

Aus dem
Diagnostikzentrum
Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Direktor: Prof. Dr. med. G. Adam

**Wertigkeit und Einfluss der Computertomographie
in der Diagnostik und Therapieentscheidung
bei intensivpflichtigen Patienten mit unklarem
entzündlichen Fokus**

Dissertation
Zur Erlangung des Grades eines Doktors in der Medizin
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von
Melanie Schaumann

Hamburg 2008

Angenommen von dem Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am 14. 02. 2008

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, die/der Vorsitzende/r: Prof. Dr. G. Adam

Prüfungsausschuss 2. Gutachter/ in: PD Dr. CH. Habermann

Prüfungsausschuss 3. Gutachter/ in: PD Dr. P. Friederich

Mündliche Prüfung: 26. Mai 2008

Die vorliegende Arbeit wurde in der Zeit von Mai 2005 bis Januar 2008 in der Radiologischen Klinik und in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Universitätskrankenhauses Eppendorf in Hamburg durchgeführt.

Teile dieser Doktorarbeit wurden vorab publiziert:

Habermann CR, Schaumann M, Friederich P, Stork A, Adam G. CT in ICU-Patients with Fever of Unknown Origin: “Does it Add Diagnostic Information and Is There an Influence on Treatment Course.“ Radiology (Supplement) 2006; 241: 239

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Infektionen auf Intensivstationen	1
1.2 Fokusdarstellung in der Computertomographie	5
1.3 Technik der Computertomographie	10
1.3.1 Bildendstehung, Auswertung der Rohdaten	10
1.3.2 3D-Rekonstruktionsverfahren	12
1.3.3 Anatomie	13
1.3.4 Densitometrie	14
1.3.5 Kontrastmittel	15
1.4 Fragestellung	17
2. Material und Methoden	18
2.1 Material	18
2.2 Untersuchungsregion und Schichtdicke	19
2.3 Patienten	19
2.4 Statistische Auswertung	22
2.5 Exemplarische Bildbeispiele	26
3. Ergebnisse	28
4. Diskussion	33
4.1 Diskussion	33
4.2 Schlussfolgerung	41
5. Abkürzungen und Definitionen	43
6. Zusammenfassung	44
7. Literaturverzeichnis	46

8. Danksagung

55

9. Lebenslauf

56

1. EINLEITUNG

In der täglichen Routine wird bei intensivpflichtigen Patienten mit unklarem Anstieg der Entzündungsparameter regelhaft eine Computertomographie durchgeführt. Eine Bewertung des Einfluss und der Wertigkeit dieser Fokussuche ist in der Literatur jedoch nicht beschrieben. Nach eigener Erfahrung spielt die Computertomographie in Bezug auf Diagnostik und Ausschlussdiagnose im Verlauf bei Intensivpatienten eine entscheidende Rolle für die behandelnden Kollegen. Insbesondere polytraumatisierte Patienten und postoperative Tumorpatienten werden häufiger und oft auch mehrmals bei unklarem septischem Zustand untersucht. Aus der eigenen Erfahrung haben diese Untersuchungen jedoch nur in einem sehr geringen Umfang einen Einfluss auf weitere Therapieentscheidungen.

1.1 Infektionen auf Intensivstationen

Kritisch Kranke können wegen eines infektiösen Grundleidens mit vitalbedrohlichem Verlauf auf die Intensivstation aufgenommen werden (Pneumonie, Endokarditis, Meningitis, Enzephalitis), ebenso können Infektionen bei Patienten mit primär nicht infektiösen Grundleiden als Komplikation während der Intensivtherapie entstehen (nosokomiale Infektionen). Die relative Häufigkeit infektiöser Komplikationen auf den Intensivstationen ist bedingt durch das Zusammentreffen einer Infektgefährdung durch invasive Überwachungs- und Therapiemaßnahmen mit der erhöhten Infektanfälligkeit des kritisch Kranken. Für die erhöhte Infektanfälligkeit gibt es mehrere Ursachen:

- der schwere Erkrankungszustand selbst, katabole Stoffwechsellage und Fehlernährung können die Infektabwehr beeinträchtigen;
- spezielle Krankheitszustände bedingen eine verminderte Abwehrlage gegen Infektionen: Diabetes mellitus, Urämie,

dekompensierte Herzinsuffizienz, dekompensierte Leberinsuffizienz, große Operationen und Traumen;

- spezielle Therapieverfahren greifen direkt in die Infektabwehrmechanismen ein und führen zu einer Suppression der Infektabwehr (immunsuppressive Pharmaka, Zytostatika, Strahlentherapie).

Die erhöhte Infektgefährdung ist ebenfalls auf mehrere Faktoren zurückzuführen:

- invasive Überwachungsverfahren: intravasale Dauerkatheter, Blasenkatheeter, gastrointestinale Sonden;
- aggressive Behandlungs- und Pflegemaßnahmen: endotracheale Intubation und Beatmung, tracheobronchiales Absaugen, Infusionstherapie, extrakorporale Eliminationsverfahren.

Nosokomiale Infektionen entstehen je zur Hälfte durch endogene Keime aus der körpereigenen Flora und exogen durch Keime aus der Umgebung des Patienten. Hierbei ist die Kontaktinfektion der weitaus wichtigste Infektionsweg, und die Hände sind der häufigste Überträger [12].

Die Infektionsrate liegt insgesamt bei Patienten allgemein-interner Intensivstationen bei 3-8 %, bei Patienten kardiologischer Überwachungsstationen bei 1-2 %.

Häufigste Infektionen sind die Pneumonie, der Harnwegsinfekt, die Wundinfektion und die Phlebitis katheterführender Venen. Eine Sepsis ist die schwerste Form der nosokomialen Infektion. Der Infektionsherd gilt als septischer Fokus. Ausgangsherde der Sepsis sind oft Pneumonie, intraabdominelle Infektionen und Venenkatheterinfektionen. Typische Erreger sind in erster Linie *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli* und Enterokokken, weiterhin *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermis*, *Candida albicans*, *Serratia marcescens* und *Proteus mirabilis* [32].

Infektionen	Betroffene Patienten in %
Gesamt	7
Pneumonie	2,5
Harnwegsinfekt	2,0
Sepsis	1,0
Wundinfektion	0,5
Venenkatheter, Phlebitis u.a.	1,0 [12]

Tab 1. Nosokomiale Infektionen in allgemein-internen Intensivstationen

Die Diagnose einer nosokomialen Infektion kann schwierig sein. Insbesondere gilt es, eine bloße Kontamination von einer Infektion zu unterscheiden. Allein aus dem mikrobiologischen Nachweis pathogener Erreger ist eine Infektion nicht zu diagnostizieren, vielmehr gehören dazu die Zeichen einer krankhaften Auseinandersetzung des Organismus mit den eingedrungenen Keimen:

- So ist der Nachweis pathogener Keime im abgesaugten Tracheobronchialsekret nicht gleichbedeutend mit einem respiratorischen Infekt. Die Diagnose einer nosokomialen Pneumonie beruht vielmehr auf dem Zusammentreffen von pathologischem Keimbefund mit eitrigem Trachealsekret, Lungeninfiltration im Röntgen-Thorax-Bild oder in der Computertomographie, Fieber und Leukozytose.
- Der Nachweis einer Bakteriurie ist nicht gleich Harnwegsinfektion. Vielmehr müssen Entzündungszeichen wie Leukozyturie und Proteinurie hinzutreten.
- Eine Bakteriämie (positive Blutkultur) ist nicht gleichbedeutend mit Sepsis. Die Diagnose einer Sepsis verlangt die Zeichen einer schweren Allgemeinerkrankung wie Fieber und Leukozytose (in den meisten Fällen), Verschlechterung des Allgemeinzustandes, Störung der Organfunktion als Folge des Eindringens der Erreger

und der Überschwemmung des Organismus mit mikrobiellen Toxinen.

Eine Infektionskontrolle setzt die rechtzeitige Erkennung von Infektionen durch intensive klinische Überwachung potentieller Infektionsherde und eine regelmäßige mikrobiologische Überwachung der Patienten und der Umgebung durch mikrobiologische Keimanalysen voraus (mikrobiologisches Monitoring). Hauptmaterialien für die Keimanalyse durch kulturelle Anzüchtungen sind Rachensekret, Tracheobronchialsekret, Urin, Blut, Wundsekrete, Stuhl, Venenkatheterspitzen. Im Rahmen der allgemeinen Intensivüberwachung sollten bei jedem Patienten, der längerfristig auf der Intensivstation behandelt wird, insbesondere bei jedem Langzeitbeatmetenregelmäßig Tracheobronchialsekret und Urin untersucht werden. Zusätzliche Probeentnahmen sind nach Art der vermuteten oder nachgewiesenen Infektionen angezeigt. Bei jedem Fieberzustand sollten mehrere Blutkulturen angelegt werden.

Die Infektionsprophylaxe beruht auf vier Säulen:

- a. Strenge Einhaltung der krankenhaushygienischen Regeln, insbesondere:
 - häufiges und regelmäßiges Waschen der Hände
 - Tragen von Einmalhandschuhen
 - Steriles Arbeiten bei allen geplanten Eingriffen
 - Sorgfältige Pflege von Gefäßkathetereintrittsstellen
 - Regelmäßiger Wechsel steriler Wundverbände
 - Regelmäßiger Wechsel von Infusionsbestecken
- b. Verwendung steriler Einmalartikel für invasive Eingriffe, insbesondere Anwendung geschlossener Systeme zur Harndrainage.

- c. Rationaler und restriktiver Umgang mit Antibiotika. Eine generelle antibiotische Prophylaxe ist sinnlos: Sie verhütet nicht die Infektion und kann durch Anzüchtung antibiotikaresistenter Keime den Patienten zusätzlich gefährden.
- d. Begrenzung aller invasiver Prozeduren auf die unbedingt notwendige Zeitspanne [12, 32, 50, 51].

1.2 Fokusdarstellung in der Computertomographie

Eine computertomographische Untersuchung der NNH zeigt bei einer akuten Affektion eine Verschattung mit zusätzlichen Spiegelbildungen. Bei einem chronischen Verlauf kann es zusätzlich auch zu Knochenarrosionen kommen. Die operative Therapie ist die Fensterung [12].

Akute Entzündungen im Bereich des Mediastinums entstehen am häufigsten auf dem Boden von Verletzungen, durch eine Perforation z.B. bei einem Ösophagus-Karzinom, seltener durch sich caudal ausbreitende Prozesse im Bereich des Halses. Im nativen CT stellt sich die Mediastinalphlegmone durch eine Dichteanhebung des mediastinalen Fettgewebes dar. Lufteinschlüsse deuten auf eine Perforation hin oder auf eine Infektion mit gasbildenden Bakterien. Flüssigkeitsansammlungen, bzw. abgekapselte Kontrastmittel anreichernde Flüssigkeitsformationen deuten auf Abzedierungen hin. Bei einer chronischen Mediastinitis ist das Hauptkennzeichen die Lymphknotenvergrößerung. Der Ursprung ist z.T. ungeklärt, meistens jedoch durch eine Infektion bedingt. In der Regel wird ein subakuter klinischer Verlauf beobachtet.

In der computertomographischen Untersuchung des Thorax stellen sich die unterschiedlichen Entzündungen der Lunge spezifisch dar. Bei der Lobärpneumonie, die meist durch Pneumokokken verursacht wird, wird der betroffene Lappen gleichförmig infiltriert. In der CT ist der

Alveolarraum meist eines kompletten Lappens homogen verschattet, zusätzlich finden sich häufig Luftbronchopneumogramme. Bei der Bronchopneumonie liegen belüftete und nicht belüftete Areale nebeneinander und in der CT sind dann inhomogene segmentorientierte Verschattungen typisch. Die interstitielle Pneumonie, die meist durch Viren hervorgerufen wird, breitet sich interstitiell aus. Charakteristisch für die CT ist die Verdickung der Septen mit fleckiger Transparenzminderung als Ausdruck einer perivaskulären und lymphatischen Infiltration. Als Begleitreaktion finden sich fast immer ein Pleuraerguss sowie dystelektatische Bezirke.

