

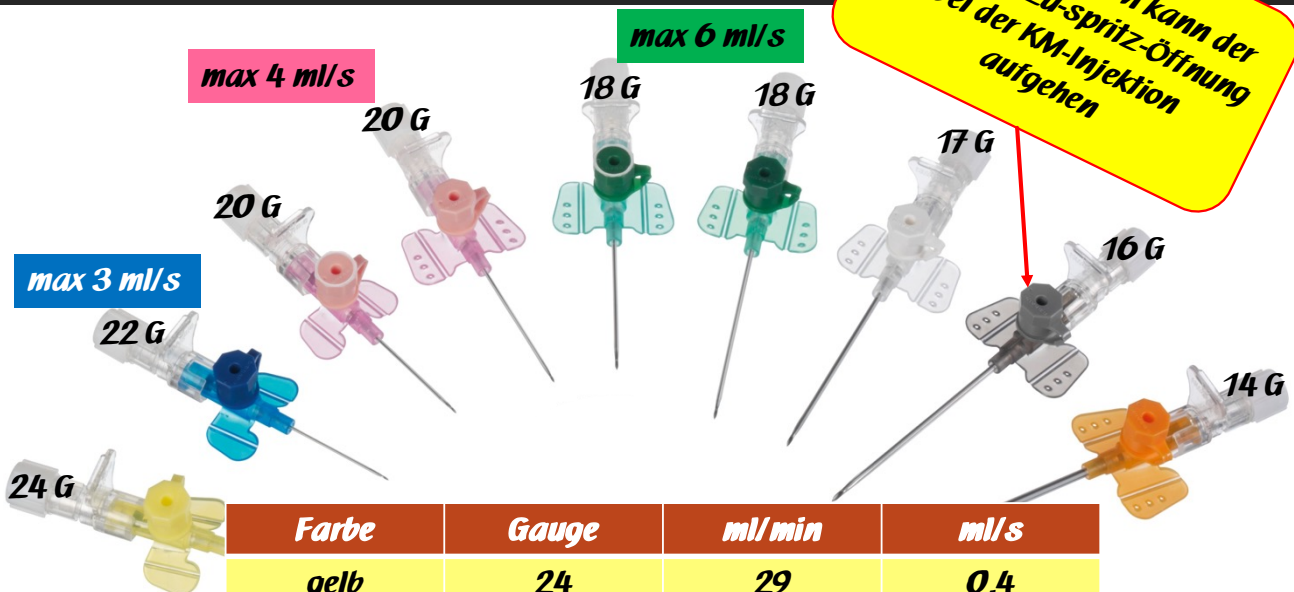


Kontrastmittelgabe über eine Venen Verweilkanüle (Flexüle, Braunüle, Vigo, ...)

Venöser Zugang



In seltenen Fällen kann der Deckel der Zu-spritz-Öffnung bei der KM-Injektion aufgehen

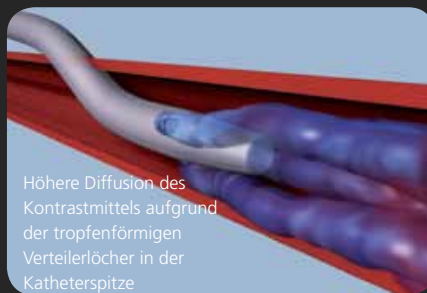


Farbe	Gauge	ml/min	ml/s
gelb	24	29	0,4
blau	22	42	0,7
rosa	20	59	1,0
grün	18	103	1,7



BD Nexiva Diffusics

Verweilkanülen für die Hochdruckinjektion



Höhere Diffusion des Kontrastmittels aufgrund der tropfenförmigen Verteilerlöcher in der Katheterspitze

