

Kontrastmittel in der Bildgebung



Matthias Bollow

www.radiologie-ruhrgebiet.de

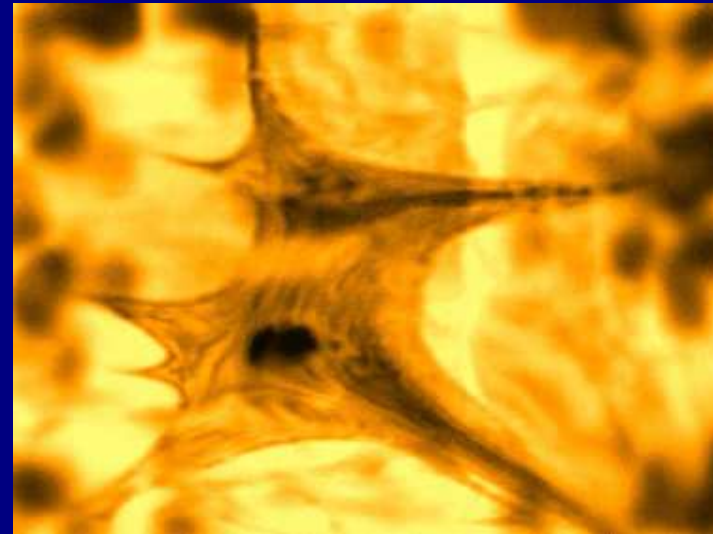
Klinik für diagnostische und interventionelle
Radiologie und Nuklearmedizin

Augusta-Kranken-Anstalt Bochum
Akademisches Lehrkrankenhaus



Kontrastmittel: Definition

- Substanzen, die i.d.R. in unveränderter Form aus dem Körper ausgeschieden werden und keine pharmakodynamische Wirkung auf den Metabolismus haben



- Ausnahme:
Eisenoxidhaltige MR-KM: Phagozytose



Historischer Überblick „Kontrastmittel“

1929

Einführung der 1. wasserlösl. organischen Jodverbindungen

1953

triiodiertes Benzoessäurederivat (Diatrizoat)

1953-80

hochosmolare Röntgen-KM

seit 1981

niederosmolare und nicht-ionische Röntgen-KM

1989

MRT Kontrastmittel

1995

US Kontrastmittel

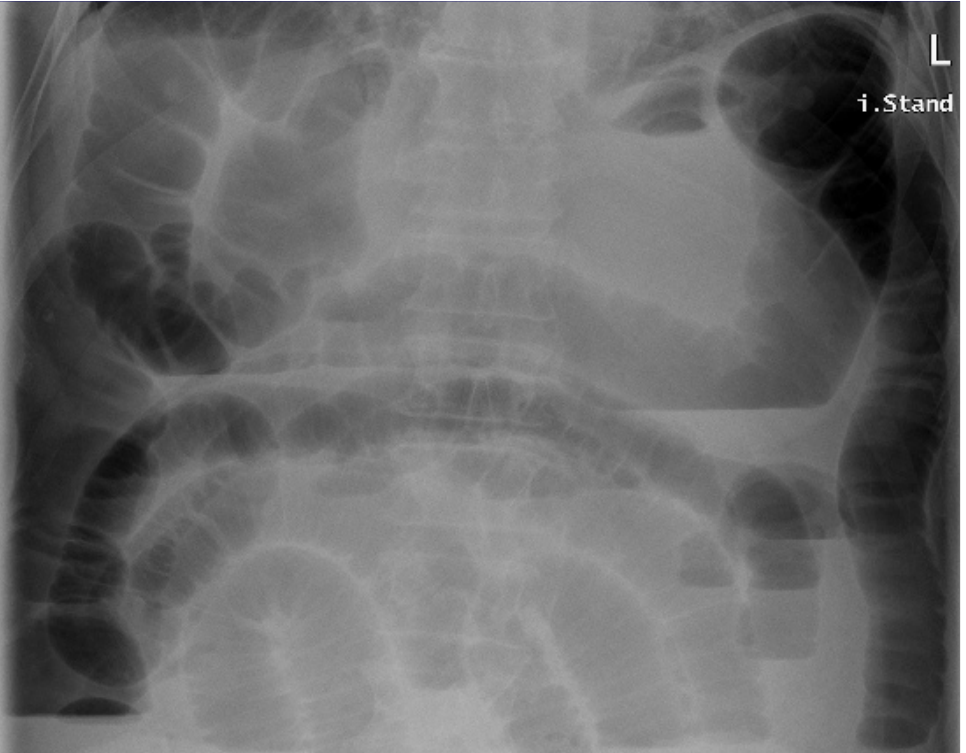


Kontrastmittel in der Bildgebung

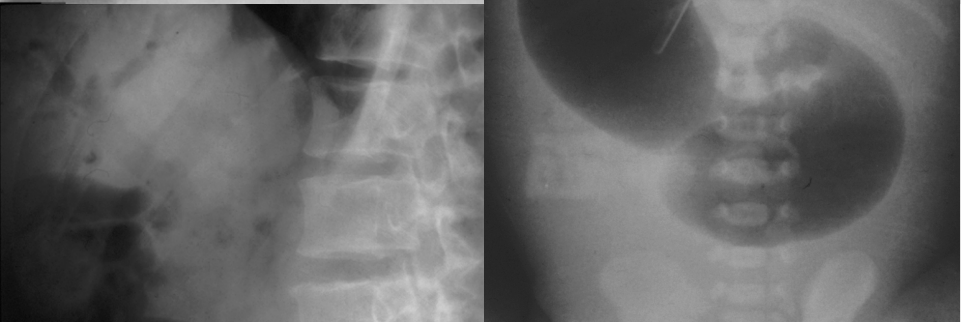
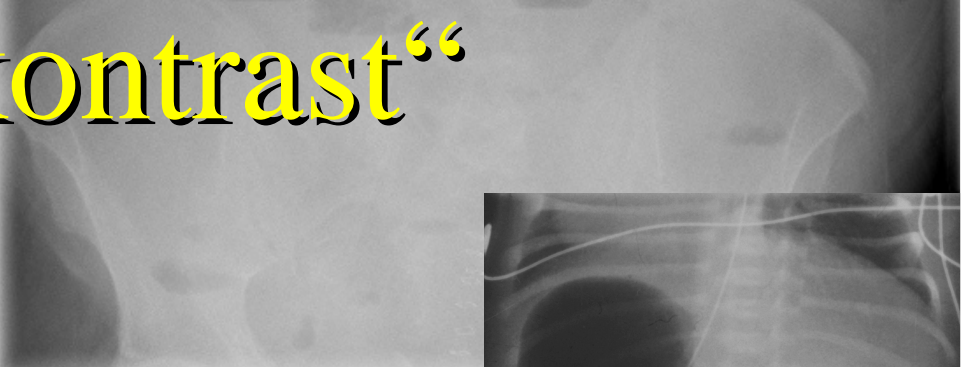
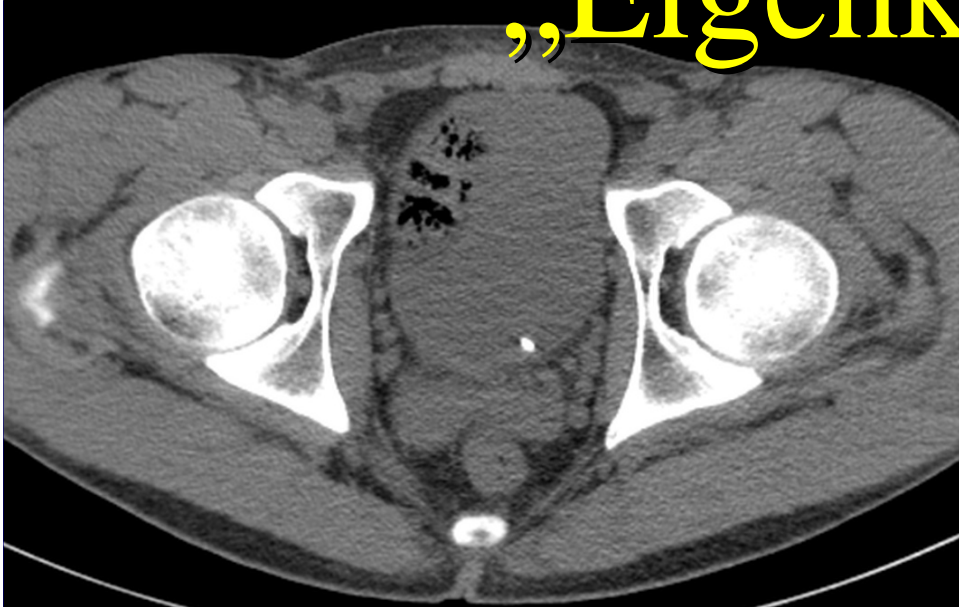
- **Eigenkontrast**
- **Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT**
 - Barium-haltige Kontrastmittel (oral)
 - Iod-haltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)
 - Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen
 - Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen
- **Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie**
- **Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik**

Ursula Pesch: Farbkontraste





„Eigenkontrast“



Kontrastmittel in der Bildgebung

- Eigenkontrast
- Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT

Barium-haltige Kontrastmittel (oral)

Iod-haltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)

Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen

Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen

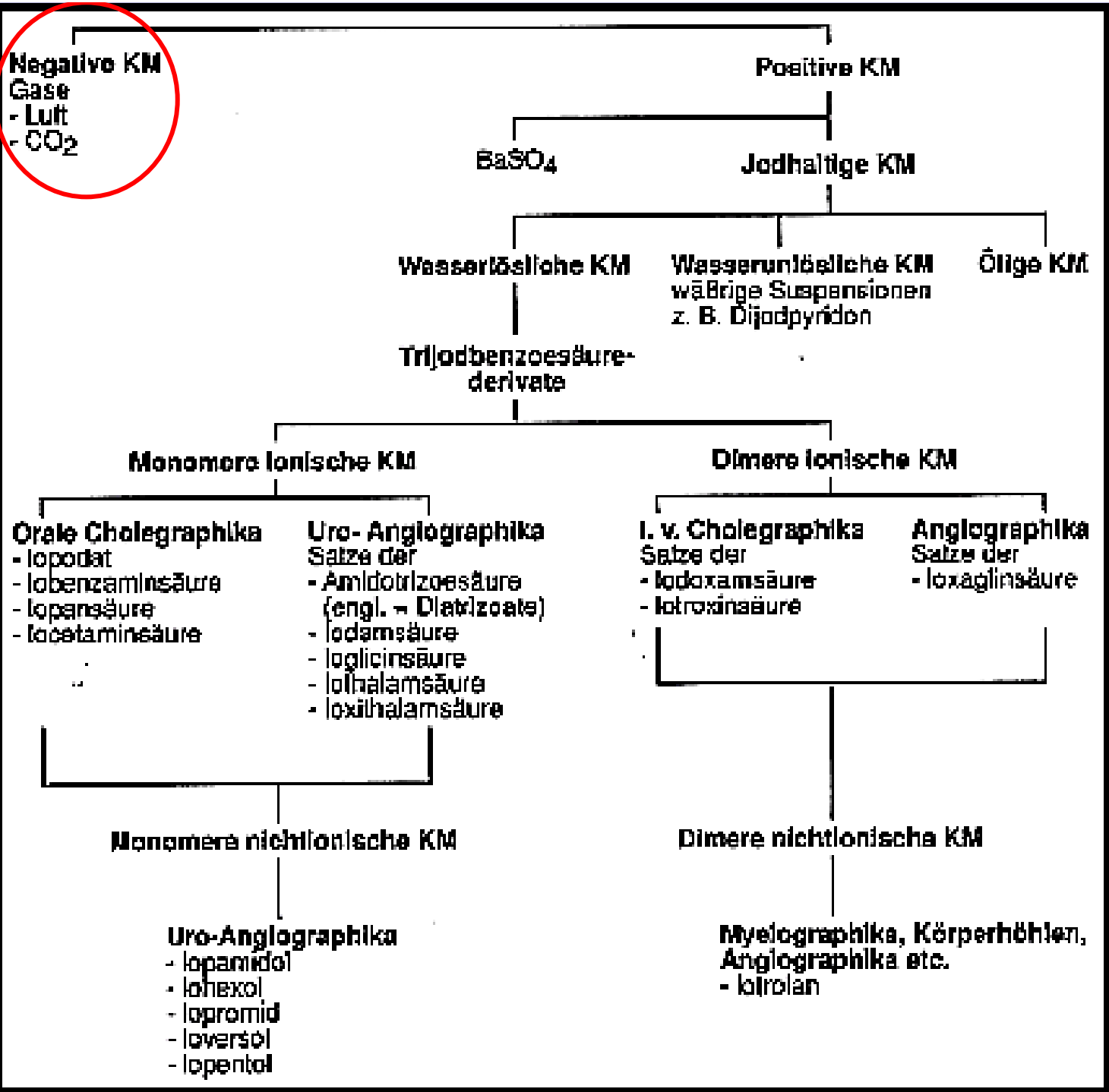
- Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie
- Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik

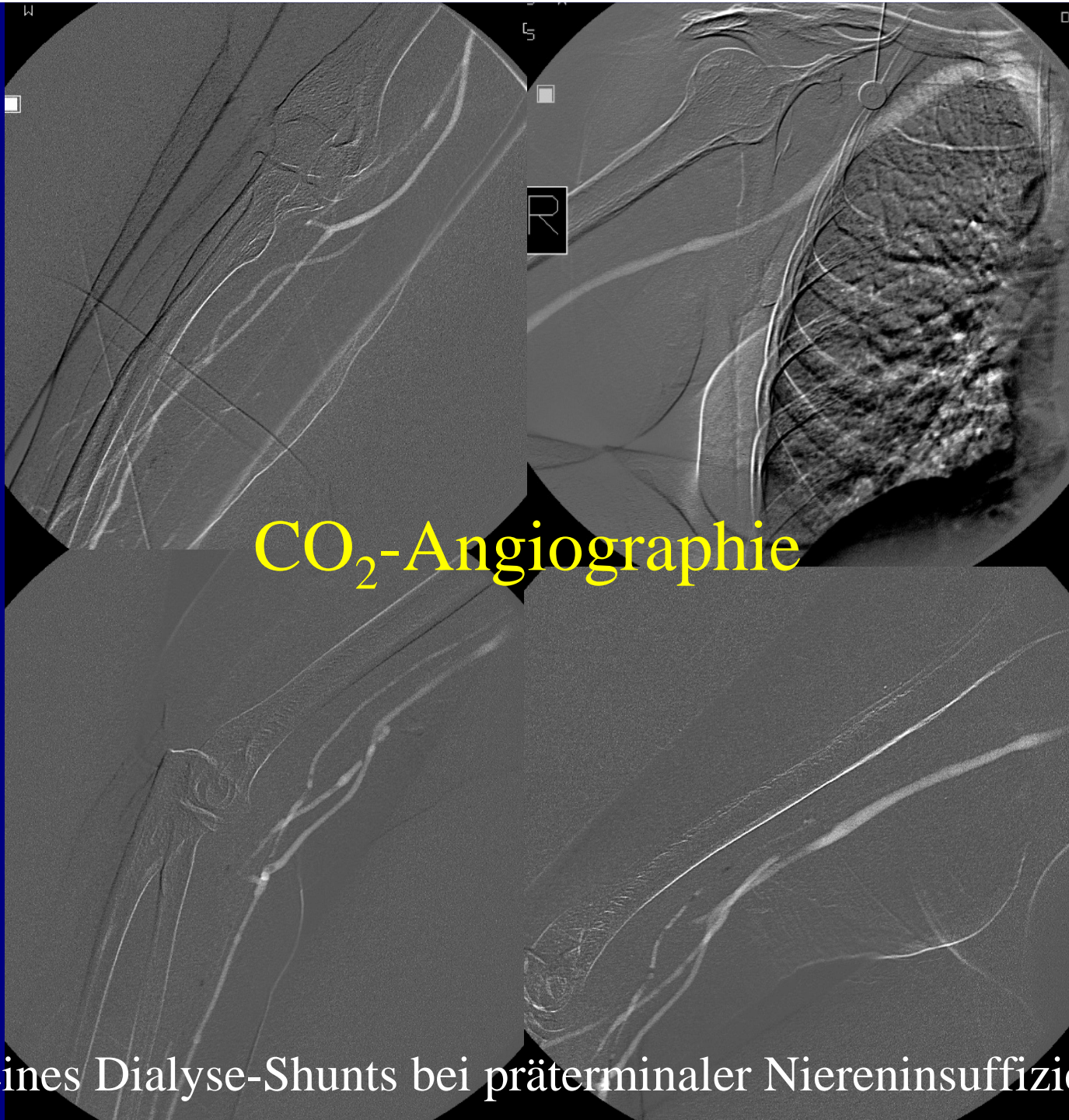


Kontrastmittel mit hoher Ordnungszahl im Periodensystem der Elemente

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.939	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.91	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.90	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.30
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)															
			58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (147)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97	
			90 Th 232.04	91 Pa (231)	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lw (257)	

