

MEDIZINISCH-TECHNISCHE
RADIOLOGIE

;medi



Lungenszintigraphie

Hintergründe, Durchführung, klinische Anwendung

Themen

Teil I

- Hintergrund
 - Bedeutung der Lungenembolie
 - Vergleich V/Q-Szintigraphie und CT-Angiographie
 - Repetition Funktionsweise V/Q-Szintigraphie
 - Einsatz und Limitationen der V/Q-Szintigraphie
 - Befundmuster
- Strahlenschutz, Dosis

Teil II

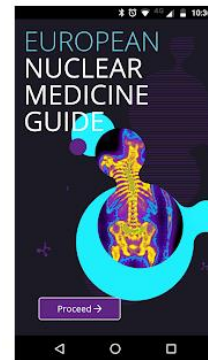
- Klinische Fallbeispiele

Literatur

DGN – Guideline (https://www.nuklearmedizin.de/leistungen/leitlinien/docs/031-005_Lungenzintigraphie_2017.pdf)

EANM – Guideline (<https://www.eanm.org/publications/guidelines/pulmonary-embolism/>)

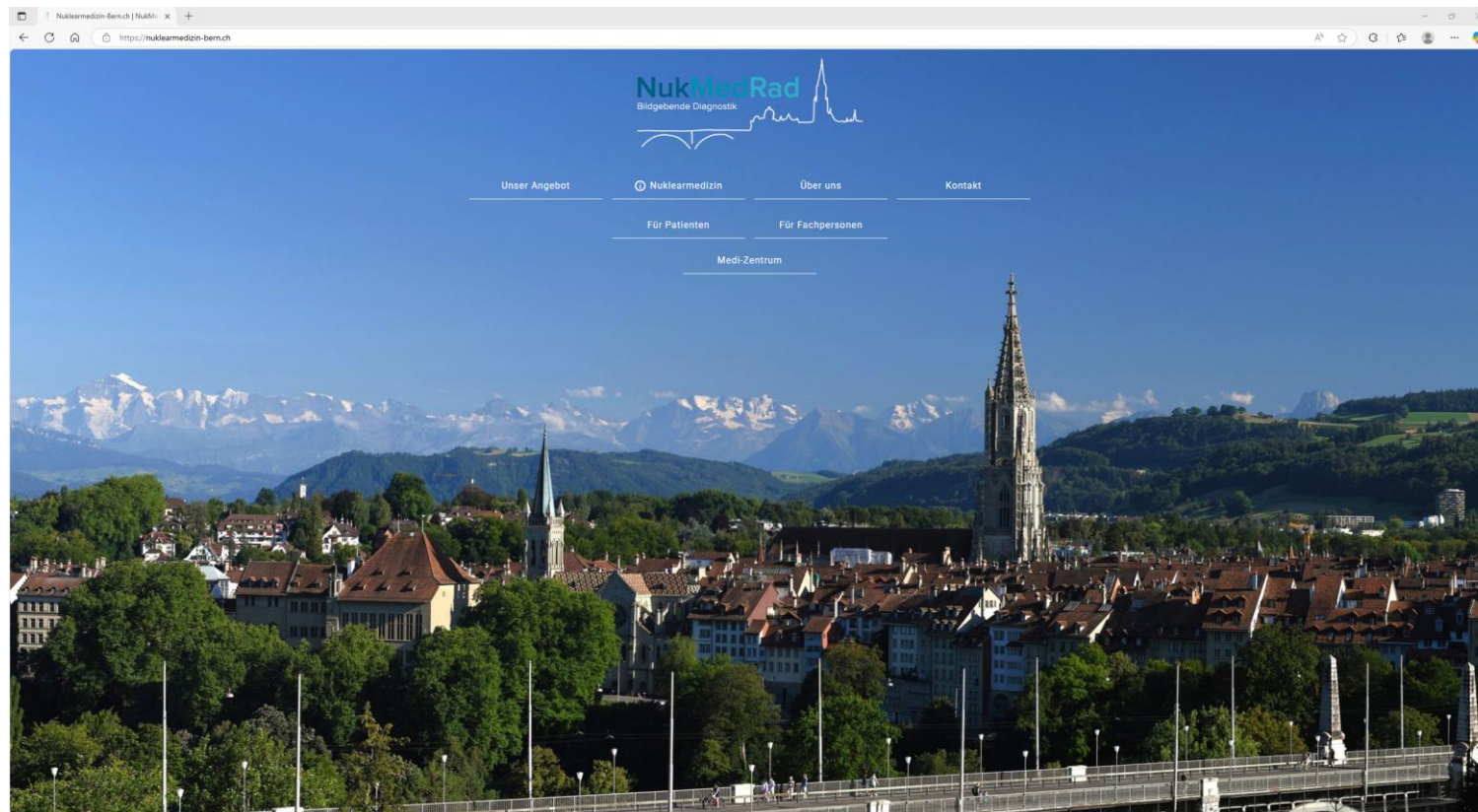
EANM – NucMedGuide-APP



Diagnostische Referenzwerte BAG (<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/informationen-fuer-medizinische-betriebe/diagnostische-referenzwerte-im-strahlenschutz.html>)

- Diagnostische Referenzwerte Nuklearmedizin bzw. Radiologie
- L-10-05 – Empfehlungen zum Schutz des Personals bei der Lungenventilationsszintigraphie

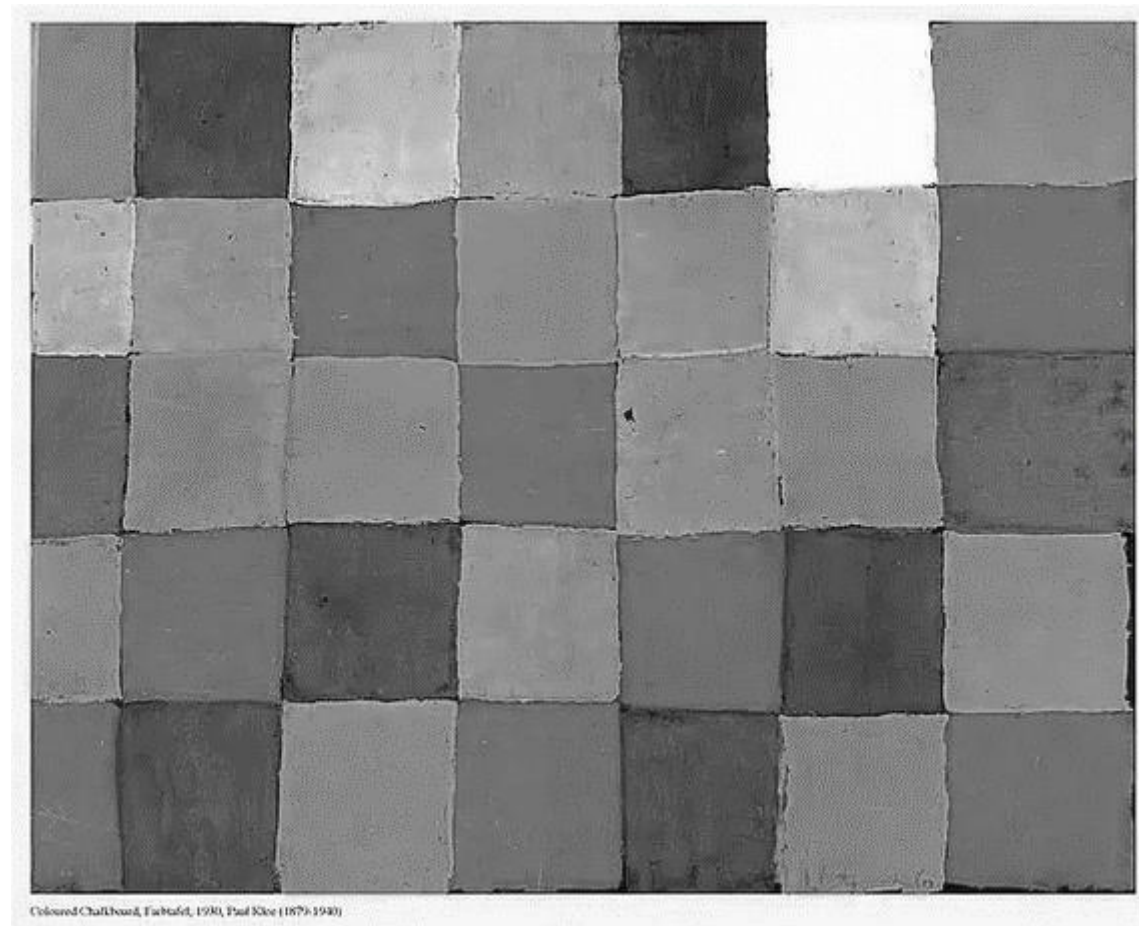
Für Fälle und Infos:



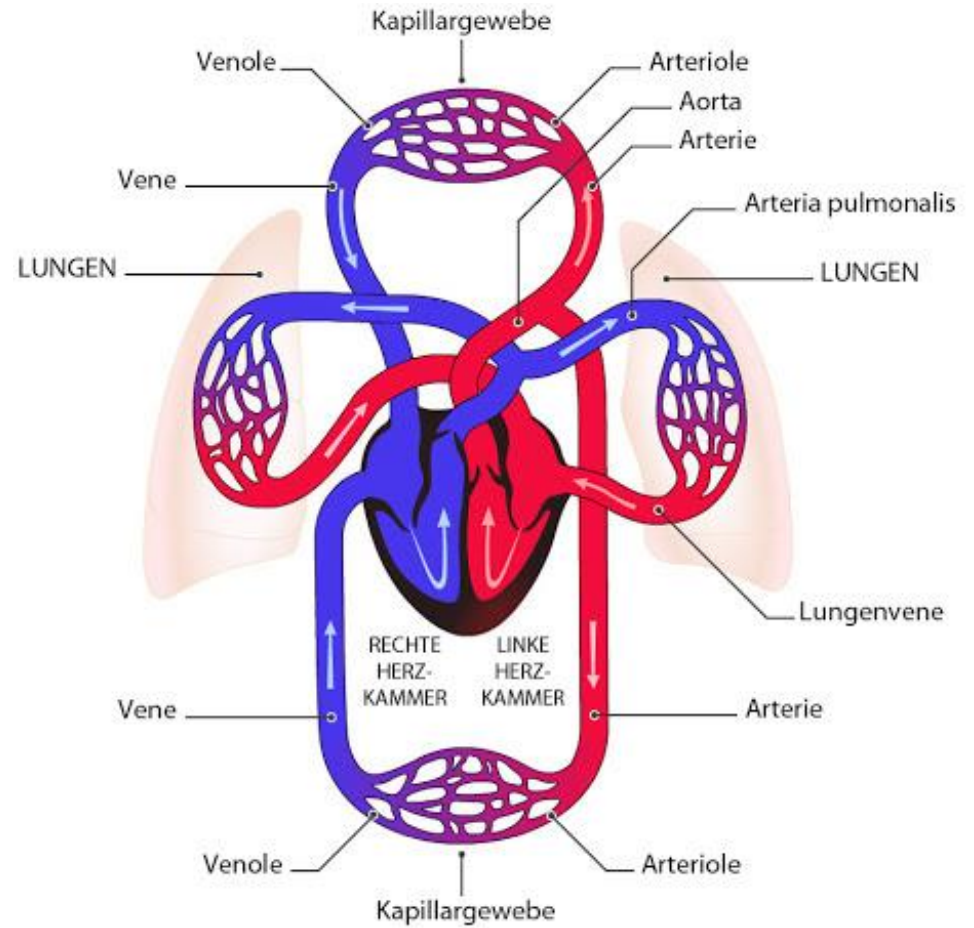
<https://nuklearmedizin-bern.ch>

Teil I

Der Hintergrund



Teil I – Hintergrund



Teil I – Hintergrund

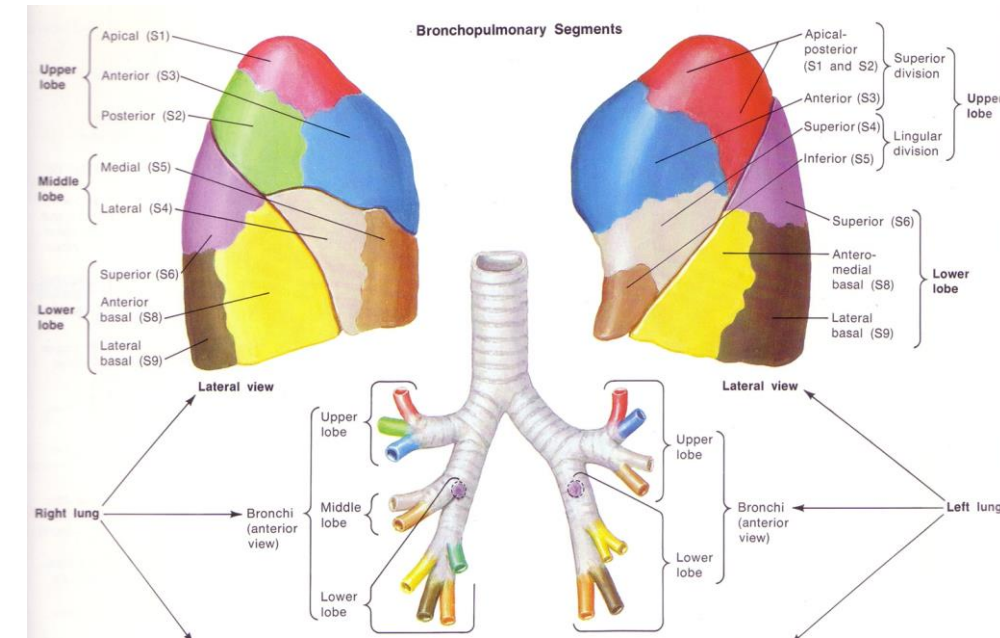
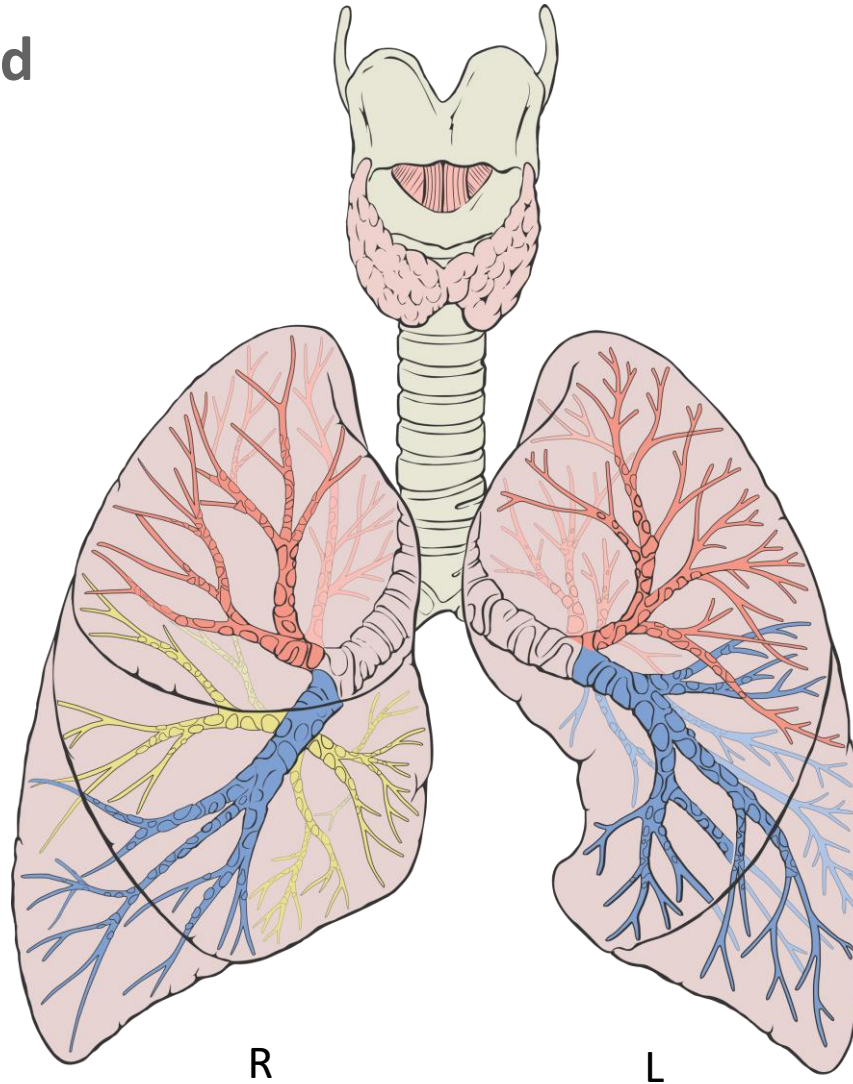
Lappen

- Oberlappen
- Mittellappen
- Unterlappen

Segmente

- I-X (rechts)
- I-VI, VIII-X (links)

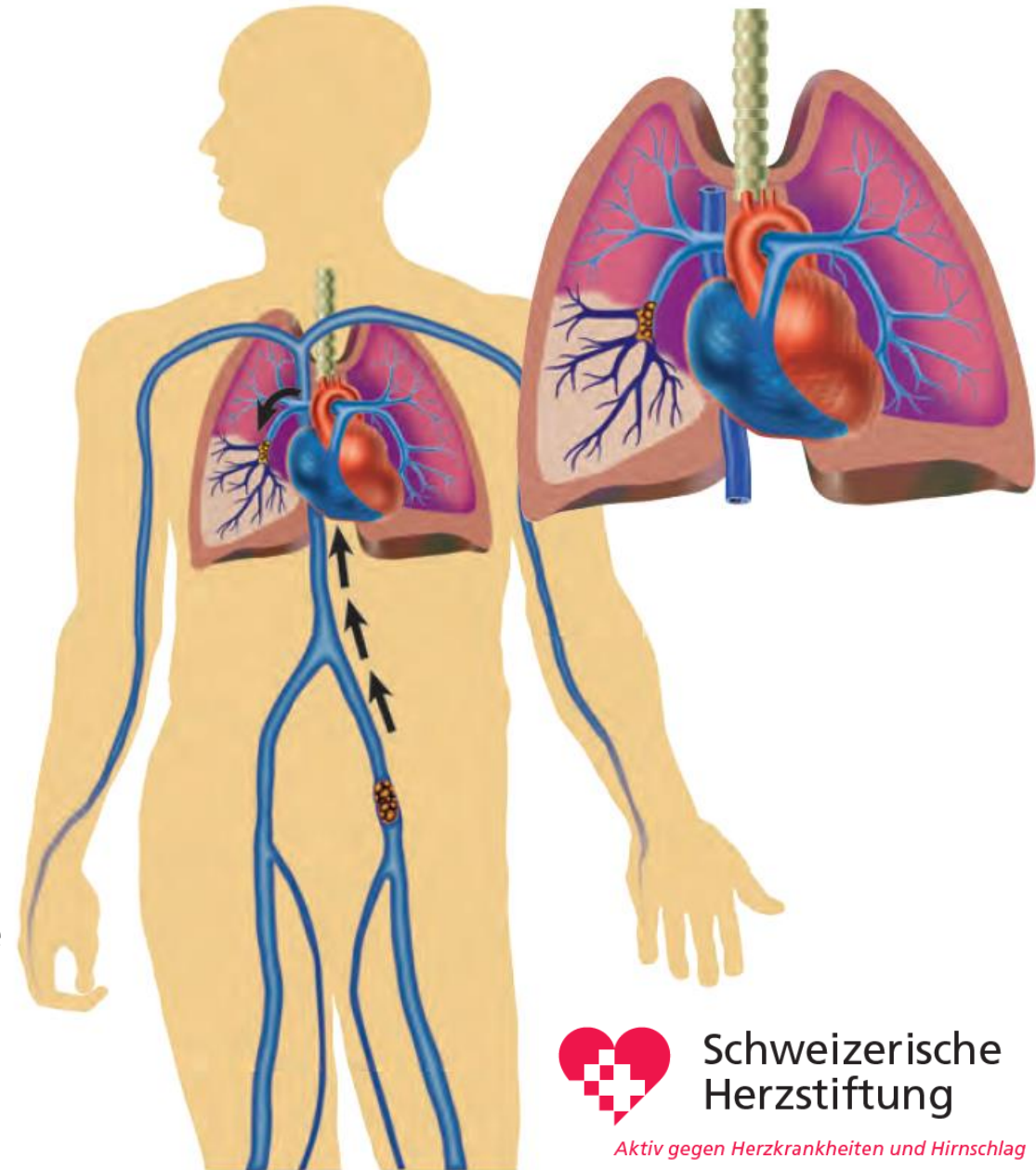
Subsegmente



Teil I - Hintergrund

Bedeutung der Lungenembolie (LE)

- Ein Blutgerinnsel gelangt z.B. aus einer Beinvene über die Vena cava inferior in das rechte Herz und wird in die arterielle Lungenstrombahn gepumpt. Dort verlegt es z.B. einen Ast einer Segmentarterie.
- Der von dieser Lungenarterie versorgte Lungenanteil wird zwar weiterhin mit eingeatmeter Luft ventiliert, aber nicht mehr durchblutet. Er nimmt daher nicht mehr an dem Gasaustausch zwischen Blut und eingeatmeter Luft teil.
- Der Sauerstoffanteil in der Aorta und in den nachgeschalteten Arterien (z.B. für das Gehirn) nimmt ab.
- Der Druck in der arteriellen Lungenstrombahn steigt an. Das rechte Herz muss nun gegen einen erhöhten Widerstand anpumpen. Dies kann zu einem schnellen (bei der akuten LE) oder zu einem chronischen Herzversagen (chronisch rezidivierende LEs) führen.
- Evtl. vollständige oder partielle Auflösung des Embolus im Verlauf.



