

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Institut für klinische Radiologie
– Direktor: Univ.-Prof. Dr. Heindel –

Retrospektive Analyse bildgesteuerter Histologiegewinnungen
und Evaluation von Erfolgsfaktoren

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von: Freitag, Sophia Agnes (geb. Schulze Höping)

aus Münster

2007

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Volker Arolt

1. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Fischbach
2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. G. Köhler

Tag der mündlichen Prüfung: 11.12.2007

Aus dem Universitätsklinikum Münster

Institut für klinische Radiologie

– Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Walter Leonard Heindel –

Referent: Prof. Dr. R. Fischbach

Koreferent: Univ.- Prof. Dr. G. Köhler

Zusammenfassung

Retrospektive Analyse der bildgesteuerten Histologiegewinnung und Evaluation von
Erfolgsfaktoren

Sophia Agnes Freitag

Bildgesteuerte Punktionen zur Histologiegewinnung werden im Klinikalltag schon lange eingesetzt. Es gibt verschiedene Faktoren, die den Erfolg einer Punktion beeinflussen.

In dieser Arbeit haben wir verschiedene Erfolgsfaktoren von CT- und Ultraschall- gesteuerten Histologiegewinnungen evaluiert. Dabei wurden 484 Punktionen (aus Knochen, Leber, Lunge, Lymphknoten, Nebenniere, Niere, Pankreas, Pleura und unklaren Raumforderungen), die im Institut für klinische Radiologie des UKM gewonnen und durch das Gerhard-Domagk- Institut für Pathologie histologisch aufgearbeitet wurden, betrachtet.

98,1 % der Punktionen verliefen „technisch erfolgreich“, d.h., dass durch den Radiologen Material gewonnen wurde. Durch die Pathologie wurde bewertet, ob die Biopsie für eine endgültige Diagnosestellung „ausreichendes“ Material lieferte. CT- gesteuerte Punktionen lieferten zu 89,5 % und US- gesteuerte Punktionen zu 93,1 % ausreichendes Material. Eine sichere histopathologische Diagnose konnte insgesamt bei 82,4% der Punktionen gestellt werden. Bei 46 Punktionen Komplikationen auf. Häufigste Komplikationen waren Pneumothorax und Blutung, bei Lungenpunktionen trat in 23,8 % Pneumothorax und 7,9% eine Blutung auf.

Es wurden vor allem Nadeln der Größe 11G, 16G und 18 G verwendet, wobei sich kein signifikanter Unterschied in der Qualität der Diagnose unter Berücksichtigung der Nadelgröße und des Organsystems ergab. Die Qualität der Diagnose ist dann besser (=sicherer), wenn dem Pathologen mehr als eine Biopsie zur Aufarbeitung zur Verfügung steht ($p=0,0349$). Lieferte eine Punktion im ersten Anlauf kein ausreichendes Material, konnte bei durchgeführter zweiter Punktion in 50 % ausreichendes Material gewonnen werden.

Zusammenfassend zeigt sich unter Berücksichtigung der Organsysteme, dass die Wahl des bildgebenden Verfahrens und die Nadelgröße die Qualität einer Diagnose nicht beeinflussen, aber die Qualität der Diagnose dann besser ist, wenn mehr als eine Biopsie zur Aufarbeitung vorliegt.

Tag der mündlichen Prüfung: 11.12.2007

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
TABELLENVERZEICHNIS	4
1. EINLEITUNG	5
1.1 Allgemeines	5
1.2 Geschichte der CT- und Ultraschall- gesteuerten Punktionen	7
1.2.1 Allgemeine Entwicklung diagnostischer Punktionen	7
1.2.2 Sonographie.....	8
1.2.3 Computertomographie.....	8
1.2.4 CT – Fluoroskopie	9
1.3 CT versus Ultraschall bei Planung und Durchführung interventioneller Verfahren.....	9
2. TECHNIK UND MATERIAL DER CT- UND ULTRASCHALL GESTEUERTEN PUNKTIONEN	11
2.1 Materialien, Punktions- und Fixationstechnik.....	11
2.2 CT- gesteuerte Punktionen	12
2.3 Ultraschall – gesteuerte Punktionen	14
2.4 Punktion des Skeletts.....	16
2.5 Punktionen der Leber	17
2.6 Transthorakale Biopsie der Lunge und des Mediastinums	18
2.6.1 Punktion der Thoraxwand und der Pleura	20
2.6.2 Punktionen der Lungenperipherie	21
2.6.3 Punktion des Mediastinum und der Hili.....	21
2.7 Punktion von Lymphknoten	22
2.8 Punktionen der Nebennieren.....	22
2.9 Punktionen der Niere	23
2.10 Punktion des Pankreas	23
2.11 Punktionen im Retroperitonealraum	24
2.12 Punktion anderer intraabdomineller Bereiche (Mesenterium, Milz etc.).....	24
3. FRAGESTELLUNG.....	25
4. MATERIAL UND METHODIK.....	26
4.1 Patienten	26
4.2 Indikation- Kontraindikation	26
4.3 Durchführung und Dokumentation.....	27
4.4 Auswertung und statistische Methoden	28
5. ERGEBNISSE	29
5.1 Allgemeine Ergebnisse	29
5.1.1 Aufarbeitung.....	29
5.1.2 Erfolg der Punktion	31
5.2 Biopsien verschiedener Organe	36
5.2.1 Knochenbiopsien	36
5.2.2 Leberbiopsien.....	37
5.2.3 Lungebiopsien.....	38
5.2.4 Lymphknotenbiopsien.....	38
5.2.5 Punktionen der Nebennieren.....	39
5.2.6 Punktionen der Niere	40

5.2.7	Pankreasbiopsien.....	40
5.2.8	Pleurabiopsien.....	40
5.2.9	Punktionen unklarer Tumore.....	41
5.3	Einfluss der Nadelgröße.....	42
5.3.1	Organübergreifende Ergebnisse.....	42
5.3.2	Organbezogene Ergebnisse.....	43
5.3.3	Knochenpunktion versus Weichteilpunktionen.....	43
5.4	Biopsiemenge	44
5.5	Verdachtsdiagnose – endgültige Diagnose	46
6.	DISKUSSION	48
7.	LITERATURVERZEICHNIS.....	52
8.	LEBENS LAUF	57
9.	DANKSAGUNG.....	58

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Automatische Biopsiesets zur Stanzbiopsie.....	6
Abbildung 2: Schema des zentral perforierten Ultraschallkopfes mit eingeführter Feinnadel.....	15
Abbildung 3: Anzahl der CT- und US- gesteuerten Punktionen.....	30
Abbildung 4: Anzahl der gewonnen Biopsien	45
Abbildung 5: Biopsiemenge und Qualität der Diagnose.....	46

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Indikation zur perkutanen Knochenpunktion	16
Tabelle 2: Befundung des gewonnenen Materials.....	29
Tabelle 3: Anzahl der CT- oder US- gesteuerten Punktion.....	31
Tabelle 4: Erfolg der Punktion.....	32
Tabelle 5: Qualität der Diagnose	33
Tabelle 6: CT- gesteuerte Punktionen und pathologische Diagnose.....	33
Tabelle 7: US- gesteuerte Punktion und pathologische Diagnose	34
Tabelle 8: häufig aufgetretene Komplikationen CT/Sono	35
Tabelle 9: Komplikationsrate CT- gesteuerte Punktionen.....	35
Tabelle 10: Komplikationsrate US- gesteuerte Punktion	35
Tabelle 11: Qualität der ersten/ zweiten Punktion:	36
Tabelle 12: Lokalisation der Lungenläsionen	38
Tabelle 13: Lokalisation der Lymphknotenläsionen	39
Tabelle 14: Lokalisation von unklaren Tumoren zur Biopsie	41
Tabelle 15: verwendete Nadelgrößen.....	42
Tabelle 16: Nadelgrößen bei Knochenpunktionen	44
Tabelle 17: Asymptotische Signifikanz bei Knochenpunktionen.....	44

1. EINLEITUNG

1.1 Allgemeines

Die Entwicklung moderner Schnittbildverfahren geht zurück auf die 70er Jahre. Seit dieser Zeit haben sich Sonographie und Computertomographie stetig verbessert und sind mittlerweile Standardmethoden, die sowohl in Kliniken als auch in Praxen von großer Bedeutung sind. Oft können Diagnosen alleine durch die Bildgebung gestellt werden. Gelingt dies aber nicht, so kann eine diagnostische Punktion Aufschluss über die zugrunde liegende Erkrankung geben.

Nach heute vorherrschender Lehrmeinung muss jede Krebsdiagnose durch eine mikroskopische Aufarbeitung bestätigt werden. Die daraus gefolgerte Diagnose erlaubt eine genaue Typisierung und Grading des Tumors und ist bestimmend für die Art der Therapie. Da Tumoren unter konservativer Therapie ihre mikroskopische Gestalt verändern, sollte die mikroskopische Untersuchung vor Beginn einer konservativen Therapie erfolgen. Um die Operationsstrategie eines chirurgisch zu entfernenden Tumors festzulegen, ist es ebenfalls von großer Bedeutung, die Artdiagnose des Tumors zu kennen.

Es lassen sich drei Prinzipien diagnostischer Punktionen unterscheiden (41):

- Feinnadelaspirationsbiopsie (FNAB)
- Stanzbiopsie (STB)
- Schneidebiopsie nach dem „Tru Cut-System“

Bei einer FNAB werden die Zellen durch Unterdruck aus ihrem Gewebsverband gelöst und mit einer Spritze in eine Kanüle gesaugt. Das Material wird dann zytologisch untersucht. Wird eine STB durchgeführt, verbleiben die Zellen in ihrem natürlichen Gewebsverband und werden als zusammenhängender Zylinder entnommen und entsprechend histologisch aufgearbeitet. Bei der Schneidebiopsie nach dem „Tru Cut-System“ wird ein Gewebszylinder über eine Außenkanüle entnommen (vgl. Abbildung 1).

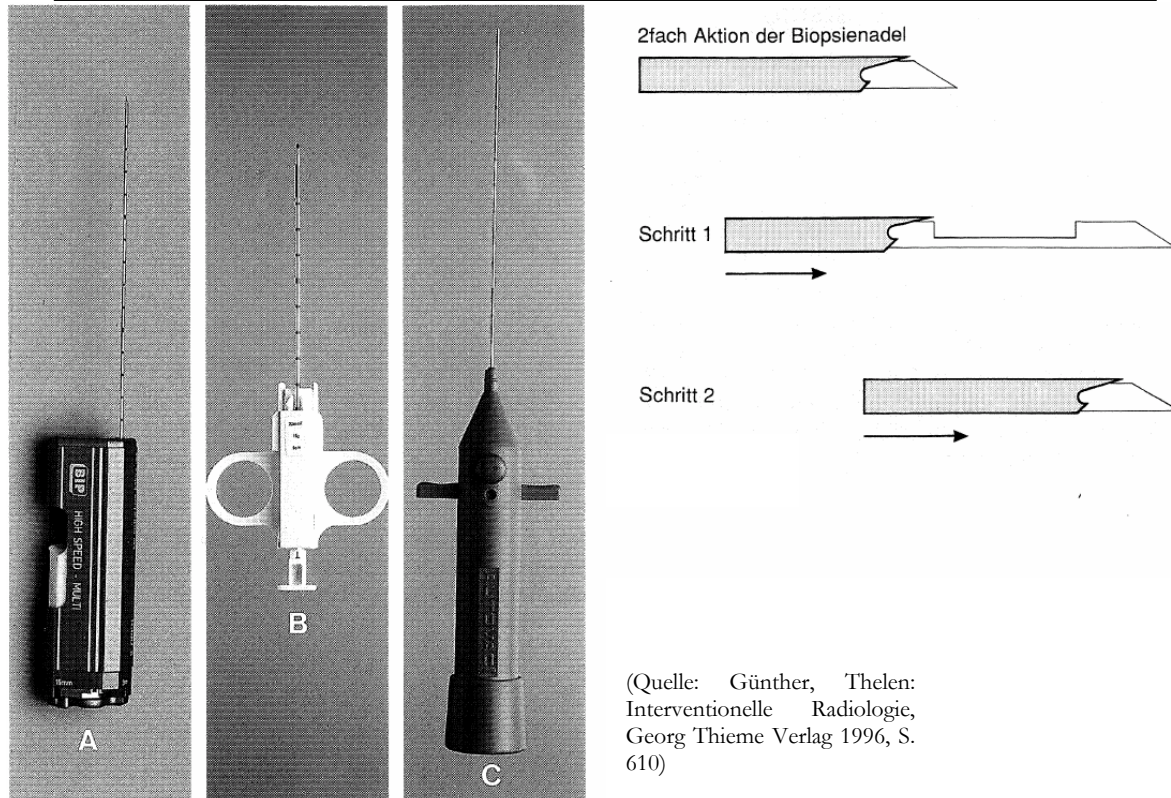


Abbildung 1: Automatische Biopsiesets zur Stanzbiopsie.

Neben den diagnostischen Punktionen werden therapeutische Punktionen durchgeführt. Diese erlauben es unter sonographisch - röntgenologischer Sicht, einen Flüssigkeitsverhalt aus dem Körper zu punktieren und abzulassen, z.B. aus einem Abszess oder bei Aszites. Außerdem kann das so gewonnene Material bakteriologisch aufgearbeitet werden und eine gezielte Therapie begonnen werden.

Punktionsmethoden, die im Klinikalltag eingesetzt werden, müssen verschiedene Kriterien erfüllen (33):

- a) Der Patient darf durch die Punktion keinem unverhältnismäßig großen Risiko ausgesetzt sein.
- b) Die Punktion muss exakt und reproduzierbar sein.
- c) Das gewonnene Material muss zytologisch, histologisch und bakteriologisch verwertbar sein, so dass eine exakte Diagnose gestellt werden kann.

Punktionen, die „blind“ durchgeführt wurden, haben zu großen Fehlerraten geführt und bringen Komplikationen mit sich, die lebensbedrohlich sein können. Eine unter Bildsteuerung durchgeführte Punktion ermöglicht es, Fehlerraten und Komplikationen zu verringern, um für den Patienten die bestmögliche Behandlung und Therapie zu

gewährleisten. Dabei spielen sowohl die Materialgewinnung durch den Radiologen als auch die bakteriologische oder feingewebliche Aufarbeitung seitens der Mikrobiologie/ Pathologie eine entscheidende Rolle.

Der Radiologe hat hierbei die Aufgabe, einen repräsentativen Bereich des suspekten Gewebes sicher zu treffen. Hierfür verwendet er je nach Lokalisation und Organsystem die geeignete Methode und das Biopsiematerial. Schließlich muss er repräsentatives Material für die Aufarbeitung gewinnen. Zentrale Bedeutung hat die Sicherung der exakten Lage der Nadel im Bildgebiet. Außerdem muss er die Punktion für den Patienten so angenehm und komplikationslos wie möglich durchführen.

Die Aufgabe der Pathologen/ Mikrobiologen ist es, aus dem gewonnenen Material so schnell wie möglich die exakte Diagnose zu stellen. Wichtig ist es, die Diagnose so spezifisch wie möglich zu stellen, da die Therapie sich an diese Diagnose anlehnt und so möglichst effizient gestaltet werden kann.

