

Aus dem Fachbereich Humanmedizin
der Johann Wolfgang von Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Zentrum der Radiologie
Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
Direktor: Prof. Dr. med. Thomas J. Vogl

CT-gesteuerte Punktionen unklarer Lungenherde

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
des Fachbereiches Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

vorgelegt von
Saloumeh Roshanaei Moghaddam

Frankfurt am Main, 2006

Dekan: Prof. Dr. J. Pfeilschifter

Referent: Prof. Dr. V. Jacobi

Koreferent: Prof. Dr. G. Oremek

Datum der Promotion: 02.03.2009

Diese Dissertation widme ich meiner Mutter und meinem Bruder,
ohne deren Unterstützung und
Vertrauen so vieles nicht möglich gewesen wäre.

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung.....	1
1.1	Historische Aspekte der Lungenbiopsien.....	1
1.2	Aktuelle Bedeutung der perkutanen Biopsien von Läsionen im Thoraxbereich.....	1
1.3	Technische Aspekte.....	2
2	Fragestellung / Ziel der Studie.....	3
3	Material und Methoden.....	4
3.1	Patienten.....	4
3.2	Indikationsstellung.....	4
3.3	Präinterventionelle Planung und Vorbereitung.....	5
3.3.1	Präinterventionelles Bildmaterial.....	5
3.3.2	Klinische Parameter.....	5
3.3.3	Patientenaufklärung.....	5
3.3.4	Präparataufbereitung.....	5
3.4	Durchführung.....	6
3.4.1	Patientenlagerung.....	6
3.4.2	Durchführung der Biopsie.....	7
3.4.3	Nachsorge.....	8
3.4.4	Auswertung der Rohdaten.....	8
3.5	Bildmaterial.....	8
3.6	Histologie.....	9
3.6.1	Statistische Auswertung der Diagnosen.....	10
3.7	CT-Steuerungsverfahren.....	12
3.8	Nadeltyp.....	15
3.9	Standardisierter Auswertungsbogen.....	15
3.9.1	Patientendaten.....	16
3.9.2	Herddaten.....	16
3.9.3	Punktionsdaten.....	16
3.9.4	Komplikationen.....	17
3.9.5	Diagnose.....	18
3.9.6	Sonstiges.....	18
4	Ergebnisse.....	19
4.1	Patientendaten.....	19
4.1.1	Alter und Geschlecht.....	19
4.1.2	Patientenlagerung.....	20
4.2	Diagnose der Raumforderung.....	21
4.2.1	Radiologische Verdachtsdiagnose der Raumforderungen.....	21
4.2.2	Diagnose der histologischen Ergebnisse.....	22

4.2.3	Korrelation Verdachtsdiagnose und histologischer Diagnose.....	25
4.3	Herddaten: Form, Begrenzung und Größe.....	31
4.3.1	Herdlage.....	31
4.3.2	Herdform.....	33
4.3.3	Herdbegrenzung.....	34
4.3.4	Herdgröße.....	35
4.3.5	Einschmelzung.....	37
4.4	Punktionsdaten: Nadelart, Pleuratiefe, Pleurapassagen, Punktionszeit.....	38
4.4.1	Nadelart und Dignität.....	38
4.4.2	Pleuratiefen.....	39
4.4.3	Punktionstiefe.....	40
4.4.4	Pleurapassagen.....	40
4.4.5	Punktionsdauer.....	41
4.4.6	Korrelation Punktionsdauer und Herdgröße.....	41
4.4.7	Punktionswiederholung.....	42
4.5	Komplikationen / Nebenbefunde.....	42
4.5.1	Komplikationsarten / Nebenbefundarten.....	44
4.5.1.1	Blutungen.....	44
4.5.1.2	Pneumothorax.....	44
4.5.1.3	Hämoptyse.....	45
4.5.1.4	Verteilung der Komplikationen / Nebenbefunde.....	45
4.5.2	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdlage.....	46
4.5.3	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdform.....	47
4.5.4	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdbegrenzung.....	48
4.5.5	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Nadelart.....	49
4.5.6	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdbegrenzung.....	50
4.5.7	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Punktionstiefe.....	51
4.5.8	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Pleurapassagen.....	51
4.5.9	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Punktionszeit.....	52
4.5.10	Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Nadelart.....	53
5	Abbildungen.....	55
5.1	Nadelarten.....	55
5.2	Patientenfälle.....	55
5.2.1	Fall 1.....	56
5.2.2	Fall 2.....	57
5.2.3	Fall 3.....	58
5.2.4	Fall 4.....	59
5.2.5	Fall 5.....	60
5.2.6	Fall 7.....	61
6	Diskussion.....	63
6.1	Einleitung.....	63
6.2	Bildgebende Methoden.....	64
6.2.1	Standard Röntgenthoraxbild.....	64
6.2.2	Computertomographie.....	64
6.3	Techniken der Materialentnahme.....	65
6.3.1	Bronchoskopische Verfahren.....	65
6.3.1.1	Bronchoskopie.....	65

6.3.1.2	Bronchioalvoläre Lavage.....	66
6.3.1.3	Bronchialbürstung.....	66
6.3.1.4	Sputumzytologie.....	66
6.3.2	Offene Operationen.....	67
6.3.3	Minimalinvasive Verfahren.....	68
6.3.3.1	Thorakoskopie.....	68
6.3.3.2	Mediastinoskopie.....	69
6.3.3.3	Ultraschall-gesteuerte Biopsie.....	69
6.3.3.4	Computertomographisch gesteuerte perkutane Nadelbiopsien.....	70
6.4	Komplikationen.....	73
6.4.1	Pneumothorax.....	73
6.4.2	Blutungen.....	77
6.4.3	Sonstige Komplikationen.....	78
6.4.3.1	Hämoptysen.....	78
6.4.3.2	Hämatothorax.....	79
6.4.3.3	Letalität.....	79
6.4.3.4	Tumorzellverschleppung im Stichkanal.....	80
6.5	Nadelart und -technik und Einfluss auf die Diagnose und Komplikationsrate.....	81
6.6	Bildkriterien in Beziehung zu Komplikationen.....	
6.7	Treffsicherheit bezüglich maligner Erkrankungen.....	82
6.8	Kostenfaktor.....	83
6.9	Fazit.....	84
7	Zusammenfassung.....	85
8	Abstract.....	87
9	Anhang.....	90
9.1	Abkürzungsverzeichnis.....	90
9.2	Abbildungsverzeichnis.....	91
9.3	Tabellenverzeichnis.....	92
9.4	Literaturverzeichnis.....	93
9.5	Danksagung.....	106
9.6	Lebenslauf.....	107
9.7	Ehrenwörtliche Erklärung.....	108

1 Einleitung

1.1 Historische Aspekte der Lungenbiopsien

Die ersten Berichte über Lungenpunktionen stammen aus dem Jahre 1883. Hier hat Leyden erstmals erfolgreich Proben durch die perkutane Biopsie des Thorax an einem Patienten mit infektiöser Pneumonie entnommen [64]. Zuvor hatte er bei anderen an Pneumonie erkrankten Patienten Punktionen durchgeführt, jedoch ohne ein Ergebnis.

Im Jahre 1886 wurde erstmals ein Lungentumor mittels Punktion von Menetrier diagnostiziert [50]. Dabei handelte es sich um eine Blindpunktion, d. h. eine Punktion ohne Sicht auf das Ziel.

In der nachfolgenden Zeit kam es zu keiner nennenswerten Weiterentwicklung von Biopsien. Die Entwicklung stagnierte, so dass kaum Literatur über Biopsien aus dieser Zeit zu finden ist.

Nach 1960 entwickelte sich mehr und mehr die Technik der Steuerung durch bildgebende Verfahren. Zur Steuerung der Biopsien wurden anfangs Röntgen- und Röntgendurchleuchtungsverfahren, später endoskopisch- und Ultraschall-gestützte Methoden, sowie seit den siebziger Jahren, computertomographisch (CT) kontrollierte Verfahren eingesetzt. Die erste Veröffentlichung über diese Möglichkeit zur Steuerung der Punktion stammt aus dem Jahr 1975. Dabei handelte es sich um die Punktion einer retroperitonealen Raumforderung [3].

Die CT-gesteuerte Biopsie ist zurzeit die Standardmethode. Alternative Methoden zur Steuerung der Biopsie sind der Ultraschall und Magnetresonanztomographie (MRT) [1].

Aufgrund der schlechten Schallleitungseigenschaften des Lungengewebes sowie der fehlenden Darstellbarkeit des Pneumothorax (Pneu) in der MRT ist die CT-gesteuerte Biopsie die Methode der Wahl.

Durch geeignete Kontrastmittel zur Gefäßdarstellung sowie durch technische Weiterentwicklungen und Verbesserungen der Biopsienadeln lassen sich Qualität, Genauigkeit und Aussagekraft der Punktionen in Zukunft noch weiter erhöhen.

1.2. Aktuelle Bedeutung der perkutanen Biopsien von Läsionen im Thoraxbereich

Thorakale Raumforderungen werden durch Röntgentechniken wie Röntgenaufnahmen des Thorax in zwei Ebenen und/oder Computertomographie diagnostiziert. Für diese Raumforderungen kommt ein breites Spektrum an Differentialdiagnosen in Frage. In der Regel wird die Dignität beurteilt: benigne bzw. maligne Herde werden differenziert.

Mit 42,5 % stellen Bronchialkarzinome (BC) die weitaus häufigste thorakale Raumforderung dar [17]. Hiervon handelt es sich bei 25 % um kleinzellige und

bei 75 % um nicht-kleinzellige Bronchiakarzinome [66]. Metastasen sind eine weitere maligne Raumforderung. Diese haben einen Anteil von 3,5 % [17].

Als benigne Raumforderungen sind zu nennen:

Benigne Tumoren mit 19 %, Tuberkulose (Tbc) mit 11,3 %, chronische Pneumonien mit 8,5 % sowie Sarkoidose mit 1,2 % [17].

Zur Differenzierung und vor allem zum Ausschluss bzw. Nachweis eines malignen Geschehens stellt jede dieser Raumforderungen bei unklarer klinischer Diagnose eine Indikation für eine transthorakale, perkutane Biopsie dar. Dabei stellt die CT-gesteuerte Biopsie ein im folgenden Kapitel erläutertes Entnahmeverfahren dar. Das während der Punktion entnommene Biopsat wird histologisch und zum Teil auch immunhistochemisch untersucht. Bei entsprechender Qualität und Quantität der entnommenen Probe kann dann eine eindeutige histopathologische bzw. immunhistochemische Diagnose gestellt werden.

1.3 Technische Aspekte

Als Probeentnahmeformen kommen unterschiedliche Methoden in Frage:

1. Bronchoskopie
2. Chirurgische Techniken
 - a) offen
 - b) Video-assistierte thorakale Biopsie (VATS)
3. Perkutane Biopsien
 - a) CT-Steuerung
 - b) Ultraschall-Steuerung

ad 1. Die Bronchoskopie bietet sich für zentrale bronchusnahe Prozesse an; bronchusferne Raumforderungen werden jedoch nicht erreicht.

ad 2. Durch die chirurgische Technik kann man Herde in allen Lokalisationen entnehmen. Neben der Invasivität bestehen für den Patienten hierbei jedoch alle allgemeinen Operations- und Narkoserisiken.

ad 3. a) Sowohl in der bildgebenden Diagnostik der Lunge als auch zur Führung der Nadel perkutaner Biopsien ist die CT zurzeit die Untersuchungsmethode der Wahl.

Die CT-gesteuerte Biopsie wird unter Lokalanästhesie durchgeführt. Damit entfallen die Narkoserisiken. Periphere Prozesse sind gut erreichbar; die Punktion von zentralen Prozessen ist technisch möglich, allerdings mit steigender Komplikationsrate.

b) Sonographiegesteuerte Punktionen werden zur Darstellung von pleuralen Herden, Pleuraergüssen oder peripheren Lungenherden mit Pleurakontakt benutzt.

Kontraindiziert ist eine perkutane Lungenbiopsie, wenn sich der Herd in unmittelbarer Nähe von großen pulmonalen Gefäßen befindet und ihre akzidentelle Punktion auch durch genaue Einstellung der Stichrichtung nicht sicher vermieden werden kann [50].

2 Fragestellung / Ziel der Studie

Anhand der eigenen Patientenuntersuchung der Uniklinik Frankfurt am Main werden in der vorliegenden Studie folgende Fragestellungen in Retrospektion untersucht:

- Wie hoch ist die Treffsicherheit des Herdes bei den Biopsien? Mit welcher Wahrscheinlichkeit sind unsere Punktionen erfolgreich?
- Welche Herde sind schlechter zu punktieren?
- In wie weit stimmen die CT-Diagnosen mit den histopathologischen Diagnosen überein?
- Welche Ursachen gibt es für Fehldiagnosen?
- Hat die Nadelart bzw. die daraus resultierende Biopsatqualität Einfluss auf die Diagnose?
- Wie hoch ist die Komplikationsrate?
- Ist die Komplikationsrate von der Art der verwendeten Nadel abhängig?
- Gibt es Kriterien, die eine hohe Komplikationsrate erwarten lassen?
- Gibt es Maßnahmen, um Komplikationen zu reduzieren?

3 Material und Methoden

3.1 Patienten

Die Zuweisung der Patienten zur Biopsie erfolgte aus unterschiedlichen Fachabteilungen der Johann Wolfgang Goethe Universitätsklinik Frankfurt am Main, sowie aus Praxen und Ambulanzen aus dem Großraum Frankfurt am Main.

Erstellt man eine Rangfolge der Überweisungen nach Abteilungen, so steht an erster Stelle die Abteilung Pneumologie/Endokrinologie mit 34 Patienten, was einem Anteil von 25 % entspricht. An zweiter Stelle folgt die Abteilung Innere Medizin mit 21 (16 %) und an dritter Stelle die Abteilung Hämatologie/Onkologie mit 19 Patienten (14 %) (Tab. 1).

Alle Prozentzahlen unsere Studie sind aufgerundet.

Zuweisung	Patientenzahl	
Externe Zuweiser	12	9 %
Innere Medizin	21	16 %
Thoraxchirurgie	9	7 %
Hämatologie/Onkologie	19	14 %
Pneumologie/Endokrinologie	34	25 %
Sonstige	40	30 %
Gesamt	135	

Tab. 1: Patientenzuweisungen

Bei 133 Patienten wurde eine Biopsie durchgeführt. Zwei Patienten mussten wiederholt punktiert werden.

Die Häufigkeiten bei der Auswertung beziehen sich in dieser Studie auf die Punktionszahl und nicht auf die Patientenzahl.

3.2 Indikationsstellung

Bei allen Patienten wurden im Rahmen einer konventionellen Röntgenuntersuchung des Thorax pathologische Erstbefunde erhoben. Diese Befunde wurden durch CT überprüft. Die erhobenen Befunde wurden in der klinisch radiologischen Besprechung diskutiert und die Differentialdiagnosen anhand der klinischen und bildmorphologischen Kriterien eingegrenzt. Bei folgenden Konstellationen wurde zur Biopsie entschieden:

- tumorverdächtige Läsion aufgrund der bildmorphologischen Kriterien wie Form und Begrenzung
- primär unspezifische Läsionen mit benignen Merkmalen, die im Verlauf kontrolliert wurden und bei denen eine Vergrößerung zu beobachten war als gutartig bzw. entzündlich eingestufte Läsionen, die jedoch auf die jeweilige Therapie nicht ansprachen, d. h., sich nicht verkleinerten

- eindeutig tumoröse Läsionen, um über die weitere Therapiestrategie zu entscheiden
- unklare Läsionen in Resektionsgebieten zur Differenzierung zwischen Narbe oder Rezidivtumor nach einer Tumorentfernung

Jede perkutane Punktion wurde streng im Rahmen der klinisch indizierten Diagnostik durchgeführt.

3.3 Präinterventionelle Planung und Vorbereitung

3.3.1 Präinterventionelles Bildmaterial

Bei allen Patienten lagen zur Planung der Eingriffe eine Thoraxübersichtsaufnahme und eine CT-Aufnahme des Thorax vor.

3.3.2. Klinische Parameter

Eine Allergianamnese wurde erhoben (Kontrastmittel, Schmerzmittel, Antibiotika, Lokalanästhetika, Pflaster). Bei Antikoagulanzen Therapie erfolgte eine Absprache mit dem behandelnden Arzt. Alle Patienten mussten adäquate Gerinnungsparameter nachweisen; anderenfalls erfolgte keine Punktion.

3.3.3 Patientenaufklärung

Um die Patienten genau aufklären zu können, müssen Indikation und therapeutische Konsequenzen einer perkutanen Biopsie vor der Biopsie richtig hinterfragt und mit allen Fachgebieten diskutiert werden. Die Interventionstechniken und Zielverfahren müssen festgelegt werden.

Die Patientenaufklärung fand mindestens 24 Stunden vor der Biopsie, also in der Regel am Vortag, statt. Aufklärungszeitpunkt (Datum und Uhrzeit) wurde notiert. Der Patient wurde informiert, dass er an dem Operationstag nüchtern zu erscheinen hat. Die Einverständniserklärung wurde nach der Aufklärung durch Unterschrift eingeholt. Der Patient wurde über eventuell auftauchende Risiken - wie z. B. Pneumothorax und Stichkanalblutungen - informiert.

3.3.4 Präparataufbereitung

Die Biopsatverbringung sollte zuvor mit der Pathologie besprochen sein. Die Biopsate werden je nach Untersuchungsart vorbereitet. Normalerweise wird die Probe für eine histopathologische Untersuchung in Formaldehyd, für eine mikrobielle Untersuchung in NaCl (Natriumchlorid) aufbewahrt. Das Präparat wird zur histopathologischen Begutachtung geschickt.

3.4 Durchführung

3.4.1 Patientenlagerung

Durch das Konstruktionsprinzip des CT-Gerätes mit umlaufender Röntgenröhre in einer geschlossenen Abtasteinheit ist die Bewegungsrichtung bzw. fortlaufende Untersuchungsrichtung vorgegeben. Der Patientenvorschub kann nur senkrecht zur Öffnungsebene erfolgen. Die Patienten können nur in liegender Position mit horizontaler Tischverschiebung im Gerät kontrolliert bewegt werden.

Die Lagerung ist in Seiten-, Rücken- und Bauchlage möglich. Die Lage des zu punktierenden Herdes ist das einzige Entscheidungskriterium.

Die Rückenlagerung lässt eine stabile, ruhige und entspannte Position des Patienten zu [36]. Die Entspannung kann durch Unterpolsterung der Unterschenkel und dadurch gemilderte oder aufgehobene Lendenlordose unterstützt werden. Die Entspannung könnte jedoch bei einer Punktion durch den Anblick des Punktionsbestecks – lange und dicke Nadel – stark beeinträchtigt und der Patient beunruhigt werden.

In der Bauchlagerung ist die Atmung eingeschränkt. Der Patient atmet nicht tief, da die Rippen durch das Eigengewicht in ihrer Beweglichkeit gehindert sind.

Die dorsalen und basalen Lungenabschnitte sind sehr gut entfaltet und belüftet. Es können gute diagnostische Aussagen über diese Bereiche bei Aufnahmen in der Bauchlagerung getroffen werden. Diese Lagerung wird von vielen Behandlern bevorzugt.

Die Untersuchung in der Bauchlagerung wird auch als ergänzende Untersuchung der dorsobasalen Lungenabschnitte durchgeführt, wenn z.B. ein pathologischer Befund dieser Region in der Rückenlagerung entdeckt worden ist, die Aufnahme in dieser Position allein aber nicht hinreichend aussagekräftig ist.

Außerdem ist die Bauchlagerung indiziert, wenn der Patient nicht auf dem Rücken liegen kann. Für interventionelle Eingriffe kann diese Position empfehlenswert sein, damit z.B. bei einer Punktion der Patient durch den Anblick des Punktionsbestecks sich nicht unnötig beunruhigt. Die Bauchlagerung ist vor allem notwendig, wenn aus technischen Gründen ein dorsaler Zugang erforderlich ist.

Die Seitenlage wird bevorzugt, wenn der Patient aufgrund von Schmerzen nicht die Rückenlage oder Bauchlage einnehmen kann. Würde man den Patienten zur Rückenlage zwingen, wäre er bei der Untersuchung nicht ruhig und man müsste mit Bewegungsartefakten und Bildstörungen rechnen, die dann den diagnostischen Erfolg in Frage stellen.

Die Seitenlage ist auch bei wenig kooperationsfähigen Patienten bzw. auch dann, wenn der Patient nicht richtig einatmen kann, zur Diagnostik anwendbar. Der Lungenflügel ist immer auf der Seite besser entfaltet, auf der der Patient nicht liegt. Auch bei der CT-gestützten Punktion kann eine Seitenlage empfehlenswert sein, wenn damit der Zugang erleichtert wird [67].

3.4.2 Durchführung der Biopsie

Ziel ist es, für die Biopsie den direktesten Zugangsweg mit dem kürzesten Stichkanal zu haben, um das Auftreten von Komplikationen, wie z.B. einen Pneumothorax, so gering wie möglich zu halten. Der Zugangsweg ist damit abhängig von der Lage des Herdes. Je länger die erforderliche Nadel, desto mehr ist die Erfahrung des Untersuchers und die Patientenkooperation für eine ausreichende Materialgewinnung von Bedeutung. Der Grund dafür ist, dass bei längeren Nadeln Atembewegungen mehr Einfluss auf die präzise Ansteuerung des Herdes nehmen.

Der Patient muss bequem gelagert werden. Gerade bei Punktionen kleinerer zentraler Herde ist die entspannte und stabile Lagerung des Patienten sehr wichtig [107]. Der Patient hat während der einzelnen Abtastvorgänge den Atem in definierten Atemlagen reproduzierbar anzuhalten. Gegebenenfalls sind unterstützende Kontrolleinrichtungen anzuwenden (Jones 1982, Fröhlich und Döhring 1985). Die Punktion erfolgt bei den meisten Fragestellungen in der Inspirationslage. Bewegungsartefakte entstehen, wenn während der Schichtung die Atmung fortgesetzt wird, was zur falschen Positionierung der Nadel führen kann. Unter CT-Kontrolle wird der optimale Zugangsweg festgelegt und auf dem Monitor verfolgt.

Für die Auswahl der Nadellänge misst man die Distanz von der Haut zum Herdrand. Es werden 3 cm zu der gemessenen Länge addiert; 2 cm wegen der verlängerten Distanz durch das subkutane Polster mit Lokalanästhetikum und 1 cm als Reserve für die Bewegungen während der Gewebeentnahme. Kontakt zur Rippenunterkante sollte vermieden werden, da dort Gefäße und Nerven verlaufen. Ein Weg durch die Brust sowie die Kreuzung größerer intrapulmonaler Gefäße ist ebenfalls zu vermeiden. Bei ventralem Zugangsweg sollte man den Verlauf der A. thoracica interna beachten [108]. Bei ungünstigen Winkeln kann die Gantry gekippt werden [105].

Nach einer Hautdesinfektion erfolgt die Anästhesie an der vorher markierten Stelle. Parallel dazu werden Einzel-CT-Bilder zur Kontrolle angefertigt. Die Anästhesienadel wird für eine Kontroll-CT zur Überprüfung des Einstichwinkels belassen. Die korrekte Einstichstelle wird mit einem nicht abwaschbaren Stift angezeichnet. Stichwinkel und korrekte Schicht können mit der Lokalanästhesienadel nochmals überprüft werden. Nachdem der geeignete Zugang, der Einstichwinkel und die Punktionstiefe festgelegt sind, wird die Anästhesienadel entfernt und die Punktionskanüle eingeführt. Die Nadellage wird durch weitere Kontroll-CT's überprüft und dokumentiert.

Nach der Durchführung der Punktion und der Entfernung der Nadel erfolgt erneut eine CT-Kontrolle, um Komplikationen wie Nachblutungen oder einen Pneumothorax auszuschließen bzw. frühzeitig zu erkennen und zu behandeln. In der Regel wird vier bis sechs Stunden nach der Intervention noch eine konventionelle Thoraxaufnahme mit posterior-anteriorem Strahlengang zur Kontrolle der Komplikationen angefertigt.

3.4.3 Nachsorge

Normalerweise verbleiben Patienten nach einer Lungenbiopsie eine Nacht unter Kontrolle in stationärer Behandlung. Vier bis sechs Stunden nach der Biopsie wird eine Röntgenthoraxübersichtsaufnahme angefertigt. Falls nach der Biopsie kein Pneumothorax feststellbar ist, reicht diese einzige Röntgenaufnahme. Anderenfalls werden zwei Thoraxübersichtsaufnahmen nach zwei und vier Stunden zur Verlaufsdarstellung durchgeführt. Je nach klinischem Verlauf können weitere Aufnahmen indiziert sein.

Falls die Luftmenge kontinuierlich zunimmt oder die Entstehung eines Spannungspneumothorax droht, ist das Anlegen einer Bülau-Drainage erforderlich.

3.4.4 Auswertung der Rohdaten

Die Auswertung der Daten erfolgte ausschließlich retrospektiv.

Als Grundlage der Datenverfassung dienten die Punktionsprotokolle, Arztbriefe, Patientenakten, Pathologie-Befunde.

Die Erhebung und Auswertung der Daten erfolgte mit Access 2000 und Excel XP für Windows.

3.5 Bildmaterial

An Bildmaterial standen sowohl CT-Bilder als auch Thoraxübersichtsaufnahmen zur Verfügung.

Es wurden CT-Aufnahmen ausgewertet, die während der Biopsie angefertigt wurden. Patientendaten wie Name, Vorname, Geburtsdatum, Untersuchungsdatum, Untersuchungsuhrzeit, Gantrykippung, Schichtdicke, Nummer des Scans, Tischposition, eine Maßeinheit als Bezugsgröße in cm, sowie mAs, Zoom, Center, Algorithmus und Scanzeit befinden sich auf jedem Scanbild.

Die CT- und Röntgenaufnahmen enthalten nicht nur die üblichen Informationen der normalen CT-Bilder des Thorax, sondern auch zusätzlich Informationen über die Punktion wie: Nadelart, Nadellage, Pleurawinkel beim Einstich, Anzahl der Pleurapassagen, Dauer der Punktion und auftretende Komplikationen wie Pneumothorax und Blutungen.

Zu erkennen sind weiterhin die üblichen Bildinformationen wie Lage des Patienten, Lungengerüstveränderungen, eventuell vorhandene Herde, Herdgröße, Herdlage, Herdbegrenzung, Abstand des Herdes zur Pleura, Verkalkungen und Bronchusveränderungen.

Die meisten Informationen unseres Fragebogens konnten aus oben aufgeführten Daten entnommen werden.

Die Aufnahmen wurden visuell ausgewertet. Es wurden Herdgröße, -form, -begrenzung und -lage untersucht und Verdachtsdiagnosen erstellt. Weiterhin wurde die Dauer der Punktion festgehalten und die Komplikationsrate bezüglich Blutungen, Pneumothoraces und Drainagen festgestellt. Alle diese Daten wurden in einem standardisierten Fragebogen übertragen.

Es gab Patienten, bei denen keine CT-Bilder vorhanden waren. Diese wurden meist an den Patienten oder an anderen Kliniken ausgeliehen und nicht zurückgebracht. Weiterhin gab es Patienten, deren Bilder zwar vorhanden waren, bei denen jedoch keine Punktionsnadel sichtbar war. Diese wurden aus der Studie ausgeschlossen. Die konventionellen Thoraxübersichtsaufnahmen lieferten uns weiteres Bildmaterial zur Verlaufsbeurteilung eventuell vorhandener Komplikationen.

Zusätzlich zu den CT-Bildern wurden konventionelle Thoraxübersichtsaufnahmen mit posterior-anteriorem Strahlengang und/oder seitliche Thoraxröntgenaufnahmen ausgewertet.

3.6 Histologie

Das gewonnene Material wurde in das Senkenbergische Zentrum der Pathologie der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main eingeschickt. Die Kopie des Befundes ist der radiologischen Abteilung zugeschickt und in der Patientenakte aufbewahrt worden. Die histopathologischen Diagnosen sind in unserem Fragebogen aufgenommen.

Zur besseren Veranschaulichung und zum Vergleich der radiologischen mit den histologischen Diagnosen haben wir bei der Studie vier Begriffe definiert: richtig positiv, falsch positiv, richtig negativ, falsch negativ.

"Positiv" (pos.) und "negativ" (neg.) beziehen sich auf die histologischen Ergebnisse und stehen für "maligne" bzw. "benigne".