Eine Abszedierung beginnt mit der Reaktion des Organismus auf eine Infektion und das ist die Entzündung, die mit einer lokalen Hyperämie, Exsudation und Leukozytenimmigration einhergeht. Dieser Vorgang ist solange reversibel, wie kein Untergang von Gewebe stattfindet. Gewebnekrosen, Exsudationen und abgestorbene Leukozyten sind das pathologische Substrat des Eiters, der je nach Zusammensetzung eine unterschiedliche Konsistenz annehmen kann. Die Eiteransammlung wird vom 3. bis 5. Tag an durch einsprossendes Granulationsgewebe demarkiert, das schließlich die Abszessmembran ausbildet. Bei erfolgreicher antibiotischer Therapie wird der sterile Eiter resorbiert oder es entsteht eine eiweißreiche Zyste. Bei Inzision oder spontaner Entleerung bildet das Granulationsgewebe eine Narbe aus. Diesen Vorgängen entsprechend findet man im Computertomogramm unterschiedliche Dichtewerte bei Abszedierungen. Mitunter kann im frischen Stadium der leukozytären Immigration eine geringe Hypodensität infolge des begleitenden Ödems nachgewiesen werden. Zu einer eindeutigen Dichteabsenkung kommt es bei einer Einschmelzung, der Eiterung. In diesem Stadium stabilisieren sich die Dichtewerte auf etwa 30 HE. In Abhängigkeit von der Therapie führt eine Entleerung des Eiters meist zur Ausbildung einer Narbe, die Dichtewerte im Bindegewebebereich aufweist oder zur Entwicklung einer eiweißreichen Zyste, deren Radiodensität sich dem Wasserbereich nähert. Durch KM-Gabe können zusätzliche diagnostische Kriterien gewonnen werden. Das

gut vaskularisierte Granulationsgewebe ist an einem kontrastierten, hyperdensen Ring um die hypodense Abszessregion erkennbar. Bei eingeschmolzenen Zonen wird kein Enhancement mehr nachgewiesen.

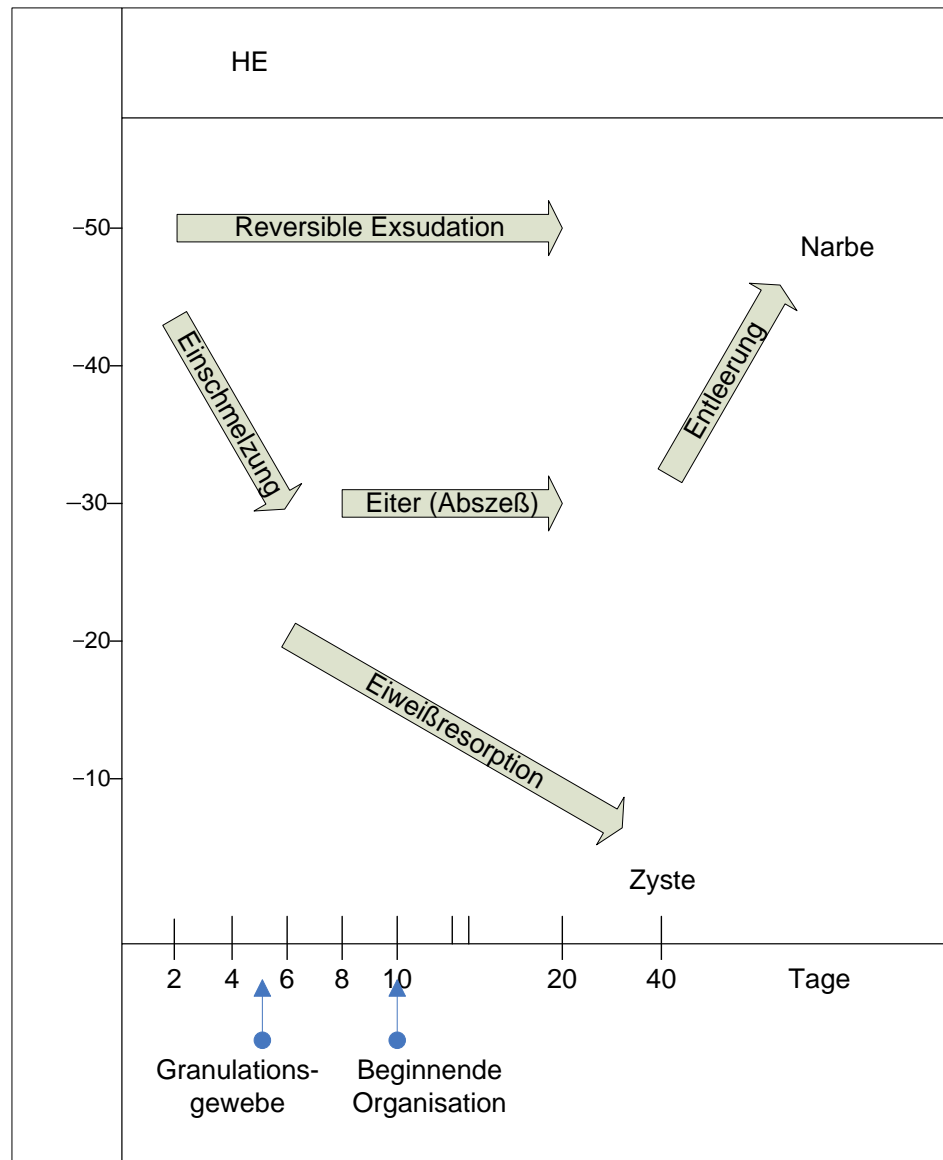


Abb.1: Radiodensität einer Abszedierung unter Berücksichtigung der unterschiedlichen pathophysiologischen Abläufe

Lungenabszesse entwickeln sich meist postpneumonisch. Der Abszess bildet meist eine glatte Membran aus, die bei Anschluss an das Bronchialsystem als Kaverne mit einem Flüssigkeitsspiegel erkennbar wird. Der Einbruch in die Pleurahöhle wird als Empyem bezeichnet. Abszedierungen im Bereich eines pneumonischen Infiltrates lassen sich erst nach Kontrastmittelgabe in der CT diagnostizieren. Hier demarkieren sich dann hypodense Areale mit hyperdenser Ringstruktur (Abszessmembran). Bei einem Lungenabszess kommt es ebenfalls zu einer ausgeprägten Wandanreicherung nach KM-Bolus, zusätzlich zeigt sich eine Spiegelbildung in der Abszeshöhle und teilweise auch Lufteinschlüsse.

Bei der intraabdominellen Fokussuche mittels eines Abdomen-CT's wird nach ebenfalls Abszedierungen und Peritonitis gefragt. Die Peritonitis ist häufig die Folge einer Infektion der Bauchhöhle nach Verletzung oder bakterieller Durchwanderung. Im CT stellt sich die akute Peritonitis durch eine allgemeine Flüssigkeitsansammlung dar. Nach KM-Bolus kommt es zu schleierförmigen Verdichtungen des mesenterialen Fettes und Dichteanhebung der Peritonealblätter, teilweise auch zu Verdickung des Peritoneums. Ein intraperitonealer Abszeß ist eine lokale Peritonitis. Dieser kann durch Perforation eines Hohlorgans, durch umgebende Entzündungen der parenchymatösen Organe oder auch postoperativ entstehen. Intraperitoneale Abszesse verhalten sich im Entstehungsstadium wie abgekapselte Aszitesmengen und sind deshalb zunächst nicht von diesen zu unterscheiden. Der Aszites wird im CT als hypodenser Saum um intraperitoneal gelegene Organe erkannt. Die Radiodensität liegt in Abhängigkeit von dem unterschiedlichen Eiweißgehalt zwischen 0 und 30 HE. Bevorzugte Lokalisationen von intraperitonealen Abszessen sind der rechte subphrenische und subhepatische Raum sowie der Douglasraum. Bei nachgewiesenen Entzündungswerten ist zunächst jede isolierte Flüssigkeitsansammlung im Peritonealraum abszessverdächtig. Hilfreich bei der computertomographischen Diagnostik ist eine optimale

Darmkontrastierung, zur Unterscheidung von normalen Darmschlingen zu Abszessformationen. Zusätzlich sind Gasansammlungen innerhalb einer extraluminalen hypodensen Raumforderung für ein infektiöses Geschehen pathognomonisch. Bei längerem Bestehen einer Abszedierung kommt es nach KM-Bolus zur typischen Anreicherung einer Abszessformation und Verbreiterung der umliegenden Peritonealblätter. Die Dichte eines Abszesses liegt bei 20-40 HE, unter antibiotischer Therapie auch geringer. Bei Übergreifen der Abszedierung auf parenchymatöse Organe oder auf den Retroperitonealraum (perityphlitischer Abszess) kann durch Maskierung des Fettgewebes und durch die eindeutige Ausbildung einer Abszessmembran die Diagnose eines Abszesses erleichtert werden [19, 58].

1.3 Technik der Computertomographie

Im nachfolgenden Abschnitt sollen die für die Anwendung der Computertomographie wesentlichen Prinzipien erläutert werden.

1.3.1 Bildentstehung , Auswertung der Rohdaten

Der Aufstellplatz eines Computertomographen muss baurechtlichen Anforderungen entsprechen. Er befindet sich stets in einem abgeschirmten Raum, der in der Regel von der Bedienungskonsole aus einem Nebenraum durch ein vor Streustrahlen schützendes Fenster (Bleiglas) sowie ggf. durch eine Kamera überwacht werden kann. Der Patient wird meist in Rückenlage auf der Patientenliege in korrekter a.p. Projektion ausgerichtet, damit die Schichtebene keine durch Schräglage bedingten Asymmetrien aufweist. Mit kontinuierlichem Tischvorschub wird ein sogenanntes Planungstopogramm angefertigt, auf dem die gewünschten Bildebenen festgelegt werden. Im Wesentlichen werden bei der CT Schnittbilder erzeugt, die Senkrecht zur Körperachse liegen (tome = Schicht), dabei durchdringen senkrecht zur Körperachse gebündelte Röntgenstrahlen aus verschiedenen Richtungen eine Körperschicht. Man spricht von transversalen oder axialen Schichtbildern. Dabei rotiert das Abtastsystem um den Patienten, und ein Fächerstrahl durchdringt die betroffene Körperschicht mit wahlweise eingestellter Schichtdicke. Die Schwächungssignale, die aus jeder dieser ca. 700 Winkelpositionen entstehen, werden als Projektionen bezeichnet. Anschließend werden die dabei entstandenen Meßwerte für die Weiterverarbeitung und Bildberechnung entsprechend kodiert und in den Rechner eingespeist. Das Rechnersystem muss dann aus den 1 Million Meßwerten (Rohdaten) das Schichtbild analog der räumlichen Verteilung der Schwächungswerte berechnen bzw. rekonstruieren. Bei der Helical Scan Technik oder Spiral-CT (SCT) erfolgt die Abtastung des Patienten kontinuierlich während die Liege bewegt wird, so dass relativ zum Patienten betrachtet eine helixförmige Bahn entsteht [19, 28, 58].