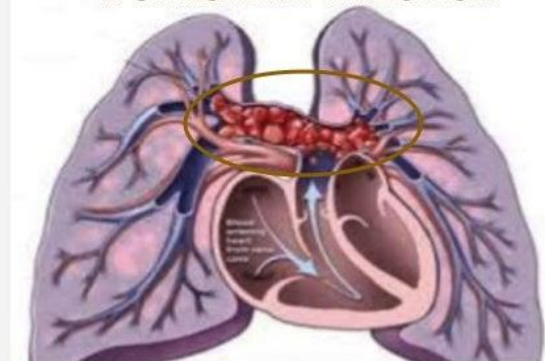


<https://webpath.med.utah.edu/LUNGHTML/LUNG127.html>

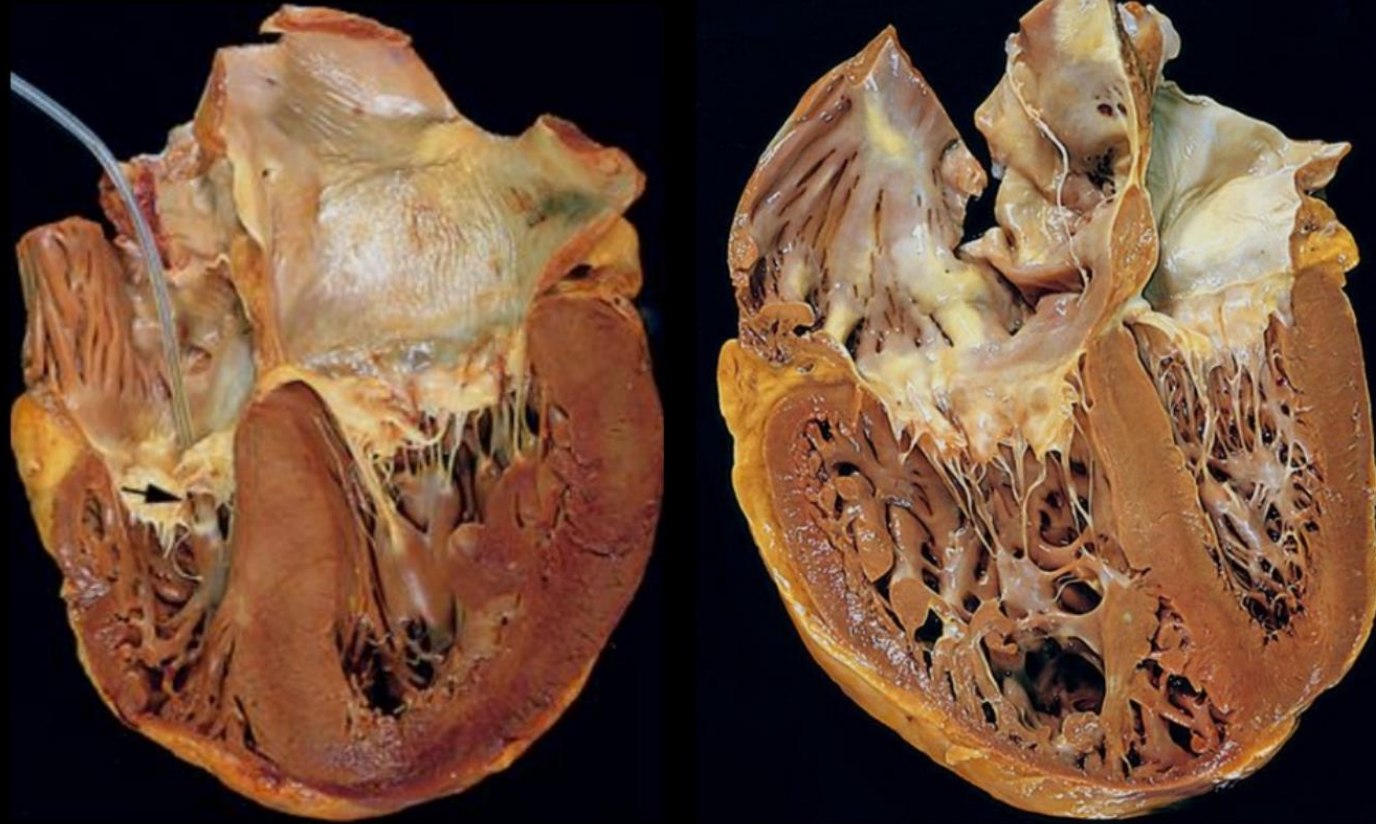


https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gross_Pathology_Saddle_Pulmonary_Embolism.jpg

PULMONARY EMBOLISM



<https://www.slideshare.net/5936/pulmonary-embolism-152603677>

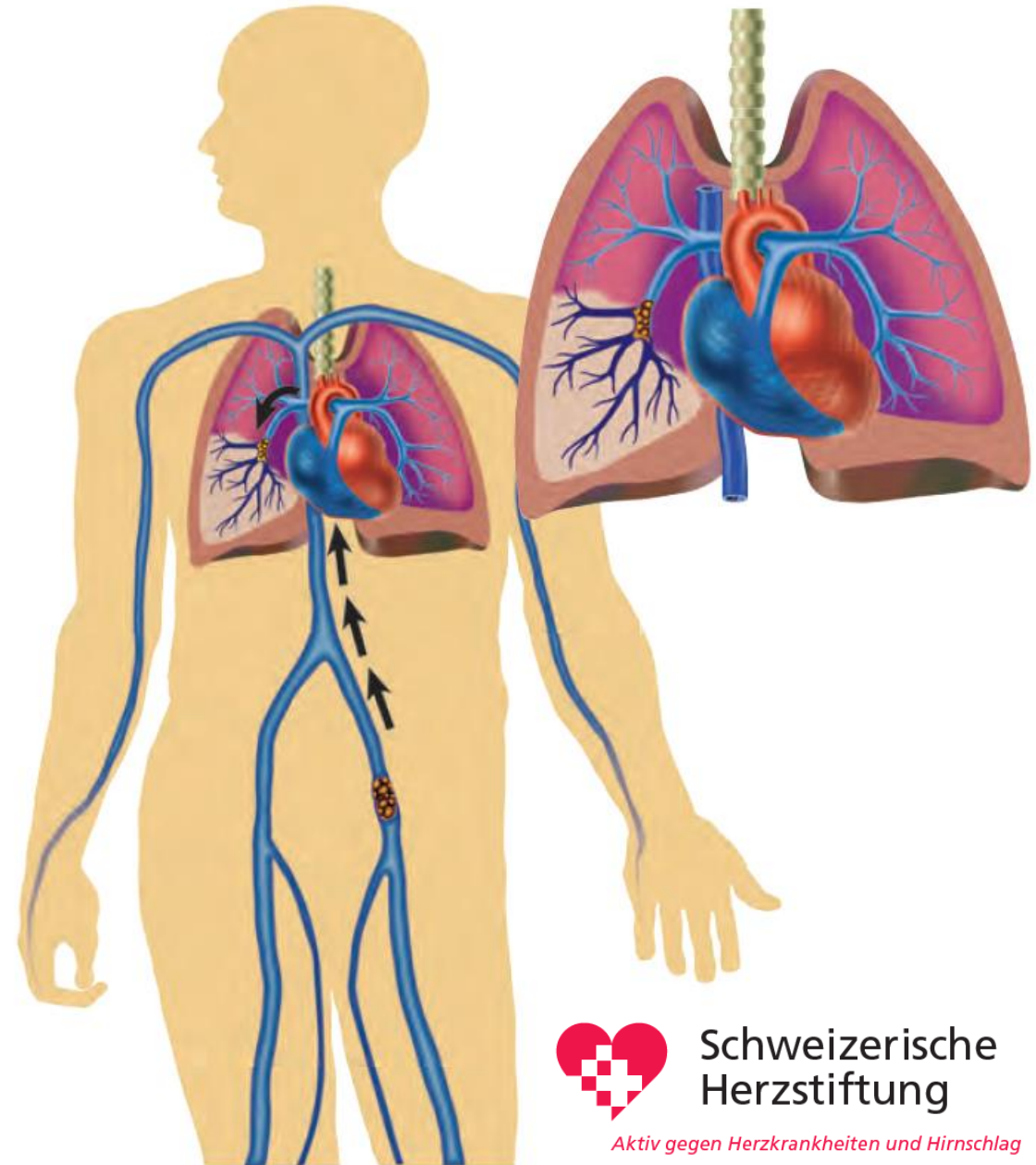


Left ventricular hypertrophy (L) and cor pulmonale (R)

Teil I - Hintergrund

Bedeutung der Lungenembolie (LE)

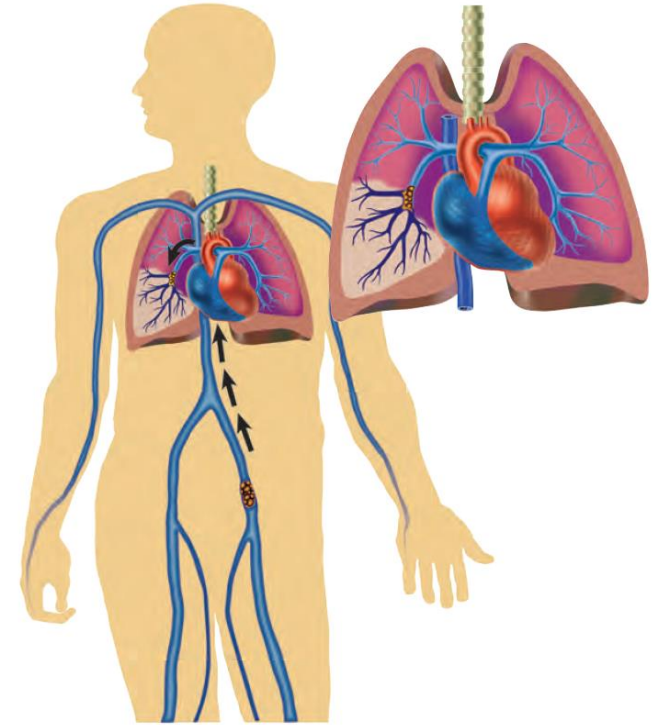
- Akute Embolie
- Chronisch rezidivierende Embolien
 - Kleine Embolien, die ohne Symptomatik bleiben
 - Führen zu einer langsam fortschreitenden Schädigung der Lungenstrombahn
 - Progrediente Druckerhöhung in den Lungenarterien und im rechten Herz.
 - Rechts-Herzinsuffizienz
- Nicht nur thrombotische Embolien:
 - Andere z.B. Luft, Fruchtwasser, Fett, Knochenzement u.a.



Teil I - Hintergrund

Bedeutung der Lungenembolie (LE)

- Dritthäufigste kardiovaskuläre Todesursache (hohe Dunkelziffer)
- Äusserst selten < 15 Jahre, steigende Häufigkeit ab 60 Jahre
- Risikofaktoren, u.a.:
 - Genetische Grunderkrankung (z.B. Faktor-V-Mutation Typ Leiden, Protein C/S-Mangel)
 - Malignom-Erkrankung (Trousseau-Syndrom)
 - Kürzlich zurückliegende Immobilisation
 - Kürzlich zurückliegende Operation (ohne Prophylaxe entwickeln bis zu 30% der OP-Patienten eine Beinvenenthrombose)
 - Beinvenenthrombose (bei proximaler Beinvenenthrombose ca. 44% LEs, häufig asymptomatische LEs)
 - Stattgehabte Lungenembolie
- Rasche und sichere Diagnose essentiell!



Teil I - Hintergrund

Bedeutung der Lungenembolie (LE)

- Symptomatik sehr variabel
 - Luftnot, evtl. Zyanose
 - (Blut-)Husten
 - Pleuritische Beschwerden
 - Plötzlicher Bewusstseinsverlust (Synkope)
 - Schocksymptomatik
 - Plötzlicher Tod

- Diagnose basierend auf
 - Klinischer Symptomatik und Vorgeschichte (z.B. stattgehabte OPs, Flugreisen)
 - **klinische Wahrscheinlichkeit** kann anhand von Scores abgeschätzt werden (z.B. **Wells Score**, Genfer Score)

Teil I - Hintergrund

TABELLE 1

Wells Score zur Abschätzung der klinischen Wahrscheinlichkeit einer Lungenarterienembolie (nach 13, 14)

| Wells Score | Ursprüngliche Version | Vereinfachte Version |
|--|-----------------------|----------------------|
| Frühere Thromboembolie | 1,5 | 1 |
| Herzfrequenz $\geq 100/\text{min}$ | 1,5 | 1 |
| Operation oder Immobilisation innerhalb der letzten 4 Wochen | 1,5 | 1 |
| Hämoptysen | 1 | 1 |
| Aktive Krebserkrankung | 1 | 1 |
| Thrombosezeichen | 3 | 1 |
| Alternative Diagnose unwahrscheinlicher als LAE | 3 | 1 |
| Klinische Wahrscheinlichkeit | | |
| 3-Stufen-Score | | |
| Niedrig | 0–1 | – |
| Mittel | 2–6 | – |
| Hoch | ≥ 7 | – |
| 2-Stufen-Score | | |
| LAE unwahrscheinlich | 0–1 | 0–1 |
| LAE wahrscheinlich | > 5 | ≥ 2 |

LAE-Wahrscheinlichkeit: niedrig 10 %; mittel 30 %, hoch 70 %.

Teil I - Hintergrund

Bedeutung der Lungenembolie (LE)

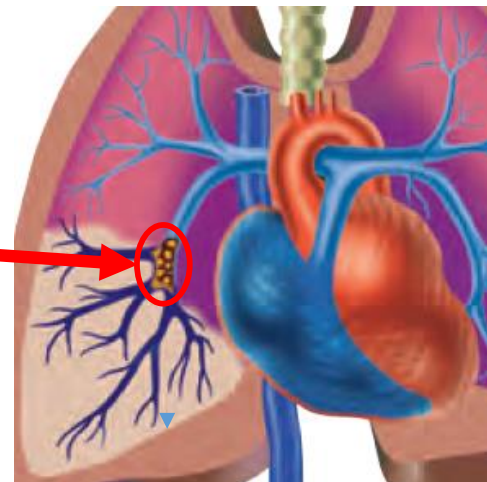
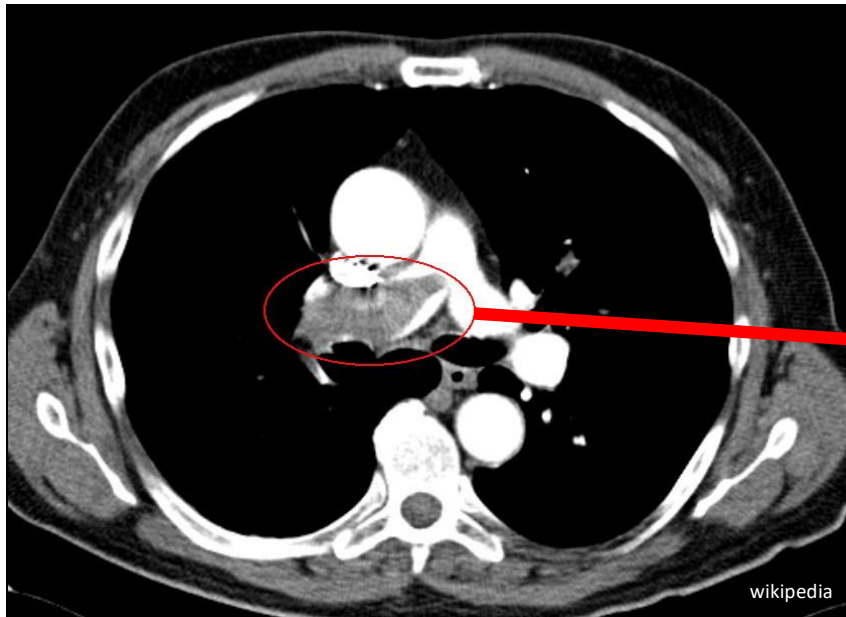
- Symptomatik sehr variabel
 - Luftnot, evtl. Zyanose
 - (Blut-)Husten
 - Pleuritische Beschwerden
 - Plötzlicher Bewusstseinsverlust (Synkope)
 - Schocksymptomatik
 - Plötzlicher Tod

- Diagnose basierend auf
 - Klinischer Symptomatik und Vorgeschichte (z.B. stattgehabte OPs, Flugreisen)
 - Blutuntersuchung (D-Dimere, aber nicht spezifisch)
 - **Bildgebung**

Teil I – Hintergrund

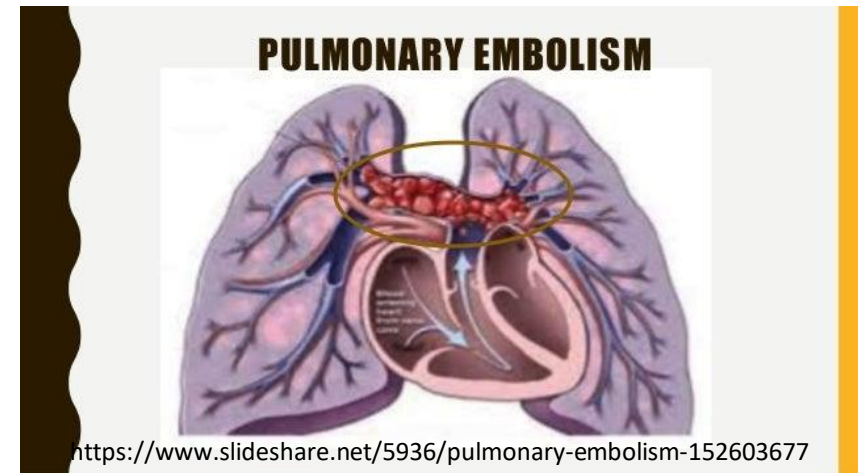
CT-Diagnostik

- Direkter Embolie-Nachweis
 - Über Kontrastmittelgabe direkter Nachweis eines Embolus als KM-Aussparung in einer Lungenarterie





https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gross_Pathology_Saddle_Pulmonary_Embolism.jpg

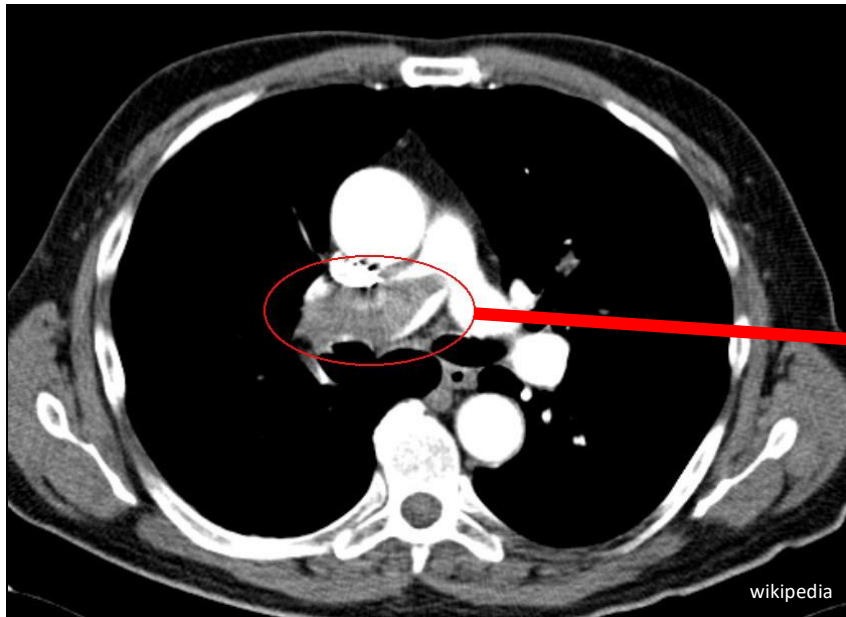


<https://www.slideshare.net/5936/pulmonary-embolism-152603677>

Teil I – Hintergrund

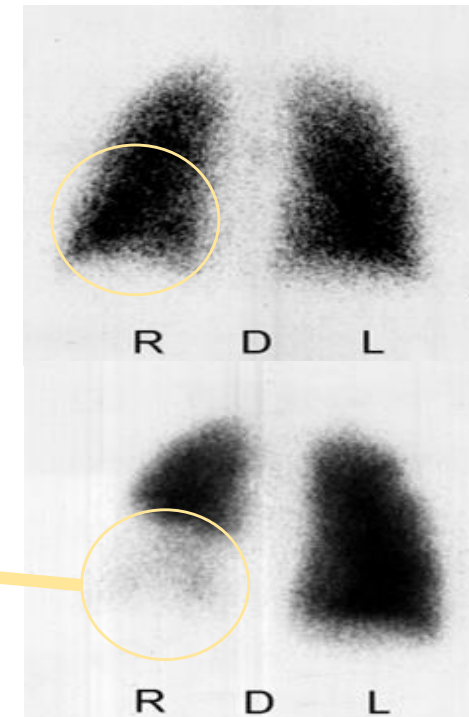
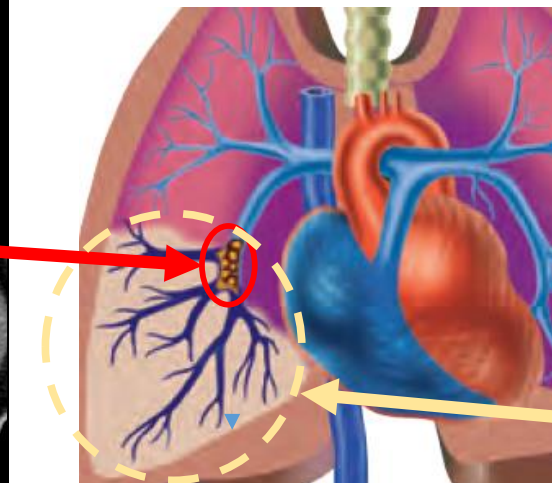
CT-Diagnostik

- Direkter Embolie-Nachweis
 - Über Kontrastmittelgabe direkter Nachweis eines Embolus als KM-Aussparung in einer Lungenarterie



Lungenzintigraphie

- Indirekter Embolie-Nachweis
 - Erhaltene Ventilation (V) + fehlende Perfusion (P)
 - => *V/P-mismatch*



Ventilation

Perfusion

Teil I – Hintergrund

CT-Diagnostik

- Direkter Embolie-Nachweis
Über Kontrastmittelgabe direkter Nachweis eines Embolus als KM-Aussparung in einer Lungenarterie
- Gleichzeitige Beurteilung der Lungenstruktur
- Schnelle, ubiquitär zugängliche Methode

Lungenzintigraphie

- Indirekter Embolie-Nachweis
Bei erhaltener Ventilation (V) Nachweis einer fehlenden Perfusion (P) = V/P-mismatch
- **Sensitiver Nachweis auch kleiner Embolien (SPECT/CT)**
Kleine Emboli führen zu Minderperfusion grösserer Lungenareale
- **Kein i.v.-Kontrastmittel notwendig**
– gut bei Niereninsuffizienz
- CT zusätzlich durchführbar
- Funktionelle Untersuchung => Quantitative V/P-Auswertungen möglich

Teil I – Hintergrund

CT-Diagnostik

- Neg:
 - Eingeschränkte Sensitivität bei chronisch rezidivierenden LEs
 - CAVE Niereninsuffizienz, Hyperthyreose
 - CAVE KM-Unverträglichkeit
 - CAVE Schwangerschaft

Lungenzintigraphie

- Neg:
 - Evtl. eingeschränkte Sensitivität bei stark vorgeschädigter Lunge
 - Aufwendigeres Verfahren im Vergleich zur CT
 - Nicht überall / zu jeder Zeit verfügbar

Teil I - Hintergrund

Indikationen für die V/P-Szintigraphie (DGN-Leitlinie)

■ LE-Diagnostik:

- vorzugsweise bei kreislaufstabilen Patienten
- **Niereninsuffizienz, KM-Unverträglichkeit, Hyperthyreose**
- LE-Symptomatik und negativer CT-Befund
- **Junge Frauen** geringere Strahlenexposition der Mammae als CT
- **Schwangerschaft, post partum** geringere Strahlenexposition der Mammae als CT
- Geschlechtsunabhängig bei jüngeren Patienten geringeres Karzinomrisiko in Folge

Teil I - Hintergrund

Indikationen für die V/P-Szintigraphie (DGN-Leitlinie)

- **Pulmonale Hypertonie unklarer Ursache** zum Nachweis einer chronisch thromboembolischen pulmonalen Hypertonie (CTEPH)
- Quantifizierung von V/P vor Lungenresektion, Lungenvolumenreduktion, Lungentransplantation
- Diagnostik von Anomalien der Lungen, Quantifizierung eines Rechts-Links-Shunts.



Teil I - Hintergrund

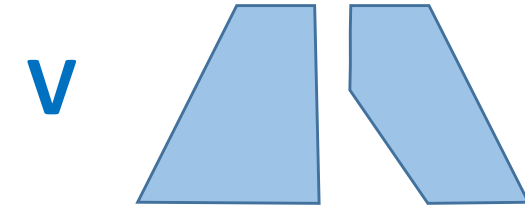
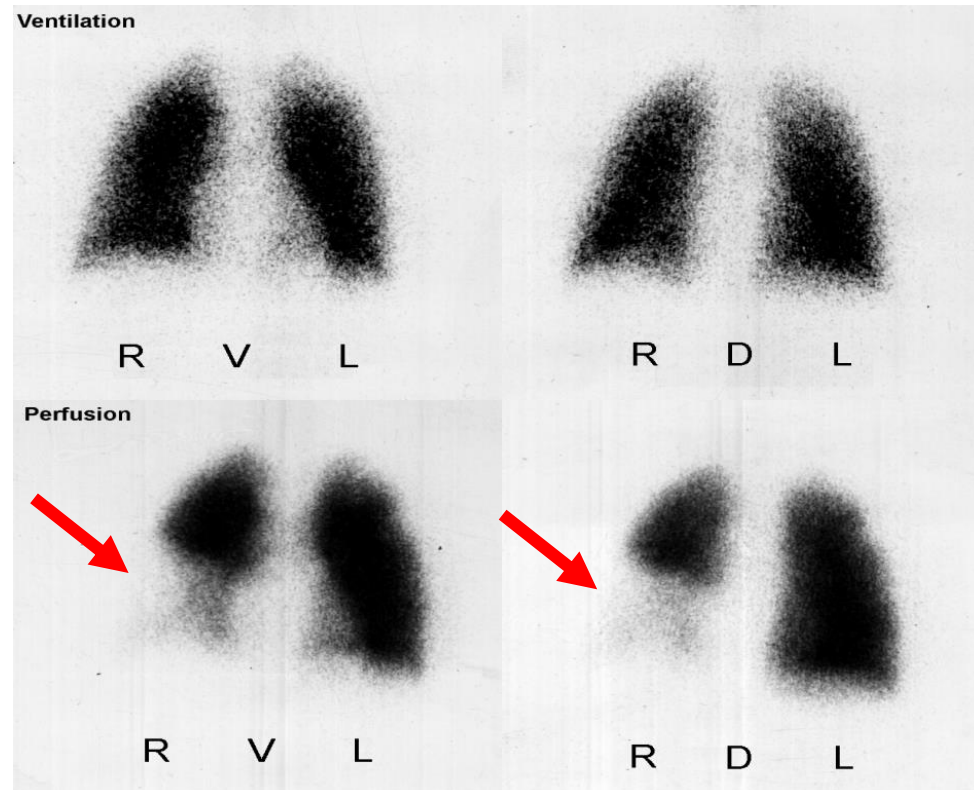
Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- Durchführung

Teil I - Hintergrund

Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- Diagnose der Lungenembolie über Vergleich der Ventilation mit der Perfusion