1.2 Geschichte der CT- und Ultraschall- gesteuerten Punktionen

1.2.1 Allgemeine Entwicklung diagnostischer Punktionen

Die erste beschriebene Punktion geht auf das Jahr 1851 zurück, als H.L. Lebert die erste perkutane Tumorpunktion (28) durchführte, 1853 folgte Paget (5) mit der Punktion von Brusttumoren und 1883 Leyden mit einer Lungenpunktion zum Erregernachweis einer Pneumonie (44). Weiterhin ist in der Literatur eine Leberaspirationsbiopsie im Jahre 1888 durch Lucatello beschrieben (zit. in 41). Im 20. Jahrhundert führten Greig und Gray (45) sowie Hirschfeld (21) Tumorpunktionen durch, die Häufigkeit der Punktionen nahm zu. Eine durch Martin und Ellis entwickelte spezielle Technik der Feinnadelpunktion wurde ab 1925 routinemäßig eingesetzt, um Tumorerkrankungen zu diagnostizieren (31).

1930 durch H.E. Martin (30) und 1931 durch Coley et al. (7) wurden die ersten Knochenpunktionen beschrieben, 1935 führten Robertson und Ball die erste Punktion einer Wirbelkörperläsion (36) durch.

Durch die stetige Verbesserung der Röntgenuntersuchung wurden weitere Organe punktiert und es gelang Blady 1939 erstmals unter Röntgenkontrolle einen Lungentumor zu punktieren (4). Im Jahre 1951 führte Kistland (27) eine Pankreasbiopsie durch, 1952 beschrieb Södenström eine Feinnadelpunktion der Schilddrüse (40).

Erste durchleuchtungsgesteuerte Lymphknotenbiopsien wurden 1967 von Nordenström berichtet (32). Einen transperitonealen Zugangsweg zu intraperitonealen Lymphknoten beschreiben Zornoza et al. im Jahre 1977 (48).

1.2.2 Sonographie

Die Bildgebung mittels Ultraschall wurde erstmals 1937 von Dussik eingeführt. Er versuchte, intrakranielle Tumoren mit Hilfe von Ultraschall darzustellen (33). Um 1950 wurde dann erstmals der Ultraschall zur Untersuchung des Abdomens eingesetzt, was in den 70 er Jahren zum routinemäßigen Gebrauch dieser Methode und 1972 zur ersten ultraschallgesteuerten Leberpunktion führte (35). Erstmals 1975 führten Hancke et al. die sonographisch kontrollierte Pankreaspunktion durch (zit. in 13).

Der Schritt zur Punktion unter Real- time- Bedingungen gelang 1976/ 1977 in Zürich (zit. in 33) und ermöglichte auf einfache Weise Materialgewinnung unter permanenter Sichtkontrolle.

Die Punktion unter Ultraschallkontrolle stellt mittlerweile eine der wichtigsten Methoden dar, Weichteilorgane speziell des Oberbauchs zu punktieren.

Heute wird eine ultraschallgesteuerte Punktion durchgeführt, um

- eine generalisierte Parenchymerkrankung oder
- die Dignität einer fokalen Läsion zu klären sowie um eine therapeutische Intervention (z. B. Drainagepunktion) durchzuführen.

1.2.3 Computertomographie

Das Prinzip der Computertomographie wurde in der 70er Jahren durch Hounsfield beschrieben. Wenig später wurden Punktionen unter CT-Kontrolle vorgenommen, die ersten Erfahrungen auf diesem Gebiet sind durch Haage und Alfidi 1976 beschrieben (17). Haaga et al. unternahmen 1977 die erste CT-gesteuerte Nephrostomie und 1979 die erste Pankreatographie unter CT- Steuerung (16). Abdominelle Tumoren wurden erstmalig 1978 CT- gesteuert punktiert (zit. in 23) und seit 1988 sind CT-gesteuerte stereotaktische Biopsien von Hirntumoren bekannt (zit. in 23).

Heutzutage zählt die CT-gesteuerte Punktion zu den anerkannten Methoden,

histologisches oder zytologisches Material zu gewinnen. Vorteile der CT sind besonders die überlagerungsfreie und exakt reproduzierbare Darstellung aller Organe und deren Nachbarschaftsstrukturen. Außerdem ist es mit Hilfe der CT möglich, Prozesse, die kleiner als 1 cm sind sicher zu punktieren.

1.2.4 CT – Fluoroskopie

Die Entwicklung von CT- Fluoroskopie geht zurück auf das Jahr 1993 (25, 21). Kontinuierliche CT- Scans ermöglichen es, eine Punktion unter ständiger Durchleuchtung durchzuführen und das Weiterführen der Nadel genau zu kontrollieren. Untersuchungen haben gezeigt, dass zwar die Zeit zur Nadelplatzierung in der Läsion geringer ist, dies aber keinen Einfluss auf die Zeit, die der Patient im Punktionsraum verbringt, hat (39). Nachteil dieser Technik ist die erhöhte Strahlenexposition für den Patienten und Untersucher.(11).

1.3 CT versus Ultraschall bei Planung und Durchführung interventioneller Verfahren

In der interventionellen Radiologie ist die Nadelbiopsie das häufigste perkutane Verfahren. Durch die Schnittbildverfahren kann die Nadel permanent im Körper beobachtet werden. Röntgenologische Techniken bringen grundsätzlich den Nachteil der Strahlenexposition des Patienten (und Untersuchers) mit sich, während die Sonographie gefahrlos anwendbar ist.

Die wichtigste Rolle in der Entscheidung, ob CT oder Ultraschall zur Punktion eingesetzt wird, spielt die Sicherheit, dass die Nadelspitze den Herd trifft. Wenn der Herd im Sonogramm nicht oder nur ungenügend zu orten ist, bietet die CT die Möglichkeit, den Herd exakt zu reproduzieren und alle Organe und Nachbarschaftsstrukturen darzustellen. Man kann prinzipiell davon ausgehen, dass bei Raumforderungen von mehr als 3-5cm Größe Ultraschall ausreichend ist (41), bei kleineren Tumoren ein CT notwendig ist. Wenn ein Prozess mit beiden Verfahren lokalisiert wurde und als punktierbar zeigt, ist es einfacher, schneller und billiger, die Biopsie mit Ultraschall und nicht mit CT durchzuführen (zit. in 41). Ein Ultraschallgerät ist schnell verfügbar und kann direkt am Krankenbett (z. B. auch auf der Intensivstation) eingesetzt werden. Allerdings sollte eine gewisse Flexibilität in der Auswahl der Punktionsmethode immer bewahrt werden. So

kann an einem Tag eine Struktur durch Ultraschall gut dargestellt werden, am Tag der Punktion aber aufgrund von Überlagerungen nur noch undeutlich sichtbar sein.

Veränderungen, die nur einen kurzen Punktionsweg erfordern, werden via Ultraschall punktiert. Für Punktionen, die einen langen Zugangsweg benötigen, bietet die CT die größere Sicherheit.

2. TECHNIK UND MATERIAL DER CT- UND ULTRASCHALL GESTEUERTEN PUNKTIONEN

2.1 Materialien, Punktions- und Fixationstechnik

Für Feinnadelaspirationsbiopsien werden kurze Injektionsnadeln (2,5-7,5cm) mit 0,64-0,75mm Außendurchmesser (22-23 gauge) verwendet, wenn die Läsion palpabel ist. Liegt die Läsion tiefer, werden lange Nadeln mit Mandrin (8-10cm) und 0,8-0,9mm Außendurchmesser (Spinalnadeln) verwendet. Für den praktischen Gebrauch, die sichere Führung und Bedienung empfiehlt sich die Verwendung eines Spritzenhalters im Rahmen der Aspiration.

Palpable Knoten werden wie folgt punktiert:

- 1.) Knoten palpieren und die Entfernung zur Hautoberfläche schätzen
- 2.) Haut mit Alkohol oder Ähnlichem desinfizieren
- 3.) Umgebung mit sterilen Tüchern abdecken
- 4.) Hände waschen und mit Desinfektionsmittel einreiben, sterile Handschuhe verwenden
- 5.) Spritze ggf. in Spritzenhalter einsetzen, Nadel fest auf die Spritze setzen, Spritzenstempel am Spritzenboden
- 6.) Knoten zwischen Daumen und Zeigefinger der einen Hand fixieren
- 7.) Auf kürzestem Weg mit der anderen Hand die Nadel zügig in den Knoten stechen
- 8.) Spritzenstempel anziehen(Unterdruck erzeugen)
- 9.) Nadel mehrfach im Knoten vor- und zurückbewegen (ca. 2-10mm), um Zellen zu lösen
- 10.) Einstichwinkel der Nadel mind. 3mal ändern, ohne den Knoten zu verlassen
- 11.) Unterdruck auflösen, indem der Spritzenkolben zurückgelassen wird, anschliessend Nadel herausziehen

Nichtpalpable Knoten werden vor Punktion durch CT oder Ultraschall bestimmt und die geplante Einstichtiefe wird mittels Filzstift an der Nadel markiert. Der Einstichwinkel wird in 2 Ebenen mittels CT oder Ultraschall bestimmt , die Haut- und Händedesinfektion

erfolgt wie oben beschrieben. Im Anschluss daran wird die Nadel mit Mandrin eingestochen, der Mandrin entfernt und dann die Aspirationspritze aufgesetzt.

Das Zellmaterial wird durch Vordrücken des Spritzenstempels auf Mitte eines Objektträgers gespritzt und durch Auflegen eines zweiten Objektträgers unter sanftem Druck ausgestrichen. Überschüssiges Material wird auf weitere Objektträger verteilt, da das Material nur als sehr dünner Film den Objektträger bedecken darf, um Zellüberlagerungen zu vermeiden.

Die Fixationsmethode ist abhängig von der zu geplanten Färbung. So werden Ausstriche, die für eine Pappenheim-Färbung vorgesehen sind (z.B. Blut, Lymphknoten, Schilddrüse) für ca. 1 Stunde an geschützter Stelle an der Zimmerluft getrocknet und erst dann gefärbt, während alle anderen Ausstriche (für Papanicolaou- oder Hämatoxylin- Färbungen) direkt nach dem Ausstreichen einer Alkoholfixation zugeführt werden.

Für Stanzbiopsien werden Schneidebiopsiekanülen mit dem Außendurchmesser von 1,2 bis 2,1 mm und einer Länge von 7,6 bis 14,2 cm verwendet. Die äußere Hohlneedle wird über die innere Nadel so lange vor- und zurückgeschoben, bis die Nadel in der Läsion liegt, so dass ein Gewebszylinder herausgeschnitten werden kann. Dieser wird sofort in 10%iges Formalin gegeben.

2.2 CT- gesteuerte Punktionen

Für die Technik der CT- gesteuerten Punktion spielen zwei Aspekte eine entscheidende Rolle. Zum einen die genaue Sicherung der Nadellage im Herd und zum anderen die Wahl der Punktionsnadel. Zusätzlich muss ein geeigneter, gefahrloser Zugangsweg gewählt werden, wobei die CT hier deutliche Vorteile gegenüber anderen konkurrierenden Verfahren bietet. So kann mittels CT die genaue Anatomie des zu punktierenden Gewebes und der Umgebung dargestellt werden und gefahrlos punktiert werden. Die Sicherung der Nadellage geschieht durch Aufnahme eines Kontroll- CT-Bildes.

Es gibt Feinnadel-, Feinstanz- und Großstanzbiopsien, die sich in Kaliber, Art der Nadel und Gewebegewinnung unterscheiden. Eine Feinnadel hat einen Durchmesser kleiner 1mm, sie werden vor allem zur Aspirationsbiopsie eingesetzt. Die Gewinnung von Gewebszylindern zur histologischen Untersuchung geschieht durch Stanzbiopsien mit Nadeln von 1,2, - 2mm Stärke. Die Wahl der Punktionsnadel richtet sich nach folgenden

Parametern:

- Art des zu punktierenden Organs (Knochen, Lymphknoten, Weichteile, etc.)
- Größe des pathologischen Prozesses
- Art des für den Pathologen zur Diagnostik notwendigen Materials (Zytologie, Histologie)
- Risiko des gewählten Zugang

Je geringer das Zugangsrisiko ist, desto größer kann die Punktionsnadel gewählt werden. Damit die Punktion möglichst reibungslos abläuft, ist eine stabile Lagerung des Patienten wichtig. Bei Punktionen im Thorax ist auf die Haltung der Arme zu achten, die die Beziehung der Rippen und der kutanen Punktionsstelle bei Lagewechsel beeinflussen. Durch Änderung der Atemphase oder durch Lageänderung mit oder ohne Lagerungshilfen kann bei Interposition von störenden Strukturen fast immer ein freier Zugang erreicht werden.

Das Vorgehen bei der Punktion kann zwar vom einzelnen Untersucher abhängen (2), das Vorgehen ist aber normalerweise folgendermaßen:

Der geplante Zugangsweg wird im entscheidenden CT-Bild elektronisch eingezeichnet. Zur genauen Bestimmung der Punktionsstelle und des Punktionswinkels wird ein Markierungsgitter mit Hilfe eines Pflasterstreifens aufgeklebt. Mit Hilfe des Markierungsgitters und der eingestellten Tischposition wird der kutane Eintrittspunkt bestimmt. Zudem werden anhand des CT-Bildes die vorhergesehene Infiltrationstiefe der Lokalanästhesie sowie der minimale Abstand der Punktionsstelle sowie der Winkel der Stichrichtung bestimmt. Die maximale Eindringtiefe kann auf der Punktionsnadel markiert werden.

Nach Markieren der kutanen Punktionsstelle wird der Patient aus der Gantryöffnung herausgefahren und das Markierungsgitter abgenommen. Der Radiologe hat nun bequemen Zugang zum Patienten. Die Haut wird desinfiziert und die Punktionsstelle wird bis zur vorher bestimmten Infiltrationstiefe mit Lokalanästhetikum betäubt. Dann wird die Biopsienadel zunächst durch die Kutis geschoben und ausgerichtet. In gleicher Atemphase wie in den zuvor angefertigten CT- Scans wird die Nadel bis zum Rand des Herdes vorgeschoben. Hier kann, wenn vorhanden, eine an der Gantry angebrachte Laser-Ziel-Führung den vorher bestimmten Winkel vorgeben und so die Punktion sicherer und schneller gestalten. Gibt es kein Laserführungssystem kann es sinnvoll sein bei kleinen

Herden oder schwierigen Punktionsstellen die Biopsienadel so lange im subkutanen Gewebe auszurichten, bis auf den CT-Scans ein exaktes Ausrichten der Nadellängsachse auf den Herd zu dokumentieren ist. Das Ausrichten kann auch mittels Koaxialtechnik geschehen. Hier wird eine Führungskanüle vor der Läsion platziert und die Biopsie dann durch die Hohlnadel ausgeführt. Dies hat den Vorteil, dass mehrere Proben ohne erneuten Nadelzugang entnommen werden können. Der Vortrieb der Nadel kann je nach Entscheidung des Punktierenden durch eine sequentielle CT- Schicht kontrolliert werden. Liegt die Nadel korrekt am Rand des Herdes und ist dies dokumentiert, wird eine Spritze auf die Nadel gesetzt, so dass ein Unterdruck entsteht. Nun wird die Nadel bis zur markierten Eindringtiefe vorgeschoben und so lange fächerförmig bewegt, bis Material in der Spritze erscheint oder sich vom umgebenden Gewebe gelöst hat und mit der Punktionsnadel entfernt werden kann. Ist genügend Material vorhanden, wird die Kanüle in Atemstillstand rasch entfernt und das aspirierte Material ausgestrichen oder fixiert.

