikofaktor bei computertomographischen Untersuchungen ist die Gabe von Kontrastmitteln. Vor allem bei Untersuchungen des Abdomens und Beckens gehört die intravenöse Kontrastmittelgabe zum Standardprotokoll aller Untersuchungen. In den meisten Krankenhäusern in Deutschland, so wie auch in der vorliegenden Studie, werden zur intravenösen Kontrastierung nichtionische, jodhaltige Kontrastmittel verwendet, auch low-osmolarity iodinated contrast material genannt (LOCM). Zwar zeichnet sich diese Art von intravenösen Kontrastmitteln durch eine allgemein gute Verträglichkeit aus, dennoch sind eine Reihe möglicher unerwünschter Wirkungen bekannt, welche nach aktueller Studienlage bei ca. 1-3 % aller Untersuchungen auftreten[26].

Hierzu gehören vor allem allergoide Reaktionen, welche von Hautrötungen über Urtikaria bis hin zu potenziell lebensbedrohlichen Reaktionen wie Bronchospasmus, Hypotonie und anaphylaktischen Schock reichen können. Schwere unerwünschte Reaktionen auf nichtionische jodhaltige Kontrastmittel, wie Bronchospasmus, kardiale Arrhythmien, laryngeales Ödem und Quincke-Ödem, treten bei 0,02 % bis 0,04 % der Patienten auf[2, 3].

2 Einleitung

Ein weiteres Risiko einer intravenösen Kontrastmittelgabe, welches somit bei der Indikationsstellung für eine MDCT zu berücksichtigen ist, stellt die potenzielle Nephrotoxizität von jodhaltigen Kontrastmitteln dar. Eine Studie von M. S. Davenport aus dem Jahr 2013 wies nach, dass für Patienten mit einer glomerulären Filtrationsrate (GFR) unter $30\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ eine intravenöse Kontrastmittelgabe von LOCM ein signifikanter nephrotoxischer Risikofaktor ist. Für Patienten mit einer GFR zwischen 30 und $44\text{ml}/\text{min}/1,73\text{m}^2$ zeigte sich noch ein Trend zur Nephrotoxizität ohne statistische Signifikanz, während für Patienten mit einer GFR von mindestens $45\text{ml}/\text{min}/1,73\text{m}^2$ kein nephrotoxisches Risiko durch eine intravenöse Gabe von LOCM nachweisbar war[27].

2.3.4 Weitere Risiken bei der Durchführung einer Computertomographie

Abgesehen von der nicht unerheblichen Strahlenbelastung durch einen CT-Scan und den möglichen unerwünschten Wirkungen von intravenösem Kontrastmittel stellt gerade für intensivpflichtige Patienten der Transport von der Intensivstation zur radiologischen Abteilung, das Umlagern vom Patientenbett auf den Untersuchungstisch und wieder zurück sowie der Rücktransport auf die Intensivstation eine Belastung dar.

Für stark immunsupprimierte Patienten stellt, auch bei möglichst kurzen Wartezeiten in den radiologischen Abteilungen und Isolationsmaßnahmen, der Gang zu einer CT-Untersuchung ein zusätzliches Infektionsrisiko dar.

2.3.5 MDCT zur Diagnostik von unklaren Infektkonstellationen

Unklare Infektkonstellationen stellen, wie oben geschildert, ein häufig auftretendes klinisches und diagnostisches Problem dar und die möglichen zu Grunde liegenden Erkrankungen können eine potentiell vitale Gefährdung für die betroffenen Patienten darstellen. Angesichts dessen ist eine effektive und schnelle Diagnostik von großer Bedeutung. In manchen Fällen lässt sich aufgrund der Vorgeschichte und klinischen Präsentation der Patienten ein Verdacht über die Lokalisation des Infektfokus anstellen, in einem nicht geringen Teil bleibt dieser allerdings auch obskur.

Bei der Diagnostik von unklaren Infektkonstellationen spielen neben der klinischen Untersuchung und der Labordiagnostik die bildgebenden Verfahren eine wichtige Rolle. Hier stehen im klinischen Alltag häufig das konventionelle Röntgen, die Sonographie, die Computertomographie und zunehmend auch die Magnetresonanztomographie (MRT) zur Verfügung.

Im Bereich des Thorax spielt die konventionelle Röntgenaufnahme als erstes bildgebendes Verfahren noch immer eine große Rolle. Kann anhand der konventionellen Röntgenaufnahme ein Infektfokus nicht ausgeschlossen werden, aber auch kein klarer Infektfokus identifiziert werden, so wird als nächstes bildgebendes Verfahren der Wahl eine CT durchgeführt. Bei immunsupprimierten Patienten mit dem Verdacht auf eine atypische Pneumonie wird allerdings auch bisweilen auf eine vorangehende

2 Einleitung

konventionelle Übersichtsaufnahme verzichtet und direkt eine HRCT durchgeführt[27].

In der Diagnostik des Abdomen und Beckens spielt hingegen die konventionelle Röntgenaufnahme eine untergeordnete Rolle und wird lediglich bei spezifischen Fragestellungen wie dem Verdacht auf ein Passagehindernis, einen Ileus oder freie abdominelle Luft angefertigt. Als bildgebendes Verfahren der ersten Wahl wird, auch bei der Frage nach einem möglichen Infektfokus zumeist initial eine Sonographie durchgeführt. Sollte in der Sonographie kein eindeutiger Infektfokus identifiziert werden können, so kommt ein CT in Betracht[28]. Je nach Klinik, Kooperationsfähigkeit und Alter des Patienten wird hier gelegentlich auch, vor allem zur Einsparung von Strahlenbelastung, die Kernspintomographie favorisiert. Im klinischen Alltag ist jedoch in vielen Fällen, gerade bei schwer kranken Patienten schon aufgrund der mangelnden Kooperationsfähigkeit und aufgrund des deutlich größeren Zeitaufwandes, der geringeren Verfügbarkeit sowie der höheren Kosten einer Kernspintomographie gegenüber einer Computertomographie, die Computertomographie die Methode der Wahl zur Diagnostik eines unklaren Infektfokus.

2.4 Bisherige Datenlage

Es gibt bisher keine ausreichende Datenlage bezüglich der klinischen Wertigkeit der Computertomographie zur Diagnostik unklarer Infektfoki. Einzelne Studien beschäftigten sich bereits mit diesem Thema, jedoch meistens auf intensivpflichtige Patienten bezogen. J. Barkhausen untersuchte 1999 63 intensivpflichtige Patienten mit Sepsis unklarer Ursache und beobachtete, dass bei 19 % der Patienten die durchgeführte Computertomographie einen direkten Einfluss auf die weitere Therapie hatte [29]. G.C. Velhams untersuchte 1999 85 intensivpflichtige Traumapatienten mit unklarem abdominellen Infektfokus [30]. Velhams beobachtete sogar eine therapeutische Relevanz der CT in 69 % der Fälle. L.K. Avenjärvi untersuchte 2008 64 intensivpflichtige Patienten [31] und wies für 61 % der Patienten eine therapeutische Relevanz der CT nach.

Immunsupprimierte Patienten stellen eine weitere Herausforderung für die Diagnostik unklarer Infektionskonstellationen dar. Zwar sind respiratorische Infekte hier die häufigste Lokalisation eines Entzündungsfokus, aufgrund der oft atypischen Symptomatik und erhöhten generellen Vulnerabilität für Infekte [32] wird im klinischen Alltag nicht selten ein CT des Abdomen zusätzlich zu einem Thorax-CT oder HRCT ergänzend durchgeführt um mögliche abdominelle Foki zu identifizieren. Hier gibt es keine befriedigende Datenlage zu der Frage, wie oft ein thorakaler oder abdomineller Infektfokus identifiziert werden kann und wenn ja, inwiefern der betroffene Patient von dieser Erkenntnis profitiert.

2 Einleitung

Das Problem der unklaren Infektkonstellation stellt allerdings auch bei nicht intensivpflichtigen Patienten eine ernst zu nehmende Bedrohung dar, weswegen auch bei nicht intensivpflichtigen Patienten häufig im Falle einer unklaren Infektkonstellation ein CT-Scan zur Identifikation eines Infektfokus durchgeführt wird. Auch hier gibt es bisher eine unzureichende Datenlage bezüglich der klinischen Wertigkeit des CT-Scans.

2.5 Ziel der Studie

In Anbetracht des häufig auftretenden Problems einer unklaren Infektkonstellation, der großen Anzahl der aufgrund dessen durchgeführten Computertomographien zur Infektfokussuche und den damit verbundenen Risiken ist es wichtig herauszufinden, wie oft bei einem möglichst breit gefächerten Patientenkollektiv aufgrund eines CT-Scans des Thorax und/oder Abdomen ein bis zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht bekannter oder gesicherter Infektfokus identifiziert werden kann und welche Auswirkungen das Ergebnis der Untersuchung auf die weitere Therapie der Patienten hat.

Auch im Hinblick auf Subgruppen wie intensivpflichtige Patienten, kürzlich operierte Patienten und immunsupprimierte Patienten sollte evaluiert werden, ob bei bestimmten Subgruppen ein CT-Scan zur Infektfokussuche häufiger zur Identifikation eines Infektfokus führt und wenn ja, ob es Unterschiede zwischen diesen Subgruppen bezüglich der therapeutischen Relevanz der aus der CT-Untersuchung gewonnen Erkenntnisse gibt.

Eine Annäherung an eine Antwort auf diese Fragen zu schaffen ist Ziel der vorliegenden Arbeit.

Außerdem soll evaluiert werden ob die therapeutische Relevanz einer CT-Untersuchung die Risiken, welche mit der Untersuchung potenziell verbunden sind, rechtfertigt.

3 Material und Methoden

3.1 Identifikation des Patientenkollektivs

Es wurden retrospektiv 525 konsekutive Patienten, welche in einem Zeitraum von 12 Monaten aufgrund einer unklaren Infektkonstellation mittels Mehrzeilendetektor Computertomographie (MDCT) des Thorax und des Abdomen/Becken, untersucht worden waren, in die hier vorliegende Studie eingeschlossen. Als unklare Infektkonstellation wurde eine Erhöhung der Leukozyten auf über 10000/ μ l, des C-reaktiven Proteins auf über 5mg/l, Fieber, SIRS, Bakteriämie oder Sepsis ohne bekannten, ursächlichen Infektfokus definiert.

Diese Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchung ambulant (n=13), stationär (n=306) oder intensivmedizinisch (n=206) im Universitätsklinikum Regensburg in Behandlung.

Zur Identifikation der Patienten wurden alle MDCT-Untersuchungen des Institutes für Röntgendiagnostik der Uniklinik Regensburg über einen Zeitraum von 12 Monaten mittels einer Volltext-Datenbank-Abfrage des radiologischen Informationssystem (RIS; Nexus.medRIS, Version 8.42, Nexus, Villingen-Schwenningen, Deutschland) identifiziert und manuell überprüft. Hierzu wurde zunächst im Volltext der Datenbank nach dem Textfragment „fokus“ gesucht. Für den gewählten Zeitraum 01.01.2010 bis 31.12.2010 wurden auf diese Weise 638 Ergebnisse gefunden. Anschließend wurden diese 638 Ergebnisse

3 Material und Methoden

manuell überprüft und falsch positive Abfrageergebnisse wurden eliminiert.

Demzufolge wurden 525 Patienten in die Studie eingeschlossen.

Diagramm 3.1.1:

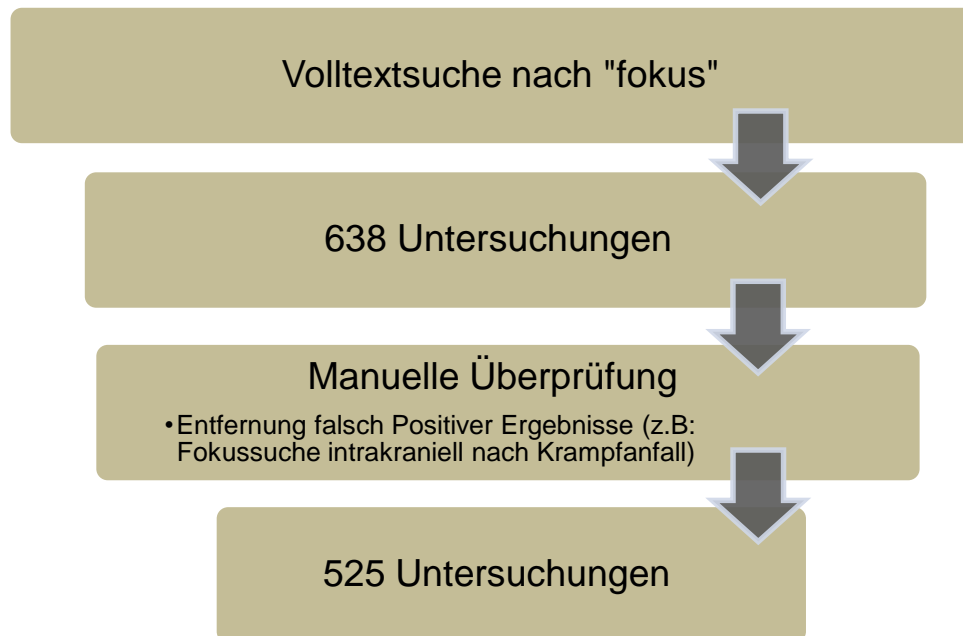


Diagramm 3.1.1: Identifikation des Patientenkollektivs.