Negative KM
 Gase
 - Luft
 - CO₂



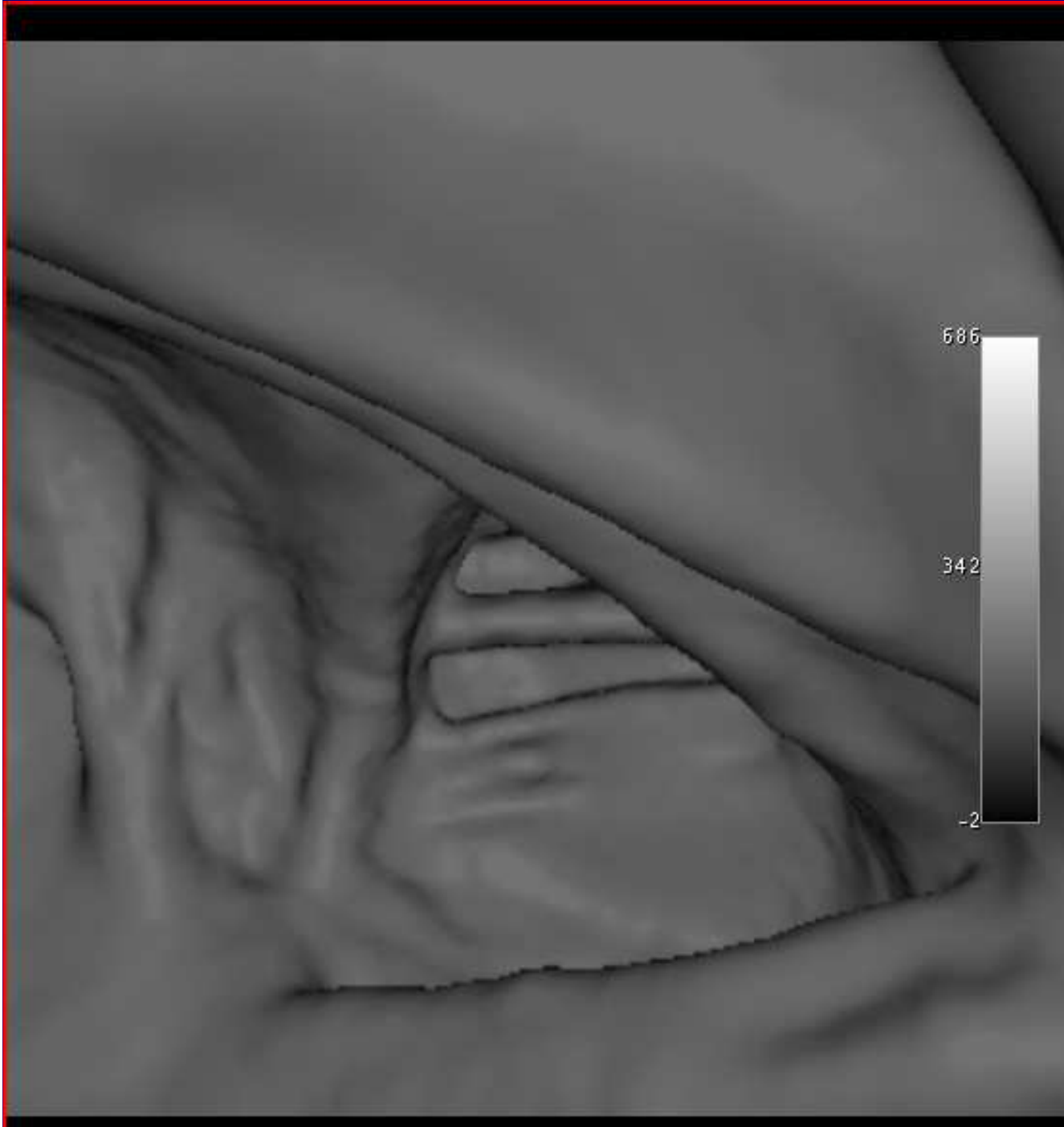


CO₂-Angiographie

Planung eines Dialyse-Shunts bei präterminaler Niereninsuffizienz



Virtuelle Koloskopie mit Luft oder CO²



Kontrastmittel in der Bildgebung

- Eigenkontrast
- Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT

Barium-haltige Kontrastmittel (oral)

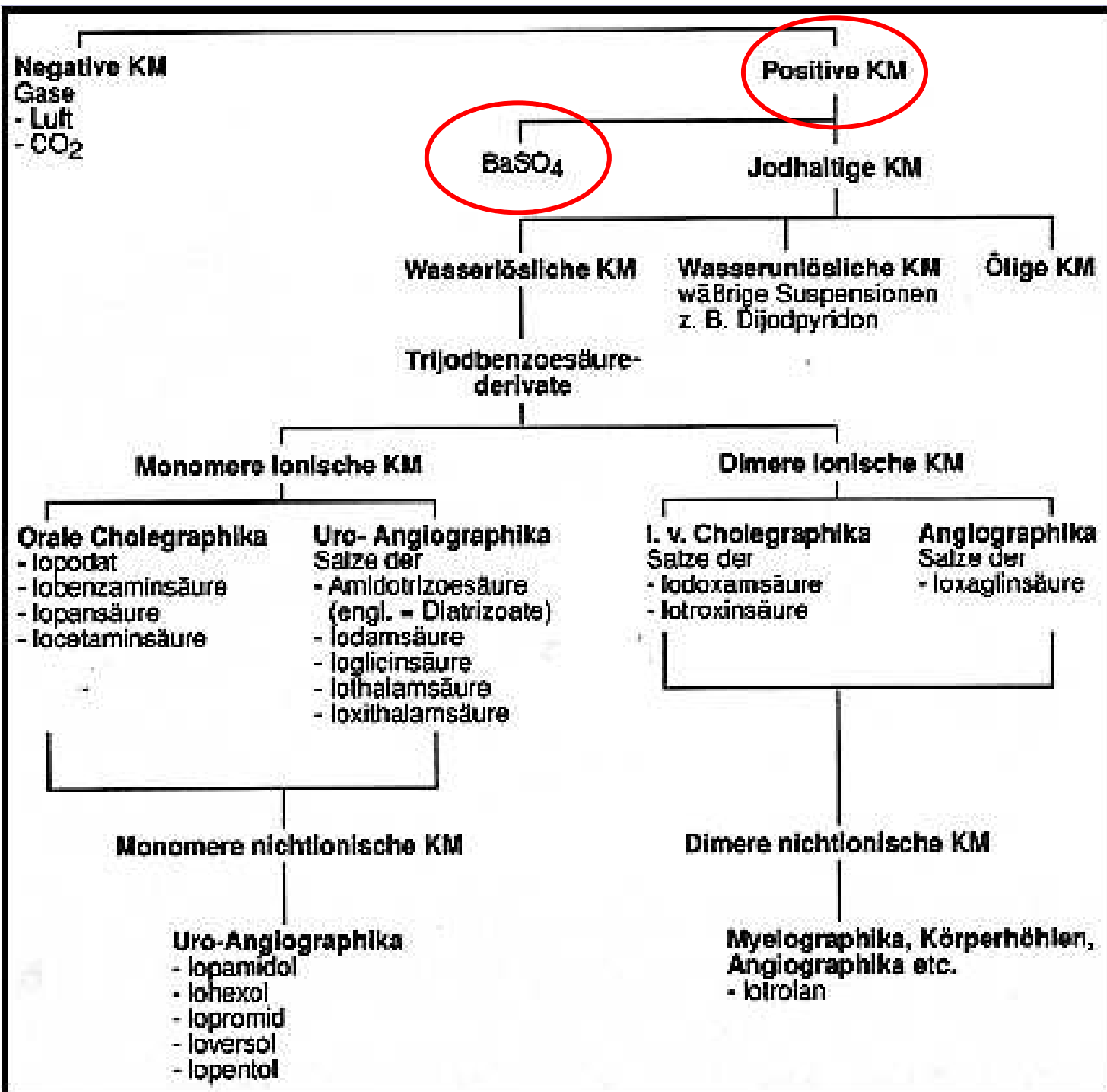
Iod-haltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)

Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen

Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen

- Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie
- Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik

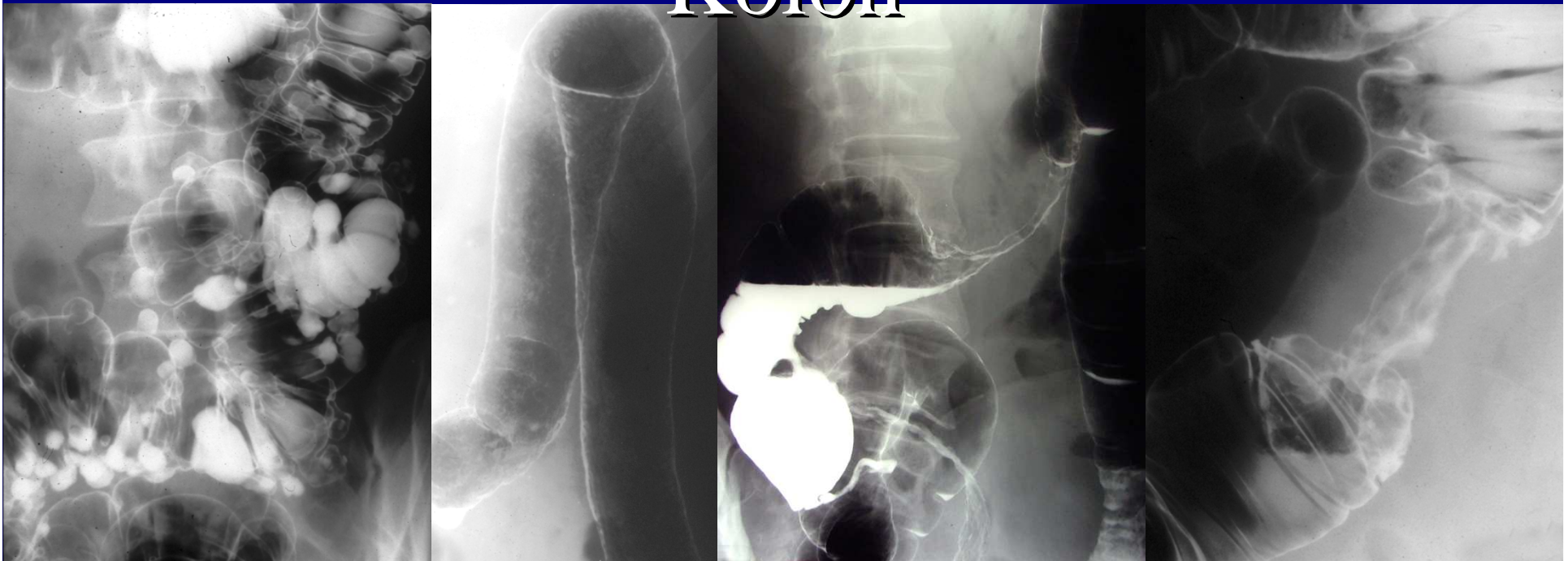




Doppelkontrast-Technik (BaSO₄/Luft) in Hypotonie (Scopolaminbutylbromid)



Kolon



Barium-haltige Kontrastmittel

- Nebenwirkungen

Hypoosmolalität mit Entzug von Wasser aus dem Darm: Barolith - Kolonobstruktion - Ileus

- Kontraindikationen

1. Verdacht auf Perforation bzw. postop. Verdacht auf Nahtinsuffizienz: Granulomatöse Peritonitis (Letalität 20-50%) und Mediastinitis
2. Schluckstörungen: Cave Aspirationsgefahr
3. Nekrotisierende pseudomembranöse Enterokolitis
4. Säuglinge, hohes Alter, Schwerkranke



Kontrastmittel in der Bildgebung

- Eigenkontrast
- Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT

Barium-haltige Kontrastmittel (oral)

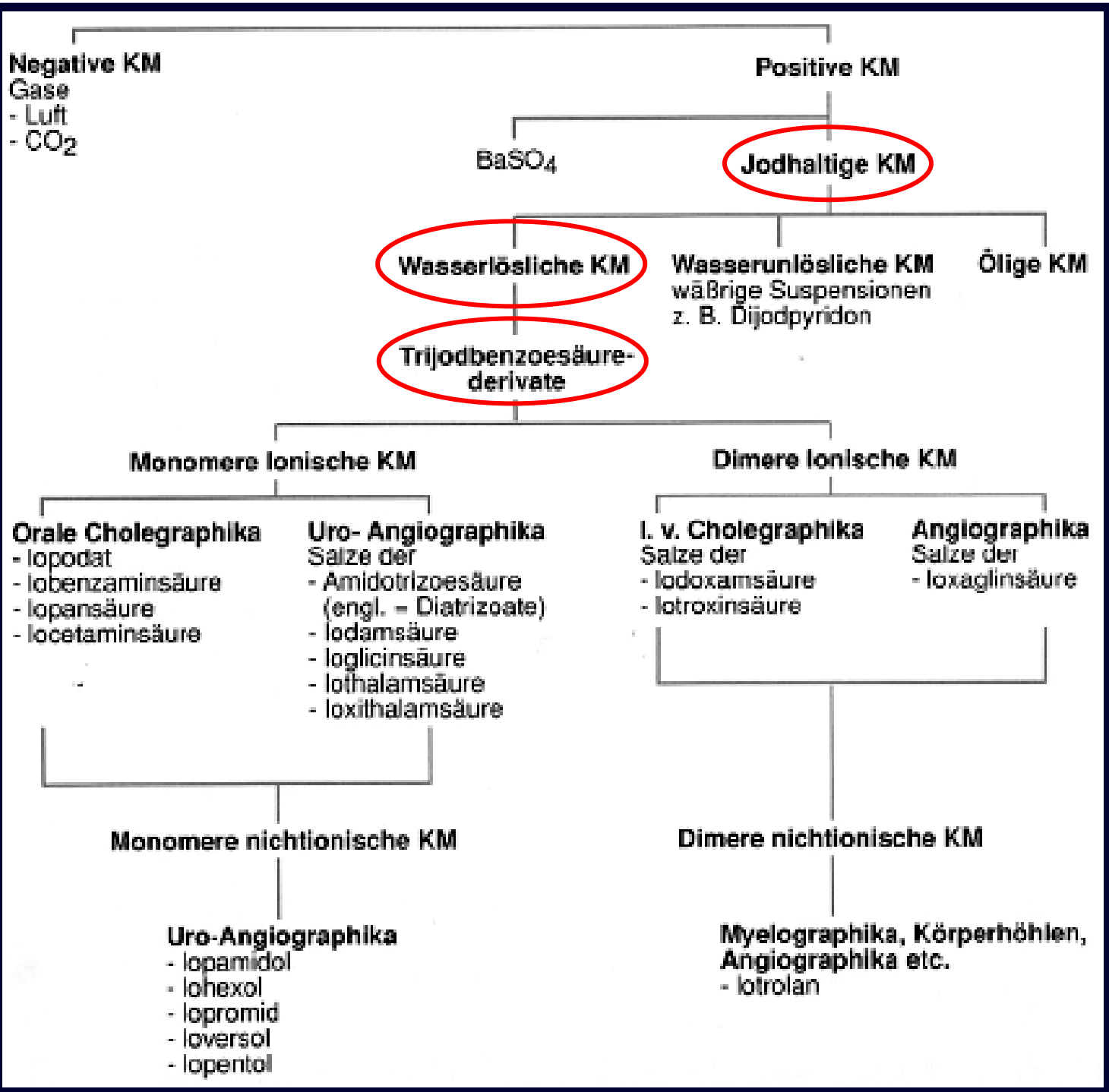
Iodhaltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)

Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen

Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen

- Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie
- Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik

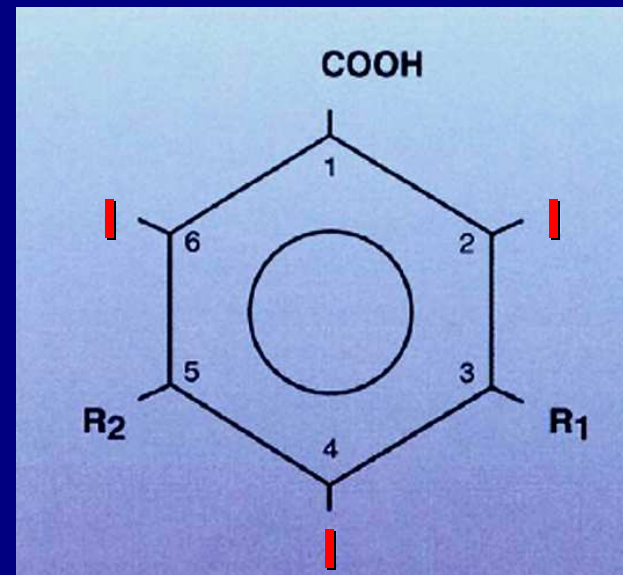




Jod-haltige wasserlösliche Röntgen-Kontrastmittel

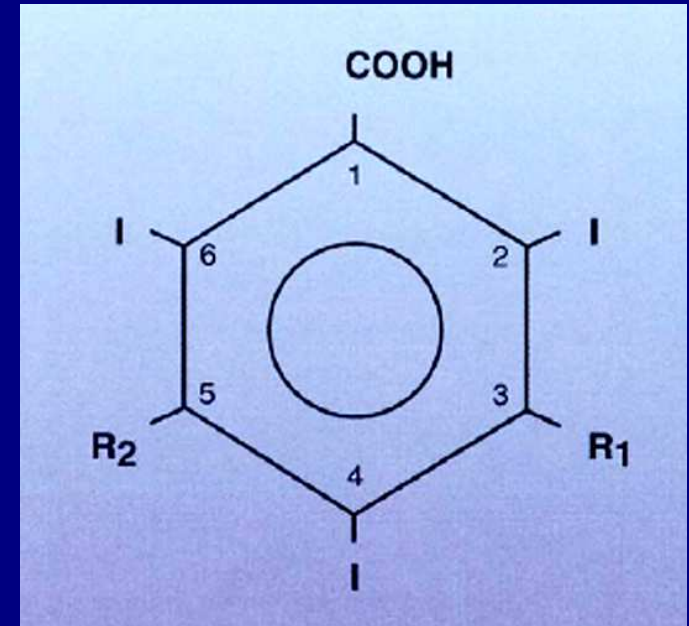
Jod besitzt als einziges chemisches Element:

- hohe Kontrastdichte
- geringe Toxizität
- chemisches Verhalten, das eine feste Bindung an das variierbare Benzolmolekül erlaubt



Jod-haltige Röntgen-Kontrastmittel

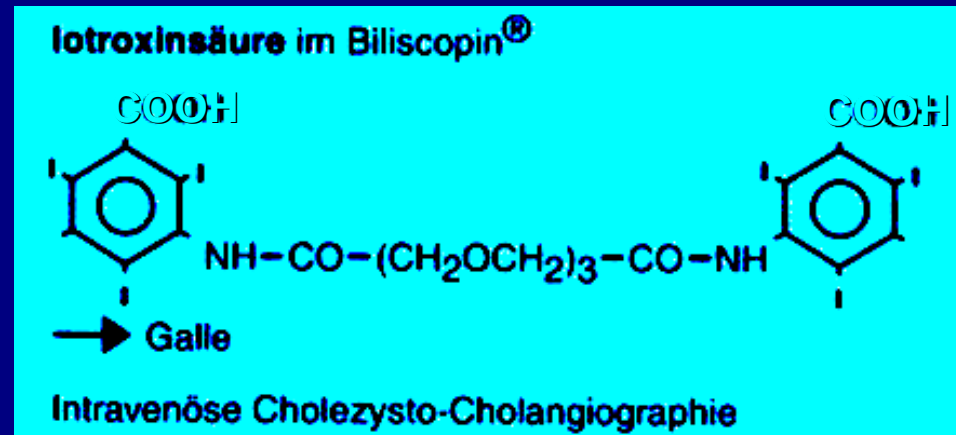
- Benzolring (Aromat) = Grundkörper (lipophil / toxisch)
- Jod = Kontrastgeber im Trijodbenzolring fest gebunden
- Seitenkettenbesetzung bestimmt über ionisches vs. nichtionisches KM sowie physikochemische Eigenschaften (Ausscheidungsweg, Verträglichkeit):



1. COOH-Gruppe (Salz = ionisches KM)
2. R1, R2 bestimmen Hydrophilie:
R1+R2 klein + mehr OH-Gruppen = Hydrophilie
3. Fehlt ein R = Lipophilie / Proteinbindung
4. R2 entscheidet über Ausscheidungsweg