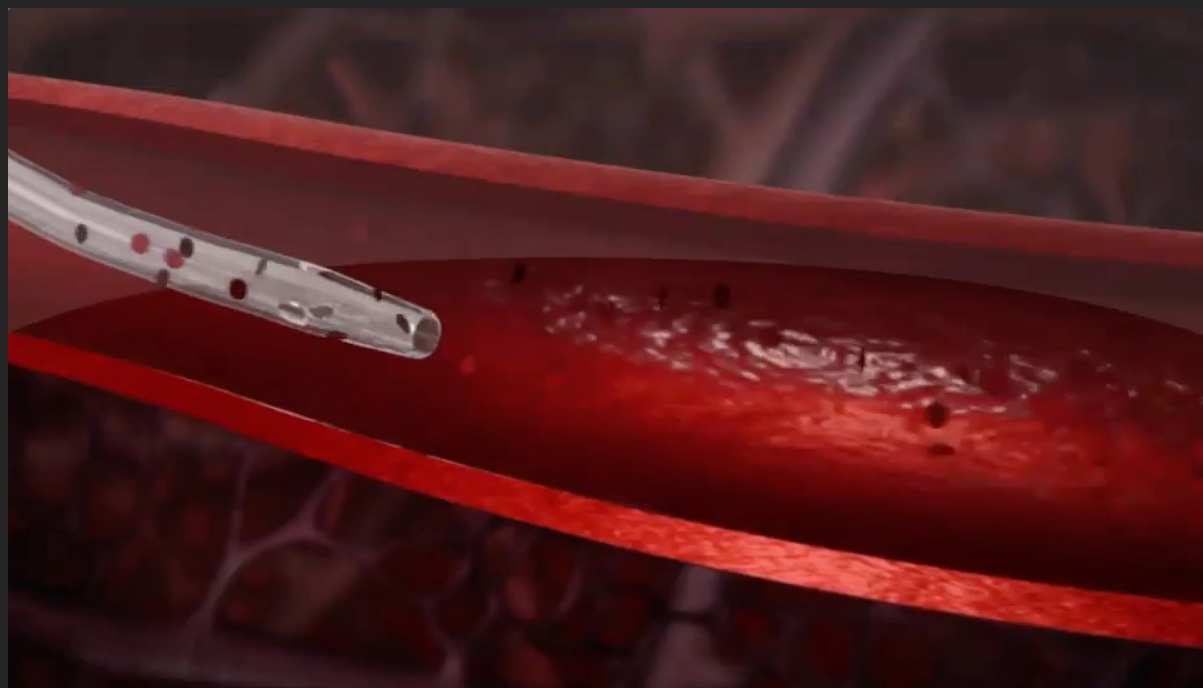
Kontrastmittel	Ref. 383691 24 Gauge x 19 mm		Ref. 383692 22 Gauge x 25 mm		Ref. 383693 20 Gauge x 25 mm		Ref. 383694 20 Gauge x 32 mm		Ref. 383695 18 Gauge x 32mm	
	@22° C (ml/Sek.)	@37° C (ml/Sek.)	@22° C (ml/Sek.)	@37° C (ml/Sek.)	@22° C (ml/Sek.)	@37° C (ml/Sek.)	@22° C (ml/Sek.)	@37° C (ml/Sek.)	@22° C (ml/Sek.)	@37° C (ml/Sek.)
Omnipaque® 300	3,0	3,0	5,5	7,5	7,0	9,5	6,5	9,5	7,5	10,0
Optiray® 350	3,0	3,0	5,0	7,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,5	9,5
Isovue® 370	3,0	3,0	4,5	7,0	5,5	8,0	5,0	7,5	5,5	8,0
Omnipaque® 350	3,0	3,0	4,0	6,5	5,5	7,5	5,0	6,5	5,5	7,0
Visipaque® 320	2,5	3,0	4,0	5,5	5,0	7,0	4,5	6,5	5,0	8,0

www.alex-riemer.de

3

BD Nexiva Diffusics

Verweilkanülen für die Hochdruckinjektion



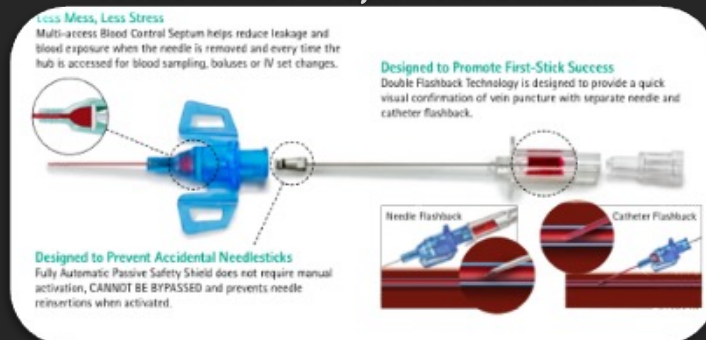
www.alex-riemer.de

4



Braun INTROCAN SAFETY® 3

(Deutschlandweit Sprechstundenbedarf)