3 Material und Methoden

3.2 Untersuchungsmethode

Alle in die Studie eingeschlossenen Patienten wurden mit einer MDCT des Thorax (n=96), des Abdomen/Becken (n=101), oder simultan des Thorax und Abdomen/Becken (n=328) aufgrund einer klinisch bisher ungeklärten Infektkonstellation untersucht.

Die MDCT wurde entweder an einem 16-Zeilen-MDCT (SOMATOM Sensation 16, Siemens, Erlangen, Deutschland) oder an einem 128-Zeilen-MDCT (SOMATOM Definition Flash, Erlangen, Deutschland) durchgeführt. Falls indiziert erfolgte die intravenöse Applikation von 70-130 ml jodhaltigem Kontrastmittel (Ultravist 370, Bayer Vital, Leverkusen, Deutschland) mit einer Flussrate von 4-5ml/sec.

Bei Untersuchungen des Abdomen/Becken wurde zusätzlich eine orale und/oder rektale Kontrastmittelapplikation mit 20ml Telebrix 35 in der Verdünnung 1:50 oral und 20ml Telebrix 35 in der Verdünnung 1:25 rektal herbeigeführt.

3 Material und Methoden

Tabelle 3.2.1:

	SOMATOM Definition Flash		SOMATOM 16	
	Thorax	Abd./Becken	Thorax	Abd./Becken
Röhrenspannung (kV)	120	120	120	120
eff. Röhrenstrom (mAs)	110	210	100	170
Pitchfaktor (mm)	0,6	0,6	1,25	1,00
Kollimation (mm)	0,6	0,6	0,75	1,50
Kontrastierung	arteriell	portal-venös	arteriell	portal-venös
Rekonstruktionen				
Schichtführung	axial, koronar	axial, koronar	axial, koronar	axial, koronar
Schichtdicke (mm)	3,00	3,00	3,00	3,00
Kernel	B31f, B60f	B31f	B31f, B60f	B31f

Tabelle 3.2.1: Parameter der MDCT für die beiden benutzten Geräte

3 Material und Methoden

3.3 Auswertung

Die Auswertung erfolgte an einem PACS-System (Picture Archiving and Communication, Syngo Imaging, VB36A, Siemens, Erlangen, Deutschland) an zwei hochauflösenden Befundungsmonitoren (Radioforce RX220, EIZO Europe, Mönchengladbach, Deutschland) durch einen Weiterbildungsassistenten gemeinsam mit einem Facharzt für Radiologie.

3 Material und Methoden

3.4 Datengewinnung

Alle im Rahmen der Studie erhobenen Daten wurden unter Verwendung der Software Microsoft® Office Excel 2007/2010 und Microsoft® Office Word 2007/2010 (Microsoft, Redmond, Washington, USA) erfasst. Die Befunde aller in die Studie eingeschlossenen Patienten wurden manuell ausgewertet. Hierbei wurden Daten bezüglich Alter und Geschlecht der Patienten sowie klinische Angaben zu den Patienten aus der digitalen Untersuchungsanforderung erhoben. Des Weiteren wurde den Röntgenbefunden entnommen, ob bei den jeweiligen Patienten ein für das Krankheitsbild kausaler Infektfokus gefunden wurde oder nicht. Bei positivem Befund wurde außerdem differenziert, ob die mittels MDCT gestellte Diagnose mit der jeweiligen in der Anforderung geäußerten klinischen bzw. laborchemischen Verdachtsdiagnose übereinstimmte oder nicht. Anschließend wurden im KIS (Krankenhausinformationssystem) SAP (SAP, Walldorf, Deutschland) für jeden Patienten Daten bezüglich Zuweiser, Abteilung, Vorerkrankungen, weiterer Therapie nach der MDCT und Mortalität erhoben. Bei den zuweisenden Abteilungen wurde zwischen Normalstationen (n=162 Innere Medizin und n=144 Chirurgie), Intensivstationen (n=140 Innere Medizin und n=66 Chirurgie) und Notaufnahmen der Abteilungen für Innere Medizin und Chirurgie (n=8 und n=5) unterschieden. Daten zu Vorerkrankungen und Therapieverlauf der einzelnen Patienten wurden Arztbriefen innerhalb der Datenbank entnommen. Es wurde differenziert, ob bei Patienten eine Veränderung der Therapie im Anschluss an die MDCT vorgenommen wurde und welcher Art diese Therapieveränderung war und ob

3 Material und Methoden

sie kausal auf das Ergebnis der MDCT zurückzuführen war. Todesfälle flossen unabhängig von der mittels MDCT gestellten Diagnose in die Studie ein, falls der Patient noch innerhalb des Zeitraumes des Krankenhausaufenthaltes verstarb, in welchem die MDCT stattfand.

3.5 Statistische Methoden

Für die Durchführung der statistischen Tests wurde das Programm SPSS in der Version PASW 18.0 (IBM SPSS, Armonk, New York, USA) verwendet.

Für die statistische Auswertung wurden der Pearson-Chi-Quadrat-Test und der t-Test eingesetzt. Die Nullhypothese wurde bei einem p-Wert $< 0,05$ signifikant und bei einem p-Wert $< 0,01$ hochsignifikant verworfen.

4 Ergebnisse

4 Ergebnisse

4.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Patientenkollektiv (n=525) setzte sich zusammen aus 199 weiblichen Patientinnen (38 %) und 326 männlichen Patienten (62 %). Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 59 Jahre bei einem Median von 61 Jahren und einer Altersspanne von 1 Jahr bis 99 Jahren. Das Durchschnittsalter der untersuchten Frauen betrug 60 Jahre, das der Männer 58 Jahre.

Diagramm 4.1:

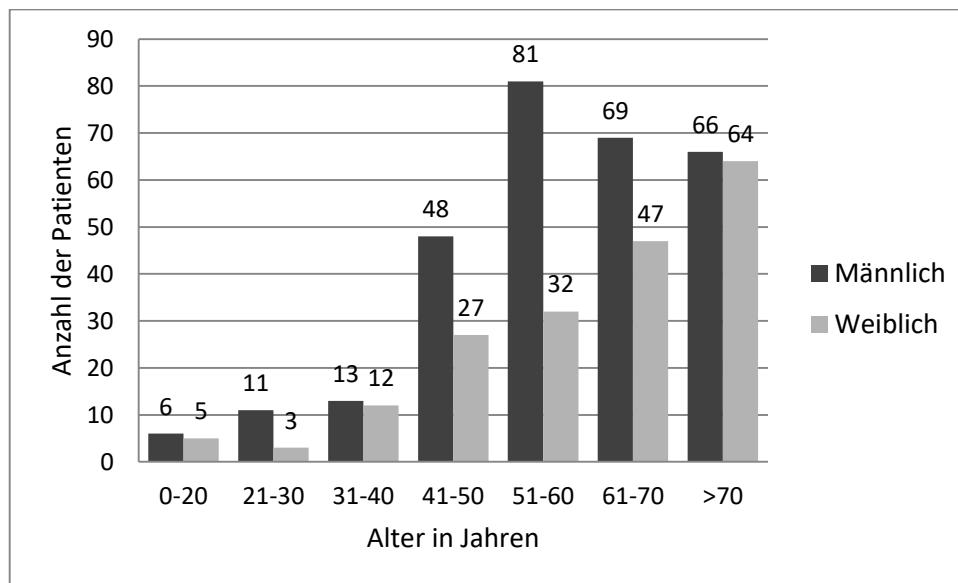


Diagramm 4.1: Altersverteilung der Patienten

4 Ergebnisse

4.2 Verteilung nach zuweisenden Abteilungen

Von den insgesamt 525 untersuchten Patienten wurden 310 Patienten (59 %) von der Abteilung für Innere Medizin zugewiesen, davon 162 (52 %) Patienten von internistischen Normalstationen, 140 (45 %) von internistischen Intensivstationen und 8 (3 %) von der internistischen Notaufnahme. 215 (41 %) der Patienten wurden von der Abteilung für Chirurgie zugewiesen, hiervon 144 (67 %) von chirurgischen Normalstationen, 66 (31 %) von chirurgischen Intensivstationen und 5 (2 %) von der chirurgischen Notaufnahme.

Diagramm 4.2:

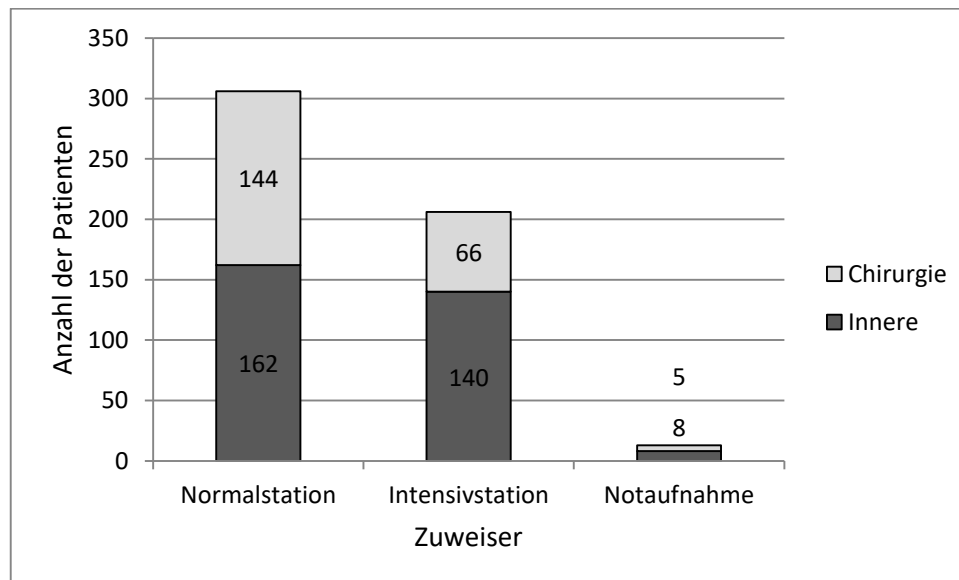


Diagramm 4.2: Verteilung der Patienten nach Zuweiser

4 Ergebnisse

4.3 Charakteristika des Patientenkollektivs

Bei 269 Patienten (51 %) lagen vorbekannte kardiovaskuläre Begleiterkrankungen vor. Häufige kardiovaskuläre Vorerkrankungen waren arterielle Hypertonie bei 221 Patienten (42 %), koronare Herzkrankheit (KHK) bei 84 Patienten (16 %) und periphere arterielle Verschlusskrankheit (PAVK) bei 33 Patienten (6 %).

Weitere 207 Patienten (39 %) litten an Stoffwechselerkrankungen, wobei die häufigsten dieser Vorerkrankungen Diabetes Mellitus bei 109 Patienten (21 %), chronische Niereninsuffizienz bei 74 Patienten (14 %) und Hypercholesterinämie bei 56 Patienten (11 %) waren.

Bei 211 Patienten (40 %) lag eine maligne Vorerkrankung vor. Hierbei waren Neoplasien des Gastrointestinaltraktes in 54 Fällen (10 %), Leukämien bei 39 Patienten (7 %) und Lymphome bei 31 Patienten (6 %) die häufigsten Diagnosen.

Insgesamt 99 Patienten (19 %) waren zum Zeitpunkt der Untersuchung immunsupprimiert. Ursache hierfür waren einerseits in der Grunderkrankung begründet (z.B. Leukämien bei 39 Patienten [7 %] und Lymphome bei 31 Patienten [6 %]), andererseits Folgen der Therapie (z.B. durch immunsuppressive Therapien nach Lebertransplantationen bei 27 Patienten [5 %] und nach allogenen Knochenmarktransplantationen bei 23 Patienten [4 %]). Von den 99 immunsupprimierten Patienten befanden sich zum Zeitpunkt der MDCT 82 Patienten (83 % aller immunsupprimierten Patienten) auf Normalstationen, 16 Patienten (16 %) wurden von Intensivstationen

4 Ergebnisse

zugewiesen und 1 Patient (1 %) wurde direkt aus der internistischen Notaufnahme zugewiesen.

59 Patienten (11 %) litten an pulmonalen Vorerkrankungen, wobei hier die chronisch-obstruktive Atemwegserkrankung (COPD) in 42 Fällen (8 %) die häufigste Erkrankung darstellte.

142 der untersuchten Patienten (27 %) hatten sich innerhalb der letzten 14 Tage vor dem Untersuchungszeitpunkt einem abdominellem, thorakalem oder herzchirurgischem operativen Eingriff unterzogen. Bei 60 Patienten (11 %) lag chronischer Nikotinabusus und bei 49 Patienten (9 %) chronischer Alkoholabusus vor.