Kontrastmittel für intravenöse Cholegraphie

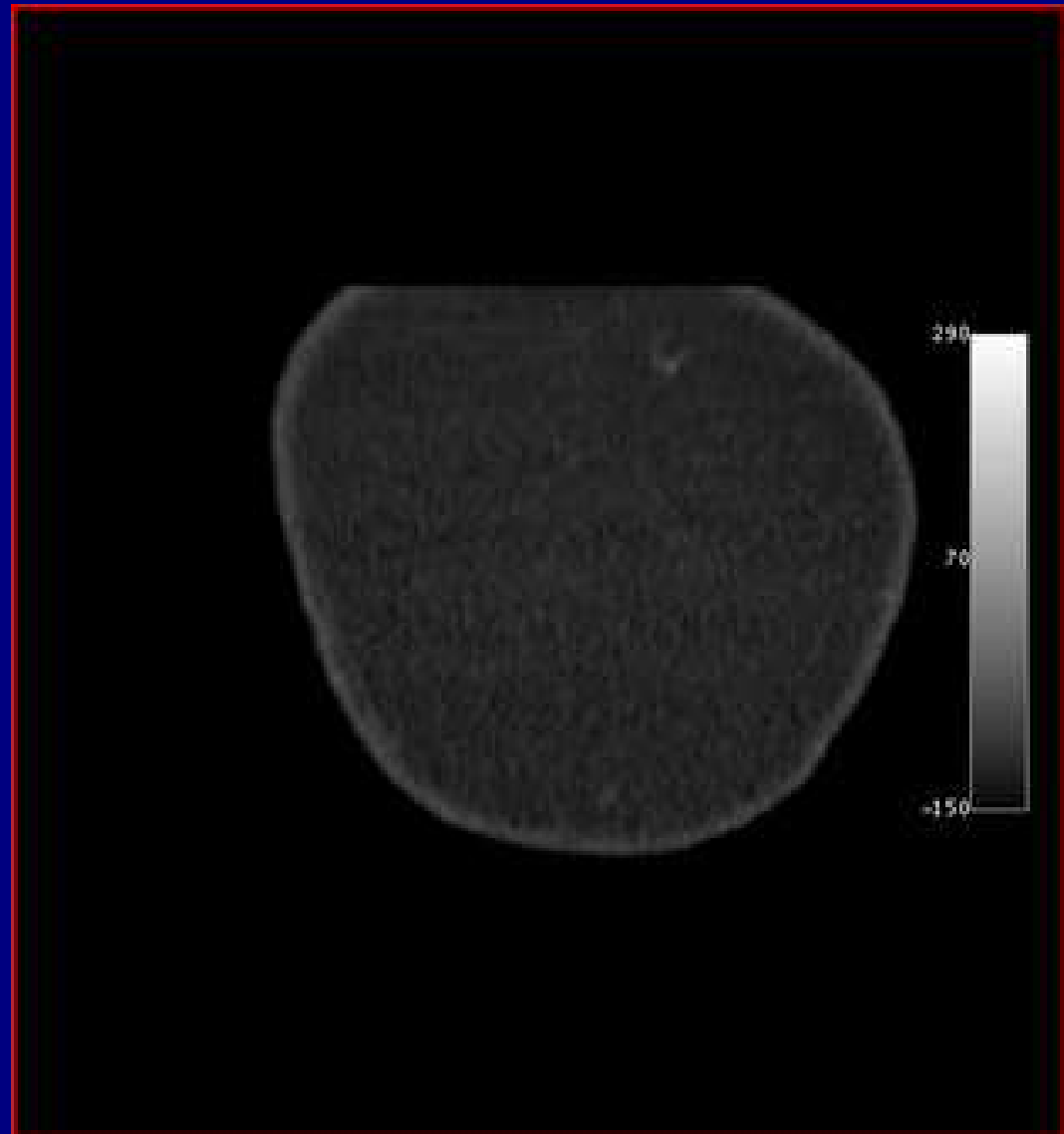
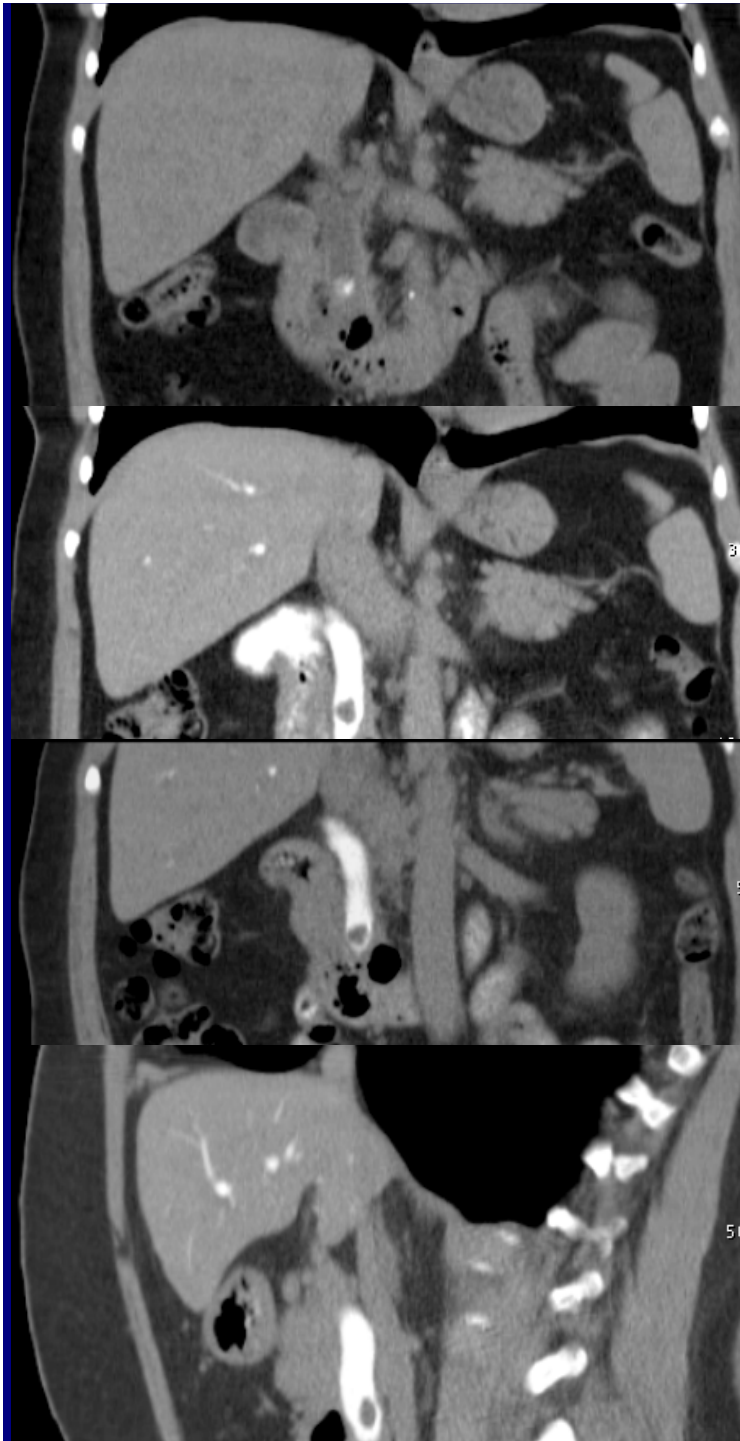


Dimere Disäure, deren Ausscheidung überwiegend biliär ohne chemische Veränderung des Moleküls erfolgt

- unsubstituierten Positionen 5 und 3 führen zur Plasmaprotein-Bindung und verzögern die glomeruläre Filtration
- die Säuregruppen u. lipophilen Eigenschaften ermöglichen Nutzung des hepatischen Anionen-Transportmechanismus
- die Säuregruppen verhindern die Rückresorption nach biliärer Ausscheidung in das Duodenum

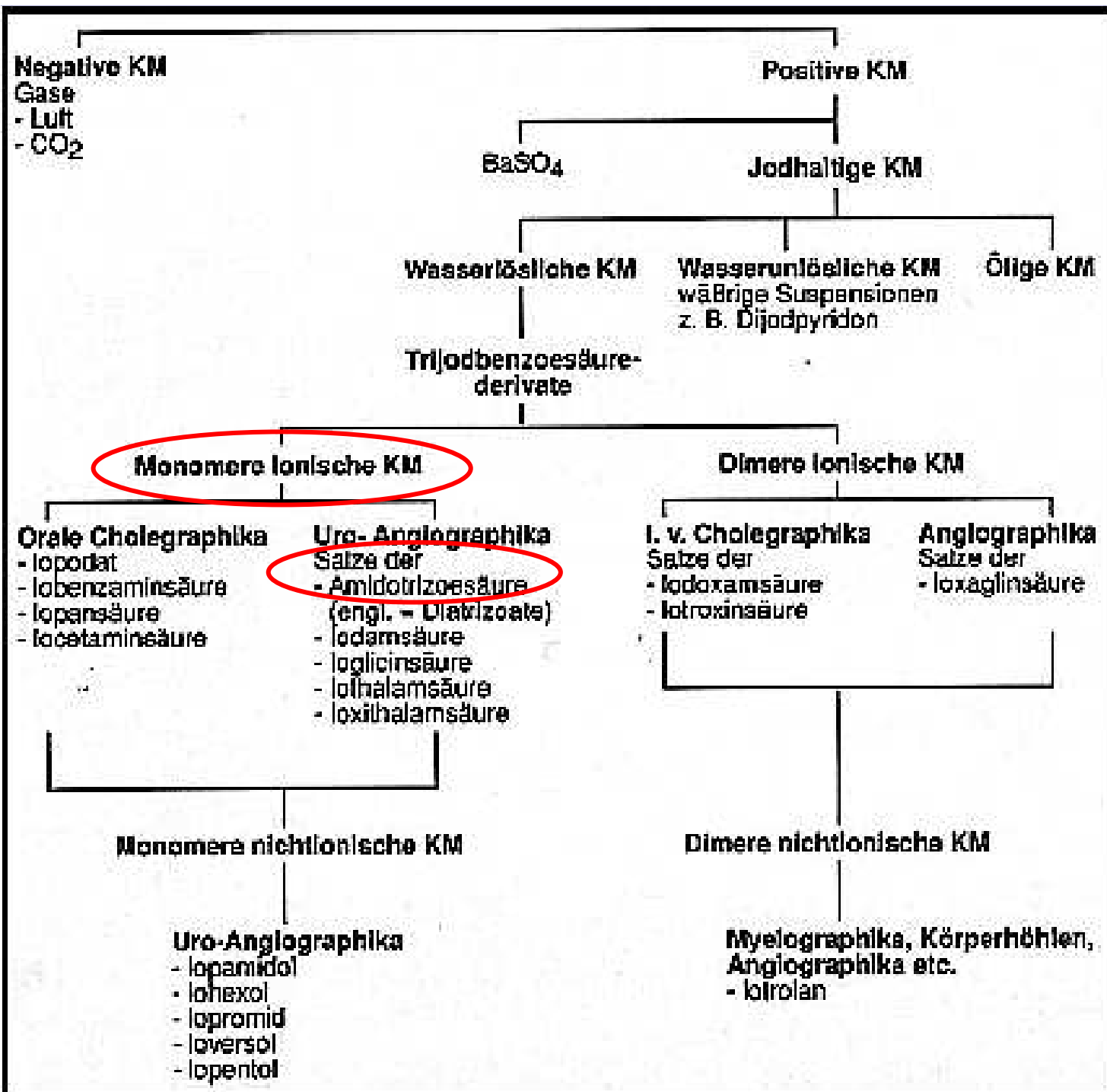


CT-Cholangiographie

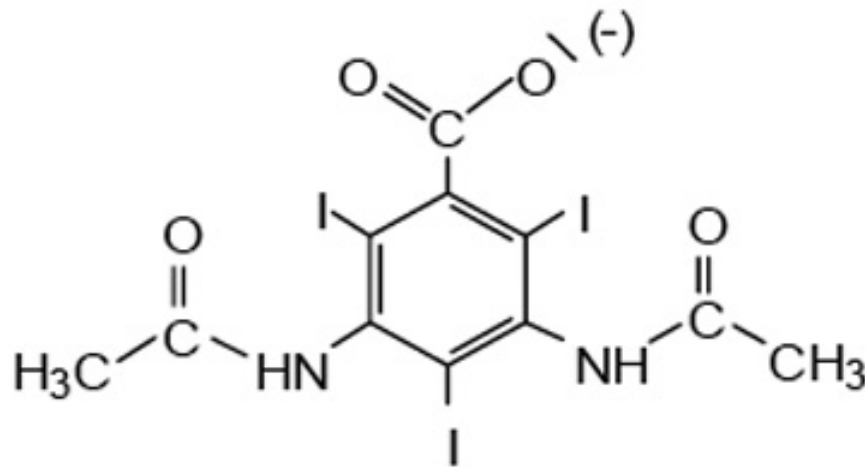


Cholodocholithiasis

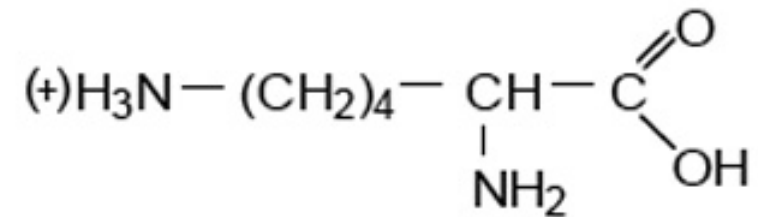




Wasserlösliche jodhaltige hyperosmolale Röntgenkontrastmittel in der Perforationsdiagnostik: Amidotrizoate als Lysin-, Natrium- oder Megluminsalze



Amidotrizoat



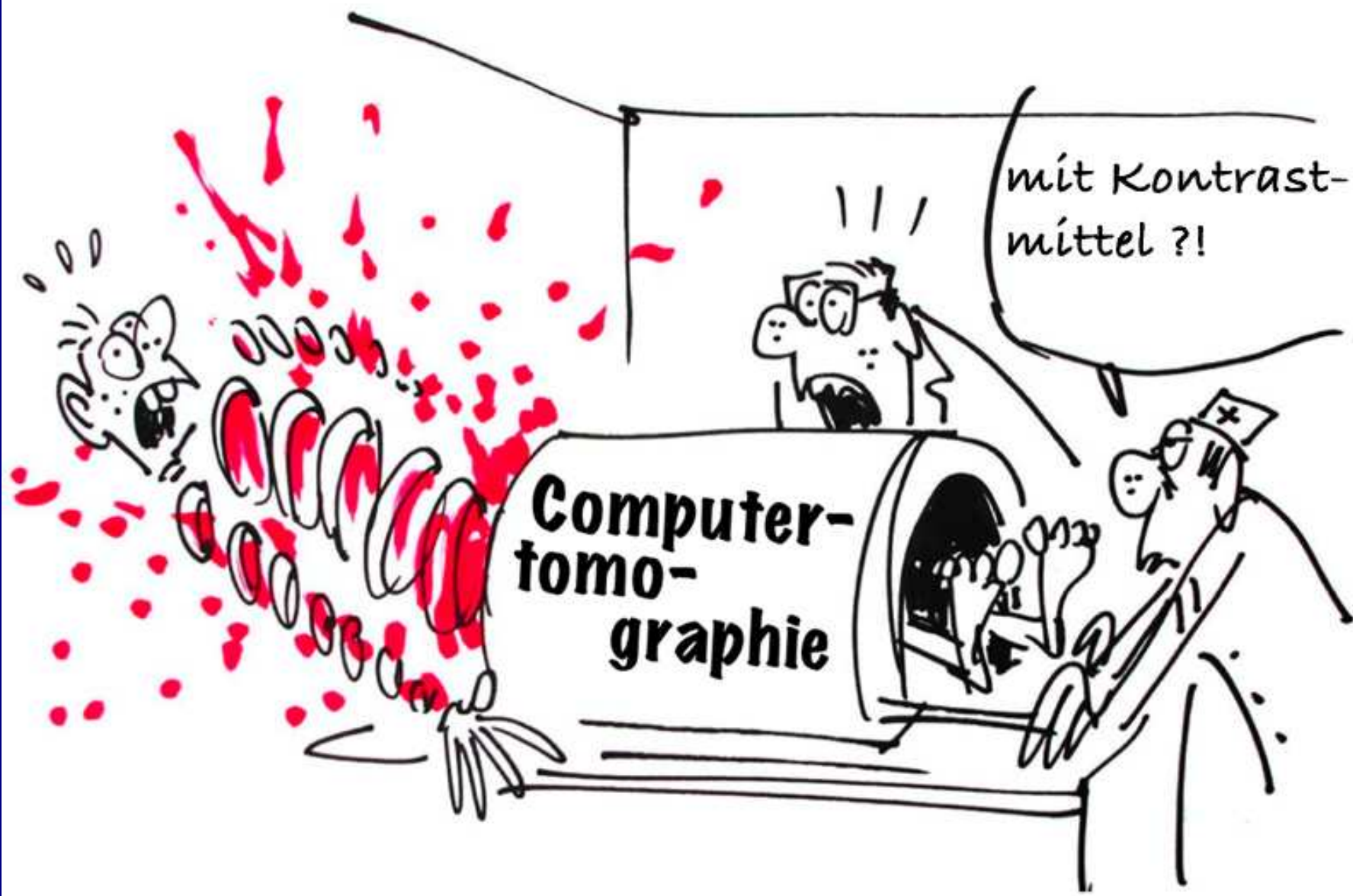
L-Lysin

Peritrast (Dr. Franz Köhler Chemie GmbH)

Wirkstoff: L-Lysin-Amidotrizoate

Boerhaave-Syndrom



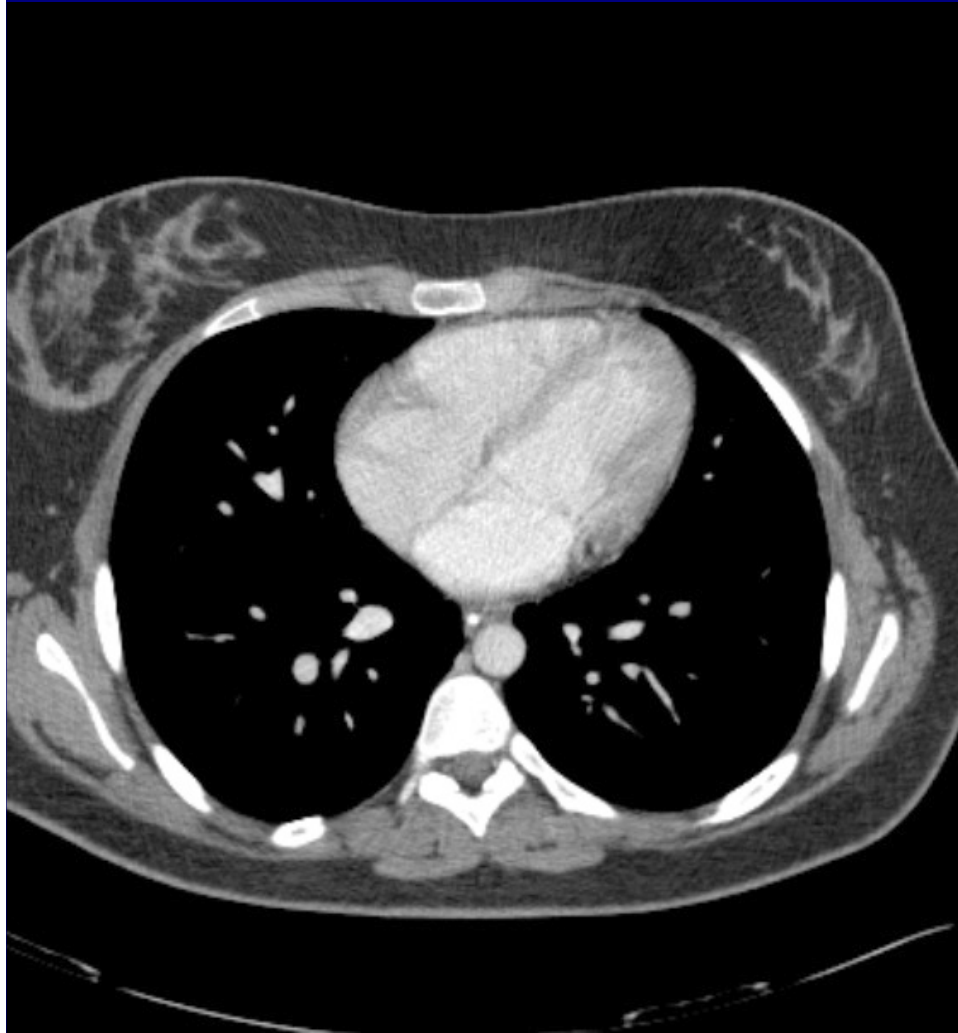


mit Kontrastmittel ?!