2.3 Ultraschall – gesteuerte Punktionen

Die Punktion unter Ultraschallkontrolle stellt heute eine wichtige Methode dar, Organe des Abdomens unter ständiger Sicht zu punktieren. Das Verfahren ist schnell durchzuführen und kostengünstig.

In der Diagnostik findet die Ultraschall- gesteuerte Punktion zur Differentialdiagnose von Flüssigkeitsansammlungen und zur Biopsie unter Bildkontrolle Anwendung. Wird eine Flüssigkeitsansammlung aspiriert, können durch eine Analyse des Punktats ein Erreger oder auch maligne Zellen identifiziert werden und eine gezielte Therapie begonnen werden (z.B. Antibiotikum). Bei Entnahme von Material wird das gewonnen Material histologisch/zytologisch aufgearbeitet und dient der genaueren Typisierung eines suspekten Befundes.

Außerdem findet der Ultraschall auch therapeutische Anwendung: So besteht die Möglichkeit, Flüssigkeitsansammlungen auf dem Monitor darzustellen und diese durch geführte Aspiration anschließend zu behandeln. Diese perkutane Drainage stellt eine Alternative zur chirurgischen Ableitung dar.

Als Punktionsverfahren stehen drei verschiedene Techniken zur Verfügung:

- durch einen zentral perforierten Schallkopf wird die Nadel eingeführt und dringt so senkrecht in die Tiefe ein
- über eine laterale Nadelhalterung am Schallkopf kann die Nadel von der Seite in das Gesichtsfeld geschoben werden
- die sogenannte „freie Punktion“; hier wird nach Markierung des Herdes auf der Haut und nach Tiefenmessung die Punktion (ohne dass die Nadel fest am Schallkopf verbunden ist) unter sonographischer Kontrolle durchgeführt.

Zur Vorbereitung auf eine Punktion wird ein orientierender Ultraschall durchgeführt, um zu entscheiden, ob eine Punktion möglich ist. Der Gerinnungsstatus wird überprüft, außerdem soll der Patient nüchtern sein.

Kurz vor der Punktion wird die Haut desinfiziert und steril abgedeckt. Dann wird das betroffene Gebiet mit dem Schallkopf untersucht und die Punktionsstelle ausgesucht. Hierbei wird steriles Mineralöl oder steriles Ultraschallgel als Kontaktmittel verwendet.

Nach Betäubung der Haut und des Subkutangewebes wird eine Führungsnadel durch den zentralen Punktionskanal des Schallkopfes geführt. Liegt diese Führungsnadel richtig, schiebt man die Punktionsnadel durch die Führungsnadel in das zu untersuchende Gewebe vor. Durch Bewegung des Gewebes, in welchem die Nadel steckt, kann die richtige Lage der Nadel überprüft werden (vgl. Abbildung 2).

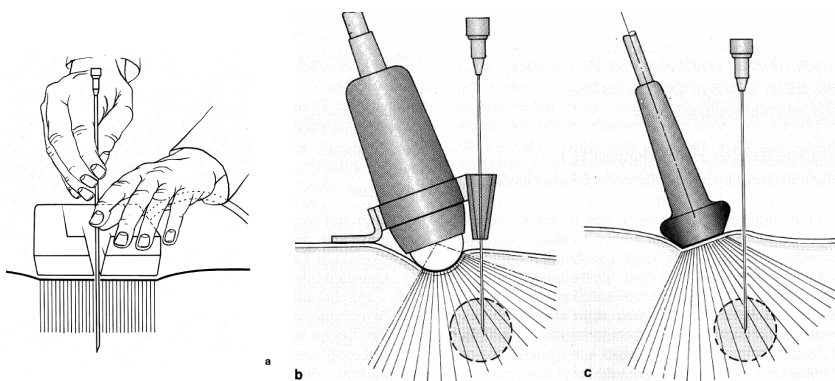


Abbildung 2: Schema des zentral perforierten Ultraschallkopfes mit eingeführter Feinnadel.

(a); Punktion mit dem Sektorscanner, die Nadel wird seitlich vom Patienten geführt (b); „Freie“ Punktion, die Nadel ist mit dem Schallkopf nicht fest verbunden (c). (Quelle: Modifizierte Darstellung nach Günther, Thelen; Interventionelle Radiologie, Georg Thieme Verlag 1996, S. 653.)

2.4 Funktion des Skeletts

Durch Röntgenübersichtsaufnahme, CT, Szintigraphie und Magnetresonanztomographie lassen sich Knochenläsionen problemlos erkennen. Zur genauen Diagnosestellung und Einleitung einer optimalen Therapie lässt sich eine histologische Sicherung oft nicht umgehen. Gilt es entzündliche von malignen Veränderungen abzugrenzen oder eventuelle Keime für eine suffiziente Therapie zu bestimmen, kann eine risikoarme Gewinnung von Gewebe aus fast allen Bereichen des Skelettsystems erfolgen. Somit kann die Indikation zur perkutanen Knochenbiopsie prinzipiell bei allen unklaren osteolytischen oder osteoplastischen Läsionen früh gestellt werden kann. Die CT- gesteuerte Knochenpunktion stellt eine komplikationsarme Alternative zur offenen Biopsie dar (29).

Geeignete Steuerungsverfahren für Punktionen des Skelettsystems sind die Röntgendurchleuchtung und die CT. Die Röntgendurchleuchtung bietet den Vorteil einer direkten Sichtkontrolle der Biopsie , während die CT eine bessere Punktionsplanung, Steuerung und Dokumentation der Biopsie bietet. Bei kleinen Läsionen oder in schwer zugänglichen Regionen bietet eine CT-gesteuerte Punktion eine bessere Übersicht über die tangierten Weichteilstrukturen, so dass weniger Komplikationen entstehen.

Die Indikationen zur perkutanen Knochenbiopsie sind in Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Indikation zur perkutanen Knochenpunktion

Indikation	Beispiel
Unklare osteolytische oder osteoplastische Knochenläsionen	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der Dignität • Differenzierung von Primär- oder Sekundärtumor • Metastasennachweis bei bekanntem Primärtumor, Diagnose/ Ausschluss eines Zweittumors (primär oder sekundär) • Vor eingreifender Therapie (Strahlen-/ Chemotherapie)
Auffälliger Befund im Knochenszintigramm oder MR auch ohne eindeutiges Korrelat im Röntgen-/ CT-Bild	<ul style="list-style-type: none"> • Therapiekontrolle nach Chemo-/ Strahlentherapie • Tumornachsorge
Keimbestimmung bei Entzündung	<ul style="list-style-type: none"> • Wahl eines Antibiotikums

(Quelle: Eigene, erweiterte Darstellung nach Hamm B., Lehmann R., Romaniuk P., Götz H.-J.: Interventionelle Radiologie; Symposium Berlin 1995, S. 44.)

Durch die räumliche Enge zu hirnversorgenden Gefäßen, Nerven und Myelon sind suspekte Herde im Bereich der Halswirbelsäule besonders vorsichtig zu punktieren. Ist der Wirbelbogen zu punktieren, geschieht dies über einen dorsalen Zugang durch die nuchale Muskulatur. Zielt die Punktion auf den Wirbelkörper der HWS sollte wegen der Gefahr der Verletzung der A. vertebralis ein parapharyngealer Zugang gewählt werden.

Die Wirbelkörper im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule können in Seitenlage von dorsolateral punktiert werden, wobei auf die Interkostalararterien, V. azygos bzw. hemiazygos, Grenzstrang, Nervenwurzeln, Spinalkanal, Myelon und Pleurahöhle zu achten ist. Zudem wird ein Wirbelkörper immer über die Seite mit dem befallenen Pedikel punktiert, um eine weitere operative Versorgung mit Belassung der jeweiligen nicht befallenen Seite nicht zu gefährden.

Über einen direkten Zugangsweg sind Läsionen des knöchernen Beckens und der Extremitäten zugänglich, wobei die spongiösen Anteile der Röhrenknochen leicht und die Schäfte aufgrund ihrer dicken und harten Kortikalis teilweise nicht zu punktieren sind. Herde, die sich in flachen Knochen befinden, werden tangential punktiert, damit umgebende Strukturen geschont werden. Auch hier ist die Tumorzellverschleppung bei der Wahl des Zugangsweges zu berücksichtigen und sollte in Absprache mit dem operativ tätigen Kollegen erfolgen.

2.5 Punktionen der Leber

Feinnadelaspirationsbiopsien der Leber werden zur Beurteilung der Art und Dignität fokaler parenchymersetzender Prozesse, bei kleinen Läsionen unter 2 cm und bei kompliziertem, risikoreichem Punktionsweg eingesetzt.

Eine Stanz-/ Schneidebiopsie der Leber wird zur Differenzierung diffuser Leberparenchymerkrankungen (z.B. Hepatitis, Zirrhose) und Diagnosestellung fokaler, zytologisch nicht ausreichend beurteilbarer Prozesse (z. B. Adenom, fokale noduläre Hyperplasie, Metastase versus hepatozelluläres Karzinom) durchgeführt.

Die Punktion der Leber wird entweder sonographisch oder computertomographisch geleitet durchgeführt. Die Wahl der Punktionsmethode ist abhängig von einer

Übersichtssonographie oder diagnostischen CT. Sonographisch geleitete Punktionen sind rasch und leicht durchführbar, bei sonographisch schlecht einsehbaren Läsionen sollte wegen der übersichtlicheren Punktionsplanung die CT- gesteuerte Punktion vorgezogen werden.

Circa acht Stunden vor der Punktion sollte der Patient keine feste Nahrung zu sich nehmen, 4 Stunden zuvor auch keine Flüssigkeit mehr per os. Die Vorgehensweise bei Leberpunktionen sieht so aus:

- Abstand zwischen Hautoberfläche und Läsion ausmessen und Nadellänge bestimmen (mittels präinterventioneller Bildgebung)
- Lokalanästhetikum spritzen
- Biopsienadel unter Bildgebungskontrolle (US: Echtzeit, CT: Einzelschichtkontrolle) in Läsion platzieren und Lage in der Läsion mittels Bildgebung dokumentieren
- Sog auf die Nadel ausüben und Nadel drehen oder Tru-Cut System auslösen
- Probe entnehmen und fixieren

Nach erfolgter Punktion besteht für den Patienten sechs Stunden Bettruhe, Blutdruck und Puls werden kontrolliert und der Patient wird nach Bauchschmerzen (Blutung?) befragt. Sonographisch muss am Folgetag eine Blutungskomplikation ausgeschlossen werden.

Der geeignetste Zugangsweg zur Leberpunktion ist der Kürzeste. Bei Läsionen unterhalb des Zwerchfells lässt sich ein transpleuraler Zugang in transversale Richtung präziser einhalten als ein schräger Zugang, der die Pleura meidet.

Ist durch maximale Inspiration kein extrapulmonaler Zugang zu erreichen, ist eine Punktion in maximaler Expiration oder Rechtsseitenlage sinnvoller, da unter diesen Bedingungen kein Lungengewebe im Pleurasinus ist.

2.6 Transthorakale Biopsie der Lunge und des Mediastinums

Neben der transbronchialen stellt die transthorakale Lungenbiopsie ein wichtiges Verfahren zur Abklärung pulmonaler und mediastinaler Läsionen dar. Die Indikation zur Punktion wird bei Rundherden, chronischen Infiltraten, expansiven mediastinalen oder hilären Prozessen sowie von Pleura oder Thoraxwand ausgehenden Prozessen gestellt.

Durchführbar sind transthorakale Lungenbiopsien

- Durchleuchtungsgezielt
- CT-gesteuert
- (US-gesteuert)

Werden Prozesse unter Durchleuchtung punktiert, so muss der zu punktierende Prozess in zwei Ebenen ersichtlich sein. Ein intrapulmonaler Rundherd sollte ein Mindestdurchmesser von 1 cm aufweisen.

Die Planung erfolgt mittels aktueller Röntgenaufnahmen. Je nach Lage des Punktionsherdes (ventral oder dorsal) erfolgt die Lagerung des Patienten so, dass der kürzeste Punktionsweg gewählt werden kann. Nach Lagerung des Patienten wird die kutane Punktionsstelle markiert und es erfolgt eine ausreichende Lokalanästhesie von Kutis bis zur Pleura parietalis. Unter sterilen Bedingungen erfolgt die Punktion:

Nach Stichinzision wird die Nadel in die Thoraxwand vorgestoßen. Unter Durchleuchtung wird überprüft, ob die Nadelspitze auch gegen den Punktionsherd hin ausgerichtet ist und bei korrekter Ausrichtung wird die Nadel in Atemruhigstellung senkrecht gegen den Punktionsherd vorgeführt. Die Bestätigung, dass die Nadel das Ziel erreicht hat, erhält man durch die sichtbare Verlagerung des Punktionszieles beim Eindringen der Nadelspitze, oft auch durch einen verstärkten Punktionswiderstand. Bei korrekter Nadellage erfolgt zunächst eine Probeaspiration, welche die solide Natur des Punktionsherdes bestätigt. Die Materialgewinnung geschieht dann durch stichelndes Vor- und Zurückziehen der Nadelspitze unter gleichzeitiger Aspiration.

Die Computertomographie stellt in der bildgebenden Diagnostik der Lunge sowie der Führung der Nadel bei perkutanen Biopsien das Untersuchungsverfahren der Wahl dar. Kleinste pleurale und intrapulmonale Herde werden durch die Computertomographie exakt dargestellt und lokalisiert. Als Punktionsverfahren wird die CT bei Läsionen der Pleura oder der Thoraxwand eingesetzt, wo die Punktion unter Vermeidung angrenzender belüfteter Lungenabschnitte die Biopsie mit großkalibrigen Nadeln erfolgen kann. Weiterhin werden Läsionen, die mittels Durchleuchtung nicht sicher oder nur in einer Ebene lokalisierbar sind, mittels CT punktiert. Die CT erlaubt Feinnadelpunktionen bei Rundherden unter 1 cm. Bei großen Läsionen, die unter Durchleuchtung lediglich

nekrotisches Material ergaben, ermöglicht die CT die Differenzierung von Nekrosebezirken und es kann so für die Biopsieentnahme ein geeignetes solides Tumorareal ausgewählt werden. Die i.v. Bolus- Kontrastmittelinjektion ermöglicht die exakte anatomische Darstellung des zu punktierenden Herdes und angrenzender vaskulärer Strukturen, so dass Gefäßanomalien oder Aneurysmen ausgeschlossen werden können.