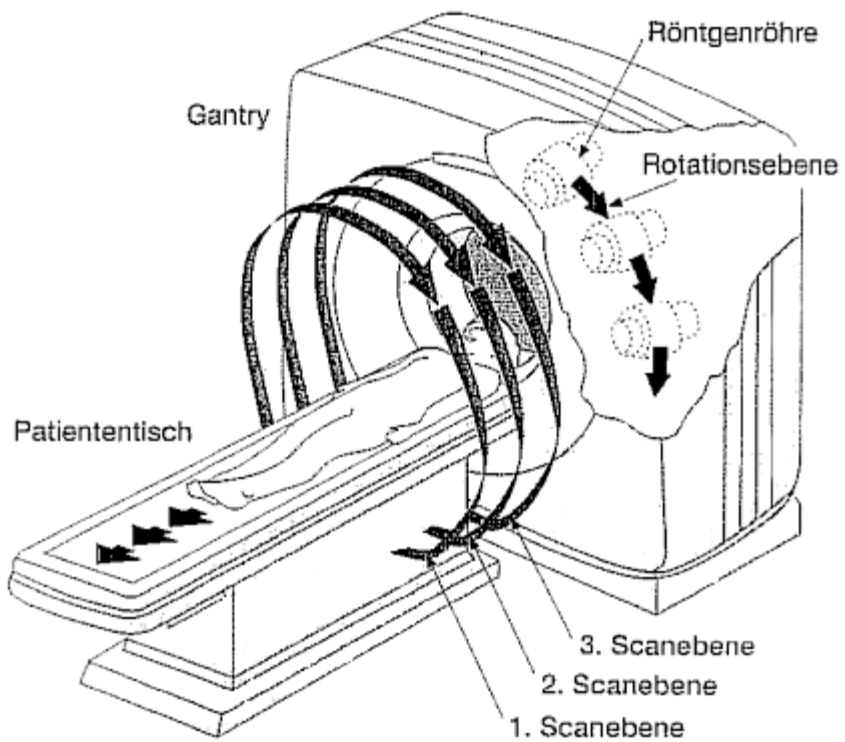


Abb.2: Vergleich der konventionellen mit der Spiral-CT-Technologie

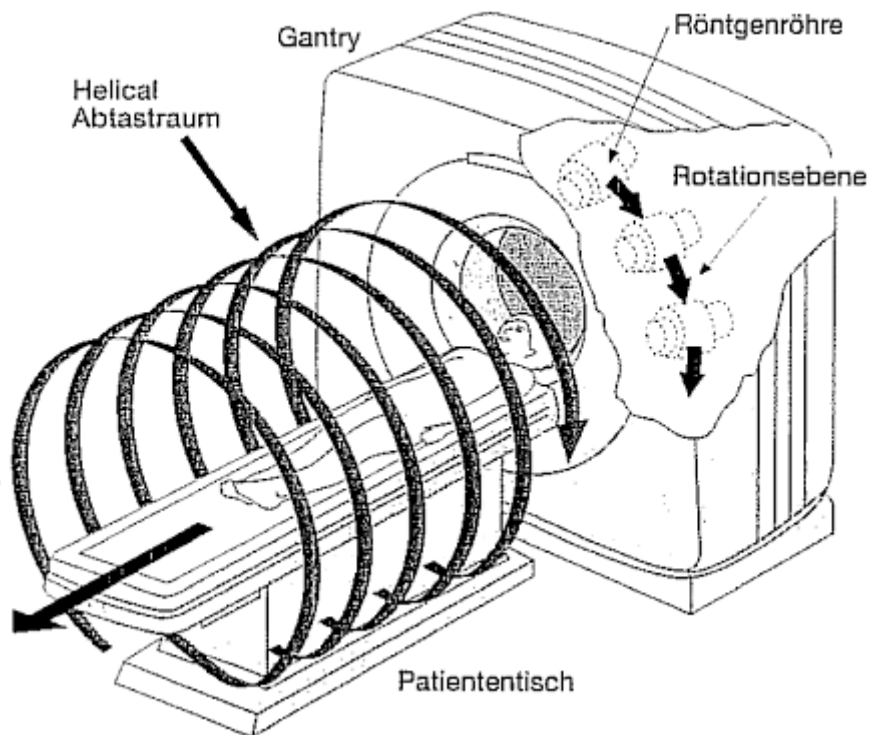


Abb.3: Vergleich der konventionellen mit der Spiral-CT-Technologie

Wird der Tischvorschub pro Zeit nicht schneller gewählt als die Zeitdauer, die die Abtasteinheit für eine komplette 360 Grad Rotation benötigt (Pitch-Faktor), entsteht ein lückenloser Datensatz. Im Gegensatz zur konventionellen CT-Technik, bei der mehrere Schichtaufnahmen hintereinander aufgenommen werden und beim schrittweisen Tischvorschub atmungs- oder organbedingte Bewegungen zu Bildstörungen oder Informationslücken zwischen den Schichtebenen führen können, wird bei der SCT ein einziger Volumensatz akquiriert, der später lückenlose Berechnung auch dünner Schichten und kleiner Schichtabstände erlaubt. Auch überlappende Schichtrekonstruktionen sind nachträglich wiederholbar. Der Zeitbedarf für z.B. eine spiralförmige Abdomenabtastung liegt nur noch bei einer Minute plus Rechnerzeit für die Bildrekonstruktion. Dabei werden zwei bis drei "Spiralen" zu jeweils ca. 25 bis 30 Sekunden gefahren, da die Atemkondition des Patienten und die Kühlung der Röntgenanoden natürliche Zeitgrenzen setzen. Bei Abdomenuntersuchungen muss sogar eine zusätzliche Pause eingeplant werden, um nicht der renalen KM-Ausscheidung zuvorzukommen [28].

1.3.2 3D-Rekonstruktionsverfahren

Die Möglichkeit, mit der Spiral-CT zeitlich und räumlich kontinuierliche Volumendaten zu erfassen, hat besonders die Diagnostik bei Knochenverletzung und die Gefäßdarstellung entscheidend verbessert. Inzwischen haben sich mehrere dreidimensionale (3D) Rekonstruktionsverfahren etabliert.

1) Maximal Intensity Projection:

Mit diesem mathematischen Verfahren werden hyperintense Voxel aus zwei- oder dreidimensionalen Datensätzen extrahiert. Die signalreichen Voxel werden aus multiplen Blickwinkeln entlang des Datensatzes ausgewählt und auf eine zweidimensionale Ebene hinter dem Datensatz

projiziert. Eine dreidimensionale Darstellung wird anschließend realisiert, indem man den Blickwinkel in kleinen Schritten verändert, die dazugehörigen Bilder berechnet und sie schließlich in schneller Folge (Cine-mode) hintereinander betrachtet. Dieses Verfahren wird unter anderem zur Darstellung KM-angereicherter Gefäße verwendet.

2) Multiplanare Rekonstruktion (MPR):

Diese Technik ermöglicht die Darstellung von coronaren, sagittalen und gekrümmt orientierten Bildebenen. Solche Rekonstruktionen haben Bedeutung in der traumatologischen Diagnostik, wenn z.B. zur präoperativen Planung die normalen Axialschichten einen nur unzureichenden Überblick eines exakten Frakturverlaufs geben.

3) Oberflächendarstellung:

Dieses Verfahren beschränkt die Darstellung einer Organ- oder Knochenoberfläche auf bestimmte Hounsfield-Dichtewerte oberhalb eines Schwellenwertes. Maßgeblich für die Darstellung sind dabei der Betrachtungswinkel und eine hypothetische Lichtquelle, die der Rechner für die Schattierung zugrunde legt. Dabei erscheinen z.B. Knochenoberflächen plastisch [19, 28, 58].

1.3.3 Anatomie

Das resultierende Monitorbild entspricht keineswegs einer rein zweidimensionalen Struktur, sondern es repräsentiert auf einer Matrix von mindestens 512 x 512 Bildpunkten (Pixel) die gemittelten Dichtewerte der Volumenelemente. Die Schichtebene besteht aus einer Matrix aus gleich großen Würfeln (Voxel) mit quadratischer Grundfläche und einer definierten Schichtdicke. Dieser Umstand erklärt auch die Entstehung von Schichtdickenartefakten. Üblich ist die Darstellung auf dem Monitor in der Ansicht von caudal. Dadurch werden alle Organe quasi seitenverkehrt abgebildet und sind so besser vergleichbar mit

konventionellen Röntgenaufnahmen. Die definierte Schichtdicke (d_s) kann frei bestimmt werden. Bei Thorax- und Abdomen-Untersuchungen wählt man meistens 3-6mm, bei Schädeluntersuchungen oder Dünnschnitttechnik 2-5mm. Daraus ergibt sich, dass eine abgebildete Struktur entweder die gesamte Transversalschicht durchzieht oder randständig nur angeschnitten sein kann. Das Rechnersystem muss die gemessenen Dichtewerte über die gesamte Schichtdicke mitteln und gibt diesen Mittelwert des Voxels als eine einheitliche Graustufe auf dem Monitorbild wieder.

Durchzieht eine Struktur also die gesamte Schichtdicke mit weitgehend gleicher Breite, wird sie scharfrandig abgebildet, soweit keine Bewegungs- oder Atmungsartefakte vorliegen. Liegt dagegen ein Teilanschnitt vor, kann dies zur unscharfen Abbildung führen (Teilanschnittphänomene/Partialvolumeneffekte) [19, 28, 58].

1.3.4 Densitometrie (Dichtemessung)

Bei modernen Geräten gibt es per Definition 4096 CT-Grauwerte, die unterschiedliche Dichtewerte des Gewebes in Hounsfield-Einheiten (HE) repräsentieren. Dabei wurde die Dichte des Wassers willkürlich der Wert 0 HE und der Dichte von Luft der Wert -1000 HE zugeordnet. Am Monitor werden nur maximal 256 Graustufen dargestellt, das menschliche Auge kann sogar nur ca. 20 Grautöne unterscheiden. Da sich die Dichtewerte des menschlichen Körpers aber auf einen engen Bereich (Fenster) dieses Grauspektrums beschränken, kann die so genannte Ausspielung des gewählten Fensters dem vorherrschenden Dichtebereich angepasst werden. Man wählt den mittleren Dichtewert des ausgespielten Fensters möglichst nahe an dem Dichtewert des zu untersuchenden Gewebes. Die Fensterbreite steuert dagegen den Kontrast des Bildes. Je enger das Fenster gewählt wird, desto stärker wird die Kontrastierung der Gewebe, da sich die 20 Grautöne dann auf einen kleineren Dichtebereich verteilen.

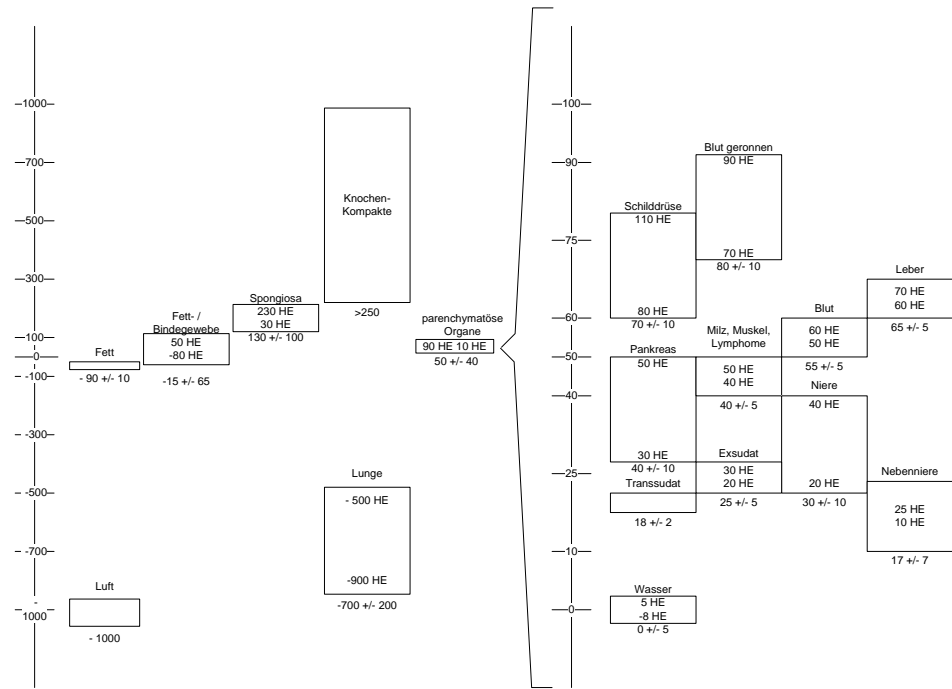


Abb. 4a: Dichtewerte aller Gewebe

Abb. 4b: Dichtewerte parenchymatöser Organe

Nachdem die Messdaten akquiriert worden sind, kann nachträglich eine beliebige Darstellung der rekonstruierten Bilder erfolgen: das Weichteilfenster hat eine Fenstermitte von ca. 50 HE mit einer Fenstergesamtbreite von -125 HE ($50-350/2$) bis +225 HE ($50+350/2$) in Grautönen dargestellt. Dagegen werden im so genannten Lungen- oder Pleurafenster die Lungenstrukturen bei geringer Dichte deutlich besser differenzierbar. Die Ausspielung erfolgt mit einer niedrigen Fenstermitte bei z.B. -200 HE mit einer großen Fensterbreite von ca. 2000 HE. Ein Knochenfenster sollte dementsprechend um deutlich höhere Dichtewerte bei +300 HE Fenstermitte mit ausreichender Fensterbreite von ca. 1500 HE angesiedelt sein [19, 28, 58].

