



Radiologie

Charité Berlin

*Die Druckversion
finden Sie auf ...*

www.med-school.de

1	STRAHLENPHYSIK	4
	Strahlenarten.....	4
	Entstehung von Röntgenstrahlen.....	4
	Parameter für Abbildungsqualität und Patientenschutz.....	4
	Dosis	4
	Effekte	4
	Begriffe	4
2	STRAHLENPATHOLOGIE	5
	Expositionswege.....	5
	teratogene Schäden.....	5
	SOMATISCHE STRAHLENFOLGEN	5
	stochastische somatische Schäden.....	5
	deterministische somatische Schäden.....	5
	SPEZIELLE ORGANTOXIZITÄT	6
	hämatopoetisches System.....	6
	Haut und Schleimhäute.....	6
3	STRAHLENSCHUTZ	6
	rechtliche Grundlagen	6
	Ortsdosisleistung und Ortsdosis	6
	Personendosis	6
	Strahlenschutz	6
	Filmdosimeter.....	6
4	RÖNTGEN	7
	Röntgenanlage.....	7
	Röntgenspannung.....	7
	Filter	7
	Streustrahlenraster.....	7
	Verstärkerfolien	7
5	SONOGRAPHIE	7
	Abbildungs-Phänomene.....	7
	Doppler- und Farbduplexsonographie	7
	Indikation:.....	8
6	COMPUTERTOMOGRAPHIE	8
	Methode	8
	Stellenwert	8
	Indikation.....	8
7	MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE	8
	Methode	8
	Stellenwert	9
	Indikation	9
8	ANDERE METHODEN	9
	Angiographie	9
	DSA	9
	Blattfilmtechnik	9
	Phlebographie	9
	UNTERSUCHUNGS-TECHNIKEN	9
	PTA - perkutane transluminale Angioplastie.....	9
	zerebrale Angiographie	9
	obere Kavographie.....	10
	untere Kavographie.....	10
	Pulmonalis-Angiographie	10
	Angiographie - A. hepatica communis	10
	Lebervenenographie	10

Splenoportographie	10
Angiographie - Niere	10
Becken-Bein-Angiographie	10
Phlebographie - untere Extremität	10
Phlebographie - obere Extremität	10
9 KONTRASTMITTEL	10
Anwendung	10
Nebenwirkungen	11
GASTROINTESTINALTRAKT	11
Indikation	11
Methode	11
BRONCHOGRAPHIE	11
ARTHROGRAPHIE	11
10 NEURORADIOLOGIE	12
CT	12
MRT	12
Angiographie	12
Sonographie	12
Myelographie	12
Indikationen	12
11 THORAX-DIAGNOSTIK	12
p.a.-Aufnahme	12
a.p.-Aufnahme	13
Seitenaufnahme	13
RAO – rechter vorderer Schrägdurchmesser	13
LAO – linker vorderer Schrägdurchmesser	13
Liegend-Aufnahme – horizontaler Strahlengang	13
Thoraxdurchleuchtung	13
Phänomene	13
Kerley-Linien	13
LUNGE	13
Indikationen	13
Krankheitsbilder	13
HERZ	14
Herzvitien	14
Perikard	15
12 ABDOMEN - DIAGNOSTIK	15
Abdomenleeraufnahme	15
ABDOME	15
ERCP	15
13 SKELETT-DIAGNOSTIK	15
Methode	15
Reihenfolge der Beurteilung	15
Veränderungen der Knochendichte	15
SCHÄDEL	16
Methode	16
Trauma	16
Tumoren	16
WIRBELSÄULE	16
Methode	16
Trauma	16
entzündliche Veränderungen	16
metabolische Veränderungen:	16
tumoröse Veränderungen:	16
degenerative Veränderungen:	16
EXTREMITÄTEN	17

Methode	17
Trauma	17
entzündliche Veränderungen	17
metabolische Veränderungen	17
14 STRAHLENTHERAPIE	17
KURATIV-THERAPIE.....	17
kurative Strahlentherapie	17
PALLIATIV-THERAPIE.....	18
palliative Strahlentherapie.....	18
GERÄTEKUNDE	18
Röntgentherapie.....	18
Hochenergie-Strahlentherapie	18
Bradytherapie.....	18
Hyperthermie.....	18
METHODEN.....	18
Bestrahlungstechnik.....	18
15 NUKLEARMEDIZIN.....	19
Skelett-Szintigraphie	19
Lungen-Szintigraphie	19
Myokard-Szintigraphie	19
Nieren-Szintigraphie.....	19
Schilddrüsen-Szintigraphie	19

1 Strahlenphysik

Strahlenarten

<u>direkt ionisierende Strahlung:</u>	geladene Teilchen (Elektronen, Protonen, Deuteronen, Alphateilchen) \Rightarrow geben Energie durch Stöße an Materie ab
<u>indirekt ionisierende Strahlung:</u>	ungeladene Teilchen (Neutronen, Röntgenstrahlen, Gammastrahlen) \Rightarrow erzeugen durch Wechselwirkung mit Atomen ein geladenes Teilchen welches durch Stöße Energie abgibt
<u>Photonenstrahlung / elektromagnetische Wellenstrahlung:</u>	Röntgenstrahlen, Gammastrahlen, UV-Strahlung, sichtbares Licht, Wärmestrahlen
<u>Korpuskularstrahlung:</u>	• geladene Teilchen: Elektronen, Protonen, Deuteronen, Alphateilchen • ungeladene Teilchen: Neutronen

Entstehung von Röntgenstrahlen

<u>Röntgenanlage:</u>	Generator, Röntgenröhre, Schutzgehäuse, Stativ, Patientenlagerung, Schaltgerät
<u>Prinzip:</u>	Kathode wird mit Strom zum Glühen gebracht \Rightarrow freie Elektronen treten aus Kathoden-Material ins Vakuum aus \Rightarrow unter angelegter Hochspannung werden die negativ geladenen Elektronen zur positiv geladenen Anode beschleunigt \Rightarrow bei Auftreffen der Elektronen an Anode werden sie abgebremst \Rightarrow Abstrahlung von Röntgenstrahlung (1%) und Wärme (99%)

<u>charakteristische Röntgenstrahlung:</u>	fremdes Elektron schlägt Elektronenloch in innerste Elektronenschale \Rightarrow bei Auffüllung des Elektronenlochs durch Elektronen aus höherer Schale wird Energie abgestrahlt
<u>Röntgenbremsstrahlung:</u>	fremdes Elektron gerät in Nähe eines Atomkerns \Rightarrow Ablenkung und Abbremsung des Elektrons mit Abgabe von Bewegungsenergie als Strahlung (kontinuierliches Spektrum mit verschiedenen Wellenlängen), je kürzer die Wellenlänge \rightarrow je energiereicher das Photon \rightarrow je härter die Röntgenstrahlung

Parameter für Abbildungsqualität und Patientenschutz

<u>Energiespektrum:</u>	• Bremsstrahlung: kontinuierliches Energiespektrum mit Maximum im niederenergetischen Bereich • charakteristische Strahlung: diskontinuierliches Energiespektrum (je nach Anodenmaterial)
<u>Filterung:</u>	Aufhärtung der Röntgenstrahlung durch spezielle Filter \Rightarrow Verringerung des Anteils von weicher energieärmer Strahlung (geringe Durchdringungsfähigkeit \Rightarrow hohe Absorption \Rightarrow keine Bildinformation aber zusätzliche Strahlenbelastung)
<u>Abstandsquadratgesetz:</u>	doppelter Abstand = Reduktion der Strahlenbelastung auf 1/4
<u>Streustrahlung:</u>	Absorption der unerwünschten Streustrahlung durch Streustrahlraster