Die US- gesteuerte Punktion ist nur bei sonographisch einsehbaren pleuralen und der Pleura angrenzenden peripheren Prozessen sinnvoll. Bei pleuranahen Läsionen, die sonographisch eine exakte Adhärenzstelle Pleura/Tumor zeigen, kann problemlos unter US- Sicht punktiert werden. Günstig ist die US-gesteuerte Punktion pulmonaler Prozesse, wenn der zu punktierende Herd aufgrund eines begleitenden Pleuraergusses nicht ersichtlich ist.

Bei jeder Form der Lungenpunktion ist es wichtig, den Patienten vor, während und nach der Punktion zu beobachten. Präinterventionell sollte eine Thoraxdrainage bereitgestellt werden sowie eine Person in der Nähe sein, die diese legen kann. Puls und Sauerstoffsättigung sollten ständig überwacht werden. Postinterventionell muss ein Pneumothorax ausgeschlossen werden (ca. 1 h postinterventionell).

2.6.1 Punktion der Thoraxwand und der Pleura

Größere Läsionen können senkrecht punktiert werden, wobei eine Punktionsstelle oberhalb des Rippenoberrandes gewählt werden sollte, um eine Verletzung der Interkostalgefäße und -nerven zu vermeiden. Subpleural oder pleurale Raumforderungen können aufgrund des einfachen Zugangsweges mit Stanzbiopsie punktiert werden, wobei kleine flächenhafte Prozesse eine tangentielle Stichrichtung erfordern.

Extrapleurale und pleurale Raumforderungen, die nicht tastbar sind und nur durch eine CT nachzuweisen sind, werden durch eine Punktion mittels CT punktiert, während für eine tastbare oberflächliche Punktion keine Indikation zur CT-gesteuerten Punktion besteht.

Die Komplikationsrate ist gering und nimmt in Bezug auf die Punktionsstelle von peripher nach zentral zu.

2.6.2 Punktionen der Lungenperipherie

Für eine Punktion in der Lungenperipherie wird zunächst eine Lokalanästhesie bis zur Pleura parietalis durchgeführt. Herde, die größer als 2cm sind und einen Kontakt zur Pleura haben, können mit großkalibrigen Nadeln (14 G) punktiert werden. Nicht pleurale und nicht am Hilus befindliche Herde sollten mit kleineren Kalibern (=18G) punktiert werden, während am Lungenhilus befindliche Läsionen per Feinnadelbiopsie punktiert werden sollten. Sind die Herde kleiner als 2cm ist eine kleinkalibrige Nadel zu wählen (22/23G).

Die Punktion erfolgt in Expiration, obwohl die Herde bei Inspiration eine stabilere Lage aufweisen. Diese Atemlage wird vom Patienten besser toleriert und kann konstanter eingehalten werden.

Als häufigste Komplikation der Punktion von Lungenherden wird der Pneumothorax beschrieben. Darüber hinaus werden Blutungen und Luftembolien beschrieben, die allerdings selten behandlungsbedürftig sind.

2.6.3 Punktion des Mediastinum und der Hili

Die Darstellung sämtlicher vaskulärer Strukturen nach Kontrastmittelinjektion ist Voraussetzung zur Biopsie im Mediastinum oder der Lungenhili. Gefäßanomalien oder anatomische Varianten müssen ausgeschlossen werden.

Es gibt verschiedene Zugangswege zu mediastinalen Läsionen (15). So besteht die Möglichkeit, die Läsion transpulmonal, direkt im Mediastinum oder durch einen künstlich erweiterten Pleuraspalt zu punktieren (hierbei sollte die die viszerale Pleura geschont werden, um das Risiko eines Pneumothorax möglichst gering zu halten). Welcher Zugangsweg gewählt wird, hängt von der anatomischen Lage der Läsion und der benachbarten Strukturen ab. So werden Läsionen im vorderen Mediastinum direkt durch das Mediastinum oder transpulmonal punktiert. Die direkte Punktion im Mediastinum gelingt dann, wenn die Läsion groß genug ist, dass ein Zugang lateral des Sternum die Läsion erreicht. Im mittleren Mediastinum werden Punktionen sowohl durch den Pleuraspalt als auch direkt durch das Mediastinum durchgeführt. Läsionen im hinteren Mediastinum können direkt durch das Mediastinum erreicht werden. In der Literatur wird auch von einem Zugang durch das Sternum berichtet (38), der für Läsionen im vorderen

Mediastinum in Frage kommt.

Wenn möglich sollte ein parapleuraler Zugang gewählt werden, da hier das Pneumothoraxrisiko gering ist. Gelingt dies nicht, sollte, falls vorhanden, ein Zugang durch einen nicht belüfteten Teil der Lunge (Atelektase) gewählt werden. Der transpulmonale Weg bleibt als letzte Möglichkeit.

Die Punktion erfolgt in Expiration, weil das Mediastinum der Thoraxwand dann breiter anliegt und so ein parapulmonaler Zugang, bzw. die Schonung der Pleura visceralis möglich ist.

2.7 Punktion von Lymphknoten

Besteht bei einem Patienten eine persistierende Lymphknotenschwellung so ist bei V.a. Lymphknotenmetastasen (bei bekanntem oder unbekanntem Primärtumor) oder ein malignes Lymphom eine Feinnadelaspiration oder Stanzbiopsie häufig möglich. Die Punktion erfolgt je nach Lage US- oder CT-gesteuert. Für eine Subtypisierung von malignen Lymphomen ist jedoch meist die Exstirpation eines Lymphknotens nötig, so dass die Lymphknotenbiopsie meist in der Differenzierung von Metastase versus Lymphom oder in der Einordnung von möglichen Primärtumoren besteht.

2.8 Punktionen der Nebennieren

Die Indikation zur Nebennierenpunktion besteht bei nichthormonaktiven, raumfordernden Läsionen. Hormonaktive raumfordernde Läsionen müssen nicht punktiert werden, da sie ohnehin reseziert werden. Eine Kontraindikation stellt das Phäochromozytom dar, da es zu erheblichen Komplikationen führen kann.

Der günstigste Zugangsweg, um die Nebennieren zu punktieren, ist von dorsal. Aber auch ein lateraler und ventraler Zugangsweg sind möglich. Die rechte Nebenniere kann auch extrapleural durch die Leber punktiert werden, während diese Möglichkeit auf der linken Seite wegen der angrenzenden Milz und der damit verbundenen erhöhten Blutungsgefahr nicht besteht. Ein transmediastinaler, extrapleuraler Zugang ist in ipsilateraler Seitlagerung des Patienten möglich. Ist es unmöglich, die Punktion ohne Umgehung der Lunge durchzuführen, sollte der transpulmonale Zugang in Atemmittellage erfolgen.

Die wohl schwerwiegendste Komplikation stellt die hypertensive Krise bei Punktion eines vorher nicht bekannten Phäochromozytoms dar. Weiterhin ist bei transpulmonalem Zugang als Komplikation der Pneumothorax beschrieben, der allerdings genau so selten ist wie Blutungen postpunktionell.

2.9 Punktionen der Niere

Die Dignität solider Nierenzellkarzinome ist mittels CT und Ultraschall problemlos zu beurteilen. Ebenso lassen sich Nierenmetastasen oder Lymphome ohne Biopsien diagnostizieren. Im Vordergrund stehen Nierenbiopsien bei diffusen Nierenerkrankungen, z. B. Glomerulonephritiden.

Für die routinemäßige Nierenbiopsie wählt man den unteren Pol. Die Biopsienadel soll senkrecht in den Nierenkortex eingeführt werden, um die Punktion des Nierenmarks zu vermeiden. Die Technik unterscheidet sich von der Aspiration aus Tumoren und Flüssigkeitsansammlungen, da die Biopsienadeln hier großlumiger sind.

Bei der Feinnadelaspiration von Nierentumoren liegt der Patient in Bauchlage. Nach Desinfektion, sterilem Abdecken und Lokalanästhesie wird der Tumor eindeutig auf dem Monitor dargestellt. Die Eindringtiefe der Nadel wird vorher bestimmt und an der Nadel markiert, da die Identifikation der Feinnadel auf dem Monitor schwierig ist. Die Nadel wird dann entsprechend eingestochen und wie gewünscht platziert. Mit einer Spritze wird aspiriert und die Nadel mehrere Male im Tumor vor- und zurückgeschoben. Dann wird die Nadel aus dem Körper gezogen und das gewonnene Material weiter verarbeitet.

Klinisch treten Komplikationen nach Nierenpunktion als Makrohämaturie auf, die durch Blutungen in den Perirenalraum, subkapsulär oder intraparenchymatös entsteht. Diese sind allerdings selten schwerwiegend.

2.10 Punktion des Pankreas

Bei Raumforderungen unklarer Ätiologie findet eine Pankreasbiopsie anstatt einer Laparotomie statt. Der Zugang zum Pankreas gelingt über das Peritoneum. Es ist darauf zu achten, dass die Punktion in Atemmittellage durchgeführt wird und keine forcierte Atemexkursion stattfindet, da sonst die Nadellage aufgrund der Atemverschieblichkeit der

Leber nicht fixiert werden kann. Als Komplikationen werden Blutungen, die nicht behandlungsbedürftig sind, Fistelbildungen und Pankreatitiden beschrieben.

2.11 Punktionen im Retroperitonealraum

Läsionen im Retroperitonealraum werden wegen der besseren anatomischen Übersicht CT-gesteuert punktiert.

Bei Verdacht auf eine primäre retroperitoneale Raumforderung oder Verdacht auf Lymphknotenbefall bei unklarer Primärlokalisation ist eine CT-gesteuerte Feinnadelaspirationsbiopsie nicht sinnvoll, da die Zytologie nur eine unzureichende Klassifikationsmöglichkeit bietet.

Suspekte Läsionen links von der Aorta und rechts von der V. cava inferior werden am besten über einen paravertebralen dorsalen Zugang punktiert. Hier können ohne Risiko großkalibrige Nadeln verwendet werden. Raumforderungen, die interaortokaval liegen können besser von ventral punktiert werden.

2.12 Punktion anderer intraabdomineller Bereiche (Mesenterium, Milz etc.)

Bei soliden nodulären Läsionen im Bereich des Mesenteriums sollte ein Zugang gewählt werden, der es ermöglicht, eine möglichst große Stanz- oder Schneidebiopsie durchzuführen, da hier histologische besonders schwierig zu diagnostizierende Prozesse zu erwarten sind. Die Punktion erfolgt je nach der Lokalisation des Befundes in Rücken- oder Seitenlage des Patienten.

3. FRAGESTELLUNG

CT- und Ultraschall- gesteuerte Punktionen werden schon lange als diagnostische und therapeutische Hilfsmittel in der Medizin eingesetzt. In einer Reihe Untersuchungen sind bereits verschiedene Aspekte der interventionellen Radiologie beleuchtet worden. In dieser Arbeit sollen anhand von Histologiegewinnungen aus einem Patientenkollektiv des IKR folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Welche Organsysteme werden punktiert?
- Welche Organsysteme werden CT- gesteuert und welche Ultraschall- gesteuert punktiert? Wie ist das Verteilungsmuster?
- Wohin wird das gewonnene Material verschickt (bakteriologische Aufarbeitung/histologische Aufarbeitung)?
- Wie hoch ist der technische Erfolg und hängt dieser vom Organsystem ab?
- Treten Komplikationen auf und sind diese abhängig vom Organsystem?
- Gibt es Erfolgsfaktoren für die endgültige pathologische Diagnose (z.B. Organsystem, Lokalisation, Nadel, Menge an Material)?

Zum Kollektiv zählen Patienten, bei welchen eine bisher unklare Raumforderung besteht oder solche, bei denen zur weiteren Therapieplanung eine genaue Dignitätsbestimmung der Läsion notwendig ist. Drainagen von Flüssigkeitsverhalten wurden nicht in das Kollektiv einbezogen.

Es wurden folgende Organsysteme eingeschlossen: Knochen, Leber, Lunge, Lymphknoten, Nebenniere, Niere, Pleura, Pankreas und Raumforderungen unklaren Ursprungs.

4. MATERIAL UND METHODIK

4.1 Patienten

Die in dieser Arbeit betrachteten Punktionen wurden in der Zeit vom 1.1.1999 bis 31.12.2002 am Institut für Klinische Radiologie des Universitätsklinikums in Münster durchgeführt. Das Biopsiematerial wurde am Gerhard-Domagk-Institut für Pathologie des Universitätsklinikums Münster ausgewertet, die mikrobiologischen Untersuchungen wurden am Institut für Mikrobiologie der Universitätsklinik in Münster durchgeführt.

Insgesamt wurden 518 Patienten 591mal punktiert, dabei wurden 50 Patienten mehrfach punktiert, entweder in einer Sitzung oder es erfolgte eine weitere Punktion zu einem späteren Zeitpunkt. Es wurden 94 Männer und 224 Frauen im Alter von 1 bis 87 Jahren (Durchschnittsalter 53,01 Jahre) untersucht. 484 der 591 Punktionen (81,9%) wurden im Gerhard-Domagk-Institut für Pathologie untersucht, 107 (18,1%) am Institut für Mikrobiologie.

Die Biopsien zur histo- bzw. zytopathologischen Auswertung wurden zu 69,2% CT-gesteuert (335) und zu 30,8 % (149) ultraschallgesteuert durchgeführt, während die Biopsien zur bakteriologischen Auswertung zu 39,3% (42) mit Hilfe von CT und zu 60,7% (65) mit Hilfe von Ultraschall erfolgten. In der weiteren Beschreibung werden nur noch die Biopsien für die histo- bzw. zytopathologische (insg. 484) Auswertung betrachtet.

4.2 Indikation- Kontraindikation

Punktionsindikationen für alle in dieser Arbeit aufgeführten Läsionen sind:

- Ausschluss bzw. Nachweis eines Tumors, Metastasen oder Tumorrezidiven
- Typendifferenzierung und Artdiagnose der Läsionen, v.a. im Hinblick auf die daraus resultierende Therapie

Kontraindikationen für eine Punktion bestanden :

- bei fehlender klinischer Relevanz oder therapeutischer Konsequenz des Biopsieergebnisses
- bei zu hohem Zugangsrisiko und daraus folgenden Komplikationen

- bei Patienten mit Blutgerinnungsstörungen und/oder Einnahme von Antikoagulantien (der Quick – Wert sollte > 50% und/oder die Thrombozytenzahl > 70000/ ml)

4.3 Durchführung und Dokumentation

Alle dieser Arbeit zugrunde liegenden Punktionen wurden am Institut für klinische Radiologie (IKR) des Universitätsklinikums Münster (UKM) durchgeführt. Die Punktionen wurden ausschließlich von Ärzten des IKR vorgenommen und dokumentiert, unterstützt wurden diese von den an dem jeweiligen Arbeitsplatz tätigen Medizinisch Technischen Assistenten (MTA/MTRA).

Die Dokumentation erfolgte im RIS von der Firma Philips (Rados). Aus den radiologischen Befunden des RIS wurden die Informationen über die Punktion entnommen und ausgewertet.

Die Nachbearbeitung der gewonnenen Biopsien erfolgte durch das Gerhard-Domagk-Institut für Pathologie des UKM. Die Dokumentation wurde von Mitarbeitern des Institutes durchgeführt.