Computertomographie



Gastrointestinale Kontrastierung in der CT



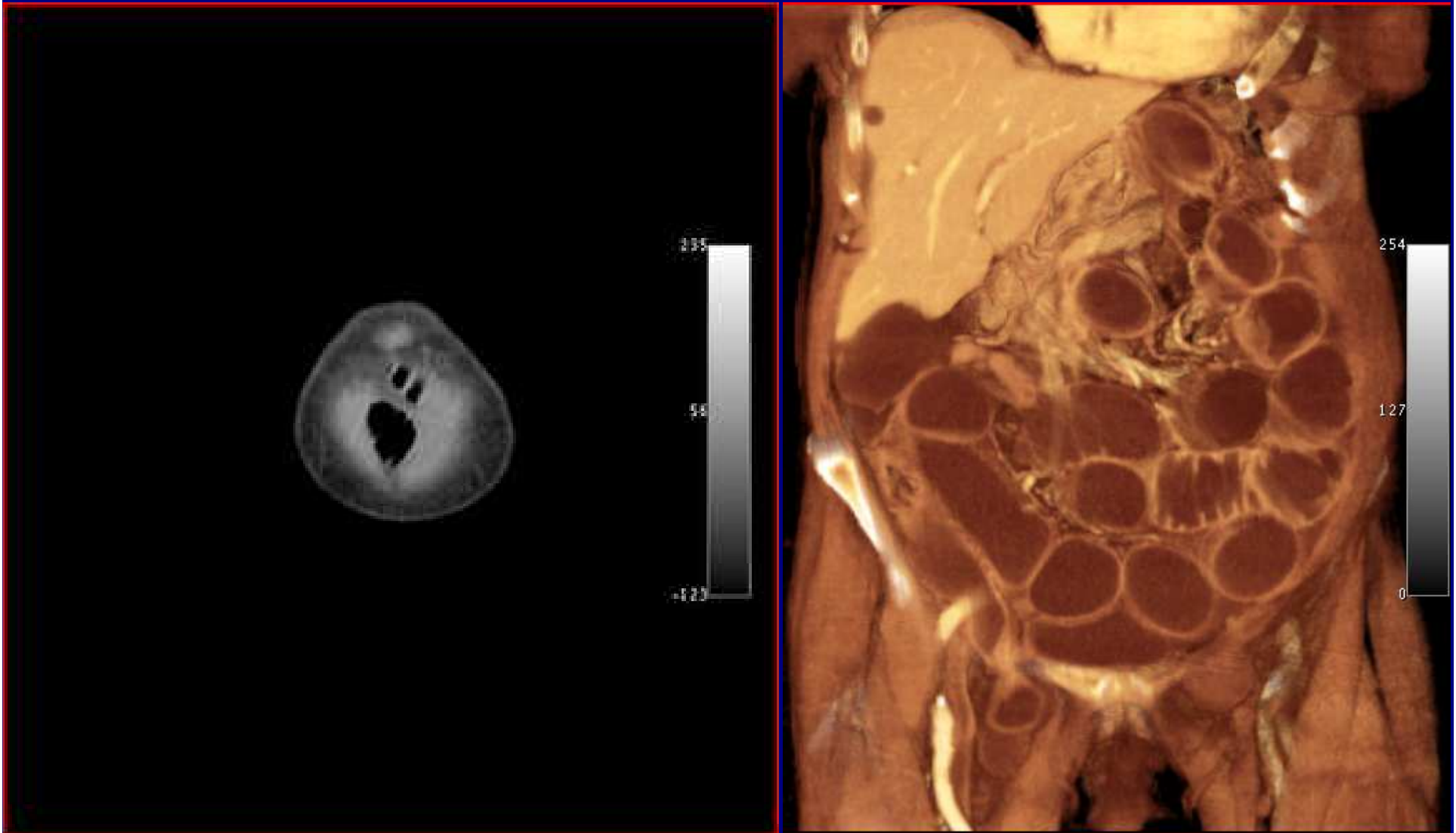
Ziel: Darm gegen andere abdominelle Strukturen abgrenzen. Darmwandverdickungen differenzieren

Auswahl: 1. wasserlösl. jodhaltige hochosmolale Amidotrizoat-Salze: z.B. Gastrographin, Peritrast

2. verdünntes Bariumsulfat 3. Wasser 4. Luft /CO₂

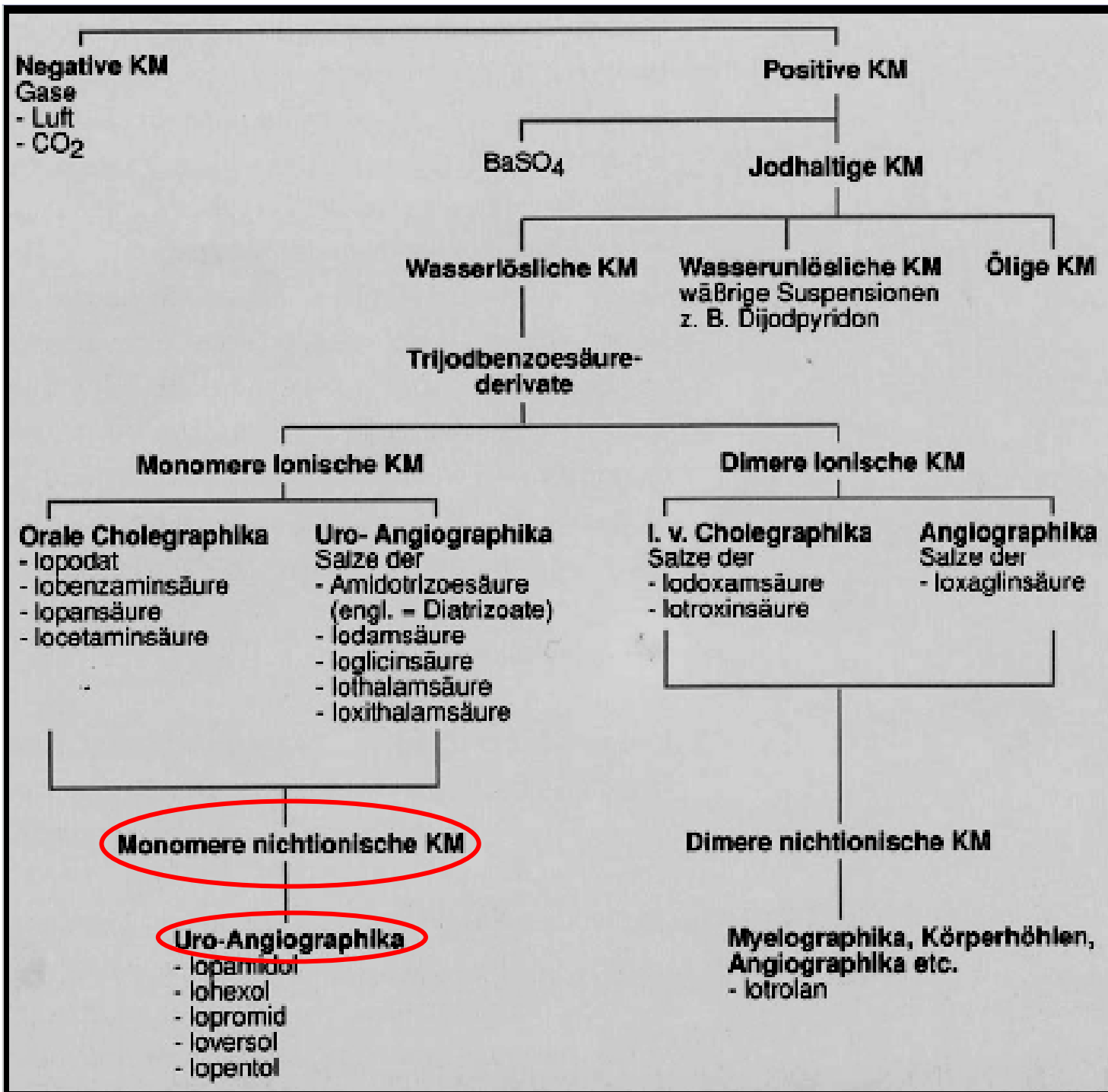


„Wasser“ als Kontrastmittel

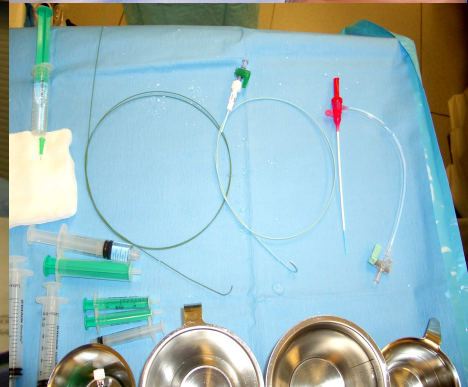
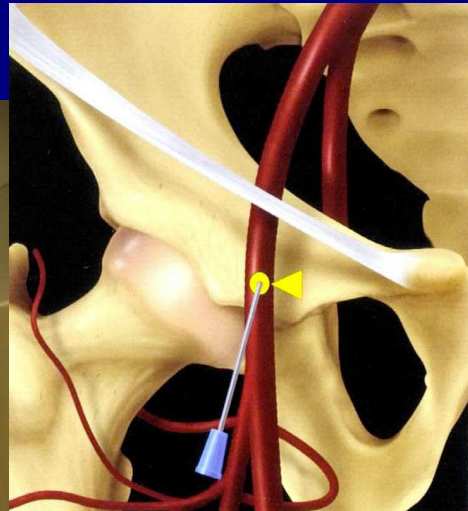


Eingeklemmte Inguinalhernie mit mechanischem Ileus





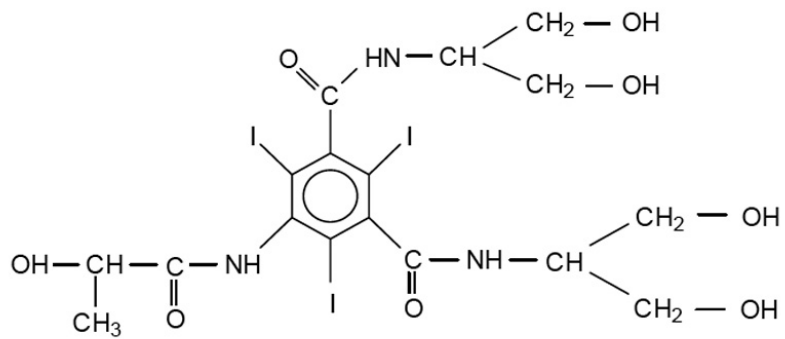
Angiographie & angiographische Interventionen



NAST



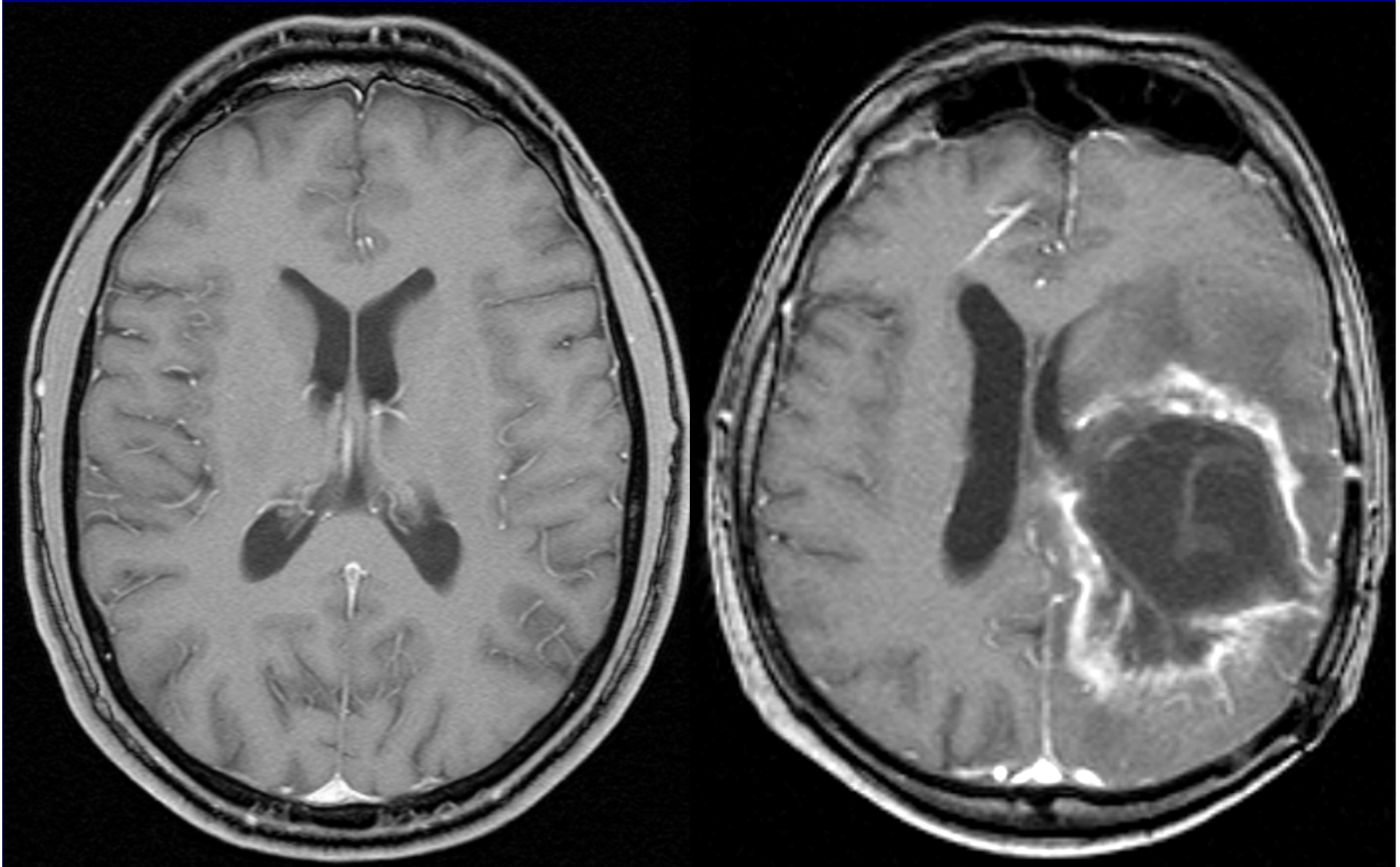
NA-Stent

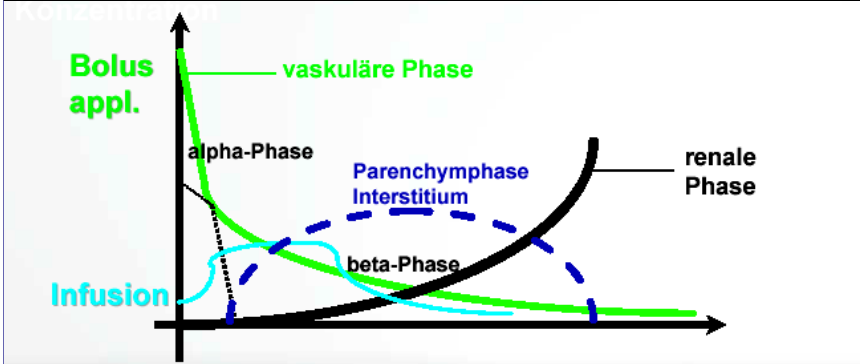
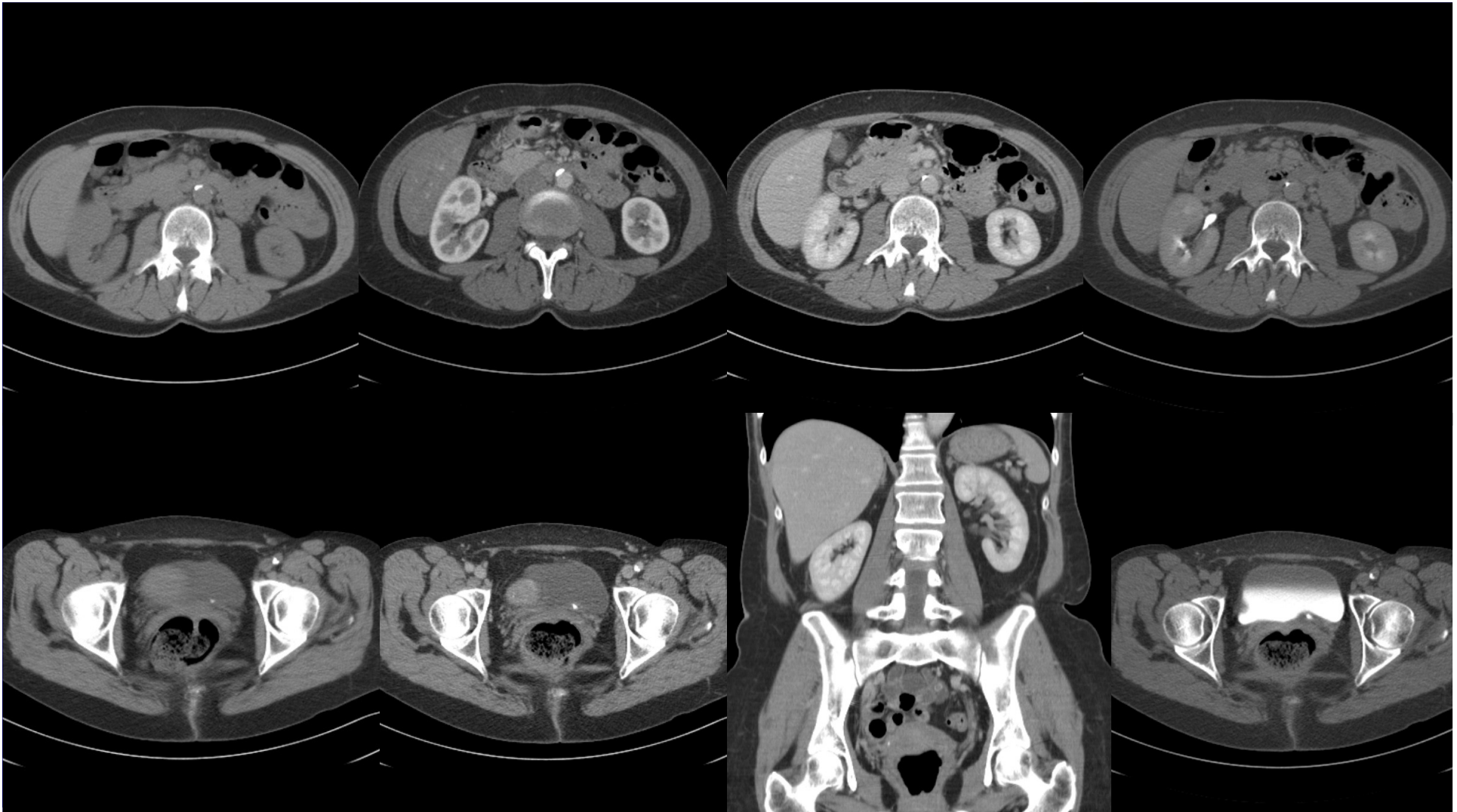


