



CT-gestützte Biopsie und Ablation von Lungenneoplasien

- Radiologische und onkologische Konzepte
- Biopsie: - Technik
- Patientenmanagement
- Ergebnisse
- Thermoablation: - Technik
- Ergebnisse
- Neue Entwicklungen/Schlußfolgerung

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Lungenrundherde: Diagnostisches Vorgehen

- **Klinische Evaluation**
- **Bildgebende Evaluation:**
 - Voraufnahmen!
 - Rø-Thorax
 - DL
 - MDCT
 - (MRT)
 - FDG-PET
- **Intervention:**
 - Punktion
 - Resektion/Intervention

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Lungenrundherde: Differenzierung

- Morphologie
- Kalzifikation
- Kavernenbildung
- Wachstum
- Größe
- Begleitzeichen
- Lokalisation
- KM-Enhancement

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Lungenrundherde: Diagnostisches Vorgehen

- **Klinische Evaluation**
- **Bildgebende Evaluation:**
 - Voraufnahmen!
 - Rø-Thorax
 - DL
 - MDCT
 - (MRT)
 - FDG-PET
- **Intervention:**
 - Punktion
 - Resektion/Intervention

- 95% Sensitivität (≥ 10 mm!)
- 91% Spezifität
- Insbes. periphere Rundherde
- 5-30% Pneumothorax

Westcott JL, Radiology, 1996:198
Klein JS, J Thoracic Imaging, 1997:12

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gestützte Biopsie und Ablation von Lungenneoplasien

- Radiologische und onkologische Konzepte
- Biopsie: - Technik
- Patientenmanagement
- Ergebnisse
- Thermoablation: - Technik
- Ergebnisse
- Neue Entwicklungen/Schlußfolgerung

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gesteuerte Biopsie: Evaluation

- **Größe**
- **Lagebeziehung:**
 - Fissuren
 - Gefäße (A. und V. pulmonalis)
- **Läsion:**
 - Bronchien
 - Bullae, Emphysem
 - Pleura
- **Vaskularisationsgrad**



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gesteuerte Biopsie: Materialien

- **Lokalanästhesie**
- **Markierung**
- **Biopsie-Nadeln:**
 - 18 G > Biopsienadeln
 - 20 G > Biopsienadeln
 - Coaxial?
 - Biopsy gun
 - Aspiration needle



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Nadelwahl: Biopsiesysteme



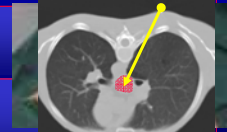
- Tru-cut
- Feinnadel = 0,7 - 0,9 mm (20-22 G)
→ meist nur zytologische Untersuchung möglich
- Stanzbiopsie = 1,2 - 1,6 mm (16-18 G)
→ ab 0,9 mm histologische Begutachtung möglich
- Grobstanze = über 1,6 mm (14 G)



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gesteuerte Biopsie: Interventionsplanung

- **Lagerung:**
 - ▶ Rückenlage
 - ▶ Seitenlage
 - ▶ Bauchlage → Polsterung!
- **Zugangsplanung:**
 - ▶ Lunge
 - ▶ Mediastinum
 - ▶ Pleura
 - „Puncture site down technique“
- **CT-Technik:**
 - ▶ Single Shot oder Care Vision: low dose protocol (16 Z)
→ 80 kV, 20 mAs, Schichtdicke: 10 mm
 - ▶ Transbronchiale MDCT-gesteuerte Biopsie



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Interventionelle MSCT: Scan-Modi

- **Biopsy Mode:**
 - ▶ 150 mAs/120 kV
 - ▶ Einzelschicht
 - ▶ Schichtdicke: 0,5 - 10,0 mm
 - ✓ 0,5 mm-Schichten möglich, aber Schichtverschiebung stets um Kollimation
- **Biopsy Combi:**
 - ▶ 150 mAs/120 kV
 - ▶ bis zu 4 Schichten simultan
 - ▶ Schichtdicke: 4*1,0-1*20,0 mm
 - ✓ bis zu 4 Schichten/Rotation, aber Schichtverschiebung stets um Kollimation
- **CAREVision:**
 - ▶ 21 mAs/120 kV
 - ▶ Einzelschicht
 - ▶ Schichtdicke: 1,0-20,0 mm
 - ✓ kontinuierliche Echt-Zeit-Fluoroskopie
 - ✓ kontinuierlich verstellbarer Tischvorschub (0,5-20,0 mm)
 - ✓ „Low Dose“ – „Hand Care“