Aus den schriftlich vorliegenden Befunden wurde dann eine Access- Datenbank erstellt. Zum Erstellen dieser Datenbank wurden folgende Informationen aufgegriffen:

- Name, Vorname und Geburtsdatum des Patienten
- RIS Nummer des Patienten und Untersuchungsdatum
- Untersuchungsart (CT oder US-gesteuerte Punktion), bei CT's die jeweilige Archivnummer
- Verwendete Materialien (Nadeltyp, Lokalanästhetikum, Sets)
- Punktiertes Organsystem und die genaue Lokalisation der Punktion
- Name des Radiologen und seines Assistenten
- Technischer Erfolg und mögliche Wiederholung
- Menge, Art und Empfänger des gewonnenen Materials
- Komplikationen, die auf die Punktion zurückzuführen sind
- Kommentare des Pathologen zur Qualität des Materials
- Fragestellung bzw. Anforderungsdiagnose bei der Punktion

- Endgültige Diagnose seitens der Pathologie und deren Qualität (sichere oder fragliche Diagnose)

Die gewonnenen Daten wurden in einer Access-Datenverwaltungsbank (Microsoft Office, Access, Version 2000) gesammelt und über eine Excel-Tabelle (Microsoft Office, Excel, Version 2000) ausgewertet. Die Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biomathematik der Universität Münster, Frau Nani Osada. Hier wurde als unterstützende Software das Programm SPSS verwendet.

4.4 Auswertung und statistische Methoden

Für die Auswertung wurde die Excel-Tabelle in eine SPSS- Datei transformiert. Mit der Datei wurden dann Kreuztabellen mit den verschiedenen Variablen zu den Fragestellungen erstellt. So konnte die Verteilung zweier Variablen (z.B. Nadelgröße und Qualität der Diagnose) dargestellt werden.

Außerdem bietet eine Kreuztabelle die Möglichkeit, statistische Tests anzubieten, mit denen untersucht werden kann, ob möglicherweise ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen besteht:

Der Chi-Quadrat Test untersucht z. B., ob aus den Stichprobenbeobachtungen geschlossen werden kann, ob zwischen zwei Variablen in der Grundgesamtheit ein Zusammenhang besteht, oder ob die Variablen unabhängig voneinander sind.

5. ERGEBNISSE

5.1 Allgemeine Ergebnisse

5.1.1 Aufarbeitung

Es wurden insgesamt 591 Punktionen betrachtet. Das gewonnene Material wurde zur Auswertung an verschiedene Stellen gesendet. Die Biopsien wurden entweder zur mikrobiologischen Aufarbeitung an das Institut für Mikrobiologie oder zur histologischen Aufarbeitung an das Institut für Pathologie geschickt. 484 der 591 Biopsien wurden durch die Pathologie aufgearbeitet (81,9 %), während 107 Punktionen an die Mikrobiologie zur Aufarbeitung geschickt wurden (18,1%)

Tabelle 2: Befundung des gewonnenen Materials

Befunder	Häufigkeit (absolut)	Relative Häufigkeit
Pathologie	484	81,9%
Mikrobiologie	107	18,1%
Gesamt	591	100%

Im Folgenden werden nur noch die Punktionen betrachtet, welche zur Aufarbeitung an die Pathologie geschickt wurden.

335 Punktionen wurden CT- gesteuert, 149 Punktionen Ultraschall- gesteuert durchgeführt.

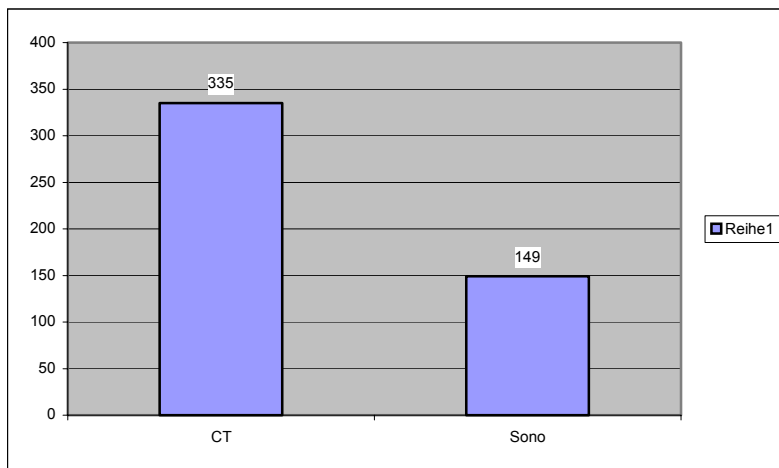


Abbildung 3: Anzahl der CT- und US- gesteuerten Punktionen

Die CT- gesteuerten Biopsien wurden zu 39,5 % (n=128) aus Knochen, 19,1% aus Lunge (n=62) , 15,4% aus Leber (n=50),13,2% aus Lymphknoten (n= 43), 1,5% bei Tumoren unklaren Ursprungs (n=5), 4,6% aus den Nebennieren (n= 15), 3,4% aus Nieren (n= 11) und 1,9% aus der Pleura (n=8) entnommen. Weiterhin wurden Pankreas zweimal CT- gesteuert punktiert.

Die US- gesteuerten Biopsien sind zu 49,3% aus der Leber (n= 71) , 16,7% aus unklaren Tumoren (n= 24), 15,3% aus Lymphknoten (n=22), 5,9 % aus Lunge (n= 5,6), 4,9 % von Knochen (n= 7), 4,2% aus Pankreas (n= 6) und 2,8 % aus Pleura (n=4) entnommen. Nieren wurden zweimal, die Nebennieren keinmal mit Hilfe von Ultraschall biopsiert.

Tabelle 3: Anzahl der CT- oder US- gesteuerten Punktion

Lokalisation	Gesamt	CT	Sono
Knochen	135	128	7
Leber	121	50	71
Lunge	70	62	8
Lymphknoten	65	43	22
RF unklaren Ursprungs	29	5	24
Nebenniere	15	15	0
Niere	13	11	2
Pleura	12	8	4
Pankreas	8	2	6
Gesamt	468	324	144

RF= Raumforderung

5.1.2 Erfolg der Punktion

Eine weitere Fragestellung dieser Arbeit ist der Erfolg der Punktionen:

Als „technisch erfolgreich“ wurde eine Punktion gewertet, wenn Biopsiematerial durch einen Radiologen gewonnen wurde. Von insgesamt 468 durchgeführten Punktionen sind 98,1 % als technisch erfolgreich punktiert bezeichnet worden.

Eine Aufteilung der Punktionserfolge in Punktion mit Hilfe von Sono/ CT liefert Tabelle 4.

Tabelle 4: Erfolg der Punktion

Lokalisation	CT-Punktion Anzahl n	Technischer Erfolg in %	Ausreichendes Material in %	US-Punktion Anzahl n	Technischer Erfolg in %	Ausreichendes Material in %
Knochen	128	97,7	85,8	7	100	100
Lunge	62	100	91,9	8	100	100
Lymphknoten	43	100	97,7	22	100	90,9
Leber	50	98	92,2	71	100	97,1
Nebenniere	15	100	93,3	0	0	
Niere	11	100	100	2	100	100
Pankreas	2	100	50	6	100	100
Pleura	8	100	100	4	75	100
Unklare RF	5	100	80	24	95,8	87,5
Gesamt	324	97,8%	89,5%	144	97,9	93,1%

Für den Erfolg einer Punktion wurde außerdem beurteilt, ob das Material, welches gewonnen wurde, für eine Diagnosestellung ausreichend war. Hier wurde das Material, welches zum Institut für Pathologie geschickt wurde, betrachtet. Der Pathologe bewertete das Material als ausreichend, welches zu einer endgültigen Diagnose seitens der Pathologie führte und wenn im Befund keine Mängel am Material beschrieben wurden. Von den insgesamt 591 durchgeführten Punktionen sind 484 zur Pathologie geschickt worden, wobei 468 an das hiesige Institut für Pathologie geschickt worden sind. Über die übrigen Sechzehn wurden keine weiteren Angaben gemacht, so dass eine weitere Betrachtung nicht möglich war. In der hiesigen Pathologie war kein Befund der durchgeführten Punktion eingegangen und in der Dokumentation der Radiologie über die Punktion waren keine Angaben über den Adressaten der Biopsie angeben.

Von den 468 Punktionen wurden 324 mit Hilfe von Computertomographie durchgeführt. Insgesamt wurde bei diesen zu 89,5 % ausreichendes Material gewonnen, so dass eine definitive Diagnose im Befund der Pathologie gestellt werden konnte.

Von den 144 mit Ultraschall durchgeführten Punktionen lieferten 134 ausreichendes Material (93,1%), während 10 Punktionen zu keiner Diagnose führten.

Des Weiteren wurde die Qualität der pathologischen Diagnose beurteilt. Wenn der pathologische Befund eindeutig war, wurde die Diagnose als „sicher“ bezeichnet. Konnte die Diagnose nicht eindeutig gestellt werden und der Pathologe war nicht sicher, wurde der Befund als „fraglich“ eingestuft. Wurde auf Grund von fehlendem oder nicht ausreichendem Material kein Befund erhoben, so ergab sich „keine“ Diagnose.

Tabelle 5: Qualität der Diagnose

	Sicher	Fraglich	Keine
CT	267 (82,4%)	44 (13,6%)	13 (4 %)
US	121 (84%)	16 (11,1%)	7 (4,9%)
Gesamt	388 (82,9%)	60 (12,8%)	20 (4,3%)

Tabelle 6: CT- gesteuerte Punktionen und pathologische Diagnose

	Anzahl n	Sicher	Fraglich	keine
Knochen	128	77,3%	16,4%	6,3%
Lunge	62	87,1%	11,3%	1,6%
Leber	50	88%	10,0%	2,0%
Lymphknoten	43	88,4%	9,3%	2,3%
Unklare Tumore	5	60%	20%	20%
Nebenniere	15	73,3%	26,7%	
Niere	11	90,9%		9,1%
Pleura	8	100%		
Pankreas	2		100%	
Gesamt	324	82,4%	13,6%	4%

Tabelle 7: US- gesteuerte Punktion und pathologische Diagnose

	Anzahl n	Sicher	fraglich	keine
Knochen	7	85,7%	14,3%	
Lunge	8	75,0%	25,0%	
Leber	71	85,9%	9,9%	4,2%
Lymphknoten	22	72,7%	13,6%	13,6%
Unklare Tumore	24	87,5%	8,3%	4,2%
Nebenniere				
Niere	2	100%		
Pleura	4	100%		
Pankreas	6	83,3%	16,7%	
Gesamt	144	84,2%	11,1%	4,7%

Bei den 468 Punktionen, welche zur pathologischen Aufarbeitung gesandt wurden, traten in 46 Fällen Komplikationen auf (9,8%), während bei 422 Punktionen keine Komplikationen beschrieben wurden. Im radiologischen Befund wurden außer in zwei Fällen (0,4%) Angaben darüber gemacht, ob und welche Komplikationen aufgetreten sind. Als Komplikation wurden starke Schmerzen des Patienten, unkooperative Patienten, während und nach der Punktion aufgetretene Blutungen, Pleuraergüsse und Pneumothorax angegeben. Bei CT- gesteuerten Punktionen betrug die Komplikationsrate 12,3%, während Ultraschall- gesteuerte Punktionen in 2,1% zu Komplikationen führten. Bei US- gesteuerten Punktionen kam es zu einem Pneumothorax, ein Patient brach von sich aus die Punktion ab und bei einem Patienten kam es zu einer vegetativen Dysregulation. Bei CT- gesteuerten Punktionen wurden als Hauptkomplikation Pneumothorax (n= 19), Blutungen (n= 15) und starke Schmerzen bzw. fehlender Kooperation von Seiten des Patienten (je n=3) beobachtet. Aufgetreten sind die Komplikationen vor allem bei Punktionen der Lunge.

Tabelle 8: häufig aufgetretene Komplikationen CT/Sono

Rangfolge nach abnehmender Häufigkeit	CT	Sono
1	Pneumothorax	Pneumothorax
2	Blutung	Unkooperativer Patient
3	Starke Schmerzen	Vegetative Dysregulation

Tabelle 9: Komplikationsrate CT- gesteuerte Punktionen

Organ (Anzahl der Punktion n)	Komplikationsrate in %
Lunge (62)	32,3
Leber (50)	10
Knochen (128)	3,9
Lymphknoten(43)	9,3

Tabelle 10: Komplikationsrate US- gesteuerte Punktion

Organ (Anzahl der Punktion n)	Komplikationsrate in %
Lunge (7)	0
Leber (71)	4,2
Knochen (7)	0
Lymphknoten (22)	0

Tabelle 11: Komplikationsarten der CT- gesteuerten Lungenpunktionen

Komplikationsart	Komplikationsrate
Pneumothorax	23,8%
Blutung	7,9%

Insgesamt wurden 24 Punktionen bei fehlender pathologischer Diagnose wiederholt durchgeführt. Zwölf Punktionen lieferten primär ungenügendes Material. Bei den anderen zwölf Punktionen wurde die Punktion wiederholt, da die Auswertung des gewonnenen Materials keine Pathologie ergab, aber die Klinik des Patienten und die Bildgebung weiter für einen pathologischen Befund sprach.

Tabelle 11: Qualität der ersten/ zweiten Punktion:

	sicher	fraglich	Keine	a.M.
1. Punktion	0%	70,8%	29,2%	45,8%
2. Punktion	62,5%	33,3%	4,1%	70,8%

a.M. = ausreichendes Material

In den Fällen, bei denen die erste Punktion kein ausreichendes Material zur Aufarbeitung in der Pathologie lieferte, konnte durch die wiederholte Punktion zu 50% ausreichendes Material gewonnen werden. Diese führten nach zweiter Punktion in fünf von sechs Fällen zu einer sicheren pathologischen Diagnose. Ein Fall ergab vom pathologischen Befund eine Verdachtsdiagnose. Die zwölf Wiederholungspunktionen bei primär ausreichendem Material erbrachten in elf Fällen ausreichendes Material und führten alle zu einer sicheren pathologischen Diagnose. In dem Fall, der ungenügendes Material in der Wiederholungspunktion lieferte, konnte keine Diagnose gestellt werden.

Ob die Wahl des unterstützenden bildgebenden Verfahrens für den Erfolg einer Punktion entscheidend ist, wurde ebenfalls statistisch untersucht. Die Computertomographie wurde dem Ultraschall gegenübergestellt. Erfolg einer Punktion ist bei den dieser Arbeit zugrunde liegenden Punktionen unabhängig vom bildgebenden Verfahren. Im Chi-Quadrat Test nach Pearson ergab sich ein nicht signifikanter Wert (asymptotische Signifikanz = 0,884).

5.2 Biopsien verschiedener Organe

Im Folgenden sollen die Punktions- Ergebnisse aufgeschlüsselt nach den Organsystemen dargestellt werden.

5.2.1 Knochenbiopsien

Das Skelett wurde 135mal punktiert. Davon 128mal CT-gesteuert und siebenmal Ultraschall- gesteuert. Der technische Erfolg lag bei 97,7% (CT), bzw. 100 % (US).