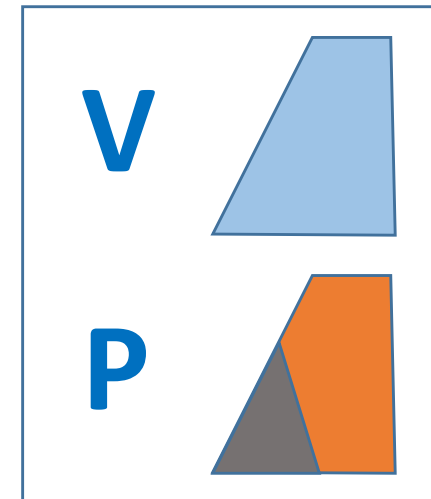
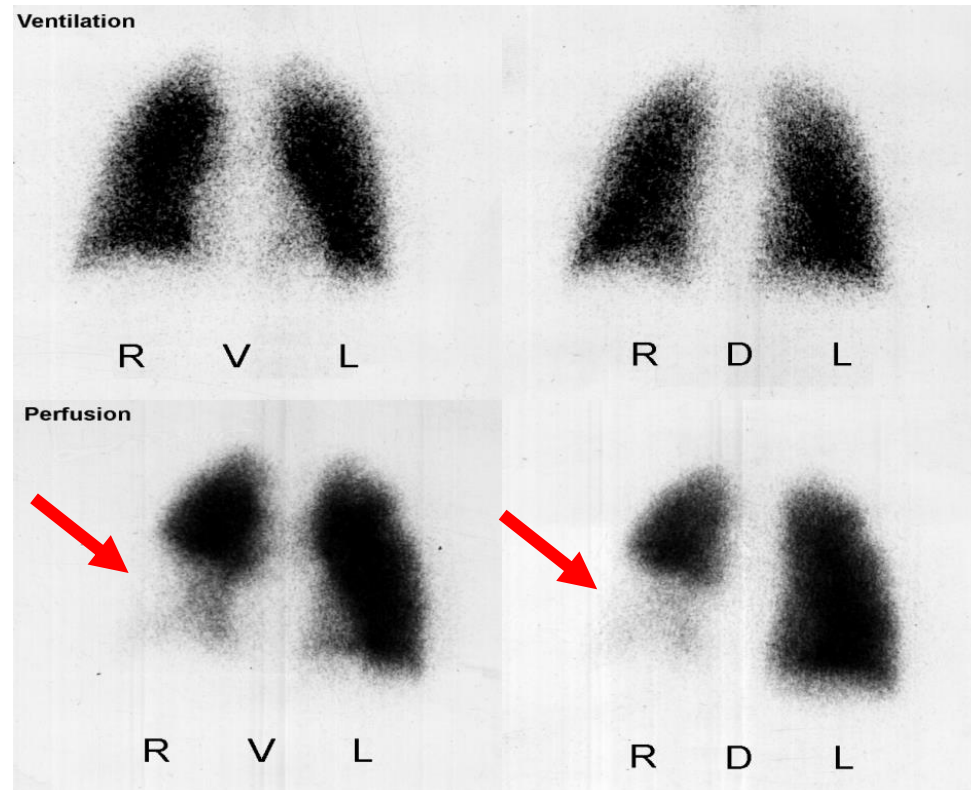


Unterenlappen-LE rechts

Teil I - Hintergrund

Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- Diagnose der Lungenembolie über Vergleich der Ventilation mit der Perfusion



Untere Lappen-LE rechts

Teil I - Hintergrund

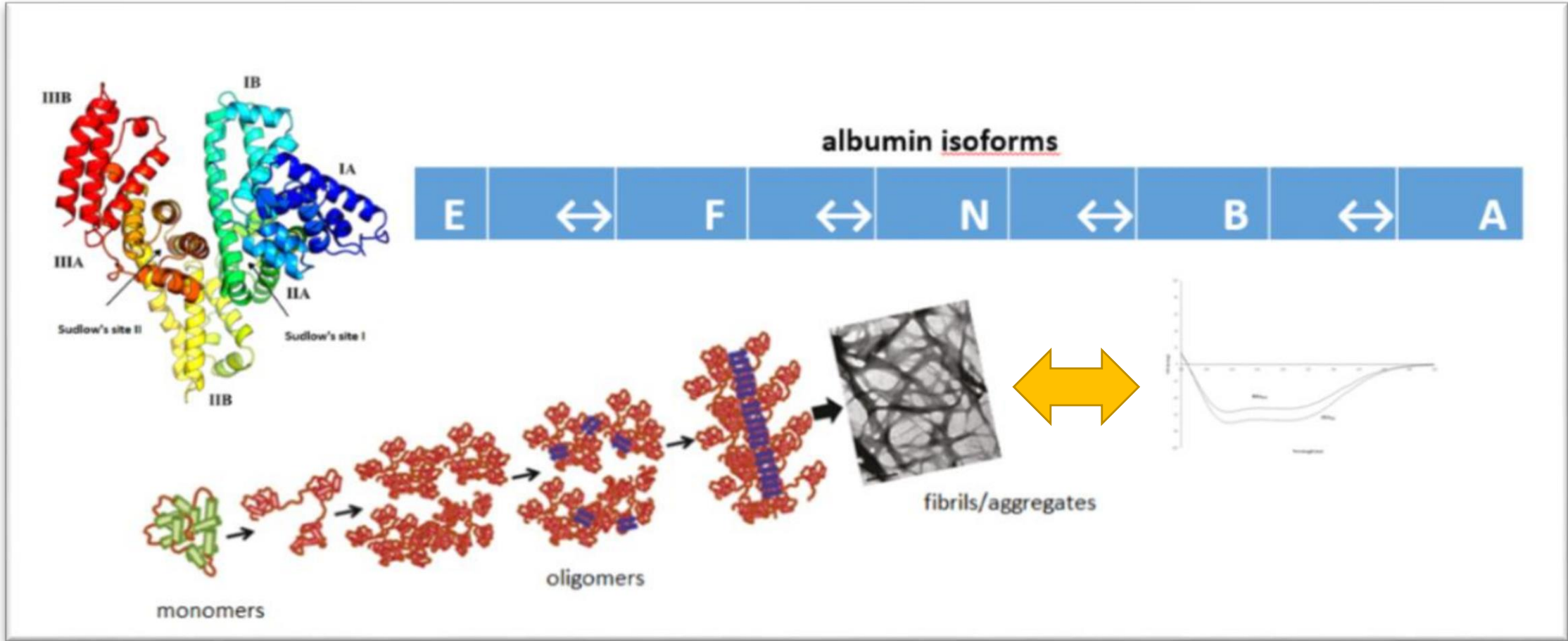
Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- **Perfusionsszintigraphie** = Darstellung der Kapillarperfusion der Lunge
- **Radionuklid** + **Tracer** = Radiopharmakon **Tc-99m-MAA**

Teil I - Hintergrund

Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

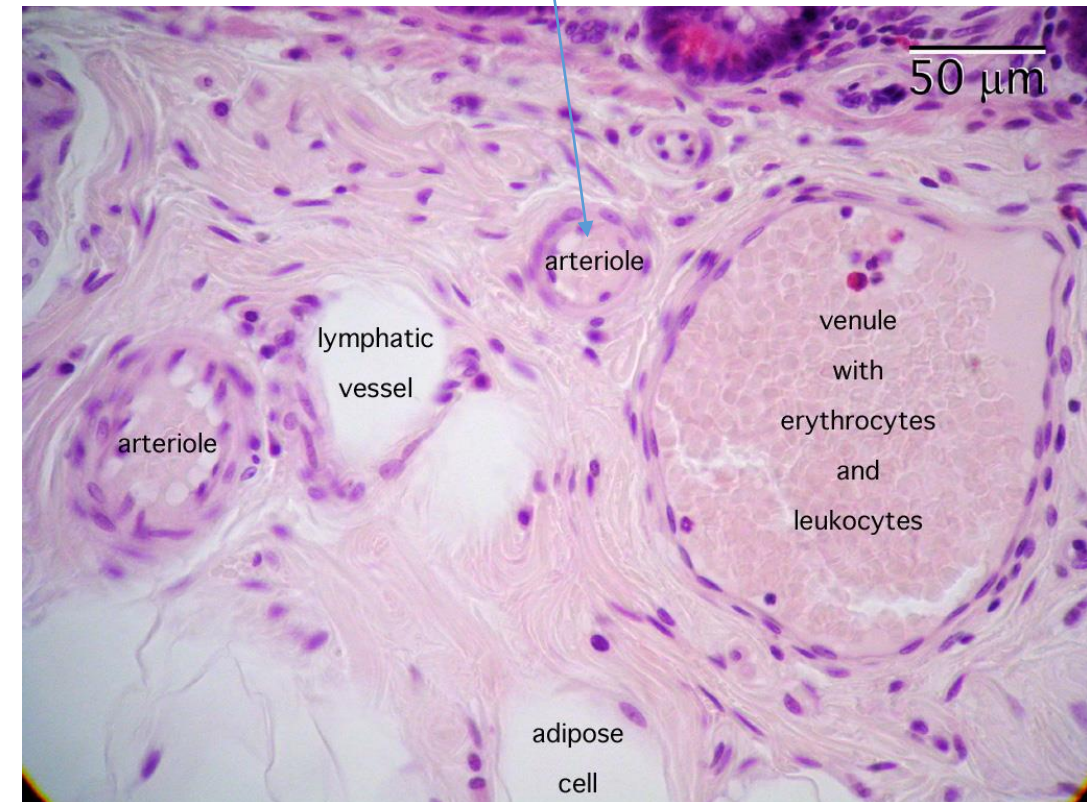
- **Perfusionsszintigraphie** = Darstellung der Kapillarperfusion der Lunge
- **Radionuklid** + **Tracer** = **Radiopharmakon Tc-99m-MAA**
 - Radionuklid:** Tc-99m (140 keV, $T_{1/2}$ 6 h) => Bildgebung
 - Tracer:** Makroaggregiertes Albumin (MAA) => Funktion



Makro-agglutiniertes Humanalbumin (MAA):

- hergestellt aus humanem Serum-Albumin (Blutprodukt)
- Partikel mit einem Durchmesser von 10-100 μm
- mit Tc99m-Perchnetat markiert
- Lungenperfusionsszintigraphie

Partikel so gross, damit sie in den präkapilären Arteriolen hängen bleiben



Teil I - Hintergrund

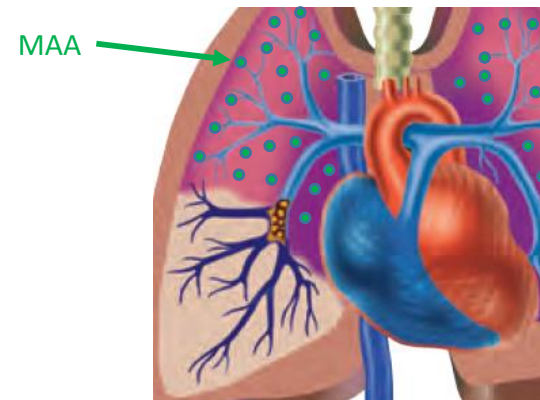
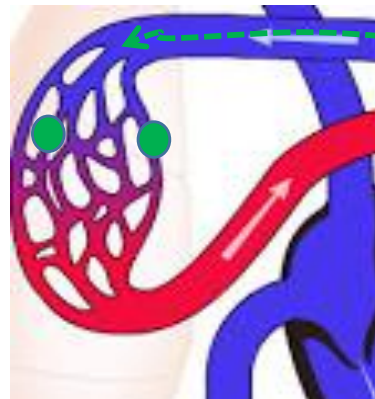
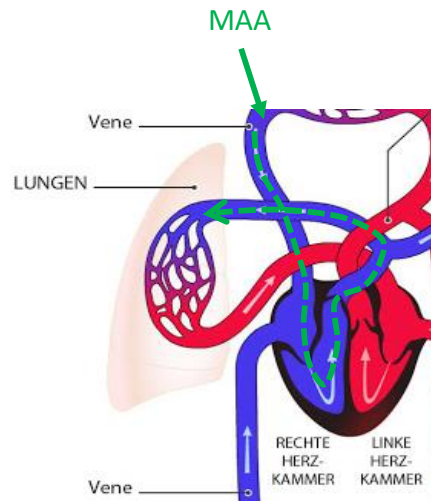
Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- **Perfusionsszintigraphie** = Darstellung der Kapillarperfusion der Lunge
- **Radionuklid + Tracer = Radiopharmakon Tc-99m-MAA**

Radionuklid: Tc-99m (140 keV, $T_{1/2}$ 6 h)

Tracer: Makroaggregiertes Albumin (MAA)

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Partikelgröße | 10-100 μm |
| Injizierte Partikelzahl | 3×10^5 (50.000 – 500.000) |
| Anzahl der Lungenkapillaren | ca. 3×10^{15} |



Teil I - Hintergrund

Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- **Perfusionsszintigraphie** = Darstellung der Kapillarperfusion der Lunge
- **Radionuklid + Tracer = Radiopharmakon Tc-99m-MAA**

Radionuklid: Tc-99m (140 keV, $T_{1/2}$ 6 h)

Tracer: Makroaggregiertes Albumin (MAA)

Partikelgröße

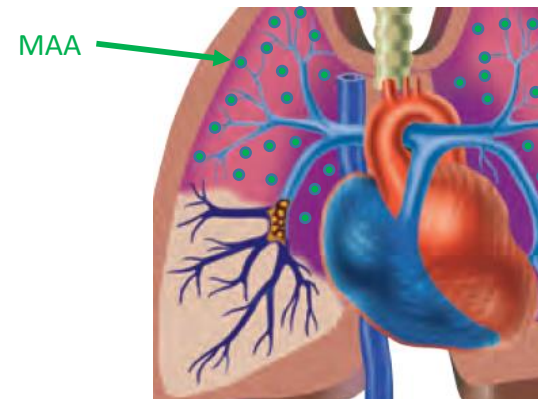
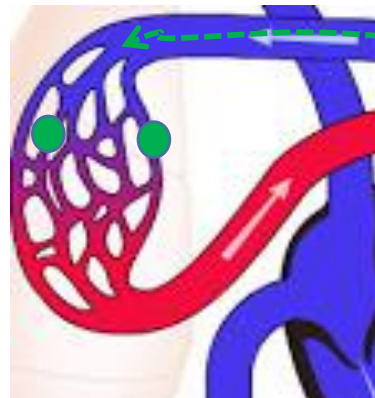
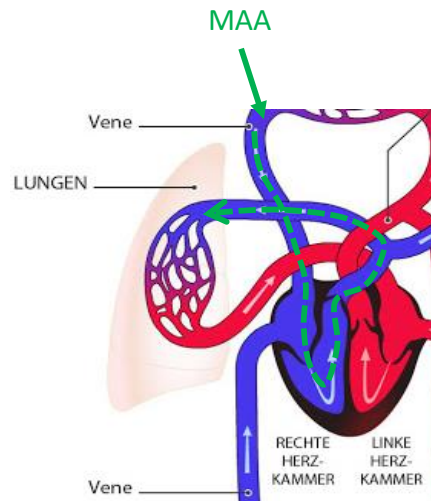
10-100 μm

Injizierte Partikelzahl

3×10^5 (50.000 – 500.000)

Anzahl der Lungenkapillaren

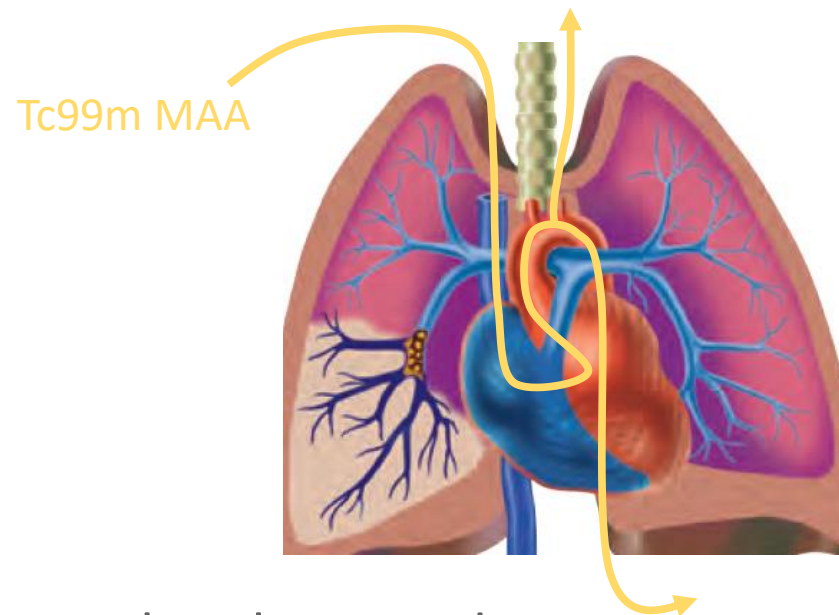
ca. 3×10^{15}



Teil I - Hintergrund

V/P-Szintigraphie – CAVE:

- Reduktion der Partikelzahl bei schwangeren Frauen und Kindern
- Reduktion der Partikelzahl bei pulmonalen Hypertonus oder bekanntem R-L-Shunt (periphere Emboli!)



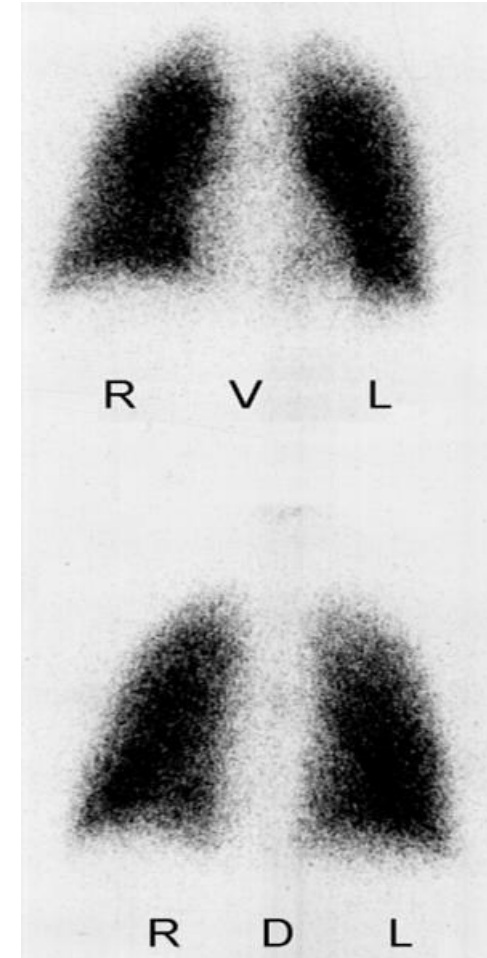
- Stillen sollte für 24h unterbrochen werden.

Teil I - Hintergrund

Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- **Ventilationsszintigraphie** = Darstellung der Belüftung des Lungenparenchyms
- Aerosole
 - Radionuklid: Tc-99m
 - Ultrafeines Trockenaerosol (z.B. Technegas)
 - Tc-99m-markierte Graphitpartikel, Grösse bis 10 nm
 - Deposition in den Alveolen für 5-6 Tage, Resorption
 - Mittelfeines Aerosol (flüssige oder solide Partikel)
 - Tc-99m-DTPA, Grösse < 2 µm
 - Schnellere Clearance aus der Lunge + renale Ausscheidung
⇒ bei Kindern bevorzugt

Ventilation



Teil I - Hintergrund

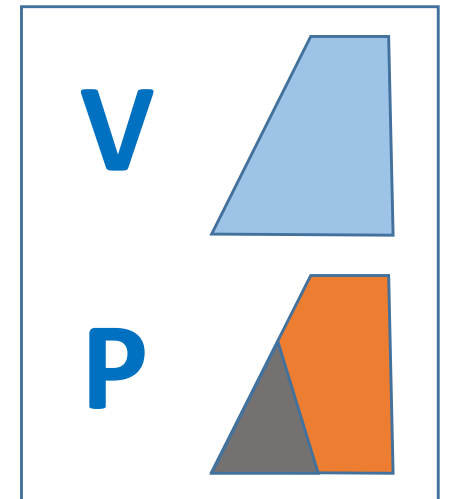
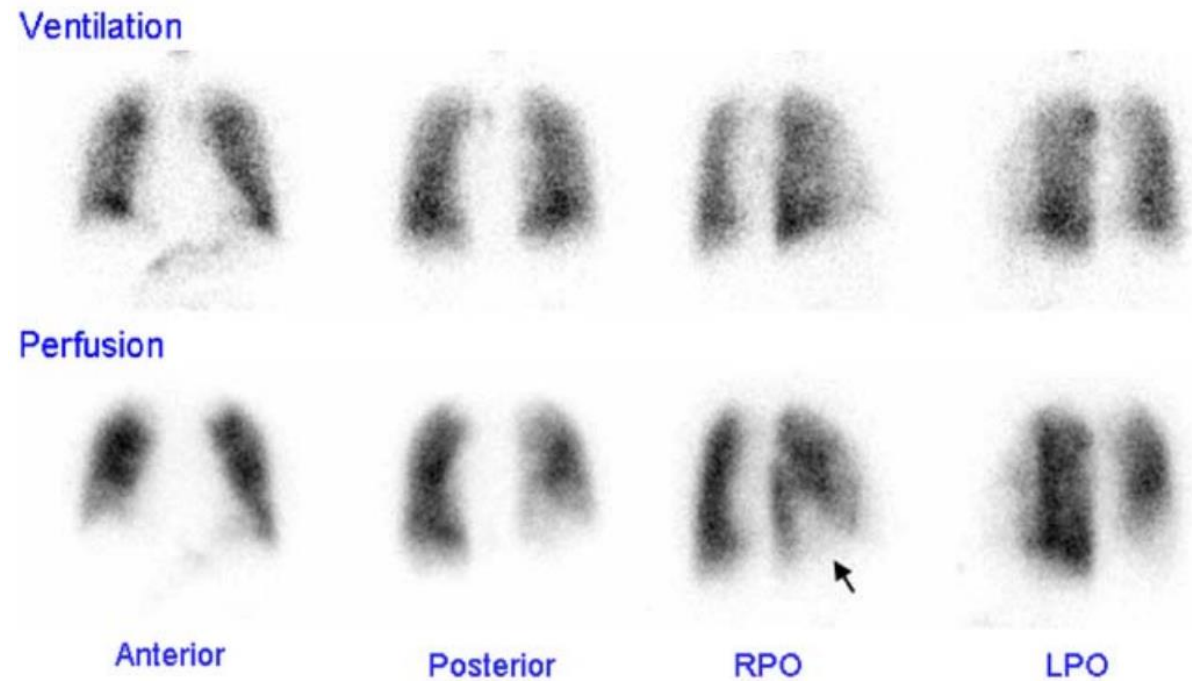
Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- Vom Bild zur Diagnose....?