Dosis

<u>Ionendosis:</u>	Coulomb / kg = Anzahl der Ladungen pro Gramm Luft
<u>Energiedosis:</u>	Gray (Gy) = absorbierte Energie pro Gramm Material
<u>Äquivalentdosis:</u>	Sievert (Sv) = biologische Wirksamkeit ionisierender Strahlung (abhängig von Energiedosis + Strahlungs-Art)
<u>effektive Äquivalentdosis / Effektivdosis:</u>	Sievert (Sv) = biologische Wirksamkeit ionisierender Strahlung (abhängig von Energiedosis + Strahlungs-Art + Wichtungsfaktor)
<u>relative biologische Wirksamkeit:</u>	
<u>Aktivität:</u>	Becquerel (Bq) = Anzahl der Kernzerfälle pro Sekunde
<u>Energie:</u>	Elektronenvolt (eV) = Energie geladener Teilchen
<u>Dosisleistung:</u>	Sv/h oder Gy/h = Dosis pro Zeiteinheit

Effekte

<u>Compton-Effekt:</u>	Energie des einfallenden Photons wird umgewandelt in Compton-Elektron (Atomelektron aus äußerer Schale) + Compton-Photon (geringeres Energieniveau + veränderte Bewegungsrichtung als das Ausgangs-Photon) • v.a. harte Röntgenstrahlung
<u>Photo-Effekt:</u>	Auftreffen von Röntgenstrahlung auf Materie \Rightarrow einfallendes Photon überträgt gesamte Energie auf Atom \Rightarrow Elektron wird dadurch aus Atomschale gelöst (Energie dieses Elektron = Energie des Photons - Ablösearbeit) \Rightarrow freiwerdendes Elektron bewirkt weiter Ionisations- + Anregungsvorgänge • v.a. weiche Röntgenstrahlung
<u>Paarbildung:</u>	Photonen mit hoher Energie (mindestens zweifache Ruheenergie eines Elektrons) können sich im Atomkernfeld in Elektron + Positron um (e^- und e^+) umwandeln, Bedeutung in Strahlentherapie (ultraharte Röntgenstrahlen)

Begriffe

<u>linearer Energietransfer:</u>	KeV/ μ m, Energieverlust auf Flugstrecke (alpha-, beta-, Protonenstrahlung)
<u>Bewertungsfaktor:</u>	q, schädigende Wirkung der Strahlung auf exponierten Zellen

2 Strahlenpathologie

Expositionspfade

externe Exposition: • terrestrische Strahlung • künstliche Strahlenquellen (Medizin, Forschung) • Reaktorunfälle, Kernwaffenversuche
 Inhalation: natürliches Radon + Thoron (gemauerte Häuser, Bäder, Radonquellen) • Tabakrauchen
 Ingestion: Nahrung (natürliches ^{14}C , Strontium nach Strahlenunfällen)

natürliche Strahlenexposition:	60 %		
kosmische Strahlung:	0,3 mSv	Aufenthalt in Häusern:	1,3 mSv
terrestrische Strahlung	0,5 mSv	körperereigene Strahlung:	0,3 mSv
künstliche Strahlenexposition:	40 %		
Medizin:	1,5 mSv	Fallout:	0,01 mSv
Forschung / Technik:	0,02 mSv	kerntechnische Anlagen:	0,01 mSv
mittlere effektive Dosis:	4 mSv		

teratogene Schäden

Allgemeines: Zeitpunkt der Exposition in Schwangerschaft entscheidet über Grad des Schadens
 Blastogenese: innerhalb erster 9 Tage nach Konzeption höchste Strahlenempfindlichkeit (0,05 Gy) • intrauteriner Fruchttod oder normale Weiterentwicklung (Alles-oder-nichts-Gesetz)
 Organogenese: innerhalb 10.-60. Tag nach Konzeption zeitlich abnehmende Strahlenempfindlichkeit (1 Gy) mit Organfehlbildungen \Rightarrow Anomalien, Kleinwuchs, Skelettanomalien, geistige Retardierung, Hydrozephalus, Mikro- / Anenzephalie, Mikro- / Anophthalmus, Karzinogenese, pränataler Fruchttod
 Fetogenese: ab 8. Woche starke Abnahme der Fehlbildungsgefahr (außer Gehirn) \Rightarrow geistige Retardierung, Minderwuchs, Mikroenzephalie, Gleichgewichtsstörung, Sterilität, neonataler Fruchttod
 postnatale Periode: bis Abschluss des Wachstums weiter abnehmende Strahlenempfindlichkeit \Rightarrow Wachstumsverzögerung, Augen-, Zahnfehlbildung, Fehlbildung der weiblichen Brust

somatische Strahlenfolgen

stochastische somatische Schäden

Kanzerogenese: offenbar keine unschädliche Schwellendosis \Rightarrow Bestrahlung fördert Entwicklung maligner Tumoren in allen Organen (Magen-Darm-Trakt, Lunge, weibliche Brust, Knochenmark > Schilddrüse, Ösophagus, Leber, Niere) • mittlere Latenzzeit für Strahlenkrebs = 40 Jahre

Tumore durch kleine Strahlendosis: Leukämie (vor allem akute + chronische myeloische Leukämie), Brustkrebs (Latenz=15 Jahre), Schilddrüsenkrebs (Latenz=15 Jahre), Lungenkrebs (Zigaretten, Latenz=15 Jahre)

Tumore durch hohe Strahlendosis: Osteosarkome, Fibrosarkome, Myosarkome, Chondrosarkome

deterministische somatische Schäden

Allgemeines: akute oder chronische Strahlenfolgen nach Radiotherapie

Faktoren: Bestrahlungsvolumen • Dosis-Zeit-Verhältnis (Belastung: hohe Dosis + kurze Zeit > niedrige Dosis + lange Zeit)
 • Strahlungsqualität (Belastung: niederenergetische Strahlung > hoch-energetische) • Bestrahlungstechnik (Belastung: Einzelfeldtechnik > Mehrfeld- / Bewegungsbestrahlung) • individuelle Faktoren • exogene Noxen (Arzneimittel, Alkohol, Nikotin)

akute Strahlenfolgen: • wenige Minuten bis Tage nach Strahleneinwirkung \Rightarrow rasch proliferierende und akut reagierende Gewebe (Stammzellen + Arteriolen + Venolen in Knochenmark, Lunge, Mund- und Darmepithel) • Behandlungsdauer entscheidet über akute Schäden (nicht die Einzeldosishöhe)

chronische Spätstrahlenfolgen: • Monate bis Jahre nach Exposition \Rightarrow spät-reagierende Gewebe (Stammzellen + Fibroblasten + Gefäße in Gehirn, Rückenmark, Niere, Leber, Darmwand, Haut, Bindegewebe, Muskulatur, Knochen) • Höhe der Einzeldosis entscheidet über Spätfolgen