1.3.5 Kontrastmittel

Bei CT-Untersuchungen des Abdomens und des kleinen Beckens ist es für eine spätere Differenzierung des Magendarmtraktes von benachbarten Organen, Muskeln oder benachbarten Organen hilfreich, wenn die Dichte des Darmlumens durch ein oral eingenommenes

Kontrastmittels angehoben wird. Es gibt zwei geeignete orale Kontrastmittel, einmal das nicht wasserlösliche Bariumsulfat, mit dem man den besten Schleimhautbeschlag erzielt und das wasserlösliche Gastrografin, welches vorrangig eingesetzt wird, wenn ein bauchchirurgischer Eingriff geplant ist, da dieses Kontrastmittel bei einer Ausbreitung in die freie Bauchhöhle wieder vom Körper resorbiert werden kann. Zur Kontrastierung der proximalen MDT-Abschnitte im OBB reicht eine Zeitspanne von ca. 20-30 Min. für die KM-Einnahme aus, für den gesamten MDT benötigt man zur Kontrastierung ca. 45-60 Min. Das wasserlösliche Gastrografin verteilt sich schneller. Eine ergänzende KM-Gabe rektal ist sinnvoll zur Differenzierung tumoröser Raumforderungen im kleinen Becken vom Darmlumen. Eine ausreichende Kontrastierung des gesamten MDT ist erreicht mit einer Dosierung von ca. 250-300 ml Bariumsulfat verdünnt mit Wasser auf 1000 ml, bei Gastrografin sind 10-20 ml auf 1000 ml Wasser verdünnt ausreichend. Eine intravenöse KM-Gabe bewirkt eine Dichteanhebung der Blutgefäße und eine bessere Abgrenzbarkeit gegenüber Muskeln und Organen sowie auch eine Demarkierung von erhöhten KM-Aufnahmen in pathologischen Gewebsveränderungen. Man spricht von "KM-Enhancement", einer kontrastmittelbedingten Dichtezunahme (Signalverstärkung). Bei einigen Fragestellungen sollte zunächst eine native Schichtung vorgenommen werden. Bei CT-Spiraltechnik wird zunächst eine Bildserie in der frühen arteriellen KM-Anflutungsphase akquiriert und eine zweite Serie in der venösen KM-Auswaschphase angeschlossen. Das KM wird intravenös injiziert, wobei der KM-Bolus durch die Passage des Lungenkreislaufs zeitlich gestreckt und in seiner Konzentration verdünnt wird. Deshalb ist die Injektion mit einem höheren Einstrom (Flow) von ca. 2-6 ml/sec sinnvoll, damit eine ausreichende Dichteanhebung der Gefäße erzielt wird. Die Dosierung hängt vom Körpergewicht des Patienten und von der Fragestellung ab. In Bezug auf Verträglichkeit und Gefäßkontrastierung hat sich z.B. die Dosierung von 1,2 ml/kg Körpergewicht in der Konzentration von 0,623 g Iopromid/ml (z.B. Ultravist® 300) bewährt [19, 28, 58].

1.4 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die retrospektive Evaluation der Wertigkeit der Computertomographie bei intensivpflichtigen Patienten mit unklarer Erhöhung der Entzündungsparameter auf daran anschließende Therapieentscheidungen darzustellen.

Im Einzelnen sollten folgende Fragen überprüft werden:

1. Wie häufig wird durch eine Computertomographie ein entzündlicher Fokus bei intensivpflichtigen Patienten mit unklarem Fokus nachgewiesen?
2. Gibt es klinische/laborchemische Parameter, die einen prädiktiven Wert in Bezug auf die Befunde der Computertomographie haben?
3. Hat der Nachweis eines Fokus mittels Computertomographie Einfluss auf Therapieentscheidungen und Mortalität?
4. Hat die Diagnose "Sinusitis", die ein häufiger Befund ohne größere Relevanz ist, einen Einfluss auf den Befund und die Konsequenzen?
5. Ist die Computertomographie, unter Berücksichtigung der vorangestellten Fragen, eine sinnvolle diagnostische Modalität bei intensivpflichtigen Patienten mit unklarem Fokus?

2. MATERIAL und METHODEN

2.1 Material

Alle im Zuge dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen wurden an einem Computertomographen der Firma Siemens (Volume Zoom, Siemens Medical Solutions, Erlangen, Deutschland) im Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf zwischen 2002 und 2005 durchgeführt. Die zu untersuchenden Regionen ließen sich wie folgt einteilen:

CT der Nasennebenhöhlen, des Halses, des Thorax, des Abdomens. Bei den in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen erfolgte in allen Fällen eine intravenöse Applikation von Kontrastmittel. Zur Anwendung kam das Kontrastmittel Solustrast® 300 (Schering). Die applizierte Menge hing von der zu untersuchenden Region ab.

2.2 Untersuchungsregion und Schichtdicke

Die zu untersuchenden Regionen wurden nach folgendem Schema festgelegt:

Protokoll	Range	Mode	KV	mAs	MA	ScanTime	Rot Time	Ds [mm]
NNH	Topo	Topo	120	278	100	2,78		
	NNH	Spiral	120	75	88	10,58	0,75	2
Hals	Topo	Topo	120	278	100	2,78		
	Studie	Spiral	120	155	310	21,33	0,75	3
Thorax	Topo	Topo	120	534	100	5,34		
	Km/nativ	Spiral	120	80	240	10,96	0,5	7
Abdomen	Topo	Topo	120	534	100	5,34		
	Abdomen	Spiral	120	125	312	16,79	0,5	5
Thorax/ Abdomen	Topo	Topo	120	790	100	7,9		
	Th/Abd	Spiral	120	125	312	10,79	0,5	s.o.

Tab. 2: Protokoll der Untersuchungsregionen

In Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Intensivmedizin und Anästhesie wurden zusätzlich für jeden Patienten Parameter mittels Einsicht in die klinische Datenverarbeitung erhoben.

2.3 Patienten

In der vorliegenden Studie wurden 113 computertomographische Untersuchungen von 82 konsekutiven Patienten ausgewertet, die in der Zeit von Januar 2002 bis Februar 2005 auf der Intensivstation des Universitätskrankenhauses Eppendorf lagen und zur Fragestellung „Fokus“ untersucht wurden. Dabei wurden von jedem Patienten sämtliche CT-Untersuchungen retrospektiv beurteilt. Darunter fallen prä- und postoperative Untersuchungen.

Es wurden insgesamt 21 polytraumatisierte Patienten untersucht, 32 Patienten wurden untersucht mit der Fragestellung „Fokus“, die einem großen operativen Eingriff bei einer Tumorerkrankung unterzogen worden waren. Dabei trat am häufigsten das Ösophagus-Karzinom (19 Patienten) mit der wiederholten Frage nach Mediastinitis auf.

Insgesamt wurden in Kombination 44 CT des Thorax/Abdomen durchgeführt, 25 CT der NNH/Thorax/Abdomen, 6 CT der NNH/Thorax. Einzeln wurden 25 CT's des Thorax, 12 Abdomen-CT's sowie 1 NNH-CT durchgeführt.

Das Verhältnis Frauen zu Männern betrug 1 zu 5,2 (13/69). Der Altersdurchschnitt aller Patienten lag bei 55 Jahren, wobei der Altersdurchschnitt der Frauen bei 54 Jahren und der der Männer bei 55 Jahren lag. Der jüngste Patient war 19 Jahre alt, der älteste Patient war 80 Jahre alt.

In der folgenden Übersicht werden die einzelnen Krankheitsbilder im Verhältnis zu Geschlecht und Alter der Patienten dargestellt:

Erkrankung	Männer/ Frauen	Alter (M/ F)
Polytrauma	18/3	40/38
OP Ösophagus-Ca	16/3	63/63
OP Magen-Darm-Tu	8/1	66/62
OP Pankreatitis	4/0	53/0
Cholecystektomie	3/0	61/0
OP Ulcus	2/0	64/0
OP Pleuramesotheliom	2/0	66/0
OP Discitis	1/0	70/0
OP Ileocecalregion	1/0	61/0
OP Schilddrüsen-Ca	1/0	64/0
OP perf. Meckel-Divertikel	1/0	23/0
OP Malignes Schwannom	0/1	0/57
OP Duodenalperforation	1/0	54/0
OP perimandibulärer Abszess	1/0	66/0
Lungenresektion	1/0	69/0
OP Pankreas - Ca	1/0	69/0
ACVB	1/0	69/0
OP Faszitis Leiste	1/0	46/0
OP Magenperforation	1/0	55/0
Herzklappenersatz	0/1	0/69
OP Messerstichverletzung	1/0	20/0
OP Leberruptur	0/1	0/54
Nierentransplantation	0/1	0/47
Colektomie	1/0	65/0
OP Inkontinenz	0/1	0/61
Niereninsuffizienz	1/0	62/0
OP Ovarial-Ca	0/1	0/53
OP Sigmaperforation	1/0	49/0
OP Klatskin-Tumor	1/0	45/0

Tab. 3: Krankheitsbilder im Verhältnis zu Geschlecht und Alter der Patienten

2.4 Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der folgenden Daten bei unabhängigen Stichproben diente der T-Test und für die kategorische Auswertung diente der Chi-Quadrat-Test nach Pearson. Die „Odds-Ratio“ (das relative Risiko/relative Chance) für einen positiven CT-Befund, für eine Antibiotikatherapie sowie eine OP-Folge und den Tod wurde kalkuliert. Der Befund „Sinusitis“ als entzündlicher Fokus, der bei beatmeten Patienten häufig nach einem längeren Intensivaufenthalt zu diagnostizieren ist, wurde ignoriert, bzw. separat statistisch ausgewertet. Es wurden Gruppen bezüglich der genannten Laborwerte verglichen (Leukozytose, C-reaktives Protein (CRP), Laktat), bezüglich der Behandlungsmethoden (assistierte oder kontrollierte Beatmung, Notwendigkeit der Katecholamin- und Antibiotikumtherapie sowie die OP-Folge drei Tage nach der CT) und bezüglich der Sterblichkeit während des Intensivaufenthaltes verglichen.

Zusätzlich wurden in Zusammenarbeit mit dem Zentrum der Intensivmedizin die Patientenakten direkt vor und direkt nach einer CT zur Fokussuche evaluiert. Vor der CT wurden folgende Parameter für jeden Patienten dokumentiert:

- a. Blutbild: Leukozyten (Normwert: $3-11 \times 10^3$ Mrd/l), Hb (Normwert: F: 12,0-16,0 g/dl, M: 13,0-18,0 g/dl), CRP (-10,0 mg/l), Laktat (0,63-2,44 (mol/l)
- b. Temperatur
- c. Beatmungsparameter: PEEP, Assistierte Beatmung (CPAP), Kontrollierte Beatmung (BIPAP)
- d. Blutgasanalyse: ph, P Co₂, P O₂
- e. Katecholamintherapie
- f. Blutdruck

Nach der CT wurden folgende Parameter für jeden Patienten herausgearbeitet:

- a. Therapieumstellung: OP, Antibiotiktherapieumstellung
- b. Effekt
- c. Patient: tot/lebend

Zur Computertomographie wurden zusätzlich folgende Parameter herausgearbeitet:

- 1) Untersuchungsdatum, 2) Untersuchungsregion, 3) Fragestellung, 4) Befund,
- 5) Kontrastmittelapplikation

Mittels der Odds-Ratio wurde die Vorhersagewahrscheinlichkeit der erhobenen Parameter in Bezug auf den ermittelten CT-graphischen Befund berechnet. Des Weiteren wurde berechnet, ob die ermittelten klinischen Werte einen signifikanten Unterschied zwischen der Patientengruppe mit computertomographischen Nachweis eines Fokus und ohne Nachweis eines Fokus zeigten.

Die personenbezogenen Daten der Studienteilnehmer wurden den datenschutzrechtlichen Vorschriften entsprechend behandelt. Durch die retrospektive Auswertung, die in der üblichen Vorgehensweise anonymisiert wurde, werden schutzwürdige Interessen der Patienten nicht gefährdet. Die Auswertungsergebnisse werden nur anonymisiert veröffentlicht, sodass ein Personenbezug zu den einzelnen Patienten nicht herstellbar ist. Die erhobenen Daten wurden erneut digitalisiert. Für die Auswertung ist eine parametrische Klassifizierung entwickelt worden.