Teil I - Hintergrund

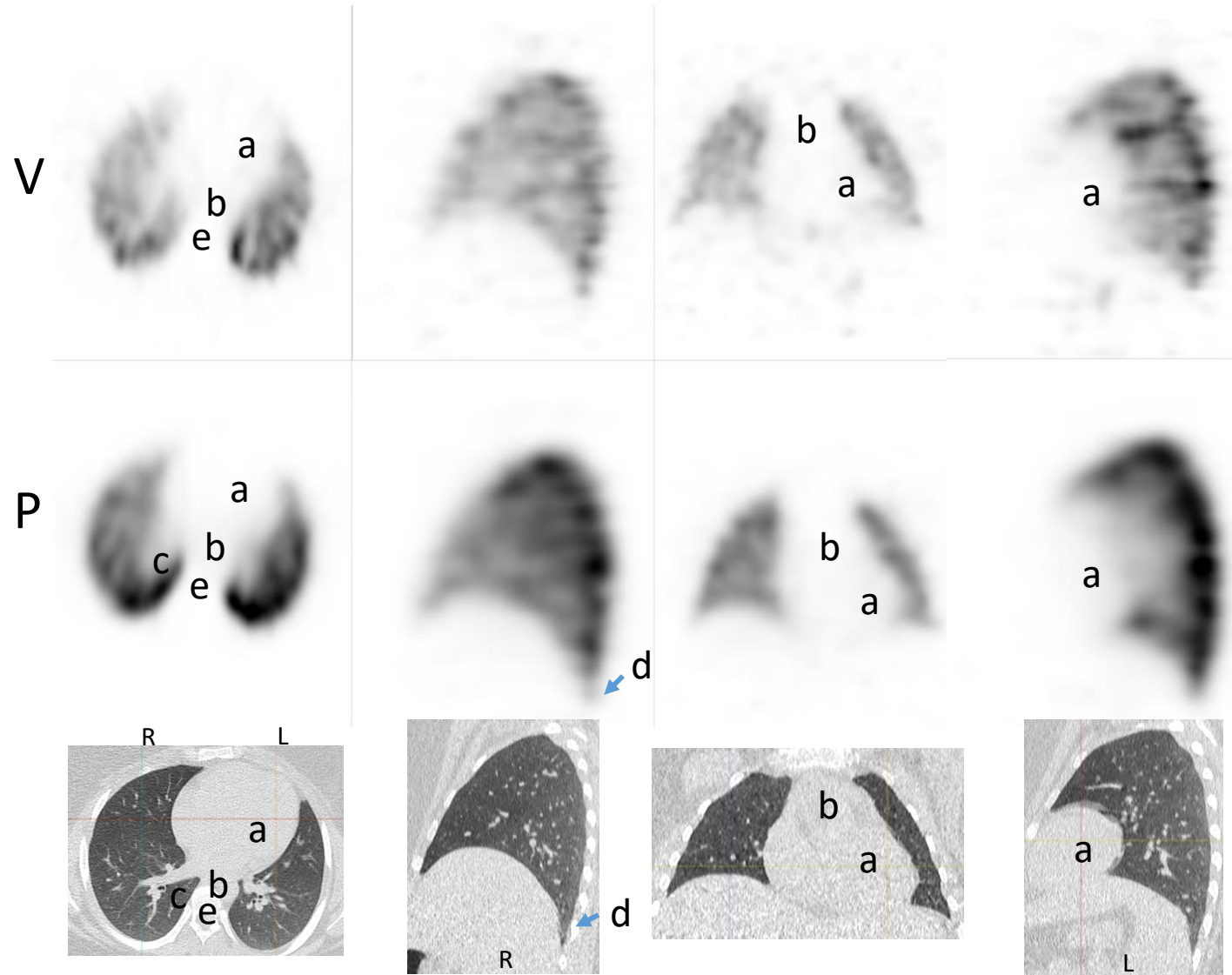
Repetition Funktionsweise V/P-Szintigraphie

- Diagnose der Lungenembolie über Vergleich der Ventilationsaufnahme mit der Perfusionsaufnahme



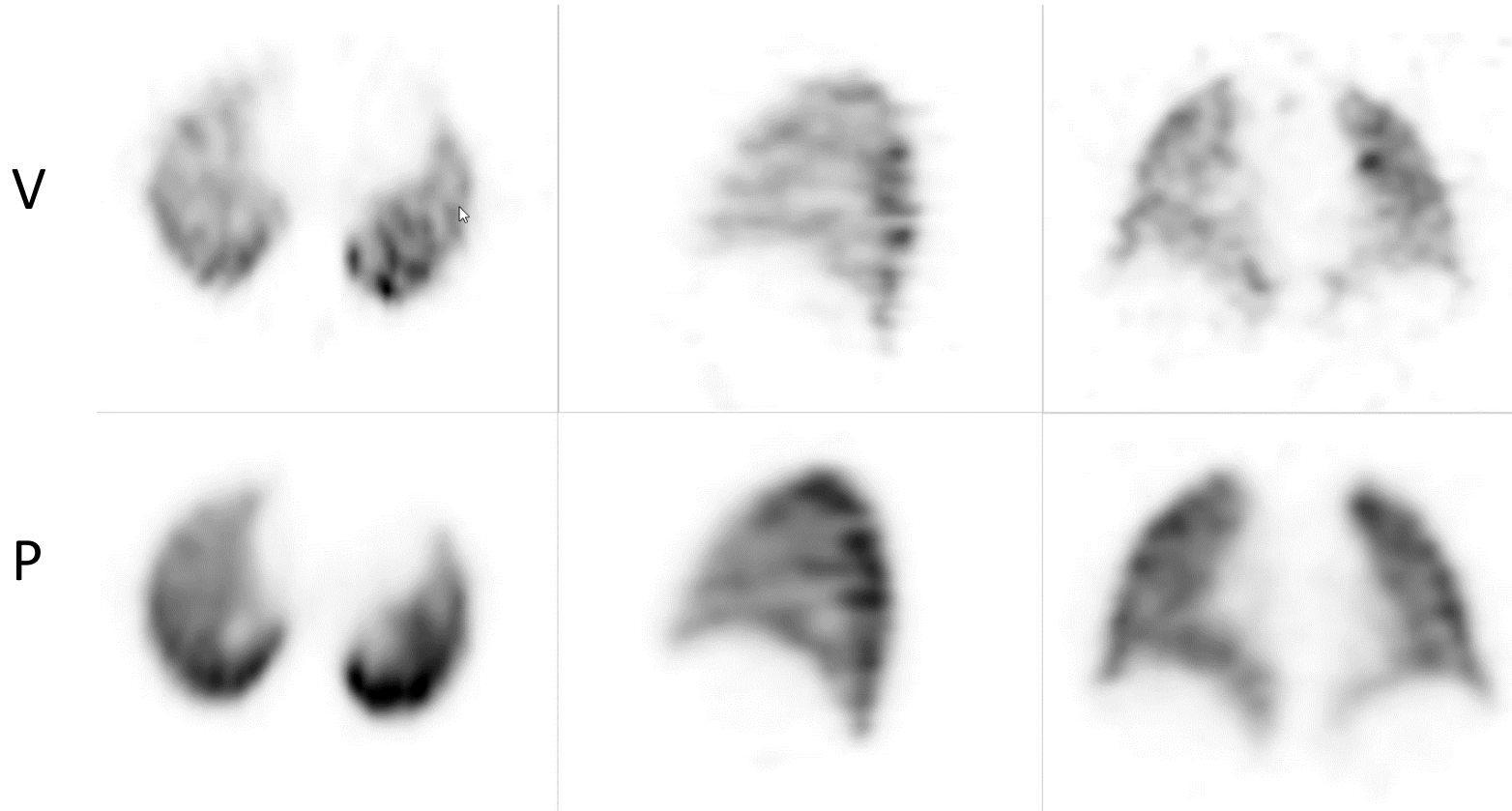
Früher planar – heute...

... SPECT (/CT) !



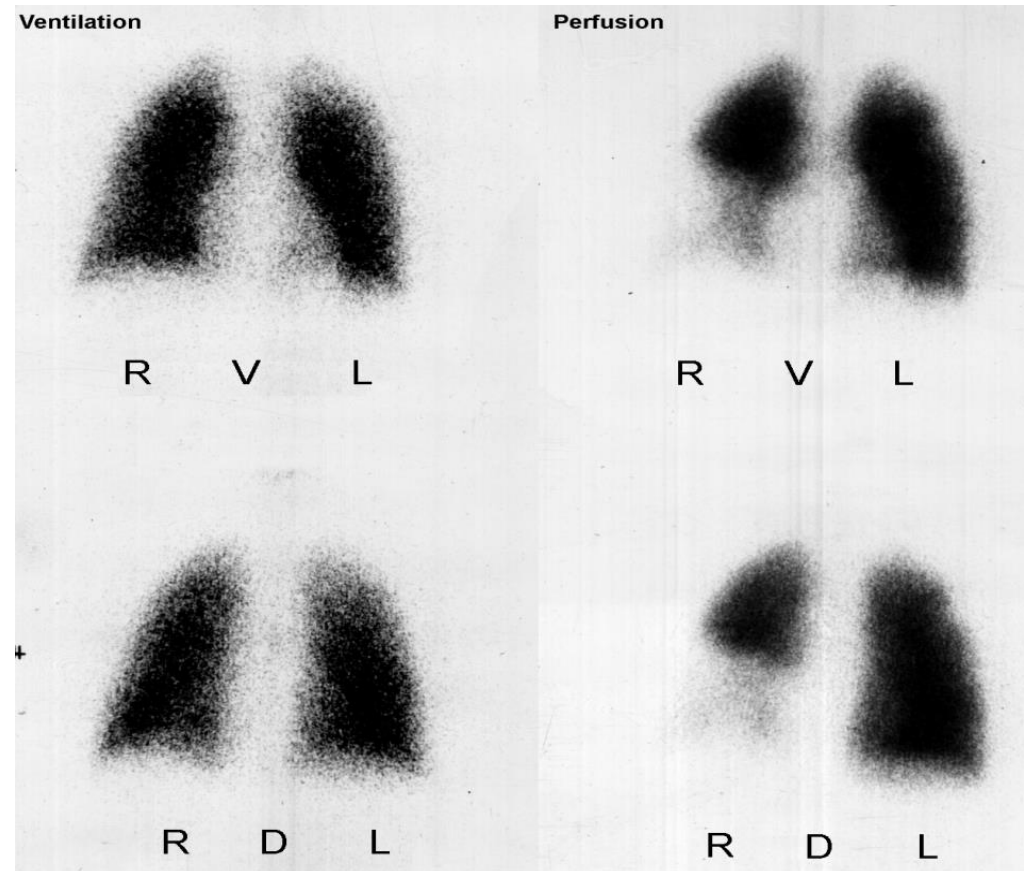
- a – Herz
- b – Mediastinum
- c – Hilus
- d – Zwerchfellrippenwinkel
- e – Wirbelsäule

... SPECT (/CT) !



Teil I - Hintergrund

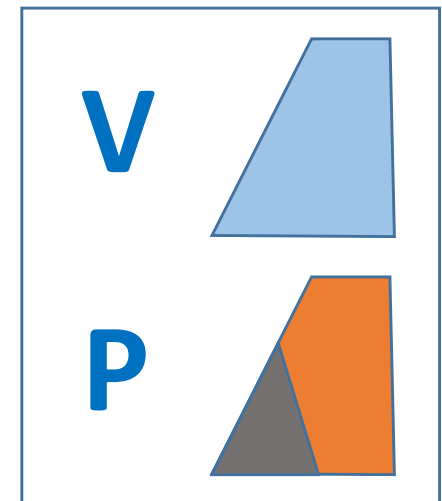
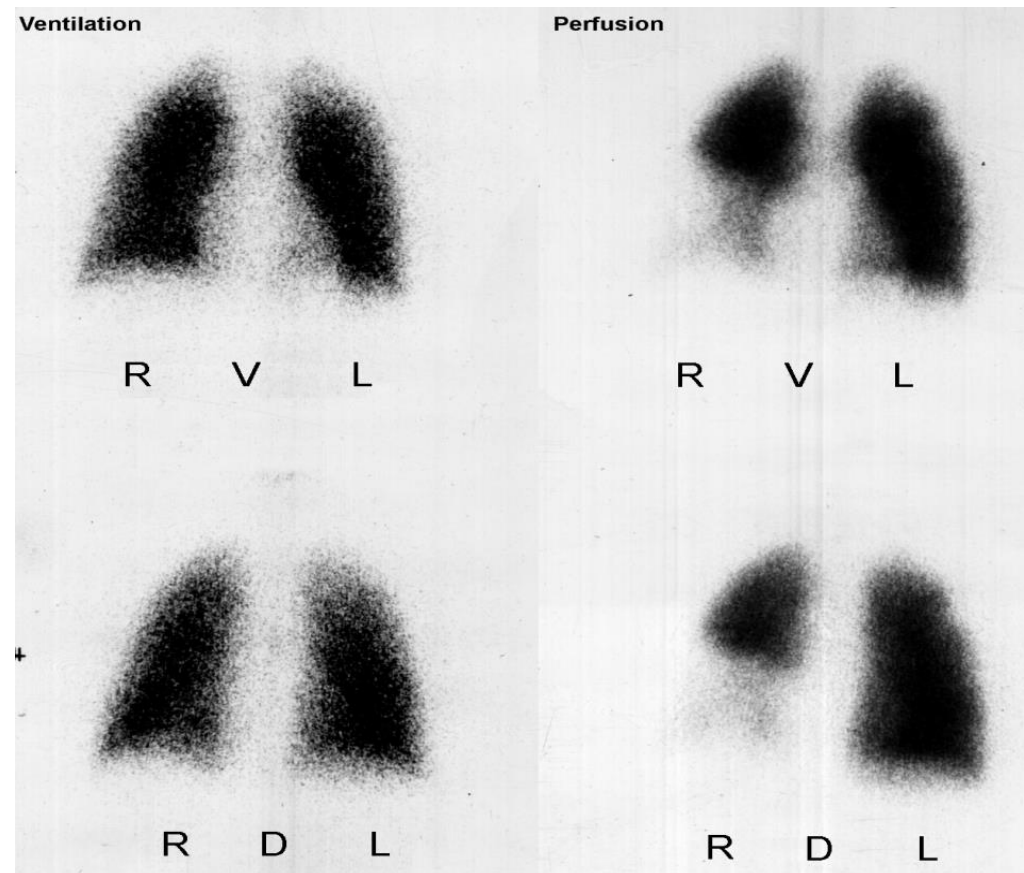
Befundmuster in der V/P-Szintigraphie



?

Teil I - Hintergrund

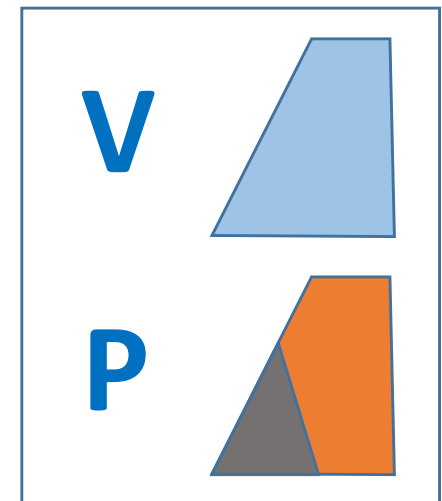
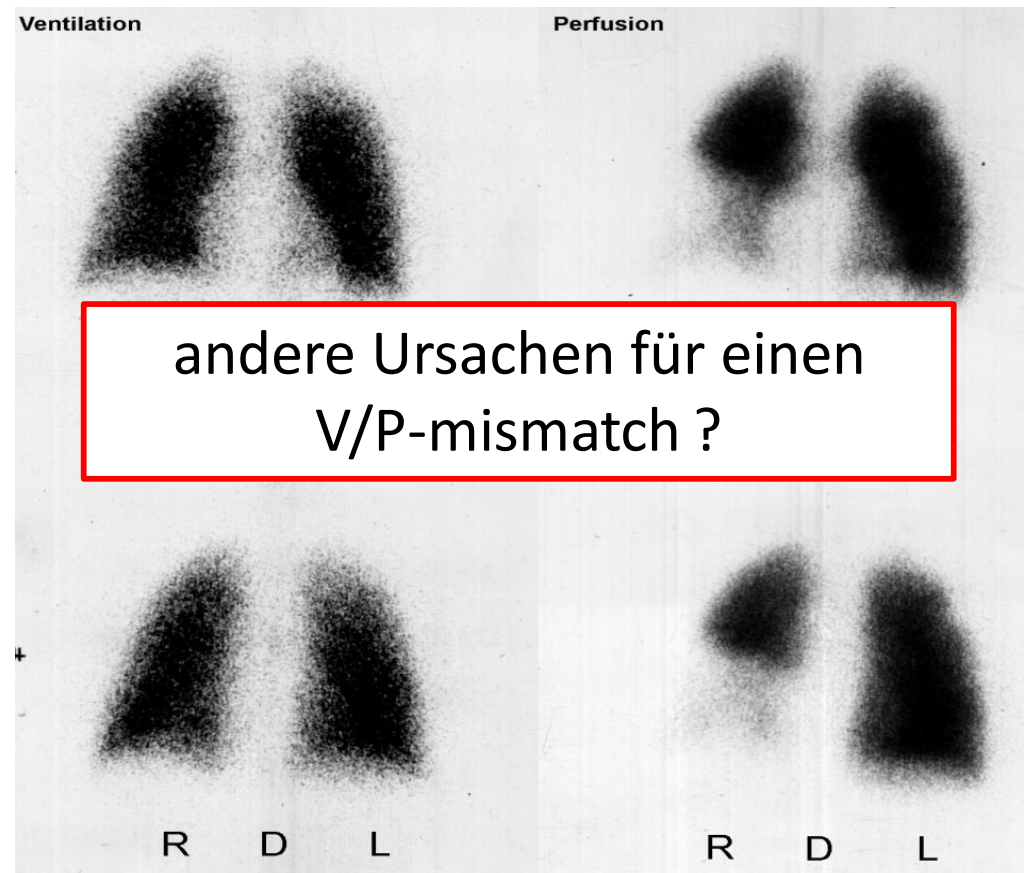
Befundmuster in der V/P-Szintigraphie



**V/P-mismatch
= Lungenembolie**

Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie



V/P-mismatch
= Lungenembolie

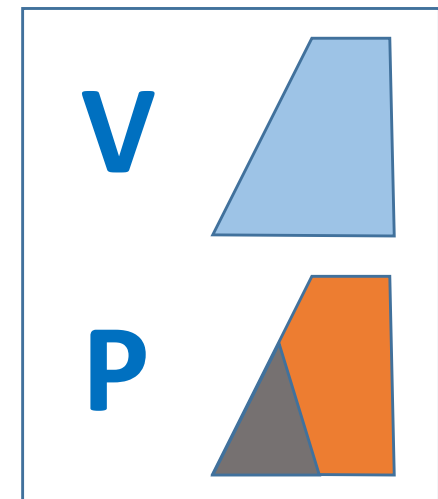
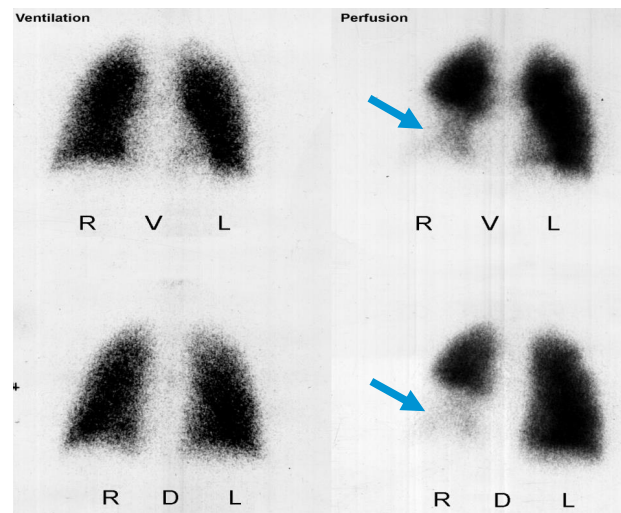
Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

- Andere Ursachen für einen V/P-mismatch:

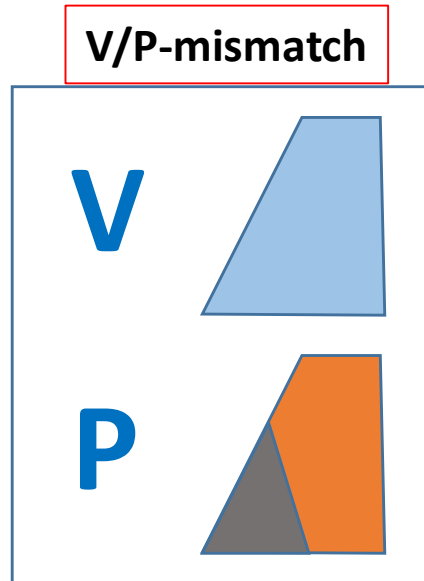
⇒ Andere Ursache für einen Verschluss einer Pulmonalarterie, z.B.:

- Entzündung der Pulmonalarterie bei Vaskulitis (z.B. Takayasu oder Sturge-Strauss-Vaskulitis)
- Obliteration der Pulmonalarterie nach Strahlentherapie



Teil I - Hintergrund

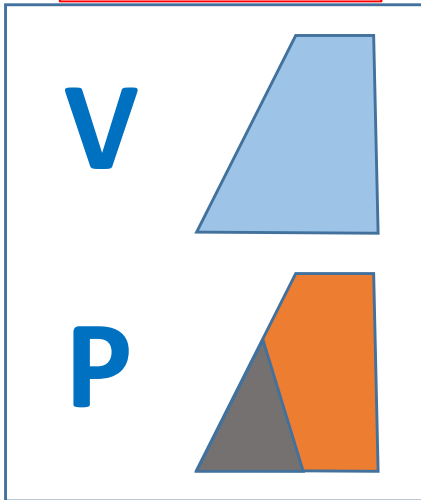
Befundmuster in der V/P-Szintigraphie



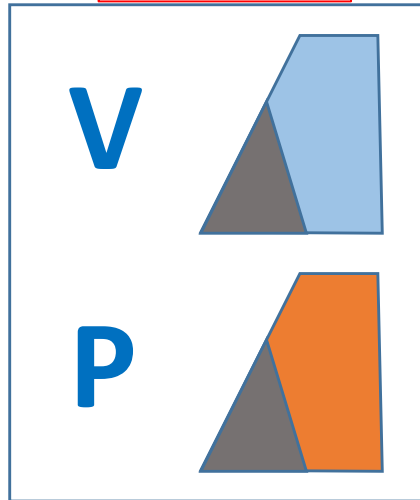
Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

V/P-mismatch



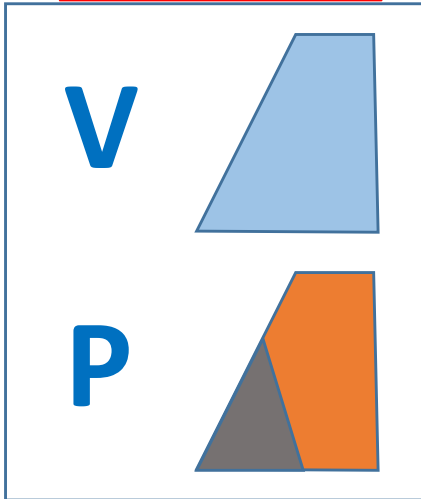
V/P-match



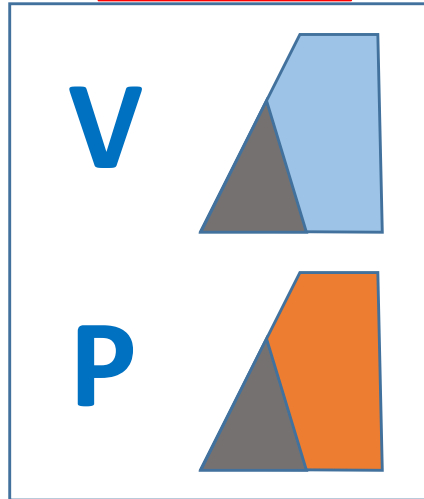
Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

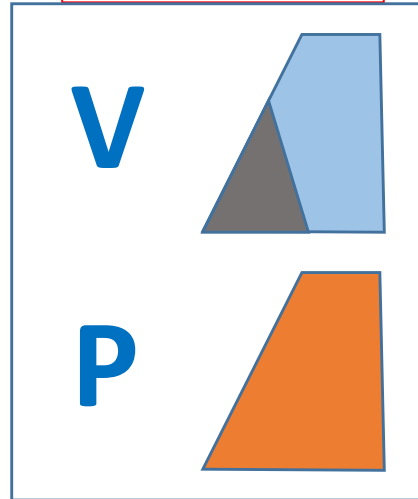
V/P-mismatch



V/P-match



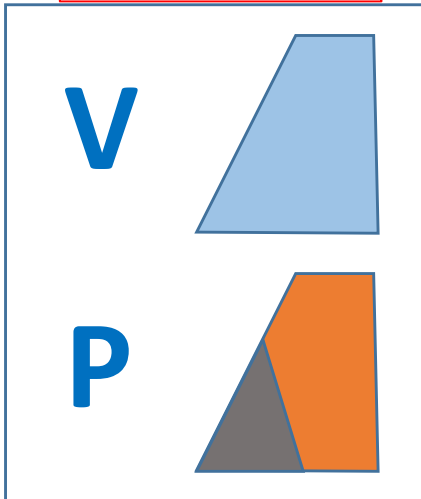
V/P-mismatch
reversed



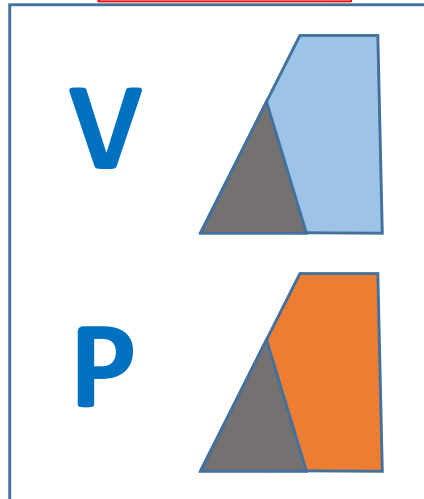
Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

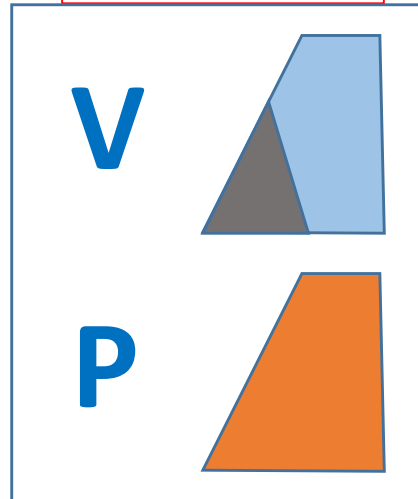
V/P-mismatch



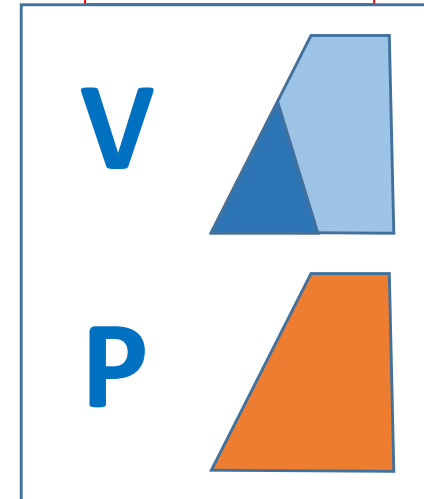
V/P-match



V/P-mismatch
reversed



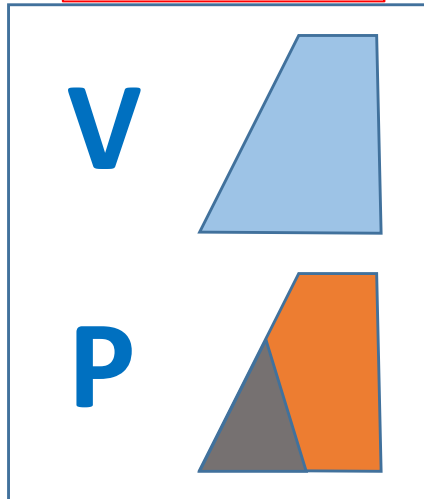
V/P-pseudo-
mismatch



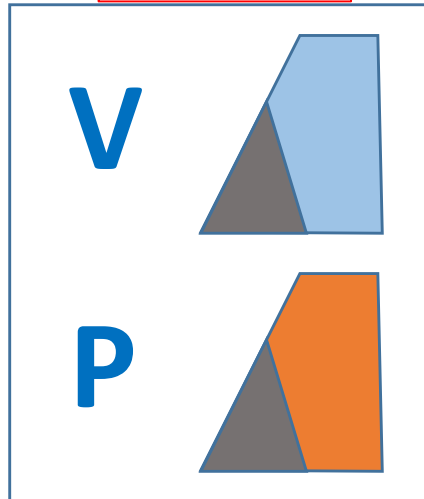
Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