4 Ergebnisse

Diagramm 4.3.1:

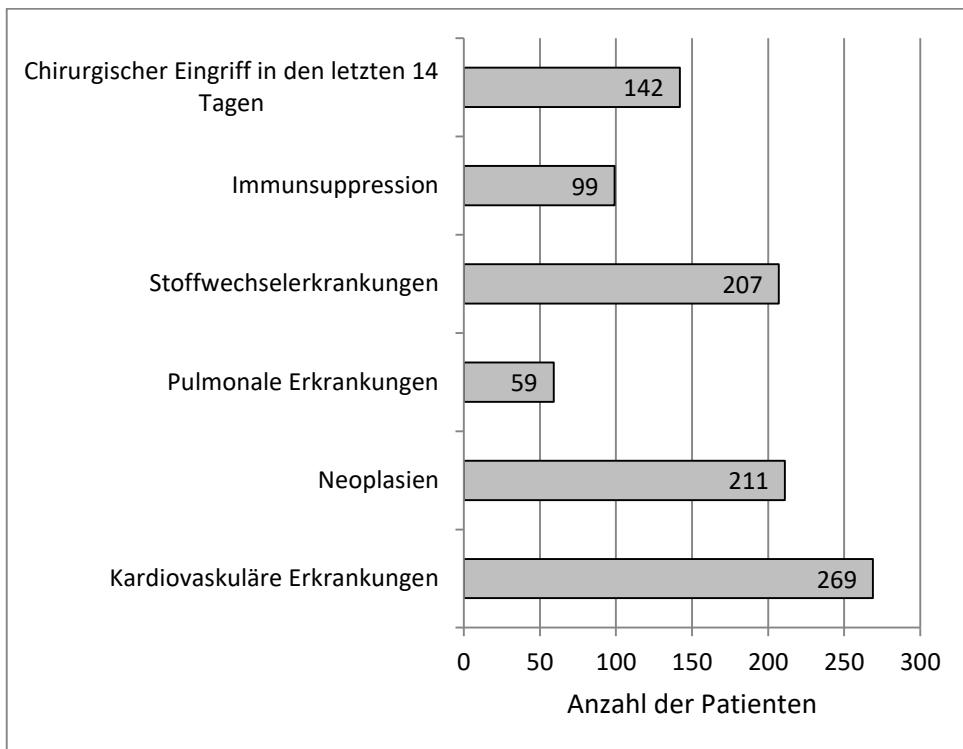


Diagramm 4.3.1: Vorerkrankungen und prädiagnostische chirurgische Eingriffe

4 Ergebnisse

Tabelle 4.3.1:

Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen insgesamt:	269	51,2 %
Arterielle Hypertonie	221	42,1 %
Koronare Herzerkrankung (KHK)	84	16,0 %
Periphere Arterielle Verschlusskrankheit (PAVK)	33	6,3 %
Baucharterienaneurysma	21	4,0 %
Pulmonalarterielle Hypertonie	13	2,5 %
Zustand nach Herzklappenersatz	8	1,5 %
Patienten mit vorbekannten Neoplasien insgesamt:	211	40,2 %
Neoplasien des Gastrointestinaltraktes	54	10,3 %
Leukämien	39	7,4 %
Lymphome	31	5,9 %
Neoplasien der Leber und der Gallenwege	17	3,2 %
Gynäkologische Neoplasien	17	3,2 %
Neoplasien des Bereiches Hals, Nase und Ohren	14	2,7 %
Patienten mit metabolischen Vorerkrankungen insgesamt:	207	39,4 %
Diabetes Mellitus	109	20,8 %
Chronische Niereninsuffizienz	74	14,1 %
Hypercholesterinämie	56	10,7 %
Leberversagen und Leberzirrhose	33	6,3 %
Patienten mit pulmonalen Vorerkrankungen insgesamt:	59	11,2 %
Chronisch Obstruktive Pulmonalerkrankung (COPD)	42	8,0 %
Bronchialkarzinom	7	1,3 %
Rezidivierende Pneumonien	7	1,3 %
Asthma Bronchiale	5	1,0 %

Tabelle 4.3.1: Vorerkrankungen

4 Ergebnisse

4.4 Durchführung der MDCT

4.4.1 Untersuchte Organregionen

Von den insgesamt 525 durchgeführten MDCT waren 96 Untersuchungen des Thorax (18 %), 100 CT des Abdomen/Becken (19 %) und 329 CT des Thorax und Abdomen/Becken im selben Untersuchungsgang (63 %).

4.4.2. Kontrastmittelapplikation

Bei 446 Patienten (85 % aller Untersuchungen) erfolgte eine intravenöse Kontrastmittelgabe. Somit wurden 320 MDCT des Thorax und Abdomen/Becken (97 % aller MDCT des Thorax und Abdomen/Becken), 95 MDCT des Abdomen/Becken (95 %) und 31 MDCT des Thorax (32 %) mit intravenöser Kontrastmittelapplikation durchgeführt. Von den 79 nativ durchgeführten MDCT handelte es sich in 65 Fällen um Untersuchungen des Thorax (82 %), neun des Thorax und Abdomen/Becken gemeinsam (11 %) und fünf MDCT des Abdomen/Becken allein (6 %). Im Falle der Untersuchung des Abdomen/Becken unter Verzicht auf die intravenöse (i.v.) Kontrastmittelzufuhr wurde in allen Fällen eine orale und rektale Kontrastmittelapplikation herbeigeführt.

4 Ergebnisse

Diagramm 4.4.2.1:

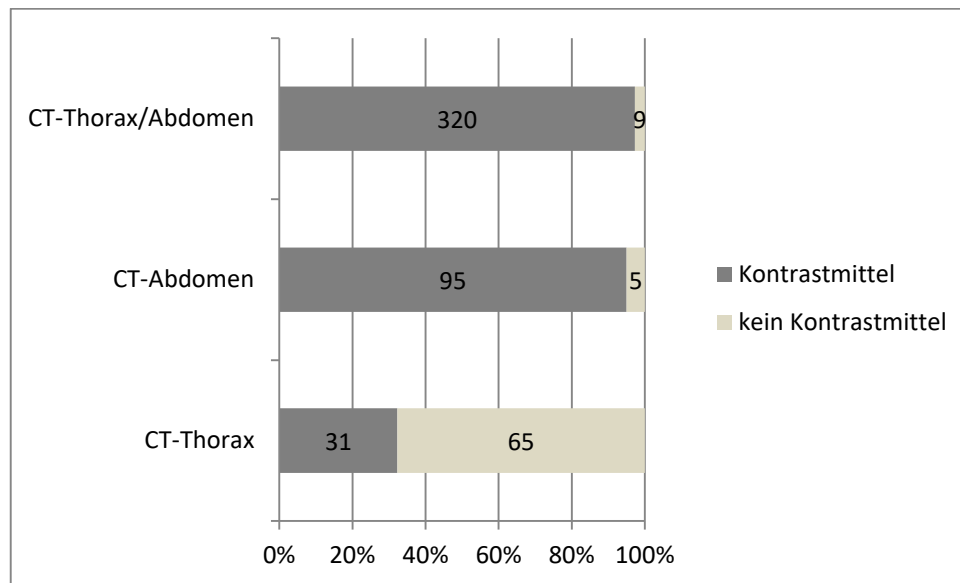


Diagramm 4.4.2.1: Kontrastmittelapplikation nach untersuchter Region

Bei sechs der neun nativ durchgeführten MDCT des Thorax und Abdomen/Becken (89 %) wurde aufgrund von erhöhten Nierenretentionsparametern auf eine i.v.-Kontrastmittelapplikation verzichtet. Bei den fünf nativ durchgeführten MDCT des Abdomen/Becken war in allen fünf Fällen eine Einschränkung der Nierenfunktion ursächlich für den Verzicht auf die intravenöse Kontrastmittelgabe. Bei den 65 nativ durchgeführten MDCT des Thorax (68 % aller MDCT des Thorax) hingegen lagen lediglich bei drei Patienten (5 % der nativen MDCT des Thorax) isoliert erhöhte Nierenwerte vor. Bei acht Patienten (12 % der nativen MDCT des Thorax) lag eine klinisch vorbekannte Niereninsuffizienz ohne aktuell jedoch erhöhte Kreatininwerte vor und bei einem Patienten (2 %) waren sowohl eine chronische Niereninsuffizienz bekannt und zusätzlich der Kreatininwert erhöht.

4 Ergebnisse

Insgesamt lagen bei 50 Patienten (10 % aller Patienten) zum Zeitpunkt der Untersuchung erhöhte Kreatininwerte und bei 74 Patienten (14 %) eine chronische Niereninsuffizienz vor. Bei 35 der 50 Patienten mit erhöhten Nierenwerten (70 %) und 60 der 74 niereninsuffizienten Patienten (81 %) wurde trotz der relativen Kontraindikation interdisziplinär nach Nutzen-Risiko-Kalkulation dazu entschieden, intravenös Kontrastmittel zu applizieren. Bei Verdacht auf eine Kontrastmittelunverträglichkeit wurde eine Prämedikation mit i.v.-Applikation von 8 mg Dimetindenmaleat (Fenistil®), 100mg Ranitidin (Ranitic®) und 250 mg Natrium(prednisolon-21-succinat) (Solu-Decortin®) 30 Minuten vor Untersuchungsbeginn herbeigeführt.

4 Ergebnisse

Diagramm 4.4.2.2

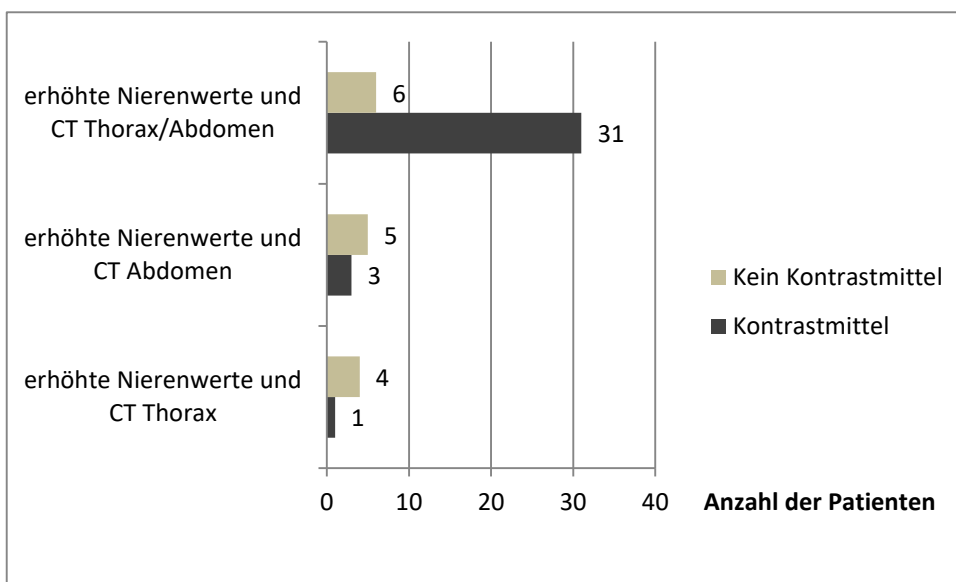
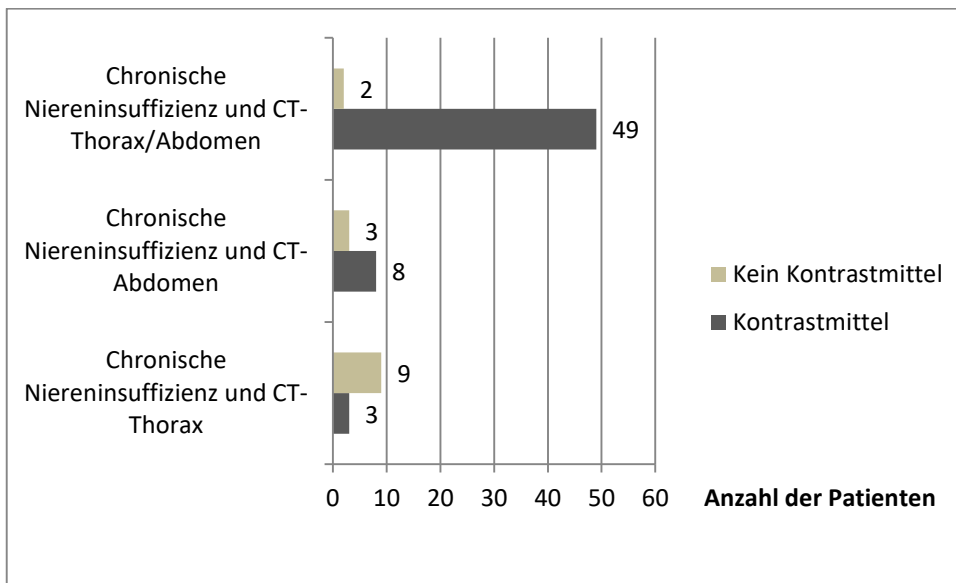


Diagramm 4.4.2.2: Kontrastmittelapplikation in Abhängigkeit von der untersuchten Körperregion und chronischer Niereninsuffizienz bzw. erhöhten Nierenwerten.

