

Aus der Klinik für Radiologie und Strahlentherapie
der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Volumetrie von Pleuraergüssen mittels Sonographie und
Computertomographie**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät der Charité –
Universitätsmedizin Berlin

von

Judith Schmidt

aus Berlin

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. U. Teichgräber

2. Prof. Dr. med. J. C. Böck

3. Priv.-Doz. Dr. med. Th. Benter

Datum der Promotion: 1. 3. 2007

Abkürzungsverzeichnis

ARDS	„Adult Respiratory Distress Syndrom“, akutes Atemnotsyndrom des Erwachsenen
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomographie
DICOM	„Digital Imaging and Communications in Medicine“, offener Standard zum Austausch von Bildern in der Medizin
et. al.	„et aliae“ , und andere
GE	Gesamteiweiß
HE	Hounsfield-Einheiten
ICC	„Intraclass Correlation Coefficient“, Koeffizient zum Vergleichen von Werten gleicher Klasse
ICR	Intercostalraum
KI	Konfidenzintervall
LDH	Laktatdehydrogenase
ml	Milliliter
mm	Millimeter
MHz	Megahertz
PACS	„Picture Archiving and Communication System“, Bildarchivierungs- und Kommunikationssysteme in der Medizin auf der Basis digitaler Rechner und Netzwerke
p	Signifikanz
PEEP	„Positive Endexpiratory Pressure“, positiver endexpiratorischer Druck
R ²	Bestimmtheitsmaß
r	Regressionskoeffizient
SPSS ®	„Superior Performance Software System“, Programmpaket zur Statistischen Analyse von Daten
US	Ultraschall
u.s.w.	und so weiter
V	Volumen
Z. n.	Zustand nach
z. B.	zum Beispiel

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hauptursachen für die Entstehung von Pleuraergüssen (ohne Hämatothorax und Chylothorax) nach Wilson et al. 1997 [22]	11
Tabelle 2: Grunderkrankungen der untersuchten Patienten	36
Tabelle 3: Nachweis von Pleuraergüssen im Thoraxröntgen beim liegenden Patienten. 110 Einzeluntersuchungen an 50 Patienten. Sonographisch in allen Fällen Erguß korrekt nachgewiesen [8]	48
Tabelle 4: Gegenüberstellung der Tabellen für die klinische Abschätzung des Ergußvolumens von Eibenberger et al. [15] und der vorliegenden Arbeit...	49
Tabelle 5: Gegenüberstellung der Tabellen für die klinische Abschätzung des Ergußvolumens von Eibenberger et al. [15] und der vorliegenden Arbeit...	50
Tabelle 6: Abschätzung des Volumens anhand der sonographisch gemessenen Dicke der Flüssigkeitssichel.....	58
Tabelle 7: Abschätzung des Volumens anhand der sonographisch gemessenen Dicke der Flüssigkeitssichel.....	59
Tabelle 8: Gegenüberstellung der gemessenen und errechneten Volumina der Patienten mit diuretischer Therapie	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Fotografie der sonographischen Untersuchung.....	29
Abbildung 2:	Ausmessen der Dicke der Flüssigkeitssichel des Pleuraergusses in der Sonographie	30
Abbildung 3:	Bildschirmfoto: Schichtbild einer Thorax-CT-Aufnahme und dreidimensionale Darstellung des zugehörigen Pleuraergusses	31
Abbildung 4:	Bildschirmfoto: Mit Mauszeiger markierte Region (grün: in die Volumenberechnung eingeschlossenes Volumen) in der CT-Einzelschicht nach Schwellenwertdefinition (rot: aus der Volumenberechnung ausgenommenes Volumen).....	32
Abbildung 5:	Boxplot der Altersstruktur	35
Abbildung 6:	Regressionsdiagramm für den 9. ICR: gemessenes Volumen (in der CT) gegen Dicke der Flüssigkeitssäule im 9.ICR (im US)	37
Abbildung 7:	Regressionsdiagramm für den 8.ICR: gemessenes Volumen (in der CT) gegen Dicke der Flüssigkeitssäule im 8.ICR (im US)	39
Abbildung 8:	Regressionsdiagramm für den 7.ICR: gemessenes Volumen (in der CT) gegen Dicke der Flüssigkeitssäule im 7.ICR (im US)	40
Abbildung 9:	Regressionsdiagramm für den 6.ICR: gemessenes Volumen (in der CT) gegen Dicke der Flüssigkeitssäule im 6.ICR (im US)	41
Abbildung 10:	Regressionsdiagramm für den 5.ICR: gemessenes Volumen (in der CT) gegen Dicke der Flüssigkeitssäule im 5.ICR (im US)	42
Abbildung 11:	Regressionsdiagramm für den 4.ICR: gemessenes Volumen (in der CT) gegen Dicke der Flüssigkeitssäule im 4.ICR (im US)	43
Abbildung 12:	gemessenes Volumen (in der CT) gegen errechnetes Volumen aus ICR6 (im US)	45
Abbildung 13:	gemessenes Volumen (in der CT) gegen errechnetes Volumen aus ICR6 (im US)	55