Es gab zusätzlich zu den als maligne und benigne diagnostizierten Fällen, auch unklare Fälle, bei denen die histologische Untersuchung zu keinem Ergebnis geführt hat. Die Gründe dafür waren ein unzureichendes bzw. nicht repräsentatives Biopsat. Diese unklaren Fälle konnten auf drei verschiedene Arten in die statistische Auswertung einbezogen werden:

Version 1) Die unklaren Fälle wurden in die statistische Auswertung nicht einbezogen. Die Gesamtzahl der Biopsien für diese Auswertung reduziert sich somit um die Anzahl der unklaren Fälle.

Version 2) Alle Fälle, die nicht eindeutig benigne waren, wurden als „positiv“, d.h. maligne, eingestuft und so in die statistische Auswertung aufgenommen.

Version 3) Alle nicht eindeutig malignen Fälle - diese beinhalten auch die unklaren Fälle - wurden als benigne betrachtet. Damit wurden die unklaren Fälle als benigne in die Statistik aufgenommen.

"Richtig" und "falsch" stehen für die Übereinstimmung bzw. nicht Übereinstimmung des radiologischen und histologischen Befundes.

"Richtig positiv" kennzeichnet die Übereinstimmung beider Diagnosen bezüglich ihrer Malignität.

"Richtig negativ" kennzeichnet die Übereinstimmung beider Diagnosen bezüglich ihrer Benignität.

Die Definition der "falsch positiven" und "falsch negativen" Fälle ist abhängig von der Definition der "unklaren Fälle":

Version 1) "Falsch positiv" bezeichnet ein Ergebnis, welches im CT-Befund als maligne erkannt wurde, jedoch histologisch benigne war. Als "falsch negativ" wurden Fälle bezeichnet, die radiologisch benigne waren, histologisch jedoch als maligne eingestuft worden sind.

Version 2) "Falsch positiv" bezeichnet ein Ergebnis, welches im CT-Befund als "nicht benigne", d. h. maligne oder unklar erkannt wurde, jedoch histologisch benigne war. Als "falsch negativ" wurden Fälle bezeichnet, die radiologisch benigne waren, histologisch jedoch als maligne erkannt wurden oder unklar blieben.

Version 3) "Falsch positiv" bezeichnet ein Ergebnis, welches im CT-Befund als maligne erkannt wurde, jedoch histologisch benigne oder unklar war. Als "falsch negativ" wurden Fälle bezeichnet, die radiologisch benigne oder unklar, histologisch jedoch maligne waren.

3.6.1 Statistische Auswertung der Diagnosen

In unserer Untersuchung wurden die radiologischen Verdachtsdiagnosen der Läsionen statistisch ausgewertet. Dies erfolgte über die Berechnung der Sensitivität und Spezifität, sowie über die Berechnung des positiven und negativen prädiktiven Wertes (Vorhersagewert) [81].

Die Sensitivität des Testes bezeichnet die Proportion von erkrankten Patienten, die durch einen diagnostischen Test positiv determiniert, also richtig erkannt werden. Sie wird berechnet nach:

$$\text{Sensitivität} = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen} + \text{Anzahl falsch neg. Diagnosen}}$$

Der positiv prädiktive Wert gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der ein Patient mit positivem Testausfall auch tatsächlich krank ist.

$$\text{pos. prädiktiver Wert} = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen} + \text{Anzahl falsch pos. Diagnosen}}$$

Die Spezifität eines Testes bezeichnet die Proportion von an einer bestimmten Erkrankung nicht betroffenen Patienten, die durch einen diagnostischen Test negativ determiniert, also richtig als „nicht erkrankt“ erkannt werden.

$$\text{Spezifität} = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen} + \text{Anzahl falsch pos. Diagnosen}}$$

Der negative prädiktive Wert gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der ein Patient mit negativem Testergebnis auch tatsächlich gesund ist. Er wird berechnet nach:

$$\text{neg. prädiktiver Wert} = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen} + \text{Anzahl falsch neg. Diagnosen}}$$

Die Effizienz ergibt sich aus dem Verhältnis der richtig diagnostizierten Fälle zur Gesamtzahl der tatsächlichen vorhandenen Patienten der Untersuchung:

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Anzahl richtiger Diagnosen}}{\text{Anzahl der tatsächlichen Diagnosen}}$$

3.7 CT-Steuerungsverfahren

Die perkutane Biopsie wurde CT-gesteuert durchgeführt.

Die Steuerung der Intervention erfolgte auf zwei verschiedenen Arten:

- **Single-Shot:**
Hierbei handelt es sich um eine Einzelbildsteuerung. Ein kurzes Antippen eines Fußschalters löst einen einzelnen Scan aus. Dies führt zu einer kurzen Zeitverzögerung zwischen dem Auslösen bis zur Bildvorlage von etwa fünf Sekunden.
- **Care-Vision:**
Hierbei handelt es sich um eine kontinuierliche CT-Durchleuchtung. Der Fußschalter wird mehrere Sekunden gedrückt. Nach der ersten erfolgt eine nahezu kontinuierliche Bildrekonstruktion mit variabler Rekonstruktionsfrequenz zwischen 6 und 12 Bildern pro Sekunde (Durchleuchtung, "real time imaging").

Im Vorfeld wurde geklärt, mit welchem bildgebenden Verfahren die zu untersuchende Läsion am besten darstellbar war.

3.8 Nadeltyp

Die Biopsien können mit unterschiedlichen Nadelarten durchgeführt werden. Die momentan auf dem Markt verfügbaren Nadelarten sind oft ähnlich aufgebaut, haben aber zum Teil unterschiedliche Funktionsweisen.

Es gibt Vollzylinder-(z.B. Autovac-Vakuum-System) und Halbzylinder-Nadel (z.B. Trucut, Somatex-Standard-System). Beide Nadeln gibt es in unterschiedlichen Nadellängen. Je nach Lage des Herdes kommen entsprechend unterschiedliche Längen zum Einsatz.

- **Vollzylindernadeln:**

Sie werden in koaxialer Technik benutzt. Beispiele dafür sind Chiba-Nadeln, Schneidbiopsienadeln (Angiomed®, Karlsruhe), (Abb. 31 und Abb. 32).

Bei der Koaxialtechnik wird eine Führungskanüle verwendet, welche einmalig bis vor die Läsion gelegt wird. Bei der Punktion mit der Koaxialtechnik wird eine dickere Führungskanüle vor dem Punktionsziel platziert und die Biopsie durch eine dünnere Koaxialnadel ausgeführt. Die Koaxialtechnik unterstützt das effiziente und Patienten schonende Arbeiten, da bei dieser Vorgehensweise mit einer Punktion mehrere Gewebezylinder entnommen werden können und der gesamte Biopsievorgang nicht wiederholt werden muss.

Der Nachteil liegt bei dem größeren Außendurchmesser der Führungskanüle, welche Platz für die Biopsiekanüle bieten muss [81]. Der Zugangsweg wird dabei allerdings nur minimal größer. Biopsie- und Koaxialnadel müssen hinsichtlich Länge und Durchmesser kompatibel sein [22].

Die Schneidekanüle schneidet in das Gewebe, der Gewebezylinder füllt den gesamten Inhalt der Kanüle aus. Das Gewebe wird mit Unterdruck oder einem Greifer in der Kanüle gehalten [81].

z.B: Autovac-Nadel (Abb. 31 und 32):

Sie wird zur automatisierten und vakuum-geführten Vollschnittbiopsie benutzt. Das heißt: Die Probe wird durch Unterdruck festgehalten. Sie ist für die Gewinnung von histologischen Biopsaten in perkutaner oder intraoperativer Punktion aus Weichgeweben wie der Lunge vorgesehen. Die Nadel ist nicht zur Knochenbiopsie oder zur Anwendung unter MRT-Kontrolle geeignet. Sie ist steril verpackt und nur zum einmaligen Gebrauch bestimmt.

Man kann mit drei Einstellpositionen des Einstichtiefenbegrenzers arbeiten:

Position II (Einstichtiefe: 2 cm), Position III (Einstichtiefe: 3 cm) und ohne Einstichtiefenbegrenzer (Einstichtiefe: 4 cm).

Nach der Entfernung der Nadel aus der sterilen Verpackung und der Schutzhülle muss die Nadel betriebsbereit gemacht werden. Die Autovac wird gespannt und der Einstichtiefenbegrenzer wird positioniert. Die betriebsbereite Autovac wird unter Ultraschall, CT- oder Röntgenkontrolle zur Punktion geführt. Um das gewünschte Biopsat zu erhalten, wird der Auslöser am Gehäuse betätigt. Das Biopsat wird durch eine schnelle Vorwärtsbewegung der Kanüle und das dadurch entstehende Vakuum gewonnen. Nach der Biopsie wird die Nadel herausgezogen. Zur Entnahme des Biopsates aus der Nadel wird der Spannhebel langsam bis zum Einrasten zurückgezogen. Das entnommene Material kann sofort in die Fixierlösung gegeben werden [86].

- Halbzylindernadeln:

Dazu gehören unter anderem Promed, Nassau/ Bahamas, Medi-tech, Watertown /USA, oder Trucut-Nadel (Abb. 28, 29 und 30).

z.B: Trucut-Nadel (Abb. 1):

Sie ist eine Schneidebiopsienadel, die lt. Hersteller eine sehr starke Springfeder, eine atraumatische Nadelspitze und eine Zentimetermarkierung hat.

Die echogene Nadelspitze gewährleistet beste Sichtbarkeit unter Ultraschall-Kontrolle und ist in Einhandtechnik führbar. Diese Nadel arbeitet nach dem „Trucut-Prinzip“: Die Außenkanüle enthält eine blind endende Innenkanüle (Obturator), die spitzennah eine Probenkerbe zur Aufnahme eines Gewebszylinders enthält. Die geschlossene Nadel wird vor der Biopsienadel positioniert und durch Verschieben der Innenkanüle die Probenkerbe in der Läsion platziert (halbautomatische Nadel). Die Probenkerbe wird manuell im Tumor fixiert und durch Verschieben der scharfen, schräg angeschliffenen Außenkanüle ein Gewebszylinder ausgeschnitten und in der Aussparung zurückgehalten (Abb. 2) [22]. Es

gibt sie in den Längen zehn, 15 oder 20 cm. Welche Länge verwendet wird, hängt von der Herdlage ab.

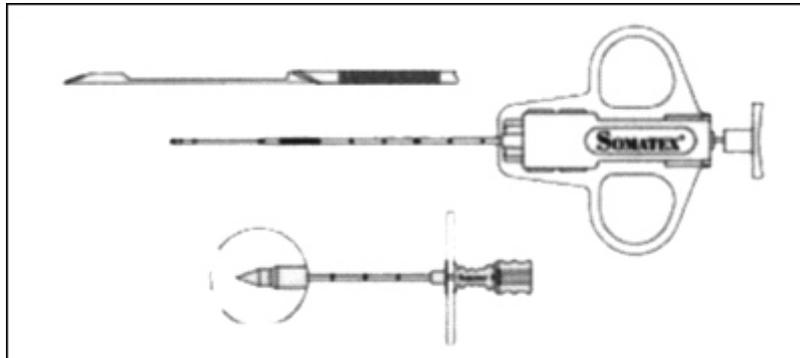


Abb. 1: Das Somatex-Trucut-System

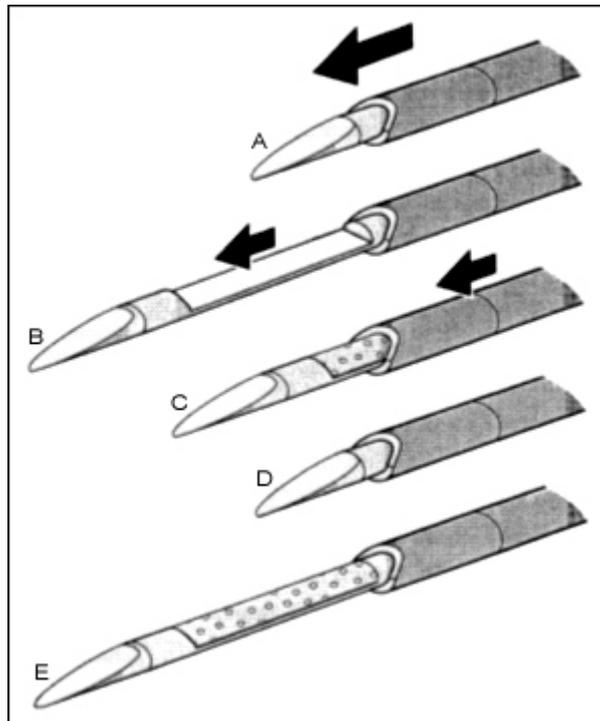


Abb. 2: Schematische Darstellung der Arbeitsweise des Trucut-Systems

Legende:

- A) Exposition der geschlossenen Nadel vor der Läsion
- B) Exposition der Probenkerbe im Tumor
- C) Vorschieben der scharf geschliffenen Außenkanüle zum Ausschneiden des Zylinders
- D) Gewebezylinder in der Probenkerbe
- E) Entnahme des Gewebes aus der Trucut-Nadel [22].

3.9 Standardisierter Auswertungsbogen

Der standardisierten Auswertungsbogen (Abb. 3) wird in sechs Abschnitte unterteilt: Patientendaten, Herddaten, Punktionsdaten, Komplikationen, Diagnosen und Sonstiges.

Name, Vorname		1069412		Interv-Gebiet <input type="checkbox"/>	
01.01.2000					
Patientennr <input type="checkbox"/> 1	Bilder vorh <input type="checkbox"/>	Diagnose <input type="checkbox"/>	daten erfasst <input type="checkbox"/> 0	erfolgreich <input type="checkbox"/> 1 ja <input type="checkbox"/> 0 nein	
Rados Untersucher <input type="checkbox"/> HAM		Alter <input type="checkbox"/> 3	Geschlecht <input type="checkbox"/> 1 männlich <input type="checkbox"/> 2 weiblich		
AmbiStat <input type="checkbox"/>	Lage <input type="checkbox"/>	Lungengerüstv <input type="checkbox"/>	Verlauf <input type="checkbox"/>		
Herdlage, allg <input type="checkbox"/>	Herdlage, Pleura <input type="checkbox"/>	Einschmelzung <input type="checkbox"/>	Verkaalkung <input type="checkbox"/>		
Herdlage, Mediast <input type="checkbox"/>	Herdforn <input type="checkbox"/>	Herdbegrenzung <input type="checkbox"/>	Bronchus <input type="checkbox"/>		
Nadel im Herd <input type="checkbox"/>	Komplikationen <input type="checkbox"/>	Blutung <input type="checkbox"/>	Grunderkrankung <input type="checkbox"/>		
Fläche cm2 <input type="checkbox"/>	Schmerzen <input type="checkbox"/>	Hämophtyse <input type="checkbox"/>	Primärtumor <input type="checkbox"/>		
Pneumothor <input type="checkbox"/>			CT-Modus <input type="checkbox"/>		
			Nadelart <input type="checkbox"/>		
			Tiefe von Pleura, cm <input type="checkbox"/>		
			Gesamtiefe, cm <input type="checkbox"/>		
			Herdfgröße, cm <input type="checkbox"/>		
			Pleurawinkel (°) <input type="checkbox"/>		
			Pleurapassagen <input type="checkbox"/>		
			Zeit, min <input type="checkbox"/>		
			Scan <input type="checkbox"/>		
			T-Biopsie <input type="checkbox"/>		
			Bürste <input type="checkbox"/>		
			OP <input type="checkbox"/>		
			Lavage <input type="checkbox"/>		
			Histobefund <input type="checkbox"/>		
			Histo Worte <input type="checkbox"/>		
			Besonderheiten <input type="checkbox"/>		
			Unklarer Fall <input type="checkbox"/>		
			Anmerk: <input type="checkbox"/>		

Abb. 3: Standardisierter Auswertungsbogen

3.9.1 Patientendaten

Zu den Patientendaten gehören Vor- und Nachname, Geschlecht und Geburtsdatum. Das Alter bezieht sich auf das Datum zur Zeit der Biopsie und wurde aus den vorhandenen Werten errechnet.

Ebenfalls erfasst ist die Patientenummer (Rados-Nummer), die eine Verschlüsselungsnummer des radiologischen Institutes darstellt. Anhand dieser Nummer können sehr schnell radiologisch relevante Daten abgerufen werden. Außerdem ist vermerkt, ob der Patient für die Punktion stationär aufgenommen war oder ambulant punktiert wurde.

3.9.2 Herddaten

Zu diesem Abschnitt gehören alle Felder, in denen Befunde erfasst wurden.

Die Größe des Herdes wurde mit einem Lineal auf dem CT-Bild ausgemessen und in cm eingetragen.

Die Lage des Herdes wurde nach den Kriterien intrapulmonal, mediastinal, pleural und Thoraxwand eingeteilt. Diese drei Lagen wurden entweder im Punkt „Herdlage, Pleura“ oder im Punkt „Herdlage, Mediast“ näher beschrieben. Der Abstand vom äußeren Rand des Herdes zum inneren Rand der Pleura wurde in cm ausgemessen.

Eine vorhandene Einschmelzung und die Art der Einschmelzung wurden ebenfalls festgehalten, da dies einen Hinweis auf Malignität bzw. Abszedierung liefert.

Auch die Herdbegrenzung liefert Hinweise über die Dignität eines Befundes. Hier ist unterschieden worden zwischen unklar, glatt, unscharf und spikulär. Zusätzlich wurden sechs verschiedene Herdformen klassifiziert, nämlich rund, geometrisch, oval, keilförmig, flächig und polypös.

Außerdem sind Beteiligungen von Bronchien und das Vorhandensein von Verkalkungen festgehalten worden.

3.9.3 Punktionsdaten

Hier sind technische Aspekte, wie der Punktions-CT-Modus (Single-Shot oder Care-Vision) und die Nadelart (Trucut oder Vakuum) einzuordnen.

Weiterhin wurde die Gesamttiefe, in cm, d.h., der Abstand von der Hautoberfläche bis zum sichtbaren Eindringen der Nadel in den Herd und die Pleuratiefe (Abstand Pleura-Herd) dokumentiert.

Der Pleurawinkel bezeichnet den Winkel der Nadel zur Hautoberfläche, bezogen auf die Tangente im Lot. Er wird für die genauere Lokalisation des Einstichwinkels benötigt. Außerdem wurde vermerkt, ob die Nadel im Herd lag.

Weiterhin wurde die Anzahl der Pleurapassagen erfasst und später in Beziehung zu Komplikationen gesetzt.

Schließlich wurde die Dauer der einzelnen Messungen in Minuten errechnet. Sie ergab sich aus der am oberen linken Rand eines jeden Bildes eingeblendeten Uhrzeit und der Zeitdifferenz zwischen den ersten und letzten Einzelbildern einer Untersuchungsreihe, auf denen die Nadel sichtbar war.

3.9.4 Komplikationen

Jede Intervention ist immer mit einem gewissen Anteil an Komplikationen vergesellschaftet [81].

Die am häufigsten vorkommenden Komplikationen bei der Punktion der Lunge sind Pneumothoraces sowie Blutungen. Seltener Komplikationen sind die sog. Biopsie-induzierten Blutungen, die intrapulmonal entlang des Stichkanals beim Herausziehen der Nadel im CT-Kontrollausschnitt zu beobachten sind und Tumorzellverschleppungen, die jedoch eine Seltenheit darstellen [22].

Seltener vorkommende Komplikationen sind Luftembolien, Infektionen, intramuskuläre Hämatoeme, Perikardtamponade, Schmerzen oder Hämoptysen.

Während bzw. nach der Biopsie wurden in einigen Fällen Blutungen, Pneumothoraces, Schmerzen und Hämoptysen beobachtet.

Zum Feststellen eines Pneumothorax wurde vor allem auf der konventionellen Thoraxübersichtsaufnahme der maximale Pneumothoraxspalt in cm ausgemessen und angegeben. Sollte aufgrund des Pneumothorax das Anlegen einer Büllau-Drainage erforderlich geworden sein, wurde dies ebenfalls festgehalten.

Die CT-Bilder wurden auf das Vorliegen einer Einblutung untersucht. Die Blutungen wurden nach Art und Größe klassifiziert:

- keine Blutung
- kleine (kl.) perifokale (per.) Blutung
- kleine Stichkanalblutung
- große (gr.) perifokale Blutung
- große Stichkanalblutung

Aus dem Krankheitsverlauf wurde auf eine Hämoptyse oder auf Schmerzen geschlossen.

Die meisten dieser Komplikationen sind bei einer Biopsie nicht zu vermeiden. Sie haben jedoch keine weitere klinische Relevanz.

Man muss zwischen nicht behandlungsbedürftigen Komplikationen (Nebenwirkungen einer Punktion) und behandlungsbedürftigen Komplikationen (Komplikationen) unterscheiden.

Als Komplikationen einer Thoraxpunktion definiert sind bei dieser Studie diejenigen Erscheinungen, welche von einer klinischen Relevanz sind, wie große perifokale Blutungen, große Stichkanalblutungen und Pneumothoraces, welche eine Drainageanlage benötigten.

3.9.5 Diagnose

Es wurden sowohl die CT- und Röntgensichtdiagnosen als auch die histologischen Diagnosen erfasst.

Die CT- und Röntgen-Sichtdiagnose stellt eine vorläufige Diagnose dar. Die endgültige Diagnose ist die histopathologisch gesicherte Diagnose.

Das Feld „Histowerte“ zeigt die histologisch erlangte Diagnose. Ob diese ein eindeutiges Ergebnis hat, wird im Feld „Histobefund“ ersichtlich.

Im Feld „Anmerkung“ ist die CT-Diagnose festgehalten. Die Biopsatmenge ist dem Feld „Biopsat“ zu entnehmen.

Eine eindeutig erstellte Gesamtdiagnose ist im Feld „erfolgreich“ verzeichnet. Die endgültige Diagnose wurde in mehreren Kategorien eingeteilt. Es gibt unklare, maligne und benigne Fälle. Die genauere Einteilung wird in Tab. 6 näher erläutert.

3.9.6 Sonstiges

Zusätzlich zu den oben genannten Feldern gab es noch weitere Felder zum Vermerken der Untersuchungen, die bei den einzelnen Patienten zusätzlich erfolgten. Dieses sind zum einen „Transbronchiale Biopsie“ und „Bürste“ – bei diesen Feldern wurde nur die Unterteilung in positiv, negativ oder nicht erfolgt vorgenommen – und zum anderen die beiden Felder „Operation“ und „Lavage“, bei denen eine Unterteilung in ja/nein erfolgt ist.

4. Ergebnisse

4.1 Patientendaten

Bei 133 Patienten dieser Studie erfolgte eine CT-gesteuerte Punktion der Lunge mit insgesamt 135 Probeentnahmen. An zwei Patienten (1 %) wurde die Punktion erneut durchgeführt, da bei der ersten Biopsie für die histopathologische Diagnosestellung nicht ausreichendes bzw. nicht beurteilbares Material entnommen werden konnte.

Die in den folgenden Kapiteln angegebenen Häufigkeiten beziehen sich auf die Anzahl der Punktionen und nicht auf die Anzahl der untersuchten Patienten.

Eine medizinische Indikation für die Biopsie war in allen Fällen durch das Vorliegen einer Raumforderung unklarer Genese gegeben.

Die CT-gesteuerte Biopsieentnahme wurde in 93 Fällen (69 %) unter stationären Bedingungen durchgeführt, 42 Biopsien (31 %) erfolgten ambulant.

4.1.1 Alter und Geschlecht

Das Patientenkollektiv setzte sich aus 49 Frauen (36 %) und 86 Männern (64 %) zusammen (Abb. 4).

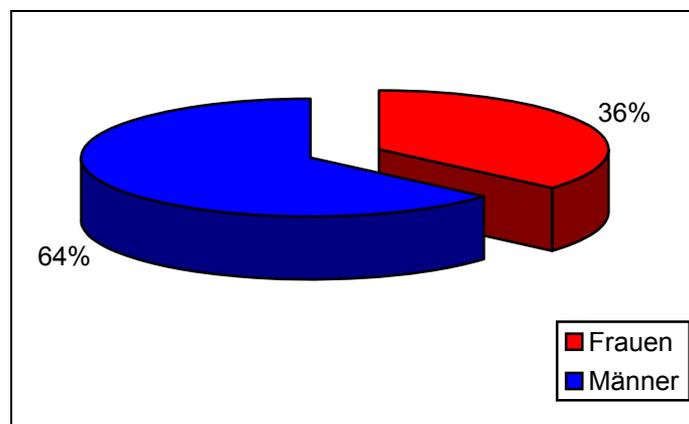


Abb. 4: Geschlechtsverteilung

Das mittlere Alter bei Therapiebeginn lag bei 63 Jahren. Der jüngste Patient war 25, der älteste Patient 83 Jahre alt. Beide Geschlechter haben eine nahezu gleiche Altersverteilung (Abb. 5).

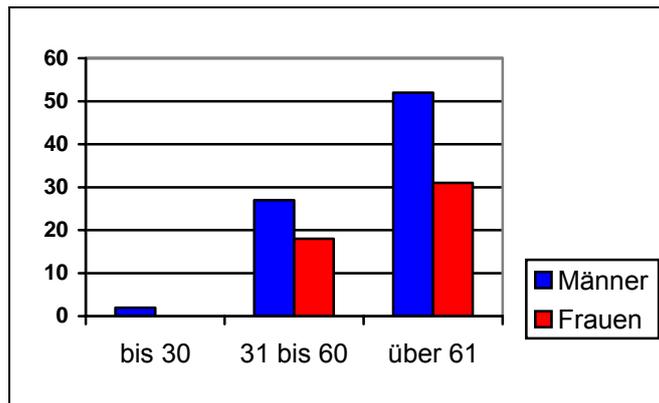


Abb. 5: Altersverteilung der Patienten

Das häufigste Erkrankungsalter lag sowohl bei Betrachtung des Gesamtkollektivs, als auch bei Betrachtung der geschlechtsspezifischen Verteilung zwischen 60 und 83 Jahren (Tab. 2).

Altersklasse	Gesamt	Männlich		Weiblich	
		Anzahl der Erkrankten		Anzahl der Erkrankten	
Bis 30	2	2	2 %	0	
31 bis 60	45	27	32 %	18	37 %
Über 61	88	57	66 %	31	63 %
Gesamt:	135	86	100 %	49	100 %

Tab. 2: Absolute Altersverteilung der Patienten

4.1.2 Patientenlagerung

Je nach Lage der Raumforderung und Zustand des Patienten wurde die Untersuchung in Bauch-, Rücken- oder Seitenlage durchgeführt (Tab. 3 und Abb. 6).

Lagerung	Anzahl	
Rücken	57	42 %
Bauch	62	46 %
Seite	16	12 %
Summe	135	100 %

Tab. 3: Anzahl der Patienten in verschiedenen Lagerungen

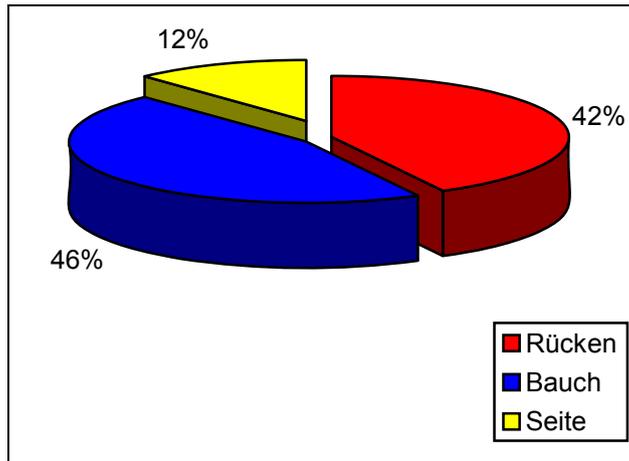


Abb. 6: Prozentuale Verteilung der Patientenlagerung

4.2 Diagnose der Raumforderung

4.2.1 Radiologische Verdachtsdiagnose der Raumforderungen

Hieraus ergab sich in 93 Fällen (69 %) die Verdachtsdiagnose eines malignen Prozesses, in 20 Fällen (15 %) bestand Verdacht auf Benignität. In 22 Fällen (16 %) konnte anhand der Bilder keine eindeutige Verdachtsdiagnose erstellt werden (Abb. 7 und Tab. 4).