Nummer								
1.Allgemein	Patientendaten Nummer Geburtsdatum Alter m/w							
				Ja	Nein	Level	o.B.	Befund
2.Radiologie	Untersuchungsdatum: Untersuchungsregion:							
	NNH	Verschattung						
	Hals	ossäre Destruktion Abszess Thrombose LK						
	Thorax	Erguss Infiltrat	typisch atypisch					
		Altelektase Mediastinaler Befunde Abszess						
	Abdomen	Ascites Freie Luft Abszess						
	Organ:							
		Fettgewebsinbibierung Infarkt Hämatom Perfusionsdefekte Darmwandbefund ossärer Befund Gefäße						
	Diagnose: Fragestellung: Befund: Kontrastmittel j/n							

Abb.5a: Erstellter Patientenbogen zur Datenakquirierung, Blatt 1

				Ja	Nein	Beschreibung	
3. Anästhesie prä							
	Leukos CRP HB Laktat Temperatur						
Beatmungs- param.	PEEP Assistierte Beat. Kontrollierte Beat.						
Blutgasanal- yse	Ph pCO2 PO2						
Katecholamintherapie							
Blutdruck							
4. Fragestellung							
5. Anästhesie Post							
	Therapieumstellung						
		OP					
		Antibiotikum- therapie					
Patient	tot lebend						

Abb. 5b: Erstellter Patientenbogen zur Datenakquirierung, Blatt 2

2.5 Exemplarische Bildbeispiele



Abb. 6a: infiziertes Hämatom

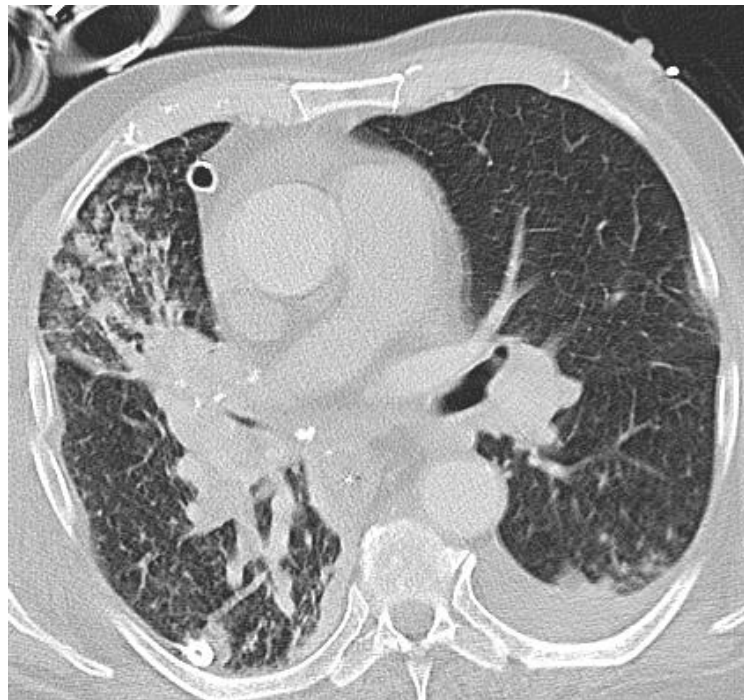


Abb. 6b : Infiltration/ Pleuraerguss



Abb.6c: Abszess

3. ERGEBNISSE

Patientenkollektiv

Bei insgesamt 47 Patienten (41,6%), mit „Sinusitis“ 61 (54%), konnte mittels der durchgeführten CT ein entzündlicher Fokus diagnostiziert werden.

In der folgenden Tabelle sind wichtige Einzeldiagnosen aufgeführt, die konventionell nicht nachweisbar waren, wie z.B. die Diagnose „Pneumonie“, die 32 mal nur computertomographisch nachgewiesen werden konnte.

CT -DIAGNOSE	N
Pneumonie	32
Abszess	10
Superinfiziertes Hämatom	8
Superinfizierte Nekrose	4

Tab.4: Darstellung der Diagnosen, welche allein mittels Computertomographie nachgewiesen werden konnten.

Dabei ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den zwei Gruppen (Fokus/kein Fokus), die verglichen wurden betreffend einer Leukozytose und dem CRP.

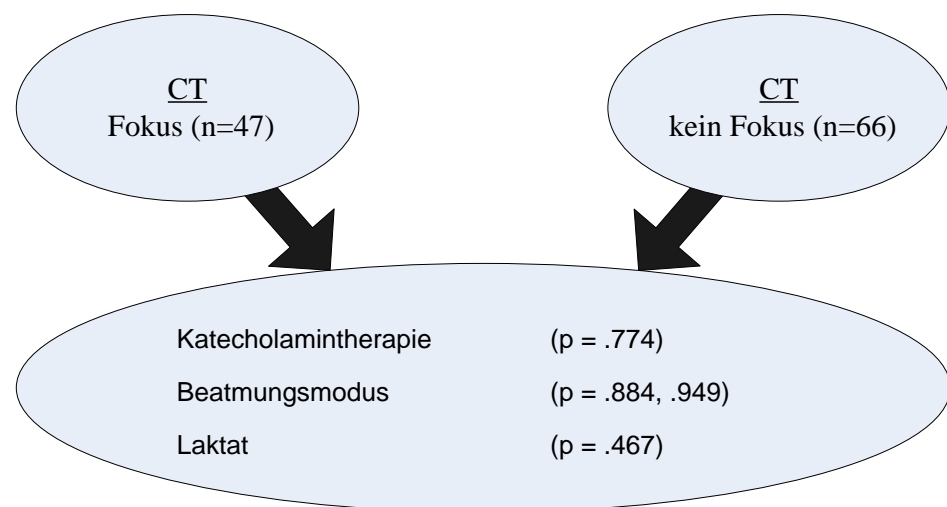
Leukozytose	Fokus		Total
	neg.	pos.	
neg.	15 (13,3%)	14 (12,4%)	29 (25,6%)
pos.	51 (45,1%)	33 (29,2%)	84 (74,4%)

Tab.5: Darstellung des Parameters „Leukozytose“ für beide retrospektiv eingeteilten Gruppen. Eine Signifikanz bezogen auf den dargestellten Parameter „Leukozytose“ ergab sich nicht ($p = 0,385$).

CRP	Fokus		Total
	neg.	pos.	
neg.	1 (0,9%)	0 (0%)	1 (0,9%)
pos.	64 (56,6%)	48 (42,5%)	112 (99,1%)

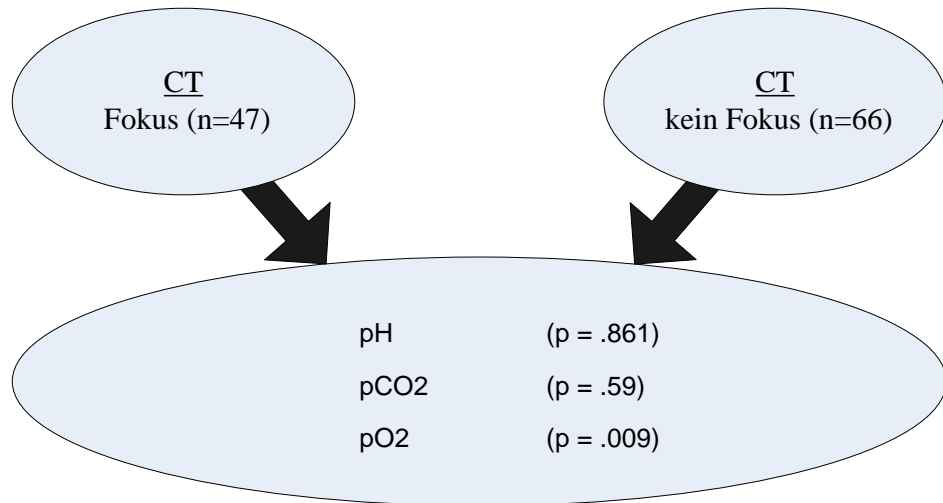
Tab.6: Darstellung des Parameters „Fokus“ für beide retrospektiv eingeteilten Gruppen. Eine Signifikanz bezogen auf den dargestellten Parameter „Fokus“ ergab sich nicht ($p = 0,39$).

Des Weiteren wurde kein signifikanter Unterschied beim Vorherrschen der Katecholamintherapie und dem Beatmungsmodus gefunden. Zusätzlich ergab sich kein Unterschied zwischen den zwei Gruppen (Fokus/kein Fokus) in Bezug auf den Laktatwert.

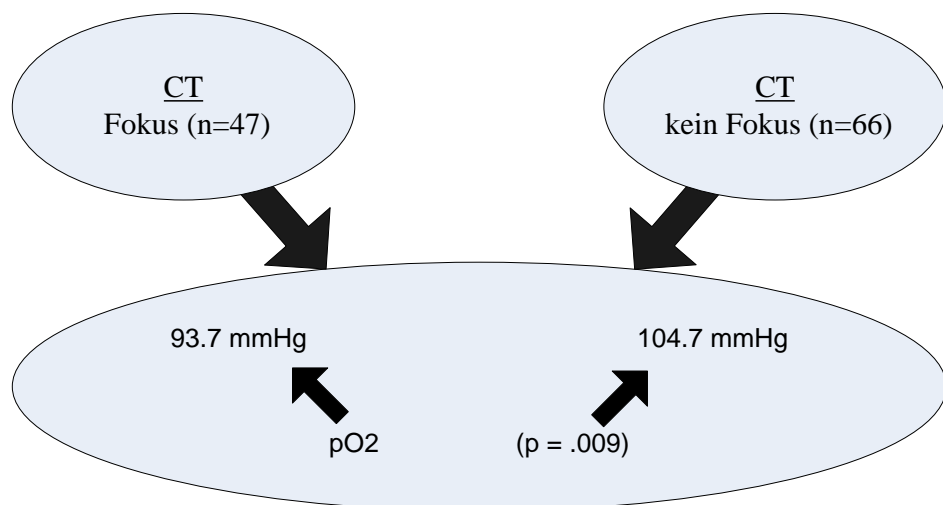


Ein prädiktiver Wert der genannten Faktoren in Bezug auf das zu erwartende Ergebnis konnte somit nicht nachgewiesen werden.

Ebenso ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Fokus/kein Fokus) betreffend den pH-Wert und des pCO₂. Der einzige Parameter mit dem Nachweis einer Signifikanz zwischen den beiden o.g. Gruppen war das pO₂.



Beim Vergleich der beiden Gruppen zeigte sich aufgrund der Signifikanz des Parameters pO₂, dass die Gruppe mit Nachweis eines entzündlichen Fokus eine signifikant schlechtere Oxygenierung aufwies als die Gruppe ohne nachweisbaren Fokus. Die Standardabweichung der Signifikanz des pO₂ lag bei der Gruppe mit Fokus bei +/- 17,45, bei der ohne Fokus bei +/- 25,79.



Die Odds Ratio, das relative Risiko, nach einem negativen CT-Befund eine darauf folgende Operation zu erhalten liegt 3,87 mal höher als mit einem positiven Ergebnis der CT, d.h. mit dem Befund „entzündlicher Fokus“. Ohne den Befund „Sinusitis“ ist es immer noch 1,3 mal wahrscheinlicher als Patient operiert zu werden bei einem negativen computertomographischen Befund. Das relative Risiko, nach einem negativem CT-Befund eine Antibiotikumtherapie zu erhalten, ist 1,27 mal höher als mit einem positivem Befund. Ohne Sinusitis ist es immer noch 1,1 mal so hoch (somit fast gleich hoch). Das Risiko, nach einem positivem CT-Befund zu versterben, ist allerdings 1,29 mal höher als mit einem negativem Befund. Unter Ausschluss des Befundes „Sinusitis“ ist es sogar 1,48 mal so hoch.

Die in den nachstehenden Tabellen aufgeführten klinischen Parameter zeigten keine Differenzierungsmöglichkeit zwischen der Patientengruppe mit und ohne entzündlichem Fokus in der Computertomographie. Aufgeführt sind nochmals die Signifikanzlevel für jeden einzelnen Parameter.

T-Test

Parameter	Signifikanzlevel mit Sinusitis	Signifikanzlevel ohne Sinusitis
PEEP	0,265	0,723
PH	0,043	0,858
PCO2	0,145	0,590
PO2	0,320	0,009

Tab. 10 a: Signifikanzlevel der einzelnen Parameter

Chi-Quadrat-Test

Parameter	Signifikanzlevel mit Sinusitis	Signifikanzlevel ohne Sinusitis
Leukozyten	0,314	0,385
CRP	0,268	0,390
HB	/	/
Laktat	0,501	0,467
Temperatur	0,335	0,883
Ass.Beatmung	0,752	0,884
Ko. Beatmung	0,712	0,949
Katecholamintherapie	0,918	0,774

Tab. 10 b: Signifikanzlevel der einzelnen Parameter

4. DISKUSSION

4.1 Diskussion

Die postoperative Therapie ist neben präoperativer Diagnostik und Operation das dritte wesentliche Element in der chirurgischen und auch intensivmedizinischen Behandlung. So manifestieren sich Morbidität und Letalität der chirurgischen Therapie in der Regel in der postoperativen Phase. Neben der „postoperativen Krankheit“ gilt es, spezielle postoperative Komplikationen zu erkennen, zu verhüten oder zu behandeln.