Available Configurations

Gauge	Length	Gravity Flow Rate (mL/min)	Power Injection Flow Rates		Material	Order Code
			Contrast Media Viscosity (mPa*s)	Flow Rate mL/sec		
24	0.75 in. (19 mm)	22	2.3 27.5	5 2.5	PUR	4251127-02
22	1.0 in. (25 mm)	35	2.3 27.5	8 5	PUR	4251128-02
20	1.0 in. (25 mm)	65	2.3 27.5	14 10	PUR	4251129-02
20	1.25 in. (32 mm)	60			PUR	4251130-02
20	2.0 in. (50 mm)	55			PUR	4251137-02
18	1.25 in. (32 mm)	105	2.3 27.5	19 15	PUR	4251131-02
18	1.75 in. (45 mm)	95			PUR	4251132-02
16*	1.25 in. (32 mm)	195	Not rated for high pressure injections		PUR	4251136-02
16	2.0 in. (50 mm)	185			PUR	4251133-02

www.alex-riemer.de

5



Braun INTROCAN SAFETY® 3

(Deutschlandweit Sprechstundenbedarf)

Gauge	Length	Gravity Flow Rate (mL/min)	Power Injection Flow Rates		Material	Order Code
			Contrast Media Viscosity (mPa*s)	Flow Rate mL/sec		
24	0.75 in. (19 mm)	22	2.3 27.5	5 2.5	PUR	4251127-02
22	1.0 in. (25 mm)	35	2.3 27.5	8 5	PUR	4251128-02
20	1.0 in. (25 mm)	65	2.3 27.5	14 10	PUR	4251129-02
20	1.25 in. (32 mm)	60			PUR	4251130-02
20	2.0 in. (50 mm)	55			PUR	4251137-02
18	1.25 in. (32 mm)	105	2.3 27.5	19 15	PUR	4251131-02
18	1.75 in. (45 mm)	95			PUR	4251132-02
16*	1.25 in. (32 mm)	195	Not rated for high pressure injections		PUR	4251136-02
16	2.0 in. (50 mm)	185			PUR	4251133-02

*Größen 18G bis 24G können mit Injektionspumpen bis 300 psi verwendet werden. ISO 10555-1/5

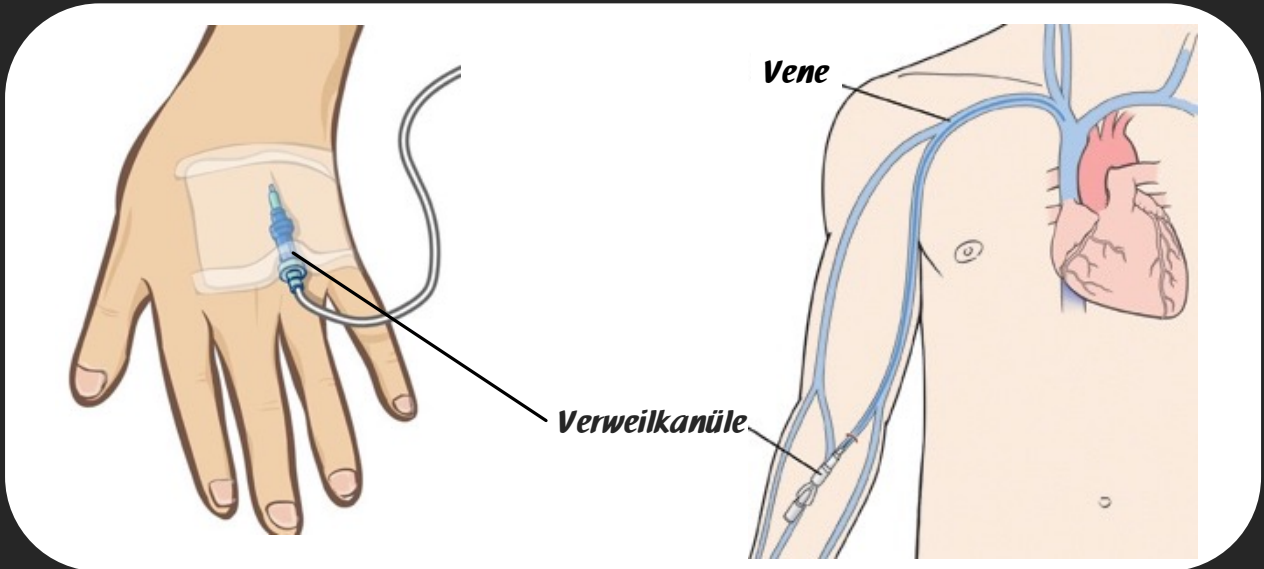
Artikel-Nr.	PZN	Größe*	Länge (mm)	Durchmesser (mm)	Flow (ml/min)	Flow (ml/h)
4251127-01	11868687	24 G	19	0,7	22	1320
4251128-01	11868701	22 G	25	0,9	35	2100
4251129-01	11868718	20 G	25	1,1	65	3900
4251130-01	11868724	20 G	32	1,1	60	3600
4251131-01	11868730	18 G	32	1,3	105	6300
4251132-01	11868747	18 G	45	1,3	100	6000
4251136-01	12644205	16 G	32	1,7	195	11700
4251133-01	12644211	16 G	50	1,7	185	11100
4251135-01	16032031	14 G	32	2,2	325	19500
4251134-01	16032048	14 G	50	2,2	310	18600