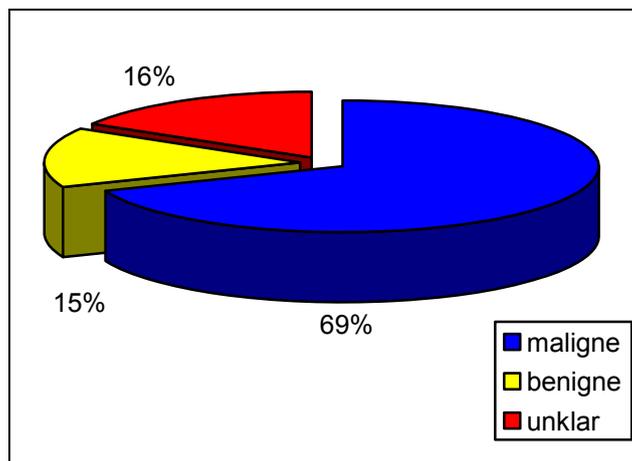


Abb. 7: Verdachtsdiagnosen anhand rein radiologischer Kriterien

	Maligne		Benigne		Unklar	
Radiologie	93	69 %	20	15 %	22	16 %

Tab. 4: Radiologische Verdachtsdiagnose

4.2.2 Diagnose der histologischen Ergebnisse

Nach der visuellen Diagnose der Röntgen- und CT-Bilder erfolgte die Auswertung der histologisch gesicherten Diagnosen. Hieraus ergab sich in 94 Fällen (70 %) die Verdachtsdiagnose maligne, in 35 Fällen (26 %) bestand Verdacht auf Benignität. In sechs Fällen (4 %) konnte keine eindeutige Diagnose erstellt werden (Abb. 8 und Tab. 5). Es wurde entweder nicht genügend Biopsat (ein Fall) oder kein repräsentativ brauchbares Material entnommen (4 Fälle). In einem Fall lag eine Fehlpunktion vor.

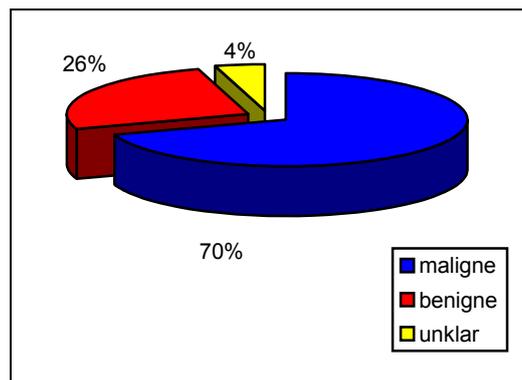


Abb. 8: Diagnosen nach histologischem Ergebnis

	Maligne		Benigne		Unklar	
Histologie	94	70 %	35	26 %	6	4 %

Tab. 5: Histologische Diagnose

In den einzelnen Gruppen waren weitergehende Klassifikationen möglich: Den größten Anteil an der Gruppe der malignen Veränderungen des Thorax hatten die Adenokarzinome (21 Fälle), gefolgt von anderen nicht-kleinzelligen Karzinomen mit 18 und Plattenepithelkarzinomen mit 16 Fällen. In 21 Fällen fanden sich Metastasen anderer Primärkarzinome. Die histopathologische Untersuchung der Biopsien ergab in 35 Fällen (26 %) keinen Anhalt für Malignität. Diese Gruppe kann man in benigne und entzündliche Veränderungen unterteilen. In der Gruppe der Benigen führten die

Pneumonien mit elf Fällen. In der Gruppe der Entzündungen ist Tuberkulose (TBC) mit vier Fällen, dicht gefolgt von Sarkoidose mit drei Fällen die stärkste Untergruppe (Tab. 6, Abb. 9-11).

	Histologischer Befund	Anzahl n
Maligne	Plattenepithelkarzinom	16
	Metastase	21
	Adenokarzinom	21
	Nicht-kleinzelliges BC	18
	Alveolarzellkarzinom	2
	Kleinzelliges BC	2
	Non-Hodgkin-Lymphom	6
	Morbus Hodgkin	2
	Castleman Tumor	1
	Plasmozytom	2
Benigne	Lungenembolie	2
	Pneumonie	11
	Mukozele	2
	Andere benigne Veränderungen	12
Unklar	Kein repräsentatives Material	6
Entzündlich	Abszess	1
	TBC	4
	Sarkoidose	3
Gesamt	Maligne	92
	Benigne	29
	Restliche	17
	Summe	135

Tab. 6: Histopathologische Diagnosen

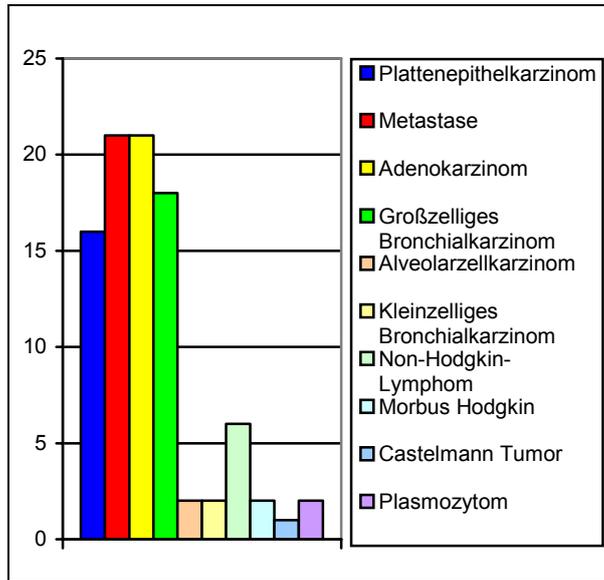


Abb. 9: Verteilung der malignen Diagnosen

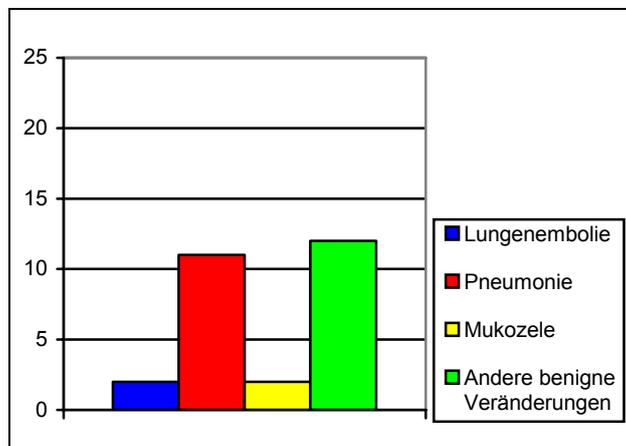


Abb. 10: Verteilung der benignen Diagnosen

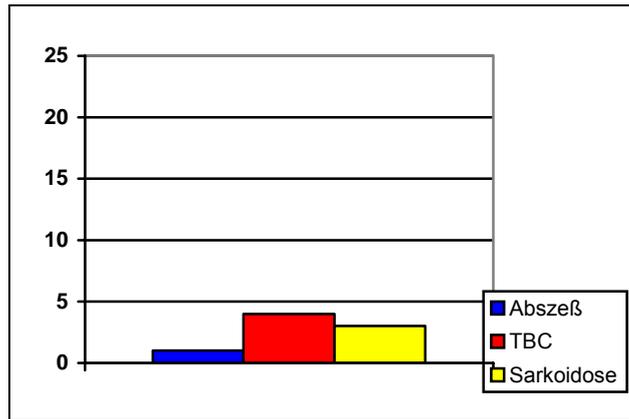


Abb. 11: Verteilung der entzündlichen Befunde

4.2.3 Korrelation Verdachtsdiagnose und histologischer Diagnose

Der Vergleich zwischen radiologischen und histologischen Diagnosen des gewonnenen Biopsates wies in beiden Diagnoseverfahren Unterschiede auf. Tab. 7 und Abb. 12 zeigen, dass in den 93 Fällen, die in der Nativ-CT als maligne diagnostiziert wurden, nach histologischer Diagnostizierung 15 benigne und zwei unklare enthalten waren. Bei denen, in der CT als benigne eingeordneten 20 Fällen, zeigten sich nach histologischer Befundung fünf als maligne. Von den 22 unklaren Fällen blieben nach histologischer Untersuchung nur noch vier übrig.

CT-Befund	Gesamt [n]	Maligne	Benigne	Unklar
	135	93	20	22
Histologie	Maligne	76 82 %	5 25 %	13 59 %
	Benigne	15 16 %	15 75 %	5 23 %
	Unklar	2 2 %	0	4 18 %

Tab. 7: vergleich der CT-Verdachtsdiagnosen mit den endgültigen histologischen befunden

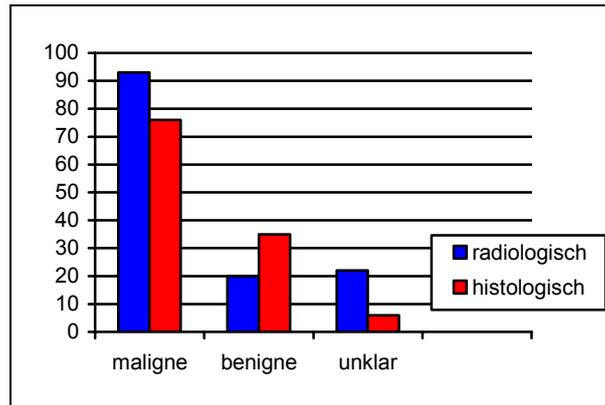


Abb. 12: CT-Diagnosen / Histologischer Befund

Bei der statistischen Auswertung der radiologischen Ergebnisse im Vergleich zu den definitiven histologischen Ergebnissen ergeben sich - je nach Definitionsart der unklaren Fälle (Kapitel: 3.6) - folgende Werte:

Version 1) ohne Einbeziehen der unklaren Fälle:

76 Fälle wurden als „richtig positiv“ bewertet.
 15 Fälle waren „falsch positiv“.
 15 Fälle waren „richtig negativ“.
 5 waren „falsch negativ“
 (Tab. 1, 8 und 9).

	Testergebnis				Summe der Zeile	
	Positiv		Negativ			
Positiv	76	94 %	5	6 %	81	100 %
Negativ	15	50 %	15	50 %	30	100 %
Summe der Spalte	91	82 %	20	18 %	111	100 %

Tab. 8: Untersuchungsergebnisse – Version 1

	Gesamt [n]		Richtig positiv		Falsch positiv		Richtig negativ		Falsch negativ	
Maligne	81	100 %	76	94 %					5	6 %
Benigne	30	100 %			15	50 %	15	50 %		

Tab. 9: Dignitätsergebnisse – Version 1

Version 2) 95 Fälle wurden als „richtig positiv“ bewertet.
 20 Fälle waren „falsch positiv“.
 15 Fälle waren „richtig negativ“.
 5 waren „falsch negativ“ (Tab. 10 und 11).

	Testergebnis				Summe der Zeile	
	Positiv		Negativ			
Positiv	95	95 %	5	5 %	100	100 %
Negativ	20	57 %	15	43 %	35	100 %
Summe der Spalte	115	85 %	20	15 %	135	10 %

Tab. 10: Untersuchungsergebnisse – Version 2

	Gesamt [n]		Richtig positiv	Falsch positiv	Richtig negativ	Falsch negativ
Maligne	100	100 %	95 95 %			5 5 %
Benigne	35	100 %		20 57 %	15 43 %	

Tab. 11: Dignitätsergebnisse – Version 2

Version 3) 76 Fälle wurden als „richtig positiv“ bewertet.
 17 Fälle waren „falsch positiv“.
 24 Fälle waren „richtig negativ“.
 18 waren „falsch negativ“ (Tab. 12 und 13).

	Testergebnis				Summe der Zeile	
	Positiv		Negativ			
Positiv	76	81 %	18	19 %	94	100 %
Negativ	17	41 %	24	59 %	41	100 %
Summe der Spalte	93	69 %	42	31 %	135	100 %

Tab. 12: Untersuchungsergebnisse – Version 3

	Gesamt [n]		Richtig positiv	Falsch positiv	Richtig negativ	Falsch negativ
Maligne	94	100 %	76 81 %			18 19 %
Benigne	41	100 %		17 41 %	24 59 %	

Tab. 13: Dignitätsergebnisse – Version 3

Tab. 14 zeigt zusammengefasst die Ergebnisse aller Versionen auf einen Blick:

Version	Richtig pos.		Richtig neg.		Falsch pos.		Falsch neg.	
1	76	94 %	15	50 %	15	50 %	5	6 %
2	95	95 %	15	43 %	20	57 %	5	5 %
3	76	81 %	24	59 %	17	41 %	18	19 %

Tab. 14: Vergleich der Dignitätsergebnisse – Version 1-3

Aus den obigen Werten ergeben sich für die radiologischen Verdachtsdiagnosen im Vergleich zu den definitiven histologischen Diagnosen bezüglich der Dignität folgende Ergebnisse:

Version 1)

$$\text{Sensitivität} = 94 \% = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76)}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76) + Anzahl falsch neg. Diagnosen (5)}}$$

$$\text{pos. präd. Wert} = 84 \% = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76)}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76) + Anzahl falsch pos. Diagnosen (15)}}$$

$$\text{Spezifität} = 50 \% = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15) + Anzahl falsch pos. Diagnosen (15)}}$$

$$\text{neg. präd. Wert} = 75 \% = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15) + Anzahl falsch neg. Diagnosen (5)}}$$

$$\text{Effizienz} = 82 \% = \frac{\text{Anzahl richtiger pos. Diagnosen (76)} + \text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)}}{\text{Gesamtpatientenzahl (111)}}$$

Version 2)

$$\text{Sensitivität} = 95 \% = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (95)}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (95)} + \text{Anzahl falsch neg. Diagnosen (5)}}$$

$$\text{pos. präd. Wert} = 83 \% = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (95)}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (95)} + \text{Anzahl falsch pos. Diagnosen (20)}}$$

$$\text{Spezifität} = 43 \% = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)} + \text{Anzahl falsch pos. Diagnosen (20)}}$$

$$\text{neg. präd. Wert} = 75 \% = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)} + \text{Anzahl falsch neg. Diagnosen (5)}}$$

$$\text{Effizienz} = 82 \% = \frac{\text{Anzahl richtiger pos. Diagnosen (95)} + \text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (15)}}{\text{Gesamtpatientenzahl (135)}}$$

Version 3)

$$\text{Sensitivität} = 81 \% = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76)}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76) + Anzahl falsch neg. Diagnosen (18)}}$$

$$\text{pos. präd. Wert} = 82 \% = \frac{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76)}}{\text{Anzahl richtig pos. Diagnosen (76) + Anzahl falsch pos. Diagnosen (17)}}$$

$$\text{Spezifität} = 59 \% = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (24)}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (24) + Anzahl falsch pos. Diagnosen (17)}}$$

$$\text{neg. präd. Wert} = 57 \% = \frac{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (24)}}{\text{Anzahl richtig neg. Diagnosen (24) + Anzahl falsch neg. Diagnosen (18)}}$$

$$\text{Effizienz} = 74 \% = \frac{\text{Anzahl richtiger pos. Diagnosen (76) + Anzahl richtig neg. Diagnosen (24)}}{\text{Gesamtpatientenzahl (135)}}$$

Tab. 15 und 16 zeigen zusammengefasst alle statistischen Werte:

Version	Richtig pos.	Richtig neg.	Falsch pos.	Falsch neg.
1	76 %	15 %	15 %	5 %
2	95 %	15 %	20 %	5 %
3	76 %	24 %	17 %	18 %

Tab. 15: Zusammenfassung der Dignitätsauswertung

Version	Sensitivität	Pos. präd. Wert	Spezifität	Neg. präd. Wert	Effizienz
1	94 %	84 %	50 %	75 %	82 %
2	95 %	83 %	43 %	75 %	82 %
3	81 %	82 %	59 %	57 %	74 %

Tab. 16: Zusammenfassung der statistischen Auswertung in drei Versionen

Da es sich bei den unklaren Fällen auch um Malignome handeln könnte und es vermieden werden sollte, diese zu übersehen, wurde bei der Auswahl der Definitionsart die zweite Version bevorzugt, bei der unklare Fälle als maligne eingestuft worden sind.

In den folgenden Kapiteln werden die Werte der zweiten Version verwendet.

4.3 Herddaten: Form, Begrenzung und Größe

4.3.1. Herdlage

In 104 Fällen lagen die Herde intrapulmonal, in 19 Fällen mediastinal, in sieben Fällen pleural und in fünf Fällen waren sie an der Thoraxwand lokalisiert (Abb. 13).

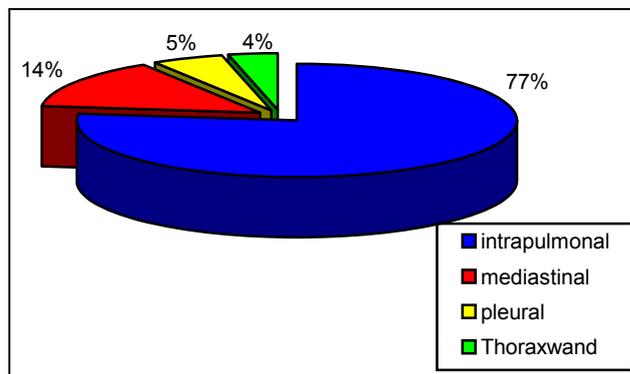


Abb. 13: Lage der Läsion

Von den pulmonal liegenden Herden waren 71 maligne, 28 benigne und fünf unklar. Die mediastinal liegenden Herde hatten 14 maligne, vier benigne und eine unklare Diagnose. Bei den pleural liegenden waren fünf Herde maligne und zwei benigne. Die an der Thoraxwand liegenden Herde wiesen in vier Fällen eine Malignität und in einem Fall eine Benignität auf (Tab. 17 und Abb. 14).

Herdlage	Gesamt [n]	Maligne	Benigne	Unklar
Intrapulmonal	104	71 68 %	28 27 %	5 5 %
Mediastinal	19	14 74 %	4 21 %	1 5 %
Pleural	7	5 71 %	2 29 %	0
Thoraxwand	5	4 80 %	1 20 %	0
Summe	135	94 70 %	35 26 %	6 5 %

Tab. 17: Verteilung der Herdlage und ihre Relation zu Dignität

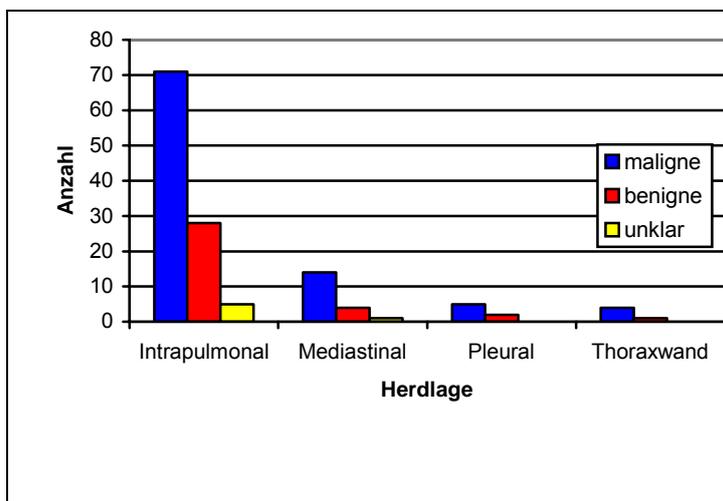


Abb. 14: Relation der Herdlage zu Dignität

Es wurden die Biopsiediagnosen in Bezug zur Herdlokalisation verglichen. Maligne waren 80 % der an der Thoraxwand gelegenen Tumore, 71 % der pleural gelegenen Tumore, 74 % der mediastinal gelegenen Läsionen und 68 % der intrapulmonalen Herde.

Daraus kann man ersehen, dass die prozentuale Verteilung der malignen Läsionen keine Abhängigkeit in Bezug zur Herdlage zeigt.

Auch die Lageverteilung der gutartigen Läsionen wies keine großen Unterschiede auf: 27 % der intrapulmonal gelegenen, 21 % der mediastinalen Herde, 29 % der pleural gelegenen Läsionen und 20 % der an der Thoraxwand gelegenen Herde waren gutartig.

4.3.2 Herdform

Abbildung 15 zeigt die Relation der Herdformen zueinander. Bei der Gesamtmenge der Läsionen waren 54 Läsionen rund, vier geometrisch, 31 oval und je 14 keilförmig und flächig sowie 17 polyzyklisch. In einem Fall war die Herdform nicht genau zu bestimmen. Die meisten Herde waren demnach rund (54), gefolgt von den ovalförmigen (31).

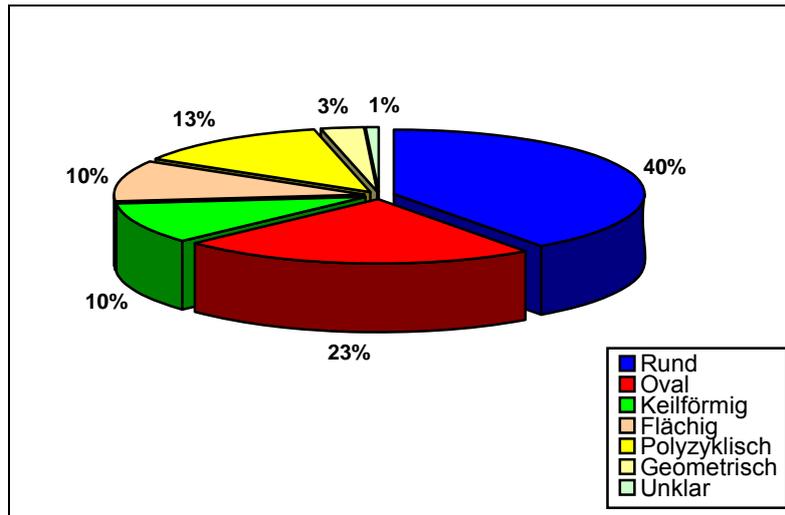


Abb. 15: Verteilung der Herdformen

Die Herdformen wurden in Beziehung zur Dignität der Herde gesetzt (Tab. 18 und Abb. 16).

Prozentual waren die meisten malignen Herde polyzyklisch (82 %).

Dicht gefolgt waren sie von geometrischen Herdformen, von denen 75 % maligne waren.

Die meisten benignen Herde waren keilförmig (43 % dieser Gruppe), gefolgt von flächigen mit 29 %.

Herdform	Gesamt [n]	Maligne	Benigne	Unklar
Rund	54	38 70 %	10 19 %	6 11 %
Geometrisch	4	3 75 %	1 25 %	0
Oval	31	21 68 %	10 32 %	0
Keilförmig	14	8 57 %	6 43 %	0
Flächig	14	10 71 %	4 29 %	0
Polyzyklisch	17	14 82 %	3 18 %	0
Unklar	1	0	1 100 %	0
Gesamt	135	94 70 %	35 26 %	6

Tab. 18: Herdform in Relation zu Dignität

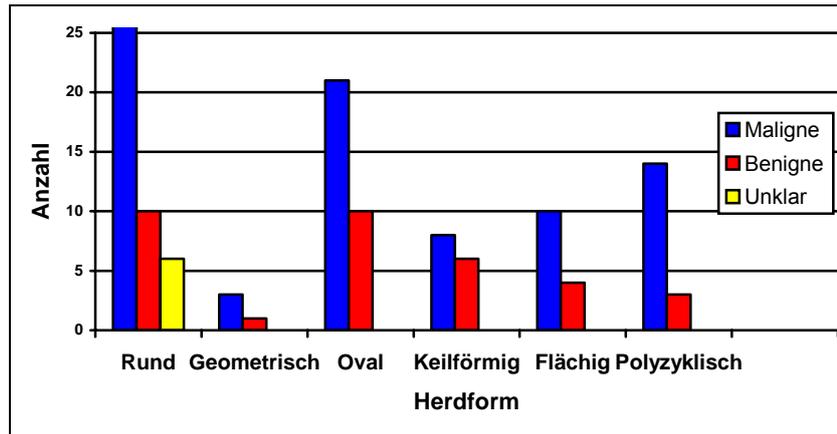


Abb. 16: Herdforn in Relation zu Dignität

4.3.3 Herdbegrenzung

Bei der Art der Begrenzung wurde nach glatt, unscharf oder spikulaer unterschieden. Von den 135 Läsionen waren 68 glatt, 29 unscharf abgegrenzt, 35 spikulaer begrenzt. Bei drei Patienten fehlten die Daten über die Begrenzung bzw. war die Begrenzung nicht klar einzuordnen. Diese wurden in der Kategorie: "unklar" eingeordnet (Abb. 17).

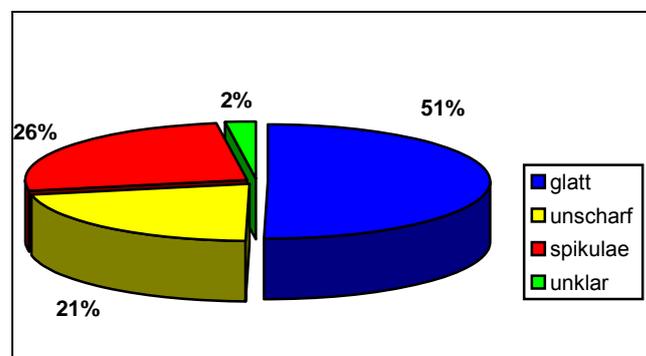


Abb. 17: Verteilung der Herdbegrenzungsarten

Auch die Herdbegrenzung wurde in Beziehung mit der Dignität gesetzt (Tab. 19 und Abb. 18)

Auffällig erscheint der hohe Prozentsatz der spikulaeren Herdbegrenzungen, der mit einer Malignität verbunden war (91 %).

Herdbegrenzung	Gesamt [n]	Maligne	Benigne	Unklar
Glatt	68	44 65 %	18 26 %	6 9 %
Unscharf	29	16 55 %	13 45 %	0
Spikulae	35	32 91 %	3 9 %	0
Unklar	3	2 67 %	1 33 %	0

Tab. 19: Relation der Herdbegrenzung zur Dignität

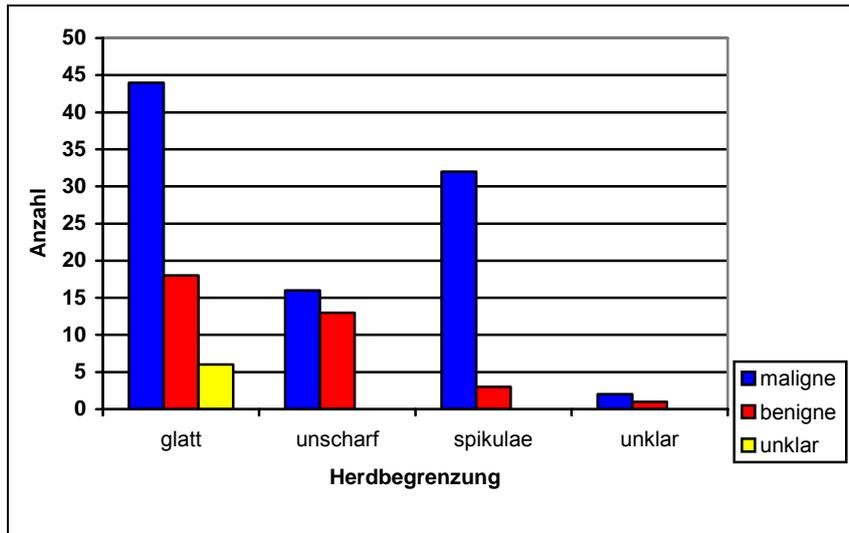


Abb. 18: Beziehung zwischen Herdbegrenzung und Dignität

4.3.4 Herdgröße

Anhand der Herdgröße wurden die 135 punktierten Läsionen in sieben Gruppen eingeteilt.

Gruppe eins entspricht dabei einer Läsion kleiner als ein Zentimeter; dieser Gruppe waren acht Fälle zuzuordnen. 33 Läsionen gehören mit einer Größe von 1-2 cm zur Gruppe zwei. In 29 Fällen lag die Herdgröße zwischen 2 und 3 cm (Gruppe 3). Der Gruppe vier, mit einer Herdgröße von 3-4 cm, gehören 18 Fälle an. Im Bereich der Gruppe fünf (4-6 cm) lagen 29 Läsionen. Auf die sechste Gruppe von 6-10 cm entfielen 14 Läsionen. Größer als 10 cm waren vier Läsionen, welche somit zu Gruppe sieben gehören.

Die meisten Läsionen hatten eine Größe zwischen 1 und 2 cm. Tabelle 20 und Abbildung 19 zeigen die Verteilung der Läsionsgrößen.

Herdgröße [cm]	Anzahl [n]	
≤1	8	6 %
>1-2	33	25 %
>2-3	29	21 %
>3-4	18	13 %
>4-6	29	21 %
>6-10	14	10 %
>10	4	3 %
Gesamt [n]	135	

Tab. 20: Verteilung der Läsionsgrößen

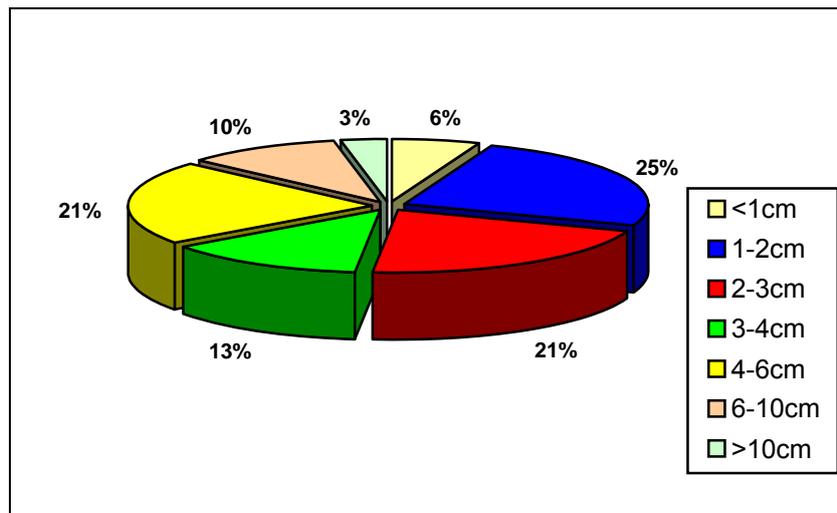


Abb. 19: Verteilung der Läsionsgrößen

Es wurden die Herdgrößen mit der Dignität in Verbindung gesetzt.