akutes Strahlensyndrom: bei Bestrahlung von mehr als 30% des Körpers mit 1Gy (Letaldosis: 6Gy) • Prodromal-Syndrom: nach 5-15min \Rightarrow Übelkeit, Erbrechen, Schweißausbruch, Flüssigkeitsverlust • hämato-poetisches Syndrom: ab 1Gy, Latenz 2-3 Wochen, Hypoplasie des Knochenmarks, ohne Therapie Tod nach 20-60 Tagen • gastrointestinales Syndrom: ab 5Gy, Latenz 3-5 Tage, Darmepithelschäden mit Ulzera, ohne Therapie nach 10-14 Tagen • zentralnervöses Syndrom: ab 20Gy, Latenz bis 3h, Gefäßveränderungen + Neuronennekrosen, ohne Therapie Tod nach 14-36h

spezielle Organtoxizität

Gewebe-Gefährdung: ↑↑↑↑: strahlenempfindliche Stammzellen + Endzellen (lymphatisches System) • ↑↑↑: sensible Stammzellen + relativ unempfindliche Endzellen (Hoden, Knochenmark) • ↑↑: kurzlebige Endzellen (Dünndarm) • ↑: nicht-erneuerbare Systeme (Oozyten)

hämatopoetisches System

Knochenmark: pluripotente Knochenmarksstammzelle ist hoch sensibel (abnehmende Strahlensensibilität mit Differenzierung), Lymphozyten sind sensibel (mittlere > kleine > große), andere Zellen im peripheren Blut sind weitgehend strahlenresistent

Blutveränderungen: Lymphopenie, Linksverschiebung der Granulozyten, Granulozytopenie, Thrombozytopenie, Anämie

Haut und Schleimhäute

Radiodermatitis:

- Patho: Schaden aus Zelluntergang + gestörter Zellnachschub + Repopulation + Gefäßstörung
- akute Radiodermatitis: Rötung, trockene Schuppung, Epilation, feuchte Epitheliolyse, Blutungen, Nekrosen
- chronische Radiodermatitis: Pigmentverschiebung, Dauerepilation, Hautatropie, Teleangiektasien (∅ reagierende Hautgefäße), subkutane Fibrose, Ulzera, Narben

Mundhöhle / Rachen:

- akute Mukositis: Geschmacksverlust, Mundtrockenheit, Verschleimung, Schleimhautrötung, oberflächliche Schleimhautdefekte, Superinfektion
- chronische Mukositis: irreversible Speicheldrüsenschaden ⇒ Mundtrockenheit, Parodontose, Karies, Mundbodenödem

3 Strahlenschutz**rechtliche Grundlagen**

Röntgenverordnung: Regelung des Umgangs mit Röntgeneinrichtungen + Störstrahlern bis 3 MeV

Strahlenschutzverordnung: Regelung des Umgangs mit offenen + geschlossenen Radionukliden + Beschleunigungsanlagen + Telegamma-Geräten

Ortsdosisleistung und Ortsdosis

Ortsdosisleistung: Dosisleistung an bestimmten Ort (Flur, Sekretariat)

Ortsdosis: Ortsdosisleistung x Zeit

Grenzwerte:

Sperrbereich:	> 3 mSv / h	
Kontrollbereich:	50 mSv / Jahr	
Überwachungsbereich:	15 mSv / Jahr	- betrieblich: 15mSv/Jahr
		- außerbetrieblich: 1,5mSv/Jahr
Staatsgebiet:	0,3 mSv / Jahr	

Personendosis

Äquivalentdosis für Weichteilgewebe (Messung an Körperoberfläche, außerhalb des Nutzstrahlbündels)

Strahlenschutz

Abstand: Dosisleistung nimmt mit Quadrat des Abstandes ab (I / r^2)

Abschirmung: Art der Abschirmung ist abhängig von Strahlenart + Strahlenenergie + Quellenstärke • α -Strahlung: kurze Reichweite (vollständige Absorption nach 10cm Luft) • β - und e-Strahlung: 2 Abschirmungsschichten (1. ⇒ Material niedriger Ordnungszahl gegen e^- , 2. ⇒ Material hoher Ordnungszahl gegen Röntgenbremsstrahlung) • Photonenstrahlung: nur Schwächung möglich (Bleischürzen)

Aufenthaltszeit: Exposition so kurz wie möglich

Filmdosimeter

am Rumpf unter der Strahlenschutzkleidung, Verpflichtung zur Expositions-dosis-Messung für beruflich strahlenexponierte Personen im Kontrollbereich (> 15mSv /Jahr) • Messung von Röntgen- + Gammastrahlen

4 Röntgen

Röntgenanlage

Allgemeines: Generator, Röntgenröhre, Schutzgehäuse, Stativ, Patientenlagerung, Schaltgerät

Prinzip: Kathode wird mit Strom zum Glühen gebracht \Rightarrow freie Elektronen treten aus Kathoden-Material ins Vakuum aus \Rightarrow unter angelegter Hochspannung werden die negativ geladenen Elektronen zur positiv geladenen Anode beschleunigt \Rightarrow bei Auftreffen der Elektronen an Anode werden sie abgebremst \Rightarrow Abstrahlung von Röntgenstrahlung (1%) + Wärme (99%)

Röntgenspannung

25-150 kV, gewählte Spannung ist abhängig von Körperdicke + Gewebedichte + Fragestellung

Hartstrahltechnik: ab 100 kV, z.B. Lungenaufnahme (kurze Belichtungszeit \Rightarrow geringe Bewegungsunschärfe, abnehmender Kontrast zwischen Rippen + Lungengewebe \Rightarrow bessere Beurteilbarkeit der Lunge, transparentere Knochenüberlagerungen, geringere Strahlenexposition)

Weichstrahltechnik:

Filter

direkt vor Röntgenröhre angebrachter Aluminiumfilter \Rightarrow Erniedrigung des Anteils energiearmer Strahlen \Rightarrow dadurch geringere Strahlenbelastung

Streustrahlenraster

zwischen Patient + Röntgenfilm (strahlenabsorbierendes + -durchlässiges Material in Form eines Gitters) \Rightarrow Passieren des Nutzstrahlenbündel + Absorption der Streustrahlung \Rightarrow bessere Bildqualität

Verstärkerfolien

um den Film gelegte fluoreszierende Folien (bewirken 95% der Schwärzung), Leuchtpartikel auf Folie geben bei Exposition mit Röntgenstrahlen sichtbares Licht ab • Senkung der Strahlenbelastung, Erhöhung der Unschärfe, Verminderung der Detaillierbarkeit

5 Sonographie

Allgemeines: Querschnittsbilder durch Reflexionen von hochfrequenten Schallwellen • Ausstrahlung der Schallwellen \rightarrow Reflexion von Organen \rightarrow Registrierung des Reflexionssignals durch Schallkopf • Ausbreitung des Ultraschalls ist von unterschiedlichen Eigenschaften der Gewebe abhängig • fast keine Weiterleitung des Ultraschalls zwischen Geweben mit hohen Impedanzen (Dichtesprünge) \Rightarrow z.B. Luft / Wasser, Weichteile / Knochen \rightarrow \emptyset Durchstrahlung von Knochen, Lunge, gasgefüllter Darm

Frequenz: diagnostischer Ultraschall: Frequenzen von 1-15 MHz (keine biologischen Nebenwirkungen), meist 3,5-20 MHz, Frequenz der Schallsonde wird nach Abbildungstiefe gewählt

Schnittebene: Transversalschnitt: rechter Bildrand = linke Körperhälfte, oberer Bildrand = schallkopfnaher Bereich • Longitudinalschnitt: rechter Bildrand = kaudaler Bereich, oberer Bildrand = schallkopfnaher Bereich