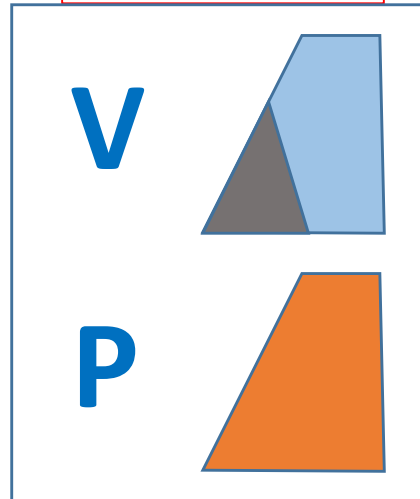
V/P-mismatch



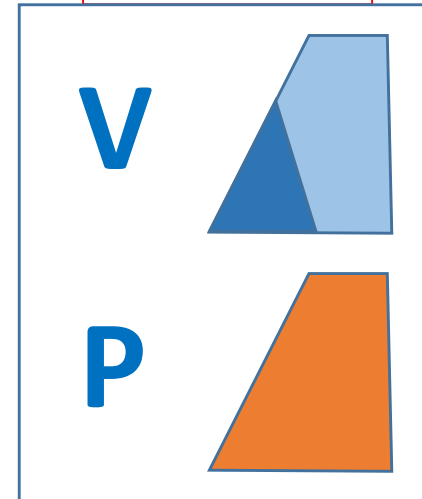
V/P-match



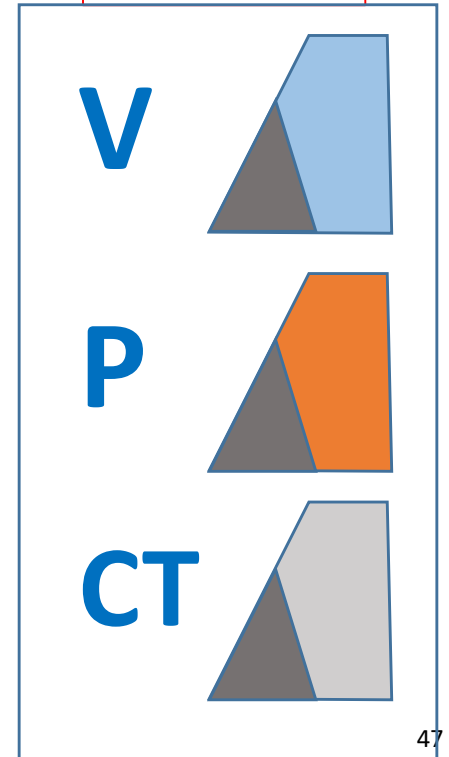
V/P-mismatch reversed



V/P-pseudo-mismatch

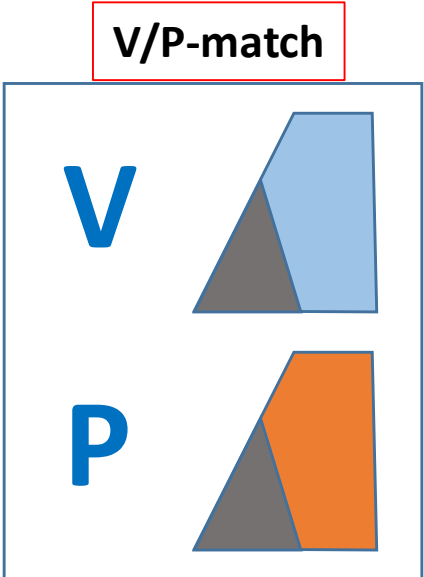


triple match



Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie



Teil I - Hintergrund

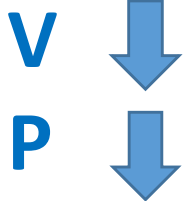
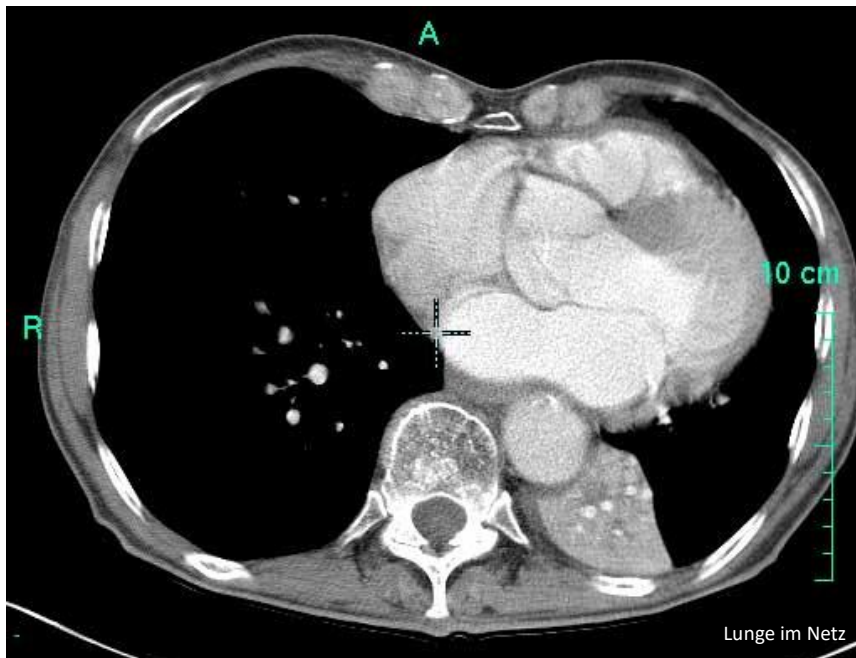
Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

- V/P match

- **Minderung von Ventilation UND Perfusion**

Primäre Störung der Ventilation und sekundär reduzierte Perfusion (= v. Euler-Liljestrand-Reflex)

=> Verhindert einen pulmonalen Shunt, z.B. bei Atelektase

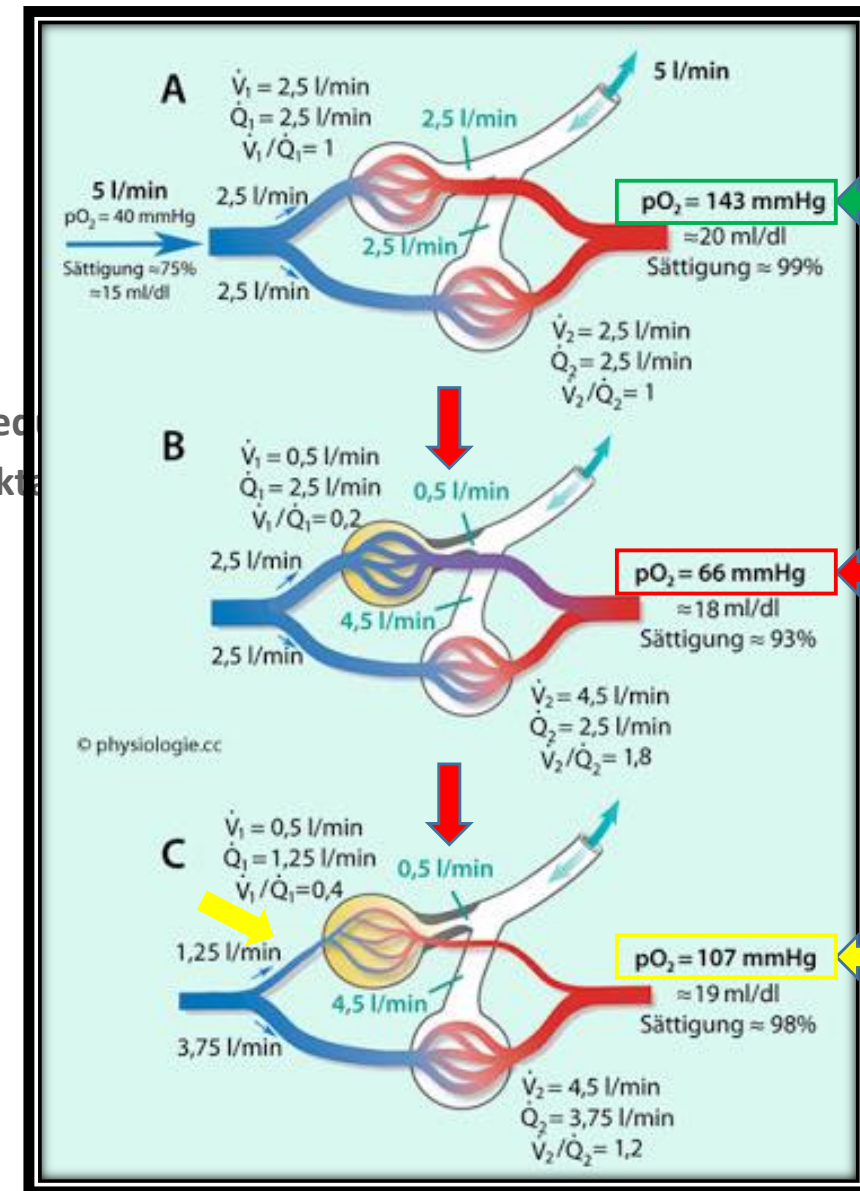
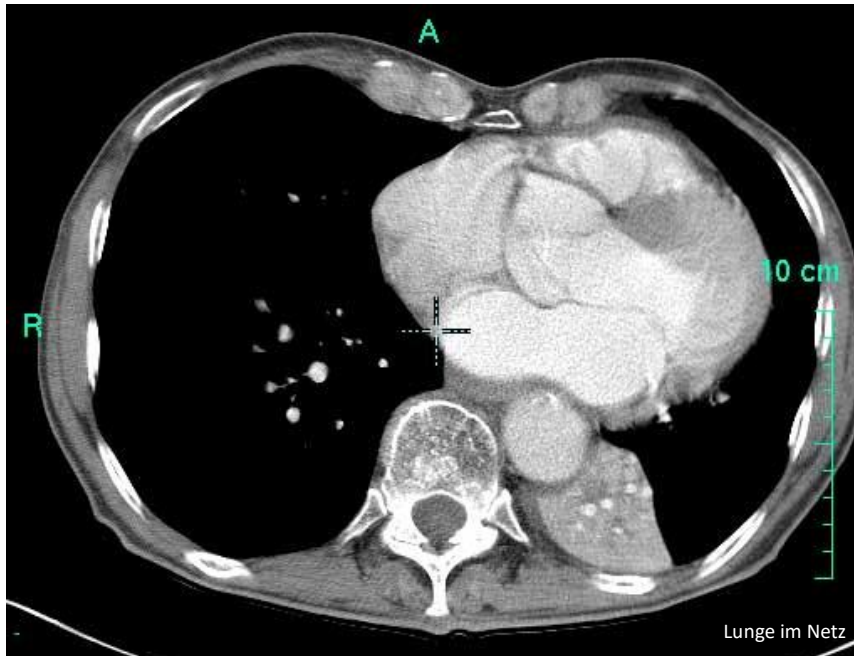


Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

- V/P match
 - Minderung von Ventilation UND Perfusion

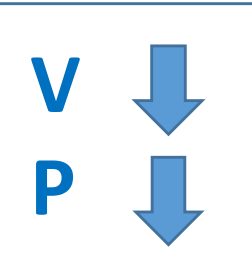
Primäre Störung i.d.R. bei Ventilation und sekundär reo
=> Verhindert einen pulmonalen Shunt, z.B. bei Atelekt



normal

gestörte
Ventilation
+
normale
Perfusion

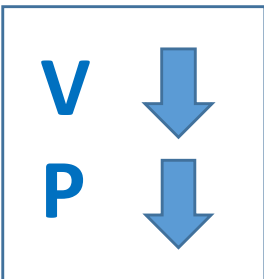
gestörte
Ventilation
+
verminderte
Perfusion



Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

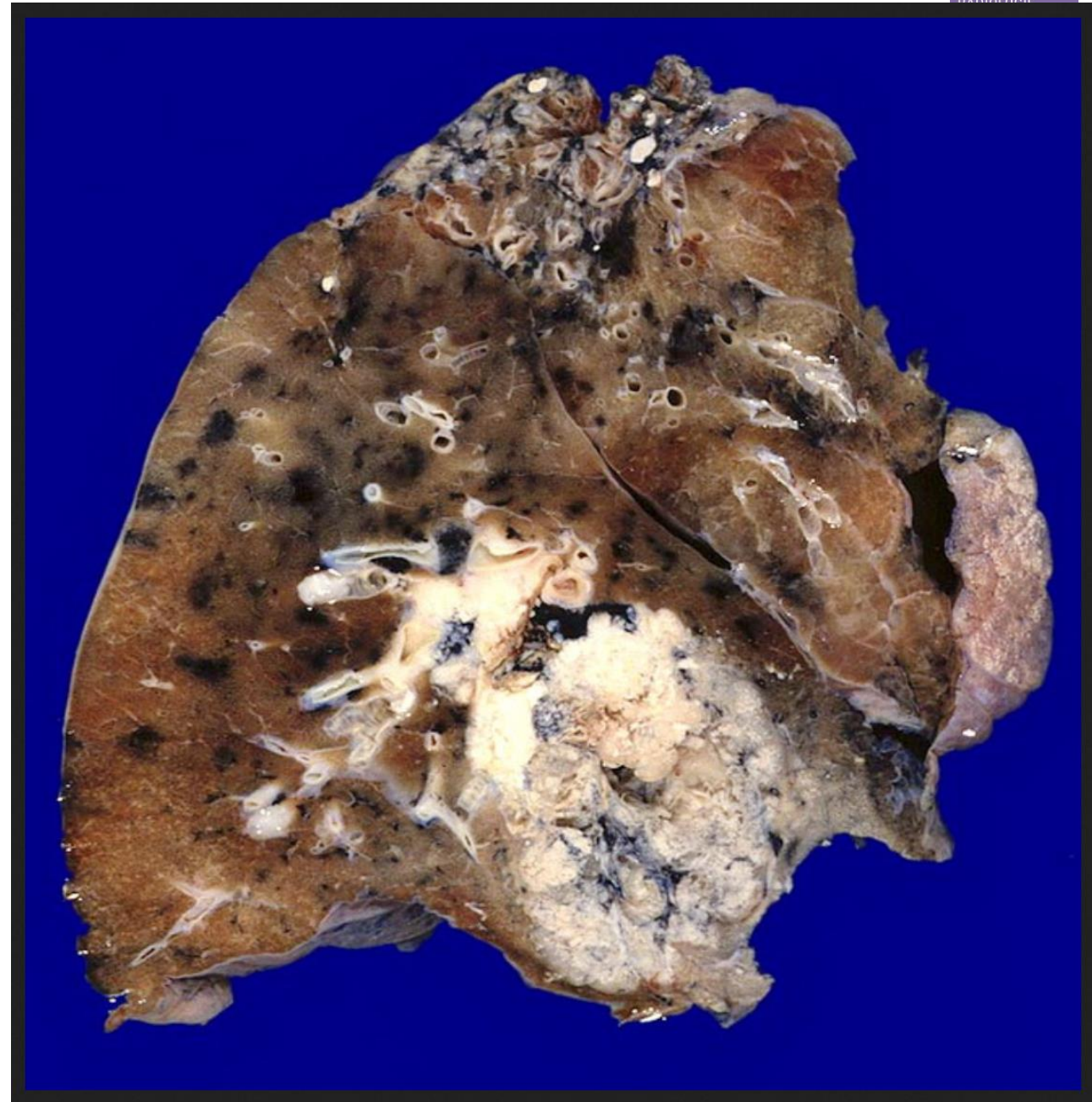
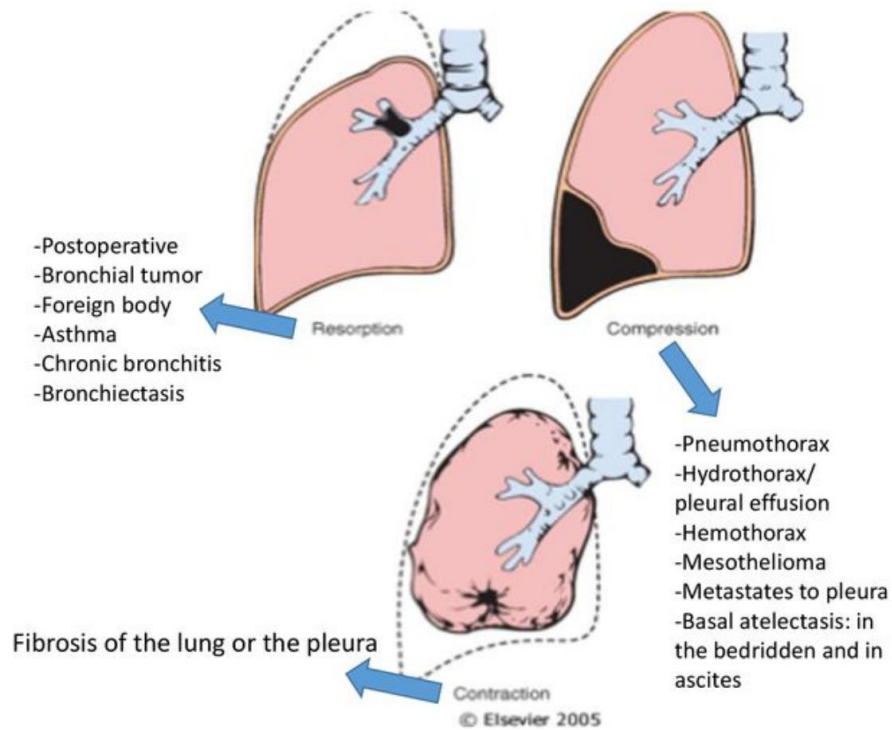
- V/P match
 - **Minderung von Ventilation UND Perfusion**
Primäre Störung i.d.R. bei Ventilation und sekundär reduzierte Perfusion (= v. Euler-Liljestrand-Reflex)
=> Verhindert einen pulmonalen Shunt, z.B. bei Atelektase
- viele andere mögliche Ursachen, z.B.::
 - Pneumothorax
 - Pleuraerguss
 - Lungenfibrose
 - Tumorerkrankung



Teil I - Hintergrund

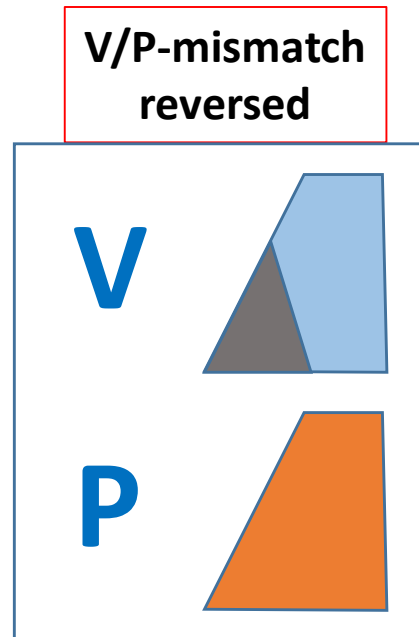
Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

- V/P match



Teil I - Hintergrund

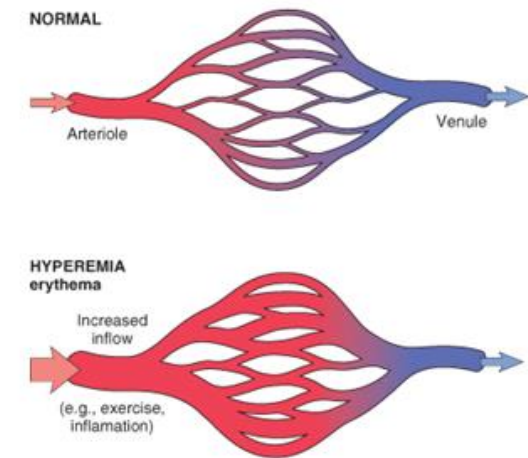
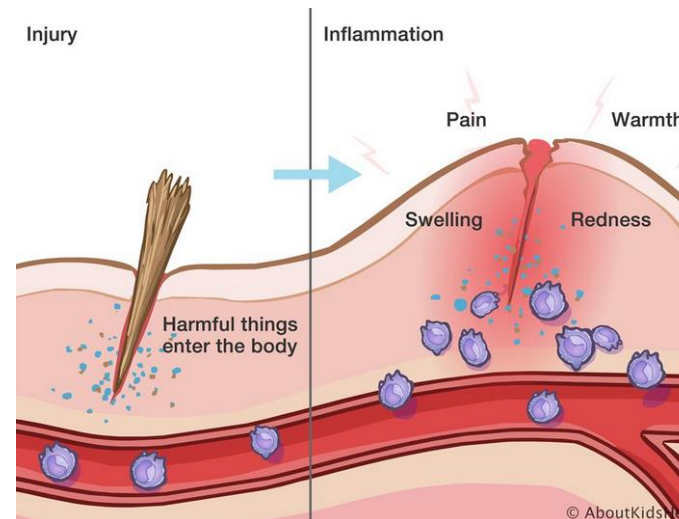
Befundmuster in der V/P-Szintigraphie



Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

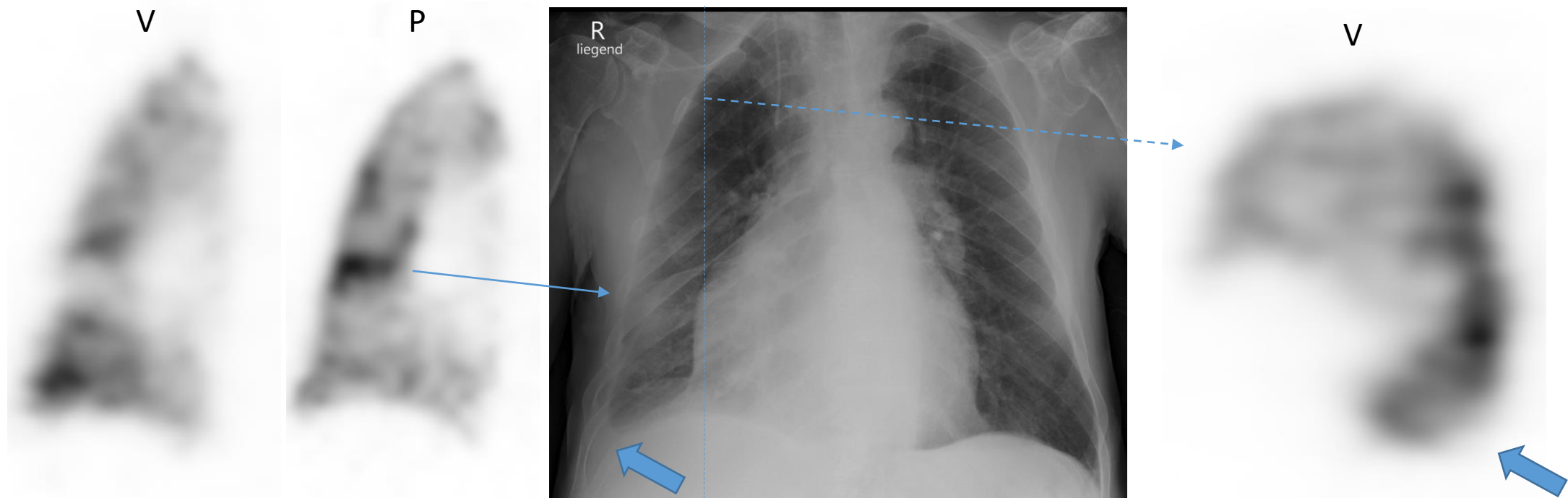
- V/P reverse mismatch
 - Verminderte Ventilation bei erhaltener Perfusion, z.B. bei Pneumonie mit assoziierter Hyperämie



Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

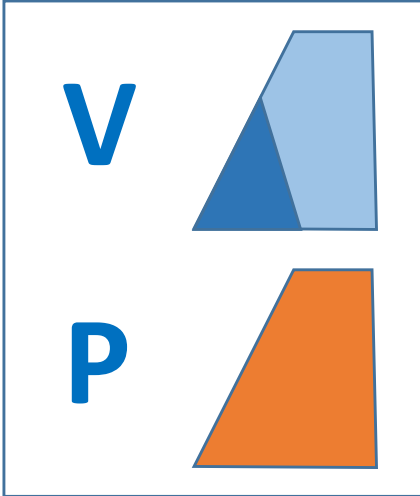
- V/P reverse mismatch
 - Verminderte Ventilation bei erhaltener Perfusion, z.B. bei Pneumonie mit assoziierter Hyperämie



Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

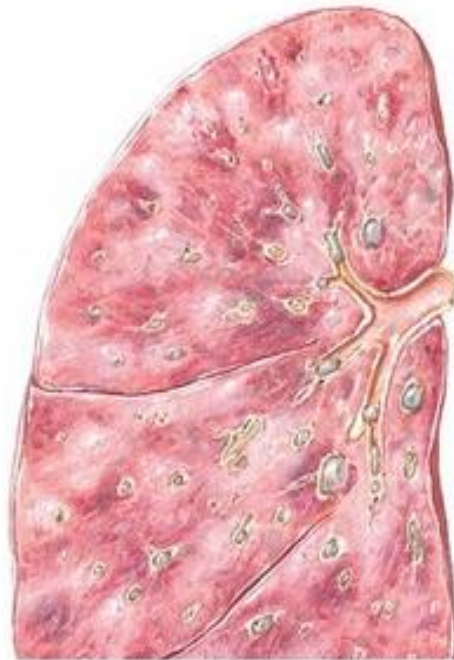
V/P-pseudo-
mismatch



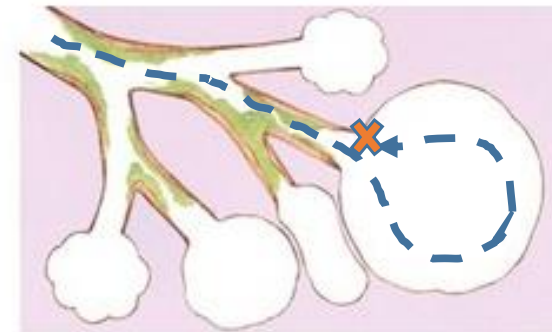
Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

- Pseudo V/P mismatch
 - **Trapping des Aerosols in peripheren Lungenabschnitten, z.B. bei Bronchitis**
 - => visuell Eindruck einer verminderten Perfusion; Ursache ist aber eine gestörte Ventilation

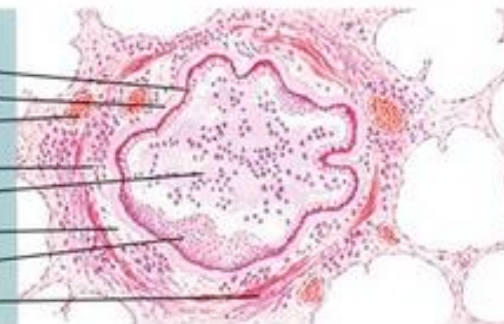


Small airways are partially or completely obstructed by edema, mucous secretions, denuded epithelial cells, and inflammatory infiltrates. These pathologic changes can lead to regional or diffuse air trapping, and nonuniform alveolar ventilation



Small airways

- Goblet cell hyperplasia
- Thickened basement membrane
- Hyperemia
- Inflammatory infiltrate
- Exudate in lumen
- Edema
- Squamous metaplasia
- Fibrosis

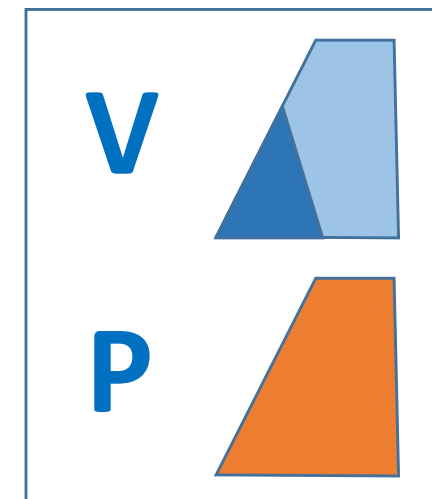
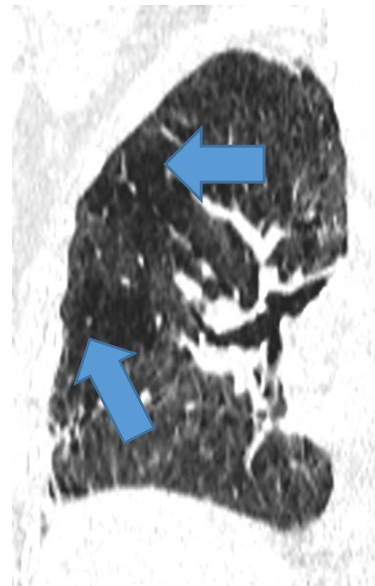
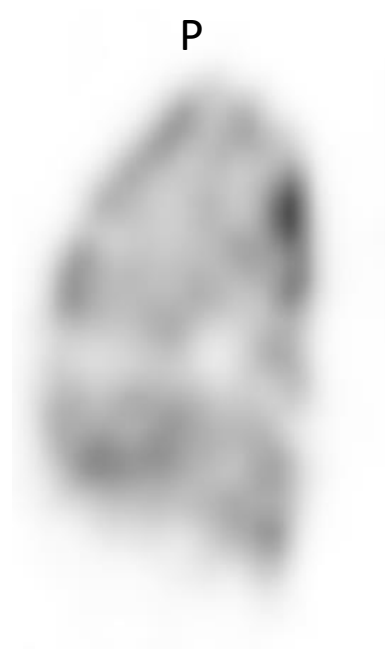
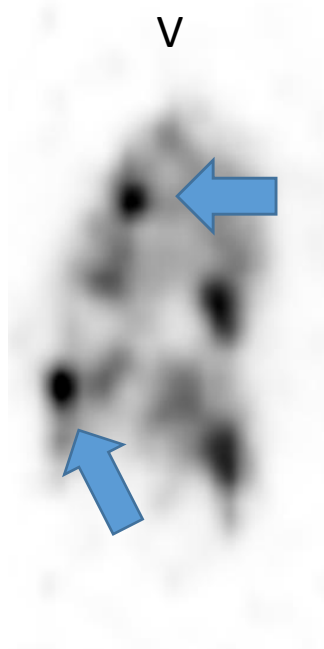


F. Netter M.D.

Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

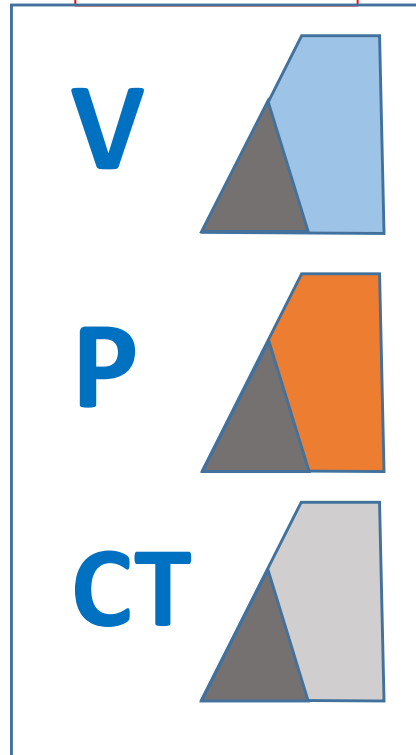
- Pseudo V/P mismatch
 - Trapping des Aerosols in peripheren Lungenabschnitten, z.B. bei Bronchitis
 - => visuell Eindruck einer verminderten Perfusion; Ursache ist aber eine gestörte Ventilation



Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

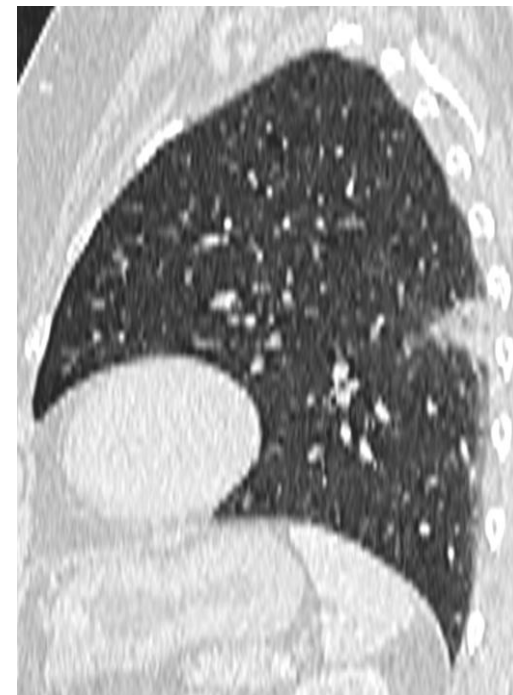
triple match



Teil I - Hintergrund

Befundmuster in der V/P-Szintigraphie

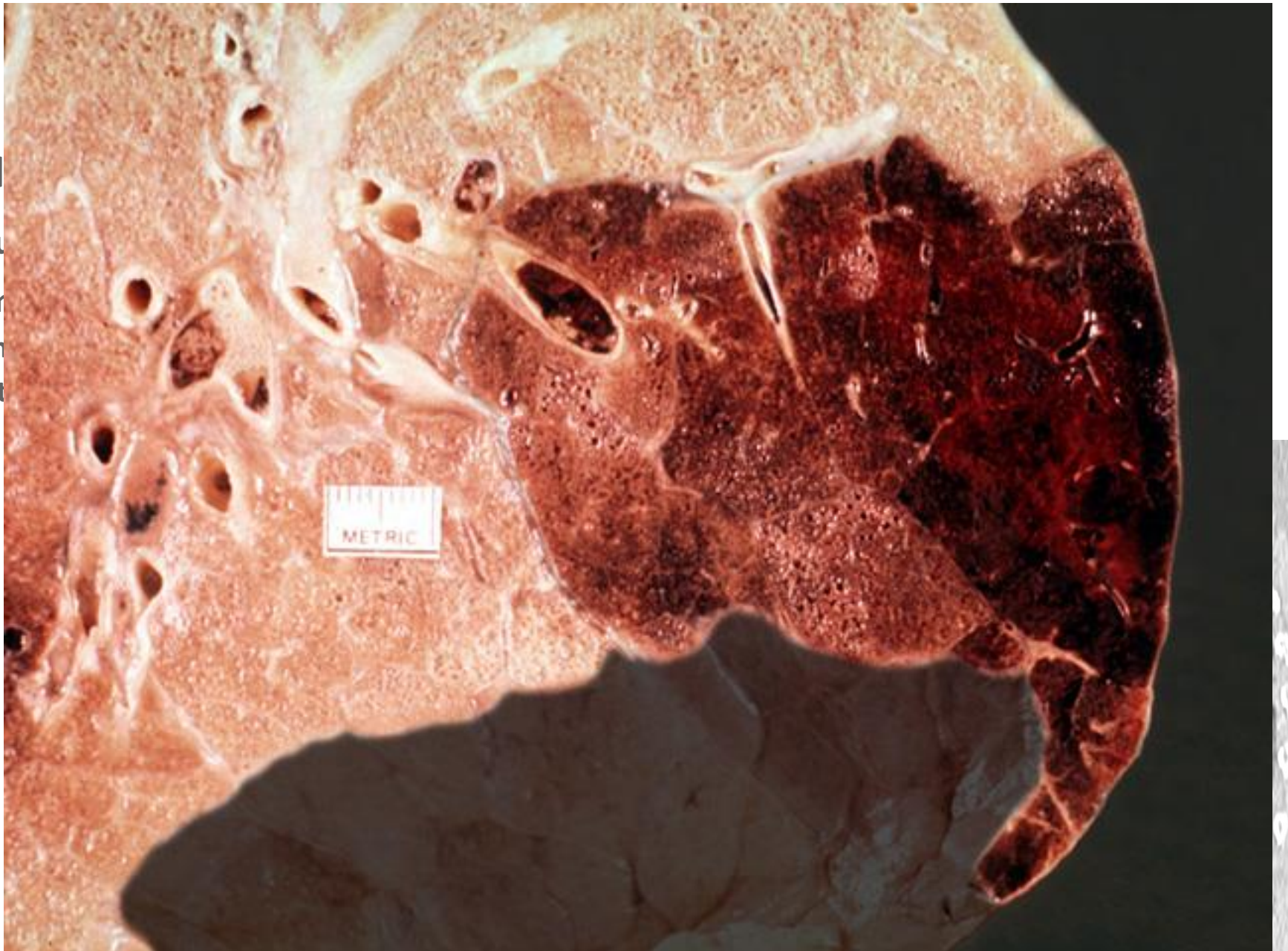
- Triple match
 - Erhaltene Ventilation, verminderte Perfusion und Verschattung in CT oder Rx-Bild
 - Entspricht einem Lungeninfarkt (?)



Teil I - H

Befundmu

- Triple m
- Erh
- Ent



Teil I – Strahlenschutz

BAG – DRW Nuklearmedizin

Teil I – Strahlenschutz

BAG – DRW Nuklearmedizin

| Untersuchung | Radio-nuklid | Pharmakon | DRW (Aktivität) | | Absorpt./Lokali-sations-CT DRW (75. Perzentile) | | Effektive Dosis E ₅₀ durch Radio-pharmakon [mSv] |
|-------------------|--------------|-----------------------------|-----------------|----------------------|---|--------------|---|
| | | | für 70 kg [MBq] | pro Gewicht [MBq/kg] | CTDI _{vol} [mGy] | DLP [mGy·cm] | |
| Perfusion Lunge | Tc-99m | MAA | 180 | | 3 | 110 | 2,0 |
| Ventilation Lunge | Xe-133 | Gas | 400 | | | | 0,072 |
| | Tc-99m | Aerosol (DTPA) ² | 1000 | | | | 0,31 ³ |
| | Tc-99m | Technegas ⁴ | 500 | | | | 0,38 ³ |

Teil I – Strahlenschutz

BAG – DRW Nuklearmedizin

| Untersuchung | Radio-nuklid | Pharmakon | DRW (Aktivität) | Absorpt./Lokali-sations-CT DRW (75. Perzentile) | Effektive Dosis E ₅₀ durch Radio-pharmakon [mSv] |
|--|--------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|--|
| Wegleitung L-10-05 Empfehlungen zum Schutz des Personals bei der Lungen-ventilationsszintigraphie | | | | | |
| Perfusion Lu | | Radiopharmazeutikum | Aktivität im Aerosolgenerator | Aktivität in der Lunge deponiert | effektive Dosis für einen erwachsenen Patienten |
| Ventilation Lu | | ^{99m} Tc -DTPA (Aerosol) | 400 - 1300 MBq | ca. 50 - 100 MBq | ca. 0.35 - 0.70 mSv |
| | | ^{99m} Tc-Technegas | 300 - 700 MBq | ca. 20 - 50 MBq | ca. 0.30 – 0.75 mSv |
| | Tc-99m | Technegas ⁴ | 500 | | 0,38 ³ |

Teil I – Strahlenschutz

BAG – DRW Nuklearmedizin

▪ Beispiel Inselspital

Klinische Angaben und Fragestellung:

Pulmonale Hypertonie unklarer Ätiologie. Rez. Lungenembolien?

Datum: 27.06.2019
Untersuchung: Lungeninhalations- und Perfusionszintigraphie
Radiodiagnostikum: Ca. 40 MBq Tc-99m-Aerosol und 191 MBq Tc-99m-MAA i.v.

Befund:

Inhalation in SPECT-Technik: Im Wesentlichen homogene Radiopharmakondeposition in sämtlichen Lungenabschnitten. Einzelne Deposits vorwiegend peripher, wie bei COPD.

Perfusion in SPECT-Technik: Im Vergleich zur Ventilationsaufnahme konkordante Verteilung des Radiopharmakons im Lungenparenchym beidseits.

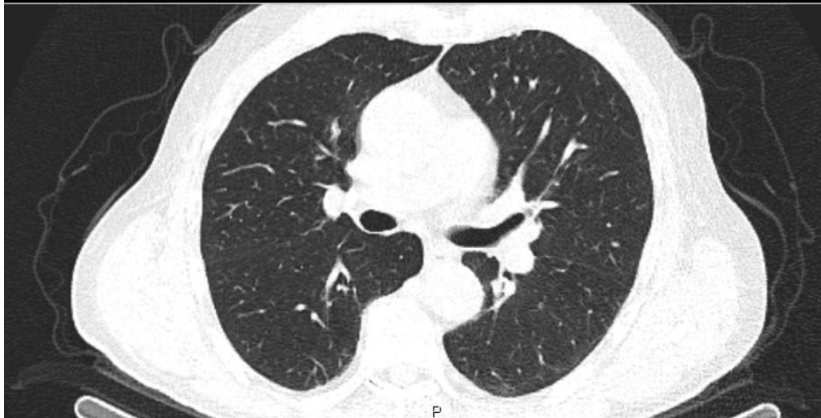
Beurteilung:

Bei unauffälliger Ventilation und Perfusion szintigraphisch Ausschluss einer frischen Lungenembolie. Kein Hinweis auf chronisch rezidivierende Lungenembolien.

03-Feb-2020 13:13
 Ward:
 Physician:
 Operator:

Total mAs 593 Total DLP 93 mGy*cm

| Scan | KV | mAs / ref. | CTDIvol mGy | DLP mGy*cm | TI s | cSL mm |
|-----------------------|----|-------------|----------------|---------------|---------|-----------|
| Patient Position F-SP | | | | | | |
| Topogram | 1 | 130 | 0.08(L) | 2.53 | 4.8 | 0.6 |
| Thx LE | 2 | 130 24 / 20 | 2.45(L) | 90.44 | 0.6 | 1.2 |



Effektive Gesamtdosis (V/P-Szintigraphie + CT) = 0,4 (V) + 2 (P) + 1,6 (CT) = 4,0 mSv

Teil I – Strahlenschutz

BAG – DRW Radiologie

| CT-Protokoll * | | DRW (75. Perzentile) | | Zielwert (Median) | |
|----------------|--|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| | | CTDI _{vol} [mGy] | DLP [mGy·cm] | CTDI _{vol} [mGy] | DLP [mGy·cm] |
| 1 | Schädel | 51 | 890 | 42 | 750 |
| 2 | Gesichtsschädel / Nasennebenhöhlen | 25 | 420 | 15 | 240 |
| 3 | Low Dose Nasennebenhöhlen (Sinusitis) | 6 | 90 | 5 | 70 |
| 4 | Hals | 16 | 410 | 12 | 290 |
| 5 | CT Angiografie (Karotis Angiografie) | 11 | 360 | 8 | 260 |
| 6 | Thorax | 7 | 250 | 6 | 210 |
| 7 | CT Angiografie (Ausschluss Lungenembolie) | 8 | 300 | 6 | 200 |

→ eff. D = 3,6 – 5,4 mSv

Teil I – Strahlenschutz

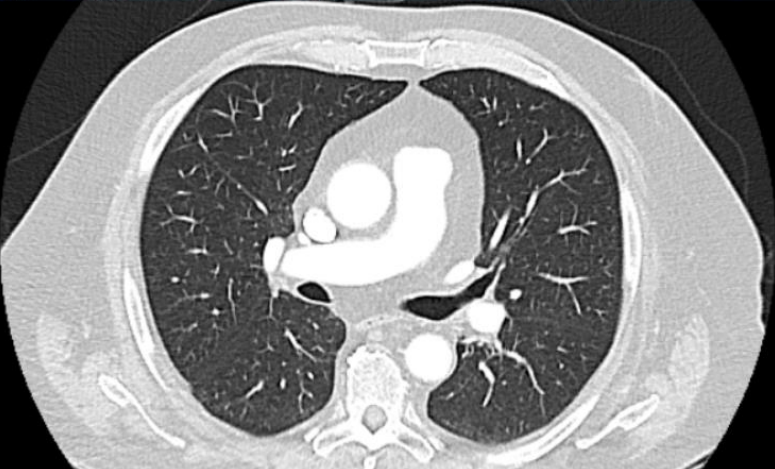
BAG – DRW Radiologie

- Beispiel

1. Thorax Nativ (HR Ready)

| No. | Protocol | # of scan(s) | kVp | Total mAs | Exposure Time (sec) | Range (mm) | CTDIvol (mGy) | DLP (mGy.cm) |
|-----|-----------|--------------|-----|-----------|---------------------|------------|---------------|---------------|
| 1 | DualScano | 1 | 120 | 208 | 4.18 | *** | | |
| 2 | DualScano | 1 | 120 | 416 | 4.16 | *** | | |
| 3 | GG-Hel | 1 | 120 | 1294 | 3.94 | 324.0 | 12.50 (Body) | 463.80 (Body) |

SURE Exposure

| No. | Name | SD | SURE ID | Image | Recon EC | Dose | yy |
|---|------|----|---------|-------|----------|------|----|
|  | | | | | | | |

→ eff. Dosis = 8,3 mSv

Teil I – Vergleich CT vs. V/Q-Szintigraphie

[Eur J Radiol](#). 2015 Jul;84(7):1392-400. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.03.013. Epub 2015 Mar 20.

Planar and SPECT ventilation/perfusion imaging and computed tomography for the diagnosis of pulmonary embolism: A systematic review and meta-analysis of the literature, and cost and dose comparison.

[Phillips JJ](#)¹, [Straiton J](#)², [Staff RT](#)³.

Author information

Abstract

Diagnosing acute pulmonary embolism (PE) is an indication for scintillation V reviews, compares and aggregates the published diagnostic performance of terms of diagnostic outcomes, monetary cost, and radiation burden. We performed the finding using a summary receiver operating characteristic. A decision tree diagnosis. The review found 19 studies, which comprised 27 data sets (6393 planar V/Q was significantly inferior to both V/Q SPECT and CTPA with no difference in terms of diagnostic outcomes, monetary cost, and radiation burden. In terms of cost, CTPA represents best value; £129 per correct diagnosis compared to £243 (SPECT) and £226 (planar). In terms of radiation: V/Q SPECT was most effective with a dose of 2.12 mSv per correct diagnosis compared with 4.96 mSv (CTPA). CTPA represents best value; £129 per correct diagnosis compared to £243 (SPECT) and £226 (planar). CTPA is considered in situations where radiation dose is of concern or CTPA is inappropriate.

Copyright © 2015 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

KEYWORDS: CTPA; Performance; Pulmonary embolism; SPECT; Scintillation; V/Q

PMID: 25868674 DOI: [10.1016/j.ejrad.2015.03.013](#)

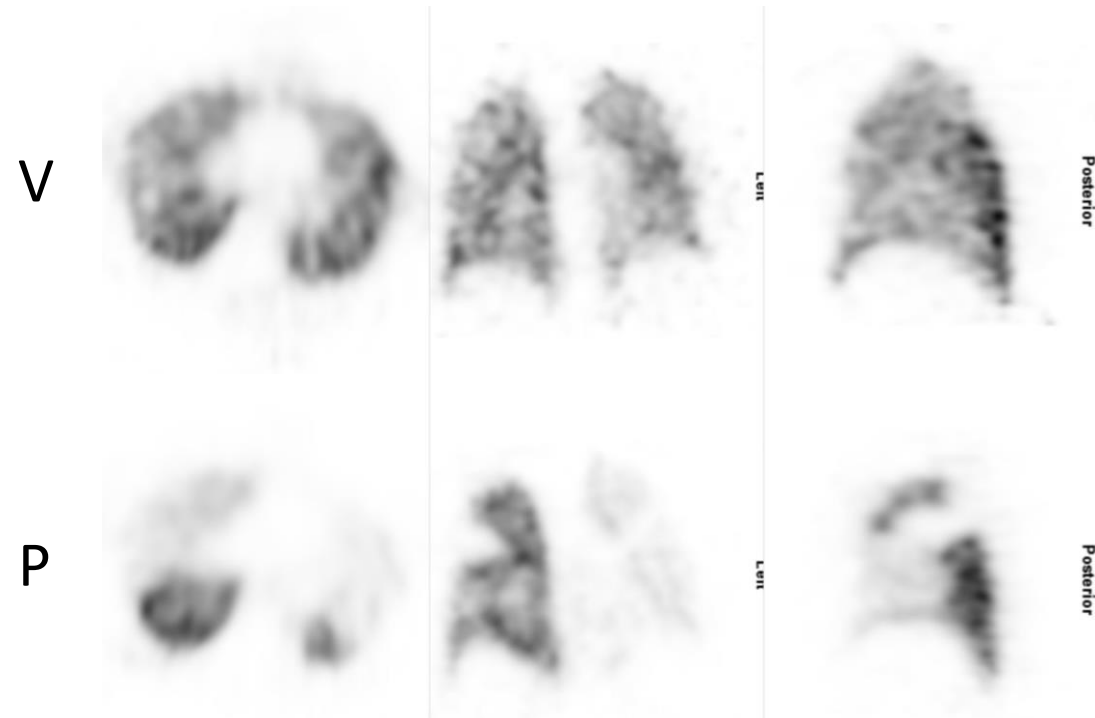
- planar V/Q significantly inferior to V/Q SPECT and CTPA
- no difference between V/Q SPECT and CTPA
- In terms of radiation: V/Q SPECT was most effective with a dose of 2.12 mSv per correct diagnosis compared with 4.96 mSv (CTPA).
- CTPA represents best value; £129 per correct diagnosis compared to £243 (SPECT) and £226 (planar).