Dabei wurden bei der Größe ≤1 cm sechs maligne (75 %) und zwei unklare Herde (25 %) festgestellt. Bei der Größe von 1-2 cm gab es 22 maligne (67 %), neun benigne (27 %) und zwei ergebnislose (6 %) Diagnosen.

Die Läsionen zwischen 2 und 3 cm zeigten in 21 Fällen maligne (72 %), in sieben benigne (24 %) und in einem ein unklares Ergebnis (4 %). Bei von 3-4 cm großen Läsionen waren 17 maligne (94 %), ein benigner (6 %), und kein unklarer Herd zu verzeichnen. Unter den 4-6 cm großen Läsionen waren 15 als maligne (52 %), 14 als benigne (48 %) und keine als unklare Läsion

einzuordnen. Bei den 6-10 cm großen Läsionen gab es elf maligne (79 %), zwei benigne (14 %) und einen unklaren Fall (7 %). Schließlich ergaben sich bei den Läsionen größer als 10 cm zwei maligne (50 %), zwei benigne (50 %) und keine unklare Diagnose. (Abb. 20 und Tab. 21).

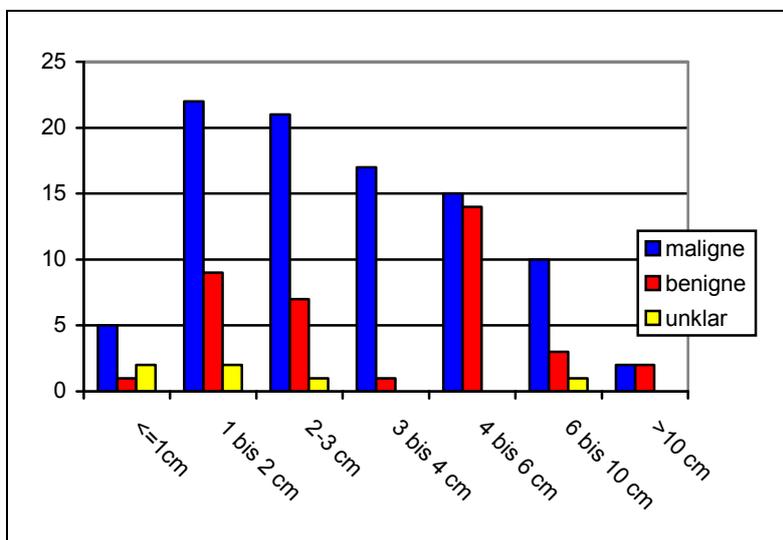


Abb. 20: Herdgröße in Relation zur Dignität

Herdgröße [cm]	Gesamt [n]	Maligne	Benigne	Unklar
≤1	8	6 75 %	0	2 25 %
>1-2	33	22 67 %	9 27 %	2 6 %
>2-3	29	21 72 %	7 24 %	1 4 %
>3-4	18	17 94 %	1 6 %	0
>4-6	29	15 52 %	14 48 %	0
>6-10	14	11 79 %	2 14 %	1 7 %
>10	4	2 50 %	2 50 %	0
Gesamt [n]	135	94	35	6

Tab. 21: Herdgröße in Relation zur Dignität

4.3.5 Einschmelzung

Ein Nachweis von Luft in Form einer Luftsichel innerhalb einer Läsion wird Einschmelzung genannt. Auch dieses Kriterium wurde zur Beurteilung der Herde hinzugezogen.

Bei 10 Läsionen lag eine Einschmelzung vor. In einem Fall war nicht sicher zu erkennen ob eine Einschmelzung vorlag oder nicht. Bei 124 Läsionen lag keine Einschmelzung vor (Tab. 22).

Einschmelzung	Gesamt [n]	Maligne		Benigne		Unklar	
Nein	124	88	71 %	30	24 %	6	5 %
Ja	10	5	50 %	5	50 %		
Nicht sicher	1	1	100 %	0			
Gesamt	135	94		35			

Tab. 22: Relation der Einschmelzung zur Dignität

Aus Tab. 22 entnimmt man, dass die meisten Herde keine Einschmelzung zeigten. Die Herde ohne Einschmelzung waren zu 71 % maligne und zur 24 % benigne. Die restlichen Fälle blieben unklar. Die Herde mit Einschmelzung waren zu 50 % maligne und zu 50 % benigne.

4.4 Punktionsdaten: Nadelart, Pleuratiefe, Pleurapassagen, Punktioszeit

4.4.1 Nadelart und Dignität

In dieser Studie wurde bei 116 (86 %) Biopsien eine Trucut-Nadel und in 19 (14 %) Fällen eine Vakuum-Nadel verwendet (Tab. 23 und Abb. 21).

Nadelart	Anzahl [n]	
Trucut	116	86 %
Vacuum	19	14 %
Gesamt [n]	135	100 %

Tab. 23: Verteilung der Nadelarten

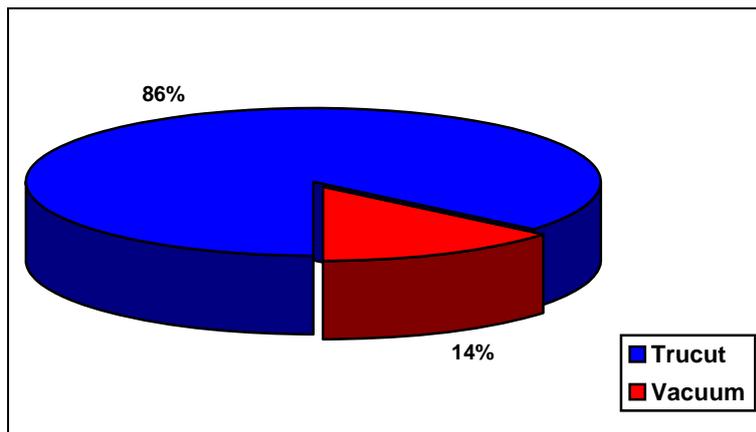


Abb. 21: Verteilung der Nadelarten

Bei den sechs unklaren Fällen, bei denen das Material für die histologische Auswertung nicht ausreichend gut war, waren fünf mit Trucut und einer mit der Vakuump-Nadel biopsiert. Dies zeigt, dass von den 116 Trucut-Punktionen vier Prozent und von den 19 Vakuump-Punktionen fünf Prozent zu einem unklarem Ergebnis führte (Tab. 24).

	Gesamt[n]		Unklar	
Trucut	116	86 %	5	4 %
Vakuump	19	14 %	1	5 %

Tab. 24: Verteilung der Nadelarten

4.4.2 Pleuratiefen

Die Pleuratiefe ist definiert als Pleuraabstand zum Herd und wurde in sieben Kategorien unterteilt. Diese Kategorien sind in Tab. 25 aufgeführt. Die meisten Herde lagen in einer Entfernung von 0-1 zur Pleura.

Pleuratiefen [cm]	0-1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-10	>10
Anzahl	78	12	15	10	12	5	3

Tab. 25: Verteilung der Pleuratiefen

4.4.3 Punktionstiefe

Die Punktionstiefe ist definiert als Hautoberflächenabstand zum Herd und wurde in sieben Kategorien unterteilt (Tab. 26 und Abb. 22). Die meisten Herde lagen in einer Tiefe von sechs bis zehn cm.

Punktionstiefe [cm]	0-1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-10	>10
Anzahl [n]	2	2	8	11	42	51	19

Tab. 26: Verteilung der Punktionstiefen

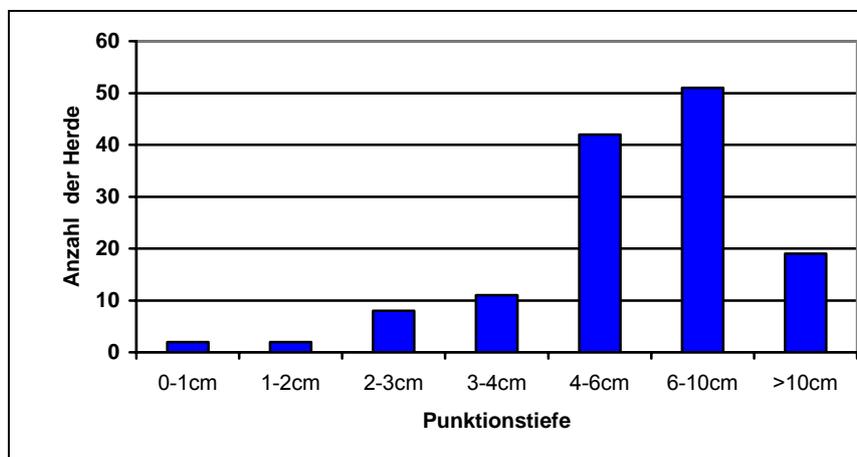


Abb. 22: Verteilung der Punktionstiefen

4.4.4 Pleurapassagen

Bei 19 Patienten gelang die Materialentnahme ohne Durchquerung der Pleura. Bei den restlichen 116 Punktionen musste die Pleura passiert werden. Es gab Fälle mit zwei bis vier Durchstoßungen (Tab. 27 und Abb. 23). Die Punktion eines Herdes im Pleuraspalt ergab eine Pleurapassage. Lag der Herd intrapulmonal, gab es zwei Passagen. Bei den Herden im Interlobulärspalt gab es wegen der Durchstoßung durch den Lappenspalt drei bis vier Passagen.

Pleurapassagen	Keine	1	2	3-4	Gesamt [n]
Anzahl [n]	19	0	102	14	116

Tab. 27: Pleurapassagen

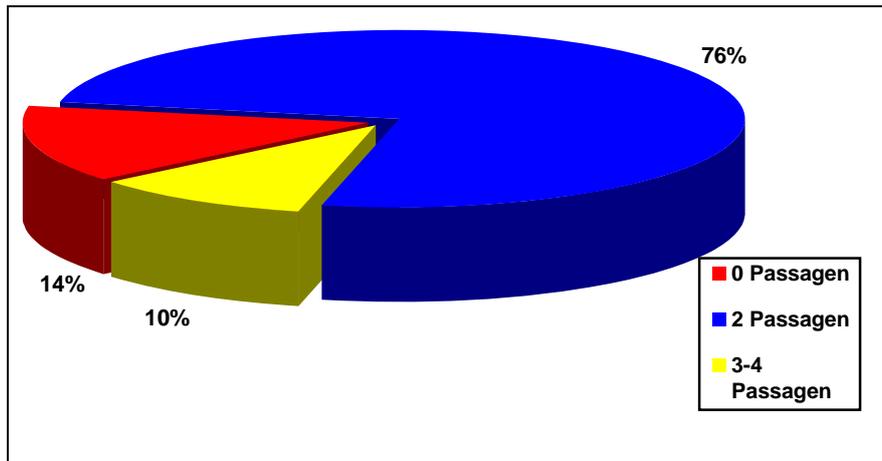


Abb. 23: Verteilung der Pleurapassagen bei den Biopsien

Bei den Biopsien ohne Durchquerung der Pleura kam es zu keinen Komplikationen.

Insgesamt gab es 59 Fälle, bei denen Nebenwirkungen oder Komplikationen aufgetreten sind. Davon waren 58 mit Pleurapassagen während der Biopsie.

4.4.5 Punktionsdauer

Die Punktionsdauer wurde in Minuten angegeben und in fünf Kategorien unterteilt. Die Punktionen dauerten zwischen 2 und 35 Minuten; die meisten Punktionen waren nach 10 Minuten abgeschlossen (Tab. 28).

Punktionsdauer	gesamt	≤5 min.	5-10 min.	>10-15 min.	>15-20 min.	>20 min.
	135	61	48	19	5	2

Tab. 28: Verteilung der Punktionsdauer

4.4.6 Korrelation Punktionsdauer und Herdgröße

Tab. 29 zeigt den Zusammenhang von Punktionsdauer und Herdgröße. Die meisten Herde hatten eine Größe von 1-2 cm und eine Punktionsdauer von 1 bis 5 Minuten. Die maximale Punktionsdauer von 35 Minuten trat als Ausnahmefall bei komplizierter Herdlage auf.

		Punktionsdauer [min.]				
Herdgröße [cm]	Gesamt [n]	0-5	>5-10	>10-15	>15-20	>20
≤1	8	4 50 %	4 50 %	0	0	0
>1-2	33	17 52 %	12 36 %	4 12 %	0	0
>2-3	29	12 41 %	13 45 %	3 10 %	0	1 3 %
>3-4	18	8 44 %	3 17 %	4 22 %	3 17 %	0
>4-6	29	12 41 %	9 31 %	6 21 %	1 3,5 %	1 3,5 %
>6-10	14	5 36 %	7 50 %	1 7 %	1 7 %	0
>10	4	3 75 %	0	1 25 %	0	0
Gesamt [n]	135	61 45 %	48 36 %	19 14 %	5 4 %	2 2 %

Tab. 29: Korrelation Herdgröße und Punktionsdauer

4.4.7 Punktionswiederholung

Wiederholungen der Punktion aufgrund eines Punktionshindernisses gab es in zwei von 135 Fällen (2 %). Die Punktionswiederholungen waren erforderlich, da jeweils bei der ersten Punktion nicht genügend repräsentatives Material für die histologische Analyse des Biopsates gewonnen werden konnte.

4.5 Komplikationen / Nebenbefunde

Abb. 24 und Tab. 30 zeigen die Fälle mit bzw. ohne Nebenbefunde. Insgesamt gab es bei 59 Patienten (44 %) Nebenbefunde während oder nach der Biopsie. Einige von diesen Patienten hatten mehrere Beschwerden gleichzeitig.

Nebenbefunde	Anzahl [n]	
Ja	59	44 %
Nein	76	56 %

Tab. 30: Anzahl der Nebenbefunde

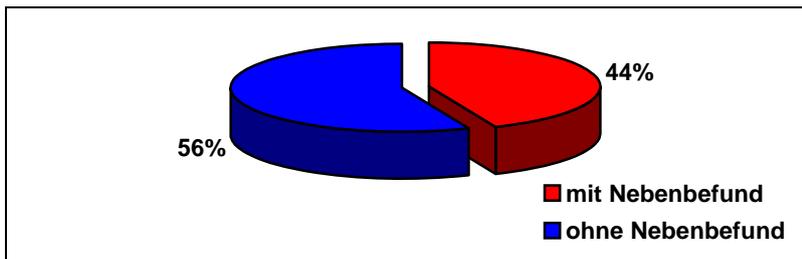


Abb. 24: Anzahl der Nebenbefunde

Komplikationen gab es nur in 11 Fällen (8 %). Diese sind aus der Tab. 31 und Abb. 25 ersichtlich.

Komplikationen	Anzahl [n]	Prozent
Ja	11	8 %
Nein	124	92 %

Tab. 31: Anzahl der Komplikationen

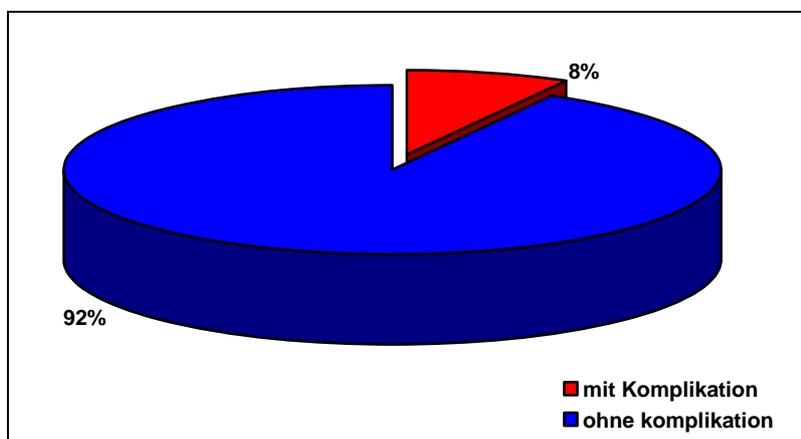


Abb. 25: Anzahl der Komplikationen

4.5.1 Komplikationsarten / Nebenbefundarten

4.5.1.1 Blutungen

Insgesamt traten bei 37 Patienten Blutungen auf.

21 Patienten hatten eine kleine perifokale Blutung, Sieben Patienten eine kleine Stichkanalblutungen. Bei neun Patienten trat eine große perifokale Blutung auf, dies entspricht 7 % der Gesamtpunktionen. Große Stichkanalblutungen gab es nicht.

Bei 22 Patienten kam es zu keiner Blutung (Tab. 32).

	Blutungsart	Anzahl [n] bzw. % von Gesamtpunktionen	
	Keine	22	16 %
Nebenbefund	Perifokal klein	21	16 %
	Stichkanal klein	7	5 %
Komplikation	Perifokal groß	9	7 %
	Stichkanal groß	0	
Blutung gesamt [n]		37	28 %

Tab. 32: Verteilung der Blutungsarten

4.5.1.2 Pneumothorax

Bei Pneumothorax wurde die Unterteilung nach Größe des Pleuraspaltes auf den CT-Bildern durchgeführt.

Bei 21 war ein Pneumothorax nachweisbar. Davon waren elf kleiner und acht größer als ein cm. Aufgrund der Größe und Klinik der Pneumothoraces war es in zwei Fällen notwendig, eine Thoraxdrainage zu platzieren (Tab. 33).

Von der Gesamtzahl der Patienten mit Pneumothorax hatten fünf zusätzlich auch eine Blutung.

Pneumothoraxarten	Anzahl[n]	% der Gesamtpunktionen
Keinen	38	28 %
Kleiner 1 cm	11	8 %
Größer 1 cm	8	6 %
Mit Drainage	2	2 %
Gesamt [n]	59	44 %

Tab. 33: Verteilung der Pneumothoraxarten

4.5.1.3 Hämoptyse

Sieben Patienten zeigten zusätzlich eine Hämoptyse.

4.5.1.4 Verteilung der Komplikationen / Nebenbefunde

Einen Überblick über die Verteilung der Komplikationsarten / Nebenbefunden geben Tab. 34 und Abb. 26.

Die am häufigsten aufgetretenen Komplikationen unserer Studie waren große, perifokale Blutungen mit 9 gefolgt von Pneumothoraces mit Drainagebedürftigkeit in 2 Fällen.

	Komplikationen		Nebenbefunde		
	Große perifokale Blutung	Pneu. mit Drainage	Kleine Blutungen	Schmerz	Hämoptyse
Anzahl der Patienten [n]	9 7 %	2 2 %	28	7	7

Tab. 34: Komplikationsarten und Nebenbefunde

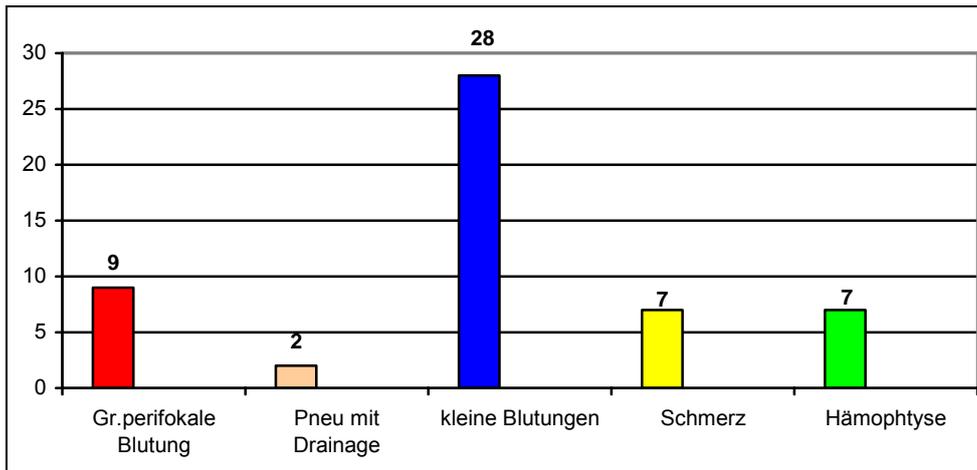


Abb. 26: Verteilung der unterschiedlichen Komplikationen und Nebenbefunde

4.5.2 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdlage

Intrapulmonale Herde (104):

Es traten 19 Pneumothoraces auf, wovon zwei eine Drainage bedürften (2 %). Blutungen gab es in 34 Fällen, sieben davon waren große perifokale Blutungen (7 %).

Fünf Patienten hatten sowohl eine Blutung als auch einen Pneumothorax.

Mediastinale Herde (19):

Zwei kleinere Pneumothoraces und eine gr. perifokale Blutung (5 %) traten auf.

Pleurale Herde (7):

Pneumothoraces kamen nicht vor, es wurde jedoch eine große perifokale Blutung (14 %) festgestellt.

Thoraxwand Herde (5):

Pneumothoraces wurden nicht festgestellt. Eine kleine Blutung, jedoch ohne weitere Folgen für den Patienten, trat auf.

Tabelle 35 zeigt die Korrelation zwischen Komplikationen, Nebenbefunden und Herdlage.

Herdlage	Komplikation		Nebenbefunde				
	Große per. Blutung	Pneu. mit Drainage	Kleine Blutung	Pneu.	Pneu. und Blutung	Schmerz	Hämopt.
Intrapulmonal	7 7 %	2 2 %	27	17	5	3	7
Mediastinal	1 5 %	0	0	2	0	3	0
Pleural	1 14 %	0	0	0	0	1	0
Thoraxwand	0	0	1	0	0	0	0

Tab. 35: Korrelation Komplikationen / Nebenbefunde und Herdlage

4.5.3 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdform

Unklar:

Es gab keinen Nebenbefund und keine Komplikation bei dem einzigen Patienten dieser Gruppe.

Rund:

Von den 54 Patienten kam es bei 31 zu Nebenbefunden/Komplikationen. 22 wiesen eine Blutung auf. In fünf Fällen waren es große perifokale Blutungen. Neun Patienten zeigten einen Pneumothorax nach der Biopsie, wobei in einem Fall eine Drainage notwendig war

Geometrisch:

Insgesamt gab es vier Fälle, bei denen keine Blutung und kein Pneumothorax auftraten.

Oval:

Von den 31 Patienten hatten 12 Nebenbefunde bzw. traten Komplikationen auf - jeweils sechs in Form von Pneumothoraces bzw. Blutungen - unter letzterem trat eine große perifokale Blutung auf.

Keilförmig:

Hier gab es 14 Fälle, darunter fünf mit Nebenbefunden/Komplikationen. Ein Patient mit kleinerer Blutung, ein Fall mit großer perifokaler Blutung und drei mit Pneumothorax, davon einer mit Drainagenotwendigkeit.

Flächig:

Auch hier gab es 14 Fälle, insgesamt zwei mit Nebenbefunden, beide mit kleinerem Pneumothoraces.

Polyzyklisch:

Von den 17 Patienten dieser Gruppe hatten sieben Blutungen. Darunter waren zwei große perifokale Blutungen.

Eine Zusammenfassung zeigt Tab. 36. Die unerwähnten Patienten hatten Komplikationen in Form von Hämoptyse bzw. Schmerzen.

Herdform	Gesamt [n]	Komplikationen		Nebenbefunde	
		Große Blutung	Pneumothorax mit Drainage	Kleine Blutung	Pneumothorax
Unklar	1	0	0	0	0
Rund	54	5	1	17	8
Geometrisch	4	0	0	0	0
Oval	31	1	0	5	6
Keilförmig	14	1	1	1	2
Flächig	14	0	0	0	2
Polyzyklisch	17	2	0	5	1
Gesamt [n]	135	9	2	28	19

Tab. 36: Korrelation Herdform und Komplikationsrate

4.5.4 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdbegrenzung

Unklar:

Es gab drei Fälle, bei denen die Begrenzung nicht genau einzuordnen war. Komplikationen und Nebenbefunde gab es in dieser Gruppe nicht.

Glatt:

Von den 68 Patienten gab es in 26 Fällen Nebenbefunde, 19 Blutungen, davon sechs große perifokale Blutungen und sieben Pneumothoraces ohne Drainagenotwendigkeit.

Unscharf:

Hier hatten sieben von den 29 Patienten Blutungen und fünf Pneumothoraces. Unter letzterem war ein Patient mit Drainagenotwendigkeit.

Spikulae:

Von den insgesamt 35 Patienten zeigten elf Blutungen, unter diesen drei großen perifokalen Blutungen, weiterhin neun Pneumothoraces, darunter ein Fall mit Drainagenotwendigkeit (Tab. 37).

Herdbegrenzung	Gesamt[n]	Komplikationen		Nebenbefunde	
		Große Blutung	Pneumothorax mit Drainage	Kleine Blutung	Pneumothorax
Unklar	3	0	0	0	0
Glatt	68	6	0	13	7
Unscharf	29	0	1	7	4
Spikulae	35	3	1	8	8
Gesamt [n]	135	9	2	28	19

Tab. 37: Korrelation Herdbegrenzung und Komplikationsrate

Die Gesamtkomplikationsrate und Blutungsrate ist unabhängig von der Herdbegrenzung. Bei Betrachtung der Pneumothoraxrate sieht man, dass diese bei den glatt begrenzten Herden am kleinsten ist.

4.5.5 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Herdgröße

Die Herdgröße wurde in Korrelation zur Komplikationen / Nebenbefunden gesetzt (Tab. 38). Alle Komplikationen - außer einem Ausnahmefall - traten nur bei den kleineren Herdgrößen bis 4 cm auf.

Herdgröße	Gesamt [n]	Komplikationen		Nebenbefunde	
		Gr.Blutung	Pneu.mit Drainage	Kleine Blutung	Pneumothorax
≤1	8	0	0	5	1
>1-2	33	2 6 %	0	11	6
>2-3	29	3 10 %	2 7 %	3	3
>3-4	18	3 17 %	0	5	2
>4-6	29	0	0	3	6
>6-10	14	0	0	1	1
>10	4	1 25 %	0	0	0
Gesamt [n]	135	9	2	28	19

Tab. 38: Korrelation Komplikationen / Nebenbefunde und Herdgröße

4.5.6 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Nadelart

Die Abhängigkeit der Komplikationsrate von der Nadelart wurde untersucht. Folgende Ergebnisse sind beobachtet worden:

Nadelart	Komplikationen		Nebenbefunde			
	Große Blutung	Pneumothorax mit Drainage	Kleine Blutung	Pneumothorax	Schmerz	Hämoptyse
Trucut [n=116]	6 5 %	2 2 %	21	15	7	6
Vakuum [n=19]	3 16 %	0	7	4	0	1
Gesamt [n]	9	2	28	19	7	7

Tab. 39: Komplikationenhäufigkeit je nach Nadelart

Die häufigste Komplikation / Nebenbefund bei der Benutzung der Trucut-Nadel war die Blutung. Diese kam bei insgesamt 27 Patienten, das heißt 23 % der 116 Trucut-Biopsien, vor. In 6 Fällen (5 %) handelte es sich um eine große perifokale Blutung. Die restlichen 21 Fälle (18 %) waren kleinere Blutungen ohne klinische Relevanz. Zweithäufigste Komplikation / Nebenbefund war der Pneumothorax. Dieser trat bei 17 Patienten, also 15 % der Trucut-Biopsien auf. Die beiden Patienten, die einen behandlungsbedürftigen Pneumothorax bekamen, waren mit Trucut biopsiert.

Bei den 19 mit der Vakuum-Nadel biopsierten Patienten kam es in zehn Fällen zu einer Blutung (52 %), wobei es sich bei drei Patienten um große perifokale Blutungen handelte (16 %).

In vier Fällen (21 %) trat ein Pneumothorax auf, jedoch ohne Behandlungsnotwendigkeit.

Es ist zu erkennen, dass bei unserer Studie am häufigsten die Blutungen vorkamen. Die Vakuum-Nadel verursacht mit 16 % dreimal mehr große Blutungen als die Trucut-Nadel (5 %).

Beide Patienten mit drainagebedürftigen Pneumothoraces waren jedoch mit Trucut punktiert worden (Tab. 39).

4.5.7 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Pleuratiefe

Bei unserer Studie wurde die Pleuratiefen in Zusammenhang mit auftretenden Komplikationen gesetzt.