Verkaufseinheit: 200 Stück (4 x 50 Stück) *Größen 18G bis 24G können mit Injektionspumpen bis 300 psi verwendet werden. ISO 10555-1/5

www.alex-riemer.de

6

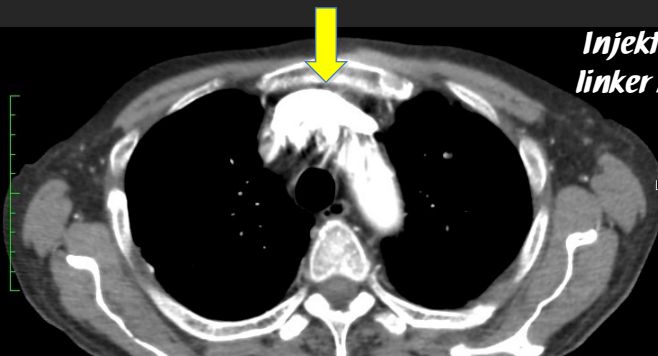
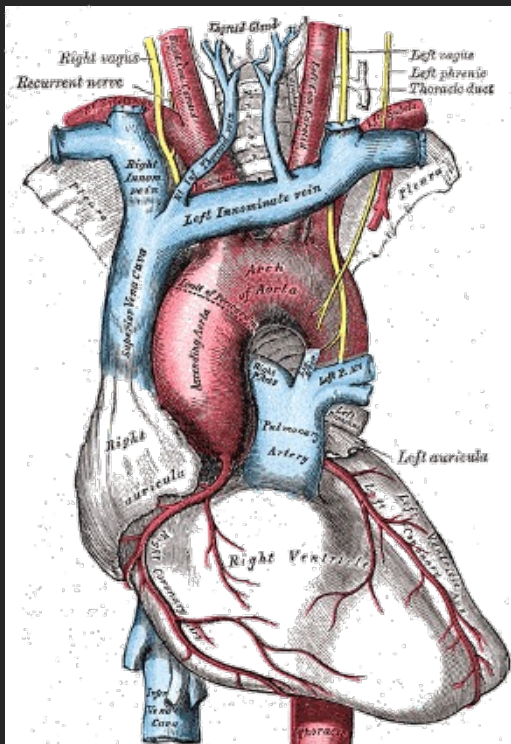
Wenn Möglich Verweilkanüle in eine Kubitalvene (Ellenbeuge) legen



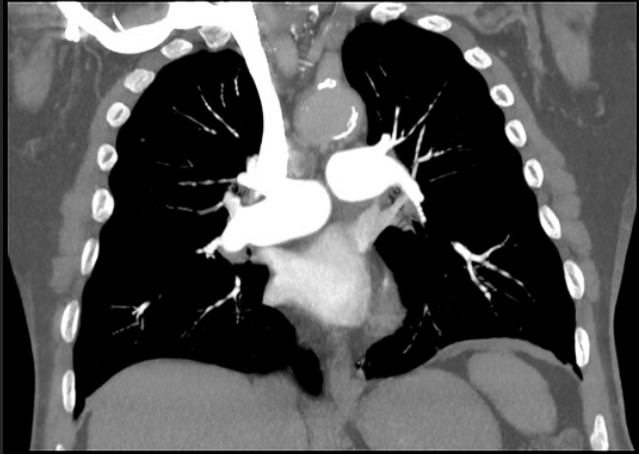
Venen am Handrücken haben einen geringen Durchmesser.
Für hohe Injektionsraten (ab 3,5 ml/s) ist diese Position oft nicht geeignet