4 Ergebnisse

4.5 Ergebnisse der MDCT

Bei 138 Patienten (26,3 %) konnte mittels MDCT die klinische Verdachtsdiagnose bestätigt werden, bei 175 Patienten (33,3 %) wurde mittels MDCT eine neue, klinisch nicht vermutete Diagnose gestellt und bei 212 Patienten (40,4 %) wurde keine ursächliche Diagnose für die unklare Infektkonstellation gefunden.

Die häufigsten Diagnosen (Neudiagnosen und bestätigte Verdachtsdiagnosen zusammengenommen) insgesamt waren Pneumonie (n=207 Fälle), intraabdomineller Abszess (n=31), extraperitonealer Abszess, Phlegmone oder Empyem (n=26), Colitis oder Ileitis (n=25) und Pankreatitis (n=13).

Eine MDCT des Thorax führte bei 26 Patienten (27 % aller MDCT des Thorax) zur Bestätigung der Verdachtsdiagnose, bei 21 Patienten (22 %) zu einer neuen Diagnose und bei 49 Patienten (51 %) konnte weder eine Verdachtsdiagnose bestätigt noch eine neue Diagnose gestellt werden. Im Vergleich dazu führte eine MDCT des Abdomen/Becken bei 19 Patienten (19 % aller MDCT des Abdomen/Becken) zur Bestätigung einer Verdachtsdiagnose, bei 40 Patienten (40 %) zu einer neuen Diagnose und bei 41 Patienten (41 %) zu keiner Diagnose. Eine MDCT des Thorax und Abdomen/Becken führte bei 93 Patienten (28 % aller MDCT des Thorax und Abdomen/Becken) zur Bestätigung der Verdachtsdiagnose, bei 114 Patienten (35 %) zu einer neuen Diagnose und bei 122 Patienten (37 %) zu keiner Diagnose.

4 Ergebnisse

Diagramm 4.5.1:

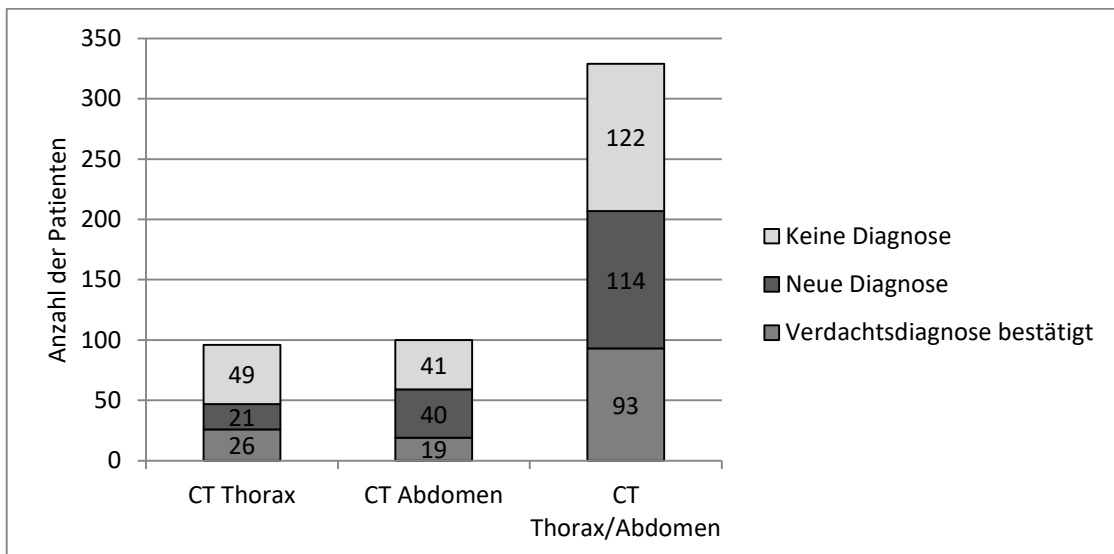


Diagramm 4.5.1: Diagnosen nach untersuchter Region

Die häufigsten neu gestellten Diagnosen waren Pneumonie (n=103 Fälle), intraabdomineller Abszess (n=25), extraabdomineller Abszess, Phlegmone oder Empyem (n=21), Colitis oder Ileitis (n=20) und Ileus oder Darmischämie (n=9).

4 Ergebnisse

Tabelle 4.5.1:

Diagnose	Neue Diagnose		Verdachtsdiagnose bestätigt	
Pneumonie	103	19,6 %	104	19,8 %
Abszess Intraabdominell	25	4,8 %	7	1,3 %
Abszess/Phlegmone/Empyem extraperitoneal	21	4,0 %	5	1,0 %
Colitis/Ileitis	20	3,8 %	5	1,0 %
Pankreatitis/Duodenitis	6	1,1 %	7	1,3 %
Ileus/Darmschämie	9	1,7 %	1	0,3 %
Cholezystitis	5	1,0 %	3	0,6 %
Biliom	7	1,3 %	1	0,2 %
Spondylodiszitis	3	0,6 %	4	0,8 %
Dilatiertes Colon	5	1,0 %	1	0,2 %
Sigmadivertikulitis	5	1,0 %	1	0,2 %
Peritonitis	2	0,4 %	4	0,8 %
Anastomoseninsuffizienz	3	0,6 %	1	0,2 %
Appendizitis	3	0,6 %	0	0,0 %
Hohlorganperforation	3	0,6 %	0	0,0 %
Perikarditis	1	0,2 %	1	0,2 %
Phäochromozytom	1	0,2 %	0	0,0 %
Urinom	0	0,0 %	1	0,2 %
Pyelonephritis	1	0,2 %	0	0,0 %

Tabelle 4.5.1: Diagnosen der MDCT

4.6 Einfluss der MDCT auf die individuelle Therapie

In 169 Fällen (32 % aller untersuchten Patienten insgesamt) führte die durchgeführte MDCT zu einer Umstellung der Therapie der Patienten nach der Untersuchung, welche auf eine mittels der vorangegangenen Bildgebung gestellte Diagnose zurückzuführen war.

Bei 67 Patienten wurde nach der MDCT eine antibiotische Therapie neu angesetzt, bei 41 Patienten wurde nach der bildgebenden Diagnostik die Indikation zu einer operativen Versorgung gestellt. In 37 Fällen wurde unmittelbar nach oder noch während der laufenden Untersuchung ein Infektfokus punktiert oder eine Drainage eingebracht. Bei 31 Patienten wurde

4 Ergebnisse

nach Diagnosestellung die bereits vorhandene antibiotische Therapie erweitert oder umgestellt. Sieben Patienten unterzogen sich nach der MDCT einer Endoskopie (Oesophagogastroduodenoskopie, kurz OEGD, Endoskopisch retrograde Cholangiopankreatikographie, kurz ERCP, oder Koloskopie) und bei sechs Patienten wurde die medikamentöse Behandlung anderweitig umgestellt.

Diagramm 4.6.1:

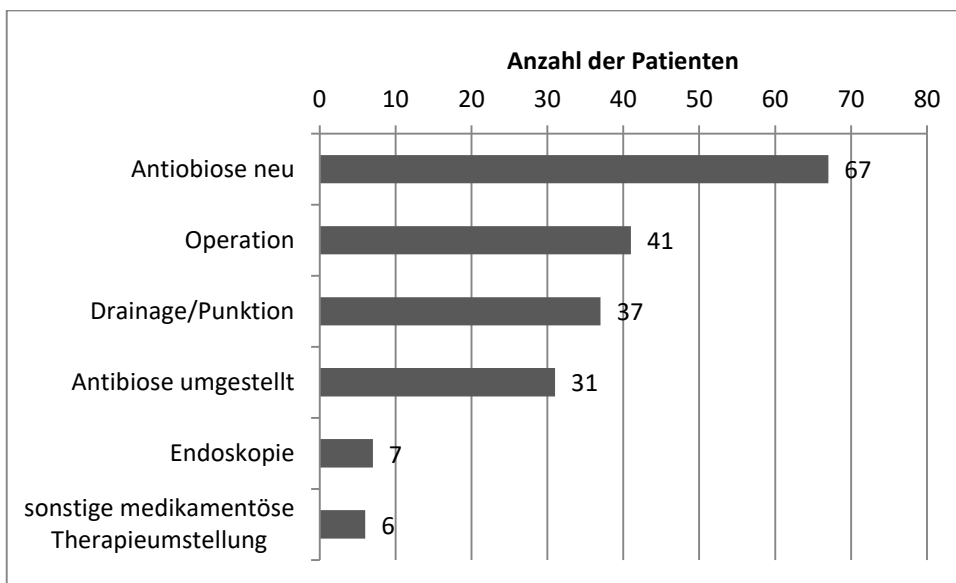


Diagramm 4.6.1: Therapieumstellung nach MDCT insgesamt

4 Ergebnisse

4.6.1 Thorax

Wurde eine MDCT des Thorax durchgeführt, so führte diese Untersuchung bei 30 Patienten (31 % aller MDCT des Thorax) zu einer Therapieumstellung. Hierbei wurde bei 13 Patienten zuvor die Verdachtsdiagnose bestätigt und bei 17 Patienten eine neue Diagnose gestellt. Somit erfolgte bei 50 % der Patienten eine Therapieumstellung, wenn zuvor in einer MDCT Thorax die Verdachtsdiagnose bestätigt wurde und bei 81 % der Patienten eine Therapieumstellung, wenn zuvor in der MDCT des Thorax eine neue Diagnose gestellt wurde.

Tabelle 4.6.1:

MDCT Thorax	Verdachtsdiagnose bestätigt		Neue Diagnose	
Antibiose neu angesetzt	8	61,6 %	10	58,8 %
Antibiose umgestellt	5	38,5 %	6	35,3 %
Drainage/Punktion	0	0,0 %	1	5,9 %
Operation	0	0,0 %	1	5,9 %
Change in Treatment insgesamt	13	50,0 %*	17	81,0 %*

*: Gesamtanteil an allen MDCT des Thorax dieser Diagnosegruppe

Tabelle 4.6.1: Therapieeinfluss der MDCT bei MDCT des Thorax

4 Ergebnisse

4.6.2 Abdomen/Becken

Bei Durchführung einer MDCT des Abdomen/Becken führte die Untersuchung bei 42 Patienten (42 % aller MDCT des Abdomen/Becken) zu einer Therapieumstellung. Dabei war in neun Fällen die Verdachtsdiagnose bestätigt und in 33 Fällen eine neue Diagnose per MDCT des Abdomen/Becken gestellt worden. Daraus ergibt sich, dass bei 60 % der Patienten eine Therapieumstellung erfolgte wenn in der MDCT des Abdomen/Becken die Verdachtsdiagnose bestätigt wurde und bei 83 % der Patienten die Therapie umgestellt wurde, wenn in der MDCT des Abdomen/Becken eine neue Diagnose gestellt wurde.

Tabelle 4.6.2:

MDCT Abdomen/Becken	Verdachtsdiagnose bestätigt		Neue Diagnose	
Drainage/Punktion	3	33,3 %	10	30,3 %
Antibiose neu angesetzt	2	22,2 %	11	33,3 %
Operation	4	44,4 %	14	42,4 %
Antibiose umgestellt	1	11,1 %	1	3,0 %
Endoskopie	0	0,0 %	4	12,1 %
sonstige Medikamentöse Therapieumstellung	0	0,0 %	2	6,1 %
Change in Treatment insgesamt	9	47,4 %*	33	82,5 %*

*: Gesamtanteil an allen MDCT des Abdomen dieser Diagnosegruppe

Tabelle 4.6.2: Therapieeinfluss der MDCT bei MDCT des Abdomen/Becken

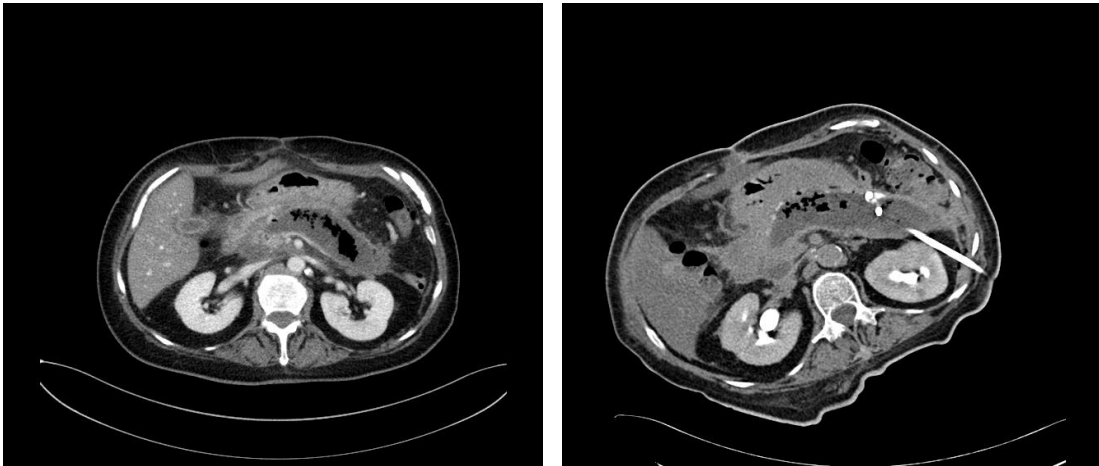


Abbildung 4.6.2: W., 48 Jahre. Oberbauchschmerzen und erhöhte Entzündungsparameter.