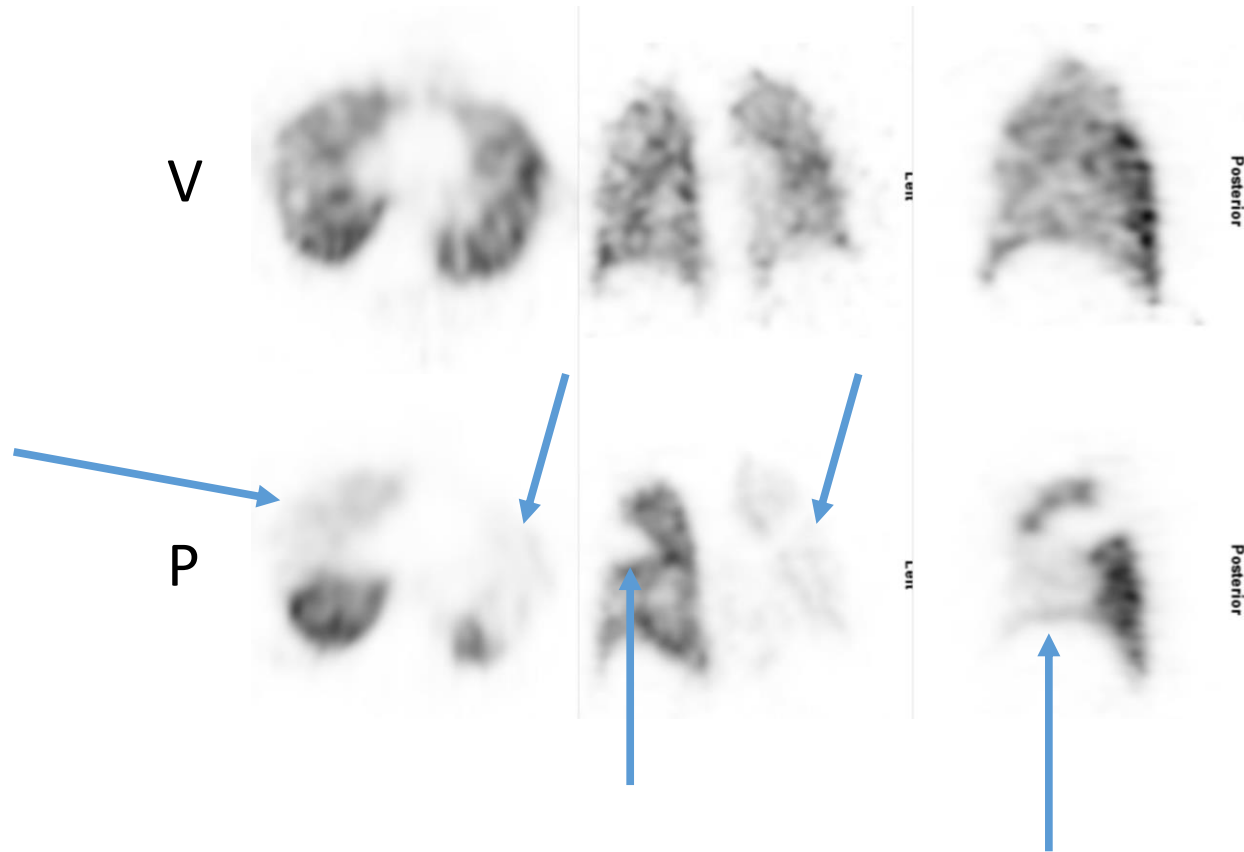
- ➔ no performance difference between V/Q SPECT and CTPA
- ➔ CTPA is clearly most cost effective
- ➔ V/Q SPECT in situations where radiation dose is of concern / CTPA is inappropriate

Teil II

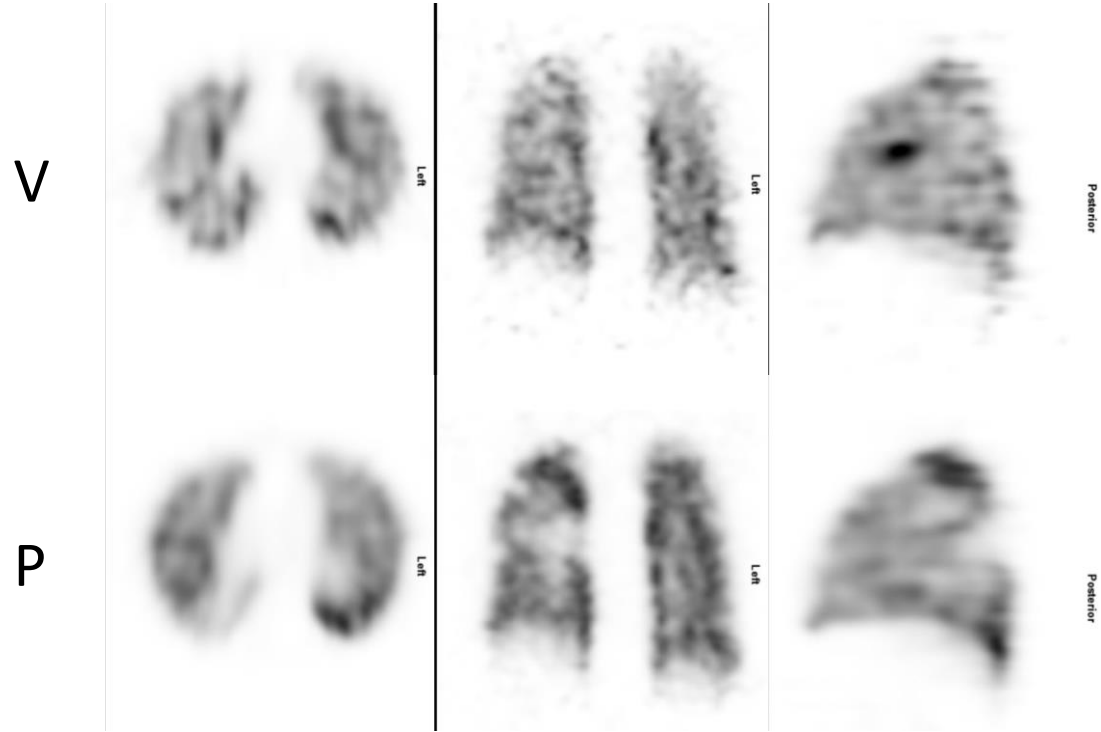
Klinische Fallbeispiele

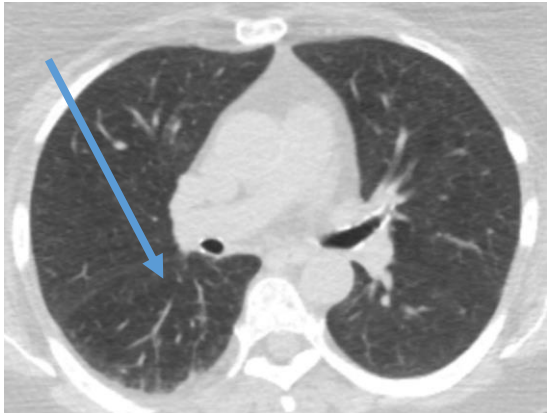
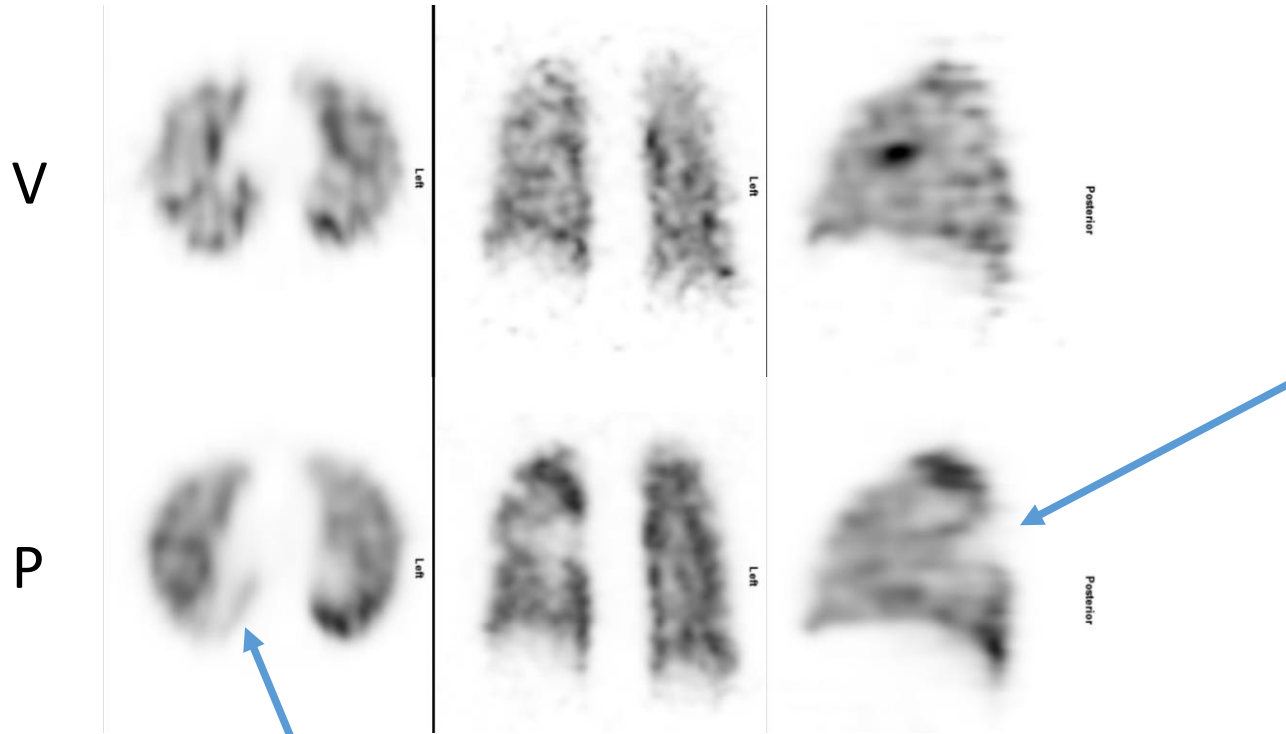




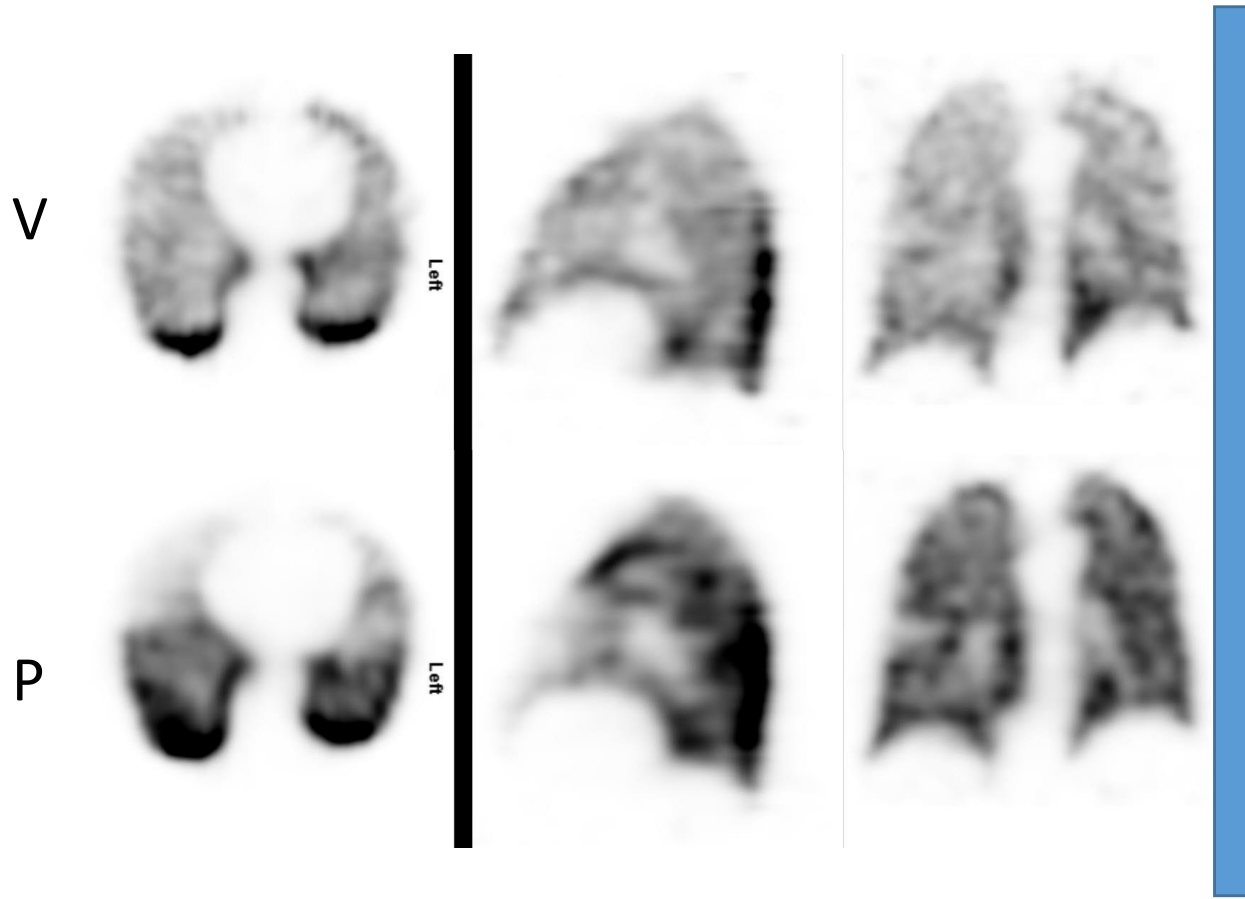


Bilaterale Lungenembolien
Fast vollständige Okklusion L



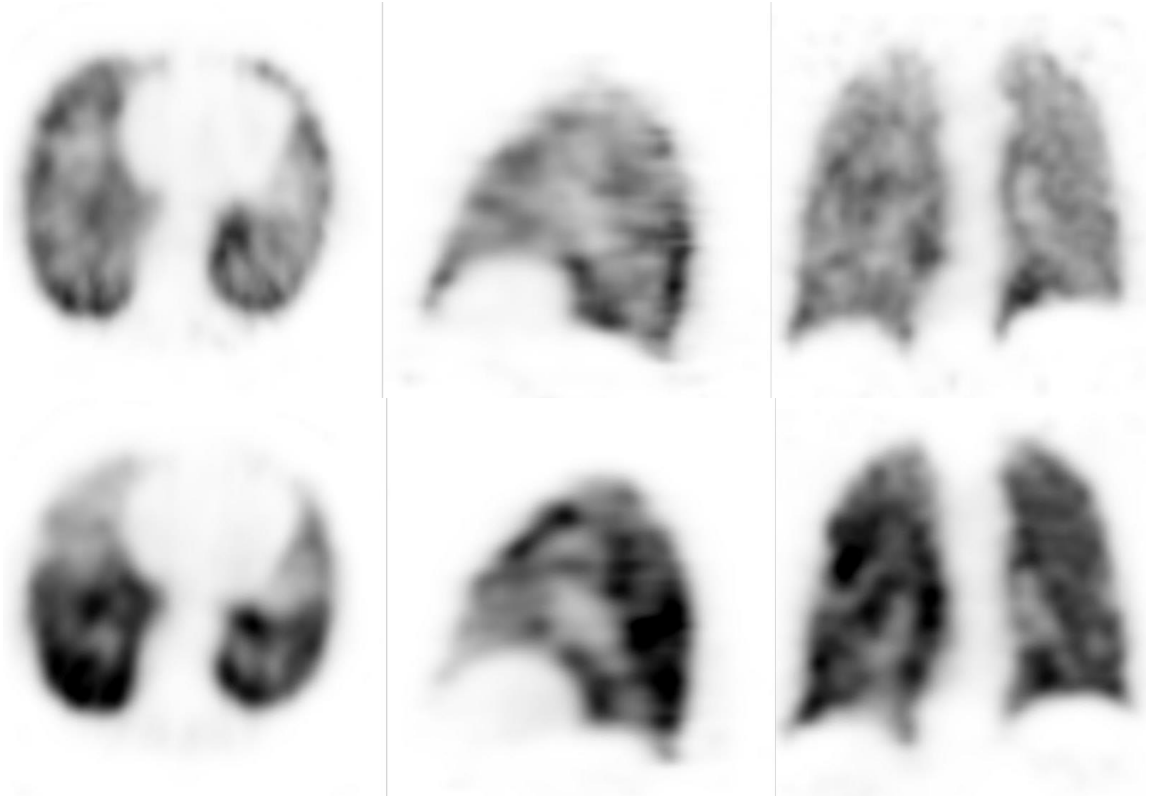
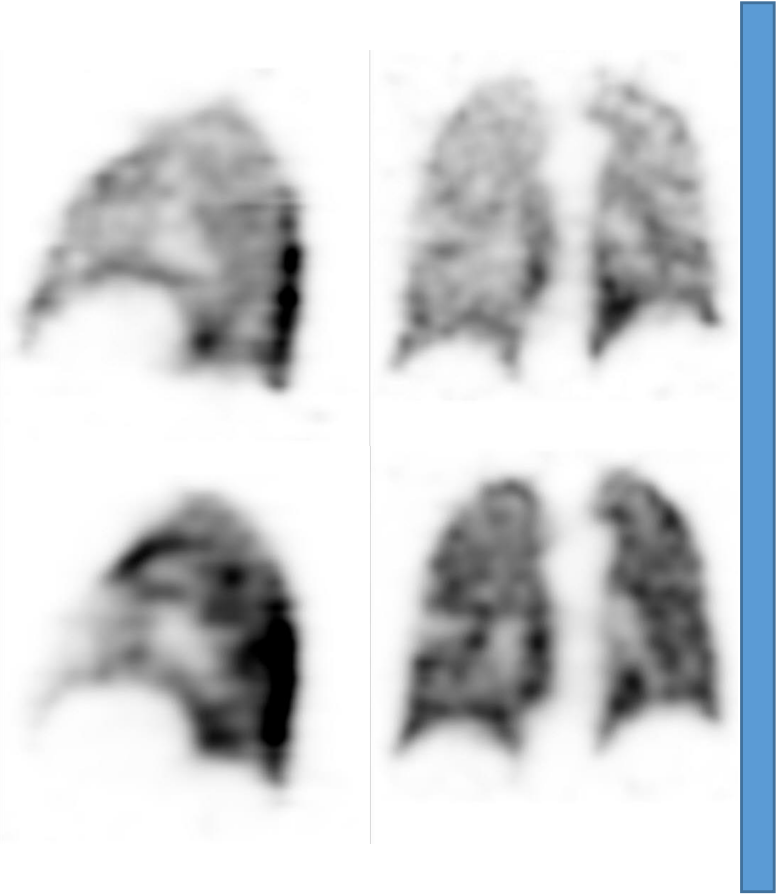
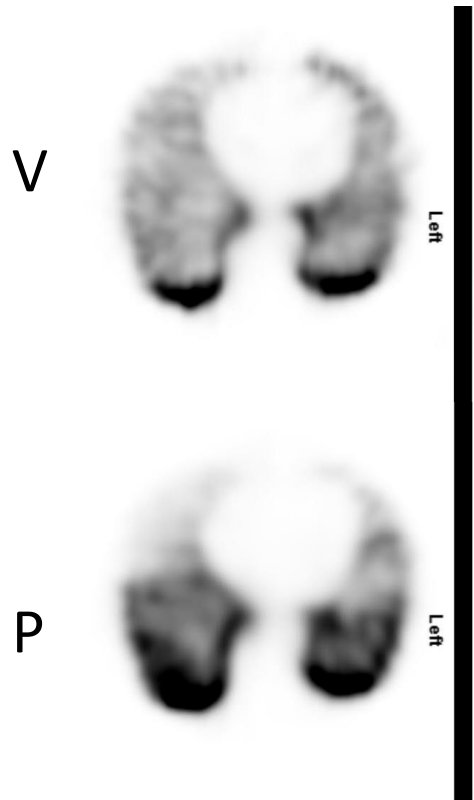


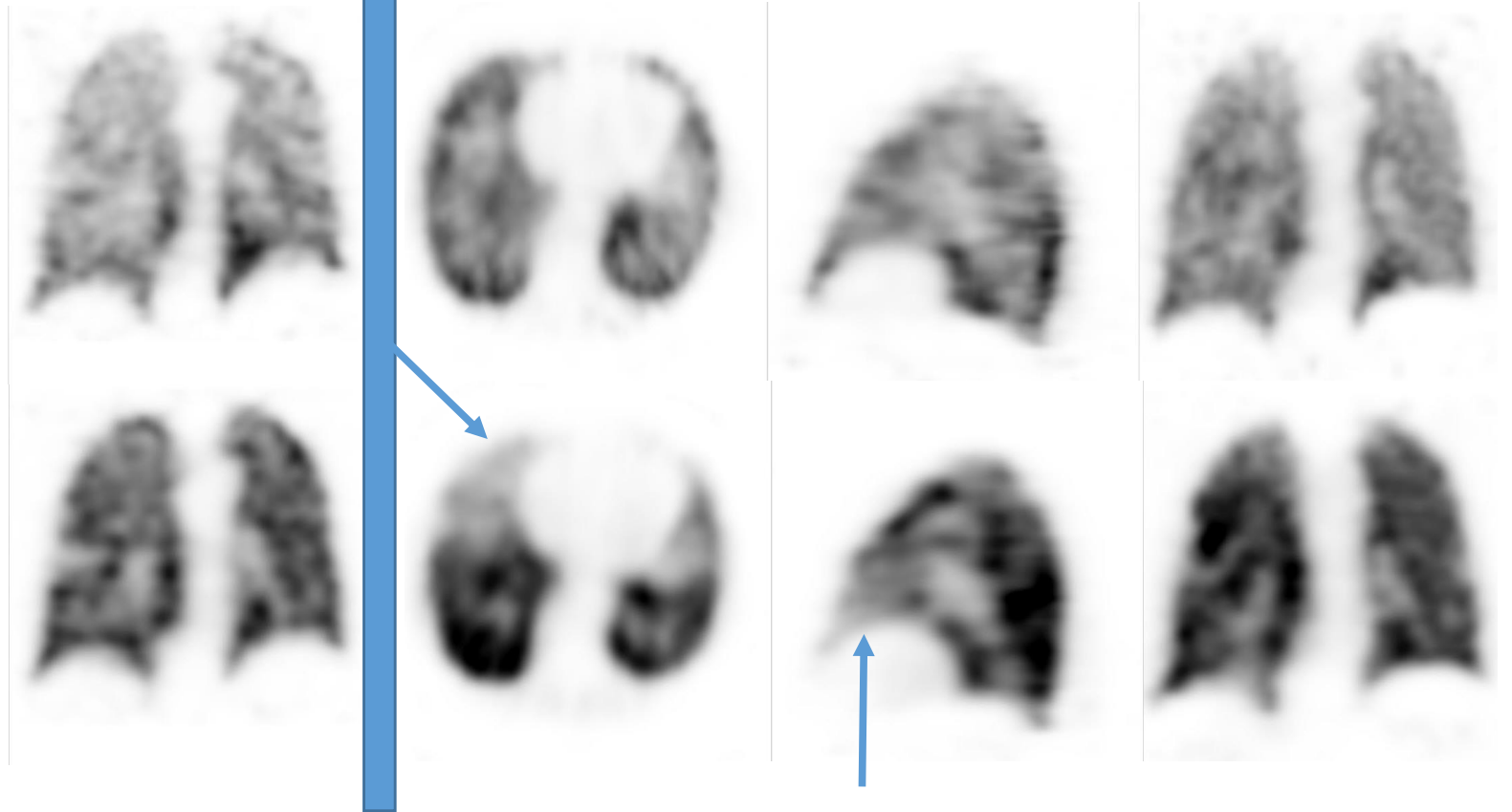
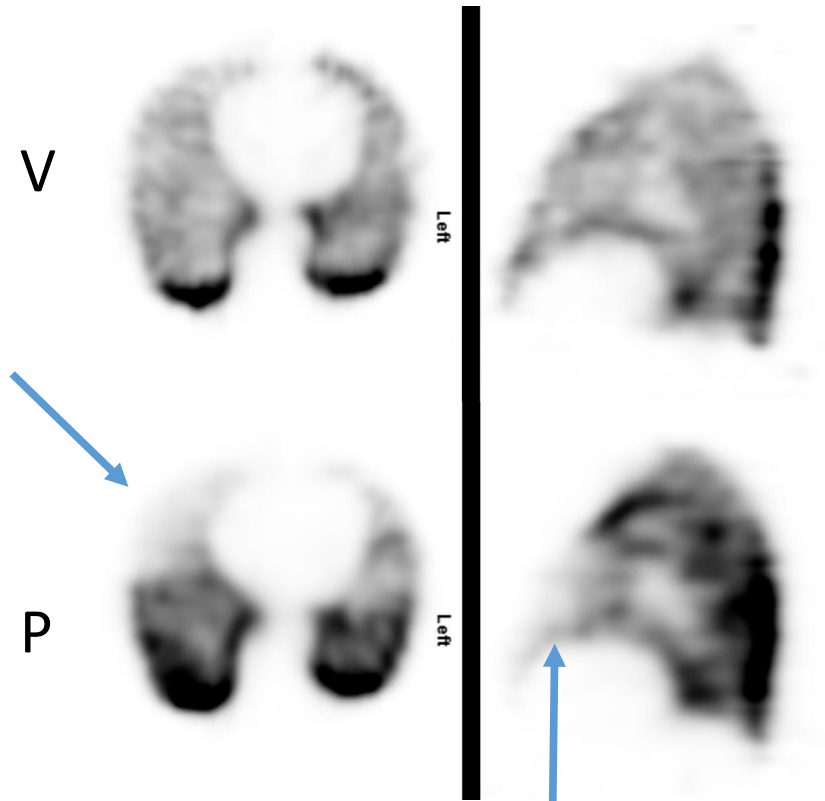
Segmentale Lungenembolie
Segment 6 rechts