Bei den Herden, die in einem Abstand von 6-10 cm zur Pleura lagen, kam es am häufigsten zu großen Blutungen (40 %), gefolgt von den Läsionen, die in einem Abstand von 2-3 cm zur Pleura lagen (33 %). An dritter Stelle waren die Läsionen mit einem Pleuraabstand von 0-1 cm mit 27 % großen Blutungen. Die beiden Pneumothoraces mit Drainagenotwendigkeit traten bei Herden auf, die in einem Abstand von 0-1 cm zur Pleura lagen. Somit sieht man, dass die Punktionen der Herde mit einem Pleuraabstand von 0-1 cm am häufigsten zu Komplikationen geführt haben (Tab. 40).

Aus Tab. 40 sind zusätzlich Informationen über das Auftreten von Nebenbefunden in Abhängigkeit von der Pleuratiefe zu entnehmen.

		Komplikationen		Nebenbefunde			
Pleuratiefe	Gesamt [n]	Große Blutung	Pneu. mit Drainage	Pneu.	Kleine Blutung	Schmerz	Hämopt.
0-1 cm	19	1 27 %	2 11 %	3	11	4	2
1-2 cm	8	1 13 %	0	4	5	0	1
2-3 cm	9	3 33 %	0	3	3	1	0
3-4 cm	8	0	0	4	4	0	0
4-6 cm	9	2 22 %	0	3	5	0	2
6-10 cm	5	2 40 %	0	2	0	1	2
>10 cm	1	0	0	0	0	1	0
Gesamt	59	9	2	19	28	7	7

Tab. 40: Pleuratiefen in Zusammenhang mit Komplikationen

4.5.8 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Punktionstiefe

Bei der Betrachtung dieser Korrelation erkennt man, dass bei den kleineren Punktionstiefen bis 4 cm keine Komplikationen auftraten (Tab. 41).

Punktions- tiefe	Gesamt [n]	Komplikationen		Nebenbefunde	
		Große Blutung	Pneumothorax mit Drainage	Kleine Blutung	Pneumothorax
0-1 cm	2	0	0	1	1
1-2 cm	2	0	0	0	0
2-3 cm	8	0	0	1	0
3-4 cm	11	0	0	2	0
4-6 cm	42	1 2 %	2 5 %	8	5
6-10 cm	51	6 12 %	0	14	7
>10 cm	19	2 11 %	0	2	6
Gesamt [n]	135	9	2	28	19

Tab. 41: Korrelation Punktionstiefen und Komplikationen

4.5.9 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Pleurapassagen

Bei 116 Untersuchungen musste die Pleura durchquert werden. Dabei kam es in 58 Fällen (50 %) zum Auftreten von Nebenbefunden oder komplikationen. Behandlungsbedürftige Komplikationen gab es in 11 Fällen (9 % der Punktionen mit Pleurapassagen) (Tab. 42 und Abb. 27).

Passagen	Gesamt [n]	Komplikationen		Nebenbefunde	
		Große Blutung	Pneumothorax mit Drainage	Kleine Blutung	Pneumothorax
0	19	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	102	8 8 %	2 2 %	26	14
3-4	14	1 7 %	0	2	5
Gesamt [n]	135	9 8 %	2 2 %	28	19

Tab. 42: Korrelation Pleurapassagen und Komplikationen

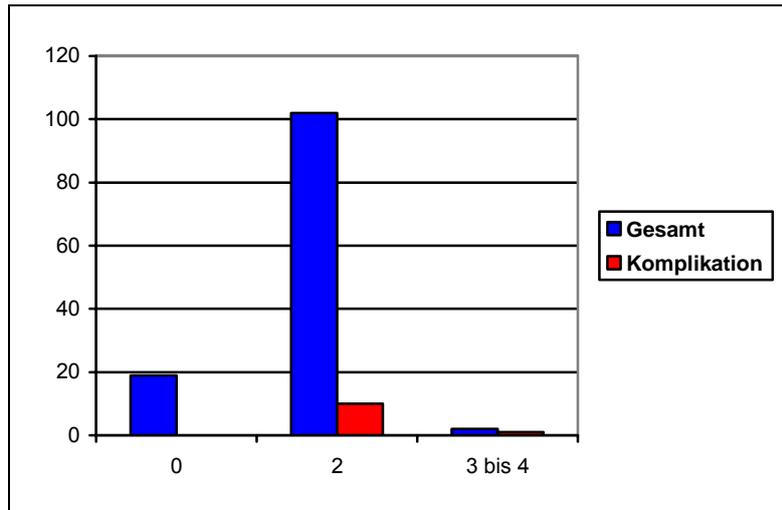


Abb. 27: Korrelation von Pleurapassagen und Komplikationsrate

Prozentual kamen Komplikationen umso häufiger vor, je öfter die Pleura passiert worden ist. In absoluten Zahlen traten die zwei Pneumothoraces mit Drainagenotwendigkeit und acht von neun großen perifokalen Blutungen bei zweimaliger Pleurapassage auf (Tab. 42 und Abb. 27). Es entstanden keine Komplikationen, wenn die Pleura nicht passiert wurde.

4.5.10 Korrelation Komplikation / Nebenbefund und Punktionszeit

Bei dieser Untersuchung sind die Punktionszeiten in Korrelation zu den Komplikationen gesetzt worden. Tab. 43 zeigt die entsprechenden Zahlenwerte. Es ist keine Beziehung zwischen Komplikationen und Punktionszeit feststellbar.

Punktionszeit [min.]	Gesamt [n]	Komplikationen		Nebenbefunde			
		Große Blutung	Pneumothorax mit Drainage	Kleine Blutung		Pneumothorax	
<= 5	61	4 7 %	0	11		9	
>5-10	48	2 4 %	2 4 %	12		5	
>10-15	19	3 16 %	0	3		1	
>15-20	5	0	0	1		4	
>20	2	0	0	1		0	
Gesamt [n]	135	9 7 %	2 2 %	28		19	

Tab. 43: Korrelation Komplikationsrate und Punktionszeit

5 Abbildungen

5.1 Nadelarten

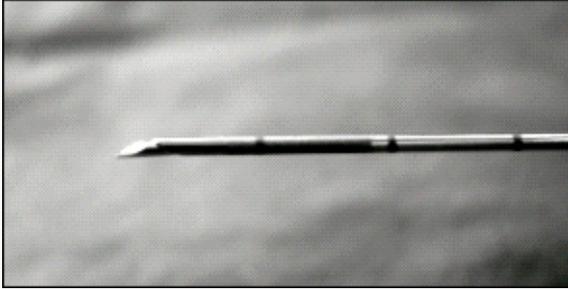


Abb. 28: Trucut-Nadelspitze nicht ausgefahren

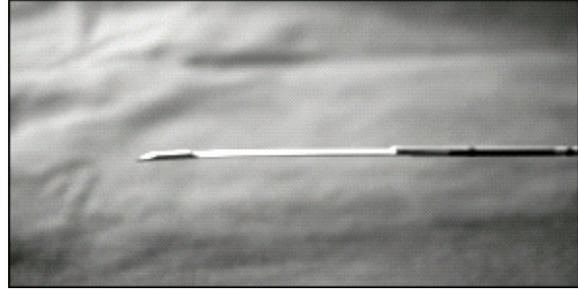


Abb. 29: Trucut-Nadelspitze ausgefahren

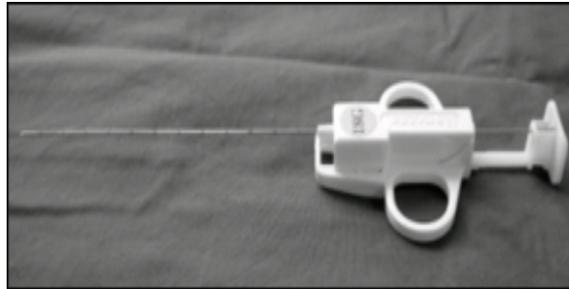


Abb. 30: Trucut-Nadel

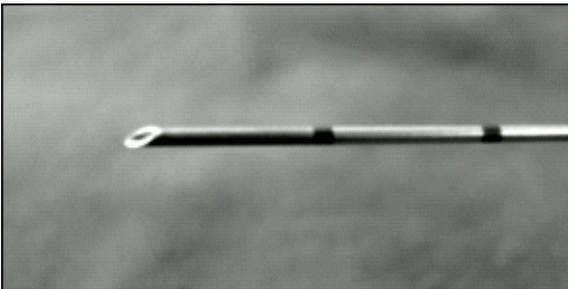


Abb. 31: Autovac-System mit HohlNadel unter Vakuum-Aspiration

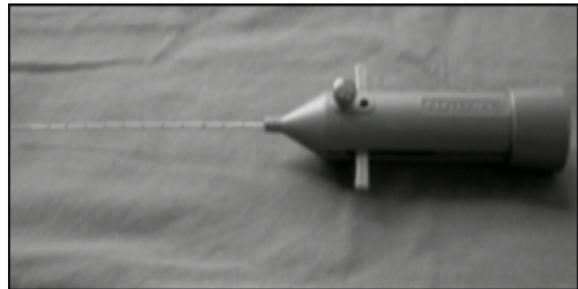


Abb. 32: Autovac-System mit HohlNadel unter Vakuum-Aspiration

5.2 Patientenfälle

5.2.1 Fall 1

72 jähriger Patient mit unklarer Raumforderung in der linken Lunge

Abb. 33 und 34 – Röntgen-Thorax: Intrapulmonale Läsion linker Oberlappen und emphysemartige Lungengerüstveränderungen.

Abb. 35 – CT-Thorax: linkspulmonale glatt begrenzte Läsion - 7 cm Größe

Abb. 36 – CT-gesteuerte Biopsie: Trucut-Nadel. Dorsaler Zugang bei Bauchlage des Patienten.

Der Herd befand sich in 12 cm Tiefe und lag der Pleura breitbasig an.
Histologische Diagnose: großzelliges Bronchailkarzinom



Abb. 33: Patientenfall 1: Röntgen-Thorax

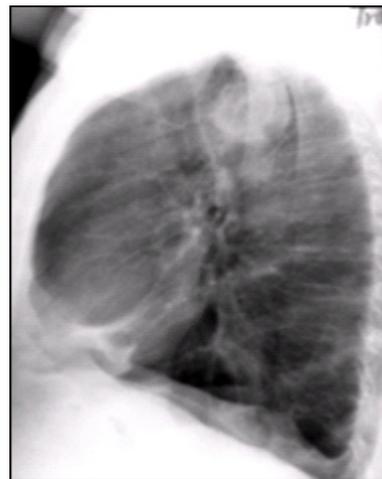


Abb. 34: Patientenfall 1: Röntgen-Thorax-seitlich



Abb. 35: Patientenfall 1: CT-Thorax



Abb. 36: Patientenfall1: CT-Punktion

5.2.2 Fall 2

41 jähriger Patient: Unklare Raumforderung im Mediastinum

Abb. 37 und 38 und – Röntgen-Thorax: Verschattung retrosternal, oberes Mediastinum

Abb. 39 – CT-Thorax: Solide, scharf begrenzte, gelappte Läsion ohne Einschmelzung im oberen vorderen Mediastinum

Abb. 40 – CT-gesteuerte Biopsie: Rückenlagerung, parasternaler, transcostaler Zugang unter Schonung des Lungengewebes und der A. und V. thoracica interna

Histologische Diagnose: Morbus Hodgkin.



Abb. 37: Patientenfall 2: Röntgen-Thorax



Abb. 38: Patientenfall 2: Röntgen-Thorax-seitlich



Abb. 39: Patientenfall 2: CT-Thorax

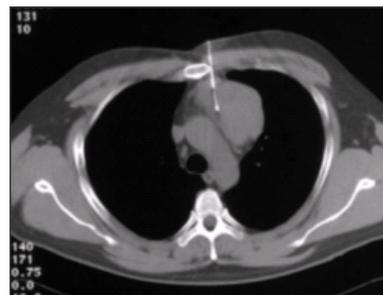


Abb. 40: Patientenfall 2: CT-Punktion

5.2.3 Fall 3

54 jähriger Patient: Unklare Raumforderung intrapulmonal links

Abb. 41 und 42 – Röntgen-Thorax: 6 cm Herdbefund links, paramediastinal, apikaler Unterlappen

Abb. 43 – CT-gesteuerte Biopsie: Solide, scharf begrenzte, gelappte Läsion neben dem Wirbelkörper ohne Destruktion. Kein sicherer Bezug zum Neuroforamen. Paravertebraler Zugang bei Bauchlagerung, Autovac-System transcostal eingebracht, zentral im Tumor sitzend.

Histologische Diagnose: Nicht möglich aufgrund des histologisch nicht verwertbaren Materials



Abb. 41: Patientenfall 3: Röntgen-Thorax



Abb. 42: Patientenfall 3: Röntgen-Thorax-
Seitlich

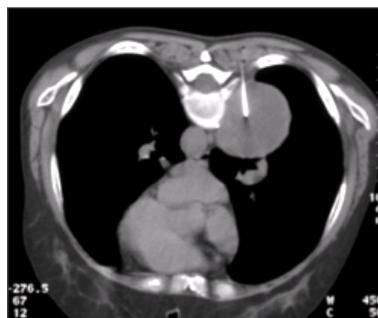


Abb. 43: Patientenfall 3: CT-Punktion

5.2.4 Fall 4

68 jähriger Patient. Kleiner Rundherd peripher, linker Oberlappen

Abb. 44 – CT-Thorax: Ovaler, glatt begrenzter 15 mm Herd linker Oberlappen, 3 cm Pleuratiefe, Gesamttiefe 10 cm. Kleinere, <10 mm LK mediastinal

Abb. 45 – CT-gesteuerte Biopsie: Rückenlagerung. Trucut-Nadel, Single Shot Modus. Zeitdauer 11 min. Nadellage peripher, nicht sicher zentral im Herd

Abb. 46 und 47 – CT-Thorax-Kontrolle nach Punktion: Perifokale Blutung (ca. 8 cm²). Kein Pneumothorax.

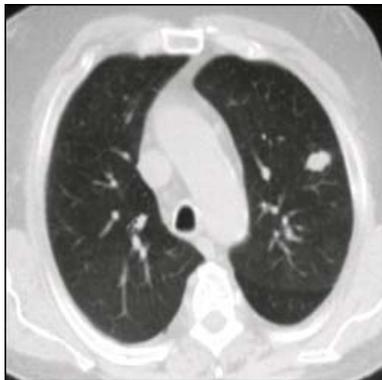


Abb. 44: Patientenfall 4: CT-Thorax



Abb. 45: Patientenfall 4: CT-Punktion



Abb. 46: Patientenfall 4: CT-Thorax

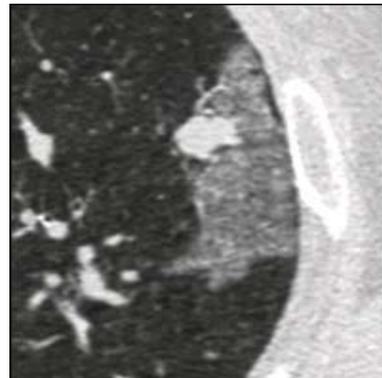


Abb. 47: Patientenfall 4: CT-Thorax

5.2.5 Fall 5

68 jähriger Patient mit Plattenepithelkarzinom der Zunge. Stationäre Lungenpunktion in Bauchlage, Trucut-Nadel. CT-Modus: Single-Shot. Mini-Herd im rechten Unterlappen.

Abb. 48 und 49 – CT-gesteuerte Biopsie: Rundherd 7 mm Herd rechts 5 cm tief. Dauer 8 min.

Abb. 50 – CT-Thorax-Kontrolle nach Punktion: Perifokale Blutung . Kein Pneumothorax.

Histologische Diagnose: Narbengewebe



Abb. 48: Patientenfall 5: CT-Punktion

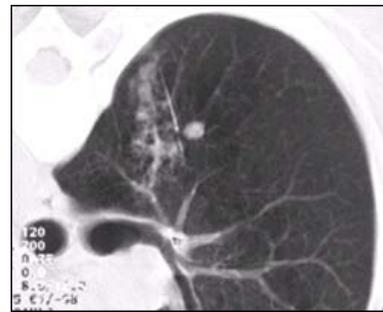


Abb. 49: Patientenfall 5: CT-Punktion

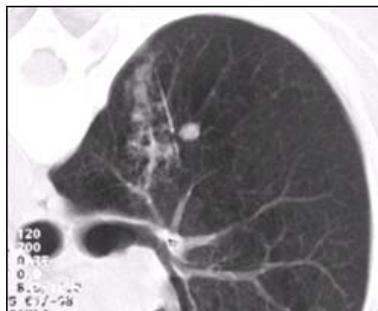


Abb. 50: Patientenfall 5: CT-Punktion

5.2.6 Fall 6

69 jähriger Patient mit bekanntem Bronchialkarzinom.

Abb. 51 – Röntgen-Thorax: Flächige Verdichtungen beide Mittelfelder bei riesigem Herz. Stauungszeichen und Dystelektasen

Abb. 52 – CT-Thorax: Unscharfer, flächiger, 4 cm großer Herd intrapulmonal links.

Abb. 53 – CT-gesteuerte Biopsie: Rückenlagerung. CT-Modus: Single-Shot. Trucut-Nadel. Punktionsdauer: 3 min. Keine Komplikationen.

Histologische Diagnose: Mäßig differenziertes Plattenepithelkarzinom.

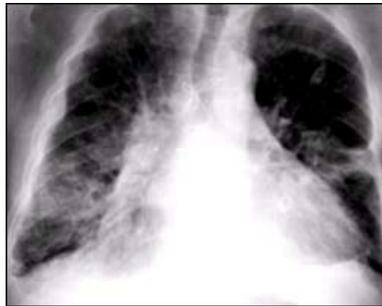


Abb. 51: Patientenfall 6: Röntgen-Thorax

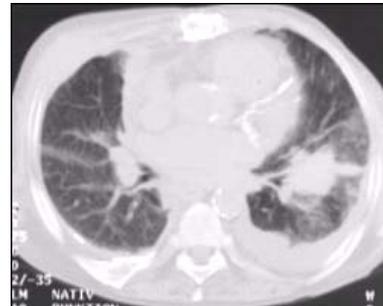


Abb. 52: Patientenfall 6: CT-Thorax



Abb. 53 : Patientenfall 6: CT-Punktion

5.2.7 Fall 7

50 jährige Patientin ohne maligne Grunderkrankung.

Abb. 54 – CT-Thorax: Unscharfer, rundlicher 18 mm großer Herd intrapulmonal links Mittellappen.

Abb. 55 – CT-gesteuerte Biopsie: Rückenlagerung. CT-Modus: Single-Shot. Trucut-Nadel. Lateraler Zugang mit langem transpulmonalen Weg. Punktionsdauer: 3 min. Keine Komplikationen.

Histologische Diagnose: Granulomatöse Erkrankung (Tbc, klinisch eher Sarkoidose)

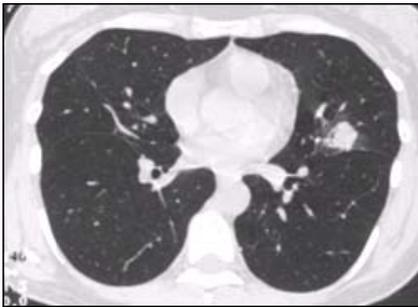


Abb. 54: Patientenfall 7: CT-Thorax

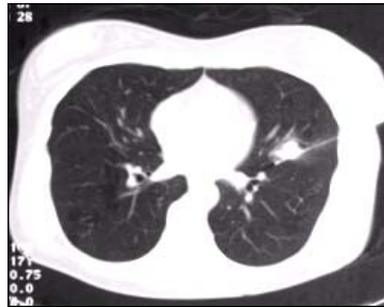


Abb. 55: Patientenfall 7: CT-Punktion

6 Diskussion

6.1 Einleitung

Das Bronchialkarzinom ist weltweit die häufigste zum Tode führende Krebserkrankung. Jährlich sterben allein in Deutschland ca. 30.000 Männer und 10.000 Frauen an diesem Tumor, die meisten im Alter zwischen 50 und 70 Jahren [25].

Wegen der Häufigkeit der Karzinome muss jeder Rundherd der Lunge potenziell als maligne betrachtet werden, bis das Gegenteil bewiesen ist. Die spezielle Problematik ist die späte Erkennung des Bronchialkarzinoms erst bei Vorliegen komplexer klinischer Symptome. Die Durchführung von Maßnahmen zur Früherkennung ist daher wichtig.

Da einerseits eine Früherkennung von Lungentumoren durch eine Labordiagnostik nicht möglich ist, andererseits eine reine Röntgenmorphologie einen malignen Prozess nicht ausschließen kann, muss eine bioptische Klärung auch bei kleinen Herden angestrebt werden [70].

Die dafür angewandte Methode sollte wenig belastend für den Patienten und sicher in der Durchführung sein und eine hohe diagnostische Verlässlichkeit aufweisen [14, 81].

Außerdem ist die Art der Therapie eines malignen Tumors von der sicheren Diagnose der präzisen Typisierung und Malignitätsgradierung entscheidend abhängig. Aus diesem Grund sollte nach heutiger Lehrmeinung jede mikroskopische Krebsdiagnostik prätherapeutisch erfolgen und somit die Diagnose verifizieren. Dies gilt zum einen für Tumore, welche einer konservativen Therapie unterzogen werden sollen, da diese Tumore ihre mikroskopische Gestalt unter der Therapie erheblich verändern, welches eine genaue Klassifizierung unterbindet, zum anderen aber auch für die Tumore, welche operativ entfernt werden sollen, da die Operationsstrategie häufig vom Tumortyp und von seinem Malignitätsgrad bestimmt wird [8].

Bei nicht-kleinzelligen Bronchialkarzinomen, welche überwiegend lokal wachsen, ist das primäre Ziel die Operation, die in ca. 20 % der Fälle möglich ist. Im Anschluss oder bei nicht operablen Tumoren wird eine Chemotherapie und/oder Bestrahlung durchgeführt.

Trotz aller Bemühungen in der Therapie des kleinzelligen Bronchialkarzinoms ist eine durchgreifende Besserung der Behandlungsergebnisse in den letzten Jahrzehnten nicht erreicht worden. Während bei Patienten ohne Fernmetastasen eine Langzeitüberlebensrate von 5-10 % beobachtet wird, stellt das Überleben von 5 Jahren bei Patienten mit metastasierter Erkrankung eine Rarität dar [54, 57, 63].

Kleinzellige Karzinome metastasieren frühzeitig. In 80 % bestehen zum Zeitpunkt der Diagnose Absiedlungen in anderen Organen (v. a. Leber, Gehirn). Diese Tumore werden primär mit einer Chemotherapie behandelt, die meist zu einer deutlichen Verkleinerung des Tumors führt. Aufgrund der hohen Rezidivrate ist die Prognose allerdings schlecht (mittleres Überleben 4-12

Monate). Es werden jedoch Studien mit einer Immuntherapie durchgeführt, welche in Zukunft die Prognose verbessern könnten [30].

6.2 Bildgebende Methoden

6.2.1 Standard Röntgenthoraxbild

In der Lungenkrebsdiagnostik ist das Röntgenbild der Lunge eine der ersten Maßnahmen zur Diagnose.

Die Basis der Röntgenuntersuchung der Lunge ist die posterior-anteriore Thoraxübersichtsaufnahme im Stehen. Sie wird ergänzt durch ein Seitenbild, um die Abbildungsmöglichkeiten der peripheren und retrokardialen Lungenabschnitte, der zentralen Partien mit dem Hilus und dem Mediastinum voll auszuschöpfen und die räumliche Zuordnung der Veränderungen zu erleichtern.

Bei der konventionellen Thoraxübersichtsaufnahme sind solitäre Lungenläsionen ab einer Größe von etwa fünf Millimetern erkennbar. Lungenherde, welche kleiner als vier Millimeter sind, können nur durch Summationseffekte in der projektionsradiographischen Abbildung erkannt werden. Herde in den kostophrenischen Winkeln, in Hilusnähe oder im Retrokardialraum müssen, um mit diesem bildgebenden Verfahren eindeutig erkennbar zu sein, eine Mindestgröße von circa einem Zentimeter erreicht haben [28, 104]. Dies macht besonders die Metastasendiagnostik schwierig, da 67 % aller Lungenmetastasen pleural oder subpleural und noch 25 % im äußeren Lungendrittel liegen [93].

Die Dignität eines Herdbefundes im Bereich der Lunge oder des Mediastinums lässt sich auf Basis des Röntgenbildes nur eingeschränkt bestimmen.

6.2.2 Computertomographie

Die Computertomographie hat als Schnittbildverfahren mit überlagerungsfreier Darstellung gegenüber der Thoraxübersichtsaufnahme erhebliche Vorteile für die Beurteilung pulmonaler Veränderungen.

Mit diesem Verfahren sind Lungenherde mit drei Millimetern Durchmesser und weniger, auch in den diagnostisch schwierigen Regionen der Lunge nachweisbar [28]. Als weitere diagnostische Methode dient die intravenöse Kontrastmittelgabe. Hier können vaskularisierte und nicht vaskularisierte mediasinale und hiläre Strukturen unterschieden werden [67].

Studien von Heil, Feuerbach und Diederich haben gezeigt, dass die Herde, welche kleiner als zehn Millimeter sind, in über 95 % der Fälle benigne sind. Hier ist bei fehlender Tumoranamnese eine Malignität eher unwahrscheinlich, so dass bei diesem Befund einer radiologischen Verlaufskontrolle der Vorzug gegeben wird [15, 22, 81]

Dieses radiologische Verfahren ist außerdem als zusätzliches Hilfsmittel vor einer Bronchoskopie unentbehrlich, um Informationen über Lage und Ausdehnung des Tumors zu erhalten [21].

6.3 Techniken der Materialentnahme

Die Indikation für eine Biopsie ist vielfältig. Bei vielen Erkrankungen liegt die Notwendigkeit einer histologischen oder zytologischen Diagnose vor. Prinzipiell stehen die offene, chirurgische Biopsie und die perkutane Biopsie zur Verfügung. Die perkutane Biopsie stellt vielfach die Methode der Wahl zur Materialgewinnung dar, denn sie ist sicherer, weniger zeitaufwendig und billiger und wird zudem von den Patienten meist besser toleriert als die offene Biopsie oder ähnlich invasive Verfahren wie z.B. die Mediastinoskopie bei der Diagnostik von mediastinalen Raumforderungen [90].

Ein weiterer Vorteil liegt in der Anwendung der Lokalanästhesie, die weniger belastend für den Patienten ist [87].

6.3.1 Bronchoskopische Verfahren

6.3.1.1 Bronchoskopie

Mit Hilfe der Bronchoskopie kann die Tumorausbreitung innerhalb des Bronchialsystems beurteilt werden. Der Arzt kann Zell- und Gewebeproben entnehmen. Die Ursache und der Ursprungsort von Komplikationen wie z.B. Bluthusten, Belüftungsstörungen (Atelektasen), häufige Lungenentzündungen können festgestellt werden. Die Bronchoskopie wird sowohl zur Inspektion eingesetzt als auch für diagnostische und therapeutische Eingriffe.

Heutzutage wird meist die von Shigeto Ikeda Mitte der 60er Jahre erstmalig benutzte flexible Bronchoskopie eingesetzt. Dieses Verfahren wird in örtlicher Betäubung durchgeführt und ist ein vergleichsweise risikoarmes Verfahren [80], welches schnell verfügbar und für die meisten Patienten wenig belastend ist. Viele Erkrankungen können durch diese Untersuchung zuverlässig erkannt werden.

Die Häufigkeit von Komplikationen bei Untersuchungen beträgt etwa 2 %, wobei hierunter alle möglichen unerwünschten Effekte der Untersuchung zusammengefasst sind. Die Letalität beträgt nach umfassenden Statistiken zwei bis vier bei 10.000 Untersuchungen [80].

Die Bronchoskopie liefert bei 40-90 % der Patienten mit Lungenkarzinomen die richtige Diagnose. Sie ist laut einigen Autoren daher eine zentrale diagnostische Maßnahme. Über die Hälfte aller Bronchialkarzinome sind mit dieser Methode direkt zu sehen. Die Bronchoskopie ist in der Regel die entscheidende Untersuchung zur Feststellung des Gewebetyps und damit die Grundlage der Therapieentscheidung einiger Autoren [49, 107].

Für die Zytologie nach bronchoskopischer Feinnadelbiopsie sind in der Literatur bei zentral gelegenen Lungentumoren Treffsicherheiten von 15 % (nicht sichtbare zentrale Tumoren) [68] bis zu 93 % (sichtbare zentrale Tumoren) [23] angegeben. Bei peripher gelegenen Tumoren der Lunge reichen die Angaben über die Treffsicherheit der bronchoskopischen Feinnadelaspirationsbiopsie von 25 % [23] bis zu 55 % [27, 76] (Tab. 44).