Links: Nekrotisierende Pankreatitis.

Rechts: Anlage einer CT-gesteuerten Drainage.

4.6.3. Thorax und Abdomen/Becken

Im Vergleich dazu wurde bei Durchführung einer kombinierten MDCT des Thorax und Abdomen/Becken bei 97 Patienten (30 % aller MDCT des Thorax und Abdomen/Becken) eine Therapieumstellung bewirkt. Dabei war in 18 Fällen die Verdachtsdiagnose bestätigt und in 79 Fällen eine neue Diagnose per MDCT des Thorax und Abdomen/Becken gestellt worden. Daraus ergibt sich, dass bei lediglich 19 % der Patienten eine Therapieumstellung erfolgte wenn in der MDCT des Thorax und Abdomen/Becken die Verdachtsdiagnose bestätigt wurde und bei 69 % der Patienten die Therapie umgestellt wurde, wenn in der MDCT des Thorax und Abdomen/Becken eine neue Diagnose gestellt wurde.

4 Ergebnisse

Tabelle 4.6.3:

MDCT Thorax und Abd./Becken	Verdachtsdiagnose bestätigt		Neue Diagnose	
Drainage/Punktion	7	38,9 %	16	20,3 %
Antibiose neu angesetzt	7	38,9 %	29	36,7 %
Operation	0	0,0 %	22	27,9 %
Antibiose umgestellt	5	27,8 %	13	16,5 %
Endoskopie	0	0,0 %	3	3,8 %
sonstige Medikamentöse Therapieumstellung	0	0,0 %	4	5,1 %
Change in Treatment insgesamt	18	19,4 %*	79	69,3 %*

*:Gesamtanteil an allen simultanen MDCT des Thorax und Abdomen dieser Diagnosegruppe
Tabelle 4.6.3: Therapieeinfluss der MDCT bei simultaner MDCT des Thorax und Abdomen/Becken

Die Ergebnisse des vorangegangenen Kapitels zeigten, dass eine Untersuchung des Thorax alleine oder eine kombinierte Untersuchung des Thorax und Abdomen/Becken signifikant seltener zu einer Anpassung der weiteren Therapie der Patienten führte (31 %), als eine alleinige Untersuchung des Abdomen/Becken (42 %) (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,013$).

4 Ergebnisse

4.7 Ergebnisse der MDCT und Einfluss der MDCT auf die Therapie bei immunsupprimierten Patienten

In der Gruppe der immunsupprimierten Patienten (n=99) wurde bei 27 Patienten (27 % der immunsupprimierten Patienten) die Verdachtsdiagnose bestätigt, bei 31 Patienten (31 %) konnte mindestens eine neue Diagnose gestellt werden und bei 41 Patienten (n=41 %) wurde keine Diagnose gestellt, welche die Infektkonstellation der Patienten hätte erklären können.

Den weitaus größten Teil sowohl der per MDCT bestätigten Verdachtsdiagnosen als auch der neuen Diagnosen machten, wie auch im Gesamtkollektiv, Pneumonien aus (23 von 27 bestätigten Verdachtsdiagnosen und 15 von 31 neuen Diagnosen). Des Weiteren wurden in der Gruppe der immunsupprimierten insgesamt acht intraabdominelle Abszesse diagnostiziert. Davon war n=1 eine bestätigte Verdachtsdiagnose und n=7 neue Diagnosen. Bei n=4 Patienten wurde ein Biliom diagnostiziert, davon bei n=3 Patienten als neue Diagnose. Außerdem wurde dreimal eine Colitis oder Ileitis und zweimal ein extraperitonealer Abszess, eine Phlegmone oder ein Empyem neu diagnostiziert.

4 Ergebnisse

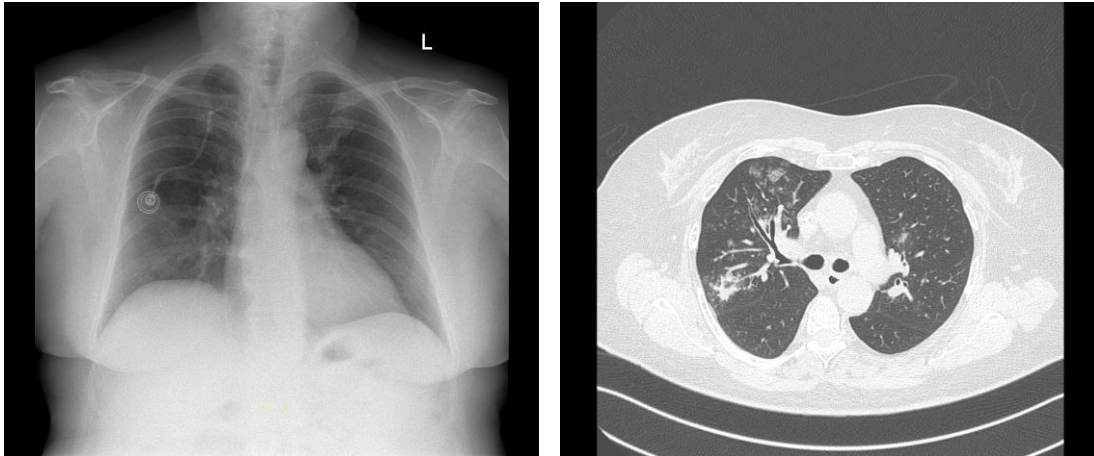


Abbildung 4.7.1: W., 50 Jahre, Multiples Myelom, unklarer Infekt unter Chemotherapie.

Links: Röntgen Thorax p.a. unauffällig

Rechts: Atypische Pneumonie im HRCT

Tabelle 4.7.1:

Diagnosen immun-supprimierter Patienten	Verdachtsdiagnose bestätigt	In %	Neue Diagnose	In %
Pneumonie	23	23,2 %	15	15,2 %
Abszess intraabdominell	1	1,0 %	7	7,1 %
Biliom	1	1,0 %	3	3,0 %
Colitis/Ileitis	0	0,0 %	3	3,0 %
Cholezystitis	2	2,0 %	0	0,0 %
Abszess/Phlegmone/ Empyem extraperitoneal	0	0,0 %	2	2,0 %
Appendizitis	0	0,0 %	2	2,0 %
Pankreatitis/Duodenitis	0	0,0 %	1	1,0 %
Ileus/Darmischämie	0	0,0 %	1	1,0 %
Sigmadivertikulitis	0	0,0 %	1	1,0 %
Immunsupprimierte Patienten dieser Diagnosegruppe insgesamt	27	27,3 %*	31	31,3 %*

*: Gesamtanteil an allen immunsupprimierten Patienten

Tabelle 4.7.1: Diagnosen immunsupprimierter Patienten

4 Ergebnisse

Wurde bei immunsupprimierten Patienten mithilfe der MDCT eine Verdachtsdiagnose bestätigt, so folgte darauf in n=15 Fällen eine Therapieumstellung (56 % aller immunsupprimierten Patienten mit einer bestätigten Diagnose). In einem Fall wurde eine Operation notwendig, bei n=2 Patienten wurde ein Verhalt perkutan mittels Drainage versorgt, bei n=5 Patienten wurde eine bereits vorhandene Therapie mit Antibiotika nach der MDCT umgestellt und bei n=7 Patienten wurde eine Therapie mit Antibiotika neu angesetzt.

Wurde hingegen bei immunsupprimierten Patienten nach der MDCT eine neue Diagnose festgestellt, so erfolgte in n=24 Fällen eine Therapieumstellung (77 % aller immunsupprimierten Patienten mit einer neuen Diagnose). Hierunter waren n=7 Operationen, n=6 perkutane Abszessdrainagen, n=4 Umstellungen einer bereits begonnenen Therapie mit Antibiotika, n=6 neu begonnene antibiotische Therapien, n=1 Endoskopie und n=2 sonstige medikamentöse Therapieumstellungen (Prokinetika bei Diagnose eines paralytischen Ileus).

4 Ergebnisse

Diagramm 4.7.1:

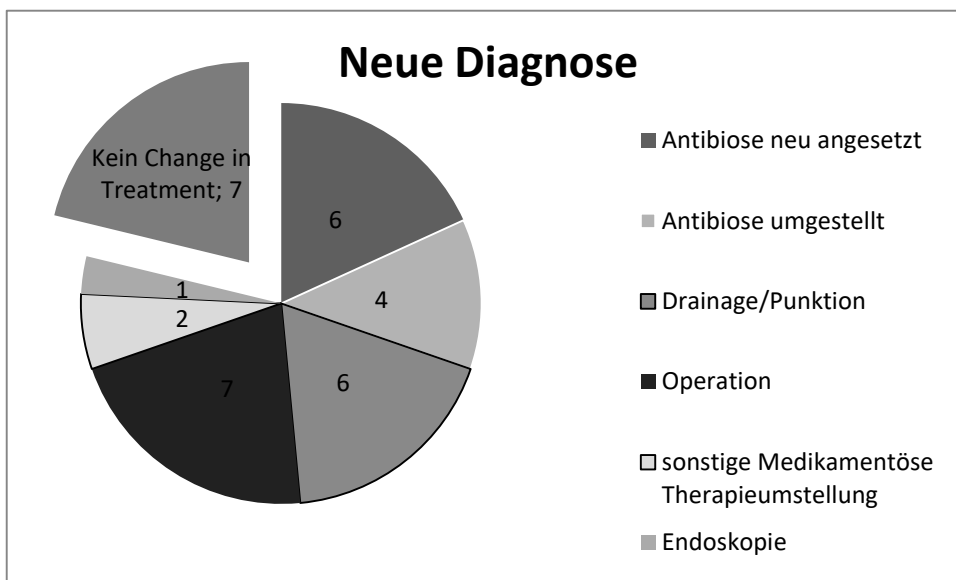
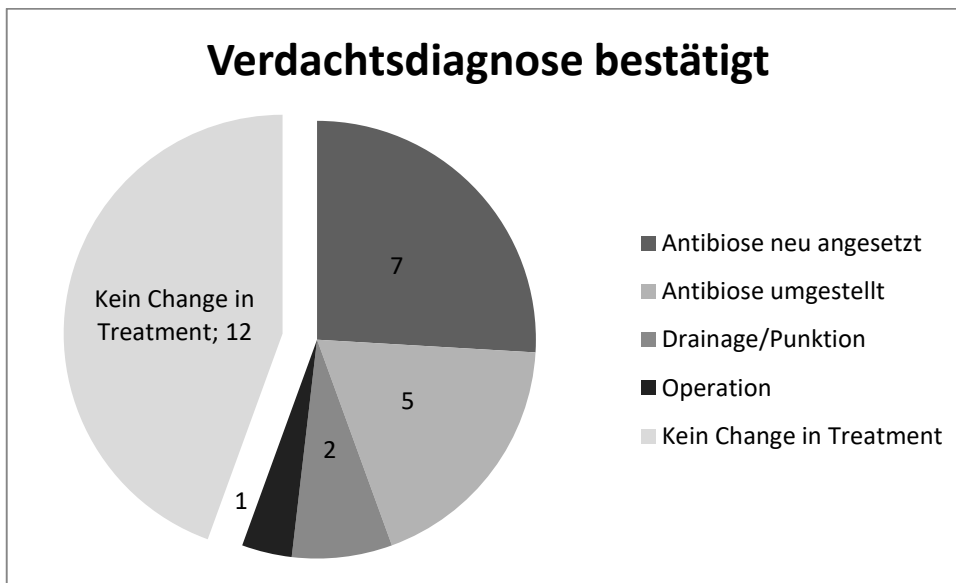


Diagramm 4.7.1: Einfluss der MDCT auf die Therapie immunsupprimierter Patienten

Insgesamt zeigte sich, dass bei immunsupprimierten Patienten häufiger die Therapie aufgrund der Ergebnisse der MDCT umgestellt wurde (39 %) als bei Patienten ohne Immunsuppression (31 %) (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,089$).

4 Ergebnisse

4.8 Ergebnisse der MDCT und Einfluss der MDCT auf die weitere Therapie bei Patienten mit vorangegangener Operation innerhalb der letzten zwei Wochen

142 Patienten (27,1 % aller Patienten) hatten sich innerhalb der letzten zwei Wochen vor der MDCT einem abdominalen, thorakalen oder herzchirurgischen operativen Eingriff unterzogen. In dieser Patientengruppe wurde bei 32 Patienten (22,5 % aller voroperierten Patienten) eine Verdachtsdiagnose bestätigt, bei 60 Patienten (42,3 %) wurde eine neue Diagnose gestellt und bei 50 Patienten (35,2 %) konnte keine, der Infektkonstellation ursächliche, Diagnose gestellt.