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gesteuerte Interventionen: Techniken & Strahlendosis

- **Techniken:**
 - Kontinuierliche CT-Fluoroskopie
 - „Quick-check“
 - Kombination
- **Ergebnisse:**
 - Mittlere Durchleuchtungszeit: 17,9 sec (1,2-101,5)
 - Mittlerer mA-Wert: 13,2 mA (10-50)
 - Mittlere Strahlendosis/Untersuchung für den Radiologen: 0,025 mSv (Ganzkörper)
 - " " für den Patienten: 0,007-0,048 mSv
 - Strahlendosis - Finger: vernachlässigbar



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Langer oder kurzer Weg?

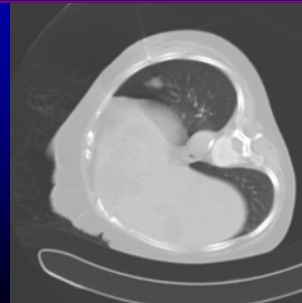
- N = 176 Patienten mit kleinen (≤ 2 cm) subpleuralen Läsionen
- 2 Gruppen:
 - Gruppe A (n= 48 Patienten): kurzer direkter Zugang
 - Gruppe B (n=128 Patienten): indirekter längerer Zugang
- Gruppe A: signifikant weniger diagnostische Punktate als Gruppe B (71% vs 94%) - insbesondere bei Läsionen < 1 cm (40% vs 94%)
- Gruppe B: häufiger Auftreten eines therapierelevanten Pneumothorax (38% versus 17%)

Gupta S, Radiology 2005 Feb; 234(2):631-637



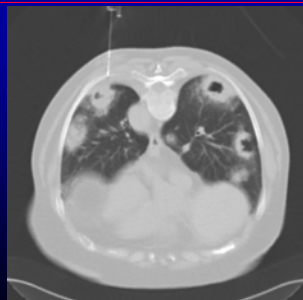
Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gesteuerte Biopsie: Kleiner Rundherd

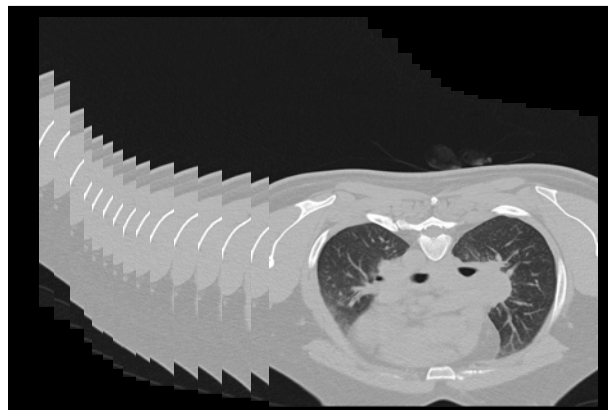


Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gesteuerte Biopsie: Kavernenbildung



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt



Pneumothorax

- N = 283 konsekutive Patienten → CT-gesteuerte Punktion mit CT-Fluoroskopie
- 104/283 (36.7%) → Pneumothorax
 - manuelle Aspiration bei allen Patienten mit mittel-gradigem oder großem Pneumothorax: n = 54
- 95/104 → komplette Remission des Pneus im Follow-up
- Schlussfolgerung: manuelle Aspiration kann progressiven Pneumothorax verhindern und reduziert die Häufigkeit einer Thoraxdrainagen-Anlage

Yamagami T, J Vasc Interv Radiol 2005 Apr; 16(4):477-83



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Correlation of Chest CT Film Reading and Histopathologic Results after Transthoracic CT-guided Lung Biopsy

- Results:
 - ▶ CT vs histopathology: sensitivity: 95%, specificity: 43%
diagnostic efficacy: 82%
PPV: 83%, NPV: 75%
 - ▶ Complications: pneumothorax requiring chest tube: n = 9
hemorrhage: n = 2
 - ▶ Lesions with spiculated margin → significantly higher number of malignant lesions: $p < 0.05$
 - ▶ Size, shape, location, presence of necrosis:
→ no correlation to nature of lesion