Iopamidol, z.B. Solutrast 300



Pharmakokinetik wasserlösl. Kontrastmittel

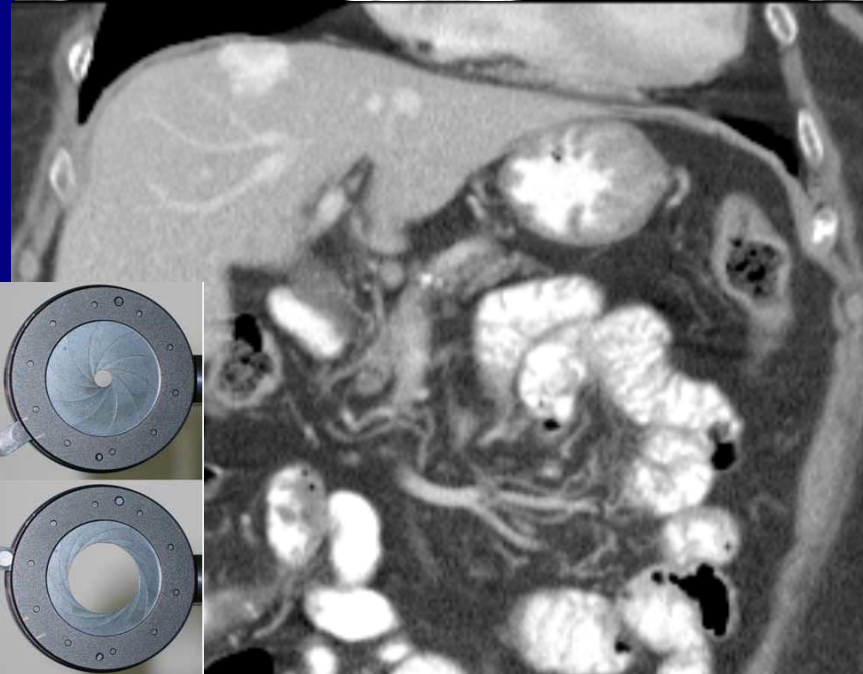
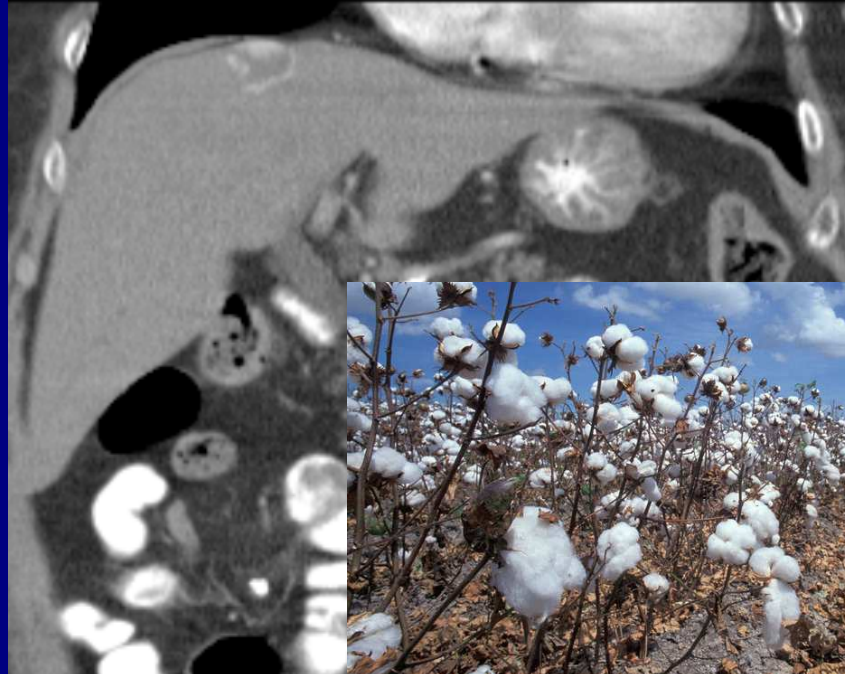




Pharmakokinetik wasserlöslicher Kontrastmittel



Bildgebung fokaler Leberläsionen: Hämangiom

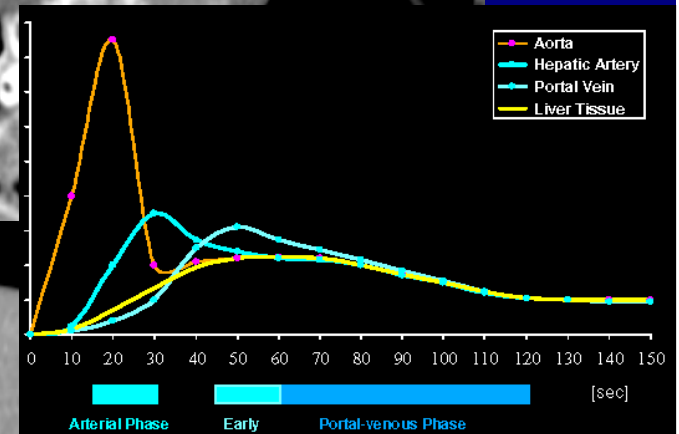


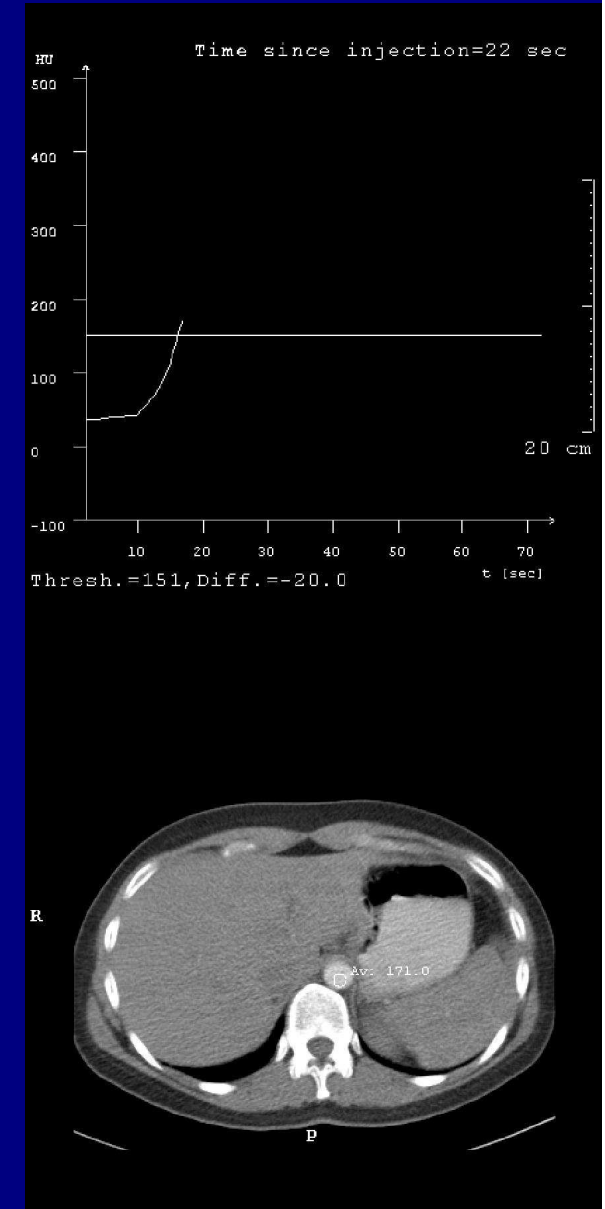
• früh-arterielle Phase: 8 - 20s

• arterielle Phase: 20 - 40s

• portal-venöse Phase: 40 - 90s

• Parenchymphase (Äquilibrium): > 90s

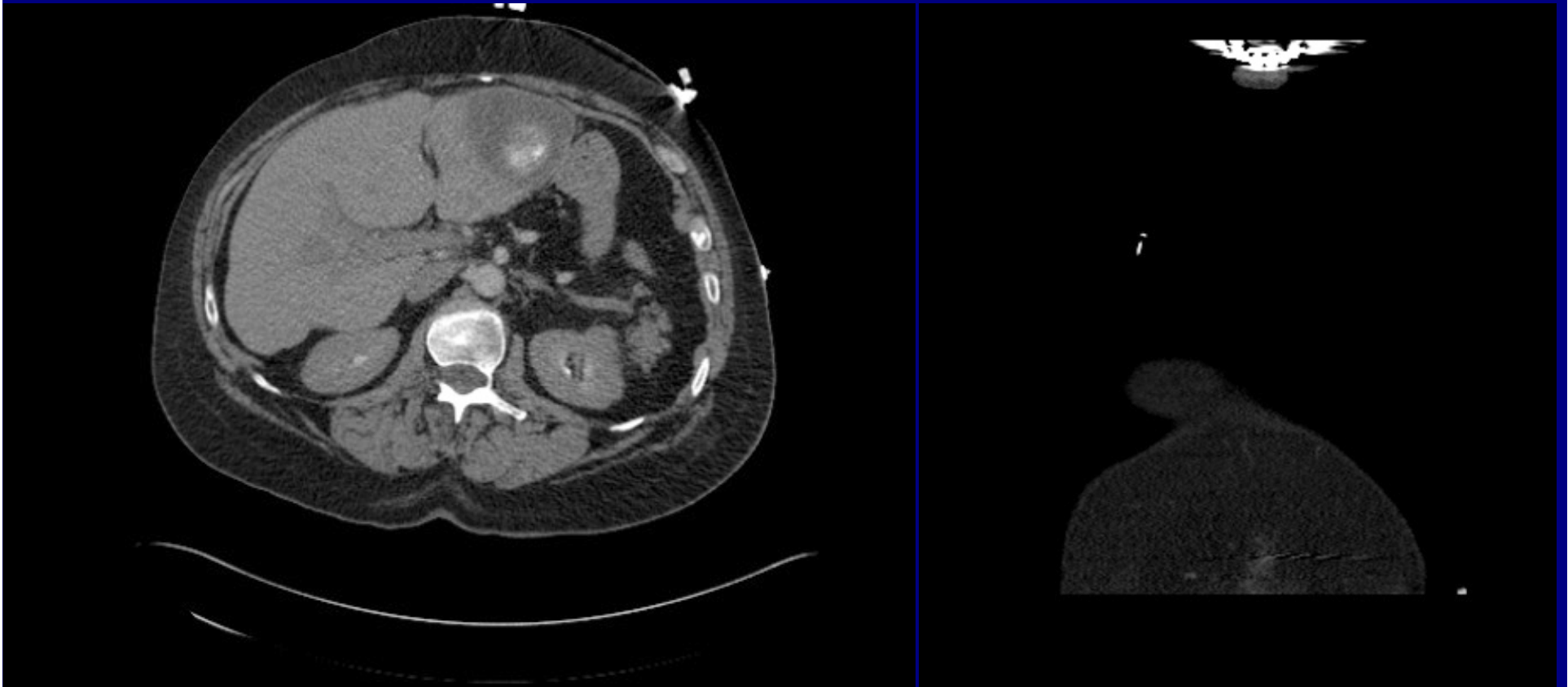




Aortendissektion mit Bolus Tracking



Lungenarterienembolie



Bolus Tracking im rechten Ventrikel



Kontrastmittel in der Bildgebung

- Eigenkontrast

- Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT

Barium-haltige Kontrastmittel (oral)

Iodhaltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)

Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen

Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen

- Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie
- Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik



Jod-haltige KM: Kontraindikationen

- Relative KI: Status nach schwerer KM-Reaktion.
Cave: Starke Allergiker (ggf. Prämedikation)
- Hyperthyreose:
Geplante Radio-Jod-Therapie bzw. -Diagnostik
- Schwangerschaft
- Niereninsuffizienz: keine absolute Kontraindikation,
Vorsichtsmassnahme bei koexisteten Erkrankungen

Serumkreatinin: Frauen 0,5-0,9 mg/100 ml, Männer 0,6-1,1 mg/100 ml

Glomeruläre Filtrationsrate GFR: Norm > 90 ml/mins



Risiken (Morbidity) jodhaltiger KM

- Nephrotoxizität < 2%
- Schilddrüsenautonomie, Hyperthyreose, thyreotoxische Krise (1:50.000): *TSH basal 0,23-4 µg/ml*
- generalisierte allergische Spätreaktionen
- schwere akute allergische Reaktion < 0,04 %
- Todesfall: ca. 1: 100.000
- Medikamenten-Wechselwirkung: Biguanid-Antidiabetika (Metformin). Biguanide blockieren den hepatischen Milchsäuremetabolismus im Citratzyklus. Gefahr der Laktatazidose



Kontrastmittel in der Bildgebung

- Eigenkontrast
- Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT

Barium-haltige Kontrastmittel (oral)

Iodhaltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)

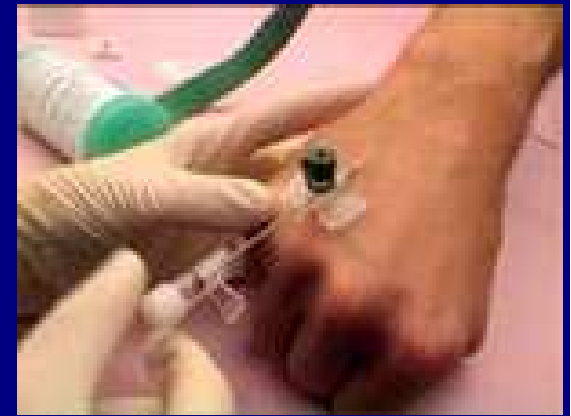
Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen

Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen

- Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie
- Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik



Prophylaxe von KM-NW



- Information, Aufklärung und Betreuung des Patienten, ohne ihn zu verängstigen!
- Kontrastmittelanamnese - Risikoeinschätzung
- alternative Methoden (US, MRT)
- i.v.-Leitung (keine Butterfly)
- Kontrastmittelwahl, -vorbereitung
- Prämedikation (frühzeitig)
- erprobte Notfallmaßnahmen/Materialvorbereitung
- Patientenüberwachung 30 bis 60 Minuten



Prämedikation bei KM-Allergie

- Corticosteroide: wirken intrazellulär, daher später wirksam

Orale Prämedikation: 12 und 2 Stunden vor der Untersuchung
je 32 mg Methylprednisolon

i.v.-Prämedikation (>30 Min. zuvor): 100 - 250 mg Prednisolon

- Antihistaminika (H1-Blocker)

Tavegil[®] oder Fenistil[®] i.v.: <45 kg 1 Ampulle,

45-90 kg 2 Ampullen, > 90 kg 3 Ampullen

Achtung: Glaukom, Harnverhalt, Müdigkeit

H2-Rezeptorantagonisten sind umstritten



Prävention Niereninsuffizienz NI

$$\text{GFR (ml/min/1,73 m}^2\text{)} =$$

$$175 \times (\text{S-Kreatinin})^{-1,154} \times (\text{Alter})^{-0,203} \times 0,742 \text{ (F)}$$

- Chron. NI Stadium 1-2: GFR > 60 ml / min / 1,73 m²

keine Einschränkungen

- Chron. NI Stadium 3: GFR 30 – 60 ml / min / 1,73 m²

ausreichende Flüssigkeitszufuhr. Metformin 48 h vorher absetzen.

Nephrotox. Medikamente (Gentamycin, Vancomycin, NSAR, ...) und Diuretika vermeiden

- Chron. NI Stadium 4-5: GFR < 30ml / min / 1,73 m²

NaCl 0,9% 1000 ml vor und nach KM-Gaben, wenn vom Volumenstatus möglich

Nephrotoxische Medikamente vermeiden



Kontrastmittel in der Bildgebung

- Eigenkontrast
- Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT

Barium-haltige Kontrastmittel (oral)

Iodhaltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)

Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen

Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen

- Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie
- Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik



Welches Kontrastmittel haben wir denn verwendet ?