	Treffsicherheit	Richtige Diagnose
Zentrale Tumoren	15 %-93 %	40 %-90 %
Peripher gelegene Tumoren	25 %-55 %	

Tab. 44: Treffsicherheit und richtige Diagnosen bei Bronchoskopie

6.3.1.2 Bronchioalvöläre Lavage

Die bronchioalveoläre Lavage ist die Spülung einzelner Lungenabschnitte mit etwa 200 ml isotonischer Kochsalzlösung durch das eingeführte Bronchoskop. Die Zellen in der erhaltenen Spülflüssigkeit können zur Zytodiagnostik verwendet werden, die Zellverteilung gibt Aufschluss über die entzündliche Aktivität einer Alveolitis (z.B. bei Lungenfibrose, Sarkoidose oder durch exogene Einwirkungen).

Die diagnostische Ausbeute ist verglichen mit zu anderen Methoden geringer. Für die Zytologie nach Bronchiallavage wird in der Literatur über eine Treffsicherheit zwischen 29 % [91] und 79 % [24] mit einer Typendifferenzierungskorrelation von bis zu 75 % berichtet [50].

6.3.1.3 Bronchialbürstung

Die Bronchialbürstung ist die Gewinnung von Zellmaterial aus den Bronchien zur zytologischen Untersuchung unter Anwendung kleiner Kunststoff- oder Stahlbürsten, die über einen Führungskatheter bzw. den Instrumentenkanal eines Endoskops in die Bronchien eingeführt werden.

Für die Zytologie nach Bronchialbürstung werden Treffsicherheiten bei der Diagnose von Lungenkarzinomen von 38 % [68] für bronchoskopisch nicht sichtbare Tumoren und bis zu 80 % [107] für peripher gelegene Karzinome, mit einer Typendifferenzierungskorrelation bis zu 76 % angegeben [50].

6.3.1.4 Sputumzytologie

Diese Methode ist bis heute nicht allgemein bekannt, obwohl ihr im Literaturmittel eine Sensitivität von 64,5 % und eine Spezifität von 98 % zukommt [7].

In der Literatur findet man jedoch enorm unterschiedliche Werte: Sensitivitäten von 22,0 % bis 98,1 %. Diese Abweichungen erklären sich durch Unterschiede in der Qualität beziehungsweise Quantität der Probengewinnung und Aufarbeitung sowie der zytologischen Diagnostik. Je repräsentativer ein Expektorat ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass sich Tumorzellen im Sputum finden.

Auch wird über unterschiedliche Treffsicherheitswerte für zentrale und periphere Herde berichtet.

Bei zentral gelegenen Karzinomen findet man Treffsicherheitswerte von 39,4 % bei Tanaka [106], 75 % bei Choplin [11] und Greene [33] und bis 86 % bei Böcking [6]. Die Typendifferenzierungskorrelation beträgt dabei im Durchschnitt 83 % bis 95 %.

Bei peripher gelegenen Läsionen werden in der Literatur Treffsicherheiten zwischen 14,8 % bei Tanaka [106], 45 % bei Choplin [11] und 85 % bei Böcking [6] angegeben mit einer Typendifferenzierungskorrelation ebenfalls zwischen 83 % und 95 % [50] (Tab. 45).

Autor	Literatur	Jahr	Treffsicherheit	
			Zentraler Herd	Peripherer Herd
Tanaka	[106]	1985	39,4 %	14,8 %
Choplin	[11]	1985	75 %	45 %
Greene	[33]	1982	75 %	N.D: *
Böcking	[6]		86 %	85 %

Tab. 45: Treffsicherheit bei Sputumzytologie

N.D.*: Nicht dokumentiert

Die Gewinnung der Sputum-Proben ist vollkommen nebenwirkungsfrei und ohne Strahlenbelastung oder Schmerzen für den Patienten.

Die Sputumzytologie hat eine höhere Detektionsrate für frühe Bronchialkarzinome verglichen mit der Röntgendiagnostik und erlaubt auch die Diagnose von fakultativen und obligaten Krebsvorstufen, wie Dysplasien und Carcinoma in situ [89].

Falsche Handhabung des Patienten könnte zur Abgabe vom Speichel anstatt Sputum führen, der für die histologische Diagnostik kein verwertbares Material erhält.

Insgesamt ist die Trefferquote bei dieser Methode jedoch gering. Bei Tumorverdacht ist in fast allen Fällen auch eine Bronchoskopie erforderlich, deshalb kommt diese Methode eher in Ausnahmefällen in Betracht.

6.3.2 Offene Operationen

Die frühere Auffassung, jeden solitären Lungenherd operativ zu entfernen, wird heute nicht mehr vertreten.

Die offene Operation (Thorakotomie) ist die risikoreichste Methode mit einer Letalitätsrate zwischen 2-10 % je nach Allgemeinzustand des Patienten [11].

Die rein diagnostische explorative Thorakotomie jedes Lungenherdes lässt sich bei einem Vergleich der mit der Operation verbundenen hohen Risiken (z.B. Narkoserisiken) und Komplikationen der meist älteren Patienten, der diagnostischen Treffsicherheiten, der Unverhältnismäßigkeit zwischen Aufwand (stationäre Patientenaufnahme ⇒ hohe Kosten) und Nutzen und wegen der Entwicklung von weniger invasiven Methoden wie der CT-gesteuerte Biopsien und nicht operativer Behandlungsmethoden, wie zum Beispiel der Chemo- oder Radiotherapie bei kleinzelligen Bronchialkarzinomen, heute nicht rechtfertigen [50, 61].

Eine Thorakotomie sollte wenn, dann aus therapeutischen Gründen und nicht zum Zwecke einer Diagnosestellung durchgeführt werden [61].

6.3.3 Minimalinvasive Verfahren

6.3.3.1 Thorakoskopie

Die Thorakoskopie ist eine Untersuchung zur Feststellung von Lungenkrebs, unklaren entzündlichen Veränderungen, unklaren Flüssigkeitsansammlungen (Pleuraerguss), Ursachen eines wiederkehrenden und unklaren Pneumothorax. Eine Gewebeprobe-Entnahme ist möglich.

Es gibt die internistische und die chirurgische Thorakoskopie. Die Wahl der Thorakoskopie-Methode ist abhängig vom Tumorsitz, Art der gewünschten Probeentnahme oder der gleichzeitigen Behandlung.

Die chirurgische Thorakoskopie erfolgt im Gegensatz zur internistischen in Vollnarkose. Sie ermöglicht:

- Probeentnahmen der inneren Thoraxwand
- Entnahme von Lungengewebe aus den äußeren Lungenabschnitten
- Verschluss von Lungenrissen
- Abtragung von Lungenblasen (Lungenzysten oder Emphyseblasen)
- Verklebung der Lungenoberfläche mit dem Rippenfell (Pleurodese) bei ständig nachlaufenden Pleuraergüssen oder wiederholtem Pneumothorax

Die diagnostische Ausbeute ist groß. Bei Pleurakarzinose und im Zusammenhang mit der Stanzbiopsie und der Untersuchung des Ergusses können bis zu 98 % der Tumoren gesichert und differenziert werden [50]. Tuberkulöse Pleuritis kann zu 96 % diagnostiziert werden, sodass die Behandlung direkt nach der Bekanntgabe der Histologie gezielt eingesetzt werden kann.

Bei Vorliegen von pleuralen Adhäsionen, bei einer respiratorischen Insuffizienz oder bei Blutungsneigung ist eine Thorakoskopie kontraindiziert [27].

Die Hauptrisiken der Methode bestehen in einer Blutung durch die Verletzung von Gefäßen, einer Infektion sowie in Problemen bei der Entfaltung des jeweiligen Lungenflügels nach dem Eingriff.

Es wird über Komplikationsraten von 7,5 % und Letalitätsraten von 0,8 % bei Video-assistierten Thorakoskopien berichtet [84].

6.3.3.2 Mediastinoskopie

Die Indikation für Mediastinoskopie liegt in der Diagnosesicherung der mediastinal liegenden Herde [102]. Sie liefert im Vergleich zur thorakalen Biopsie 33 % häufiger falsch negative Ergebnisse. Die Rate der falsch positiven Ergebnisse ist vergleichbar gering [9]. Sie dient zur (allgemein durch Biopsie gestützten) Klärung zentralthorakaler Krankheitsprozesse ferner für Schrittmacherimplantation. Die Durchführung erfolgt in Narkose.

Die Mediastinoskopie wird durchgeführt, um bei bereits nachgewiesenem Lungenkrebs ohne Hinweis auf Fernmetastasen zur überprüfen, ob die angrenzenden Lymphknoten tumorfrei sind und eine Operation möglich ist. In etwa einem Drittel der Fälle wird ein Lymphknoten-Befall nachgewiesen.

Bei der Mediastinoskopie ist das Spektrum der Komplikationen sehr groß. Die Letalitätsrate ist höher als die der thorakalen Biopsie [5, 6, 102].

Die Hauptrisiken der Mediastinoskopie bestehen in einer Blutung durch die Verletzung von Gefäßen, einer Infektion, sowie dem Auftreten eines unerwünschten Pneumothorax. Durch den Eingriff kann zudem eine Verletzung der im Mediastinum verlaufenden Nerven wie z.B. Nervus recurrens auftreten. Ebenfalls können Bronchus- und Ösophagusverletzungen auftreten [5, 73, 102]. Zu den möglichen Funktionseinschränkungen nach einer Mediastinoskopie gehören Heiserkeit durch Stimmbandlähmung oder Atemnot infolge einer Zwerchfelllähmung. Insgesamt treten diese Komplikationen jedoch selten auf und bilden sich in vielen Fällen spontan oder durch Behandlung zurück.

6.3.3.3 Ultraschall-gesteuerte Biopsie

Diese Methode wird immer dann als Zielverfahren eingesetzt, wenn eine Läsion sonographisch sicher identifizierbar ist und der Punktionsweg im Ultraschall kompetent dargestellt werden kann. Trifft dies zu, ist der Ultraschall wegen seiner Vorteile der CT vorzuziehen.

Sheth et al. konnten zeigen, dass Ultraschall-gesteuerte Biopsien an der Lunge möglich sind, sofern es sich um periphere (pleuranahe) oder mediastinale Herde handelt und somit eine Alternative zur CT-Steuerung darstellen [96].

Die Sonographie bietet folgende Vorteile:

- Keine Strahlenbelastung
- Beobachtung der Nadelspitze während Insertion kontinuierlich möglich (Realtime-Echtzeitdarstellung)
- Untersuchungszeit gering, dadurch mehr Zeit für weitere Eingriffe
- Geringer personeller Aufwand

- Relativ kostengünstige Ausrüstung
- Hohe Verfügbarkeit
- Mobile Ausrüstung gewährleistet notfallmäßigen Einsatz und Untersuchung am Krankenbett (Mobilität)
- Minimale Invasivität, dadurch für den Patienten geringe psychische und physische Belastung
- Variable Schnitfführung
- Alle Punktionsrichtungen sind möglich
- Hoher Freiheitsgrad bei der Wahl des Punktionsweges
- Gute Darstellbarkeit der Zugangswege
- Doppler-Sonographie zur Darstellung der Gefäßsituation möglich

Nachteile der Ultraschall-gesteuerten Biopsie sind:

- Untersucherabhängigkeit
- Abhängigkeit vom Auflösungsvermögen des verwendeten Gerätes
- Ungünstige Sichtverhältnisse bei Läsionen im Retroperitonealraum, in der Paravertebralregion sowie Thorax (sofern nicht thoraxanliegend), bei Überlagerung von Knochen, bei von lufthaltigem Lungenparenchym umgebenden Herden und bei adipösen Patienten
- Schlechte Darstellbarkeit von kleinen Läsionen (Läsionen kleiner 1 cm sind gerade noch identifizierbar)
- Kooperation des Patienten während der Untersuchung kann Ergebnis beeinflussen
- Schlechte Visualisierung der Nadel, besonders bei beleibten Patienten, tiefgelegenen Läsionen und echogenen Gewebe
- Retrospektiv eingeschränkte Beurteilbarkeit der dokumentierten Ultraschall-Bilder
[8, 10, 18, 20, 22, 29, 37, 48, 69, 77, 79, 82, 107]

6.3.3.4 Computertomographisch gesteuerte perkutane Nadelbiopsien

Berichte aus dem Jahre 1976 heben die Exaktheit der Lokalisation durch die CT-gesteuerte Punktion hervor [38]. Auch Prozesse von ca. 1 cm und kleiner können mit Hilfe der CT gerade noch dargestellt werden [81].

Als besonderer Vorzug der CT-Kontrolle wird die Möglichkeit genannt, die Nadelspitze über die ganze Strecke direkt beobachten zu können [40].

Trotz dieser Unterstützung kann es vorkommen, dass bei der Biopsie unbrauchbares Material entnommen wird. Die Ursachen dafür sind:

Das Verfehlen des bei der Punktion anvisierten Bereiches, die Gewebentnahme aus dem perifokalen Areal, dem Atelektasebezirk, sowie aus peritumorösen, entzündlichen oder infarzierten Bereichen.

Um die Anzahl der hierdurch hervorgerufenen falsch negativen Resultate zu reduzieren, bietet sich ein vor der Punktion durchgeführtes CT mit Kontrastmittelgabe an, da dabei die nekrotischen Tumoranteile im Gegensatz

zu den vitalen Tumorarealen kein Enhancement (Anreicherung von Kontrastmittel) erkennen lassen [83]. Ziel ist, Gewebe aus mehreren vitalen Bereichen des Tumors zu entnehmen und dabei nekrotisches Gewebe möglichst auszulassen. Außerdem werden durch den Einsatz von Kontrastmitteln große Gefäße in Tumornähe markiert und können somit beim Einsatz von schneidenden Nadeln geschont werden [39].

Falsch negative Befunde sind hauptsächlich ein radiologisches Problem, abhängig von der Erfahrung des untersuchenden Radiologen und der Technik der Probengewinnung. Falsch positive Befunde hingegen sind ein rein histopathologisch morphologisches Problem.

Zur Verifizierung der Diagnose sollten die histologischen Befunde mit den radiologischen Aufnahmen korreliert werden [61]. Bei Widersprüchen zwischen radiologischem und histopathologischem Befund, etwa radiologische Malignitätskriterien und benigner pathologischer Befund, ist eine kritische Überprüfung der Diagnose notwendig.

Im Falle der Operationsindikation wird die CT-gesteuerte perkutane Nadelbiopsie nicht immer empfohlen, da auch bei negativem Biopsieergebnis die Operation ohnehin erfolgen würde und zudem das Risiko einer Tumorzellverschleppung (Risiko für Stichkanalmetastasen 1 %) nicht sicher ausgeschlossen werden kann [45, 94].

In anderen Fällen, welche indiziert sind, leistet die CT-gesteuerte Biopsie jedoch einen wertvollen diagnostischen Beitrag [52, 53]. Zudem ist eine Verschleppung des Tumormaterials bei einer einfachen Biopsie äußerst selten [27].

Eine Sicherung der Diagnose gelingt in etwa 70-95 % der Fälle [27]. Die Treffsicherheit bei makroskopisch sichtbaren Tumoren nach CT-gesteuerter Trucut-Biopsie wird bei einigen Autoren mit 98,5 % angegeben [68, 91, 107].

Die CT-gesteuerte perkutane Nadelbiopsie ist technisch unkompliziert, effektiv und kostengünstig. Hauptargument für die Anwendung ist die Vermeidung weitaus belastenderer Eingriffe [81].

Vor- und Nachteile von CT-gesteuerten perkutanen Biopsien werden im Folgenden zusammengefasst:

Vorteile:

- Keine Überlagerungsprobleme von Luft, Knochen oder chirurgischem Verbandsmaterial
- Gute Auflösung schwer zugänglicher Körperregionen
- Habitus des Patienten von geringerer Bedeutung
- Sehr gute Darstellbarkeit der Zugangswege für die Nadelinsertion bei Punktion

- Sehr gute räumliche Auflösung möglich
- Dokumentationsvorteil: Bilder können auch von Nicht-Untersuchern beurteilt werden
- Dichtemessungen
- Kostengünstig (im Vergleich zu Operation oder MRT)
- Geringes Risiko (im Vergleich zur Operation)
- Kontrastmittelanwendung: Beurteilbarkeit der Vaskularisation möglich

Nachteile:

- Größerer personeller Aufwand (im Vergleich zu Ultraschall)
 - Zeitintensive Wiederbereitstellung des Gerätes und Bilderrechnung
 - Höhere Kosten aufgrund personeller und gerätetechnischer Faktoren (im Vergleich zu Ultraschall)
 - Zur Darstellung der Läsionen häufig intravenös Kontrastmittel erforderlich
 - Kontrastmittelunverträglichkeit des Patienten als limitierender Faktor
 - Geringere Verfügbarkeit
 - Respiratorische Unterschiede und mangelnde Kooperation des Patienten als Schwierigkeit bei der Ziellokalisierung und Nadelplatzierung
 - Eingeschränkte Wiederholbarkeit durch Strahlenbelastung
 - Keine permanente Sicht während des Punktionsvorganges (Ausnahme: CT-Fluoroskopie)
 - Keine bettseitige Untersuchung möglich
 - Kooperation des Patienten während der Untersuchung kann Ergebnis beeinflussen
- [29, 43, 69, 95]

6.4 Komplikationen

In unserer Studie kam es insgesamt bei 59 von 135 Punktionen zum Auftreten von drainagebedürftigen und nicht behandlungsbedürftigen Komplikationen, dies entspricht 44 %. Elf (8 %) waren schwere Komplikationen, die eine Nachbehandlung erforderten. Bei den restlichen Fällen handelte es sich um unvermeidbare Nebenwirkungen einer Punktion.

In einer großen Studie mit 11.700 CT- und Ultraschall-gesteuerten Punktionen abdomineller Organe geben [65]. Eine Gesamtkomplikationsrate von 0,49 % an.

Padge berichtet über 10 % Komplikationen in seiner Studie. Behandlungsbedürftige Fälle gab es bei ihm in 3 % aller Punktionen [81].

6.4.1 Pneumothorax

Die Entstehung eines Pneumothorax kommt mit im Durchschnitt 30-40 % nahezu genauso häufig wie die Blutung vor (Tab. 46). Das Auftreten eines Pneumothorax wird in der Literatur in 0-61 % der Punktionen angegeben, die neuesten Veröffentlichungen geben einen Anteil von 20 % an [59].

Diese Schwankungen resultieren wahrscheinlich aus der unterschiedlichen Definition eines Pneumothorax und einer abweichenden Nachsorge.

Ein weiterer Grund könnte die Verwendung größerer Biopsienadeln sein, welche in den achtziger Jahren häufig benutzt worden sind [50]. Die Rate an behandlungsbedürftigen Pneumothoraces liegt bei 1,6-18,5 % [50, 59].

Tab. 46 gibt eine Literaturübersicht der Komplikationen in Form von Pneumothoraces.

In einer Studie mit 127 Patienten beobachteten Deininger und Schmidt in 54 % der Fälle einen Pneumothorax bei der Verwendung von 14 G Trucut-Nadeln [14].

Keulers et al. schildert in einer Studie mit 101 Patienten ein Auftreten von Pneumothoraces; in 34 % der Fälle bei der Verwendung einer 18 Gauge Trucut-Nadel. Eine Behandlungsbedürftigkeit bestand in 24 % der Fälle [58].

Tab. 46 gibt eine Übersicht der Ergebnisse weiterer Untersuchungen.

Autor	Literatur	Jahr	N	Gesamt- komplika- tion %	Komplikation Pneumothorax %	Behandlungsbed. Pneumothorax %	
Fink	[26]	1982	28	64,3	64,3	N.D.*	
Gobien	[31]	1984	40	42,5	42,5	5,0	
Deiningner	[14]	1986	127	77,0	54,3	11,8	14G Trucut- Nadel
Schlolaut	[92]	1987	120	8,0	9,6	2,5	
Van Sonnenberg	[100]	1988	145	49,5	42,6	18,5	
Crone-Mün.	[13]	1992	45	12,5	9,0	0	
Noppen	[78]	1995	57	18,6	15,6	3,0	
Rotte	[88]	1995	133	11,8	11,8	3,0	
Keuler	[58]	1996	101	N.D.*	34	24	
Jacobi	[50]	1998	127	43,0	28,5	3,0	
Cox	[12]	1999	346	40 tw.* CT tw. DL*	42 (von Komplik.)	7	
Lopez	[66]	2001	79	N.D.*	24	5	
Geraghty	[30]	2003	846	30	27	N.D.*	
Van Sonnenberg	[101]	2003	23	N.D.*	10	3,8	
Jacobi	[wir]	2004	135	44,0	36 (von Komplik.)	2	

Tab. 46: CT-gesteuerte Lungenbiopsie und Vergleich der Literaturangaben über Komplikationen in Form von Pneumothorax

Tw.* : Teilweise

DL* : Durchleuchtung

Nur in seltenen Fällen tritt ein Spannungspneumothorax auf, welcher sich erst vier bis sechs Stunden post punctioem entwickeln kann, weshalb meist eine zweite Thoraxübersichtsaufnahme angefertigt werden muss.

Die Ursachen eines Pneumothorax sind sehr oft untersucht worden. Dementsprechend werden in der Literatur verschiedene Faktoren für die Entstehung eines Pneumothorax angegeben.

Als maßgebliche Einflussgrößen für die Pneumothoraxhäufigkeit werden das Kaliber der Nadel, die Anzahl der Insertionen, Größe und Anzahl der viszeralen Löcher sowie die Verweildauer der Nadel genannt [30, 99, 98]. Einige Autoren haben herausgefunden, dass dickere Biopsienadeln das Risiko eines Pneumothorax erhöhen [30]. Andere konnten dies nicht bestätigen [12].

Bei den transthorakalen Biopsien sollten Interlobulärspalten gemieden werden, da dabei drei Lecke in der Pleura visceralis entstehen, was ein dreifach höheres Pneumothoraxrisiko zur Folge hat [14]. Diese Korrelation von Erhöhung des Pneumothoraxrisikos durch höhere Anzahl an Pleurapassagen ist allerdings umstritten. Die konkurrierende Meinung besagt, dass für die Pneumothoraxwahrscheinlichkeit nur wichtig ist, ob belüftete Bereiche der Lunge mit der Nadel passiert werden oder nicht [13] und [42]. Zudem fanden einige Autoren heraus, dass mit steigender Nadelstrecke mehr Pneumothoraxfälle auftreten [85].

Eine Abhängigkeit von der Lage des Herdes und von der Erfahrung des Untersuchers ist von einigen Autoren festgestellt worden [52, 62].

Das Alter des Patienten scheint für die Pneumothoraxrate ebenfalls eine wichtige Rolle zu spielen. Sowohl in der Literatur [30], als auch in unserer Studie lässt sich eine erhöhte Pneumothoraxhäufigkeit bei Patienten über 60 Jahren nachweisen.

Bei einigen Autoren wird berichtet, dass bei Patienten mit obstruktiven Lungenerkrankungen das Risiko eines Pneumothorax bis auf das Doppelte erhöht ist [4, 12, 56].

Eine Korrelation von Pneumothorax und Herdgröße ist den Berichten zu Folge schwer zu klären. Einige Autoren sagen, dass größere Läsionen eher mit der Pleura Kontakt haben und eine Nadelpassage durch belüftete Lungenanteile nicht notwendig ist. Sie sind der Meinung, dass es eine Beziehung zwischen absteigender Herdgröße und Zunahme der Pneumothoraxhäufigkeit gibt. Eine Begründung dafür sei die Auf- und Abbewegung der Nadelspitze während der Aspirationsbiopsie und das dadurch verursachte Zerreißen des angrenzenden Lungenparenchyms, wenn die Läsion relativ klein ist. Andere Autoren konnten dies nicht bestätigen und haben keine Beziehung zwischen Pneumothorax und Herdlage feststellen können [12].

In der vorliegenden Arbeit finden sich Pneumothoraces bei der CT-gesteuerten Nadelbiopsie eines Lungenherdes bei 21 von 135 Punktionen; dies entspricht 16 % des gesamten Patientenkollektivs. Diese Zahl entspricht 36 % der Gesamtkomplikationen. Dieser Wert ähnelt den in der Literatur angegebenen Werten.

Dabei wurde jeder auf dem Röntgenbild bzw. dem postpunktuellen CT sichtbare Pneumothorax gewertet, unabhängig von der Relevanz, die sich daraus für den Patienten ergab. Die Zahl der behandlungsbedürftigen Pneumothoraces beschränkt sich in unserer Untersuchung auf 2 Fälle (rund 2 % der Gesamtpatientenzahl).

Die Abhängigkeit der Pneumothoraces von verschiedenen Faktoren wurde bei dieser Studie untersucht und dabei Folgendes festgestellt:

- **Herdbegrenzung:**
Bei glatt begrenzten Herden traten keine behandlungsbedürftigen Pneumothoraces auf. Die Pneumothoraxrate von unscharf und spikulaer begrenzten Herden liegt jeweils bei 3 % der jeweiligen Gruppe.
- **Herdgröße:**
Behandlungsbedürftige Pneumothoraces entstanden nur bei kleineren Herdgrößen zwischen 2-3 mm.
- **Nadelart:**
Die Trucut-Nadel führte in 15 % der Trucut-Biopsien zu einem Pneumothorax und bei der Vakuum-Nadel trat in 21 % der Fälle ein Pneumothorax auf. Die zwei drainagebedürftigen Pneumothoraces waren jedoch beide mit Trucut punktiert. Daraus könnte man schließen, dass eine Punktion mit dem Vakuum-System weniger behandlungsbedürftige Pneumothoraces als Komplikation zur Folge hat. Diese Aussage ist jedoch nicht möglich, da in unserer Untersuchung in Relation nicht genügend Fälle – nämlich nur fünf – mit Vakuum-Nadel biopsiert wurden.
- **Pleuratiefe:**
Auffällig ist, dass die pleuranahen Herde (0-1 cm) trotz einer Pneumothoraxrate von nur 16 % die beiden drainagebedürftigen Fälle beinhalten.
- **Punktionstiefen:**
Wie einige Autoren [85] haben auch wir herausgefunden, dass bei kleineren Punktionstiefen (0-4 cm)- dies entspricht einer kürzeren Nadelstrecke- keine Komplikationen auftreten.
- **Pleurapassagen:**
Behandlungsbedürftige Pneumothoraces treten nur bei zweimaligem Durchqueren der Pleura auf.
Da es ohne Passage der Pleura zu keiner Komplikationserscheinung in Form von Pneumothoraces oder auch Blutungen kommt, ist dies demnach anzustreben. Dies ist jedoch wegen der unterschiedlichen Herdlagen nicht immer möglich.
- **Herdform/ Punktionszeit:**
Eine Beziehung zwischen Herdform bzw. Punktionszeit und Pneumothoraxrate gab es in unserer Studie nicht.

6.4.2 Blutungen

Die Gefahr einer Lungenblutung ist bei den schneidenden Nadeln, die seit den achtziger Jahren benutzt werden im Vergleich zu der Feinnadelbiopsie mit einer Blutungsrate von 1-2 % viel höher.

Einige Autoren berichten über 35 % nachweisbare postbiopische Blutungen bei schneidenden Nadeln.

Diese sind jedoch zu 80 % periläsional und klinisch asymptomatisch [22, 62].

Padge berichtet, dass die Anzahl der Blutungen bei seinen Lungenpunktionen mit 22 % geringer als die oben angegebenen 35 % ist [81].

In dieser Studie traten Blutungen (kleine und große) bei 27 % aller Patienten als häufigste Komplikation auf. Somit haben wir kein übereinstimmendes Ergebnis mit den meisten Autoren, was die Rangfolge der Komplikationen betrifft. Der prozentuale Anteil der Blutungen entspricht jedoch in etwa den in der Literatur angegebenen Werten (Tab. 47).

Autor	Literatur	Jahr	Anzahl [n]	Blutung in %
Lopez	[66]	2001	79	29
Feuerbach	[22]	2003	N.D.*	35
Padge	[81]	2004	100	22
Jacobi	[wir]	2004	135	27

Tab. 47: CT-gesteuerte Lungenbiopsie und Vergleich der Literaturangaben über Komplikationen in Form von Blutungen

Bei dieser Studie wurde die Beziehung von großen Blutungen zu anderen Faktoren näher untersucht. Dabei wurde folgendes beobachtet:

- **Herdlage:**
Die meisten großen Blutungen traten bei den pleural gelegenen Herden auf (14 %).
- **Herdform:**
Bei geometrischen und flächigen Herdformen kam es zu keinen großen Blutungen. Die meisten großen Blutungen traten bei den polyzyklisch geformten Herden (12 %), gefolgt von runden mit 9 %.
- **Herdbegrenzung:**
Bei unscharf begrenzten Herden konnten keine großen Blutungen beobachtet werden. Alle großen Blutungen traten bei glatten bzw. spikulaer begrenzten Herden mit gleichem Anteil von 9 % auf.