Darstellungen: 1-dimensionale A-Mode: • 1-dimensionale B-Mode: • M-Mode: • 2-dimensionale B-Mode:

Abbildungs-Phänomene

Echodichte: • areflexiv: Flüssigkeit • hyporeflexiv: dunkel, Lymphome, Stauungsleber, Pankreatitis, Abszeß, Milz, Leber, Niere, Pankreas • hyperreflexiv: hell, Bindegewebe, Zwerchfell, Häm-angiome, Angiomyolipome, Verkalkung, Konkrement, Luft, Knochen

Homogenität: • homogen: Milz, Pankreas, Leber, Niere, Lymphome • mäßig inhomogen: Leberzirrhose, diffuse Metastasierung, Fettleber, Abszeß • sehr inhomogen: Metastasenleber, nekrotisierende Pankreatitis, Uterus myomatosus

Schallschattenartefakt: bandförmiger areflexiver Bereich hinter hyperreflexivem Echo (Knochen, Luft) \Rightarrow gut für Stein- und Zystendiagnostik

Schallverstärkung: hyperreflexives Echo hinter Zysten + Abszeß + nekrotisierenden Metastasen (im Vergleich zum Nachbargewebe)

Doppler- und Farbduplexsonographie

Dopplersonographie: Messung von Strömungsgeschwindigkeiten in Gefäßen • Grenzflächen (Erys) mit Relativbewegungen zur Schallquelle verursachen Frequenzänderung des reflektierten Schallstrahls

Farbduplexsonographie: Kombination aus B-Bild und Doppler-Ultraschall, farbliche Kodierung der Flussrichtung und -geschwindigkeit in Gefäßen (rot = Schallkopf zufließendes Blut, blau = wegfließendes Blut)

- cw-Doppler: continuous Wave
- pw-Doppler: pulsed wave
- Pulsrepetitionfrequenz: umgekehrt proportional zur Tiefe des untersuchten Gewebes

Indikation:

Schwangerschaft und Geburt:	ektope Schwangerschaft, Fetus-Tod, Mehrlingsschwangerschaft, Plazentalokalisation, Fruchtwasser-Menge, Fetus-Wachstum, fetale Anomalien, postpartale Komplikationen
Neugeborenes:	intrakranielle Blutungen, Hydrozephalus, Nierendysplasie, Harnwegsobstruktionen, Lebererkrankung, Hüftgelenkdysplasie
Kind:	abdominelle Raumforderungen, stumpfe Bauchtraumen
Erwachsene:	stumpfe Bauchtraumen, freie Flüssigkeit, solide und zystische Raumforderungen, Lokalisation abdomineller Prozesse, röntgennegative Gallen- und Nierensteine, Aortenaneurysma, Pleuraerguss, Gelenkserguss, Schilddrüsendiagnostik, Hodendiagnostik

6 Computertomographie

Methode

Allgemeines:	Röntgenschnittaufnahme, Bildaufbau per Computer mit 3D-Rekonstruktion (konventionelle Tomographie mit 2-D) • Beschreibung: hypodens – isodens – hyperdens
Technik:	Abtastung von Körperquerschnitten mit Röntgenfächer • Röntgenröhre rotiert um die Körperlängsachse → gegenüberliegender Kranz von elektronischen Strahlendetektoren misst Intensitätsminderung der Röntgenstrahlung • nach jedem Schnittbild Verschiebung des Untersuchungstisches um einige Millimeter → Querschnittsbilder mit Dicken von 2 / 8 / 10mm (Überlagerungsfreie Abbildung der Organe)
Ablauf:	Anpassung an individuelle Patienten-Situation ⇒ Variation der Schnittabstände + Spiralzahl + Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Untersuchungsareals, Ausschnittsvergrößerung, Kontrastmittelgabe, Eingabe von Messdaten (Größe einer Raumforderung, HE-Werte)
Strahlendosis:	pro Schnitt etwa 5-10 mGy • geringere Streustrahlung als bei konventionellem Röntgen, niedrigere Strahlenbelastung für Patienten
Hounsfield-Einheiten:	Luft = -1000 HE, Wasser = 0 HE, Knochen = 1000 HE • Unterscheidung von 2000 verschiedenen Dichtewerten mit Abbildung in 20 Graustufen • Fenstereinstellung: Festlegung eines Dichtewert-Bereiches in dem die 20 Graustufen dargestellt werden ⇒ kontrastreiche Darstellung (Strukturen mit Dichtewerten oberhalb des Fensters = Abbildung als 1 helle Graustufe, unterhalb d. Fensters = 1 dunkle Graustufe)

Stellenwert

Vorteile:	überlagerungsfreie Querschnitte, Registrierung auch geringer Dichteunterschiede (Messung der Dichte mit Rückschluss auf Krankheitsprozess), bessere Feinauflösung als MRT, Datenspeicherung (spätere Messungen + qualitativ schlechte Rekonstruktionen in andere Ebenen)
Nachteile:	alleinige Darstellung in Transversalebene (anders als MRT), hohe Anschaffungskosten

Indikation

Neuroradio:	intrakranielle Blutungen, intrakranielle Tumoren, Schädel-Hirn-Trauma
Thorax:	Staging von Bronchialkarzinomen, Lungenmetastasen, Aortenaneurysma
Abdomen:	Tumoren, Verletzungen
Skelett:	Kopfverletzungen, Schultergürtel- und Beckenverletzungen, Tumorstaging

7 Magnetresonanztomographie

Methode

Allgemeines:	Erzeugung von Querschnittsbildern in frei wählbaren Raumrichtungen • Ø Röntgenstrahlen • Anlage eines starken Magnetfeldes um Patienten ⇒ Anregung des Gewebes durch Radiowellenimpuls ⇒ Bildkonstruktion anhand zurückgesandtem Signal
<u>Magnet-Phänomene:</u>	positiv geladener Wasserstoff ist im Körper ungeordnet ausgerichtet ⇒ einwirkendes Magnetfeld größerer Stärke ordnet Felder in eine Richtung • Protonen (H+) drehen sich mit hoher Geschwindigkeit um eigene Achse ⇒ Magnetfeld bewirkt Beschleunigung + Gleichschaltung auf 42 Mio Umdrehungen / sec (42 MHz) • Impulse mit 42 MHz lösen Resonanz aus
<u>Relaxation:</u>	angeregte Objekte verlieren eingestrahlte Energie und bewegen sich in Gleichgewichtszustand zurück ⇒ dabei Abstrahlung von elektromagnetischen Wellen
<u>T1:</u>	longitudinale Relaxationszeit = 500 msec, zeigt wie schnell Gewebe relaxiert (Dephasierung der Magnetisierung), Gewebeabhängig (festes Gewebe = kurze Zeit, flüssiges Gewebe = lange Zeit)

T₂: transversale Relaxationszeit = 50 msec, zeigt wie schnell Spins dephasieren, Gewebeabhängig

Stellenwert

Vorteile: hoher Weichteilkontrast, Darstellung anhand biochemischer + physikalischer Eigenschaften, Darstellung pathologischer Körperfunktionen (Blutfluss, Liquorfluss, Organkontraktionen), Abbildung von knochenumschlossenen Strukturen (Gehirn, Rückenmark), frei wählbare Schnittebene, keine Röntgenstrahlen, geringerer Kontrastmittel-Einsatz nötig (KM mit weniger Nebenwirkungen)