Ausreichendes Material konnte in 85,9% der Fälle durch CT und beim Ultraschall in 100 % der Fälle gewonnen werden. Eine sichere pathologische Diagnose wurde in 77,3% (CT) bzw. 85,7%(US) gestellt, fraglich war die Diagnose in 16,4% (CT) und 14,3% (US). In acht Fällen konnte bei CT-gesteuerten Knochenpunktionen keine Diagnose gestellt werden (6,3%).

Bei fünf CT-gesteuerten Knochenpunktionen traten Komplikationen auf (3,9%). Es wurden einmal eine Blutung, zweimal mangelnde Kooperation von Patienten und zweimal starke Schmerzangaben vom Patienten dokumentiert. Bei Ultraschall- gesteuerten Punktionen traten keine Komplikationen auf.

5.2.2 Leberbiopsien

Von 121 durchgeführten Leberpunktionen waren 50 (41,3%) CT-gesteuert, 71 (58,8%) Ultraschall- gesteuert. In 99,2% waren die Punktionen technisch erfolgreich (n= 120), die eine als nicht erfolgreich gewertete Punktion wurde mit Hilfe von CT durchgeführt. Die gewonnenen Biopsien lieferten 114 mal ausreichendes Material (94,2%), während bei sieben Punktionen das Material für eine endgültige Diagnose nicht ausreichend war. Drei der sieben Biopsien ohne ausreichendes Material wurden US-gesteuert gewonnen(4,5% der mit US-gesteuerten Leberpunktionen), die anderen vier mit Hilfe von CT(8 % der CT-gesteuerten Punktionen).

Bei 44 der 50 CT-gesteuerten Punktionen konnte eine sichere pathologische Diagnose gestellt werden (88,0%), in fünf Fällen war die Diagnose fraglich (10%) und in einem Fall konnte keine Diagnose gestellt werden (2,0%).Die US-gesteuerten Punktionen lieferten zu 85,9% eine sichere, zu 9,9% eine fragliche und zu 4,2% keine Diagnose.

Komplikationen bei Leberpunktionen traten in 6,6 % der Fälle auf. Fünf bei CT-gesteuerten (d.h. in 10% der CT- gesteuerten Punktionen) und drei bei Ultraschallgesteuerten Punktionen(entspricht 4,2% der US-gesteuerten Leberpunktionen). Dabei wurden im Ultraschall zwei Mal Blutungen und ein Mal ein unkooperativer Patient beobachtet, im CT drei Blutungen, ein Pneumothorax und einmal ein unkooperativer Patient aufgeführt.

5.2.3 Lungebiopsien

Die 70 Lungenpunktionen wurden zu 88,6 % (62) CT-gesteuert und zu 11,4 % (8) US-gesteuert durchgeführt. Aus welchem Lungenlappen die Biopsien entnommen wurden, wird in Tabelle 12 genauer dargestellt:

Tabelle 12: Lokalisation der Lungenläsionen

Lokalisation	Gesamt	US	CT
Linker Unterlappen	19	2	17
Rechter Oberlappen	17	4	13
Rechter Unterlappen	17	0	17
Linker Oberlappen	10	0	10
Rechter Mittellappen	7	2	5
Gesamt	70	8	62

Der technische Erfolg liegt bei allen Lungenpunktionen bei 100 %. Von den 62 mit CT durchgeführten Punktionen lieferten 57 ausreichendes Material (91,9%), in sechs Fällen (9,7%) war das Material nicht ausreichend für eine pathologische Diagnosestellung. Es konnte bei 87,1% (n=54) der CT-gesteuerten Punktionen eine sichere pathologische Diagnose gestellt werden, während 11,3% (n=8) zu einer fraglichen und 1,6% (n=1) zu keiner Diagnose führten. Die acht US-gesteuerten Punktionen ergaben alle ausreichendes Material, so dass eine sichere pathologische Diagnose in sechs Fällen (75%) gestellt wurde und zweimal eine fragliche Diagnose gestellt wurde. Komplikationen traten bei CT-gesteuerten Punktionen der Lunge in 32,3% (20 Fällen) auf. Davon waren 25 % Blutungen (5) und 75% (15) Pneumothorax. Bei den US-gesteuerten Punktionen gab es keine Komplikationen.

5.2.4 Lymphknotenbiopsien

Von insgesamt 65 Lymphknotenbiopsien wurden 43 (66,2%) CT-gesteuert und 22 (33,8%) Ultraschallgesteuert durchgeführt. Dabei wurden aus Lymphknoten verschiedener Körperregionen Biopsien entnommen. Eine Übersicht liefert Tabelle 13:

Tabelle 13: Lokalisation der Lymphknotenläsionen

Lokalisation	Gesamt	US	CT
Retroperitoneale Lymphknoten	20	19	1
Paraaortale Lymphknoten	14	13	1
Abdominelle Lymphknoten	10	6	4
Zervikale Lymphknoten	10	1	9
Mediastinale Lymphknoten	5	4	1
Inguinale Lymphknoten	4	0	4
Axilläre Lymphknoten	2	0	2
Gesamt	65	43	22

Die Lymphknotenbiopsien wurden zu 100% als technisch erfolgreiche Punktionen bezeichnet. Ausreichendes Material bei den CT-gesteuerten Punktionen wurde in 97,7% d. F. gewonnen, bei den US- gesteuerten Punktionen zu 90,9%. Die pathologische Diagnose der CT-Punktionen konnte zu 88,4% sicher gestellt werden, in 9,3% wurde sie als fraglich bezeichnet und in 2,3% wurde keine endgültige Diagnose gestellt. Läsionen, die mit Hilfe von Ultraschall punktiert wurden, erbrachten in 72,7% eine sichere, in 13,6% eine fragliche und zu 13,6% keine Diagnose seitens der Pathologie. Von den 43 CT-gesteuerten Lymphknotenpunktionen waren vier kompliziert (9,3%), es traten 2mal ein Pneumothorax, 1mal eine Blutung und ein Pleuraerguss auf, 90,7% der Punktionen waren komplikationslos. Bei den 22 mit US gewonnenen Biopsien von Lymphknoten traten keine Komplikationen auf.

5.2.5 Punktionen der Nebennieren

Die Nebenniere wurde 15mal CT-gesteuert punktiert. Eine US-geführte Punktion gab es nicht. Alle Punktionen waren technisch erfolgreich und lieferten ausreichendes Material. Von den 15 gewonnenen Biopsien wurde zu 73,7% eine sichere pathologische Diagnose

gestellt, in 26,7% (bei vier Diagnosen) war die Diagnose fraglich.

Die Nebennierenpunktionen verliefen zu 80 % ohne Komplikationen, bei zwei Punktionen (13,3%) wurden Blutungen und bei einer Punktion ein Pneumothorax beobachtet.

5.2.6 Punktionen der Niere

Die Nieren wurden 13mal punktiert, davon 11mal (84,6%) CT – unterstützt und 2mal (15,4%) US-gesteuert. Die Punktionen verliefen alle technisch erfolgreich und lieferten ausreichendes Material für Aufarbeitung in der Pathologie. Eine sichere Diagnose wurde von den Pathologen zu 100% bei den US-gesteuerten Punktionen gestellt, zu 90,9% (10 von 11) bei den CT-gesteuerten Punktionen. Als Komplikationen traten 3mal Blutungen (davon zwei bei CT und eine bei US) auf.

5.2.7 Pankreasbiopsien

Aus dem Pankreas wurden 8 Biopsien entnommen, zwei (25%) mit Hilfe von CT und sechs (75 %) mit Hilfe von US. Alle Punktionen wurden als technisch erfolgreich bewertet. Von der Pathologie wurden alle acht Biopsien aufgearbeitet , wobei alle US-gesteuerten Punktionen ausreichendes Material lieferten, während die zwei der CT- gesteuerten Punktionen zur Hälfte ausreichendes Material erbrachten. Die Pathologie stellte bei den US-Punktionen in fünf von sechs Fällen (83,3%) eine sichere Diagnose, in einem Fall war die Diagnose fraglich. Für die CT-Punktionen ergaben sich stets fragliche Diagnosen. Alle Punktionen verliefen ohne Komplikationen.

5.2.8 Pleurabiopsien

Insgesamt wurde die Pleura 12mal punktiert, 8mal CT-gesteuert und 4mal US-gesteuert. Technischer Erfolg und ausreichendes Material wurden bei den CT-gesteuerten Punktionen zu 100% erreicht, während bei US-gesteuerten Punktionen 75 % (drei) technisch erfolgreich waren und ebenfalls alle gewonnen Biopsien ausreichendes Material für eine pathologische Aufarbeitung lieferten.

Die pathologische Diagnose konnte dann bei allen gewonnen Biopsien mit Sicherheit gestellt werden. Bei einer Punktion (US-gesteuert) wurden Komplikationen beschrieben, die sich als vegetative Dysregulation des Patienten äußerten.

5.2.9 Punktionen unklarer Tumore

Eine Übersicht über durchgeführte Punktionen unklarer Tumorprozesse liefert Tabelle 14:

Tabelle 14: Lokalisation von unklaren Tumoren zur Biopsie

	Gesamt	CT	US	Technischer Erfolg CT	Technischer Erfolg US	Ausreichendes Material CT	Ausreichendes Material US
Abdominelle Tumore	10	1	9	100%	100%	75%	100%
Inguinale Tumore	2	0	2		100%		100%
Mediastinale Tumore	3	0	3		100%		100%
Paraaortale Tumore	3	1	2	100%	100%	100%	100%
Retroperitoneale Tumore	5	2	3	100%	66,7%	50%	66,7%
Zervikale Tumore	6	1	5	100%	100%	100%	80%
Gesamt	29	5	24	100	95,8	80	87,5

Die pathologische Diagnose der Biopsien konnte bei CT-gesteuerten Punktionen in 60% (3) d.F. sicher gestellt werden, während die Diagnose bei 20% fraglich (1mal) war und bei 20 % (1mal) keine Diagnose gestellt werden konnte. Bei den US-gesteuerten Punktionen war die Diagnose bei 87,5% (21mal) der Punktionen sicher, bei 8,3 % (2mal) fraglich und bei 4,2% (1mal) konnte keine Diagnose gestellt werden. Die CT-gesteuerten Punktionen von Tumoren verliefen zu 93,1% (in 27 Fällen) komplikationslos, bei 6,9% (2mal) traten Komplikationen in Form von Blutungen und starken Schmerzangaben vom Patienten auf. US-gesteuerte Punktionen unklarer Tumore verliefen alle ohne Komplikationen.

5.3 Einfluss der Nadelgröße

5.3.1 Organübergreifende Ergebnisse

Eine weitere Fragestellung dieser Arbeit ist der Einfluss der Nadelgröße auf den Erfolg einer Punktion. Die der Arbeit zugrunde liegenden Punktionen wurden alle mit Nadeln einer Größe von 8 – 22 Gauge durchgeführt. Am häufigsten wurden Nadeln der Größe 18 Gauge ($n = 175$), 16 Gauge ($n = 149$) und 11 ($n = 62$) verwendet.

Tabelle 15 liefert einen Überblick über die verwendeten Nadelgrößen:

Tabelle 15: verwendete Nadelgrößen

Nadelgröße	8	9	11	12	13	14	16	17	18	20	22
Punktionen, Anzahl	2	3	62	1	12	14	149	1	175	9	2
Punktionen, %	0,5	0,7	14,4	0,2	2,8	3,3	34,7	0,2	40,7	2,1	0,5

Es wurde weiterhin untersucht, ob der Erfolg einer Punktion von der Nadelgröße abhängig ist. Dazu wurden die verschiedenen Nadelgrößen der Qualität der pathologischen Diagnose gegenübergestellt. Der Vergleich zwischen den gebräuchlichsten Nadeln der Größe 11, 16 und 18 Gauge zeigt folgendes: die Qualität der pathologischen Diagnose zeigt beim Vergleich der Nadelgrößen 11 und 16 keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,209$). Werden die Nadelgrößen 16 und 18 Gauge gegenübergestellt, so zeigt sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p = 0,467$). Der Vergleich der Nadelgrößen 11 und 18 hingegen zeigt einen signifikanten Unterschied in der Qualität der Diagnose ($p = 0,028$). Eine sichere pathologische Diagnose kann bei Punktionen mit der Nadelgröße 11 G zu 71% gestellt werden, während es bei der Nadelgröße 18 G zu einer sicheren Diagnose vom Pathologen bei 85,7% der Punktionen kommt. Während 8,1% der Biopsien mit Nadelgröße 11 G zu keiner Diagnose vom Pathologen führen, erbringen Biopsien mit der Nadelgröße 18 G zu 2,9 % keine Diagnose. Fragliche Diagnosen werden bei Punktionen mit Nadeln 11G zu 21% gestellt, bei Punktionen mit Nadeln 18 G zu 11,4%.

5.3.2 Organbezogene Ergebnisse

Knochenpunktionen wurden hauptsächlich mit den Nadelgrößen 11 G (n=61) , 16 G (n=23) und 18 G (n=12) durchgeführt. Ob eine Punktion erfolgreich ist, also sowohl ausreichendes Material liefert als auch eine sichere Diagnose seitens der Pathologie erbringt, hängt nicht von der Verwendung einer bestimmten Nadelgröße ab. So ergeben sich für den Vergleich der Nadelgröße 11 G/ 16 G ($P= 0,417$), der Nadelgrößen 11 G/ 18 G ($p= 0,532$) und der Nadelgrößen 16 G/18G ($p= 0,425$) keine signifikanten Unterschiede. Im Vergleich der Nadelgrößen 4-9 G (als eine Gruppe zusammengefasst) und 16-23 G (als zweite Gruppe) ergibt sich ebenfalls ein nicht signifikanter Wert ($p= 0,195$) im Chi-Quadrat Test nach Pearson. Auch der Vergleich der Gruppen 11-14 G und 16-23 G erbringt keine asymptotische Signifikanz ($p= 0,717$).

Bei Punktionen der Leber wurden vor allem Nadeln mit der Größe 16 G (n=34) bzw. 18 G (n= 50) verwendet. Hier ergab sich im Vergleich beider Größen kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Qualität der Diagnose (im Chi-Quadrat Test nach Pearson ergibt sich $p= 0,586$).

Es wurden 20 Lungenpunktionen mit einer Nadel der Größe 16 G und 35 Lungenpunktionen mit 18 G- Nadeln durchgeführt. Im Vergleich der Nadelgrößen ergibt sich ein nicht signifikanter Wert ($p= 0,208$) im Chi- Quadrat Test nach Pearson. Auch der Vergleich der anderen Nadelgrößen erbringt keine signifikanten Unterschiede.

Lymphknotenpunktionen werden fast ausschließlich mit Nadeln der Größe 16 G (n=22) und 18 G (n= 27) durchgeführt. Im Vergleich ergibt sich hier für den Chi- Quadrat Test nach Pearson kein signifikanter Wert ($p= 0,599$).

Auch bei der Betrachtung von Punktionen der Nebenniere und unklarer Tumore werden vor allem die Nadelgrößen 16 G und 18 G verwendet. Hier ergeben sich keine signifikanten Unterschiede für Nebennieren ($p=0,706$) und unklare Tumore ($p=0,635$).