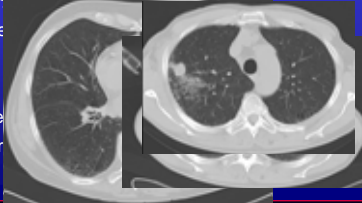
Khan F, Vogl TJ et al, European Radiology 2007 (in print)



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

CT-gesteuerte Biopsie: Komplikationen

- Pneumothorax: ▶ minor: 8-43%
▶ major (Drainage-pflichtig): 3-5%
- Hämoptyse 4,6%
- Hämorrhagie: peripher
- Pleuraerguß
- Pleuraempyem
- „Needle track seeding“
- „Systemic air embolism“



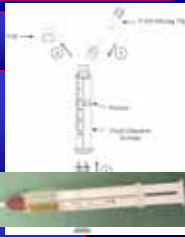
CT-guided Transthoracic Lung Biopsy: TLB

- Diagnostic accuracy: 96%
- Sensitivity: 95%
- Specificity: 100%
- Complications: ▶ pneumothorax: 26%
▶ chest tube insertion: 2%
▶ hemorrhage: 23%

Heck SL et al, Eur Radiol 2006; 16(6):1387-92

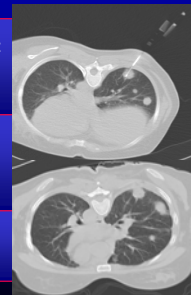
Applikationssystem PneuSeal: Phase I Trial

- Zur Benutzung über Standard-Biopsienadeln (18 - 21 G)
- Zweikammersystem mit Lösung A und B:
 - A) - Gereinigtes Schweinealbumin (PSA)
 - Chitosan (Hämostatikum)
 - B) - Glutaraldehyd (PGA; Crosslinker)
 - Dextran
- VAD MixingTip:
 - Luftelimination aus Kolbensystem
 - Mischung der zwei Lösungen im Verhältnis 1:1



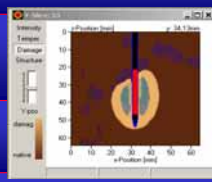
PneuSeal

- PneuSeal polymerisiert schnell (19 sec):
→ ermöglicht Platzierung entlang des Stichkanals
- Temperaturerhöhung während der Injektion um ~ 0,5°C (Ø klinische Relevanz)
- PneuSeal ist in CT und Ultraschall sichtbar



CT-gestützte Biopsie und Ablation von Lungenneoplasien

- Radiologische und onkologische Konzepte
- Biopsie: - Technik
- Patientenmanagement
- Ergebnisse
- Thermoablation: - Technik
- Ergebnisse
- Neue Entwicklungen/Schlußfolgerung



Thermische Charakteristik der Lunge

Besonderheiten der Lunge:

- Geringe, variable Dichte
- Extrem hoher Luftanteil
- Hohe Ventilation
- Extrem hohe Perfusion
- Spezifische Gewebematrix mit feinsten Wärmeleitbrücken
- Hohe Ortsabhängigkeit der thermischen Parameter



Onkologisch geforderte Sicherheitssäume (ca. 1 cm) benötigen besonders lange Expositionszeiten!

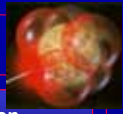
Minimal invasive thermische Ablation von Lungentumoren: Indikationen

- I. Primäre / sekundäre Lungentumoren – keine kurative Resektion möglich
- II. Fehlende funktionelle Operabilität:
 - ▶ Eingeschränkte Lungenfunktion
 - ▶ Begleiterkrankungen
- III. Ablehnung durch den Patienten
- IV. Vollständige Ablation möglich: Topographie
- V. Fehlen extrapulmonaler Metastasierung oder Verfügbarkeit einer effektiven Therapie bei extrapulmonalen Metastasen



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

RF und LITT der Lunge



Primäre Tumore

- ▶ NSCLC: inoperable Stadien I, II, III
- ▶ Mit RF behandelbar: 33% der NSCLC
- ▶ Palliativ

Metastasen

- ▶ Isolierte Lungenmetastasen
- ▶ Isolierte Met. in der Lunge u. ev. in einem anderen Organ
- ▶ Mit RF behandelbar: 5 - 15% der Metastasen