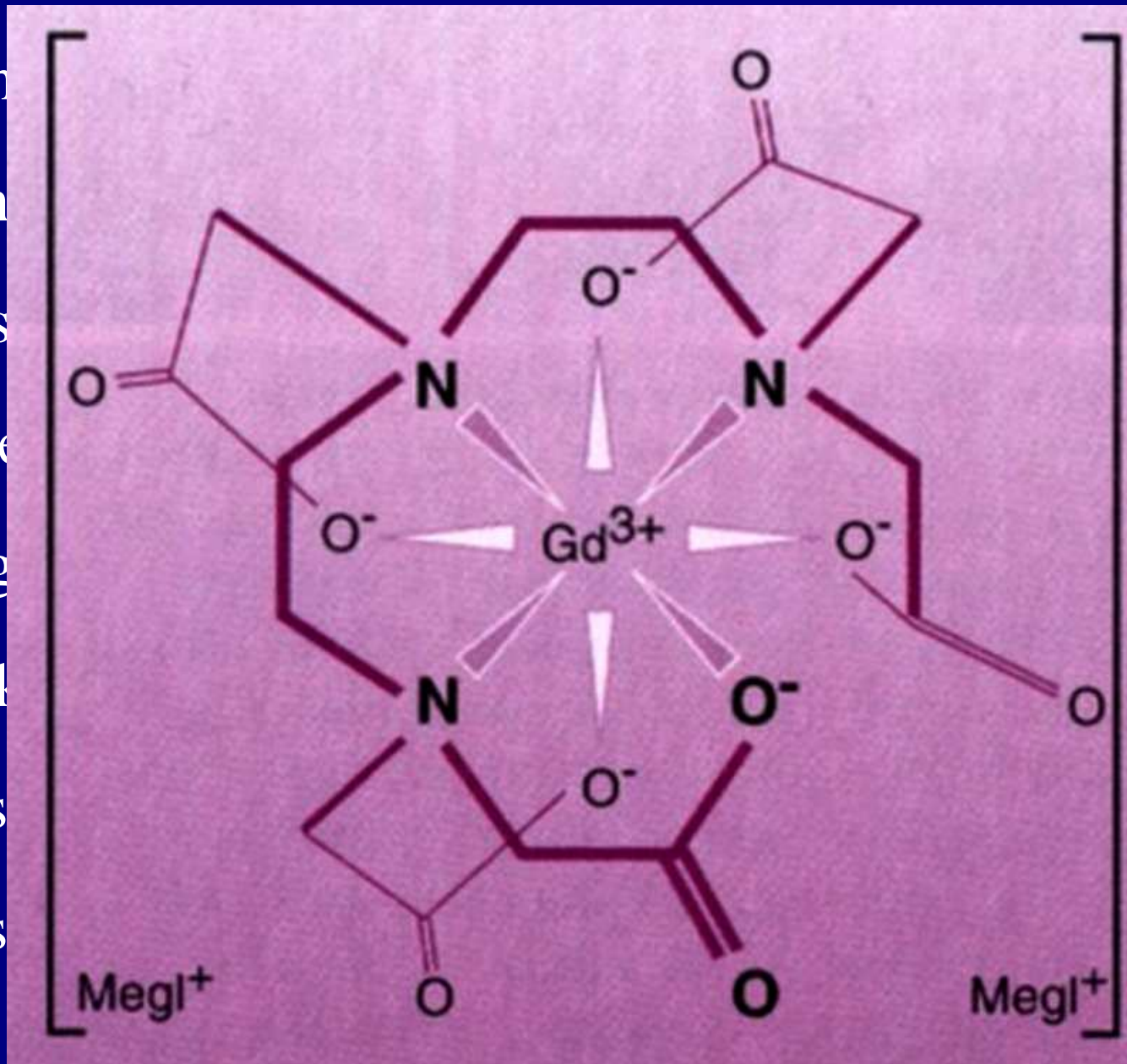
Gadolinium

¹ H 1.008																	² He 4.003
³ Li 6.939	⁴ Be 9.012											⁵ B 10.81	⁶ C 12.01	⁷ N 14.01	⁸ O 16.00	⁹ F 19.00	¹⁰ Ne 20.18
¹¹ Na 22.99	¹² Mg 24.31											¹³ Al 26.98	¹⁴ Si 28.09	¹⁵ P 30.97	¹⁶ S 32.06	¹⁷ Cl 35.45	¹⁸ Ar 39.95
¹⁹ K 39.10	²⁰ Ca 40.08	²¹ Sc 44.96	²² Ti 47.90	²³ V 50.94	²⁴ Cr 52.00	²⁵ Mn 54.94	²⁶ Fe 55.85	²⁷ Co 58.93	²⁸ Ni 58.71	²⁹ Cu 63.54	³⁰ Zn 65.37	³¹ Ga 69.72	³² Ge 72.59	³³ As 74.92	³⁴ Se 78.96	³⁵ Br 79.91	³⁶ Kr 83.80
³⁷ Rb 85.47	³⁸ Sr 87.62	³⁹ Y 88.90	⁴⁰ Zr 91.22	⁴¹ Nb 92.91	⁴² Mo 95.94	⁴³ Tc (98)	⁴⁴ Ru 101.07	⁴⁵ Rh 102.90	⁴⁶ Pd 106.4	⁴⁷ Ag 107.87	⁴⁸ Cd 112.40	⁴⁹ In 114.82	⁵⁰ Sn 118.69	⁵¹ Sb 121.75	⁵² Te 127.60	⁵³ I 126.90	⁵⁴ Xe 131.30
⁵⁵ Cs 132.90	⁵⁶ Ba 137.34	⁵⁷ La 138.91	⁷² Hf 178.49	⁷³ Ta 180.95	⁷⁴ W 183.85	⁷⁵ Re 186.2	⁷⁶ Os 190.2	⁷⁷ Ir 192.2	⁷⁸ Pt 195.09	⁷⁹ Au 196.97	⁸⁰ Hg 200.59	⁸¹ Tl 204.37	⁸² Pb 207.19	⁸³ Bi 208.98	⁸⁴ Po (210)	⁸⁵ At (210)	⁸⁶ Rn (222)
⁸⁷ Fr (223)	⁸⁸ Ra (226)	⁸⁹ Ac (227)	¹⁰⁴														
			⁵⁸ Ce 140.12	⁵⁹ Pr 140.91	⁶⁰ Nd 144.24	⁶¹ Pm (147)	⁶² Sm 150.35	⁶³ Eu 151.96	⁶⁴ Gd 157.25	⁶⁵ Tb 158.92	⁶⁶ Dy 162.50	⁶⁷ Ho 164.93	⁶⁸ Er 167.26	⁶⁹ Tm 168.93	⁷⁰ Yb 173.04	⁷¹ Lu 174.97	
			⁹⁰ Th 232.04	⁹¹ Pa (231)	⁹² U 238.03	⁹³ Np (237)	⁹⁴ Pu (242)	⁹⁵ Am (243)	⁹⁶ Cm (247)	⁹⁷ Bk (247)	⁹⁸ Cf (249)	⁹⁹ Es (254)	¹⁰⁰ Fm (253)	¹⁰¹ Md (256)	¹⁰² No (254)	¹⁰³ Lw (257)	

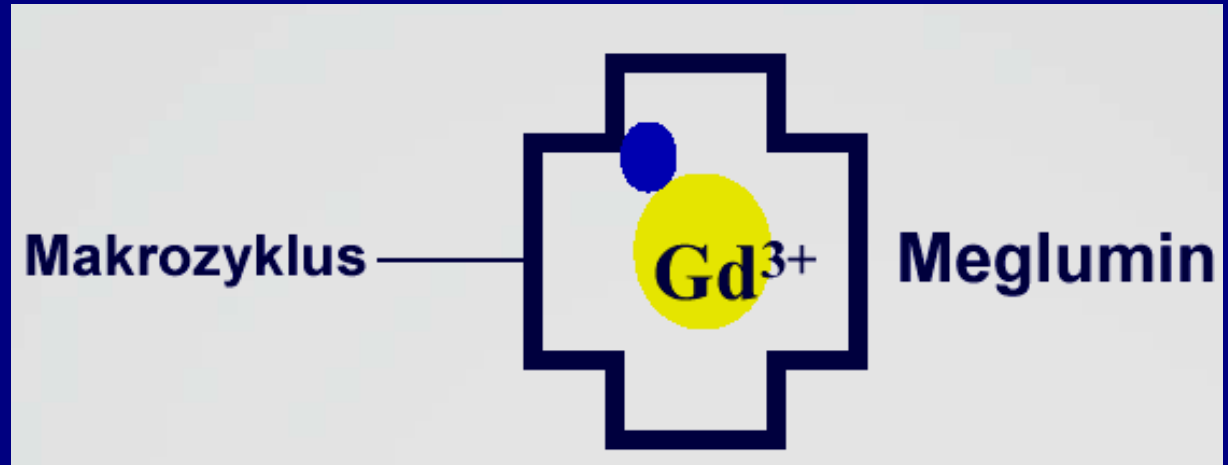
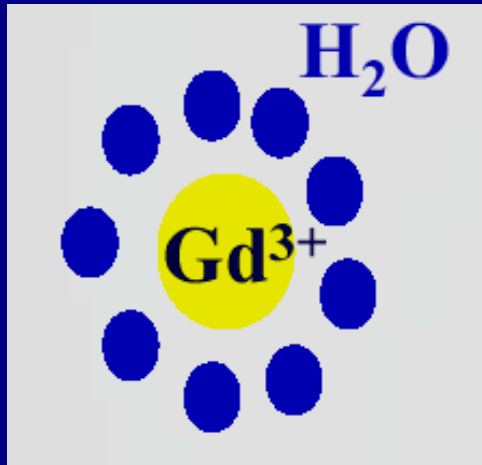


Gadoliniumhaltige MR Kontrastmittel

- Element
- 7 un
- stets
- bildet
- Meg
- Verh
- bess
- bess



Warum kein reines Gadolinium?



- höhere Relaxivität
- höhere Protonenwechselwirkung
- sehr toxisch:

LD 50 Maus: 0,4 mmol/kg

LD 50 Ratte: 1,6 mmol/kg

- niedrige Relaxivität
- rezidierte H₂O-Bindung
- erhöhte Verträglichkeit:

LD 50 Maus: 10,6 mmol/kg

LD 50 Ratte: >12,5 mmol/kg



Warum ist freies Gadolinium toxisch?



- Kalziumantagonismus-Effekt:
Myokardkontraktion, ATPase, Blutgerinnung,
Zellatmung, Verminderung von Ca^{2+}
- Ausfällung von $Gd(OH)_3$ bei $pH < 6,4$:
RES-Blockade