.

5.3.3 Knochenpunktion versus Weichteilpunktionen

Die Nadelgrößen 11, 16 und 18 Gauge werden am häufigsten verwendet. Eine Gegenüberstellung von Knochen- und Weichteilpunktionen zeigt:

Tabelle 16: Nadelgrößen bei Knochenpunktionen

	Nadelgröße 11G	Nadelgröße 16G	Nadelgröße 18G
Gesamt (n)	62	149	175
Knochen (n)	61	23	12
Weichteil (n)	1	126	163

Der Erfolg der Knochen- oder Weichteilpunktionen ergab für die verschiedenen Nadelgrößen keinen signifikanten Unterschied im direkten Vergleich von Knochen- und Weichteilpunktionen. Weiterhin ergab sich keine Signifikanz in Bezug auf die Nadelgröße. So ergab sich im Chi-Quadrat-Test im Vergleich von Knochen-/ Weichteilpunktion sowie der Einfluß der Nadelgrößen folgende Signifikanzen:

Tabelle 17: Asymptotische Signifikanz bei Knochenpunktionen

	Nadelgröße 11 G	Nadelgröße 16 G	Nadelgröße 18 G
Asymptotische Signifikanz	0,812	0,072	0,400

5.4 Biopsiemenge

Ob der Erfolg einer Punktion von der Anzahl/ der Menge der gewonnenen Biopsien abhängig ist, wurde ebenfalls untersucht.

In der folgenden Graphik wird dargestellt, mit welcher Häufigkeit eine bestimmte Menge an Biopsien gewonnen wurde. Die Menge der Biopsien schwankt zwischen einer und sechs gewonnenen Biopsien:

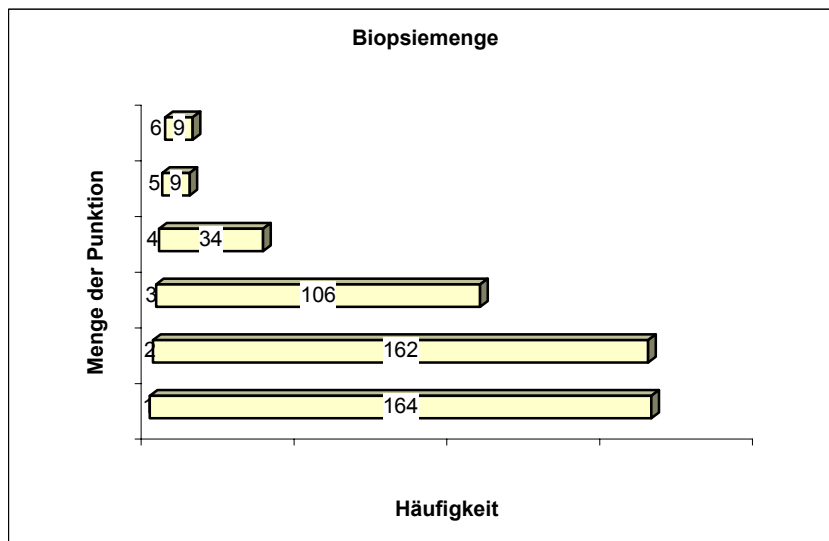


Abbildung 4: Anzahl der gewonnen Biopsien

So wurde am häufigsten entweder eine Biopsie ($n= 164$), zwei Biopsien ($n= 162$) oder drei Biopsien ($n= 106$) entnommen

In einer weitem Analyse wurde die Abhängigkeit der pathologischen Diagnose von der Anzahl der Biopsien untersucht. In 164 Fällen wurde eine Biopsie entnommen, so dass eine Diagnose von den Pathologen zu 81,1% sicher, zu 10,6% fraglich gestellt wurde. Bei 8,3% konnte keine Diagnose gestellt werden. Wenn der Radiologe zwei Biopsien gewinnen konnte ($n=162$), wurde eine sichere pathologische Diagnose zu 83,7 %, eine fragliche in 12,9% und keine Diagnose in 3,4% der Fälle gestellt. Bei drei gewonnenen Biopsien ($n=106$) war die Diagnose bei 82,8% sicher, bei 14,7% fraglich und bei 2,6% konnte keine Diagnose von der Pathologie gestellt werden. Bei vier gewonnenen Biopsien ($n= 34$) wurde eine sichere Diagnose vom Pathologen in 89,2% der Fälle gestellt, fraglich war die Diagnose bei 8,1% und bei 2,7% wurde keine Diagnose gestellt.

Biopsiemenge und Qualität der Diagnose

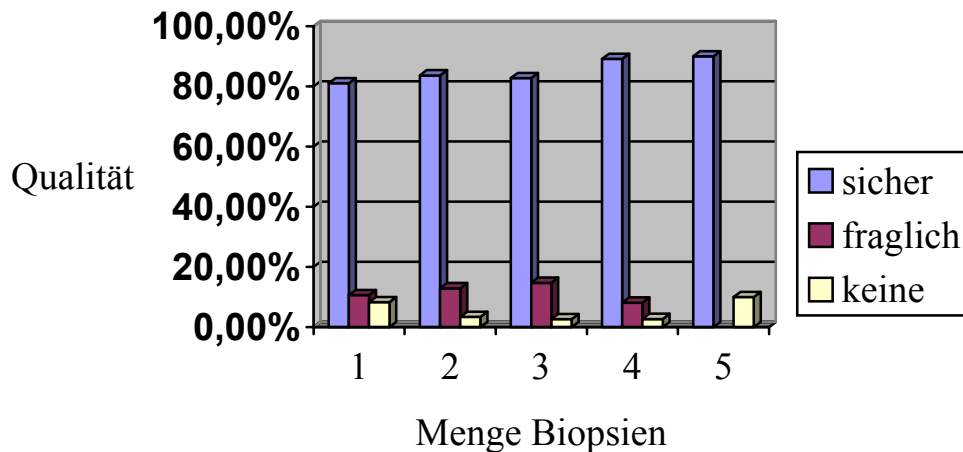


Abbildung 5: Biopsiemenge und Qualität der Diagnose

Für die Qualität der Diagnose spielt die Anzahl der entnommenen Proben der Biopsie eine wichtige Rolle. Die Gegenüberstellung von einer bzw. zwei oder mehr gewonnenen Biopsien und der Qualität der pathologischen Diagnose ergibt eine asymptotische Signifikanz von $p = 0,0349 (< 0,05)$. Berücksichtigt man die einzelnen Organsysteme, so gibt es keine Mindestmengen in Bezug auf bestimmte Organe.

Dies bedeutet, dass die Qualität der Diagnose des Pathologen dann besser ist (= sicherer), wenn ihm mehr als eine gewonnene Biopsie zur Aufarbeitung zur Verfügung gestellt werden (in diesem Fall sind nicht Wiederholungspunktionen gemeint, sondern die Anzahl der gewonnenen Biopsate pro Sitzung).

5.5 Verdachtsdiagnose – endgültige Diagnose

Ein weiterer Aspekt der Arbeit ist die Fragestellung, ob die gestellte Verdachtsdiagnose (die gleichzeitig die Indikation zur Punktion darstellt) durch die endgültige Diagnose (pathologisch gesicherte Diagnose) bestätigt werden konnte. Hier wurden 442 Punktionen betrachtet (von den 468 im pathologischen Institut ausgewerteten Biopsien konnte bei 26 keine Diagnose gestellt werden, so dass die Verdachtsdiagnose nicht bestätigt werden konnte).

Es wurden 138 Läsionen mit der Verdachtsdiagnose Metastase punktiert. Bei 114 von den 138 Punktionen (Sensitivität von 82,6%) wurde die Verdachtsdiagnose durch die pathologische Diagnose bestätigt. Für die Spezifität ergibt sich ein Wert von 79,3 % (284/358). Die Korrektheit beträgt 80,2% (389/496).

Mit der Verdachtsdiagnose Primärtumor wurden 104 Läsionen punktiert. Bei 85 von 104 Punktionen wurde die Verdachtsdiagnose bestätigt, so dass sich eine Sensitivität von 81,7% ergibt. Die Spezifität (300/392) ist 76,5% und die Korrektheit 77,6% (386/496).

71 Punktionen wurden mit dem Verdacht auf Entzündung durchgeführt, welche sich in 26 Fällen bestätigte. Somit beträgt die Sensitivität 36, 6 %, die Spezifität 98,12% (417/425) und die Korrektheit 89,3% (443/496).

Von den 45 mit der Verdachtsdiagnose Rezidiv punktierten Läsionen bestätigte sich die Diagnose in 42 Fällen, so dass die Sensitivität 93,3% beträgt. Die Spezifität ist 94,2% (425/451) und die Korrektheit 94,2% (467/ 496).

Bei insgesamt 84 Punktionen wurden keine Verdachtsdiagnosen angegeben.

6. DISKUSSION

Seit vielen Jahren werden CT- und Ultraschall- gesteuerte Punktionen im Klinikalltag eingesetzt. Die Qualität der Punktionen lässt sich an verschiedenen Parametern messen. So werden in der Literatur Komplikationsraten, die Wahl der Punktionsnadel, die Größe der Punktionsnadel und nicht zu letzt der Einfluss des Organs als Erfolgskriterien beschrieben.

Die von den Pathologen gestellte Diagnose bzw. deren Genauigkeit hat Einfluss auf die nachfolgende Therapie, ob z. B. eine Operation oder Chemotherapie aufgrund eines diagnostizierten Tumors durchgeführt werden muss. Deshalb ist es entscheidend, dass eine möglichst sichere Diagnose gestellt wird. Als "sicher" wird eine Diagnose bei den dieser Arbeit zugrunde liegenden Biopsien bezeichnet, wenn vom Pathologen eine eindeutige Aussage zu Art und Dignität der Raumforderung getroffen werden konnte. Je nach punktiertem Organ wurde eine sichere Diagnose in 67 %-100% der Fälle gestellt. Für Leberpunktionen werden in der Literatur Werte von 90 % für Sensitivität und Spezifität angegeben (23), bei uns konnte eine sichere Diagnose bei CT-gesteuerten Punktionen der Leber in 88% und bei US-gesteuerten Punktionen in 85,9% der Fälle gestellt werden. Bei Knochenpunktionen wurden vergleichsweise niedrigere Erfolgsraten erzielt, so liegt die Sicherheit der Diagnosen bei 77,3%. Berning und Freyschmidt (3) erzielten ähnliche Resultate. Für osteoplastische und gemischtförmige Herde werden von Duda et al.(9) schlechtere Erfolgsraten (70-80%) angegeben als für osteolytische Herde (80-90%).Bei Knochenpunktionen scheint die Lokalisation ebenso eine Rolle zu spielen. So werden bei CT-gesteuerten Punktionen des Beckens bessere Ergebnisse erzielt als bei CT-gesteuerten Punktionen der Wirbelsäule (20).So beträgt die Genauigkeit bei CT- gesteuerten Punktionen des Becken 81%, während sie für bei Punktionen der Wirbelsäule bei 61 % liegt.

Lungenpunktionen liefern in 85,7% bei CT- gesteuerten Punktionen eine sicher Diagnose, bei US-gesteuerten Punktionen liegt die Sicherheit bei 75%. In der Literatur liegt die Sensitivität bildgesteuerter Lungenpunktionen bei 85% (45, 46), was unseren Daten entspricht.

Komplikationen treten bei CT- und Ultraschall gesteuerten Punktion vor allem bei Punktionen der Lunge auf. Die Komplikationsrate bei CT- gesteuerten Lungenpunktionen

liegt bei den am UKM durchgeführten Punktionen bei 31,7 %. In der Literatur werden ähnliche Zahlen angegeben: so geben Grode et al. (14) bei 307 durchgeführten Lungenpunktionen bei 24,8% der Punktionen aufgetretene Pneumothoraces und bei 1,6 % Hämoptysen an. In 27% der Fälle treten bei Westscott et al. (45) Pneumothoraces auf, bei 2,3 % Hämoptysen. Weiter wird beschrieben, dass die Komplikationsrate umso höher ist, je kleiner der zu punktierende Herd ist (38).

Bei Punktionen der Leber liegt die Komplikationsrate bei 4,1% der dieser Arbeit zugrunde liegenden Punktionen. Haage et al. beschreiben bei CT-gesteuerte Punktionen der Leber Komplikationen in 1,5 % der Fälle (18). Für Ultraschall- gesteuerte Punktionen der Leber schwanken die in der Literatur beschriebenen Komplikationsraten zwischen 1 und 5 % (43,13, 12). Als Hauptkomplikationen werden Blutungen beobachtet, was den Angaben in der Literatur entspricht (43)

Knochenpunktionen werden vor allem CT gesteuert durchgeführt. Komplikationen werden in 3-10 % der Fälle beobachtet (9, 3), was den Werten der in dieser Arbeit beschriebenen Komplikationen von 3,9 % entspricht. Die Durchführung von Knochenpunktionen gelingt mit Hilfe von unterschiedlichen Systemen (40). Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Knochenpunktionen wurden mit Nadeln der Größe 11G, 16G oder 18 G durchgeführt. Die Sicherheit der von den Pathologen gestellten Diagnose wurde durch die Wahl der unterschiedlichen Nadelgrößen nicht beeinflusst. Roberts et al. beschreiben (37) für die Nadelgröße 11 G eine bessere Qualität des Materials nach Fixation.

Ultraschallgesteuerte Punktionen werden durch verschiedene Techniken durchgeführt. So können Biopsien solider Organe freihändig oder geführt gewonnen werden. Die freihändige Punktion bringt laut Phal et al. (34) zwar den Vorteil einer Zeitersparnis mit sich, hat aber auf die Qualität des gewonnenen Materials keinen Einfluss.

Ob die Anzahl der Biopsien Einfluss auf den Erfolg einer Punktion hat, ist ein weiterer Aspekt dieser Arbeit. So ergeben sich mit steigender Zahl der Biopsien, die an einer Läsion durchgeführt werden, sicherere Diagnosen. Werden zwei oder mehr Biopsien zur histologischen Aufarbeitung gewonnen, so ergibt sich in der Analyse unsere Daten eine Signifikanz von $p= 0,0349$. In der Literatur gibt es hierzu verschiedene Angaben. In Erlangen durchgeführte CT- gesteuerte Punktionen zeigten bessere Ergebnisse im

diagnostischen Nutzen und der effektiven Genauigkeit, wenn mehr als drei Punktionen durchgeführt werden (47). Für CT- gesteuerte Lungenpunktionen wird ebenfalls beschrieben, dass mit Anzahl der gewonnenen Biopsien die Diagnosesicherheit steigt (45,22). Für Leberbiopsien beschreiben de Man et al. (8) keinen Unterschied in der Menge der erforderlichen Punktionen und der Qualität der daraus folgenden Diagnose. Die Literaturangaben sind für die jeweiligen Organe unterschiedlich, in dieser Arbeit gibt es kein Organsystem, welches von einer Mindestmenge profitiert. Es lohnt sich somit, bei jedem Organsystem mindestens zwei Biopsien zu entnehmen.