Nachteile: hohe Kosten, Kontraindikationen (Herzschrittmacher, Metalleinlagerung, intrakraniale OP-Clips), Klaustrophobie + adipöse Patienten, schlechte Darstellung von Verkalkungen (anders CT), hohe Anfälligkeit für Bewegungsartefakte, hoher Zeitaufwand

Indikation

Gehirn: primäre + metastatische Tumoren, nichtmaligne Erkrankung (Ischämie, Multiple Sklerose, Strahlen)

Rückenmark: Tumoren, Syringomyelie, Bandscheibenveränderung, Osteomyelitis

Herz-Kreislauf: Aortendissektionen, Veränderungen an großen Gefäßen

Becken: Tumoren des Endometriums + Zervix + Prostata

Muskel- + Skelettsystem: Knochentumoren, Gelenkveränderung, Weichteiltumore (Hämangiome, Sarkome)

8 andere Methoden

Angiographie

Arten: • Übersichtsangiographie: Gabe des Kontrastmittels in Aorta abdominalis oder thoracica → Darstellung der großen Arterien + kleiner Abgänge • selektive Angiographie: Gabe des KM in spezielle Arterie → Darstellung des jeweiligen Organsystems • superselektive Angiographie: Darstellung von arteriellen Ästen 2. + höherer Ordnung

Indikation: Arteriosklerose, Aortenaneurysma, Dissektion, Embolie, Stenosen, Verschluss, Gefäßverletzung, Tumoren (präoperativ), Gefäßanomalie)

Punktionstechnik: • Seldinger Technik: femorale + brachiale + axilläre Punktion ⇒ Einführen von Führungsdraht (20-30cm), Einführen Katheters über Ende des Drahtes ⇒ Spritzen des KM

• direkte perkutane Punktion: Karotispunktion, lumbale Aortographie, häufig Komplikation.

Komplikationen: • Punktion: Thrombose, Hämatom, Blutung, Dissektion, Embolie, Fistel, Infektion, Pseudoaneurysma, Vasospasmus • Kontrastmittel: Allergie, renale Dysfunktion, Hyperthyreose

DSA

Allgemeines: digitale Subtraktionsangiographie, Subtraktion eines Leer-Bildes von Kontrastmittel-Bild (via Computer mit Möglichkeit zu Kontrast- und Helligkeitsbearbeitung), intraarterielle + intravenöse KM-Gabe • **Vorteile:** weniger Kontrastmittel, schnelle Durchführbarkeit • **Nachteile:** geringerer Kontrast, Bewegungsartefakte

Blattfilmtechnik

Allgemeines: konventionelle Röntgentechnik an Durchleuchtungsanlage (bis 6 Bilder / sec) • **Vorteile:** hohe örtliche Auflösung, geringe Bewegungsartefakte, großer Bildausschnitt • **Nachteile:** mehr Kontrastmittel, ∅ Bild-Nachverarbeitung

Phlebographie

Punktionstechnik: Punktion einer Vene distal der Untersuchungsregion, Einführen eines Katheters über femoralen oder brachialen Zugang

Methode: DSA, konventionelle Röntgentechnik an BV-TV-Anlage (meist Kippstellung)

Untersuchungs-Techniken

PTA - perkutane transluminale Angioplastie

Allgemeines: Therapie von Gefäßverengung + -verschlüssen

Technik: zunächst Angiographie ⇒ perkutanes Einführen eines Ballonkatheters → unter Röntgenkontrolle + Kontrastmittel-Gabe Sondierung + Dilatation von Stenose bzw. Verschluss (initiale Heparin-Injektion, anschließende Antikoagulation)

Indikation: symptomatische Stenose bzw. Verschluss von Extremitätenarterie (AVK IIb, III, IV), Nierenarterienstenose, Stenose bzw. Verschluss von Koronargefäßen

Komplikation: Gefäßverschluss (Thrombose, Intimahyperplasie), Dissektion, Embolie in Peripherie, Gefäßverletzung, Punktionskomplikation, Kontrastmittelreaktion, Organverlust (Nieren-PTA)

zerebrale Angiographie

Allgemeines: meist DSA • **Indikation:** Stenose, Aneurysma, a-v-Fisteln, Tumoren, Sinusvenenthrombose, Hirntod-Diagnostik, Interventionen, Kontrolle nach Gefäß-OP, Subarachnoidalblutung, akuter Hirninfarkt, akutes Trauma

Carotis-Angiographie: selektive Darstellung nach femoralem Zugang, Direktpunktion der A. carotis
Vertebralis-Angiographie: selektive Darstellung nach femoralem Zugang, Gegenstromangiographie über A. brachialis

obere Kavographie

meist DSA-Technik, simultane Kontrastmittel-Gabe über Cubital- oder Handvene beider Arme • Indikation: unklare Thrombose, Raumforderung

untere Kavographie

Einbringen des Katheters in V. iliaca communis oder V. cava inferior → Aufnahme in Atemstillstand + Valsalva-Manöver • Indikation: unklare Thrombose, Kompression der V. cava inferior, präoperativ bei Retroperitoneal-Tumor

Pulmonalis-Angiographie

DSA-Technik, Einführen eines Katheters über V. femoralis oder V. mediana cubiti bis vor rechten Vorhof → Kontrastmittel-Gabe → Aufnahme bei maximaler Inspiration + Atemanhalten → Darstellung von Truncus pulmonalis + li-re A. pulmonalis • Indikation: akute Lungenembolie, pulmonale Hypertonie, Aneurysma, a-v-Fisteln, Gefäßanomalie, Tumoreninfiltration

Angiographie - A. hepatica communis

transfemorale Punktion und superselektive Sondierung der A. hepatica communis über Truncus coeliacus ⇒ Anfertigung von Serienangiogrammen • Indikation: präoperativ vor Leber-OP, unklarer Leberbefund

Lebervenenographie

direkte Sondierung über V. cava inferior • Indikation: präoperativ vor Leber-OP, posthepatischer Block, unklarer Leberbefund

Splenoportographie

Indikation: präoperativ vor Leber-OP, prähepatischer Block, unklare Leberbefunde, Beurteilung von portokavalen Anastomosen

indirekte: Darstellung der Pfortader über A. lienalis (A. lienalis → Milz → V. lienalis → V. portae)

direkt: Punktion der Milz von lateral mit Kontrastmittel-Gabe

Angiographie - Niere

zunächst Übersichtsangiographie mit Darstellung beider Nieren in arterieller + parenchymatöser + venöser Phase (Katheter kranial von L2), danach selektive Darstellung der einzelnen Nierenarterien (a.p. + links + rechts) • Indikation: unklare Raumforderung, renovaskulärer Hypertonus, Gefäßverletzung, PTA bei Nierenarterienstenose

Becken-Bein-Angiographie

meist als Blattfilmangiographie (Verschiebetechnik), transfemorale Punktion (am besseren Bein) mit Einführen des Katheters bis 2cm vor Aortenbifurkation → Leeraufnahme (Ausschluss von Artefakten) → Kontrastmittel-Gabe, DSA-Technik bei schlechter Darstellung einer Gefäßebene • Indikation: Arteriosklerose, Aneurysma der Aorta abdominalis, Embolie, Thromboembolie, plötzlicher Gefäßverschluss, PTA