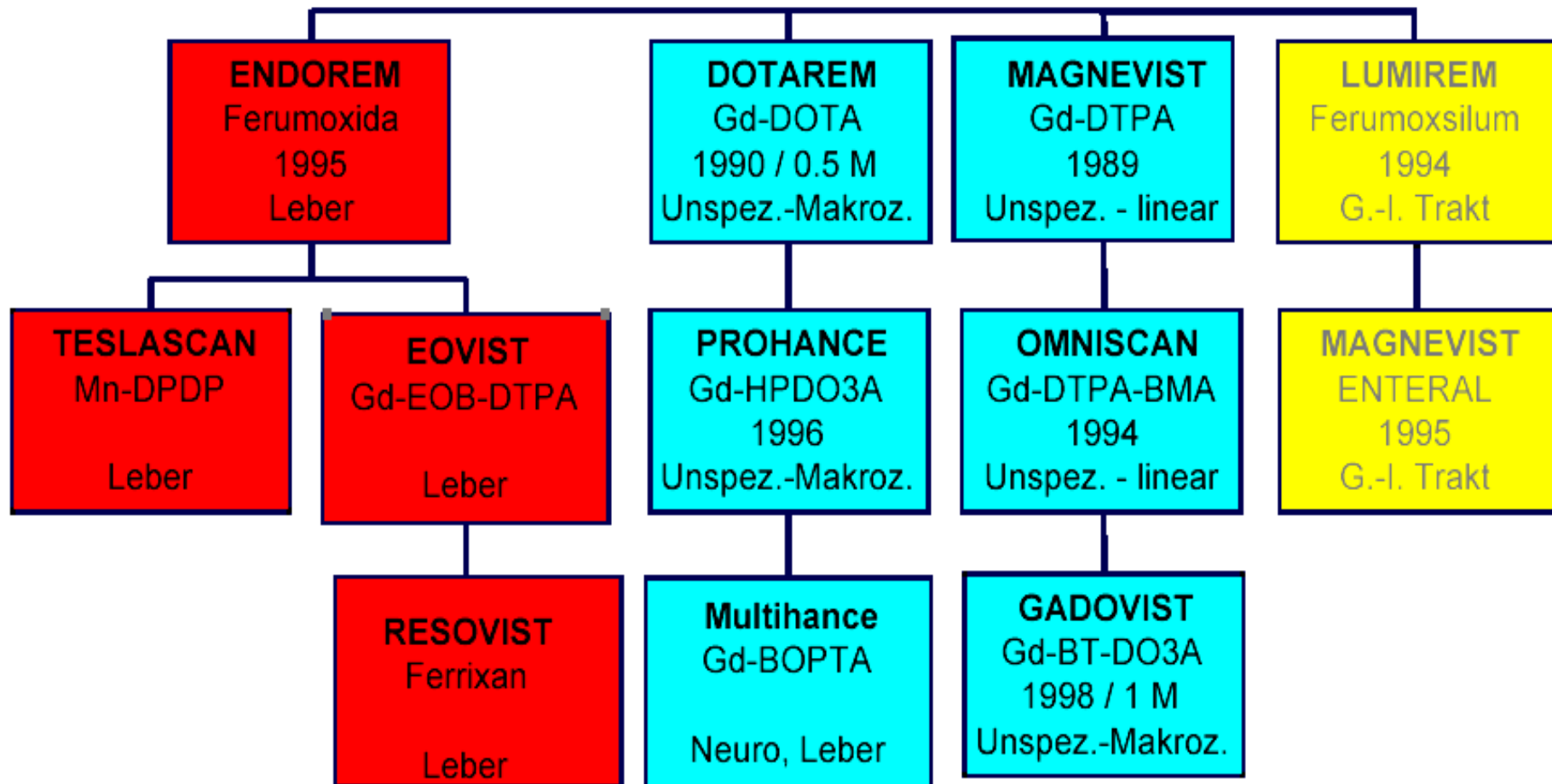
als

n

bei



MR Kontrastmittel



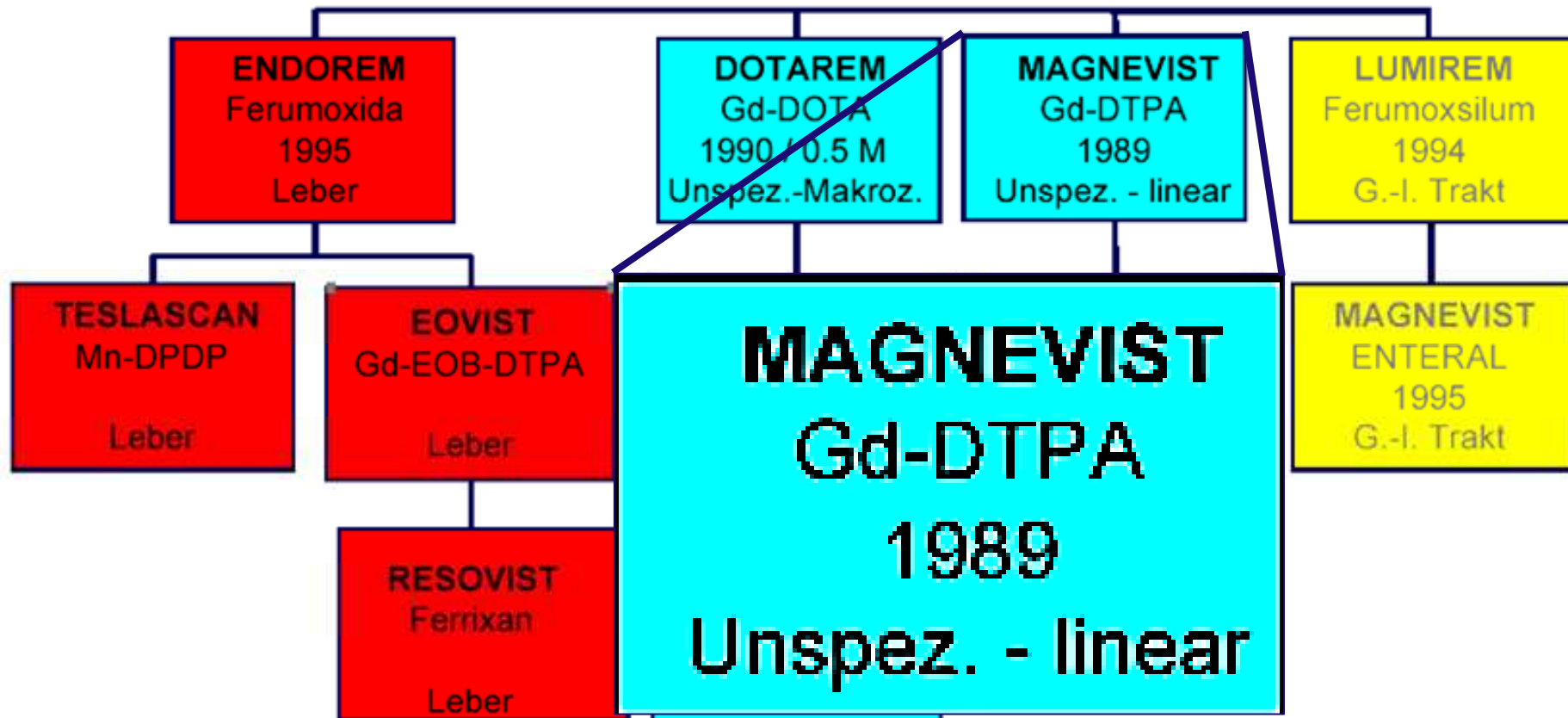
MR Kontrastmittel



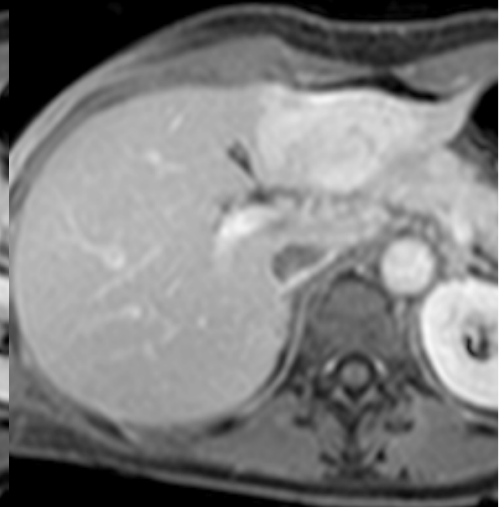
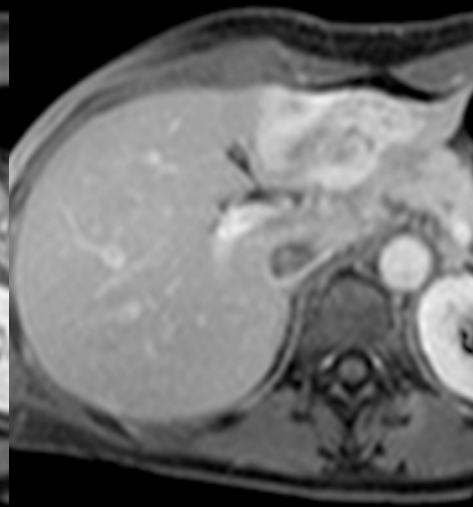
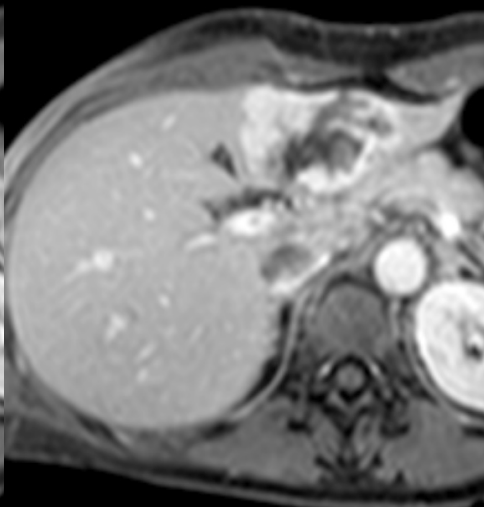
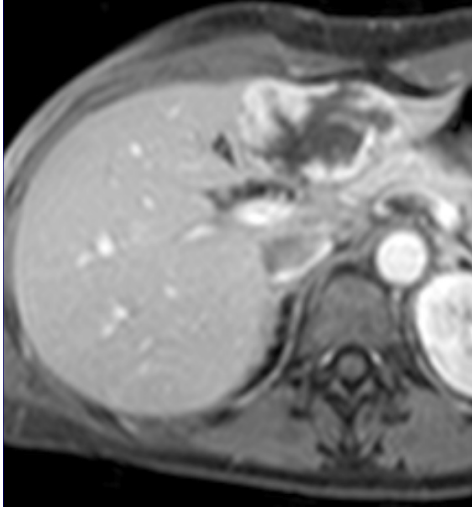
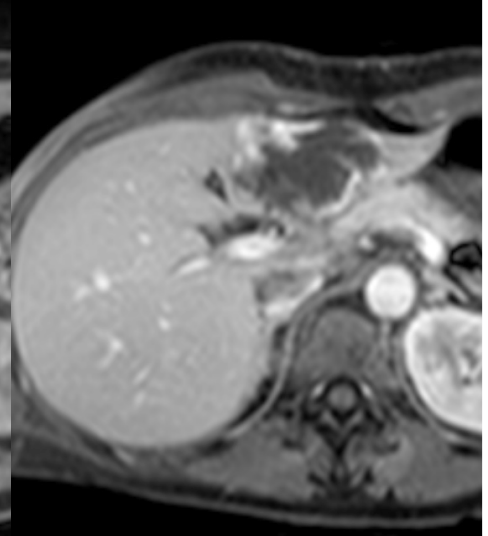
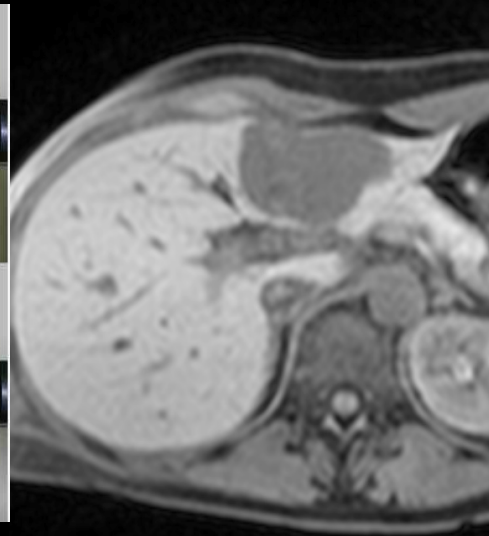
welches wofür ???????????



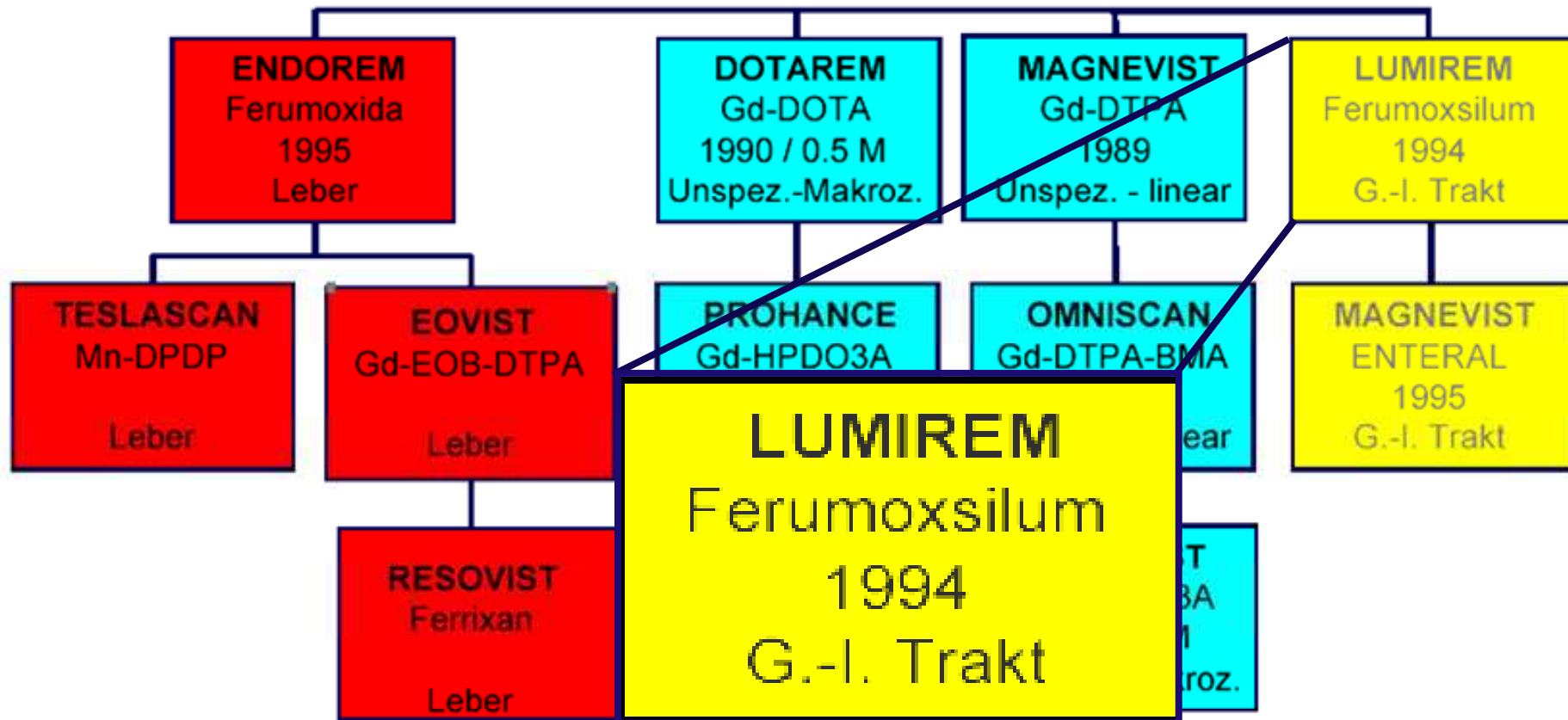
MR Kontrastmittel



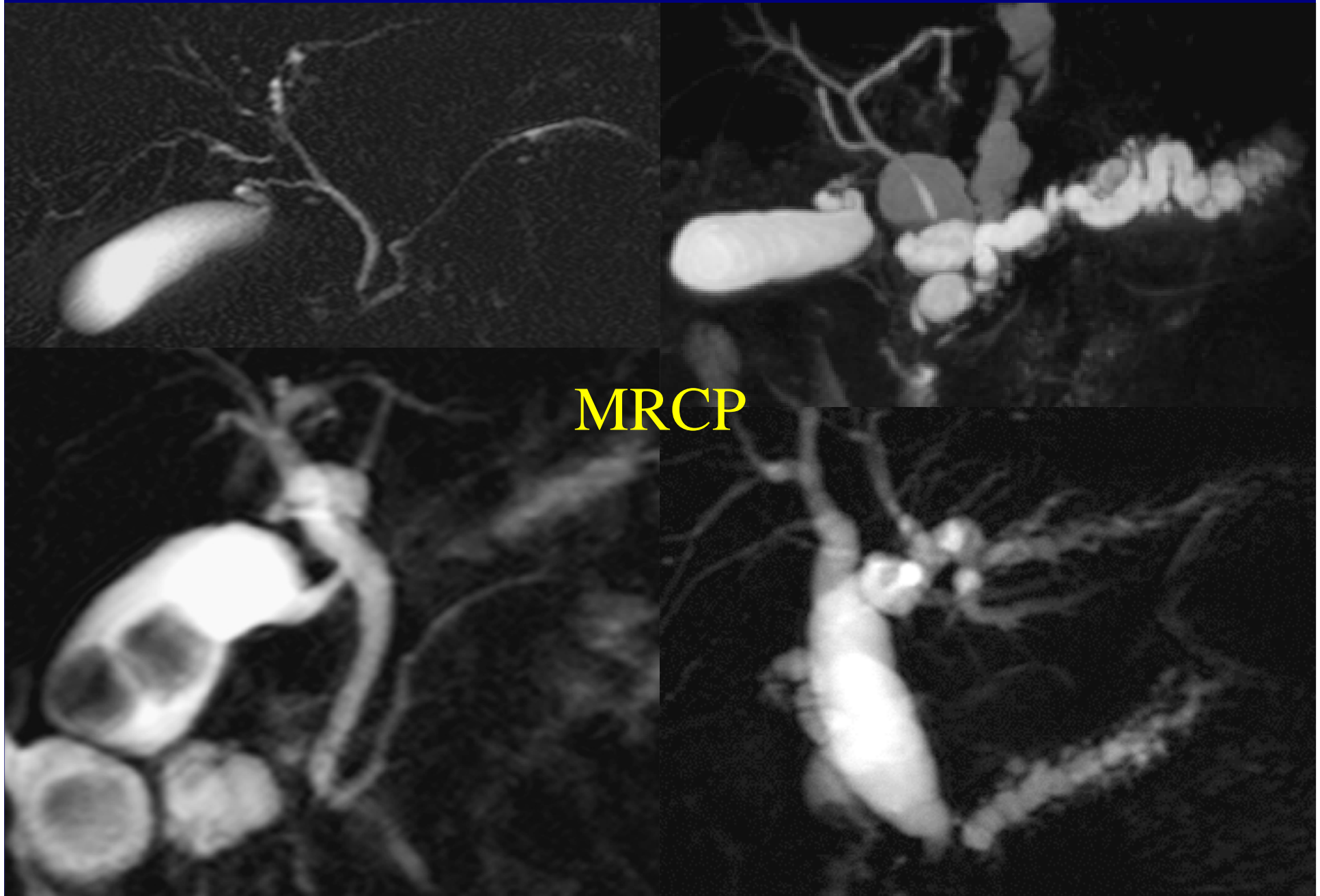
Leberhämangiom



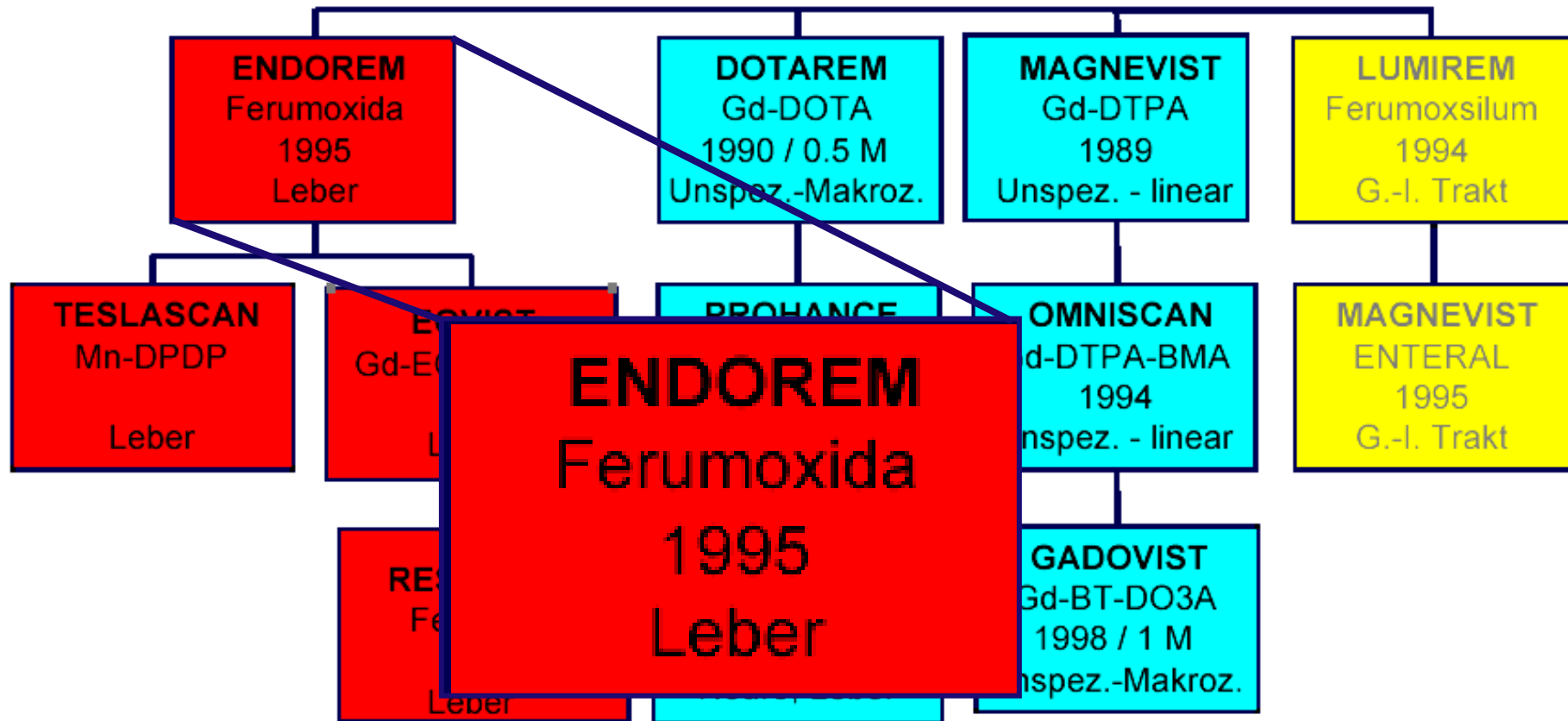
Orale MR Kontrastmittel



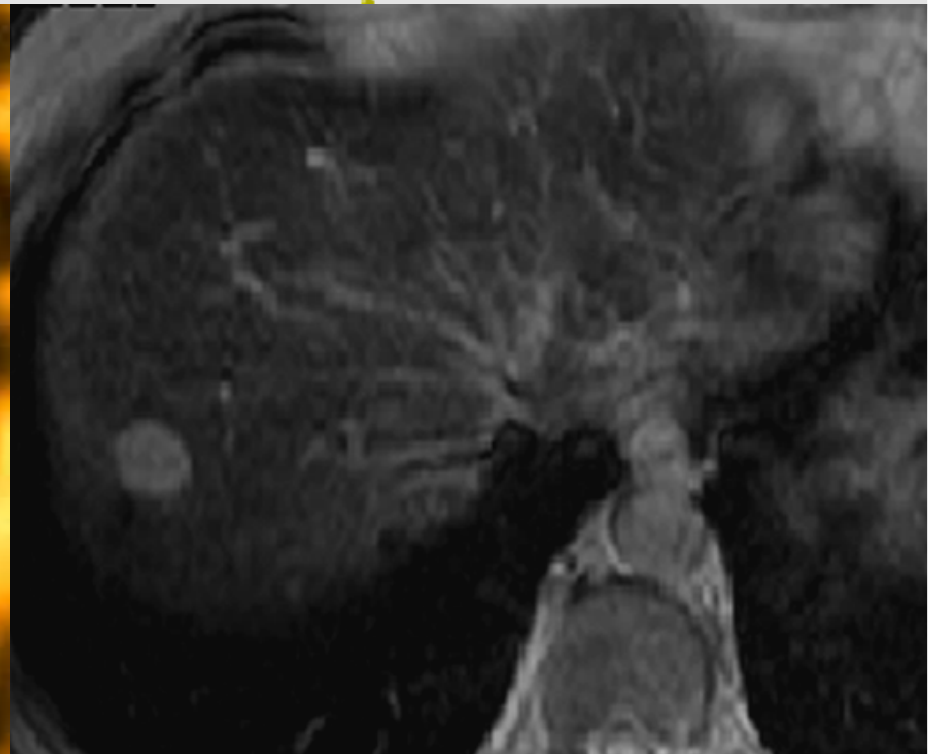
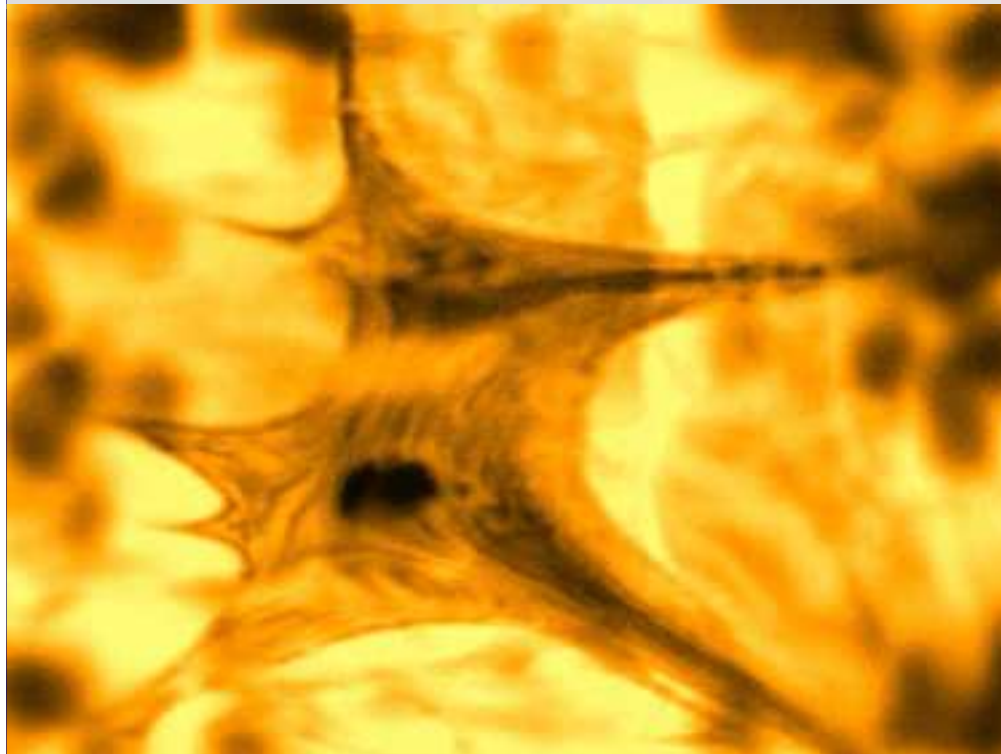
Signalauslöschung des Duodenums mit Lumirem (Eisenoxid oral)