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

LITT der Lunge

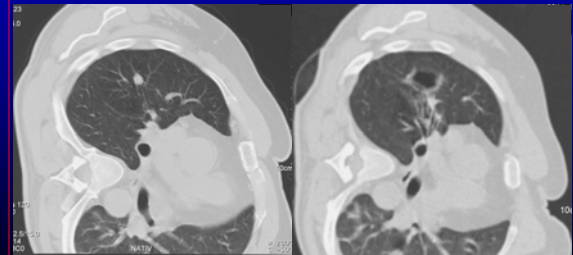


N. Naguib, TJ Vogl 2007



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

LITT: Lungenmetastasen



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Thermoablation Lunge

▶ Kontraindikationen für Chirurgie:

- ⇒ Pulmonale Reserve ↓
- ⇒ Komorbidität
- ⇒ Alter

▶ Limitationen RF:

- ⇒ Hohe Impedanz (lufthaltige Lungenstrukturen)
- ⇒ vollständige Ablation einer Läsion problematisch
- ⇒ Anzahl der Elektroden: Risiko → Pneumothorax



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Pulmonale RF-Ablation: Technik

I. Guidance:

- CT
- Sonographie: Thoraxwand
- (MRT), Durchleuchtung



II. Management:

- Lokalanästhesie + Analgosedierung
- (Vollnarkose)
- ev. induziertes Flüssigkeitsdepot - pleuranah



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Pulmonale RF-Ablation: Technik

III. Systeme:

▶ monopolar:



cooling (Valley Lab?)
- offen perfundierte Elektroden
(Berchtold, Tuttlingen)

▶ bipolar:

(Celon)



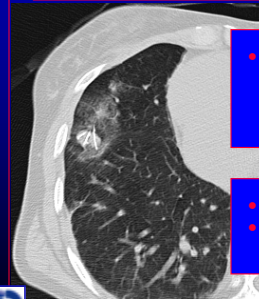
IV. Energiedeposition:

- ▶ Impedanzwerte Lunge (270-320 Ω)
- ▶ Impedanzwerte Leber (65-85 Ω)



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Vor dem Start



- Im Vergleich zu Lebergewebe
Temperatursensibilität ↑:
⇒ gesundes Lungengewebe
⇒ einige Tumore (z.B. Sarkome)

- Leistungskontrolle
- Vermeidung von Karbonisation
an der Nadelspitze



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Lungenmetastasen: Bipolare RF-Ablation



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Pulmonale RF-Ablation: Technik

V. Monitoring:

- ▶ CT (eingeschränkt)
→ ground-glass opacities (vollständig)

VI. Komplikationsüberwachung:

- ▶ Pneumothorax
stationär: Röntgen-Thorax 1 h post RFA
ambulant: Röntgen-Thorax 1 h + 4 h post RFA
- ▶ Blutung (Hämoptysen)
- ▶ Pleuraerguß
- ▶ Schmerzen, Husten

VII. Follow-up



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Pulmonale RFA: Tips & Tricks

• Läsion zu hart:

- ⇒ Frischmeyer-Technik
- ⇒ Fixierung an eine unbewegliche Struktur

• Läsion zu klein:

- ⇒ Geringes Verschieben, Ausfahren der Elektroden

• Vorsichterschieben der Läsion beim Ausfahren der Elektroden

- ⇒ Fixierung



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

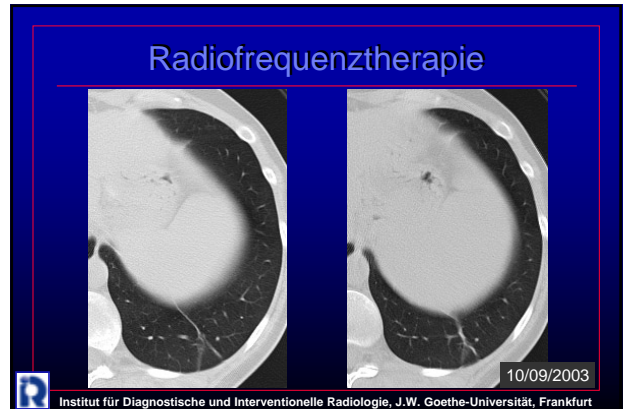
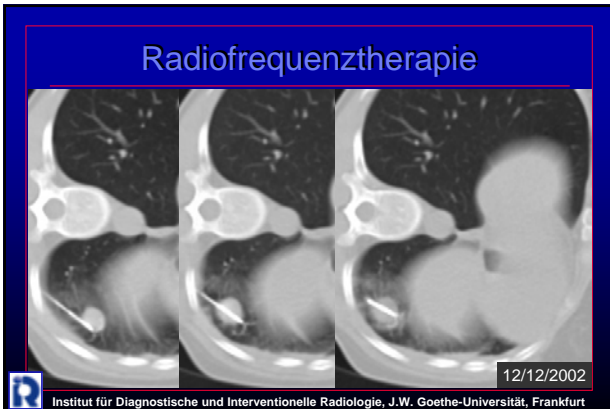
Pulmonale RFA: Tips & Tricks