Phlebographie - untere Extremität

Punktion an distaler Vene des Fußrückens → Kontrastmittel-Gabe bei angelegtem Stauschlauch am Knöchel (∅ Abfluss in oberflächliche Venen) → Röntgenaufnahme bei 45°-Neigung → nach Untersuchungsende Spülen mit Kochsalz (KM-Venenreizung) • Indikation: V.a. tiefe Beinvenenthrombose, Varikosis (präoperativ), vor Venenentnahme bei Bypass-OP, unklare Beinschwellung

Phlebographie - obere Extremität

Punktion an Vene des Handrückens oder Unterarmvene → Kontrastmittel-Gabe und liegende Aufnahme • Indikation: V.a. Armvenenthrombose, Paget-von-Schroetter-Syndrom, unklare Armschwellung, präoperativ

9 Kontrastmittel

- Darstellung von normalerweise schlechtdifferenzierbaren Weichteildichten Strukturen durch Gabe von röntgendifferentem Material
- röntgenpositive KM: Jod- oder Bariumhaltig • röntgennegative KM: Luft, CO₂

Anwendung

CT, Urographie, Angio: nicht-ionische Kontrastmittel, leicht hyperosmolar

Kinder: nicht-ionische Kontrastmittel, isoosmolar

Pyelographie, Zystographie, Miktionsurethrographie, Arthrographie, Sialographie, Dakryographie, Fisteln: ionische Kontrastmittel (billig, geringe systemische Aufnahme)

Magen-Darm-Trakt: • Bariumsulfat in wässriger Suspension (nicht-resorbierbar, gleichmäßige Benetzung der Schleimhaut, Darstellung feiner Reliefveränderungen • Doppelkontrasttechnik: medikamentöse

Verbesserung der Schleimhautbenetzung durch Sekretionsstop (Atropin, Buscopan), per Os oder rektale Gabe von Luft oder CO₂

intravenöse Cholegraphie: nicht-ionische Kontrastmittel mit Elimination über Leber und Gallenwege (hohe Plasmaeiweißbindung verhindert renale Ausscheidung), starke Nebenwirkungen (strenge Indikationsstellung, langsame + überwachte Infusion)

Bronchographie: nicht-ionische Kontrastmittel, KM-Suspension (mit Jodverbindungen), Doppelkontrast durch gleichzeitige Luftgabe, durch Zähflüssigkeit kein Vordringen in Alveolen

MR-Kontrastmittel:

Nebenwirkungen

Allgemeines:

Kontrastmittel-Allergie:

• Schmerz und Hitzegefühl bei intravasaler Injektion • schwere systemische NW anaphylaktische Unverträglichkeitsreaktion, bei Risikopatienten vorher Gabe von Histaminrezeptor-Antagonisten oder Kortikoidprämedikation • Stadien: Stadium I (Hautreaktion, leichte Allgemeinbeschwerden), Stadium II (gastrointestinale Symptome, schwere Kreislaufreaktionen), Stadium III (anaphylaktischer Schock), Stadium IV (Herz-Kreislauf-Stillstand)

akutes Nierenversagen: renale Elimination von parenteral applizierten Jodhaltigen Kontrastmittel muss mit Flüssigkeitszufuhr oder Diurese unterstützt werden • bei latenter Nierenerkrankung Gefahr des Nierenversagens (vorherige Bestimmung der Nierenfunktion über Serumkreatinin)

Hyperthyreose und thyreotoxische Krise: jodinduziert, latent oder manifest hyperthyreote Patienten produzieren bei Gabe von Jodhaltigen KM vermehrt Schilddrüsenhormone ⇒ symptomatische Hyperthyreose bis thyreotoxische Krise (25% letal)

Gastrointestinaltrakt

Indikation

Ösophagus: Fisteln, Stenosen, Entzündungen, Ösophagusvarizen, Tumoren, Divertikel, Hiatushernie

Magen: Entzündungen, Tumoren, Vernarbungen, Lage- und Formvarianten, Verdrängung durch Nachbarorgane, atrophische und hyperplastische Veränderungen

Dünndarm: Pankreaskopf-Erkrankung, Stenosen, Entzündungen, Stoffwechselerkrankungen, Tumoren, lymphatische Systemerkrankungen, Meckel-Divertikel

Dickdarm: Tumoren, Entzündungen, Lageanomalien, Fisteln, Verlagerung bei Hernie, p.o. Verdrängung

Methode

Allgemeines: Nüchternheit bei Untersuchung des oberen GIT • Prallfüllung: Beurteilung von Form + Außenkonturen + Dehnbarkeit + Rigidität + Peristaltik + Impressionen • Schleimhautfaltenrelief: geringe KM-Gabe für Darstellung von Ulzerationen + submuköse Raumforderungen + Tumorfaltenabbrüche • Doppelkontrast: nach Prallfüllung Entfaltung des Organs, Darstellung von diskreten Schleimhautveränderungen + Polypen

Ösophagus: • KM: Bariumsulfat, Gastrografin, Isovist, Hytrast • möglichst Nüchtern • Cave: Perforation, Ruptur, Aspiration • Prallfüllung: Belichtung im Moment der KM-Passage • Schleimhautrelief: Belichtung nach der KM-Passage • Doppelkontrast: Luft schlucken

Magen: • absolute Nüchternheit: ∅ Essen, ∅ Trinken, ∅ Rauchen, ∅ Medikamente, Untersuchung vor 10 Uhr wegen Nüchternsekrets • Schleimhautrelief: wenig KM • Prallfüllung: 2 Becher KM • Doppelkontrast: Gabe von Brausepulver, in Hypotonie (Gabe von Buscopan oder Glukagon ⇒ ∅ Kontraktionen), ohne Hypotonie (bei Funktionsprüfungen)

Bronchographie

Indikation: Bronchienerkrankung, angeborene Bronchienfehlbildung

Methode: Lokalanästhesie des Nasen-Rachen-Raums ⇒ unter Durchleuchtung Einführen eines Bronchialkatheters in Hauptbronchus ⇒ Injektion des Kontrastmittels (Hytrast, ∅ Vordringen in Alveolarraum) ⇒ Röntgenaufnahme ⇒ Absaugen und Abhusten des KM • abnehmende Bedeutung durch Bronchoskopie, CT

Befunde: • Bronchiektase: zylinder- oder sackförmige Bronchuserweiterung • neoplastische oder entzündliche Stenosen

Arthrographie

Indikation: • Kniegelenk: Meniskusläsion • Sprunggelenk: Knorpeldefekte, freie Gelenkkörper, fibulotalare Bandruptur • Hüftgelenk • Schultergelenk: Ruptur der Rotatorenmanschette • Ellenbogengelenk: Osteochondrosis dissecans, Kapselbandruptur • Handgelenk

Methode: Injektion des Kontrastmittels (jodhaltige KM, wasserlösliche KM, Luft) ⇒ Durchleuchtung in mehreren Ebenen • nur bei Versagen anderer klinischer Untersuchungen und Nativdiagnostik

10 Neuroradiologie

CT

Indikation: Schädel-Hirn-Trauma, Blutung, Traumafolgen, Ischämie, Tumor, knöchernes Skelett, Bandscheibenvorfall + spinale Raumforderung (eher MRT)

Beurteilung: Verlagerung von Strukturen: Mittellinie, Falx cerebri, Ventrikel, Septum pellucidum, Glandula piennis • Größe der Ventrikel: Erweiterung, Verengung, Asymmetrie • Hirnfurchen: verstrichen (Ödem), erweitert (Atrophie) • basale Zisternen

MRT

Indikation: unklares CT, Raumforderungen (Hirnstamm, Rückenmark)