Operationstrauma und Narkose bewirken regelhaft lokale und allgemeine Reaktionen des Organismus, die zur so genannten „postoperativen Krankheit“ führen. Die postoperative Krankheit – auch Postaggressionssyndrom genannt – wirkt sich auf den Wasser-Elektrolyt-Haushalt, den Intermediärstoffwechsel, das hormonale und immunologische System, den Magen-Darmtrakt, die Blutgerinnung sowie das Nervensystem aus. Man grenzt die „postoperative Krankheit“ im Rahmen eines unkomplizierten postoperativen Verlaufes von den eigentlichen „postoperativen Komplikationen“ ab [32, 49, 51].

Die „postoperative Krankheit“ resultiert aus einer starken funktionellen Belastung bei eingeschränkten physiologischen Regulationsmechanismen. Klinisch manifestiert sie sich vor allem in Form transitorischer Funktionsstörungen der Herz-Kreislaufregulation, des Energiestoffwechsels sowie der Psyche. Sie verläuft unabhängig von der Art des Traumas qualitativ weitgehend gleichförmig. Die Ausprägung der einzelnen zum Syndrom gehörenden Symptome hängt von der Größe, Lokalisation und Durchführung des Eingriffs (Blutdruck und Flüssigleitsbilanz intraoperativ, Blutverlust), sowie vom biologischen Alter und den Vor- bzw. Begleiterkrankung des Patienten ab. Die Narkose mit maschineller Beatmung, der Aufhebung

physiologischer Schutzreflexe, das Operationstrauma mit Ausschwemmung von Mediatoren und toxischen Substanzen können zum Versagen physiologischer Kompensationsmechanismen führen, so dass die eigentlichen postoperativen Komplikationen auftreten. Diese manifestieren sich als Wundheilungsstörung, Sepsis, Stoffwechsellage, Leber-Niereninsuffizienz, Herz-Kreislaufversagen, Schocklunge, Psychosen bzw. neurologischen Ausfällen bis hin zum letalen Verlauf.

Für das Verständnis dieser Zusammenhänge ist die Überlegung wichtig, dass normalerweise der Organismus auf Verletzung mit lokalen und allgemeinen Reaktionen antwortet, durch die zunächst ein Überleben ermöglicht werden soll. Die Fortdauer dieser Reaktionen kann jedoch unter Umständen schädigende Auswirkungen haben und in einen Circulus vitiosus münden. So kann eine ausgeprägte Vasokonstriktion bzw. Zentralisation nach einem schweren Unfall momentan lebensrettend sein, da weitere Blutverluste vermieden und lebenswichtige Organe perfundiert werden. Hält dieser Zustand jedoch länger an, kann er zum Nierenversagen, irreversiblen Schock und damit zum Tode führen. Ein anderes Beispiel ist die durch ein Trauma ausgelöste Gerinnungsaktivierung, die eine Hämostase im Verletzungsbereich erzielen soll, die jedoch im Gesamtorganismus mit thrombembolischen Komplikationen einhergehen kann. Nur durch geeignete prä-, intra- und postoperative Maßnahmen lassen sich derartige unerwünschte Reaktionen des Organismus auf das Operationstrauma vermeiden, wobei vor allem der modernen Anästhesie und der postoperativen Intensivüberwachung eine überragende Bedeutung zukommen. Im Verlauf der postoperativen Krankheit unterscheidet man lokale und allgemeine Reaktionen, die sich gegenseitig beeinflussen können:

- a) Lokale Reaktionen: Gefäßspasmen und Thrombozytenaggregationen führen zur lokalen Blutstillung. Initiale Entzündungsvorgänge ermöglichen die Resorption von nekrotischem Gewebe sowie Abtötung von Bakterien und leiten die Wundheilung ein.

- b) Allgemeine Reaktionen: Operationstrauma und Narkose aktivieren über neurohormonale Zentren im Zwischenhirn die Hypophyse und somit das gesamte hormonale System. Dies führt zu tief greifenden Veränderungen im Stoffwechselgeschehen, was sich vor allem auf das Herzkreislaufsystem, den Energiehaushalt und die Infektabwehr auswirkt.

Im Gegensatz zu den eher "physiologischen Reaktionen" des Organismus im Rahmen der „postoperativen Krankheit“, die mit nur leichten Funktionsstörungen einhergehen, sind „postoperative Komplikationen“ Ausdruck dekompensierter Regulationsvorgänge. Sie führen in der postoperativen Phase zu schweren Entgleisungen von Organfunktionen. Der Schock ist die gemeinsame Endstrecke dieser dekompensierten Organfunktionen. Zur intensiven Überwachung und zur intensiven Therapie sollen Patienten mit bereits eingetretenen oder mit drohenden Komplikationen auf einer chirurgischen oder interdisziplinären Intensivstation überwacht werden. Es existieren eine Reihe von prä-, intra- und postoperativen Risikofaktoren für postoperative Komplikationen. Einige dieser sind vorgegeben und unveränderlich (z.B. Alter), so dass nur durch Ausschalten zusätzlicher Risikofaktoren das Auftreten und das Ausmaß „postoperativer Komplikationen“ begrenzt werden kann. Alle prä-, intra- und postoperativen Maßnahmen der Überwachung und Behandlung dienen zur Prophylaxe postoperativer Komplikationen. Hilfreich ist eine ausführliche präoperative Indikationsbesprechung mit Erörterung von: spezieller Anamnese, Befunden der klinischen Untersuchung und der bildgebenden Verfahren, präoperativer Diagnose, vorgesehener Operationsverfahren, allgemeinen Risikofaktoren, speziellen operationstaktischen Risikofaktoren (Rezidiveingriff, Voroperationen). Treten trotz aller Vorsichtsmaßnahmen dennoch „postoperative Komplikationen“ auf, so sind diese offensichtlich im speziellen Fall immer noch unzureichend gewesen. Patienten mit vorbestehenden Risikofaktoren sind daher besonders gefährdet, auch wenn die Ursachen oft nur geringfügig erscheinen. In der Regel sind es mehrere Faktoren,

von denen meist nur ein Bruchteil in der gesamten perioperativen Phase erkannt wird, die in ihrer Summation „postoperative Komplikationen“ auslösen. Zu diesen Faktoren zählen in erster Linie die unerkannte transitorische Hypoxämie bzw. Hyperkapnie in der unmittelbaren postoperativen Phase, deren lang anhaltende negative Auswirkungen auf den Organismus häufig erst viele Stunden später offenbar werden. Mit zunehmender Größe der Operation und steigender Zahl der Risikofaktoren gewinnt die postoperative Intensiv- Überwachung eine immer größere Bedeutung, da bereits kleine Komplikationen zur Dekompensation führen können. Hierzu gehört vor allem die ständige klinische Überwachung mit dem Apparate- Monitoring sowie bei eingeschränkter Organfunktion und –reserve eine subtile parenterale Ernährung und Bilanzierung, da andererseits leicht eine Herz- und Niereninsuffizienz entstehen und sich verschlimmern kann [32, 49, 51].

Die frühzeitige Diagnostik und die Zuführung zu einer adäquaten Therapie bei intensivpflichtigen Patienten mit unklarem entzündlichem Fokus bestimmen maßgeblich die Prognose des Patienten. Entscheidend für die Maximierung von erfolgreichen Resultaten bei chirurgischen Eingriffen ist ein schnelles Erkennen von z.B. postoperativen Komplikationen und, dass die Möglichkeit besteht entsprechend umgehend handeln zu können. Gelegentlich werden postoperative Komplikationen so schwerwiegend, dass sie eine vollständige Therapieumstellung oder eine abdominelle Reexploration für die Diagnose und das weitere klinische Management erfordern. Intensivpflichtige Patienten mit derartigen Komplikationen sind ernsthaft krank und ihre Mortalitätsrate ist sehr hoch. Das Multiorganversagen aufgrund eines unklaren Fokus/ einer Sepsis bei intensivpflichtigen oder chirurgischen Patienten ist die häufigste Todesursache. Aufgrund der hohen Mortalität und Morbidität in Assoziation einer Reoperation versuchen die Kliniker so früh und so schnell wie möglich die Quelle des unklaren Fokus/ der Sepsis mit allen in der heutigen Medizin zur Verfügung stehenden Methoden zu diagnostizieren. Die Computertomographie wird häufig bedingt durch ihre hohe Aussagekraft

und Genauigkeit angewendet. Es existieren jedoch zahlreiche Studien, die die spezifische Bewertung der CT kritisch beurteilen. Neben der Genauigkeit und Richtigkeit bei Erstellen der Diagnose mittels CT, kommt es ebenso auf den Effekt der Information für das weitere klinische Management an. Danach wird entschieden, ob beispielsweise eine erneute Operation durchgeführt wird oder eine Umstellung der medikamentösen Therapie erfolgt.

Die Forderungen von Seiten des Klinikers an die bildgebenden Verfahren bestehen in der Diagnose/Ausschlussdiagnose eines Fokus bei z.B. der Langzeitbeatmung polytraumatisierter Patienten oder bei postoperativen Tumorpatienten.

Im Einzelnen wurde untersucht, ob die Computertomographie eine maßgebliche Auswirkung auf die Entscheidung der Folgebehandlung bei Patienten mit entzündlichem Fokus unklarer Herkunft hat. Z.B. ließ die Bestätigung eines Fokus mittels CT die Häufigkeit einer anschließenden OP reduzieren. Gleichfalls ließ sich eine anschließende Antibiotikatherapieumstellung oder Umstellung der schon vorhandenen Therapie reduzieren oder bestätigen. Gleichzeitig wurde bewiesen, dass die CT bei z. B. Vorliegen einer Pneumonie häufig die einzige Methode zur Diagnosestellung ist, da viele Infiltrate auf den nativ Röntgenbildern nicht nachzuweisen waren. Somit sollte bei negativem Röntgen-Befund eine zusätzliche CT des Thorax zur weiteren Diagnostik durchgeführt werden. Die Hoffnung, dass die ausgewählten Laborparameter einen aussagekräftigen prädiktiven Wert in Bezug auf positive oder negative CT-Befunde bewiesen, konnte nicht erfüllt werden.

In einer Studie von A. Prokop et al. 2006 wird darauf hingewiesen, dass die Spiral-CT die Sensitivität der Diagnostik bei polytraumatisierten Patienten verbessert. Dadurch wurde die Verweilzeit auf der Intensivstation verkürzt. Alle Diagnosen konnten spätestens nach der initialen CT-Untersuchung richtig gestellt werden [45]. In 7 von 11 Fällen erfolgte die Laparotomieindikationsstellung nach der CT-

Untersuchung. Neben der hohen Sensitivität des Verfahrens ist sowohl die Geschwindigkeit der Untersuchung als auch die zeitnahe Beurteilung der Untersuchung auf einer separaten Workstation ein weiterer Vorteil. Die heutige Versorgung polytraumatisierter Patienten ist ein Zusammenspiel aus einem nahezu optimalen präklinischen Rettungssystem, dem interdisziplinären klinischen Management nach festen Behandlungsalgorithmen, der engen räumlichen Beziehung zwischen Schockraum und Notfallradiologie, sowie der CT mit Multislice-Spiral-CT. Bei allen Vorteilen einer raschen und umfassenden Diagnostik durch das frühzeitige Ganzkörper-CT, muss darauf hingewiesen werden, dass die höhere Strahlenbelastung durch das Spiral-CT nicht außer acht gelassen werden darf. Allein der Gebrauch der schnellen Multislice-CT erhöht die Strahlenbelastung im Vergleich zum normalen Spiral-CT etwa um den Faktor 1,8 [5, 10, 16, 22, 23, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 48].

Durch S. Ruchholtz et al. (25) konnte aufgezeigt werden, dass die Strahlenbelastung bei einer Basisdiagnostik von CT-Schädel, konventioneller Röntgenaufnahmen von Wirbelsäule, Thorax und Becken mit 5,46 mSv 5-mal geringer als bei einem Ganzkörper-Spiral-CT (30,05 mSv) ausfällt.

Hadley et al. (8) berechneten sehr viel geringere Werte und kamen auf eine mittlere effektive Dosis von 10 mSv und Heyer et al. (12) von 10,2-12,7 mSv bei Patienten, die neben Thorax- und Abdomen-CT auch eine CT-Untersuchung des Schädels und der HWS erhalten hatten. Es ist zu beachten, dass polytraumatisierte und Patienten mit Tumor-OP öfter und auch mehrmals mit der MSCT auf Fokussuche untersucht werden, wodurch die Strahlenbelastung erheblich sein kann. Dennoch wird die Weiterentwicklung der CT-Technik und der Rechnerleistung in Zukunft trotz einer erhöhten Strahlenbelastung eine Ganzkörperuntersuchung von Kopf bis Fuß mit allen erdenklichen Rekonstruktionen ermöglichen [11, 26, 27, 29, 46].