• Keine Wärmeeinlagerung in der Läsion:

- ⇒ Power-Check
- ⇒ Resistance-Check (pads)
- ⇒ Läsion zu groß ?
- ⇒ Benachbarte große Gefäße ?
 - Die Lunge hat möglicherweise einen größeren Wärmeaustausch als die Leber: höherer Blutfluß
- ⇒ Möglicher Einsatz von Kochsalz als Hitzeleiter ??



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt



Ergebnisse nach pulmonaler RF-Ablation

Autor, Jahr	Patienten [n] BC+Met.	Tumore [n] BC+Met.	Tumorgroße Ø	Follow-up [Ø Monate]	Erfolgskontrolle	Vollständige Ablation
Yasui, 2004	35	99	1,9	7,1	CT+Biopsie	90/99 (91%)
Bellio, 2004	33	33	3,5	6	19 x Biopsie	7/19 (37%)
Jin, 2004	21	21	4,0	17,8	CT	9/21 (43%)
Nguyen, 2005	8	8	2,2	sofort Res.	Histologie	3/8 (37,5%)
Fernando, 2005	18	21	2,6	14	CT+PET	13/21 (62%)
Rossi, 2006	31	36	2,2	11,4	CT	31/36 (86,1%)
Kang, 2004	50	120	k.A.	0,25-0,5	CT+PET	84/120 (70%)
Vogl, 2004	20	32	k.A.	3,9	CT	85%
Lee, 2004	30	32	5,2	12,5	CT	12/32 (38%)
Gadaleta, 2004	18	40	3	8	CT+MRT	94,4% der Pat.
Akeboshi, 2004	31	54	2,7	9,2	CT+PET	37/54 (69%)
Kishi, 2006	8	9	2,1	3-12	CT+MRT	3/9 (33,3%)
Kim, 2003	3	4	2,2	21	CT	4/4 (100%)

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Komplikationen nach pulmonaler RF-Ablation

Autor, Jahr	Pat [n]	Tu [n]	Int [n]	Pneumothorax (gesamt/Drainage)	PE	Hämoptysen
van Sonnenberg, 2005	30	36	36	22%/3%		11%
Yasui, 2004	35	99	54	43%/7,2%	4%	11%
Jin, 2004	21	21	21	38%/10%	52%	
Bellio, 2004	33	33	35	9%/0%	9%	3%
Kang, 2004	50	120	k.A.	18%/0%		
Vogl, 2004	20	32	32	15%/0%		
Steinke, 2004	23	54	k.A.	43%/17%		9%
Lee, 2004	30	32	30	30%/17%		7%
Rossi, 2006	31	36	39	13%/0%		5,1%
Akeboshi, 2004	31	54	k.A.	29%/16%		
Steinke, 2004	46	111	k.A.	28%/10%		
Yamamoto, 2004	20	25	20			
Yamakado, 2005	65	k.A.	144			

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

- ### CT-gestützte Intervention der Lunge: Empfehlungen
- 1. Reduktion der Interventionszeit:**
 - Strahlenexposition ↓
 - Risiken ↓
 - 2. Vermeidung: doppelte Pleurapassage**
 - Blutungsrisiko ↓
 - 3. Reduktion: pulmonaler Punktionsweg**
- Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

- ### Schlussfolgerungen: Thermoablation Lunge
- 1. Primäre Lungentumoren:**
 - ▶ nicht kurativ
 - ▶ nicht vergleichbar mit der Radikalität einer Resektion
 - ▶ Rolle der Radiatio ?
 - 2. Sekundäre Lungentumoren:**
 - ▶ mögliche Alternative zur chirurgischen Metastasenresektion
 - Voraussetzung: komplette RF-Ablation möglichst aller Metastasen
- Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

Frankfurter Konzept

10 Wochen nach Lungen-LITT



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, J.W. Goethe-Universität, Frankfurt