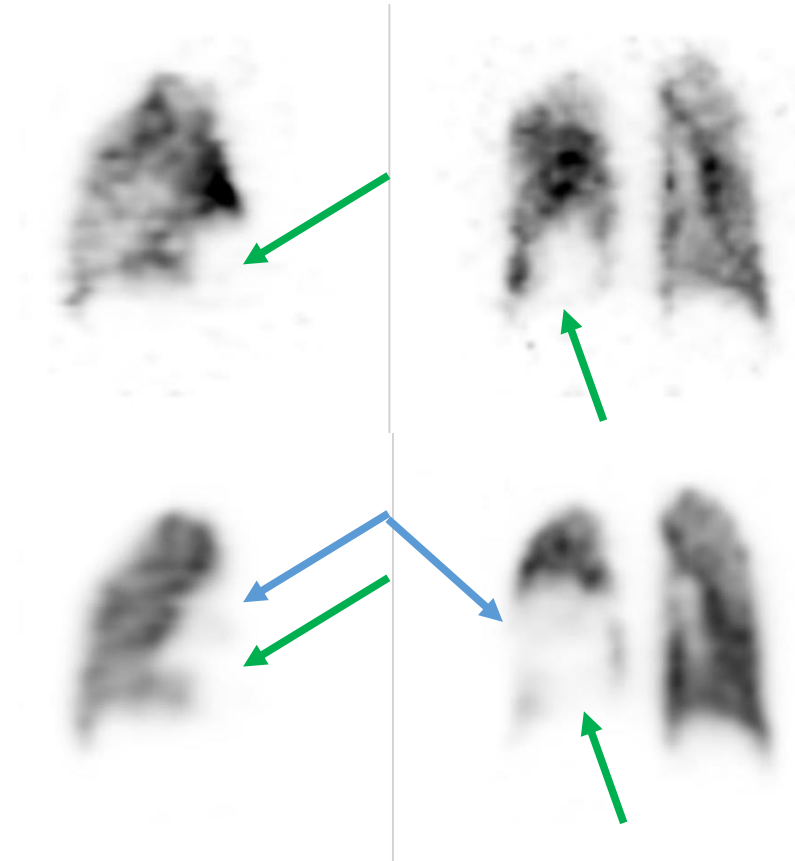
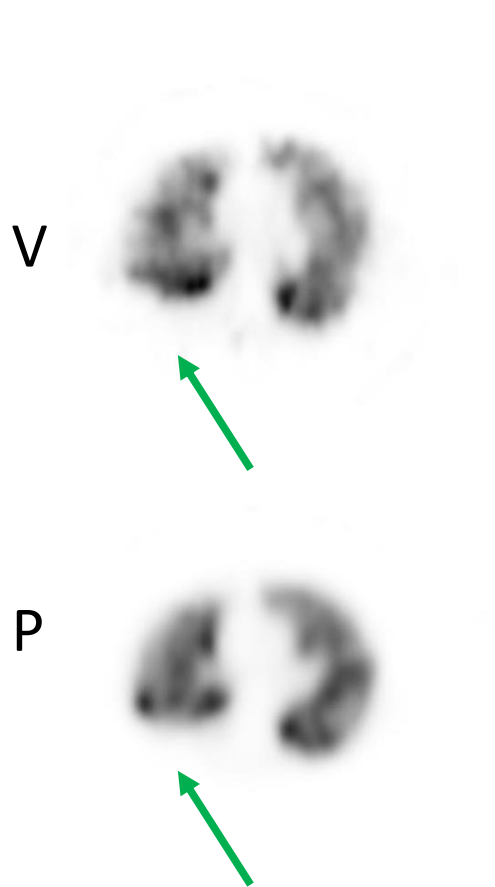
Verlaufskontrolle nach 4 Monaten





Lungenembolie R mit partieller Reperfusion nach 4 Monaten





→ Bronchuskarzinom UL R
→ Segmentale LE Segment 6 R



NM Lunge [Flash3D Ventilation - AC]

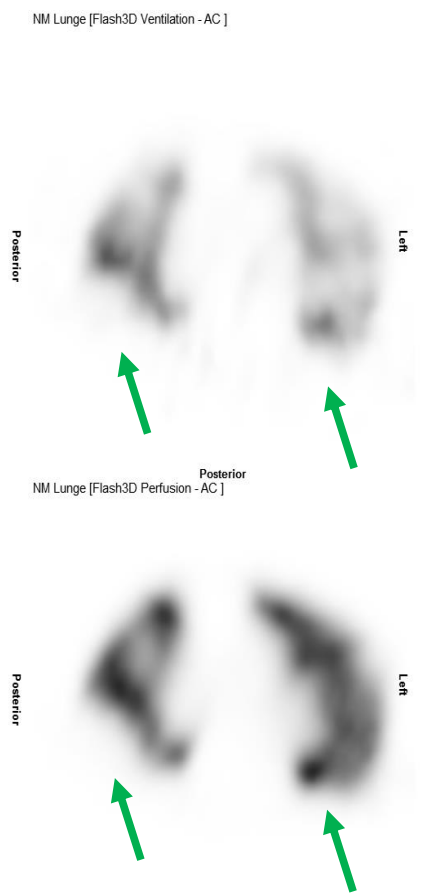
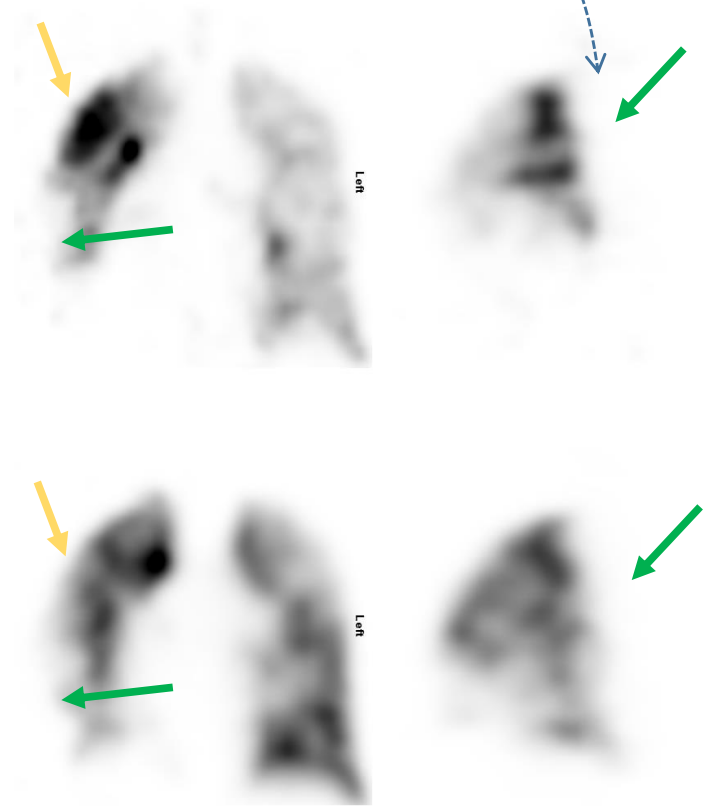


NM Lunge [Flash3D Perfusion - AC]





vgl.



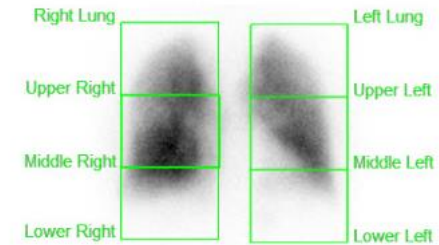
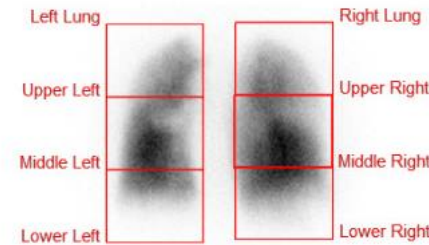
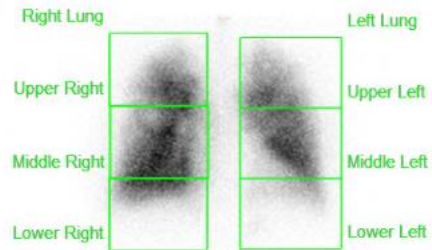
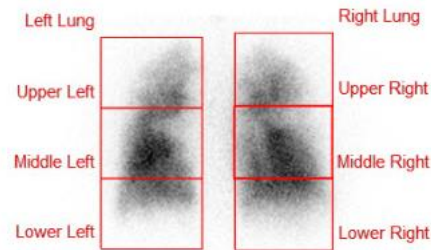
Pleuraergüsse bds. (R>>L)
COPD mit Pseudo-mismatch

Spezielle Indikationen

Quantitative Analyse:

wie ist die Verteilung der Ventilation bzw. der Perfusion in der Lunge?

Quantitative Analyse – planare Aufnahmen



Layout: 1 x 2 Change Selection

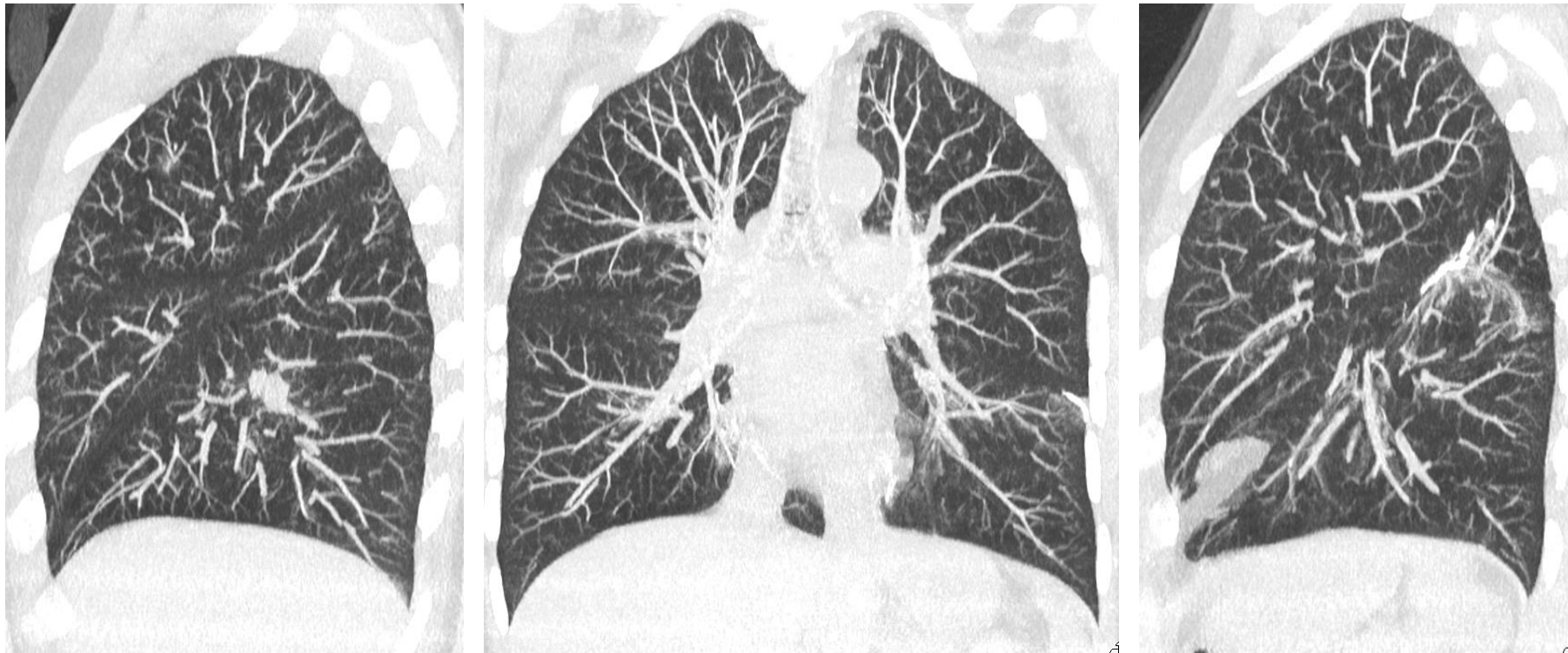
| | Ventilation | | | | | |
|-------------------|-------------|------------|-----------------------|------------|-----------|------------|
| | Posterior | | Geometric Mean Values | | Anterior | |
| | Left Lung | Right Lung | Left Lung | Right Lung | Left Lung | Right Lung |
| Upper Zone | 10.1 % | 11.5 % | 11.4 % | 13.2 % | 12.5 % | 14.9 % |
| Middle Zone | 23.7 % | 28.3 % | 23.3 % | 30.5 % | 22.5 % | 32.6 % |
| Lower Zone | 11.7 % | 14.7 % | 8.2 % | 13.4 % | 5.6 % | 11.9 % |
| Total Lung | 45.5 % | 54.5 % | 42.9 % | 57.1 % | 40.6 % | 59.4 % |

Layout: 1 x 2 Change Selection

| | Perfusion | | | | | |
|-------------------|-----------|------------|-----------------------|------------|-----------|------------|
| | Posterior | | Geometric Mean Values | | Anterior | |
| | Left Lung | Right Lung | Left Lung | Right Lung | Left Lung | Right Lung |
| Upper Zone | 10.0 % | 10.9 % | 11.2 % | 12.3 % | 12.3 % | 13.8 % |
| Middle Zone | 22.2 % | 30.1 % | 22.4 % | 32.3 % | 22.4 % | 33.8 % |
| Lower Zone | 11.1 % | 15.7 % | 7.9 % | 13.9 % | 5.6 % | 12.1 % |
| Total Lung | 43.3 % | 56.7 % | 41.5 % | 58.5 % | 40.3 % | 59.7 % |

$$\text{Geometric mean} = \sqrt{C_{R(POST)} \times C_{R(ANT)}}$$

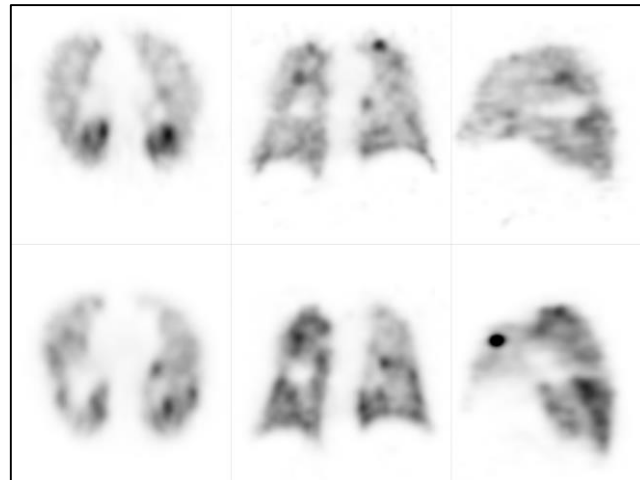
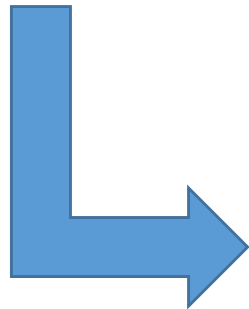
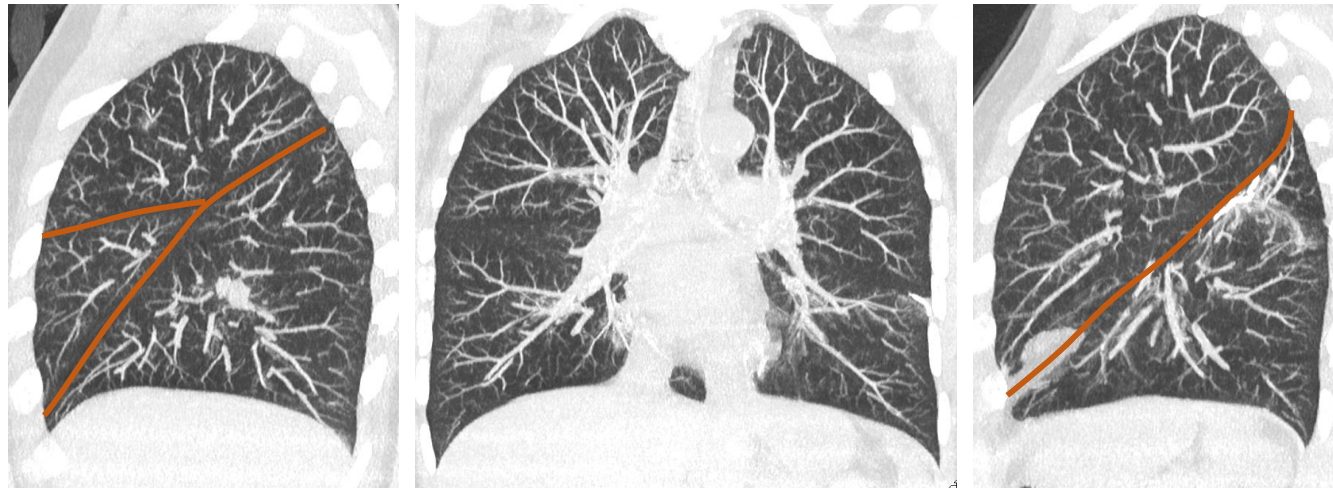
Quantitative Analyse



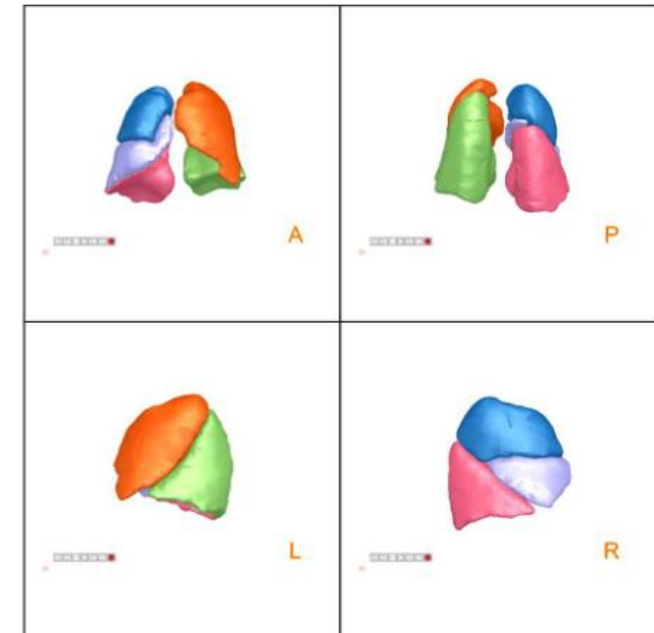
Quantitative Analyse



Quantitative Analyse mit SPECT/CT

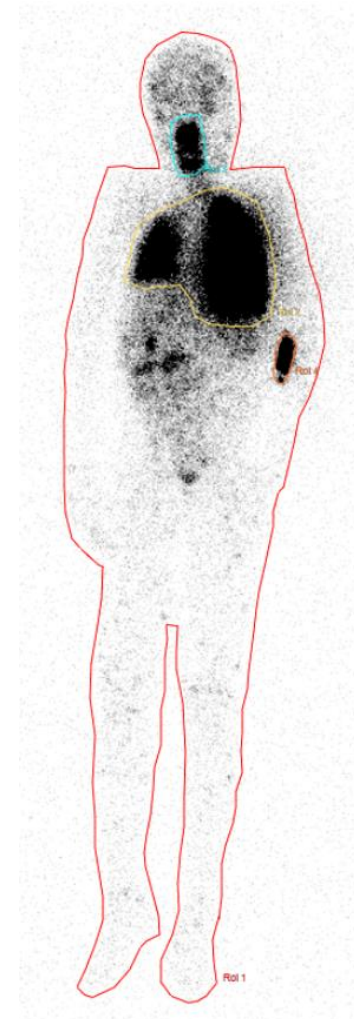
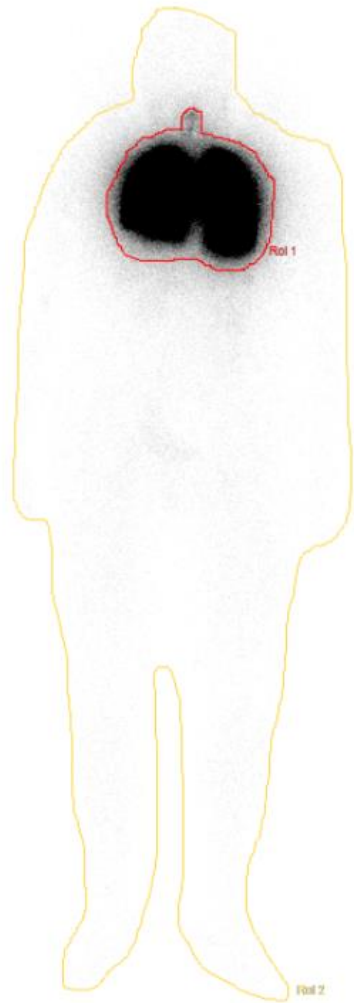


3D:

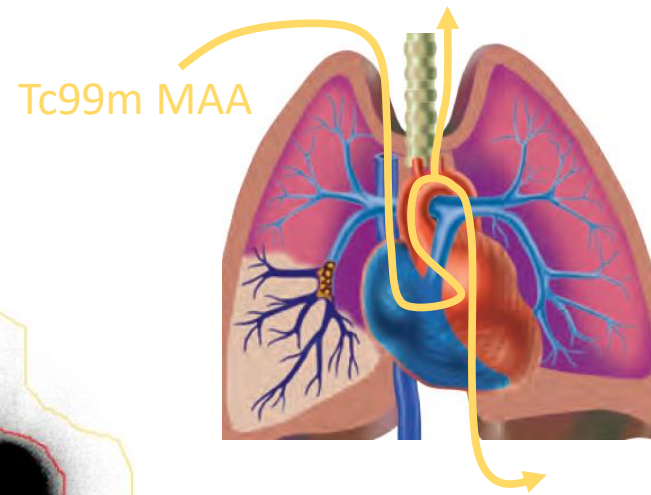


Results:

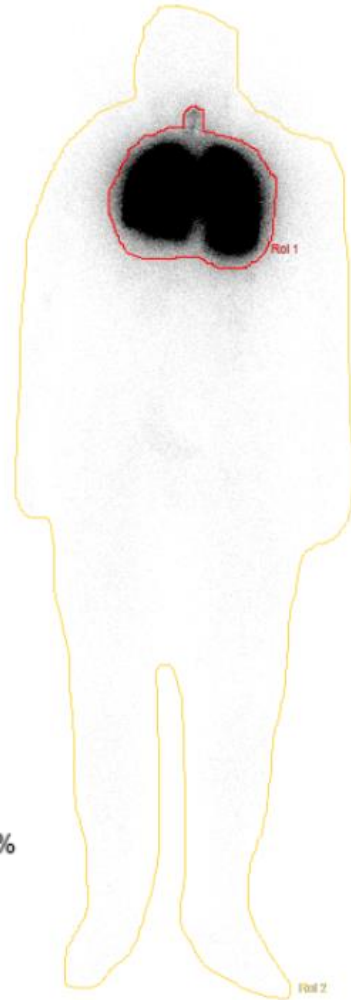
| | Perfusion [%] | | Ventilation [%] | |
|--------------|---------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Right | Left | Right | Left |
| Upper | 27 | 19 | 17 | 20 |
| Middle | 9 | N/A | 10 | N/A |
| Lower | 20 | 25 | 23 | 30 |
| Total | 56 | 44 | 50 | 50 |



Shuntanalyse



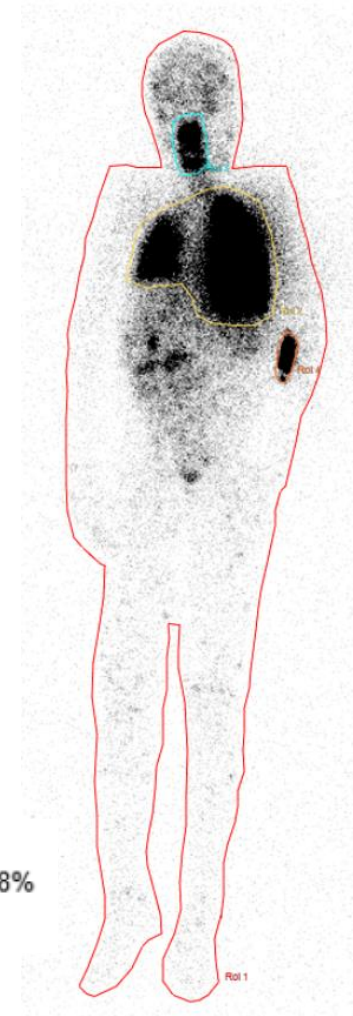
$$\frac{(1570970 - 1488571)}{1570970} \times 100\% = 5,2\%$$



Normal

Counts GK: 433275
 Counts Lunge: 323903
 Counts Venflon: 17137
 Counts Mundraum: 20710

$$\frac{(433275 - 17137 - 20710) - 323903}{(433275 - 17137 - 20710)} \times 100\% = 18\%$$



Atrioventrikulärer Septumdefekt

Ende



bernd.vollnberg@hirslanden.ch