Angiographie

Indikation: Stenose, Aneurysma, Tumor, Sinusvenenthrombose, Hirntod-Diagnostik, Kontrolle nach Gefäß-OP, Subarachnoidalblutung, akuter Hirninfarkt, akutes Trauma

Sonographie

Allgemeines: Neugeborene + Säuglinge bis 9. Monat (offene Fontanelle bildet Schallfenster)

Indikation: ↑ Kopfumfang, auffällige Morphologie, Entzündung, Asphyxie

Myelographie

Allgemeines: Darstellung des spinalen Subarachnoidalraumes (intrathekale Kontrastmittelgabe, wasserlöslich, \emptyset -ionisch) unter Durchleuchtung, auch CT-Myelographie möglich

Indikation: Spinalkanalraumforderung (eher MRT)

Indikationen

subdurales Hämatom: CT: hyperdense sichelförmige kalottennahe Raumforderung im Subduralraum \Rightarrow Kompression der Hemisphäre + Verlagerung des Ventrikelsystems • Ursache: Abriß von Brückenvenen, Pia

epidurales Hämatom: CT: hyperdense konvexe kalottennahe Abhebung der Dura mater, durch Schädelnähte begrenzt • Ursache: Blutung aus A. meningea (akuter Verlauf)

Subarachnoidal-Blutung: CT: umschriebene hyperdense Einblutung in Sulcus oder basale Zisternen

akutes Hygrom: CT: hypodense liquordichte sichelförmige Raumforderung • Ursache: leptomeningealer Einriß \Rightarrow Eintritt von Liquor in Subduralraum

Hirnkontusionen: CT: hyperdenses unscharf begrenzter Herd, evtl. von hypodensem perifokalen Ödem umgeben • Ursache: Zerreißen intrazerebraler Gefäße

Massenblutung: CT: hyperdenser Herd, Blut-Liquor-Spiegel bei Einbruch in Ventrikelsystem

Infarkt: \emptyset CT-Veränderung in ersten 2-6 h • unscharf begrenzte hypodense Zone \Rightarrow im Verlauf abnehmende Dichte und schärfere Umgrenzung \Rightarrow im Endstadium hypodens + scharf begrenzt + zystisch imponierend und mögliche Ventrikelverlagerung

Hirntumore: CT: unterschiedliches Bild \Rightarrow hypodens (bei Fett- und Wassereinlagerung), isodens, hyperdens (dichtes Tumorgewebe, Blutung, Verkalkung) • indirekte Tumorzeichen: Mittellinien- und Ventrikelverlagerung, Ventrikelkompression, Liquorabflußstörung, hypodenses perifokales Ödem • Metastasen: hypo- / iso- / hyperdens, meist rundlich, perifokales Ödem, deutliche Aufnahme von Kontrastmittel

11 Thorax-Diagnostik

Methode: • meist in 2 Ebenen (p.a., seitlich), tiefe Inspiration • Hartstrahltechnik: 120-150 kV bei 5 mAs • Säuglinge: p.a.-Aufnahme im Hängen

p.a.-Aufnahme

Randbildung: • rechts: V. cava superior, (Aorta ascendens), rechter Vorhof, (V. cava inferior) • links: Aortenbogen + Aorta ascendens, A. pulmonalis, linker Vorhof (Herzohr), linker Ventrikel

Reihenfolge der Beurteilung:

Qualität: • Position: Verdrehung ? (mediale Clavicularenden) • Belichtung: Wirbelsäule durch Herzschatten noch sichtbar • Inspirationstiefe: wichtig für Herzgröße und basale Lungenabschnitte

Peripherie: Hals, Abdomen, Weichteilmantel der Thoraxwand

Knochen: HWS, Schultergürtel, Rippen

Thoraxorgane: • Zwerchfell: abgrenzbar !, einseitiger Hochstand !?, Verkalkung ? • Recessus phrenico-costales: frei !, verschattet ? • Pleura: allseits anliegend !, verdickt ? • Mediastinum: Breite • Trachea: verlagert ?, imprimiert

? • Aortenbogen + Aorta: verkalkt ?, Form, Größe • Hili: Form, Größe, Lage, verkalkt ? • Lunge: seitengleich belüftet !, Kaliber der Lungengefäße, Verschattung ?, Rundherde ? • Herz: Form, Größe, Lage, Verkalkung ?

a.p.-Aufnahme

liegender Patient ⇒ Herz erscheint größer, Zwerchfellhochstand (schlechte Beurteilung der basalen Lunge), verbreiterte V. cava superior (verbreitertes oberes Mediastinum)

Reihenfolge der Beurteilung:

Qualität: • Position: Verdrehung ? • Belichtung: • Inspirationstiefe: wichtig für Herzgröße + basale Lunge
 Peripherie: Hals, Abdomen, Weichteilmantel der Thoraxwand
 Knochen: HWS, BWS, Sternum
 Thoraxorgane: Herz, Mediastinum, Retrosternalraum (Verschattung ?), Retrokardialraum (Verschattung ?), Zwerchfell, Recessus phrenicocostales (frei !, verschattet ?)

Seitaufnahme

linksseitig

Randbildung: • ventral: Aorta ascendens, Truncus pulmonalis, rechter Ventrikel • dorsal: A. pulmonalis, Aorta descendens, linker Vorhof, linker Ventrikel, V. cava inferior

RAO – rechter vorderer Schrägdurchmesser

Fechterstellung (60° Drehung, rechte Schulter am Film ⇒ gute Beurteilung des linken Vorhofs)

Randbildung: • ventral: Aorta ascendens, Truncus pulmonalis, linker Ventrikel • dorsal: Gefäße (V. cava sup, distaler Aortenbogen, Aorta descendens, rechte A. pulmonalis), linker Vorhof, rechter Vorhof, V. cava inferior

LAO – linker vorderer Schrägdurchmesser

Boxerstellung (60° Drehung, linke Schulter am Film ⇒ gute Beurteilung des linken Ventrikels)

Randbildung: • ventral: Aorta ascendens, rechter Vorhof, rechter Ventrikel • dorsal: Aorta descendens, Pulmonalgefäße, linker Vorhof, linker Ventrikel, V. cava inferior

Liegend-Aufnahme – horizontaler Strahlengang

Thoraxdurchleuchtung

Phänomene

Silhouettenphänomen:

Euler-Liljestrand-Reflex: azidotisches / hypoxisches Gewebe reagiert mit reflektorischer Vasokonstriktion ⇒ Lungengefäße erscheinen dünnkalibriger (Gefäßrarefizierung) • bei Lungenembolie, Bronchialkarzinom, Umverteilung bei kardial bedingter Lungenstauung

Umverteilung: normalerweise Verhältnis der Gefäßquerschnitte von Lungenunterfeld zu Oberfeld = 3:1 • bei Linksherzinsuffizienz: ↑ freie Flüssigkeit im Interstitium (Unterfeld) ⇒ verschlechterter O₂-Austausch und Hypoxie ⇒ reflektorische Vasokonstriktion und verminderte Elastizität der Lungenbasis ⇒ verändertes Gefäßquerschnitt-Verhältnis (1:1)

Kerley-Linien

Interlobarsepten (verdickt durch Ödeme, Infiltrationen, Fibrose), nur Kerley-B-Linie wichtig

Kerley-A-Linien: vom Hilus ausgehend, entspricht Ödem der zentralen Septen

Kerley-B-Linien: horizontal verlaufende parallele Linien in basalen peripheren Lungenabschnitten (1-2cm lang, 1mm dick)