Häufigste Diagnose war wiederum Pneumonie mit n=18 bestätigten Verdachtsdiagnosen (56 % aller Patienten in dieser Diagnosegruppe) und n=27 Neudiagnosen (45 %). Sowohl extraperitoneale Abszesse, Empyeme und Phlegmone (n=5 [16 %] bestätigte Verdachtsdiagnosen und n=12 [20 %] neue Diagnosen) als auch intraabdominelle Abszesse (n=4 [13 %] bestätigte Verdachtsdiagnosen und n=11 [18 %] neue Diagnosen) nahmen einen deutlich größeren Anteil der gestellten Diagnosen in Anspruch als bei immunsupprimierten Patienten.

4 Ergebnisse

Tabelle 4.8.1:

Diagnosen post-Op untersuchter Patienten	Verdachtsdiagnose bestätigt		Neue Diagnose	
Pneumonie	18	56,3 %	27	45,0 %
Abszess/Phlegmone/Empyem extraperitoneal	5	15,6 %	12	20,0 %
Abszess intraabdominell	4	12,5 %	11	18,3 %
Colitis/Iliitis	0	0,0 %	6	10,0 %
Pankreatitis/Duodenitis	4	12,5 %	0	0,0 %
Peritonitis	2	6,3 %	2	3,3 %
Biliom	0	0,0 %	4	6,7 %
Ileus/Darmschämie	1	3,1 %	2	3,3 %
Cholezystitis	1	3,1 %	2	3,3 %
Anostomoseninsuffizienz	1	3,1 %	2	3,3 %
Spondylodiszitis	2	6,3 %	0	0,0 %
Dilatiertes Colon	1	3,1 %	1	1,7 %
Sigmadivertikulitis	0	0,0 %	2	3,3 %
Voroperierte Patienten dieser Diagnosegruppe insgesamt	32	22,5 %	60	42,3 %

*:Anteil an allen voroperierten Patienten

Tabelle 4.8.1: Diagnosen voroperierter Patienten.

Wurde bei voroperierten Patienten eine Verdachtsdiagnose per MDCT bestätigt so erfolgte in insgesamt n=10 Fällen (31 % dieser Subgruppe) eine Therapieumstellung. In n= 6 Fällen wurde ein Verhalt perkutan drainiert, in n=2 Fällen wurde eine weitere Operation nötig, in n=2 Fällen wurde eine neue Antibiose angesetzt und in einem Fall wurde eine bestehende antibiotische Therapie umgestellt.

Konnte hingegen eine neue Diagnose per MDCT gestellt werden, so erfolgte in n=42 Fällen (70 % der Subgruppe) eine Therapieumstellung. Hierbei wurde bei n=18 Patienten eine neue Antibiose angesetzt, bei n=13 Patienten ein Verhalt perkutan drainiert und in n=8 Fällen musste eine weitere Operation durchgeführt werden.

4 Ergebnisse

Tabelle 4.8.2:

Post-Op untersuchte Patienten	Verdachtsdiagnose bestätigt		Neue Diagnose	
Antibiose neu angesetzt	2	6,3 %	18	30,0 %
Drainage/Punktion	6	18,8 %	13	21,7 %
Operation	2	6,3 %	8	13,3 %
Antibiose umgestellt	1	3,1 %	3	5,0 %
Endoskopie	0	0,0 %	3	5,0 %
sonstige Medikamentöse Therapieumstellung	0	0,0 %	2	3,3 %
Patienten mit Change in Treatment insgesamt	10	31,3 %	42	70,0 %

*: Prozentangaben jeweils Gesamtanteil an allen voroperierten Patienten.

Tabelle 4.8.2: Einfluss der MDCT auf die Therapie voroperierter Patienten

Es zeigte sich, dass bei voroperierten Patienten ebenso wie bei immunsupprimierten Patienten aufgrund des Ergebnisses der MDCT häufiger die Therapie angepasst wurde (36 %) als bei nicht voroperierten Patienten (31 %) (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,289$).

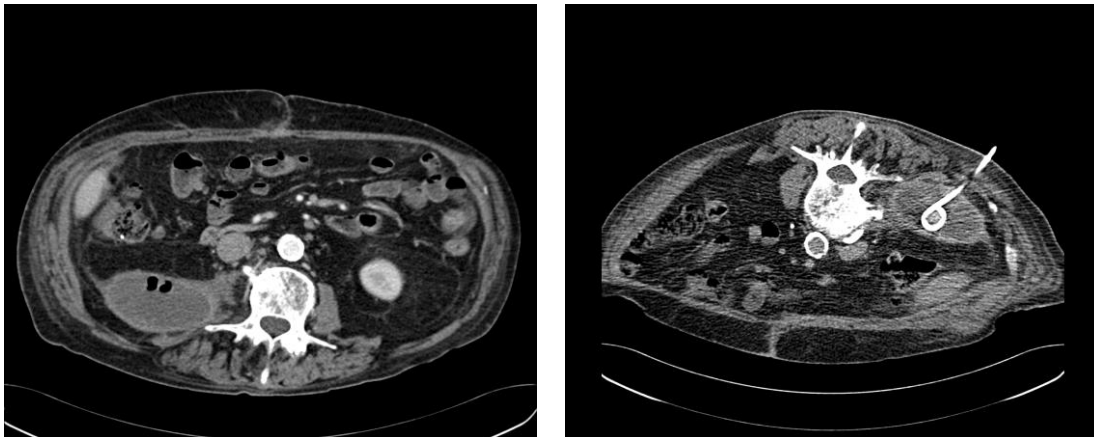


Abbildung 4.8.1: M., 58 Jahre, Z.n. Lebertransplantation, persistierend erhöhte Infektparameter.

Links: Retroperitonealer Abszess

Rechts: Anlage einer CT-gesteuerten Drainage

4 Ergebnisse

4.9 Ergebnisse der MDCT und Einfluss der MDCT auf die weitere Therapie in Abhängigkeit von der zuweisenden Abteilung

Insgesamt wurden n=310 Patienten (59 % aller Patienten) von der Abteilung für Innere Medizin zugewiesen und n=215 Patienten (41 %) von der Abteilung für Chirurgie. Von den 310 Patienten der Inneren Medizin konnte bei n=97 Patienten eine Verdachtsdiagnose per MDCT bestätigt werden (31 % aller Patienten aus der Abteilung für Innere Medizin insgesamt) und bei n=85 Patienten eine neue Diagnose gestellt werden (27 %). Bei den 215 chirurgischen Patienten konnte in n=41 Fällen eine Verdachtsdiagnose bestätigt (19 % aller Patienten aus der Abteilung für Chirurgie), und in n=90 Fällen eine neue Diagnose gestellt werden (42 %).

Bei Patienten der Inneren Medizin machte die Pneumonie mit n=85 bestätigten Verdachtsdiagnosen (88 % aller Patienten der Inneren Medizin in dieser Diagnosegruppe) und n=64 Neudiagnosen (75 %) den mit Abstand größten Teil aller Diagnosen aus.

4 Ergebnisse

Tabelle 4.9.1:

Innere Medizin	Verdachtsdiagnose bestätigt	In %	Neue Diagnose	In %
Pneumonie	85	87,6 %	64	75,3 %
Colitis/Iliitis	3	3,1 %	8	9,4 %
Abszess intraabdominell	2	2,1 %	7	8,2 %
Abszess/Phlegmone/Empyem extraperitoneal	1	1,0 %	5	5,9 %
Cholezystitis	2	2,1 %	3	3,5 %
Pankreatitis/Duodenitis	2	2,1 %	2	2,4 %
Sigmadivertikulitis	1	1,0 %	3	3,5 %
Ileus/Darmschämie	0	0,0 %	4	4,7 %
Peritonitis	2	2,1 %	0	0,0 %
Perikarditis	1	1,0 %	1	1,2 %
Spondylodiszitis	0	0,0 %	2	2,4 %
Biliom	0	0,0 %	2	2,4 %
Dilatiertes Colon	0	0,0 %	1	1,2 %
Darmperforation	0	0,0 %	1	1,2 %
Phäochromozytom	0	0,0 %	1	1,2 %
Pyelonephritis	0	0,0 %	1	1,2 %
Patienten dieser Diagnosegruppe insgesamt	97	31,3 %	85	27,4 %

*: Anteil an Patienten der Abteilung für Innere Medizin in dieser Diagnosegruppe

°: Gesamtanteil an Patienten der Abteilung für Innere Medizin

Tabelle 4.9.1: Diagnosen bei Patienten der Abteilung für Innere Medizin

4 Ergebnisse

Tabelle 4.9.2:

Chirurgie	Verdachtsdiagnose bestätigt	In %	Neue Diagnose	In %
Pneumonie	19	46,3 %	39	43,3 %
Abszess intraabdominell	5	12,2 %	18	20,0 %
Abszess/Phlegmone/Empyem extraperitoneal	4	9,8 %	16	17,8 %
Colitis/Iliitis	2	4,9 %	12	13,3 %
Pankreatitis/Duodenitis	5	12,2 %	4	4,4 %
Ileus/Darmischämie	1	2,4 %	5	5,6 %
Biliom	1	2,4 %	5	5,6 %
Spondylodiszitis	4	9,8 %	1	1,1 %
Dilatiertes Colon	1	2,4 %	4	4,4 %
Peritonitis	2	4,9 %	2	2,2 %
Anostomoseninsuffizienz	1	2,4 %	3	3,3 %
Cholezystitis	1	2,4 %	2	2,2 %
Appendizitis	0	0,0 %	3	3,3 %
Darmperforation	0	0,0 %	2	2,2 %
Sigmadivertikulitis	0	0,0 %	2	2,2 %
Urinom	1	2,4 %	0	0,0 %
Chirurgische Patienten dieser Diagnosegruppe insgesamt	41	19,1 %	90	41,9 %

*: Anteil an Patienten der Abteilung für Chirurgie in dieser Diagnosegruppe

°: Gesamtanteil an Patienten der Abteilung für Chirurgie

Tabelle 4.9.2: Diagnosen bei Patienten der Abteilung für Chirurgie

Bei Patienten der Abteilung für Chirurgie hingegen war Pneumonie zwar immer noch die häufigste Diagnose mit n=19 bestätigten Verdachtsdiagnosen (46 % aller Patienten der Chirurgie in dieser Diagnosegruppe) und n=39 Neudiagnosen (43 %), andere Diagnosen nahmen allerdings einen weitaus größeren Teil ein verglichen mit Patienten der Inneren Medizin. So wurde bei insgesamt 23 Patienten der Chirurgie ein intraabdomineller Abszess diagnostiziert. In fünf Fällen wurde dabei die klinische Verdachtsdiagnose bestätigt (12 % aller chirurgischen Patienten dieser Diagnosegruppe) und in 18 Fällen wurde der intraabdominelle Abszess neu diagnostiziert (20 %). Die nächsthäufigste Diagnose bei chirurgischen Patienten waren extraperitoneale Abszesse, Phlegmone und Empyeme bei 20 Patienten wobei in vier Fällen (10

4 Ergebnisse

%) die Diagnose einem klinisch bereits geäußerten Verdacht entsprach und in 16 Fällen (18 %) neu gestellt wurde.

Bei Patienten der Inneren Medizin wurde im Anschluss an die MDCT in 22 Fällen die Therapie umgestellt wenn eine Verdachtsdiagnose bestätigt werden konnte (23 % aller Patienten der Inneren Medizin in dieser Diagnosegruppe). Hierbei wurde in 13 Fällen eine Antibiose neu angesetzt (13 %), in neun Fällen eine bereits vorhandene Antibiotische Therapie umgestellt oder erweitert (9 %) und in einem Fall wurde eine Operation nötig (1 %). Wenn eine neue, klinisch nicht vermutete Diagnose gestellt werden konnte, änderte sich in 65 Fällen die weitere Therapie der Patienten (76 %). In 29 Fällen wurde eine Antibiose neu angesetzt (34%), in 16 Fällen eine vorhandene antibiotische Therapie umgestellt oder erweitert (19 %) und in weiteren 16 Fällen wurde eine Operation nötig (19 %). Bei sieben Patienten wurde ein neu diagnostizierter Verhalt diagnostisch punktiert und gegebenenfalls therapeutisch drainiert (8 %), bei drei Patienten wurde das nichtantibiotische medikamentöse Behandlungsregime nach der MDCT angepasst (4 %) und bei zwei Patienten wurde eine endoskopische Untersuchung veranlasst (2 %).

4 Ergebnisse

Tabelle 4.9.3:

Therapiebeeinflussung bei Patienten der Inneren Medizin	Verdachtsdiagnose bestätigt		Neue Diagnose	
Antibiose neu angesetzt	13	13,4 %	29	34,1 %
Antibiose umgestellt	9	9,3 %	16	18,8 %
Operation	1	1,0 %	16	18,8 %
Drainage/Punktion	0	0,0 %	7	8,2 %
sonstige Medikamentöse Therapieumstellung	0	0,0 %	3	3,5 %
Endoskopie	0	0,0 %	2	2,4 %
Change in Treatment insgesamt	22	22,7 %	65	76,5 %

*: Prozentangaben jeweils Gesamtanteil an allen Patienten der Inneren Medizin

Tabelle 4.9.3: Einfluss der MDCT auf die Therapie von Patienten der Inneren Medizin.