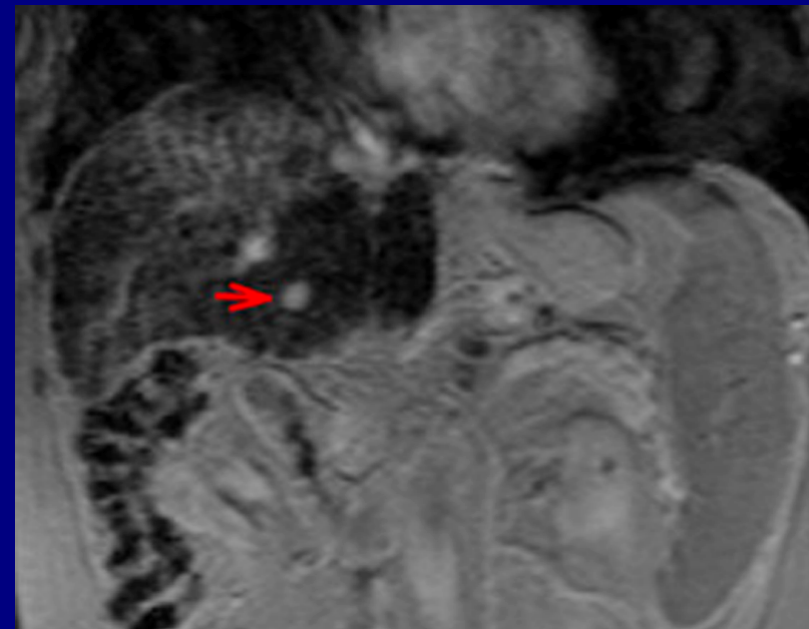
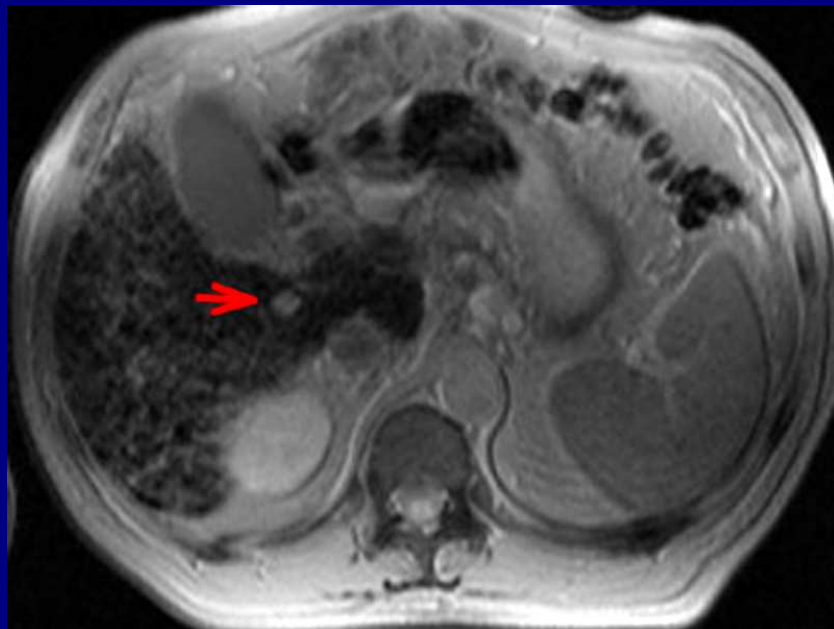
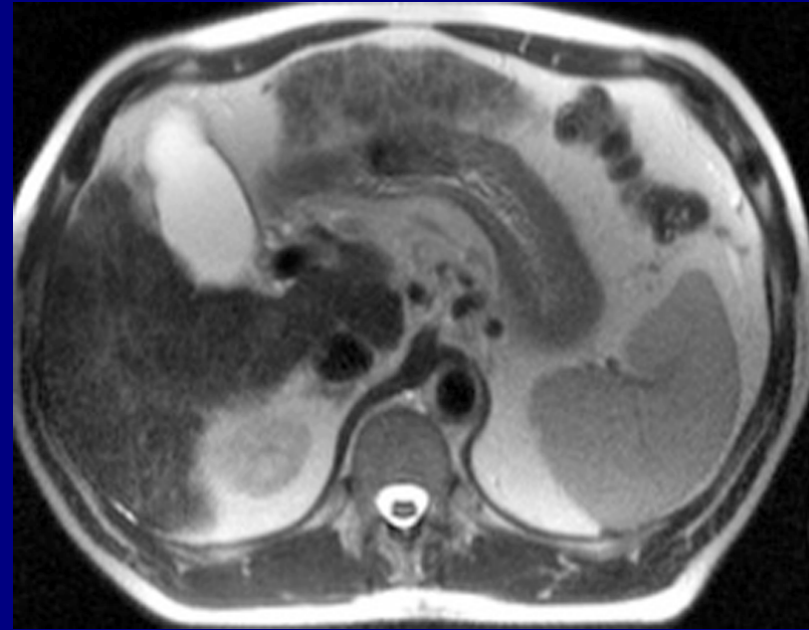
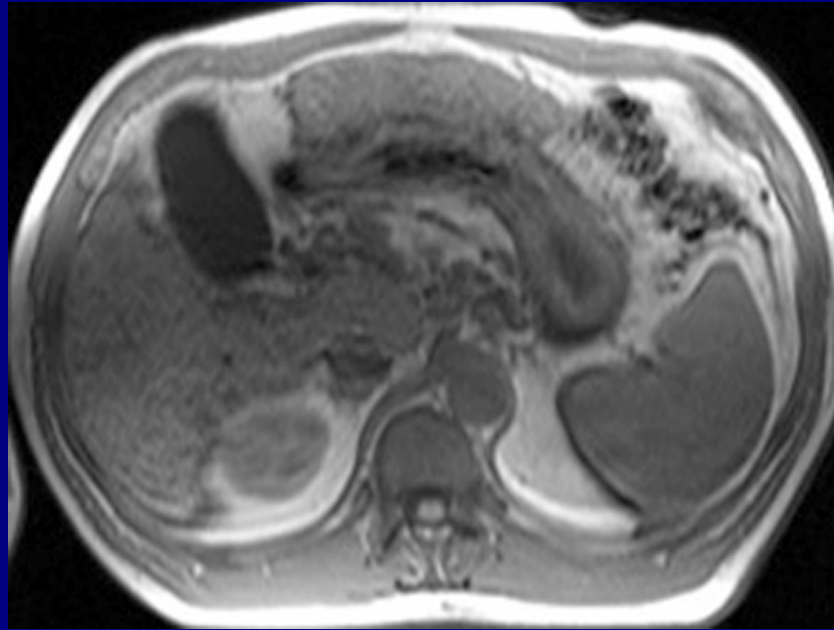
Spezifische Leberkontrastmittel



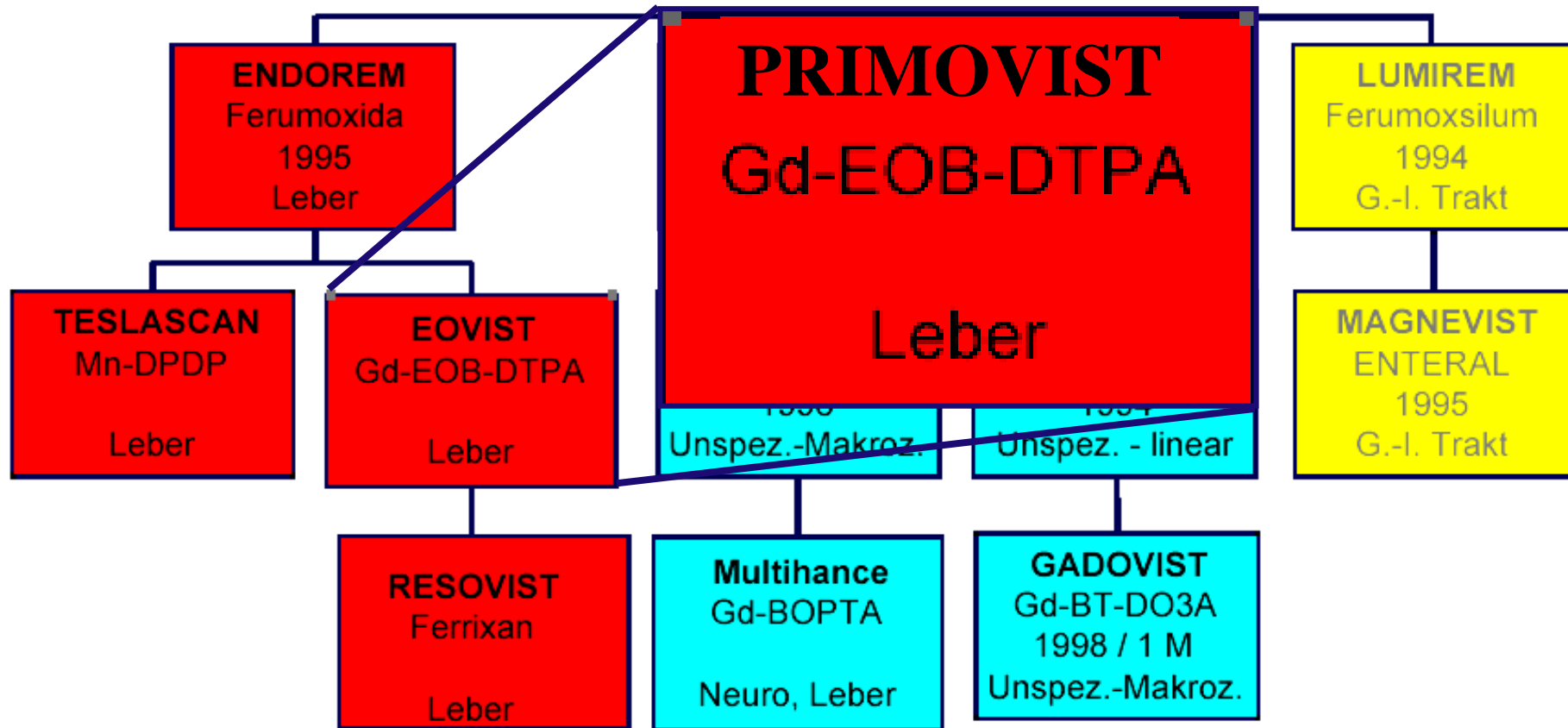
Eisenhaltige MR-Kontrastmittel



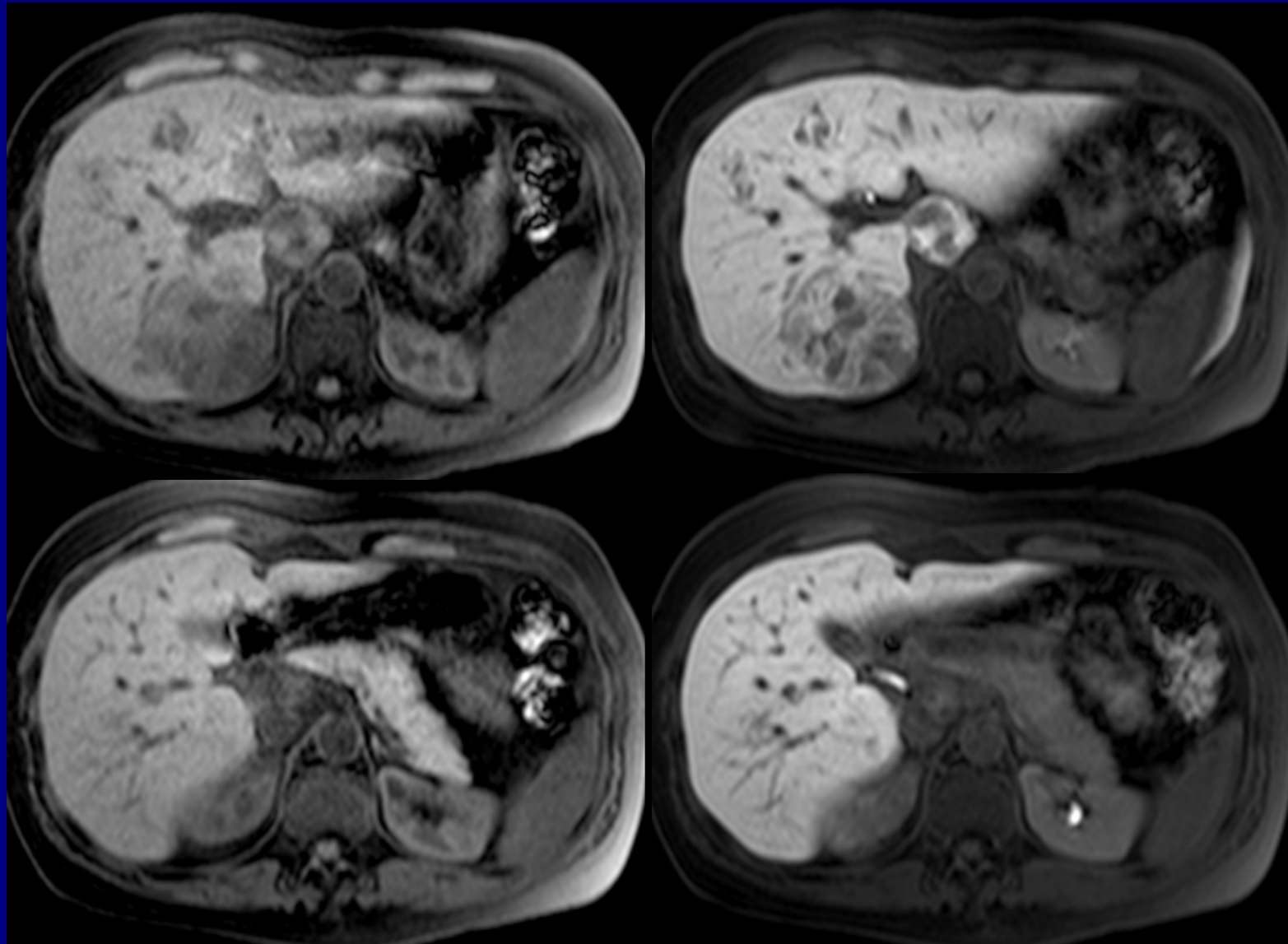
AFP-Erhöhung bei Leberzirrhose: HCC?



Spezifische Leberkontrastmittel



Hepatobiliäres leberspezifisches MR-KM Gd-EOB-DTPA (Primovist®)



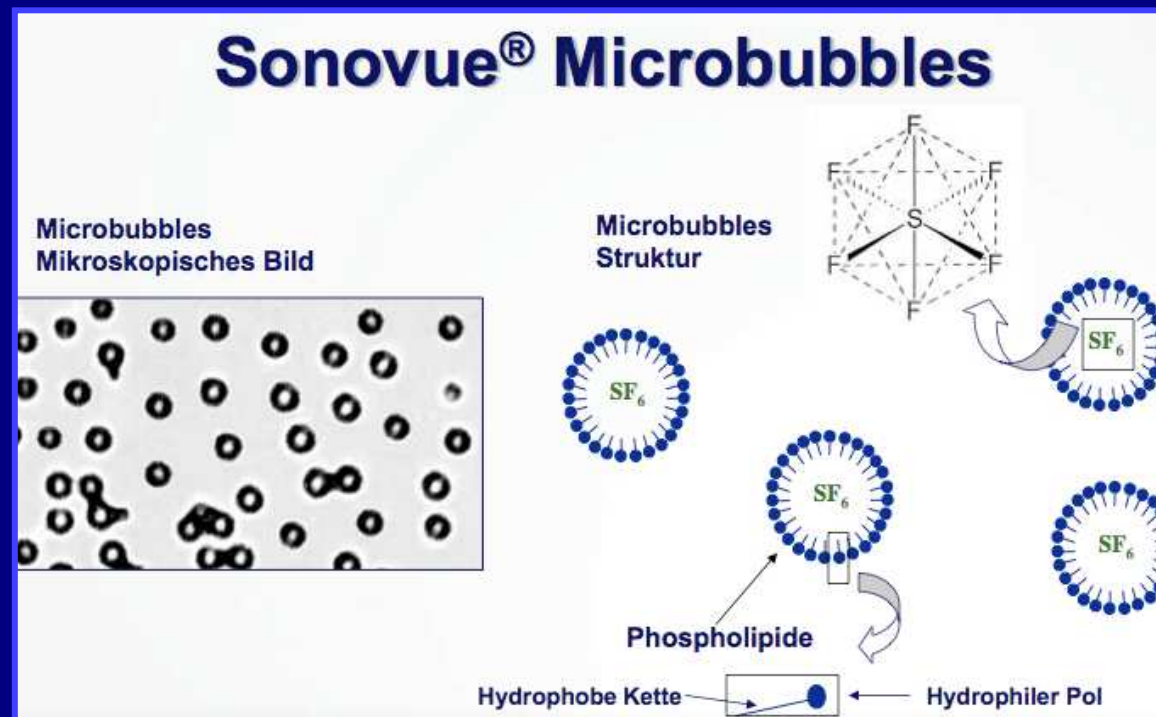
Kontrastmittel in der Bildgebung

- Eigenkontrast
- Kontrastmittel in Röntgendiagnostik/CT
 - Barium-haltige Kontrastmittel (oral)
 - Iodhaltige Kontrastmittel (oral, i.v., i.a., lokal)
 - Kontraindikationen, Risiken, Nebenwirkungen
 - Prophylaxe von Kontrastmittel-Nebenwirkungen
- Kontrastmittel in der Magnetresonanztomographie
- Kontrastmittel in der Ultraschall Diagnostik



Ultraschall-Kontrastmittel

- Echosignalverstärker: „Luftbläschen“, die Schallwellen vollständig reflektieren.
Stimulierte Akustische Emission (SAE)
- Ultraschallgeräte mit hohem mechanischen Index (MI®q)
- Suspension von Galaktose Mikropartikeln in wässriger Lösung (Echovist) /
lyophilisierte Phospholipide (Sonovue) zur i.v.-Injektion



Kontrastmittel-Sonographie

- Indikationen z.B.:

Unklarer Leberherd, Pankreasbefund, Gallenwege, Nierenherde
Gefäßdarstellungen, Echokardiographie, Hysterosalpingographie

- Kontraindikationen:

aktive KHK, nicht stabile AP, dekomp. Herzinsuffizienz

- Einverständniserklärung:

Medikamentenapplikation!



Leberhämangiom: Ultraschall-Kontrastmittel