In der Studie von S. Ruchholtz et al. 2002 wird ebenfalls aufgrund neuerer Computertomographie-Geräte die Ganzkörper-CT-Untersuchung als primäre Diagnostik schwer verletzter Patienten diskutiert. Hier wird darauf hingewiesen, dass wegen der erhöhten Strahlenbelastung und des möglichen Zeitverlustes bei instabilen Patienten die primäre Ganzkörper-CT nicht routinemäßig bei allen Patienten durchgeführt werden sollte. Es konnte jedoch aufgezeigt werden, dass die CT einen hohen Stellenwert in der frühen klinischen Versorgung schwer verletzter Patienten aufweist und, dass die CT anderen Untersuchungsmethoden gegenüber, wie Sonographie und konventioneller Radiographie, grundsätzlich überlegen ist [11, 17, 27, 29, 43, 46, 47, 52, 54, 59].

Ebenfalls konnte in der Studie von R. Klöppel et al. 2002 aufgezeigt werden, dass der frühzeitige Einsatz der Spiral-CT bei Erstversorgung polytraumatisierter Patienten sinnvoll ist. Die Gesamtleitfähigkeit sank um 4%. Vorteile für polytraumatisierte Patienten resultierten aus einem standardisierten Untersuchungsprotokoll mit Mehrschicht-Spiral-CT. Es stellte einen guten Kompromiss zwischen Untersuchungszeit, Umfang an diagnostischer Information, lebensrettende Maßnahmen und notwendiger Therapieplanung dar [2, 3, 4, 15, 21, 26, 30, 31, 39, 40, 41, 45, 57].

Diese drei zitierten Studien untermauern die klinische Relevanz, die Computertomographie ausgedehnt bei intensivpflichtigen Patienten zur Unterstützung weiterer Therapieentscheidungen einzusetzen. Der Bezug zur „Fokusdiagnostik“ mittels CT ist in der hiesigen Literatur nicht beschrieben.

In früheren Studien, z.B. von Hastings K. Wright, M. D., et al 1982 wurde publiziert, dass intraabdominelle Abszesse trotz der sehr genauen Schnittbilddiagnostik mittels CT und Sonographie nicht signifikant erkannt werden im Gegensatz zu den traditionellen Methoden wie z.B. durch klinische Untersuchungen, Laborparameter etc.. Dies wird dann erheblich, wenn ein z. B. Abszess zu drainieren und/oder zu lokalisieren

ist. Bei untersuchten 80 Fällen basierte in nur 12,5 % die Entscheidung alleine auf der bildgebenden Technik und zudem erst spät nach festgestellter Verletzungsdiagnose. Zusammenfassend lässt sich daraus schließen, dass bei unklarem Fieber/Fokus bei abdomineller Verletzung der alleinige Gebrauch der bildgebenden Schnittbildverfahren spezifisch ist, aber nur eine limitierte Rolle spielt, wenn nicht physische Zeichen, wie z.B. Fieber, auf einen Abszess die klinische Entscheidung bestätigen [24].

Im Gegensatz hierzu beschrieb schon eine sehr viel frühere Studie von Richard H. Daffner, M. D., et al 1978, dass die Diagnose von intraabdominellen Abszessen mittels CT die sicherste, schnellste und genaueste Methode zur Diagnostik ist. Bei fünf Patienten mit verschiedenen intraabdominellen Abszessen wurde nur durch die CT die korrekte Diagnose gesichert. Außerdem kann die genaue Lokalisation des Abszess in Bezug zum Bauchfell und zur eventuellen perkutanen Drainage berechnet werden. Schlußfolgernd sollte die CT frühzeitig durchgeführt werden bei v. a. intraabdominelle Abszesse bei Patienten mit normalen oder nicht überzeugenden nativ Röntgenbilder [1, 13, 20].

Eine Studie von Fuchsjäger M., et al 2000, berichtet über Computertomographien des Thorax bei Patienten der Intensivstation, insbesondere über die ergänzenden Informationen zur Nativ-Diagnostik des normalen Röntgen-Thorax-Bildes. Hierbei wurden die normalen Röntgen-Thorax-Bilder und die Thorax-CT-Bilder von 25 Patienten der Intensivstation von zwei Radiologen interpretiert und die zusätzlichen Informationen, welche durch die CT diagnostiziert wurden analysiert. Ferner wurde die diagnostische und therapeutische Relevanz beurteilt. Bei 22 Patienten (88%) enthüllte die CT 35 zusätzliche Details mit der korrespondierenden konventionellen Thorax-Aufnahme. In 7 Fällen (28 %) führte dies zu einer Modifikation des Patientenmanagements, wie z.B. bei Mediastinitis, Dislokation des Beatmungstubus, Mediastinalabszess und Pneumothorax. Bei 7 Patienten mit Thorakostoma waren 3 Tuben malpositioniert, was nur durch die CT-

Diagnostik aufgezeigt werden konnte. In 10 von 21 Fällen (48%) konnte ein Pleuraerguss nur durch die CT dargestellt werden. In 3 von 5 Fällen (60%) ist ein Pneumothorax ebenfalls nur durch die CT diagnostiziert worden. Insgesamt ließ sich daraus schließen, dass das Thorax-CT bei Intensivpatienten signifikante Informationen zur Nativ-Diagnostik liefert, insbesondere wenn spezielle Probleme oder Fragen zur weiteren Therapieentscheidung und Patientenmanagement auftraten [18].

Eine Studie von N. Pinto Leite et al von 2004 berichtet über die Wertigkeit der CT bei Diagnostik von Appendizitiden und deren Komplikationen. Überprüft wurden verschiedene CT-Protokolle über Appendizitiden und deren spezielle Details, um zur Diagnose „Appendizitis“ zu gelangen. Ebenfalls diskutiert wurden deren Zeichen für unübliche Manifestationen wie chronische oder rezidivierende Appendizitiden und deren Charakteristika, welche zwischen Appendizitiden und anderen entzündlichen und neoplastischen Ileocecalveränderung unterscheiden. Die Patienten wurden mittels Spiral-CT untersucht. Im Ergebnis ist die CT mit ihrer sehr genauen und nicht invasiven Methode die etablierte Untersuchung in der Diagnostik des „Akuten Abdomen“ und zeigt eine hohe Sensivität sowie Spezifität der Diagnostik und Differenzialdiagnose der Appendizitis insbesondere im frühen Stadium [6, 7, 8, 9, 14, 25, 44, 53, 55, 56].

Insgesamt sollte die Computertomographie basierend auf den vorgelegten Ergebnissen großzügig eingesetzt werden bei Intensivpatienten mit unklarem entzündlichem Fokus zur Unterstützung weiterer Therapieentscheidungen.

4.2 Schlussfolgerung

CT-Befunde bei Patienten der Intensivstation mit einem entzündlichen Fokus unklarer Herkunft haben eine beträchtliche Auswirkung auf die Entscheidung der Folgebehandlung. Insbesondere die Bestätigung eines entzündlichen Fokus scheint die Häufigkeit einer anschließenden OP zu

reduzieren. Ebenfalls scheint eine anschließende Antibiotikatherapieumstellung oder Umstellung der schon vorhandenen Therapie sich zu reduzieren oder zu bestätigen. Keine der ausgewerteten Laborparameter bewies einen aussagekräftigen Wert in Bezug auf positive oder negative CT-Befunde.

5. ABKÜRZUNGEN UND DEFINITIONEN

ACT	Abdomen-Computertomographie
Ca	Karzinom
CCT	Schädel-Computertomographie
CT	Computertomographie
Ds	Schichtdicke
HE	Hounsfield-Einheiten
i. v.	Intravenös
KM	Kontrastmittel
KV	Kilovolt
mA	milli Ampere
mAs	milli Amperesekunde
mSv	milli Sievert
MDP	Magen-Darm-Passage
MPR	Multiplanare Rekonstruktionen
MSCT	Multislice-Computertomographie
NNH	Nasennebenhöhlen
OBB	Oberbauch
OP	Operation
Pixel	Element der Bildmatrix
SCT	Slice-Computertomographie
TCT	Thorax-Computertomographie
Tu	Tumor
Voxel	auf ein Pixel abgebildetes Volumenelement
Z. n.	Zustand nach

6. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war die Evaluierung der Wertigkeit der Computertomographie (CT) zur Identifizierung eines entzündlichen Fokus bei intensivpflichtigen Patienten mit Fieber unklarer Genese (FOUO).

Mittels einer Mehrzeilen-Spiral-CT wurden 113 Untersuchungen bei 82 konsekutiv intensivpflichtigen Patienten (69 Männer, 13 Frauen, durchschnittliches Alter: 55,2 Jahre) mit FOUO durchgeführt. Die Patienten wurden in eine Gruppe mit und eine Gruppe ohne CT-graphisch nachweisbaren Fokus unterteilt, wobei Befunde der Nasennebenhöhlen aufgrund der Häufigkeit von Verschattungen bei intubierten Patienten unberücksichtigt blieben. Die Gruppen wurden betreffend der klinischen und laborchemischen Parameter (Leukozytose, C-reaktives Protein (CRP), Laktat), der Therapie (Beatmung (assistiert/kontrolliert), Katecholamintherapie, Antibiotikagabe, operativer Therapie innerhalb von drei Tagen nach Durchführung der Bildgebung verglichen. Des Weiteren wurde die Mortalität während der Hospitalisierung in Bezug auf die Bildgebung analysiert. Zur statistischen Auswertung wurde der χ^2 -Test durchgeführt. Für die Berechnung des Vorhersagewertes eines positiven oder negativen CT-graphischen Fokuspunkts wurde die odds ratio (OR) berechnet.

Im Ergebnis konnte bei 47 (41,6%) der Patienten mittels der CT ein entzündlicher Fokus nachgewiesen werden. Zwischen beiden Gruppen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede für das Vorliegen einer Leukozytose ($p=0,385$), einer CRP-Erhöhung ($p=0,39$) oder ein erhöhtes Laktat ($p=0,467$). Ebenso ergab sich für eine durchgeführte Katecholamintherapie kein signifikanter Unterschied ($p=0,774$), wie auch für die Art der Beatmung ($p=0,884$, $0,949$). Die Wahrscheinlichkeit nach einem negativen CT Befund eine antibiotische Therapie zu erhalten ist 1,27-mal höher als mit einem positiven Befund (95%

Konfidenzintervall (KI), 0,8; 1,99). Nach einem negativen CT Befund wurden die Patienten 3,87-mal häufiger einer Operation unterzogen als bei einem positiven Befund (95% KI, 1,05; 14,25). Die Wahrscheinlichkeit nach einem positiven Befund zu versterben liegt 1,48-mal höher als bei einem negativen Befund (95% KI, 0,89; 2,44).

Die CT bei intensivpflichtigen Patienten hat einen substantiellen Einfluss auf weitere Therapieentscheidungen. Insbesondere scheint die Sicherung eines entzündlichen Fokus die Häufigkeit eines chirurgischen Eingriffs zu reduzieren. Keine der evaluierten laborchemischen Parameter hat einen prädiktiven Wert für einen positiven oder negativen CT Befund.