Abbildung 14: gemessenes Volumen (in der CT) gegen errechnetes Volumen aus ICR6 (im US) ohne absolutes Glied.....	56
Abbildung 15: Balkendiagramm: Zeit zwischen CT und Ultraschall.....	63

Einleitung	9
1 Problemabgrenzung und Arbeitsgrundlagen	10
1.1 Klinik und Pathogenese von Pleuraergüssen.....	10
1.1.1 Physiologie der Produktion von pleuraler Flüssigkeit.....	10
1.1.2 Pathophysiologie der Pleuraergußbildung	10
1.1.3 Diagnose und Therapie von Pleuraergüssen	14
1.2 Sonographie.....	18
1.2.1 Sonographie als diagnostisches Verfahren.....	18
1.2.2 Sonographische Morphologie von Lunge und Pleura	19
1.2.3 Sonographische Darstellung von Pleuraergüssen	22
1.3 Computertomographie	23
1.3.1 Computertomographie als diagnostisches Verfahren.....	23
1.3.2 Computertomographische Darstellung von Lunge und Pleura.....	24
1.3.3 Computertomographische Darstellung von Pleuraergüssen.....	25
2 Methodik und Patientenkollektiv	27
2.1 Studienkonzept	27
2.1.1 Ziele der Studie	27
2.2 Patientenauswahl.....	27
2.3 Definition und kritische Auseinandersetzung mit den Arbeitsgrundlagen.....	29
2.3.1 Durchführung der Sonographie	29
2.3.2 Volumetrie der Pleuraergüsse anhand der CT- Bilder.....	31
2.4 Erhebung der Daten.....	33
2.4.1 Ort und Zeitraum der Datenerhebung	33
2.4.2 Verwendete Geräte	33
2.4.3 Durchführung der Untersuchung	33
2.5 Auswertung der Daten	34
2.5.1 Statistische Auswertung.....	34
3 Ergebnisse	35
3.1 Altersstruktur und Grunderkrankungen des Patienten-kollektivs.....	35
3.2 Ergebnisse der Messungen in Formeln und Tabellen	37

4 Diskussion.....	46
4.1 Gesamtdiskussion der Ergebnisse und Literaturübersicht	46
4.1.1 Patientenkollektiv	46
4.1.2 Sonographie der Pleuraergüsse.....	46
4.1.3 Volumetrie der Pleuraergüsse mittels CT.....	52
4.1.4 Statistik.....	54
4.1.5 Erstellte Formel zur Berechnung des Volumens von Pleuraergüssen mittels Sonographie	58
4.2 Kritische Analyse der Untersuchungstechnik	60
4.2.1 Sonographische Messung.....	60
4.2.2 Volumetrie der Pleuraergüsse mittels CT:.....	61
4.2.3 Einfluß von Meßmethoden-unabhängigen Störfaktoren auf die Meßergebnisse:	62
4.3 Beurteilung der Repräsentativität und Übertragbarkeit der Ergebnisse	65
4.4 Ausblicke und klinische Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen	66
5 Zusammenfassung	67
6 Anhang.....	69
6.1 Literaturverzeichnis	69
6.2 Lebenslauf	79
6.3 Danksagung.....	80
6.4 Eidesstattliche Erklärung.....	81