Im Vergleich hierzu wurde bei chirurgischen Patienten in 18 Fällen die Therapie umgestellt, wenn eine klinisch vermutete Diagnose bestätigt werden konnte (44 % aller chirurgischen Patienten dieser Diagnosegruppe). In 10 Fällen wurde ein bereits vermuteter Verhalt punktiert und gegebenenfalls eine Drainage eingebracht (24 %), in vier Fällen wurde eine antibiotische Therapie neu begonnen (7 %), bei drei Patienten wurde eine Operation durchgeführt (7 %) und bei zwei Patienten wurde eine bereits vorhandene antibiotische Therapie umgestellt (5 %). Wenn eine neue, bisher klinisch nicht vermutete Diagnose gestellt wurde, so erfolgte in 64 Fällen eine Therapieumstellung (71 %). Hier wurde sogar in 21 Fällen eine Operation durchgeführt (23 %) sowie in 21 Fällen eine antibiotische Therapie neu begonnen (23 %). Bei 20 Patienten wurde ein neu diagnostizierter Verhalt punktiert und gegebenenfalls drainiert (22 %) und bei fünf Patienten wurde nach der MDCT eine endoskopische Folgeuntersuchung durchgeführt (6 %). In vier Fällen wurde eine bereits vorhandene antibiotische Therapie umgestellt oder erweitert (4 %)

4 Ergebnisse

und in 3 Fällen wurde eine sonstige medikamentöse Therapieumstellung aufgrund des Befundes der vorangegangenen MDCT durchgeführt (3 %).

Tabelle 4.9.4:

Therapiebeeinflussung bei Patienten der Chirurgie	Verdachtsdiagnose bestätigt		Neue Diagnose	
Drainage/Punktion	10	24,4 %	20	22,2 %
Antibiose neu angesetzt	4	9,8 %	21	23,3 %
Operation	3	7,3 %	21	23,3 %
Antibiose umgestellt	2	4,9 %	4	4,4 %
Endoskopie	0	0,0 %	5	5,6 %
sonstige Medikamentöse Therapieumstellung	0	0,0 %	3	3,3 %
Change in Treatment insgesamt	18	43,9 %	64	71,1 %

*: Prozentangaben jeweils Gesamtanteil an allen Patienten der Chirurgie

Tabelle 4.9.4: Einfluss der MDCT auf die Therapie von Patienten der Chirurgie

Zusammengenommen zeigte sich, dass bei chirurgischen Patienten signifikant häufiger die Therapie aufgrund der Ergebnisse der MDCT umgestellt wurde (38 %), als bei Patienten der Abteilungen für Innere Medizin (28 %) (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,016$).

5 Diskussion

5.1 Übersicht über die Ergebnisse

Ziel dieser Studie war es, die klinische Wertigkeit der Computertomographie zur Infektfokussuche bei Patienten mit unklaren Infektkonstellationen zu überprüfen, also herauszufinden, wie häufig durch eine Computertomographie ein vormals nicht bekannter Infektfokus identifiziert werden kann und ob das Ergebnis der Computertomographie einen relevanten Einfluss auf die Therapie der Patienten hat.

Es konnte beobachtet werden, dass von insgesamt 525 in die Studie eingeschlossenen Patienten bei 138 Patienten (26,3 %) eine Verdachtsdiagnose aufgrund der MDCT bestätigt werden konnte und bei 175 Patienten (33,3 %) ein neuer Infektfokus gefunden werden konnte.

Bei insgesamt 169 Patienten (32,2 %) hatte das Ergebnis der MDCT einen direkten Einfluss auf die weitere Therapie des Patienten (z.B. Operation, Punktion/Entlastung eines Verhaltes oder medikamentöse Therapieumstellung).

Hierbei zeigten sich signifikante Unterschiede (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,013$) für die Häufigkeit einer Therapieumstellung in Bezug auf die untersuchte Region. Während bei Untersuchungen des Thorax und bei kombinierten Untersuchungen des Thorax und Abdomen/Becken 31 % bzw. 29 % der Untersuchungen zu einer Therapieumstellung des Patienten führten,

5 Diskussion

wurde nach einer Abdomen/Becken CT bei 42 % der Patienten die Therapie umgestellt.

Auch zwischen den Überweisenden Abteilungen zeigte sich ein signifikanter Unterschied bezüglich des Einflusses des Ergebnisses der CT auf die weitere Therapie (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,016$). Bei Patienten aus der Inneren Medizin wurde bei 28 % eine Therapieumstellung nach der CT beobachtet, während bei 38 % der Patienten der Chirurgie das Ergebnis der CT einen direkten Einfluss auf die weitere Therapie hatte. Besonders groß war der Unterschied bei intensivpflichtigen Patienten. Hier hatte bei Patienten von Intensivstationen der Inneren Medizin das Ergebnis der CT lediglich bei 25 % der Patienten direkten Einfluss auf die weitere Therapieentscheidung, während der zugehörige Wert für intensivpflichtige Patienten der Chirurgie bei 39 % lag, auch diese Werte waren statistisch signifikant (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,035$).

Bei immunsupprimierten Patienten wurde ebenfalls häufiger ein direkter Einfluss des Ergebnisses der CT auf die weitere Therapie beobachtet. Hier hatte bei 39% der Patienten das Ergebnis der CT einen direkten Therapieeinfluss im Gegensatz zu 31 % bei nicht immunsupprimierten Patienten, jedoch ließ sich bei vorliegender Studiengröße nur ein Trend zur statistischen Signifikanz nachweisen (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,089$).

Ähnliches galt für Patienten, welche sich innerhalb der letzten 14 Tage vor der CT einer Operation unterzogen hatten und in der Folge unklare Infektzeichen zeigten. Hier wurde bei 36 % der Patienten ein direkter Einfluss des

5 Diskussion

Ergebnisses der CT auf die weitere Therapie beobachtet im Gegensatz zu 31 % bei nicht voroperierten Patienten. Auch hier ließ sich keine statistische Signifikanz nachweisen (Pearson-Chi-Quadrat: $p=0,289$).

5.2 Ergebnisse im Vergleich zu anderen Studien

Bisherige Studien zur Wertigkeit der MDCT zur Infektfokussuche beobachteten zumeist eingeschränktere Patientenkollektive als die vorliegende Studie. Trotzdem lassen sich die Ergebnisse mit Subgruppen der aktuellen Studie vergleichen.

G.C. Velhamos beobachtete 2010 bei insgesamt 161 CT-Scans des Abdomen/Becken von 85 intensivpflichtigen, chirurgischen Patienten mit stattgehabtem abdominellem Trauma, dass bei 58 % der untersuchten Patienten ein Infektfokus identifiziert werden konnte. Insgesamt profitierten 69 % der Patienten von den durchgeführten CT-Untersuchungen im Sinne einer Therapieumstellung [30]. Die vorliegende Studie ergab, dass bei 69 % aller chirurgischen Patienten entweder eine Verdachtsdiagnose bestätigt, oder ein neuer Infektfokus entdeckt werden konnte. Allerdings konnte in der vorliegenden Studie nur bei 38 % der chirurgischen Patienten ein direkter Einfluss des Ergebnisses der MDCT auf die weitere Behandlung des Patienten nachgewiesen werden. Für Patienten von chirurgischen Intensivstationen konnte immerhin bei 46 % der Patienten eine Therapieumstellung aufgrund des Ergebnisses der MDCT beobachtet werden.

L.K. Ahvenjärvi beschrieb 2008 in einer Studie mit 82 MDCT-Untersuchungen bei intensivpflichtigen Patienten, dass bei 61 % der Patienten die MDCT zu einer Therapieumstellung führte [31]. In diese Studie wurden im Gegensatz zur vorliegenden Studie auch andere Indikationen als die Suche nach einem obskuren Infektfokus hinzugezählt, z.B. die Frage nach einer Lungenembolie.

5 Diskussion

Für Patienten von Intensivstationen konnte in insgesamt 39 % der Fälle eine direkte Therapiebeeinflussung durch das Ergebnis der MDCT beobachtet werden.

J. Barkhausen beschrieb in einer Studie von 1999, dass bei 19 % von 63 intensivpflichtigen Patienten mit septischem Krankheitsbild eine MDCT zu einer kausalen Therapie des Infektfokus beitrug [29].

5.3 Bedeutung der Ergebnisse für den klinischen Alltag

Die MDCT ist ein weitverbreitetes bildgebendes Verfahren, welches in größeren Häusern tagtäglich zur Infektfokussuche bei Patienten mit klinisch unklarem Infektfokus herangezogen wird. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie untermauern die Ergebnisse anderer Studien zu diesem Thema, auch wenn im Vergleich zu einigen anderen Studien[30, 31] ein weniger großer Einfluss der Ergebnisse der MDCT auf die weitere Therapie der Patienten beobachtet wurde. Da bei Patienten mit einem klinisch obskuren Infektfokus aufgrund häufig vorliegender Komorbiditäten wie Immunsuppression oder kürzlich stattgehabten operativen Eingriffen bei Nichtbehandlung eines unklaren Infektfokus mit potentiell lebensbedrohlichen Komplikationen und hoher Mortalität zu rechnen ist, scheint das mit der Untersuchung einhergehende Risiko durch Transport, eventuelle intravenöse Gabe von jodhaltigen Kontrastmitteln und Strahlenbelastung nicht die Nutzen eines positiven Untersuchungsergebnisses zu überwiegen. Patienten können auch von einer MDCT profitieren, die eine Verdachtsdiagnose bestätigt aber keine direkte Therapieumstellung nach sich zieht. Dies konnte methodenbedingt nicht in den Ergebnissen der vorliegenden Studie erfasst werden.

Die Ergebnisse dieser Studie sind von großer Relevanz, da diese Studie, im Gegensatz zu oben genannten Studien sowie einer weiteren Studie von J. Barkhausen[29], ein deutlich breiteres und auch nominell größeres Spektrum an Patienten in Form intensivpflichtiger und nicht intensivpflichtiger Patienten

5 Diskussion

sowohl der Abteilungen für Chirurgie als auch der Inneren Medizin eines Universitätskrankenhauses der höchsten Versorgungsstufe miteinbezieht.

Die Subgruppenanalyse erlaubte es, Parameter zu bestimmen, welche die Wahrscheinlichkeit, einen therapielevanten Befund durch die MDCT zu erhalten, positiv beeinflussen. Hierzu gehörten Immunsuppression des untersuchten Patienten, eine Operation in den letzten 14 Tagen sowie ein Verdacht auf einen abdominellen Infektfokus, auch wenn sich nur für letzteren Parameter eine statistische Signifikanz nachweisen ließ. Ebenso konnte beobachtet werden, dass bei Patienten der Inneren Medizin weniger oft das Ergebnis der MDCT zu einer Therapieumstellung führte. Ein möglicher Grund hierfür liegt darin, dass der Anteil an MDCTs des Thorax bei Patienten der Inneren Medizin deutlich höher war als bei Patienten der Chirurgie. Passend hierzu wurde bei Patienten der Inneren Medizin anteilig häufiger die Diagnose einer Pneumonie gestellt, welche auch häufiger als bei chirurgischen Patienten bereits als möglicher Infektfokus vermutet wurde. Da zu diesem Zeitpunkt oftmals schon eine Therapie mit einer kalkulierten Antibiose eingeleitet wurde, musste möglicherweise weniger oft eine Therapieumstellung vorgenommen werden. Inwiefern Patienten von der Bestätigung einer Verdachtsdiagnose ohne direkte therapeutische Konsequenz profitierten, konnte ebenfalls methodenbedingt nicht untersucht werden.

5.4 Einschränkungen

Die Daten dieser Studie wurden retrospektiv ausgewertet und das Patientenkollektiv über eine Volltextsuche in der Datenbank des Instituts nach dem Wortfragment „fokus“ im gesamten radiologischen Befund akquiriert. Dadurch wurde zwar sicherlich ein großer Teil aller Patienten mit einem unklaren Infektfokus erfasst, einzelne Patienten mit unklarem Infektfokus fielen auf diese Weise aber auch durch das Suchraster. Ansonsten wurde das Patientenkollektiv allerdings möglichst wenig selektiert.

Die Daten in dieser Studie bezogen sich nur auf eine Therapieumstellung aufgrund des CT-Befundes. Nicht beantwortet werden konnte in diesem Studiendesign allerdings die Frage danach, inwiefern ein Patient von der MDCT profitiert, wenn lediglich eine Verdachtsdiagnose bestätigt wird, ohne dass die individuelle Therapie angepasst werden muss. Auch konnte nicht ausgewertet werden, ob Patienten von einer MDCT profitieren, in der kein Infektfokus identifiziert werden kann.

6 Zusammenfassung

Unklare Infektkonstellationen sind ein im klinischen Alltag häufig auftretendes Problem[33]. Dies gilt vor allem für größere Krankenhäuser mit großen chirurgischen Abteilungen, Intensivstationen und einem erhöhten Aufkommen an immunsupprimierten Patienten. Die klinischen Präsentationsformen und zugrunde liegenden Erkrankungen variieren dabei stark[3].