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. Alfidi, R. J., J. R. Haaga “ Computed Body Tomography”, Radiol. Clin. North Am. 1976; 14: 5563
2. Alzen, G., A. Stargardt “Neues Konzept zur rationellen Notfalldiagnostik polytraumatisierter Patienten”, Radiologie 1995; 35:406-408
3. Arbeitsgemeinschaft „Scoring“ der DGU „Das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie“, Unfallchirurg 1994; 97: 230-237
4. Baker, S. P. , B. O'Neill, W. Haddon, W. B. Long “ The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluation emergency care”, J. Trauma 1974; 143: 187-193
5. Beck, A., F. Gebhard, T. Fleiter, E. Pfenninger, L. Kinzl “Zeitoptimiertes modernes Schockraummanagement unter Einsatz digitaler Techniken“, Unfallchirurg 2002; 105: 292-296
6. Berry, J. Jr., R. A. Malt “ Appendicitis near its centenary”, Ann Surg 1984; 200: 567-575

7. Birnbaum, B. A., S. R. Wilson „Appendicitis at the millenium“, Radiology 2001; 215: 337-348
8. Birnbaum, B. A., R. B. Jeffrey „CT and sonographic evaluation of acute right lower quadrant abdominal pain“, AJR 1998; 170:361-371
9. Bongard, F., D. V. Landers, D. Lewis “Differential diagnosis of appendicitis and pelvic inflammatory disease: a prospective analysis”, Am J Surg 1985; 150: 90-96
10. Bouillon, B., E. Neugebauer „Outcome after polytrauma“, Langenbecks Arch. Surg. 1998; 383: 228-234
11. Buehne, K. H., N. Zuegel, E. Mayr, Haeuser „Routineeinsatz von Abdomensonographie und Oberbauch-CT beim Polytrauma-Analyse der Therapierelevanz bei 105 Patienten“, Chirurg 2001; 72: 43-48
12. Classen, M., V. Diehl, K. Kochsiek „Innere Medizin“, Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore; 2: 1097-1098, 1287-1299
13. Daffner, R. H., M. D. Halber, C. L. Morgan, W. S. Trought, W. M. Thompson, R. P. Rice “Computed Tomography in the Diagnosis of Intra-abdominal Abscesses” J. B. Lippincott Company 1978; 189:1

14. Ege, G., H. Akman, A. Sahin, D. Bugra, K. Kuzucu „Diagnostic value of unenhanced helical CT in adult patients with suspected acute appendicitis”, BR. J. Radiol. 2002; 75: 721-725

15. Firsching, R., D. Woischneck „Zeitlicher Ablauf der Diagnostik“, Diskussion zu dem Beitrag Radiologische Diagnostik polytraumatisierter Patienten von R. Löw und Mitarb., Deutsches Ärzteblatt 26/2001, Dtsch. Ärzteblatt 99: 111

16. Fishman, E. K. „Spiral CT: Applications in the Emergency patient“, Radiographics 1996; 16:943-948

17. Fosse, J., Y. Cohen, P. Karoubi, M. Brauner, P. Attali, J. Azorin, P. Hoang “Initial evaluation of thoracic injuries. Comparison of pulmonary radiography and x-ray computed tomography”, Presse Med 1997;26: 1232-1325

18. Fuchsjäger, M., M. Hormann, P. Germann, G. Lechner, C. Herold „Thoracic CT scan in intensive care unit patients: information supplementary to thoracic radiography“ Röntgenpraxis 2000;52(10-12): 322-9

19. Galanski, M., M. Prokop “Ganzkörpercomputertomographie”, Thieme 1998; 4-32

20. Haaga, J. R., T. R. Havrilla, N. E. Reich, R. J. Alfidi “CT Detection of Intra-abdominal Abscesses, submitted for

publication”, Presented 78th annual meeting of Am. Roentgen Ray Soc., 1977

21. Häuser, H., K. Bohnhoff „ Radiologisches Notfallmanagement polytraumatisierter Patienten“, Radiologie 1998; 38: 637-644
22. Häuser, H., K. Bohnhoff, A. Rüter „Der traumatologische Notfall im Schockraum: Analyse des Spektrums und des Zeitbedarfs der bildgebenden Diagnostik“, Unfallchirurg 1998; 101: 129-136
23. Häuser, K. Bohnhoff „Radiological emergency management of multiple trauma patients“, Emerg. Radiol. 1999; 6: 61-69
24. Hastings, K., E. Dunn, J. D. MacArthur, O. Pelliccia „ Specific but limited role of new imaging techniques in decision-making about intraabdominal abscesses”, American Journal of Surgery 1982; 143: 456-459
25. Heaston, D. R., J. S. McClellan, D. K. Heaston “Community hospital experience in 600+ consecutive patients who underwent unenhanced helical CT for suspected appendicitis”, AJR 2000; 174 (American Roentgen Ray Society 98th Annual Meeting Abstract Book suppl): 53
26. Heyer, CM., G. Rduch, T. Kagel et al (2005) “Prospektive , randomisierte Evaluation eines modifizierten Mehrdetektor-CT-Protokolls in der Initialdiagnostik beim Polytrauma”, Fortschr. Röntgenstr. 177: 242-249

27. Hidajat, N., J. Maurer, R. J. Schroder, M. Wolf, T. Vogel, R. Felix „Radiation exposure in spiral computed tomography. Dose distribution and dose reduction”, Invest Radiol. 1999; 34: 51-57
28. Hofer, M. „CT-Kursbuch“, Verlag Didamed 1998; 2: 6-13
29. Jung, H. „Strahlenrisiken“, Ewen K. (Hrsg) Moderne Bildgebung, Georg Thieme, Stuttgart New York 1998; 24-44
30. Kalender WA (2000) Computertomographie, Publicis MCD, Siemens AG
31. Klöppel, R., D. Schreiter, J. Dietrich, C. Josten, T. Kahn „Frühes klinisches Management nach Polytrauma mit 1- und 4-Schicht-Spiral-CT“, Radiologie 2002; 42: 541-546
32. Lawin, P. „Praxis der Intensivbehandlung“, Thieme, Stuttgart-New York 1989
33. Leidner, B., M. Adiels, P. Aspelin et al (1998) „Standardized CT examination of the multitraumatized patient”, Eur. Radiol. 8: 1630-1638

34. Linsenmaier, U., (1998) „Umstrittenes Konzept beim Polytrauma: Ganzkörper Spiral-CT als Nativuntersuchung“, Fortschr. Röntgenstr.; 168: 306
35. Linsenmaier, U., J. Rieger, T. Brandl et al (2000) „New method for fast spiral CT of trauma patients: Rush CT“, Emerg. Radiol. 7: 135-141
36. Linsenmaier, U., K. G. Kranz, W. Mutschler, K. J. Pfeifer (2001) „Radiologische Diagnostik beim Polytrauma: Interdisziplinäres Management“, Fortschr. Röntgenstr., 173: 485-493
37. Linsenmaier, U., M. Krötz, H. Häuser et al (2002) „Whole –body computed tomography in polytrauma: techniques and management, Eur. Radiol., 12:485-493
38. Löw, R., C. Drüber, F. Schweden et al (1997) „Ganzkörper-Spiral-CT zur Primärdiagnostik polytraumatisierter Patienten unter Notfallbedingungen“, Fortschr. Röntgenstr. 166: 382-388
39. Löw, R., C. Düber, K. F. Kreitner, J. Blum, P. M. Rommens, F. Schweden, M. Thelen „Radiologische Diagnostik polytraumatisierter Patienten. Management unter Verwendung der Ganzkörper-Spiral-CT“, Dtsch. Ärzteblatt 2001; 98: 1496-1501

40. Messmer, P., R. Löw, A. L. Jacob “ Interdisziplinäres Management von polytraumatisierten Patienten“, Radiologie up2date 2001; 3: 275-295

41. Nast-Kolb, D., C. Waydhas, K. G. Kanz, L. Schweiberer „Algorithmus für das Schockraummanagement beim Polytrauma“, Unfallchirurg 1994; 97: 292-302

42. Novilline, R. A., J. T. Rhea, P. M. Rao, J. L. Stuk (1999) “Helical CT in emergency radiology”, Radiology 213: 321-339

43. Ostermann, P. A. W., R. Laun, D. Richter, J. Seifert, A. Ekkernkamp „Die Bedeutung der Spiralcomputertomographie beim Management des Polytraumatisierten“, Poly-Trauma/Trauma-Forschung, Vortrag Universität Greifswald 2001

44. Pinto Leite, N., J. M. Pereira, R. Cunha, P. Pinto, C. Sirlin “CT Evaluation of Appendicitic and its Complications: Imaging Techniques and Key Diagnostic Findings, American Roentgen Ray Society 2005; 185: 406-417

45. Prokop, A., H. Hötte, K. Krüger, K. E. Rehm, J. Isenberg, G. Schiffer „Multislice-Spiral-CT zur Diagnostik beim Polytrauma“, Unfallchirurg, Springer Medizin Verlag 2006; 10.1007/s00113-006-1086-5

46. Roszler, M. H. „Blunt abdominal trauma: computed tomography, ultrasound, or diagnostic peritoneal lavage: when and by whom?“, Emerg. Radiol. 1998; 6: 403-406

47. Rucholtz, S., C. Waydhas, T. Schroeder, K. Piepenbrink, H. Kühl, D. Nast-Kolb "Stellenwert der Computertomographie in der frühen klinischen Behandlung schwer verletzter Patienten", Chirurg, Springer Verlag 2002; 73: 1005-1012
48. Scherer, J., P. Rupp, E. Sebisch, E. Höcherl (1999) „Präklinische und klinische Erstversorgung des Patienten mit Polytrauma“, Rettungsdienst 12: 36-43
49. Schumpelick, V. Bleese, N. Mommsen, U. „Chirurgie“, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1994, 3: 3-127
50. Schuster, H. P. „Notfallmedizin“, Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore 1989
51. Schuster, H.P., P. Schölmerich, H. Schönborn, P.P. Baum „Intensivmedizin“, Thieme, Stuttgart-New York 1988
52. Siemens Weisbuch für SOMATOM Plus 4 Zoom (2000)
53. Silen, W. „Cope's early diagnosis of acute abdomen", 19th ed. New York. NY: Oxford University Press, 1996:5

54. Trupka, A., C. Waydhas, K. K. Hallfeldt, D. Nast-Kolb, L. Schweiberer "Value of thoracic computed tomography in the first assessment of the severely injured patients with blunt chest trauma: results of a prospective study", J. Trauma 1997; 43: 405-410
55. Urban, B. A., E. K. Fishman "Targeted helical CT of acute abdomen: appendicitis, diverticulitis, and small bowel obstruction", Semin Ultrasound CT MR 2000; 21: 20-39
56. Urban, B. A., E. K. Fishman "Tailored helical CT in evaluation of acute abdomen", RadioGraphics 2000; 20: 725-749
57. Waydhas, C., K. G. Kanz, S. Ruchholtz, D. Nast-Kolb „Algorithmen in der Traumaversorgung“, Unfallchirurg 1997; 100: 913-921
58. Wegener, O. H. „Ganzkörpercomputertomographie“, Blackwell Wissenschaft, Berlin 1992, 2: 3-8, 81-94,
59. Zintl, B. S. Ruchholtz, D. Nast-Kolb, C. Waydhas, L. Schweiberer „I. Qualitätsmanagement in der frühen klinischen Polytraumaversorgung- I. Dokumentation der Behandlung und Beurteilung der Versorgungsqualität“, Unfallchirurg 1997; 100: 811-819

8. DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. med. G. Adam, dem Direktor der Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Diagnostikzentrums des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf danke ich für die Überlassung des Themas.

Herrn PD Dr. med. Christian Habermann aus der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie gilt mein besonderer Dank für die zahlreichen wertvollen Anregungen und Hinweise, sowie die immer wieder sehr anregenden Diskussionen, mit denen er diese Arbeit förderte. Herzlichen Dank ebenso für die ausgesprochen hilfreiche Unterstützung und Betreuung während des gesamten Zeitraumes.

9. LEBENSLAUF

Name	Melanie Schaumann, geb. Hauschildt
Geb.:	24. Juli 1969 in Hamburg
Eltern:	Irene und Dr. med. Eckart Hauschildt
1975-1979	Besuch der Grundschule „Eberhofweg“ in Hamburg
1979-1981	Besuch der Orientierungsstufe „Grellkamp“ in Hamburg
1981-1988	Besuch des Gymnasiums Langenhorn in Hamburg
Juni 1988	Abitur
1989	Beginn des Medizinstudiums an der Universität Hamburg
1992	Ärztliche Vorprüfung
1993	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
1995	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
1996	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
1996-1998	AIP in der Röntgenpraxis Dres. med. Adam, Selle, Ahlendorf, Franke
1998	Erteilung der Approbation als Ärztin
August 1998	Hochzeit mit Herrn Marc Schaumann
1998-2000	Assistenzärztin in der Radiologie in der Praxis Dres. med. Adam, Selle
2000-2001	Assistentin in der Nuklearmedizin in der Praxis Dres. med. Franke, Adam, Selle
2002-2003	Assistentin in der Abteilung Radiologie Bethesda AK Bergedorf
2004-2006	Assistentin in der Abteilung Radiologie AK Wandsbek
Seit 2006	Assistentin in der Radiologie der Röntgenpraxis Conradia in Hamburg
Juli 2007	Fachärztin für Radiologie
12/ 2007	Fertigstellung der schriftlichen Endfassung der vorliegenden Doktorarbeit

ERKLÄRUNG

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Angaben (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe, und dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.