Kerley-C-Linien: diffus verteilte Netzzeichnung (aufeinanderprojizierte interlobäre Septen)

Air-Trapping: beweglicher Fremdkörper mit Ventilfunktion ⇒ gefangene Luft im Alveolarraum ⇒ lokale Lappenüberblähung, Atelektase

Lunge

Indikationen

Trauma, Entzündung, präoperativ

Krankheitsbilder

Pneumothorax: • Bild: tiefschwarzer Pleuraspalt, als Linie sichtbare viszerale Pleura (Betonung bei Expirationsaufnahme), Mediastinalverlagerung zur betroffenen Seite, Zwerchfellhochstand • Spannungspneumothorax: Mediastinalverlagerung zur gesunden Seite, ipsilateraler Zwerchfelltiefstand

Pleuraerguss: • Patho: Flüssigkeitsansammlung in Pleurahöhle (zwischen Pleura viszeralis und parietalis)
 • Bild: meniskusförmige nach lateral bzw. dorsal ansteigende homogene Verschattung des Recessus phrenicocostalis, Erguss auf Seitaufnahme (ab 100ml) eher erkennbar als auf p.a.-Aufnahme (ab 200-500ml), nicht-gekammerter Erguss läuft im Liegen nach kranial aus, bei zusätzlichem Pneumothorax Luft-Flüssigkeits-Spiegel sichtbar

Aero- / Pneumobronchogramm: verdichtetes Lungengewebe (Infiltration, Flüssigkeitseinlagerung) neben lufthaltigen Bronchien
 ⇒ Bronchien als Aufhellungslinien sichtbar

Atelektase: luftleerer Lungenabschnitt

- Bild: großflächige Verschattung ohne Bronchoaerogramm, Volumenverkleinerung des dicht erscheinenden Lungenabschnittes, konkavbogige Begrenzung der Verschattung, verlagerte Lappenspalten zum atelektatischen Abschnitt hin, Zwerchfellhochstand auf betroffener Seite, Mediastinalverlagerung zur betroffenen Seite, kompensatorische Überblähung der nicht-atelektatischen Abschnitte (Transparenzerhöhung, Rarefizierung der Gefäßzeichnung)

Dystelektase: minderbelüfteter Lungenabschnitt (Vorstufe der Atelektase)

Emphysem:

- Patho: erweiterte Lufträume distal der Bronchioli terminalis durch Wanddestruktion
- Bild: Transparenzerhöhung, Rarefizierung der Gefäßzeichnung, dilatierte Stamm- + Lappenarterien, Kalibersprünge der Gefäße, abgeflachte Zwerchfellkuppeln, verbreiterte Interkostal-räume, horizontal verlaufende dorsale Rippenanteile, Faßthorax, Bullae-Bildung

Pneumonie:

- Lobärpneumonie: alveolär (geringer Befall der Bronchien), Bild ⇒ großflächige Verschattung in einem Lappen, Aerobronchogramm, konvex-bogige Begrenzung der Verschattung, Volumen auctum, Verlagerung der Lappenspalten vom Lappen weg
- Bronchopneumonie: terminale Bronchiolen, Bild ⇒ Fleckschatten (mgl. Konfluation), normal belüftete Lungenareale zwischen befallenen Abschnitten
- interstitielle Pneum.: zentrale Netzzeichnung, auch fleckige konfluierende Verschattungen

Lungenfibrose: Zunahme der Kollagenfasern im Interstitium bei interstitieller Lungenerkrankung • Bild: streifig-retikuläre Zeichnungsvermehrung (später retikulo-noduläre Zeichnung), Wabenlunge im Endstadium (zystische basale Veränderungen, 5-10mm Ø) Volumenminderung der Lunge ⇒ Zwerchfellhochstand

Bronchialkarzinom:

- Lokalisation: meistens zentral hilusnah (Wachstum innerhalb des Bronchialbaumes, entlang von Lymphspalten, im Bronchiallumen, im Interstitium), periphere Lage (Adenokarzinome), Lage in Lungenspitze (Pancoast-Tumor) • Bild: Vergrößerung des Hilusschattens lateral konvex, Tumorschatten, unscharfe Begrenzung des Tumors mit Corona radiata, hilifugale Infiltrationen der Lymphangien, Bronchus-stenose oder Bronchusabbruch (Dysatelektase oder Atelektase), poststenotische Pneumonie, post-stenotisches Air-Trapping, Hilusparadoxon (größerer Hilus auf gesunder Seite), Rigler-Nabel-Zeichen (Ein-ziehung an Einmündung der Tumorgefäße), Zwerchfellhochstand bei Tumorinfiltration in N. phrenicus, Pleuraerguß bei Pleuritis carcinomatosa oder Lymphabflußstörung, Lymphome

Lungenmetastasen: • Bild: 25% solitär, rund mit unterschiedlichen Durchmesser, meist scharf begrenzt, oft im Unterlappen

Lungenembolie:

- Bild: zunächst unauffällig (eventuell Minderperfusion + Größenänderung des Pulmonalis-hauptstammes), im Verlauf einseitiger Zwerchfellhochstand + Dysatelektase + kleiner Pleuraerguß, nach Stunden eventuell Lungeninfarkt (keilförmige Verschattung mit Spitze zum Lungenhilus + Basis zur viszerale Pleura) • einfacher nicht-invasiver Nachweis über kontinuierliche Perfusions-Ventilations-Szintigraphie • sicherer invasiver Nachweis über Pulmonalisangiographie

Lungenstauung / -ödem:

- Bild: vermehrte Gefäßzeichnung (gleichzeitige Gefäßunschärfe durch perivasales Ödem, Perfusionsumverteilung, unscharfe Hili, akzentuierte Lappenspalten, Kerley-A und B-Linien, basale Schleierung (Ödem), eventuell Pleuraerguß, Zwerchfellhochstand, Herzvergrößerung (Cave Sportlerherz), eventuell perihiliäres Schmetterlingsödem, verbreiterte Oberlappenbronchien-Wände

Schocklunge: • Bild: perihiliäre Fleckschatten nach 12h, Aerobronchogramm ⇒ Fibrose

- Patho: ↑ Permeabilität der Kapillarmembran ⇒ Transsudation von Plasma + Zellelementen in Lungeninterstitium und später Alveolarraum (interstitielles → alveoläres Lungenödem) ⇒ Bildung hyaliner Membranen, Mikroatelektasen ⇒ Lungenfibrose

Herz

Herzvitien

Aortenklappenstenose:

- Bild: Verkalkung der Aortenklappe, vergrößerter linker Ventrikel (konzentrische Hypertrophie), ausgeprägte Herztaille (Dilatation), aortale Konfiguration, rechts deutliche Aorta asc. (post-stenotische Dilatation), vergrößerter linker Vorhof (reaktive Mitralklappeninsuff.) ⇒ Lungenstauungszeichen

Aortenklappeninsuffizienz:

- Bild: Rechtsdrehung + Verbreiterung des Herz nach links und hinten + ausgeprägte Herztaille (Volumenbelastung), aortale Konfiguration, Dilatation der Aorta ascendens + Aortenbogen, vergrößerter linker Vorhof ⇒ Lungenstauungszeichen

www.med-school.de

Die komplette 20-seitige
Druckversion dieses Skriptes
finden sie im Passwort-
geschützten Bereich.