Eine schnelle und effektive Diagnostik ist bei unklaren Infektkonstellationen sehr wichtig, da die zugrunde liegenden Erkrankungen mit einer hohen Mortalität einhergehen können[13–16, 19]. Hierbei spielen die bildgebenden Verfahren, neben der klinischen Untersuchung und Labordiagnostik, eine tragende Rolle. Bei den zur Suche eines unklaren Infektfokus verwendeten bildgebenden Verfahren ist die MDCT heutzutage eine wichtige und häufig verwendete Untersuchungsmodalität[20, 27, 28].

Die Datenlage bezüglich der klinischen Wertigkeit der MDCT zur Diagnostik unklarer Infektfoki ist bisher nicht ausreichend. Ziel dieser Studie war es zu evaluieren, wie häufig eine MDCT, welche zur Suche eines unklaren Infektfokus durchgeführt wurde, zu einer Diagnose führte und wie häufig diese Diagnose einen direkten Einfluss auf die Therapie der Patienten hatte. Zusätzlich sollte durch eine Subgruppenanalyse herausgefunden werden, ob bestimmte Subgruppen von Patienten besonders häufig vom Ergebnis der MDCT zur Fokussuche im Sinne einer Therapieanpassung profitieren.

6 Zusammenfassung

Hierzu wurden alle MDCT-Untersuchungen, welche im Kalenderjahr 2010 zur Suche eines unklaren Infektfokus in einem Universitätskrankenhaus der höchsten Versorgungsstufe durchgeführt wurden, per Volltext-Datenbank-Abfrage identifiziert. Die Ergebnisse der MDCT und ihr Einfluss auf die Therapie der Patienten sowie Informationen zum Patientenkollektiv wurden den Röntgenbefunden sowie den Arztbriefen der Patienten entnommen. Auf diese Art wurden die Daten von n= 525 Patienten erfasst und ausgewertet.

Die Auswertung zeigte, dass bei insgesamt 26,3 % der untersuchten Patienten eine Verdachtsdiagnose bestätigt werden konnte und bei 33,3 % der Patienten eine neue Diagnose gefunden wurde. Die Ergebnisse der MDCT hatten bei 32 % der Patienten einen unmittelbaren Einfluss auf die weitere Therapie. Diese Daten decken sich weitestgehend mit anderen Studien zur Wertigkeit der MDCT zur Diagnostik von unklaren Infektfoki, welche allerdings zumeist stärker vorselektierte Patientenkollektive beobachteten[29–31].

In der Subgruppenanalyse zeigte sich, dass eine MDCT signifikant häufiger direkten Einfluss auf die Therapie der Patienten hatte ($p=0,016$), wenn der Patient in einer chirurgischen Abteilung behandelt wurde (38 %) und nicht in einer Abteilung der Inneren Medizin (28 %). Besonders groß war der Unterschied zwischen chirurgischen Intensivstationen (39 %) und internistischen Intensivstationen (25 %) ($p=0,035$). Bei kürzlich voroperierten Patienten führte die MDCT häufiger zu einer Therapieanpassung (36 %) als bei nicht voroperierten Patienten (31 %), allerdings ließ sich hier keine statistische Signifikanz nachweisen.

6 Zusammenfassung

Außerdem führte eine MDCT Abdomen/Becken signifikant häufiger ($p=0,013$) zu einer Anpassung der Therapie der Patienten (42 %) als eine MDCT des Thorax (31 %) oder eine kombinierte MDCT des Thorax und Abdomen/Becken (29 %).

Für immunsupprimierte Patienten ließ sich ebenfalls nachweisen, dass die MDCT häufiger zu einer Therapieumstellung führte (39 %) als bei nicht immunsupprimierten Patienten (31 %), auch wenn sich hier nur eine Tendenz zur statistischen Signifikanz zeigte ($p=0,089$).

Die Ergebnisse der Studie legen nahe, dass die MDCT eine gut geeignete und klinisch wertvolle bildgebende Modalität bei der multimodalen Diagnostik von unklaren Infektfoki ist. Dies scheint insbesondere für Patienten zu gelten, bei denen der Infektfokus im Abdomen und Becken vermutet wird, sowie für Patienten, die immunsupprimiert sind oder sich in den letzten 14 Tagen vor Indikationsstellung zur MDCT einer Operation unterzogen haben.

7 Literaturverzeichnis

1. **Fishman JA.** Infection in Solid-Organ Transplant Recipients. *N Engl J Med*:2601–2614. doi:10.1056/NEJMra064928.
2. **Hawn MT, Vick CC, Richman J et al.** Surgical Site Infection Prevention. *Annals of Surgery*:494–501. doi:10.1097/SLA.0b013e31822c6929.
3. **Arnow PM, Flaherty JP.** Fever of unknown origin. *The Lancet*:575–580. doi:10.1016/S0140-6736(97)07061-X.
4. **Petersdorf RG, Beeson PB.** Fever of unexplained origin: report on 100 cases. *Medicine (Baltimore)* 1961;40:1–30.
5. **Durack DT, Street AC.** Fever of unknown origin--reexamined and redefined. *Curr Clin Top Infect Dis* 1991;11:35–51.
6. **Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, 2010.** Mandell, Douglas and Bennett's principles and practice of infectious diseases, 7th ed. New York [u.a.]: Churchill Livingstone.
7. **Salzberger B, Schneidewind A, Hanses F, Birkenfeld G, Müller-Schilling M.** Fieber ungeklärter Genese. Infektiöse Ursachen. *Internist (Berl)*:1445-53; quiz 1454-5. doi:10.1007/s00108-012-3173-8.
8. **Herold G, 2013.** Innere Medizin: Eine vorlesungsorientierte Darstellung unter Berücksichtigung des Gegenstandskataloges für die Ärztliche Prüfung mit ICD 10-Schlüssel im Text und Stichwortverzeichnis, 2013rd ed. Köln: Herold.

9. **American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference.** American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference: definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Crit. Care Med.* 1992;20(6):864–874.
10. **Levy MM, Fink MP, Marshall JC et al.** 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference. *Crit. Care Med.*:1250–1256. doi:10.1097/01.CCM.0000050454.01978.3B.
11. **Reinhart K, Brunkhorst FM, Bone H et al.** Prevention, diagnosis, therapy and follow-up care of sepsis: 1st revision of S-2k guidelines of the German Sepsis Society (Deutsche Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG)) and the German Interdisciplinary Association of Intensive Care and Emergency Medicine (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI)). *Ger Med Sci:Doc14.* doi:10.3205/000103.
12. **Ferreira FL, Bota DP, Bross A, Mélot C, Vincent JL.** Serial evaluation of the SOFA score to predict outcome in critically ill patients. *JAMA* 2001;286(14):1754–1758.
13. **Eroles Vega G, Fernández Pérez C, del Valle Loarte P et al.** Fiebre en pacientes hospitalizados en un Servicio de Medicina Interna: análisis prospectivo de 204 casos. *An Med Interna* 2006;23(2):56–61.

14. **Brun-Buisson C, Doyon F, Carlet J.** Bacteremia and severe sepsis in adults: a multicenter prospective survey in ICUs and wards of 24 hospitals. French Bacteremia-Sepsis Study Group. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996;154(3 Pt 1):617–624.
15. **Larsen IK, Pedersen G, Schönheyder HC.** Bacteraemia with an unknown focus: is the focus de facto absent or merely unreported? A one-year hospital-based cohort study. *APMIS*:275–279. doi:10.1111/j.1600-0463.2011.02727.x.
16. **Rangel-Frausto MS, Pittet D, Costigan M, Hwang T, Davis CS, Wenzel RP.** The natural history of the systemic inflammatory response syndrome (SIRS). A prospective study. *JAMA* 1995;273(2):117–123.
17. **Sands KE, Bates DW.** Epidemiology of sepsis syndrome in 8 academic medical centers. *JAMA* 1997.
18. **Thomas BS, Jafarzadeh SR, Warren DK, McCormick S, Fraser VJ, Marschall J.** Temporal trends in the systemic inflammatory response syndrome, sepsis, and medical coding of sepsis. *BMC Anesthesiol*:414. doi:10.1186/s12871-015-0148-z.
19. **Angus DC, Linde-Zwirble WT, Lidicker J, Clermont G, Carcillo J, Pinsky MR.** Epidemiology of severe sepsis in the United States: analysis of incidence, outcome, and associated costs of care. *Crit. Care Med.* 2001;29(7):1303–1310.

20. **Flohr TG, Schaller S, Stierstorfer K, Bruder H, Ohnesorge BM, Schoepf UJ.** Multi-detector row CT systems and image-reconstruction techniques. *Radiology*:756–773. doi:10.1148/radiol.2353040037.
21. **Grobe TG, Dörning H, Schwartz FW, 2011.** Barmer-GEK-Arztreport 2011: Schwerpunkt: Bildgebende Diagnostik - Computer- und Magnetresonanztomographie. *St. Augustin: Asgard-Verl.*
22. **Heller H, Hähnel S, 2012.** Orientierungshilfe für bildgebende Untersuchungen: Empfehlung der Strahlenschutzkommission; verabschiedet in der 231. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 09./10.12.2008; Kapitel J geändert in der 243. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 16./17. September 2010, *2nd ed. Berlin: Schnelle.*
23. **Shrimpton PC, Hillier MC, Lewis MA, Dunn M.** National survey of doses from CT in the UK: 2003. *Br J Radiol*:968–980. doi:10.1259/bjr/93277434.
24. **Bundesamt für Strahlenschutz, 2006.** Röntgendiagnostik - Schädlich oder nützlich? *Strahlenthemen Salzgitter.*
25. **Land CE.** Estimating cancer risks from low doses of ionizing radiation. *Science*:1197–1203. doi:10.1126/science.7403879.
26. **Davenport MS, Khalatbari S, Cohan RH, Dillman JR, Myles JD, Ellis JH.** Contrast Material–induced Nephrotoxicity and Intravenous Low-Osmolality Iodinated Contrast Material: Risk Stratification by Using

7 Literaturverzeichnis

- Estimated Glomerular Filtration Rate. *Radiology*:719–728.
doi:10.1148/radiol.13122276.
27. **Kang EY, Staples CA, McGuinness G, Primack SL, Müller NL.** Detection and differential diagnosis of pulmonary infections and tumors in patients with AIDS: value of chest radiography versus CT. *AJR. American journal of roentgenology*:15–19. *doi:10.2214/ajr.166.1.8571866.*
28. **Murphy KP, Twomey M, McLaughlin PD, O'Connor OJ, Maher MM.** Imaging of Ischemia, Obstruction and Infection in the Abdomen. *Radiologic Clinics of North America*:847–869. *doi:10.1016/j.rcl.2015.02.008.*
29. **Barkhausen J, Stöblen F, Dominguez-Fernandez E, Henseke P, Müller RD.** Impact of CT in patients with sepsis of unknown origin. *Acta Radiol* 1999;40(5):552–555.
30. **Velmahos GC, Kamel E, Berne TV et al.** Abdominal computed tomography for the diagnosis of intra-abdominal sepsis in critically injured patients: Fishing in Murky Waters. *Arch Surg* 1999;134(8):831-6; *discussion* 836-8.
31. **Ahvenjärvi LK, Laurila J. J., Jartti A., Ylipalosaari P, Ala-Kokko T. I., Syrjälä HP.** Multi-detector computed tomography in critically ill patients. *Acta Radiologica Scandinavica* 2008.
32. **Godbole G, Gant V.** Respiratory tract infections in the immunocompromised. *Curr Opin Pulm Med.* *doi:10.1097/MCP.0b013e32835f82a9.*

7 Literaturverzeichnis

33. **Brun-Buisson C.** The epidemiology of the systemic inflammatory response. *Intensive Care Med* 2000;26 Suppl 1:S64-74.

8 Danksagung

Mein Dank gilt Prof. Dr. C. Stroszczyński, der mir als Direktor der Abteilung für Röntgendiagnostik des Universitätsklinikums Regensburg durch die Überlassung des Themas die Erstellung dieser Arbeit ermöglichte.

Mein ganz besonderer Dank gilt Prof. Dr. A. Schreyer für die herausragende wissenschaftliche Betreuung während der gesamten Zeit der Erstellung dieser Arbeit. Seine ständige Diskussionsbereitschaft, sein großer Einsatz und seine vielen Anregungen waren eine außerordentliche Hilfe.

Danken möchte ich ganz speziell PD Dr. Stephan Schleder für die hervorragende Betreuung. Er war jederzeit voller Motivation und ein Ansprechpartner, der mir während aller Phasen der Arbeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ich danke Herrn Florian Zeman für seine Hilfsbereitschaft und die kompetente Betreuung bei statistischen Fragen.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Dr. Rüdiger Fründ und Herrn Martin Schächinger für die freundliche Hilfestellung bei der Durchführung der Datenbankabfragen.

Zuletzt aber ganz besonders möchte ich meiner Mutter danken, die mir durch Ihre großartige Unterstützung meine gesamte Ausbildung überhaupt erst ermöglicht hat und die immer wieder mit aufmunternden Worten zur richtigen Zeit zur Stelle war.