Die Qualität der Diagnose steigt in den dieser Arbeit zugrunde liegenden Punktionen mit der Menge der gewonnene Punktionen und damit der Anzahl der durchgeführten Punktionen. Die Sensitivität transthorakaler Feinnadelpunktionen steigt laut Grode et al. mit Anzahl der durchgeführten Punktionen (14). So beträgt die Sensitivität nach einer einmalig durchgeführten Punktion 67%, nach zweimaliger Punktion 79,5% und nach dreimaliger Punktion derselben Läsion 80,1%. Statistisch signifikant bessere Ergebnisse erzielten auch Wutke et al für mehr als drei entnommene Zylinder bei Ct- gesteuerten Punktionen (47).

Wiederholungspunktionen wurden 24mal durchgeführt, da die Auswertung der ersten Punktion keine Pathologie ergab. Weil Klinik des Patienten und Bildgebung aber für einen pathologischen Prozess sprach, wurde erneut punktiert. Hier lieferten die Hälfte der Punktionen einen verwertbare Diagnose. Das bedeutet, dass sich Wiederholungspunktionen lohnen und eine frustrane Erstpunktion in einer Zweitpunktion zur Diagnose führen kann. Dies bestätigen verschiedene andere Studien, welche bei negativem Erstresultat eine Diagnose in der zweiten Punktion liefern (26, 19 , 45).

Bei CT- gesteuerten Punktionen der Lunge kann durch Wiederholungspunktion das Gesamtergebnis verbessert werden (38, 22, 42), was sich in den Ergebnissen dieser Arbeit widerspiegelt.

In dieser Arbeit hat die Größe der verwendeten Nadel keinen Einfluss auf den Erfolg einer Punktion. Für Leberpunktionen werden in der Literatur keine unterschiedlichen Trefferquoten bei der Verwendung eines Nadelkalibers der Größe 14 G oder 18 G beschrieben (18).

Ein wichtiger Aspekt der Arbeit ist „Sicherheit“ der pathologischen Diagnose. Für eine

exakte Diagnose müssen (z. B. zum Staging und Grading eines Tumors) der Pathologie folgende Dinge bekannt und zur korrekten Diagnosestellung gewährleistet sein:

- klinische Daten des Patienten
- Makropräparation
- Histopathologische Untersuchungsverfahren
- Anwendung von Tumorklassifikationen

Entscheidend ist weiterhin, dass eine ausreichende Dokumentation von allen beteiligten Fachdisziplinen durchgeführt wird. So können fehlende oder fehlerhafte Angaben klinischer Daten oder der genauen Punktionslokalisation rasch zu einer falschen Tumorklassifikation führen (46). Die Dokumentation seitens der Radiologie weist für die hier untersuchten Punktionen gelegentlich Mängel auf. Zwar wird stets beschrieben, welche Struktur punktiert wurde, meist wird aber nicht dokumentiert, ob auch genau diese Struktur getroffen wurde, so dass dem Pathologen keine Information darüber besteht, ob die „richtige“ Struktur punktiert wurde. Eine standardisierte Dokumentation gibt es in Form der Bilder, eine klare Stellungnahme wäre zur weiteren Auswertung erforderlich.

Die Qualität der Diagnose wird in vielen Studien auch im Zusammenhang mit der Erfahrung des Intervenierenden gesehen. So verläuft eine Punktion komplikationsloser und liefert ein besseres Resultat, wenn sie durch einen erfahrenen Untersucher durchgeführt wird (8). In dieser Arbeit wird nicht untersucht, ob die Erfahrung des Untersuchers die Qualität der Diagnose beeinflusst, womit eine Limitation der Arbeit besteht. Alle Punktionen, welche im Institut für klinische Radiologie durchgeführt werden, werden von Fach- oder Oberärzten durchgeführt.

Limitiert wird die Studie durch die mangelnde Fallzahl für einige Organe. So kann ein Vergleich der Nadelgrößen bei Punktionen der Niere und Nebenniere nicht durchgeführt werden, da hier bei den 13 bzw. 15 Punktionen jeweils nur 9 bzw. 13 Punktionen mit Angaben der Nadelgröße dokumentiert werden. Teilweise fehlen in den Befunden Angaben über die Nadeltypisierung (z. B. ob eine Tru-Cut oder Yamshidi Nadel verwendet wurde) und Durchmesser der Nadeln, so dass eine weitere Betrachtung hier nicht möglich war.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- (1) ADAPON B, LEGADA B, LINN E, SILAO J, DAMACIN-CNI A (1981)
CT-guided closed biopsy of the spine
J.Comp.Assit.Tomogr. 5 : 73-78.
- (2) AXEL L (1984)
Simple method for performing oblique CT guided needle biopsies
Amerk. J. Roentgenolog. 143, 341-342.
- (3) BERNING W, FREYSCHMID J, OSTERTAG
Percutaneous bone biopsy, techniques and indications
Eur Radio 6: 875-881.
- (4) BLADY J (1939)
Aspiration biopsy of tumors in obscure or difficult location under
roentgenoscopic guidance
AJR 42: 515-524.
- (5) BOCKING A (1996)
Perkutane diagnostische Punktionen: Aspekte der Zytologie und Histologie. In:
Günther / Thelen (Hrsg) Interventionelle Radiologie
Thieme/ Stuttgart S. 596-405.
- (6) BRESSLER E , KIRKHAM J (1994)
Mediastinal Masses: Alternative Approaches to CT- guided Needle Biopsy.
Radiology 191:391-396.
- (7) COLEY B , SHARP G , ELLIS E (1931)
Diagnosis of bone tumors by aspiration
AmJSurg. 13: 215-224.
- (8) DE MAN, ET AL. (2004)
Automated Tru- Cut needle for liver biopsy
The Netherlands Journal of Medicine Vol. 62: No.11.
- (9) DUDA S, JOHST U, PEREIRA P, ET AL.(2001)
Technik und Ergebnisse der CT- gesteuerten perkutanen Knochenbiopsie
Der Orthopäde 30: 545-550.
- (10) FEUERBACH, SCHREYER, SCHLOTTMANN (2003)
Standards radiologisch bildgesteuerter Biopsien- Indikationsstellung, Technik,
Komplikationen
Radiologie up2date 3: 207-223.
- (11) FROELICH J , WAGNER H (2001)
CT-Fluoroscopy :Tool or Gimmick
Cardvasc Intervent Radiol. 24: 297- 305.
- (12) GEBEL M, HOSTKOTTE H, ET AL. (1986)
Ultraschallgezielte Feinnadelpunktion abdomineller Organe: Indikation,
Ergebnisse, Risiken
Ultraschall 7: 198-202.

- (13) GILMORE IT, BURROUGHS A, MURRAY-LYON IM, ET AL. (1995)
Indications, Methods and Outcome of Percutaneous Liver Biopsy in England
an Wales: An Audit by the British Society of Gastroenterology and the Royal
College of Physicians of London
GUT 36 : 437-441.
- (14) GRODE G , FAURSCHOU P , MILMAN N (1993)
Percutaneous Transthoracic Fine-needle Lung Biopsy with 3 different Needles
Respiration 60: 284-288.
- (15) GUNNAR K , ASTROM O , AHLSTROM K (1996)
CT-guided Transsternal Core Biopsy of Anterior mediastinal Masses
Radiology 199: 564-567.
- (16) HAAGA J, HIGHMAN L, COOPERMAN A, OWENS F (1979)
Percutaneous CT- guided pancreaticography and pseudocystography
AJR 132 : 829-830.
- (17) HAAGE J, ALFIDI R (1976)
Precise biopsy localisation by computed tomography
Radiology 118: 603-607.
- (18) HAAGE P, PIROTH W, STAATZ G, ADAM G, GÜNTHER RW (1999)
CT-gesteuerte perkutane Biopsien zur Klassifizierung von fokalen Leberläsionen:
Vergleich zwischen 14G- und 18G-Stanzbiopsienadeln
Fortschr Röntgenstr 171: 44-48.
- (19) HASIK J, LINKE K, RZYNSKI K, BREBOROWITCZ D(1984)
Diagnostischer Wert der Feinnadelaspirationsbiopsie in der Leber- und
Pankreasdiagnostik unter Computertomographiekontrolle
Dtsch Z Verdau Stoffwechselkr. 44: 6-11.
- (20) Hau M ,Kim J, Et al. (2002)
Accuracy of CT-guided biopsies in 359 patients with musculoskeletal lesions
Skeletal Radiol 31: 349-353.
- (21) HIRSCHFELD H (1919)
Bericht über einige histol.-mikroskopische und experimentell Arbeiten bei den
bösartigen Geschwulsten
Z.Krebsforschung 1919
- (22) HOUSE A, THOMSON K.(1977)
Evaluation of a new transthoracic needle for biopsy of benign and malignant lung
lesions
AJR 129: 215-220.
- (23) HÜTT M
Ergebnisse perkutaner CT- gesteuerter Punktionen fokaler Läsionen
verschiedener Organe im Zeitraum Sept 1993 bis Sept 1997; S. 15.
- (24) KATADA K, ANNA H, TAKESHITA G, OGURA Y, ET AL. (1994)
Development of real-time fluoroscopy
Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi 25 : 1172-1175.

- (25) KATADA K, KATO R, OGURA Y, ET AL. (1996).
Guidance with real- time CT fluoroscopy: Early clinical experience,
Radiology 200: 851-856.
- (26) KHOURI NF, STITIK FP, EROZAN YS, ET AL.(1985)
Tran thoracic needle aspiration biopsy of benign and malignant lung lesions.
AJR 144: 281-288.
- (27) KISTLAND H (1951)
A safe method of pancreatic biopsy
Am J Surg 82: 451-457.
- (28) LEBERT H (1835)
Traite pratique des maladies cancreuses et des affections curables confondues
avec le caner,
Bailliere, Paris.
- (29) LEFFLER S, CHEW F (1999)
CT-guided percutaneous Biopsy of Sclerotic bone lesions: Diagnostic Yield and
Accuracy
AJR: 172
- (30) MARTIN H (1936)
Advantages and limitations of aspiration biopsy
AJR 35: 245-247.
- (31) MARTIN H, ELLIS (1930)
Biopsy by needle puncture and aspiration
AmSurg 62: 169-181.
- (32) NORDENSTRÖM B (1967)
Paraxiphoid approach to the mediastinum for mediastinography and mediastinal
needle biopsy: A preliminary report
Invest Radiol 2: 141.
- (33) OTTO R (1985)
Ultraschall-geführte Biopsien. In:
Die Radiologische Klinik, Springer Verlag S. 2.
- (34) PHAL P, BROOKS D, WOLF R (2005)
Sonographically Guided Biopsy of Focal Lesions: A comparison of Freehand and
Probe- Guided Techniques using a Phantom
AJR: 1652-1656.
- (35) RASMUSSEN S , HOLM H, ET AL. (1972)
Ultrasonically- guided liver biopsy
BrMedJ 2: 500-502.
- (36) ROBERTSON R, BALL R (1935)
Destructive spine Lesion: Diagnosis by needle biopsy
J Bone Joint Sug 17: 749-759.

- (37) ROBERTS, MORRISSON, LESLIE, CARRINO, LOZEVSKI, LIU (2005)
Assesment of bone biopsy needles for sample size, specimen quality and ease of use
Skel. Radiol 34: 329-335
- (38) SCHNEIDER C, PRÖSCHILD A, ET AL. (1999)
CT-gestützte transthorakale Punktion pulmonaler Herde und mediastinaler Infiltrationen
Pneumologie 53: 71-76.
- (39) SILVERMAN S, TUNCALI, ADAMS D, NAWFEL R, ET AL.(1999)
CT- Fluoroscopy- guided abdominal interventions: Techniques, Results, and Radiation Exposure
Radiology 212: 673-681.
- (40) SÖDENSTROM N (1952)
Puncture of goiters for aspiration biopsy
Acta Med Scand 144: 237-244.
- (41) STAFFORD S, MEDELLE P R
Ultraschall versus CT bei Planung und Durchführung interventioneller Verfahren. In: Interventioneller Ultraschall in Diagnostik und Therapie, Eric von Sonnenberg (Hrsg.), Thieme Verlag, S. 33.
- (42) STANLEY J, FISH G, ANDRIOLE J ET AL.(1987)
Lung lesions: cytologic diagnosis by fine needle biopsy
Radiology 162: 389-391.
- (43) STONE, MAYBERRY (1996)
An Audit of Ultrasound Guided Liver Biopsies: A Need for Evidence – Based Practice
Hepatogastroenterology 43 : 432-434.
- (44) Vogel H, Renk Ch
Punktion der Hals- und Brustorgane – Risiken der Röntgendiagnostik
Urban & Schwarzenberg / München 1986; 129-132
- (45) WESTSCOTT J, RAO N, COLLEY D(1997)
Tran thoracic Needle Biopsy of Small Pulmonary Nodules
Radiology 202: 97-103.
- (46) Williams AJ, Santiago S, Lehrman S, Pope R (1987)
Transcutaneous needle aspiration of solitary pulmonary masses:how many passes?
Am RevResp Dis 136 ; 452-454
- (47) Wittekind C, Tischhoff I (2006)
Kolorektales Karzinom :Histopathologische Fehler – Welche Bedeutung haben sie für die Stadieneinteilung und Therapie
Zentralbl. Chir 131: 157-161.
- (48) WUTKE R, SCHMID A, FELLNER F, HORBACH T, ET AL.(2001)
CT-gesteuerte perkutane Schneidebiopsie: effektive Genauigkeit, diagnostischer Nutzen und effektive Kosten
Fortschr Röntgenstr 173: 1025-1033.

-
- (49) ZONOZA J, CABANILLAS F, ALTLOFFT T, ORDENEZ N, COHE M (1981)
Percutaneous needle biopsy in abdominal lymphoma
AJR 136 : 97-103.

8. LEBENSLAUF

Name	Sophia- Agnes Freitag, geb. Schulze Höping
Geburtstag, -ort	07. August 1980 in Münster
1999	Abitur
1999	Einsemestriges Chemiestudium an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster
2000 – 2006	Studium der Humanmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster
2006	Approbation als Ärztin
2006	Assistenzarztstelle in der Medizinischen Klinik I des St- Marienhospital in Lünen
2007	Promotion „Retrospektive Analyse bildgesteuerter Histologiegewinnungen und Evaluation von Erfolgsfaktoren“

9. DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. Fischbach danke ich für die Überlassung dieses Themas. Dem Direktor des Instituts Herrn Univ.- Prof. Dr. med. W. L. Heindel danke ich für die Möglichkeit, dass ich die Arbeit an diesem Institut durchführen konnte und möchte ebenso allen Mitarbeitern des Instituts für die Unterstützung danken. Ein besonderer Dank geht an meinem Betreuer Dr. med. V. Vieth (Oberarzt im Institut für klinische Radiologie), ohne den diese Arbeit überhaupt nicht hätte entstehen können. Mein Dank gilt auch Frau Prof. Dr. med. G. Köhler, die mich bei der Aufarbeitung der histologischen Befunde unterstützt hat und den Mitarbeitern des Gerhard- Domagk Institut für Pathologie des Universitätsklinikums.

Besonders herzlich danke ich meinem Mann Philipp, der mich unermüdlich ermutigt und unterstützt, sowie meinen Eltern und Geschwistern.