- **Herdgröße:**
Die Blutungen entstanden nur bei kleineren Herdgrößen bis zu 4 cm (Ausnahme: ein Fall bei >10 cm).
- **Nadelart:**
Punktionen mit Trucut-Nadel führten in 5 % und Punktionen mit Vakuum-Nadel in 16 % zu großen Blutungen. Das heißt, dass bei Vakuum-Nadel-Punktionen große Blutungen dreimal häufiger auftraten.
- **Punktionstiefe:**
Genauso wie bei den Pneumothoraces treten auch Blutungen erst ab einer Punktionstiefe von 4 cm auf.
- **Pleurapassagen:**
Solange die Pleura nicht durchquert wird, kommt es zu keiner Blutung. Bei Pleurapassagen kommt es in 7-8 % zu großen Blutungen.
- **Pleuratiefe/ Punktionszeit:**
Wir konnten keine Beziehung zwischen Pleuratiefe bzw. Punktionszeit und Blutungsrate feststellen.

6.4.3 Sonstige Komplikationen

6.4.3.1 Hämoptysen

Über Hämoptysen nach DL-gesteuerten bzw. CT-gesteuerten Grobstanzbiopsien der Lunge haben einige Autoren berichtet (Tab. 48).

Nach Erlemann et al. ist in 15 % der Punktionen mit einer Hämoptyse zu rechnen [19].

Deiningner und Schmidt beobachteten bei einer Untersuchung von 127 Patienten in 29 % der Fälle eine Hämoptyse, die nur in 2,4 % schwer oder lebensbedrohlich verlief [14].

In dieser Untersuchung wurden unter den mit CT-Kontrolle durchgeführten Stanzbiopsien der Lunge bei 5 % des Gesamtkollektives Hämoptysen beobachtet. Dies entspricht den Ergebnissen der meisten anderen Autoren.

Es wird berichtet, dass die Hämoptysenrate von der Anzahl der Punktionen abhängt. Diese Komplikation sei häufiger bei den Patienten mit Mehrfachpunktionen zu beobachten [14].

Autor	Literatur	Jahr	Anzahl [n]	Hämoptysen [%]
Deiningner	[14]	1986	127	2, 4
Erlemann	[19]	1998		15
Sonnenberg	[101]	2003	23	3,5
Geraghty	[30]	2003	846	2
Jacobi	[wir]	2004	135	5

Tab. 48: CT-gesteuerte Lungenbiopsie und Vergleich der Literaturangaben über Komplikationen in Form von Hämoptysen

6.4.3.2 Hämatothorax

Mit geringerer Häufigkeit tritt bei Punktionen der Lunge ein Hämatothorax auf. In dieser Studie war kein Patient mit Hämatothorax als Komplikation zu beobachten. Padge berichtet über ein Hämatothoraxfall in seiner Studie mit 100 Patienten, bei dem jedoch keine Intervention durchgeführt worden ist [81]. Entsprechende Studien sind der Tab. 49 zu entnehmen.

Autor	Literatur	Jahr	Hämoptysen [%]
Deiningner	[14]	1986	0
Van Sonnenberg	[100]	1988	1,5
Kyll	[61]	1992	1,5
Lopez	[66]	2001	0
Padge	[81]	2004	1
Jacobi	[wir]	2004	0

Tab. 49: Hämatothorax - Vorkommen bei verschiedenen Untersuchern

6.4.3.3 Letalität

In der Literatur ist vereinzelt über Punktionen mit Todesfolge berichtet worden (Tab. 50). Diese sind sehr selten [50].

Letale Komplikationen bei Grobstanzbiopsien unter Durchleuchtung wurden von Deiningner im Rahmen der dreifachen Punktion einer parakardial gelegenen Läsion mit nachfolgender Hämoptoe in einem Fall beschrieben. Ursächlich lag diesem Todesfall jedoch ein akuter Herzinfarkt zu Grunde [14]. Geraghty hat bei

seiner Untersuchung einen Todesfall durch ein kardiopulmonales Versagen beobachtet [30]. Die Gesamtmortalität bei Nadelbiopsien wird bei Lalli et al. mit 0,1- 0,2 % beziffert [62]. Moulton berichtet über 0,3 % Todesfälle. Bei Padge trat kein Fall mit Todesfolge auf [74]. Auch in dem Kollektiv dieser Studie kam es zu keiner Todesfolge im Rahmen der Biopsie.

Autor	Literatur	Jahr	Letalität [%]
Lalli	[62]	1978	0,1 – 0,2
Deininger	[14]	1986	1
Moulton	[74]	1993	0,3
Padge	[81]	2004	0
Jacobi	[wir]	2004	0

Tab. 50: Letalitätsvorkommen bei verschiedenen Untersuchern

6.4.3.4 Tumorzellverschleppung im Stichkanal

Als Argument gegen eine Nadelbiopsie der Lunge oder anderer Organe wird sehr oft die mögliche Tumorzellverschleppung entlang des Punktionskanals angeführt [98]. Die Häufigkeit hierfür wird im Rahmen der Feinnadelbiopsie mit 0,079-0,1 % angegeben [58, 60].

Biopsische Verfahren mit einem Kanüledurchmesser über 1 mm haben, gegenüber den Feinnadelpunktionen (FNP) ein erhöhtes Metastasenrisiko [16]. Über die Häufigkeit und die Bedeutung hämatogener Aussaat durch Gefäßöffnung bei der Punktion eines Tumors lässt sich lediglich spekulieren, insbesondere in Anbetracht des Problems beim Vergleich der Nadelbiopsie mit den erheblich invasiveren und traumatisierenderen Verfahren wie Mediastinoskopie und explorativer Thorakotomie [50].

Obwohl in einer Studie anerkannt wurde, dass Tumorzellen durch eine Biopsie (Probeexzision oder FNP) in Lymphe oder/und Blut gelangen können, konnte keine Steigerung der Metastasenrate festgestellt werden [34].

Entsprechend manifestieren sich die experimentell nachgewiesenen Tumorbesiedlungen im Stichkanal klinisch extrem selten. Offensichtlich scheint der überwiegende Teil der während des Punktionsvorgangs verschleppten Tumorzellen durch die Immunantwort des Körpers oder andere unbekannte Mechanismen am Wachstum gehindert zu werden [46]. Die lokale Verschleppungsfähigkeit von Tumorzellen im Punktionskanal beträgt 98 % [103].

6.5 Nadelart und -technik und Einfluss auf die Diagnose und Komplikationsrate

Wie schon in vergangenen Kapiteln beschrieben, werden in der Literatur häufig Nadelgröße und Nadelart in Beziehung zum Auftreten von Komplikationen betrachtet. Es gibt in diesem Punkt sehr unterschiedliche Berichte. Einige Autoren sind der Meinung, dass es keine Korrelation zwischen Nadelauswahl und Komplikationsrate gibt, andere dagegen berichten über eine Beziehung zwischen den beiden Komponenten.

Von einigen Autoren wird die Meinung vertreten, dass größere Nadeln besser geeignet sind. Sie begründen dies damit, dass mit den größeren Nadeln mehr Gewebe für die histopathologische Untersuchung gewonnen werden kann. Diese Autoren empfehlen deshalb die große 18 Gauge Nadel und sind der Meinung, dass diese kein höheres Komplikationsrisiko mit sich bringt. Papagani et al. fanden in ihren Studien einen Anstieg von 84 % auf 98 % richtig positiver und richtig negativer Ergebnisse bei der Verwendung einer 18 Gauge Nadel anstelle einer 22 Gauge Nadel [82].

Eine andere Gruppe von Autoren wiederum berichtet über die Benutzung von 25er Nadeln für die Lungenbiopsien mit ausreichend gutem Ergebnis und wenig Komplikationen [101]. In einer Studie wurde die 19er Nadel statt der älteren 18er Nadel benutzt und damit die Pneumothoraxrate um nahezu 50 % reduziert. Die 18 Gauge Nadeln werden in der Regel als Kompromiss verwendet, da sie bei kleinen Komplikationsraten gute Biopsieergebnisse liefern [36].

Bei unserer Untersuchung wurde der Einfluss der Nadelart auf die Komplikationshäufigkeit und Diagnosestellung betrachtet, während auf die Nadelgröße in diesem Sinne nicht eingegangen wurde. Wir verwendeten bei allen Untersuchungen die 18 Gauge Nadel.

Demnach war das Auftreten von behandlungsbedürftigen Komplikationen deutlich von der Nadelart abhängig. So trat bei dieser Untersuchung mit der Vakuum-Nadel bei 16 % der damit punktierten Patienten eine Komplikation (große Blutung) auf, während die Komplikationsrate bei der Trucut-Nadel 5 % betrug. Behandlungsbedürftige Pneumothoraces traten nur bei Trucut-Biopsien auf (2 %).

Die Nadelart hatte zwar einen Einfluss auf die Komplikationshäufigkeit, doch für die Diagnosestellung spielte sie keine Rolle. So gab es bei Trucut-Punktionen 4 % und bei solchen mit der Vakuum-Nadel 5 % unklare Fälle.

6.6 Bildkriterien in Beziehung zu Komplikationen

Die Ergebnisse der letzten Kapitel in Bezug auf die Korrelation der Bildkriterien mit Komplikationen sind in diesem Abschnitt zusammengefasst dargestellt:

- Herdlage:

Die meisten großen Blutungen traten bei pleural gelegenen Herden auf (14 %).

- Herdform:
Behandlungsbedürftige Pneumothoraces kamen nur bei runden und keilförmigen Herden vor. Die meisten Blutungen traten bei polyzyklischen Herden (14 %), gefolgt von keilförmigen Herden (7 %), auf.
- Herdbegrenzung:
Es gab keine behandlungsbedürftigen Pneumothoraces bei glatt begrenzten Herden und keine Blutungen bei unscharf begrenzten Herden.
- Herdgröße:
Ab einer Herdgröße von 3-4 mm traten keine behandlungsbedürftigen Komplikationen auf (Ausnahme: Eine Blutung bei Herdgröße ≥ 10).

6.7 Treffsicherheit bezüglich maligner Erkrankungen

Bei dieser Untersuchung konnten in 82 % der Fälle durch die radiologische Diagnose die korrekte Dignität angegeben werden (=diagnostische Sicherheit =Effizienz).

Es wurden 95 % der tatsächlich Kranken durch die Punktion auch als krank bzw. nicht gesund diagnostiziert (Sensitivität). Daraus ergibt sich, dass ein Patient, bei dem das Testergebnis eine maligne Erkrankung angibt, zu 83 % auch an dieser leidet bzw. nicht eindeutig als benigne erkrankt eingestuft werden konnte. Der positive prädiktive Wert beträgt daher 83 %. Die Spezifität - das Verhältnis der als richtig negativ getesteten Patienten zu den wirklich gesunden - betrug nur 43 %, d. h. es gab Patienten, die trotz negativen Testergebnisses, krank waren (Tab. 51). Die falsch negativen Fälle spiegeln einen negativen prädiktiven Wert von 75 % wider. Dies bedeutet, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 75 % ein Patient mit einem negativen Testergebnis auch tatsächlich gesund ist.

Es ist darauf hinzuweisen, dass ein Biopsat ohne Tumorzellen entweder wirklich kein Tumorgewebe enthielt oder aber dass kein repräsentatives Material entnommen wurde. Daher muss gesichert sein, dass die Nadel in der Läsion liegt, denn ein Hauptgrund einer falsch negativen Diagnose ist die fehlerhafte Nadelposition.

Voraussetzung für die richtige Diagnostik ist ebenfalls, dass keine Diskrepanz zwischen dem Ergebnis der histologischen und zytologischen Untersuchung besteht. Wenn physiologisches Material vorliegt, in der Bildgebung jedoch eindeutig eine Veränderung eines Gewebes sichtbar ist, sollte das Untersuchungsergebnis kritisch betrachtet und die Punktion ggf. wiederholt werden [58].

In der Literatur gibt es unzählige Vergleichswerte bezüglich der Spezifität und Sensitivität und der diagnostischen Sicherheit (Effizienz) bei perkutanen Nadelbiopsien. Tab. 51 gibt eine Literaturübersicht über verschiedene Studien der letzten Jahre. Diese Autoren haben sich hauptsächlich auf die histologischen Ergebnisse bezogen und nicht wie diese Untersuchung auf die CT-Verdachtsdiagnosen. Teilweise ist der Bezug jedoch unklar. Aber auch mit

Bezug auf Biopsien sind die hohen Spezifitätswerte der Autoren von 100 % aus unserer Sicht kaum zu erreichen.

Autor	Literatur	Jahr	N	Sensitivität für maligne [%]	Spezifität [%]	Diagnost. Sicherheit [%]	Zusatz-Information
Moulton	[74]	1993	267	92	97	95	
Keulers	[58]	1994	103	95,7	100	94	Kleinkaliber Nadel
Lopez	[66]	2001	79	96	N.D.*	95	
Geraghty	[30]	2003	324	95	100	96	18 G* Nadel
Geraghty	[30]	2003	522	89	99	92	19 G Nadel
Maskell	[71]	2003	50	87	100	N.D.*	
Anderson	[4]	2003	195	84,6	100	81,5	18 G Gallini-Nadel
Feuerbach	[22]	2003	N.D.*	85	N.D.*	85	
Padge	[81]	2004	100	97,4	100	90	18 G Pio-Pince
Jacobi	[Studie]	2004	135	95	43	82	CT-Bezug

Tab. 51: Literaturübersicht einiger Studien Sensitivität und Spezifität

G*: Gauge

Die Literaturübersicht (Tab. 51) zeigt zusammengefasst folgende statistische Werte:

- Die Sensitivität für Malignome liegt zwischen 92 % und 97,4 %.
- Die Spezifität liegt zwischen 97 % und 100 %.
- Die diagnostische Sicherheit (Effizienz) der CT-gesteuerten Biopsien liegt bei 81,5 % bis 96 %.

6.8 Kostenfaktor

Die Kostenfrage muss relativ zu den verschiedenen Alternativmethoden gesehen werden.

Eine offene Operation kann nur stationär unter Narkose stattfinden. Aufgrund des hohen Alters der meisten Patienten und des dadurch bedingten höheren

Risikos sowie der postoperativen Beschwerden sind die Liegezeiten oft sogar erhöht. Damit steigen automatisch die Kosten im Vergleich zu der im Allgemeinen ambulant durchgeführten CT-gesteuerten Biopsie [50].

Die perkutanen Biopsien sind bewährte Verfahren bei der Untersuchung unklarer Herdbefunde. Sie haben die offene chirurgische Materialgewinnung weitestgehend abgelöst. Die Anzahl der operativen Eingriffe ist dadurch deutlich reduziert worden.

Die Biopsien können ambulant durchgeführt werden. Dies führt zu einer Verringerung der Krankenhaustage pro Patient, was sich als Kostenersparnis auswirkt [2, 32].

Abgesehen davon genießt diese Methode bei den Patienten und zuweisenden Ärzten aufgrund der minimalen Invasivität eine breite Akzeptanz [2, 32].

Beim Kostenvergleich zwischen CT-gesteuerte Biopsien und DL- oder Ultraschall-gesteuerten Punktionen sind in der Literatur unterschiedliche Angaben zu finden.

Einige Autoren meinen, dass die CT-gesteuerten im Vergleich zu DL- oder Ultraschall-gesteuerten Punktionen hohe Kosten verursachen. Die Ursachen seien personeller Mehraufwand und gerätetechnische Faktoren. Andere sind jedoch übereinstimmend zu dem Ergebnis gekommen, dass dieser Vorwurf unberechtigt sei [2, 32].

6.9 Fazit

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die rein radiologische Diagnostik sich zwar durch die Entwicklung hochauflösender CT-Verfahren in den letzten Jahren verbessert hat, jedoch immer noch nicht ausreichend ist, um auf eine Biopsie und anschließende histopathologische Untersuchung des Biopsates verzichten zu können. Die transthorakale perkutane Biopsie garantiert - wie diese Untersuchung gezeigt hat - auch keine 100 %ige diagnostische Sicherheit. Mit 96 % diagnostischer Sicherheit bei den vorliegenden histopathologischen Ergebnissen der Biopsien stellt sie jedoch ein sehr sicheres und für den Patienten komplikationsarmes Verfahren zur Diagnosesicherung einer unklaren Raumforderung dar. Vergleichbare Ergebnisse sind auch in der Literatur zu finden.

Die Entscheidung für eine transthorakale Punktion sollte unserer Meinung nach immer interdisziplinär erfolgen, d.h. in Absprache mit einem Bronchoskopiker oder Pulmologen und Thoraxchirurgen. In der Johann Wolfgang Goethe Universitätsklinik Frankfurt am Main wird dies praktiziert und ist anhand der Anzahl der Zuweisungen aus der Pulmologie und Thoraxchirurgie und anderen Abteilungen der Uniklinik aus Tab. 1 ersichtlich.

Die geringe Anzahl von elf schwerwiegenden Komplikationen (8 %) ist unter anderem ein Resultat dieser Vorgehensweise [50].

7 Zusammenfassung

Ein Ziel dieser Arbeit war es, den Stellenwert der rein diagnostischen thorakalen CT sowie CT-gesteuerten Punktion der Lunge und der Pleura herauszuarbeiten. Hierbei wurde die CT-Diagnose mit dem histologischen Ergebnis verglichen.

Das Patientenkollektiv basiert auf CT-gesteuerten Biopsien im Thoraxbereich, die im Zeitraum November 1998 bis April 2002 im Zentrum der Radiologie des Instituts für Röntgendiagnostik am Klinikum der Johann Wolfgang von Goethe Universität Frankfurt am Main durchgeführt worden sind.

Die Untersuchung umfasst 135 Punktionen bei 133 Patienten. Zwei von diesen wurden an zwei unterschiedlichen Tagen erneut punktiert.

Zwei Drittel der Punktionen sind stationär und ein Drittel ambulant durchgeführt worden.

Die Punktionen erfolgten in allen Fällen mit einer Grobstanzbiopsienadel in Form einer Trucut- oder Autovac-Nadel der Größe 18 Gauge.

In 129 Fällen (96 %) ist die Punktionsdiagnose gesichert und bestätigt, in sechs Fällen (4 %) ist kein Ergebnis erzielt worden.

Bei letzterem wurde in einem Fall nicht ausreichendes, in vier Fällen nur unbrauchbares Biopsat entnommen. Beim letzten unklaren Fall handelte es sich um eine Fehlpunktion.

Die Auswahl der Nadelart spielt bei der Diagnosesicherung keine Rolle. Die Rate der unklaren Fälle liegt bei beiden Nadelarten zwischen 4 % und 5 %.

Bei dieser Untersuchung wurden elf Komplikationsfälle festgestellt; dies entspricht 8 %. Die häufigsten Komplikationen waren in neun Fällen große Blutungen (7 %). Als zweithäufigste Komplikation folgten zwei behandlungsbedürftige Pneumothoraces (2 %).

Für die Höhe der Komplikationsraten sind lt. Literatur verschiedene Faktoren ursächlich. Einige von diesen wurden bei dieser Studie untersucht und konnten bestätigt werden.

Die Auswahl der Nadelart spielt eine Rolle beim Auftreten von Komplikationen. Nur bei der Benutzung einer Trucut-Nadel entstanden behandlungsbedürftige Pneumothoraces (2 Fälle). Dies entspricht 2 % der Trucut-Punktionen. Die großen Blutungen traten jedoch dreimal häufiger bei den Biopsien mit der Vakuum-Nadel (16 %) als mit der Trucut-Nadel (5 %) auf. Dies sind jedoch keine signifikanten Werte, da die Anzahl der mit Trucut-Nadel punktierten Fälle deutlich höher liegt als die Autovac-Punktionen.

Als weiterer Punkt wurde versucht, Bildkriterien herauszufiltern, welche das Abschätzen der Komplikationsrate ermöglichen. Hierzu gibt es nur wenige

Veröffentlichungen. Auch wir haben keine eindeutigen Aussagen treffen können.

Bei dieser Studie sieht man, dass die Punktion pleural gelegener Läsionen (14 %) komplikationsreicher ist als intrapulmonal (9 %), mediastinal (5 %) oder an der Thoraxwand gelegene Herde (0 %).

Nach der vorliegenden Literatur treten Komplikationen seltener auf, je größer der Herd ist. Bei dieser Arbeit ist zwar keine Proportionalität der beiden Faktoren zu beobachten, bei Herdgrößen >4 cm treten jedoch- bis auf eine Ausnahme- keine Komplikationen auf. 91 % der Komplikationen entstanden bei kleinen Herdgrößen <4 cm.

Fazit: Allein aus den Bildkriterien kann keine diagnostische Aussage getroffen werden, um Komplikationen im Voraus zu reduzieren.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die alleinige Diagnostik mit radiologischen Mitteln nicht ausreicht und daher eine Biopsie noch unentbehrlich ist. Die Spezifität der radiologischen Diagnostik von 43 % ist nicht sicher genug.

Die CT-gesteuerte transthorakale Biopsie hat mittlerweile einen sicheren Stellenwert im Rahmen der Diagnostik unklarer Raumforderungen der Lunge, des Mediastinums und der Pleura [50]. Die Ergebnisse dieser Arbeit liegen bezüglich der Treffsicherheit, Sensitivität und Komplikationsraten in Übereinstimmung mit denen von Autoren vergleichbarer Literatur.

Die CT-gesteuerte transthorakale Biopsie trägt dazu bei, die weitaus invasivere, komplikationsreichere Methode - die explorative Thorakotomie - seltener anzuwenden. Die CT-gesteuerte Biopsie bietet eine hohe diagnostische Aussagekraft bei thorakalen und pleuralen Herden. Durch die Verringerung der Punktionsanzahl pro Läsion wird die Komplikationsrate vermindert. Der Einsatz der transthorakalen Punktion bei der korrekten Indikationsstellung trägt zur Kostensenkung bei [50].

Um Patientenbelastung und Komplikationsrate möglichst gering zu halten und die Ergebnisse der Untersuchung zu optimieren, sollte immer eine interdisziplinäre Kooperation mit Bronchoskopikern und/oder Pulmologen und Thoraxchirurgen erfolgen.

8 Abstract

Purpose:

To evaluate the diagnostic accuracy CT- guided percutaneous core biopsies of pulmonary lesions, to analyze the influence of multiple variables like needletype, image criteria on diagnostic accuracy and rate of complications CT features of the lesions and technical parameters were compared with histologic results of the biopsies. Dependant on multiple factors such as needletypes and image-criteria range and types of complications were also obtained.

Material and methods:

133 Patients with pulmonary lesions underwent CT-guided transthoracic needle biopsies with an 18-gauge Trucut- or Vacuum-needle between November 1998 and April 2002 in the Department of diagnostic and interventional Radiology of the University Hospital Johann Wolfgang Goethe-University Frankfurt am Main.

First pathological diagnostic findings were obtained within a conventional radiology examination of the thorax. The findings were discussed in a radiological conference. In the following cases the performance of a biopsy was decided:

- a) tumor-indicating image-morphological criteria
- b) lesions primarily classified as benign which increased in size between checks of development
- c) lesions classified as benign which did not react to treatment
- d) clearly tumorous lesions for decision within therapeutic strategy
- e) unclear lesions in resection-areas to allow distinction between scarred-tissue and reciditive tumors

Upon informing the patients the CT- guided biopsies were performed. The retrieved biopsat was sent to the histopathological department of the Johann Wolfgang Goethe University hospital to be analysed.

Upon analysis by histopathologists the radiologic results (radiology- and CT-images) were compared with the histological results in the Department of Radiology of the Johann Wolfgang Goethe University hospital. The results were analysed retrospectively.

Variables analyzed were lesion size, depth, and location; number of pleural passes, needletype, reasons for failure, biopsy results, and complication.

Results:

Adequate specimen (as determined by pathologists) was obtained in 129 cases (96 %) and confirmed. In six cases (4 %) no results were achieved.

In one case, not enough Biopsat was removed. In four further cases unusable material was extracted. The last unclear case was the result of faulty puncturing.

In 82 % of the cases the correct dignity could be specified by the radiologic diagnosis. 95 % of the sick individuals were diagnosed as sick or not healthy (sensitivity). From this follows that in 83 % of the cases of test results of a malign sickness the patient is malignly sickened or clearly not benignly sickened. The positive predictive value is 83 %. The specificity of the radiological results – the proportion of patients correctly tested as negative to patients which were actually healthy – amounted only to 43 %. There were patients which were sick even though their test-results were negative. The false negative tests show a negative predictive value of 75 %. This means that with a chance of 75 % a patient which tests negative is healthy.

The choice of needles is irrelevant for obtaining the diagnosis. With both types of needle the number of unclear cases lies between 4 % and 5 %.

Eleven Patients (8 %) developed major complications.

The most common complication was the major hemorrhage (7 %). The second were the pneumothoraces (2 %), which required treatment.

The choice of needles plays a role in the occurrence of complications. The two cases of pneumothoraces which required treatment occurred only when using a trucut-needle. This equates to 2 % of the trucut-punctures. The major hemorrhage occurred three times more often when the biopsies were performed using a vacuum-needle (16 %) than when using a trucut-needle (5 %).

Image criterias, which are suspect for complications during biopsy procedure Furthermore an attempt was undertaken to find out image-criteria, which would allow the estimation of the complication-rate. Very few publications exist on this subject. A clear conclusion was not obtainable by us either. This study shows that the puncture of pleural lesions is more complicated than intrapulmonal (9 %), mediastinal (5 %) lesions or lesions lying near the chest wall.

According to the literature the greater the lesion is the scarcer the complications occur. Although a proportionality of these factors was not observed within this study following results were obtainable: with lesions >4 cm –with one exception– no complications occurred. 91 % of the complications occurred with lesions <4cm.

Result:

By solely using image-criteria a diagnostic conclusion to reduce complications in advance can not be achieved.

The results of this and previous studies underline, that radiological assessment of pulmonary lesions alone is not safe. The specificity of radiological diagnostic of 43 % is not reliable. For this reason a biopsy is essential.

Conclusion:

CT-guided percutaneous Biopsy is a safe method for the diagnosis of pulmonary, mediastinal and pleural lesions. It offers good diagnostic accuracy. The results of this study, in respect to accuracy, sensitivity and complications, correspond with those of literature.

CT-guided transthoracal biopsies can reduce the use of the more invasive and more complicated method of explorative thoracotomie. CT-guided biopsies lead to a high level of diagnostic conclusion for thoracic and pleural lesions.

To reduce the straining of patients, complications and to improve the results of the procedure, it is necessary to work up this cases in an interdisciplinary set up with pulmonologists and thoracic surgeons.