Einleitung

Im Zusammenhang mit zahlreichen Grunderkrankungen treten bei Patienten Pleuraergüsse auf. Weil sich diese Ergüsse direkt auf Atmung und Kreislauf auswirken, ist es für die behandelnden Ärzte wichtig, ihr Volumen zu kennen [1, 2]. Das Volumen spielt insbesondere bei der Entscheidung für eine therapeutische Punktion oder Drainage eine Rolle, ebenso in der Verlaufskontrolle der Ergüsse [3, 4]. Das Volumen von Pleuraergüssen zu ermitteln ist immer noch mit Schwierigkeiten verbunden.

Die Thoraxsonographie ist der konventionellen Röntgendiagnostik im Nachweis von Pleuraergüssen überlegen [5]. Auf einer Standardröntgenaufnahme im Stehen liegt die radiologische Nachweisgrenze eines Pleuraergusses im Mittel bei mindestens 150 ml [6]. Auf Röntgenaufnahmen im Liegen sind bestehende Pleuraergüsse nur in etwa der Hälfte der Fälle nachweisbar [7, 8]. Sonographisch sind am stehenden oder sitzenden Patienten bereits Ergüsse ab 5 ml sicher darstellbar [9]. Beim Nachweis von Pleuraergüssen schneidet die Sonographie (Sensitivität 100%, Spezifität 99,7%) deutlich besser ab als die Röntgenaufnahme des Thorax im Stehen (Sensitivität 71%, Spezifität 98,5%) [10]. In der Sonographie bereiten Atelektasen, ein Zwerchfellhochstand, Tumoren oder Pleuraschwarten im Gegensatz zum Röntgenbild keine Abgrenzungsschwierigkeiten [3, 11, 12, 13, 14]. Die sonographische Untersuchung ist bettseitig durchführbar und zu Kontrollzwecken beliebig wiederholbar. Die Sonographie ist gegenüber der Röntgenaufnahme nicht nur das genauere, sondern auch das für Intensivpatienten besser verfügbare Verfahren [15].

Es existieren mehrere Arbeiten zur sonographischen Abschätzung des Volumens von Pleuraergüssen in flacher Rückenlage oder am sitzenden Patienten [5, 15, 16]. Viele Patienten mit Pleuraergüssen sind jedoch durch die starke Beeinträchtigung ihrer Erkrankung nicht in der Lage, sich flach auf den Rücken zu legen oder sich für die sonographische Untersuchung aufzusetzen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde nach einer möglichst einfachen und klinisch praktikablen Möglichkeit zur sonographischen Volumetrie von Pleuraergüssen gesucht. Es wurde eine Methode entwickelt, Pleuraergüsse durch das Ausmessen einer einzigen Strecke in 30° Oberkörperhochlage des Patienten einfach und schnell abzuschätzen.

6.2 Lebenslauf

„Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.“

6.3 Danksagung

Ich danke ganz besonders Priv.-Doz. Dr. med. U. Teichgräber für die stets hervorragende und motivierte Betreuung meiner Arbeit. Darüber hinaus möchte ich mich bei ihm für die Überlassung dieses Themas bedanken.

Desweiteren danke ich Dr. med. T. Ehrenstein und allen anderen Mitarbeitern der Klinik für Radiologie und Strahlentherapie des Rudolf-Virchow-Klinikums, die mich bei der Durchführung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die mich immer unterstützt und motiviert haben.

6.4 Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Judith Schmidt, erkläre, daß ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: Volumetrie von Pleuraergüssen mittels Sonographie und Computertomographie selbst verfaßt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfaßt und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum

Unterschrift

1.3. 2007

Judith Schmidt