9 Anhang

9.1 Abkürzungsverzeichnis

BC	Bronchialkarzinom
Bzw.	Beziehungsweise
Ca.	Circa
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
DL	Durchleuchtung
FNP	Feinnadelbiopsie
G.	Gauge
Gr.	Groß
Hämopt.	Hämoptyse
Kl.	Klein
Komplik.	Komplikation
Lt.	Laut
mAs	Milliamperesekunde
min.	Minute
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
NaCl	Natriumchlorid
Neg.	Negativ
Per.	Perifokal
Pneu.	Pneumothorax
Pos.	Positiv
Tbc	Tuberkulose
Tw.	Teilweise
v.a.	Vor allem
VATS	Video-assistierte thorakale Biopsie
z.B.	Zum Beispiel

9.2 **Abbildungsverzeichnis**

- Abb. 1: Das Somatex-Trucut-System
- Abb. 2: Schematische Darstellung der Arbeitsweise des Trucut-Systems
- Abb. 3: Standardisierter Auswertungsbogen
- Abb. 4: Geschlechtsverteilung
- Abb. 5: Altersverteilung der Patienten
- Abb. 6: Prozentuale Verteilung der Patientenlagerung
- Abb. 7: Verdachtsdiagnosen anhand rein radiologischer Kriterien
- Abb. 8: Diagnosen nach histologischem Ergebnis
- Abb. 9: Verteilung der malignen Diagnosen
- Abb. 10: Verteilung der benignen Diagnosen
- Abb. 11: Verteilung der entzündlichen Befunde
- Abb. 12: CT-Diagnosen / Histologischer Befund
- Abb. 13: Lage der Läsion
- Abb. 14: Relation der Herdlage zu Dignität
- Abb. 15: Verteilung der Herdformen
- Abb. 16: Herdform in Relation zu Dignität
- Abb. 17: Verteilung der Herdbegrenzungsarten
- Abb. 18: Beziehung zwischen Herdbegrenzung und Dignität
- Abb. 19: Verteilung der Läsionsgrößen
- Abb. 20: Herdgröße in Relation zur Dignität
- Abb. 21: Verteilung der Nadelarten
- Abb. 22: Verteilung der Punktionstiefen
- Abb. 23: Verteilung der Pleurapassagen bei den Biopsien
- Abb. 24: Anzahl der Nebenbefunde
- Abb. 25: Anzahl der Komplikationen
- Abb. 26: Verteilung der unterschiedlichen Komplikationen und Nebenbefunde
- Abb. 27: Korrelation von Pleurapassagen und Komplikationsrate
- Abb. 28: Trucut-Nadelspitze nicht ausgefahren
- Abb. 29: Trucut-Nadelspitze ausgefahren
- Abb. 30: Trucut-Nadel
- Abb. 31: Autovac-System mit Hohlnadel unter Vakuum-Aspiration
- Abb. 32: Autovac-System mit Hohlnadel unter Vakuum-Aspiration
- Abb. 33: Patientenfall 1: Röntgen-Thorax
- Abb. 34: Patientenfall 1: Röntgen-Thorax-seitlich
- Abb. 35: Patientenfall 1: CT-Thorax
- Abb. 36: Patientenfall1: CT-Punktion
- Abb. 37: Patientenfall 2: Röntgen-Thorax
- Abb. 38: Patientenfall 2: Röntgen-Thorax-seitlich
- Abb. 39: Patientenfall 2: CT-Thorax
- Abb. 40: Patientenfall 2: CT-Punktion
- Abb. 41: Patientenfall 3: Röntgen-Thorax
- Abb. 42: Patientenfall 3: Röntgen-Thorax-Seitlich
- Abb. 43: Patientenfall 3: CT-Punktion
- Abb. 44: Patientenfall 4: CT-Thorax
- Abb. 45: Patientenfall 4: CT-Punktion
- Abb. 46: Patientenfall 4: CT-Thorax
- Abb. 47: Patientenfall 4: CT-Thorax
- Abb. 48: Patientenfall 5: CT-Punktion
- Abb. 49: Patientenfall 5: CT-Punktion
- Abb. 50: Patientenfall 5: CT-Punktion
- Abb. 51: Patientenfall 6: Röntgen-Thorax
- Abb. 52: Patientenfall 6: CT-Thorax
- Abb. 53 : Patientenfall 6: CT-Punktion
- Abb. 54: Patientenfall 7: CT-Thorax
- Abb. 55: Patientenfall 7: CT-Punktion

9.3 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Patientenzuweisungen
- Tab. 2: Absolute Altersverteilung der Patienten
- Tab. 3: Anzahl der Patienten in verschiedenen Lagerungen
- Tab. 4: Radiologische Verdachtsdiagnose
- Tab. 5: Histologische Diagnose
- Tab. 6: Histopathologische Diagnosen
- Tab. 7: Vergleich der CT-Verdachtsdiagnosen mit den endgültigen histologischen Befunden
- Tab. 8: Untersuchungsergebnisse – Version 1
- Tab. 9: Dignitätsergebnisse – Version 1
- Tab. 10: Untersuchungsergebnisse – Version 2
- Tab. 11: Dignitätsergebnisse – Version 2
- Tab. 12: Untersuchungsergebnisse – Version 3
- Tab. 13: Dignitätsergebnisse – Version 3
- Tab. 14: Vergleich der Dignitätsergebnisse – Version 1-3
- Tab. 15: Zusammenfassung der Dignitätsauswertung
- Tab. 16: Zusammenfassung der statistischen Auswertung in drei Versionen
- Tab. 17: Verteilung der Herdlage und ihre Relation zu Dignität
- Tab. 18: Herdform in Relation zu Dignität
- Tab. 19: Relation der Herdbegrenzung zur Dignität
- Tab. 20: Verteilung der Läsionsgrößen
- Tab. 21: Herdgröße in Relation zur Dignität
- Tab. 22: Relation der Einschmelzung zur Dignität
- Tab. 23: Verteilung der Nadelarten
- Tab. 24: Verteilung der Nadelarten
- Tab. 25: Verteilung der Pleuratiefen
- Tab. 26: Verteilung der Punktionstiefen
- Tab. 27: Pleurapassagen
- Tab. 28: Verteilung der Punktionsdauer
- Tab. 29: Korrelation Herdgröße und Punktionsdauer
- Tab. 30: Anzahl der Nebenbefunde
- Tab. 31: Anzahl der Komplikationen
- Tab. 32: Verteilung der Blutungsarten
- Tab. 33: Verteilung der Pneumothoraxarten
- Tab. 34: Komplikationsarten und Nebenbefunde
- Tab. 35: Korrelation Komplikationen / Nebenbefunde und Herdlage
- Tab. 36: Korrelation Herdform und Komplikationsrate
- Tab. 37: Korrelation Herdbegrenzung und Komplikationsrate
- Tab. 38: Korrelation Komplikationen / Nebenbefunde und Herdgröße
- Tab. 39: Komplikationenhäufigkeit je nach Nadelart
- Tab. 40: Pleuratiefen in Zusammenhang mit Komplikationen
- Tab. 41: Korrelation Punktionstiefen und Komplikationen
- Tab. 42: Korrelation Pleurapassagen und Komplikationen
- Tab. 43: Korrelation Komplikationsrate und Punktionszeit
- Tab. 44: Treffsicherheit und richtige Diagnosen bei Bronchoskopie
- Tab. 45: Treffsicherheit bei Sputumzytologie
- Tab. 46: CT-gesteuerte Lungenbiopsie und Vergleich der Literaturangaben über Komplikationen in Form von Pneumothorax
- Tab. 47: CT-gesteuerte Lungenbiopsie und Vergleich der Literaturangaben über Komplikationen in Form von Blutungen
- Tab. 48: CT-gesteuerte Lungenbiopsie und Vergleich der Literaturangaben über Komplikationen in Form von Hämoptysen
- Tab. 49: Hämatothorax - Vorkommen bei verschiedenen Untersuchern
- Tab. 50: Letalitätsvorkommen bei verschiedenen Untersuchern
- Tab. 51: Literaturübersicht einiger Studien Sensitivität und Spezifität

9.4 Literaturverzeichnis

- 1 Abdolmaali ND VT
Moderne Diagnostik von Lungenherde
Radiologe; 44: 472-483, 2004
- 2 Abrams H, McNeil B
Computed tomography: cost and efficacy implications
AJR Am J Roentgenol; 131: 81-87, 1978
- 3 Alfidi R, Haaga J, Meaney T, MacIntyre W, Gonzalez L, Tarar R, Zelch M, Boller M, Cook S, Jelden G
Computed tomography of the thorax and abdomen; a preliminary report
Radiology; 117: 257-264, 1975
- 4 Anderson JM, Murchison J, Patel D
CT-guided lung biopsy: factors influencing diagnostic yield and complication rate
Clinical Radiology; 58 [10]: 791-797, 2003
- 5 Bartholdy N, Andersen M, Thommesen P
Clinical value of percutaneous fine-needle aspiration biopsy of mediastinal masses
An analysis of 132 cases
Scand J Thorac Cardiovasc Surg; 18: 81-83, 1984
- 6 Böcking A, Günther RW, Thelen M
Perkutane diagnostische Punktion
Aspekte der Zytologie und Histologie
Interventionelle Radiologie, 1988
- 7 Böcking A, Biesterfeld S, Chatelain R, Gien-Gerlach G, Esser E
Diagnosis of bronchial carcinoma on sections of paraffin-embedded sputum-sensitivity and specificity of an alternative to routine cytology
Acta Cytol; 1: 37-47, 1992
- 8 Böcking A, Keulers P
Aspekte der Zytologie und Histologie
Interventionelle Radiologie, 596-604, 1996
- 9 Brion J, Depauw L, Kuhn G, Friberg J, Rocmans, Struyven J

- Role of computed tomography and mediastinoscopy in preoperative staging of lung carcinoma
J Comput Assist Tomogr; 9: 480-484, 1985
- 10 Buscarini L, Fornari F, Bolondi L, Colombo P, Livraghi T, Magnolfi F, Rapaccini GL, Salmi A
Ultrasound-guided fine-needle biopsy of focal liver lesions: techniques, diagnostic accuracy and complications
A retrospective study on 2091 biopsies.
J. Hepatol; 11: 344-34, 1990
 - 11 Choplin RH, Faulkner CS, Kovacs CJ, Mann SG, O' Connor T, Plume SK, Richards F, Scarantino CW
Lung cancer: diagnostic procedures and therapeutic choice management with special reference to radiotherapy
Springer Verlag, 1985
 - 12 Cox J, Chiles C, Mcmanus C, Aquino S, Choplin R
Transthoracic needle aspiration biopsy: variables that affect risk of pneumothorax
Radiology; 212: 165-168, 1999
 - 13 Crone-Münzenbrock W, Nicolas V, Beyersdorff D, Wite G, Maas R
Ergebnisse CT-gesteuerter Punktionen des Thorax
Thieme Verlag, 1992
 - 14 Deininger H, Schmidt C
Puncture biopsy of the lung
Die Stanzbiopsie der Lunge. Eine retrospektive Auswertung von 127 Beobachtungen
Röfo Fortschr. Geb. Röntgenstr. Neuen Bildgeb. Verfahr.; 144: 656-661, 1986
 - 15 Diederich S, Wormanns D
Der pulmonale Rundherd: Neue Konzepte bei einem alten Problem
Radiology up 2 date; 4: 27. 2003
 - 16 Dohm G, Fischer R, Grundmann E, Nagel G
Metastasenförderung durch diagnostische Gewebsentnahme (Biopsie)
Dtsch. Ärzteblatt; 77: 1460-1466, 1980
 - 17 dt. Ärzteblatt 1997

- 18 Elvin A, Andersson T, Scheibenpflug L, Lindgren PG
Biopsy of the pancreas with a biopsy gun.
Radiology; 76: 677-679, 1990
- 19 Erlemann R, Zimmerschied A, Gilger F, Schröder M
Stanzbiopsie oder Feinnadelaspirationsbiopsie bei der perkutanen
Lungenpunktion?
Radiologe ; 38: 126-134, 1998
- 20 Erwin BC, Brynes RK, Chan WC, Keller JW, Phillips VM, Gedgaudas-
McClees RK, Torres WE, Bernardino ME
Percutaneous needle biopsy in the diagnosis and classification of
Lymphoma
Cancer; 57: 1074-1078 1986
- 21 Feldmeyer F, Rühle KH, Souchon R
Onkologie: Epidemiologie und Therapie
Das lokale/lokoregionalbegrenzte nichtkleinzellige Bronchialkarzinom
- 22 Feuerbach S, Schlottmann K
Standards radiologisch bildgesteuerter Biopsien-Indikationsstellung,
Technik, Komplikationen
Radiologie up 2 date; 3: 207-223, 2003
- 23 Filderman AE, Shaw C, Matthay R
Lung cancer in the elderly
Clin Geriatr Med; 2: 363-383, 1986
- 24 Filderman AE, Shaw C, Matthay R A
Lung cancer: Part I. Etiology, pathology, natural history, manifestation
and diagnostic techniques
Invest. Radiol.; 21: 80-90, 1986
- 25 Filderman AE, Shaw C, Matthay RA: Lung
cancer: Part II. Staging and therapy.
Invest. Radiol.; 21: 173–185, 1986
- 26 Fink I, Gamsu G, Harter L
CT-guided aspiration biopsy of the thorax
J Comput Assist Tomogr; 6: 958-962, 1982

- 27 Frommhold W, Dihlmann W, Stender H, Thurn P
Radiologische Diagnostik in Klinik und Praxis
Band 1 – Teil 2: Lunge, Pleura, Thoraxwand
Thieme, 1988
- 28 Frommhold W, Gerhardt P
Tumoren der Lunge
Thieme, 1987
- 29 Gazelle GS, Haaga JR
Guided percutaneous biopsy of intraabdominal lesions. AJR Am. J.
Roentgenol; 153: 929-935, 1989
- 30 Geraghty P, Kee S, McFarlane G, Razavi M, Sze D, Dake M
CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of pulmonary nodules:
needle size and pneumothorax rate
Radiology; 229: 475-481, 2003
- 31 Gobien R, Stanley J, Vujic I, Gobien B
Thoracic biopsy: CT guidance of thin-needle aspiration
AJR Am J Roentgenol; 142: 827-830, 1984
- 32 Gobien RP, Valicenti JF, Paris BS, Danielli C
Thin needle aspiration biopsy: methods of increasing the accuracy of a
negative prediction
Radiology; 145: 603-605, 1982
- 33 Greene R, Athanasoulis C, Pfister RC,, Roberson GH
Transthoracic needle aspiration biopsy
Interventional Radiology; 587-634, 1982
- 34 Grundmann E
Keine Metastasenförderung durch Biopsien
Dtsch. Ärzteblatt; 11: 633-641, 1979
- 35 Günther RW, Thelen M
Interventionelle Radiologie
Thieme; 634-648, 1996
- 36 Gupta S, Wallace M, Morello F, Ahrar K, Hicks, M

- CT-guided Percutaneous Needle Biopsy of Interthoracic Lesions by Using the Transsternal Approach: Experience in 37 Patients
Radiology; 222: 57-62, 2002
- 37 Gupta S
New Techniques in Image-Guided Percutaneous Biopsy. Cardiovasc. Intervent. Radiol, 2004
- 38 Haaga J, Reich N, Havrilla T, Alfidi R, Meaney T
Computed tomography-guided biopsy
I. Overview
J Comput Tomogr; 2: 25-30, 1978
- 39 Haaga J, Vanek J
Computed tomographic guided liver biopsy using the Menghini needle
Radiology; 133: 405-408, 1979
- 40 Haaga J, Alfidi RJ
Precise biopsy localization by computed tomography
Radiology; 118: 603-615, 1976
- 41 Haaga J, Lipuma JP, Bryan PJ, Balsara VJ, Cohen AM
Clinical comparison of small and large caliber cutting needles for biopsy
Radiolgy; 146: 665-667, 1983
- 42 Haramati LB, Austin JH
Complications after CT-guided needle biopsy through aerated versus nonaerated lung
Radiology; 181: 778-778, 1991
- 43 Heckmann RG, Heckmann RA
Interventionelle Sonographie
Moderne Sonographie. Thieme, 235-242, 2000
- 44 Hildebrandt H
Pschyrembel
New York, Walter de Gruyter, 1994
- 45 Hix WR, Aaron BL
Needle aspiration in lung cancer. Risk of tumor implantation

- Chest; 96: 1539–1540, 1990
- 46 Holm HH, Kristensen J K
Interventionelle Sonographie
Damstadt, Steinkopfverlag, 1986
- 47 Holm HH
Interventional ultrasound. Br
J. Radiol; 64: 379-385 1991
- 48 Holm HH, Skjoldbye B
Interventional ultrasound.
Ultrasound Med. Biol; 22: 773-789, 1996
- 49 Horsley J, Miller R, Amy R, King E
Bronchial submucosal needle aspiration performed through the fiberoptic
bronchoscope
Acta Cytol; 28: 211-217, 1984
- 50 Jacobi V, Heil W
Diagnostische Wertigkeit von CT-gesteuerten Punktionen der Lunge, der
Pleura und des Mediastinums
Dissertation 1998
- 51 Jacobi V, Thalhammer A, Kirchner J, Kollath J
Wertigkeit einer neuen lasergestützten Punktionshilfe bei CT-gesteuerten
Interventionen
Strahlentherapie und Onkologie; 171: 171, 1995
- 52 Jereb M
The usefulness of needle biopsy in chest lesions of different sizes and l
ocations
Radiology; 131: 13-15, 1980
- 53 Jereb, Karasavec
Thin needle biopsy of chest lesions: time-saving potential
Chest; 78, 288-290, 1980
- 54 Jett JR, Everson L, Thernau TM
Treatment of limited stage small-cell lung cancer with
Cyclophosphamide, Doxorubicin and Vincristine with or without

- Etoposide: A randomised trial of the North Central Cancer Treatment Group
J Clin Oncol; 8: 33-38, 1990
- 55 Kappes R, Ern G
<http://allergie.qualimed.de/Lungenkrebs.html>
Allergologie und Schlafmedizin
Letzte Änderung 9.1.2003
- 56 Kazerooni EA, Mikhail A, Martinez FJ.
Risk of pneumothorax in CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung
Radiology. 198: 371-375
- 57 Kelly K
New chemotherapeutiv agents for small cell lung cancer
Chest, 117(Suppl. 4): 156-162. 2000
- 58 Keulers P, Adam G, Gunther RW
Fine needle punch biopsy of the lung. Results and complications
Radiologe; 34(10): 576-80, 1994
- 59 Klein JS, Zarka MA
Transthoracic needle biopsy
Radiol. Clin. North Am; 38: 235-66.74, 2000
- 60 Koss L, Woyke St, Olszewski W
Aspiration biopsy
Cytologic interpretation and histologic bases
Igaku-Shoin, New York, Tokyo, 1984
- 61 Kyll H-J
Computertomographisch gesteuerte perkutane Biopsie der Lunge und des Mediastinums
Dissertation 1992
- 62 Lalli AF, McCormack LJ, Zelch M, Reich NE, Belovich D
Aspiration biopsies of chest lesions
Radiology; 127: 35-40, 1978

- 63 Lassen U, Osterlind K, Hansen M, Dombernowsky P, Bergman B, Hansen HH
Long-term survival in small-cell lung cancer: Posttreatment characteristics in patients surviving 5 to 18+ years-an analysis of 1714 consecutive patients
J Clin Oncol, 13: 1215-1220, 1995
- 64 Leyden GR
Über infektiöse Pneumonie, Verhandlungen des Vereins für innere Medizin
dt. Med. Wochenschr.; 9: 52-53, 1983
- 65 Livraghi T, Damascelli B, Lombardi C, Spagnoli I
Risk in fine-needle abdominal biopsy
J. Clin. Ultrasound; 11: 77-81, 1983
- 66 Lopez HE, Vogl TJ, Ricke J, Felix R
CT-guided percutaneous core biopsies of pulmonary lesions diagnostic accuracy, complications and therapeutic impact
Acta Radiol; 42: 151-155, 2001
- 67 Lörcher U, Schmidt H
HR-CT der Lunge
Thieme Verlag, 1996
- 68 Lundgreen R, Bergman F, Angstrom T
Comparison of transbronchial fine needle aspiration biopsy, aspiration of bronchial secretion, bronchial washing, brush biopsy and forceps biopsy in the diagnosis of lung cancer
Eur J Respir Dis; 64: 378-385, 1983
- 69 Matalon TA, Silver B
US guidance of interventional procedures
Radiology ; 174: 43-4, 1990
- 70 Marschan H
Ergebnisse und Komplikationen perkutaner CT-gestützter Punktionen mit verschiedenen Punktionsnadeln
Dissertation 2005
- 71 Maskell NA, Gleeson FV, Davies RJ.
Standard pleural biopsy versus CT-guided cutting-needle biopsy for

- diagnosis of malignant disease in pleural effusions: a randomised controlled trial.
Lancet; 361(9366): 1326-1330, 2003
- 72 Menetrier P
Cancer primitif du poumon
Bull Soc Anat; 11: 643-647, 1886
- 73 Moinuddin SM, Lee LH, Montgomery JH
Mediastinal needle biopsy
Am J Radiol; 143, 531-532, 1984
- 74 Moulton JS, Moore PT
Coaxial percutaneous biopsy technique with automated biopsy devices: value in improving accuracy and negative predictive value
Radiology; 186: 515-522, 1993
- 75 Naidich D, Rusinek H, McGuinness G, Leitman B, McCauley D, Henschke C
Variables affecting pulmonary nodule detection with computed tomography: evaluation with three-dimensional computer simulation
J Thorac Imaging; 8: 291-299, 1993
- 76 Naidich D, Sussman R, Kutcher W, Aranda C, Garay S, Ettenger N
Solitary pulmonary nodules
CT-bronchoscopic correlation
Chest; 93: 595-598, 1988
- 77 Neuerburg J, Gunther RW
Percutaneous biopsy of pancreatic lesions. Cardiovasc
Intervent. Radiol; 14: 43-49, 1991
- 78 Noppen M, De MJ, Meysman M, Opdebeeck B, Vincken W, Osteaux M
Percutaneous needle biopsy of localized pulmonary, mediastinal, and pleural diseased tissue with an automatic disposable guillotine soft-tissue needle
Preliminary results
Chest; 107: 1615-1620, 1995
- 79 Otto RC, Günther RW, Thelen M
Ultraschall-gesteuerte Punktionen für Diagnostik und Therapie.
Interventionelle Radiologie; 634-64, 1996

- 80 Otterbach I, Wagner OF
online: <http://www2.lifeline.de/yavivo/Verfahren/Lungenheilkunde/35Bronchoskopie/index.html#top>
Erstellt am: 08.06.2001
- 81 Padge O
CT- und Ultraschall-gesteuerte perkutane Biopsie mit einem automatischen Endschnitt – Biopsie – System: Durchführung, Ergebnisse und Komplikationen
Dissertation 2004
- 82 Pagani JJ
Biopsy of focal hepatic lesions. Comparison of 18 and 22 gauge needles.
Radiology ; 147: 673-675, 1983
- 83 Pinstein M, Scott R, Salazar J
Avoidance of negative percutaneous lung biopsy using contrast-enhanced CT
AJR Am J Roentgenol; 140: 265-267, 1983
- 84 Pirker M
Wertigkeit der Video-assistierten Thorakoskopie in der behandlung des spontanpneumothorax und anderer thoraxchirurgisch therapierbarer Krankheitsbilder.
Dissertation, 2005
- 85 Poe R, Kallay M, Wicks C, Odoroff C
Predicting risk of pneumothorax in needle biopsy of the lung
Chest; 85: 232-235, 1984
- 86 Pokieser: Autovac (R) Prospect. Edited by Köhler, 2001
- 87 Protopapas Z, Westcott JL
Transthoracic hilar and mediastinal biopsy
Radiol. Clin. North Am; 38: 281-291, 2000
- 88 Rotte K
CT-gestützte Nadelbiopsie bei pulmonalen und mediastinalen Raumforderungen. der Einfluss der Spiral-CT und unterschiedlicher

Biopsienadeln auf die Ergebnisse.
Aktuelle Radiol; 5: 136-139, 1995

- 89 Saccomanno G, Saunders RP, Archer VE, Auberbach O, Kushner M, Beckler PA: Cancer of the lung: The cytology of sputum prior to the development of carcinoma
Acta Cytol; 9: 413-423, 1965
- 90 Salazar AM, Westcott JL
The role of transthoracic needle biopsy for the diagnosis and staging of lung cancer
Clin. Chest Med; 14: 99-110, 1993
- 91 Schenk DA, Chasen M H, McCarthy M J, Christian C A
Potential false positive mediastinal transbrochial needle aspiration in bronchogenic carcinoma
Chest; 86: 649-650, 1984
- 92 Schlolaut K, Lackner K, Nicolas V, Vogel J puncture needle
ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed; 147: 25-32, 1987
- 93 Scholten E, Kreef L
Distribution of lung metastases in the axial plane
A combined radiological-pathological study
Radiol Clin; 46: 248-265, 1977
- 94 Seyfer AE, Walsh DS, Graeber GM, Nuno IN, Eliasson AH
Chest wall implantation of lung cancer after thin needle aspiration
Biopsy
Ann Thorac Surg; 48: 284–286, 1989
- 95 Sheafor DH, Paulson EK, Simmons cm, DeLong DM, Nelson RC
Abdominal percutaneous interventional procedures: comparison of CT and US guidance
Radiology; 207: 705-710, 1998
- 96 Sheth S, Hamper UM, Stanley DB, Wheeler JH, Smith PA
US guidance for thoracic biopsy: a valuable alternative to CT
Radiology ; 210: 721-726, 1999
- 97 Sinner W

- Pulmonary neoplasms diagnosed with transthoracic needle biopsy
Cancer; 43: 1533-1540, 1979
- 98 Sinner W
Complications of percutaneous transthoracic needle aspiration biopsy
Acta Radiol Diagn; 17: 813-828, 1976
- 99 Sonnenberg v E, Lin AL,
Percutaneous biopsy of difficult mediastinal, hilar and pulmonary lesions
by computer-tomographic guidance and a modified coaxial technique
Radiology; 148: 300-203, 1983
- 100 Sonnenberg v E, Casola G, Ho M, Neff C, Varney R, Wittich G,
Christensen R, Friedman P
Difficult thoracic lesions: CT-guided biopsy experience in 150 cases
Radiology; 167: 457-461, 1988
- 101 Sonnenberg v E, Goodacre B, Wittich G, Logrono R, Kennedy P,
Zwischenberger J Image-guided 25-gauge needle biopsy for thoracic
lesions: diagnostic feasibility and safety
Radiology; 227: 414-418, 2003
- 102 Specht G
Risks and complications on mediastinoscopy
Thoraxchir Vask Chir; 25: 336-338, 1977
- 103 Sprenger E
Risk of metastasis in fine needle puncture
Pathologe; 5: 275-277, 1984
- 104 Stender H, Saure D
Technique of the x-ray examination of the lungs
Rontgenblatter; 35: 158-164, 1982
- 105 Stern E, Webb W, Gamsu G
CT gantry tilt: utility in transthoracic fine-needle aspiration biopsy
Work in progress
Radiology; 187: 873-874, 1993
- 106 Tanaka M, Kawanami O, Satoh M, Yamaguchi K, Okada Y, Yamasawa F

Endoscopic observation of peripheral airway lesions
Chest; 93: 228-233, 1988

- 107 Truong L, Underwood R, Greenberg S, McLarty J
Diagnosis and typing of lung carcinomas by cytopathologic methods
A review of 108 cases
Acta Cytol; 29: 379-384, 1985
- 108 Zalacain R, Llorente J, Gaztelurrutia L, Pijoan J, Sobradillo V
Influence of three factors on the diagnostic effectiveness of transthoracic
needle aspiration in pneumonia
Chest; 107: 96-100, 1995

9.5 Danksagung

An dieser Stelle muss ich vielen Personen meinen Dank aussprechen, weil ich ohne sie diese Dissertation nie beendet hätte.

Ich danke Prof. Jacobi für die Überlassung dieses Dissertationsthemas und seine freundliche Betreuung.

Ich danke Dr. Ralf Straub für die fortlaufende Unterstützung, fachliche Hilfen, Korrekturen und vor allem für das zustande kommen der Treffen mit Prof. Jacobi.

Ich danke Martina Brindlinger für die ständige Unterstützung und Motivation unter anderem während der Datenzusammenstellung.

Ich danke allen Familienmitgliedern und Freunden, die mir bei der Fertigstellung dieser Dissertation behilflich waren.

Last but not least danke ich meiner Mutter und meinem Bruder für die Ermutigung, eine Dissertation zu beginnen.

Ich danke ihnen für ihre Geduld und meine Entlastung in den Zeiten, wo ich mit dieser Dissertation beschäftigt war.

Auch für die Motivation zur Vollendung der Dissertation trotz Praxisgründungsstress danke ich Ihnen.

9.6 Lebenslauf

10. September 1976	Geboren in Teheran als Tochter des Teymoor Roshanaei Moghaddam (verstorben 1982) und der Simin Nadjafzadeh Khoei; ein Bruder(Student der Zahnmedizin)
September1983 bis Juli 1989	Soheil Grundschule und Gymnasuim in Teheran
September 1989 bis Juli 1994	Carl-Schurz-Gymnasium in Frankfurt am Main
September 1994 bis Juni 1996	Holsten Gymnasium in Neumünster
15. Juni 1996	Allgemeine Hochschulreife
WS1996/97 bis SS 1999	Studium der Zahnmedizin an der Christian Albrecht Universität in Kiel
WS 1999/00 bis WS 2002/03	Studium der Zahnmedizin an der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main
23. Oktober 1997	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
04. September 2000	Zahnärztliche Vorprüfung
Juni 2003	Zahnärztliche Prüfung
15. September 2003 bis 1. Juli 2004	Vorbereitungsassistenz Zahnarztpraxis Vassiliou
1. August 2004 bis 31. Oktober 2005	Vorbereitungsassistenz Zahnarztpraxis Dr. Krausch
1. November 2005 bis 1. Januar 2006	Vorbereitungsassistenz oralchirurgische Praxis Dr. Weissmann
1. April 2006	Praxisgründung in Kelsterbach

9.7 Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich im Fachbereich Medizin zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel:

CT-gesteuerte Punktionen unklarer Lungenherde

im Zentrum der Radiologie - Institut für Röntgendiagnostik - des Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main unter Leitung von Prof. Dr. Univ. Pisa V. Jacobi, mit Unterstützung durch OA Dr. med. R. Straub, ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine andern als in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt am Main, den 20.12.2006

Saloumeh Roshanaei M.