Venen in der Ellenbeuge sind großkalibrig und der Weg zum Herzen ist kürzer als bei der Injektion über den Handrücken
Eignet sich gut für die KM-Hochdruckinjektion

Einstromartefakte links vs. rechts



Einstromartefakte links vs. rechts

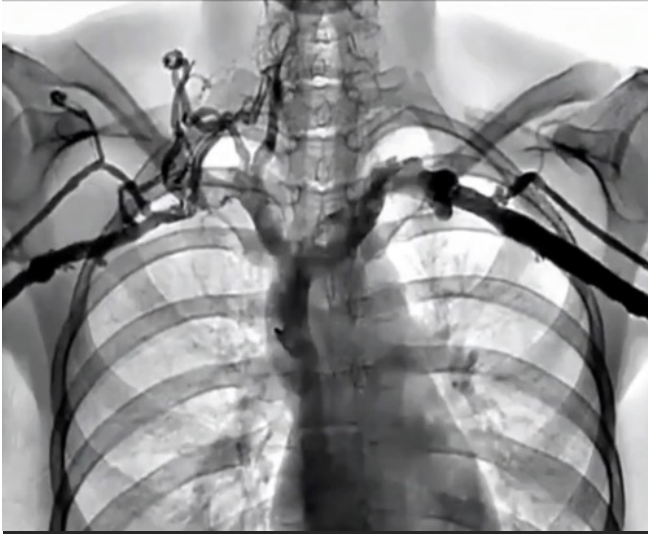


Einfluss der Armposition auf die KM-Injektion

Wenn die Arme über dem Kopf gelagert werden, kann dies den KM-Fluss vom Arm zum Herzen stören.



Fragen Sie die zu Untersuchende Person, ob ihr üblicherweise die Arme „einschlafen“, wenn sie die Arme über den Kopf nehmen

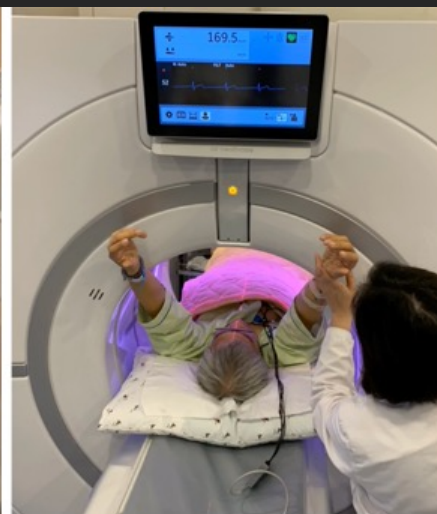
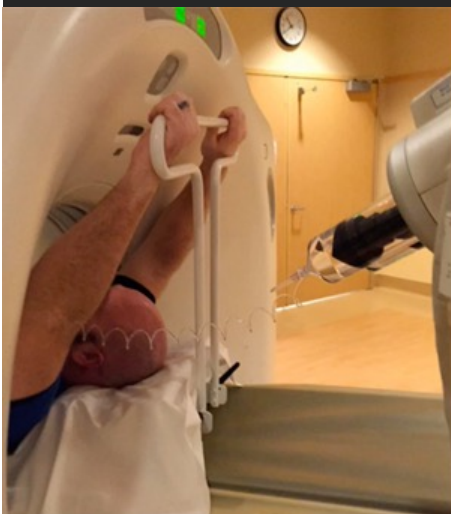


Arme unten



Arme über dem Kopf

Empfohlene Armposition von Prof. Dr. Charbel Saade



Diese Armposition stellt den optimalen Kontrastmittelfluss vom Arm zum Herzen sicher.

Eine spezielle Halterung, die diese Armposition unterstützt befindet sich in Entwicklung in Zusammenarbeit mit der Firma Pearl-Technology

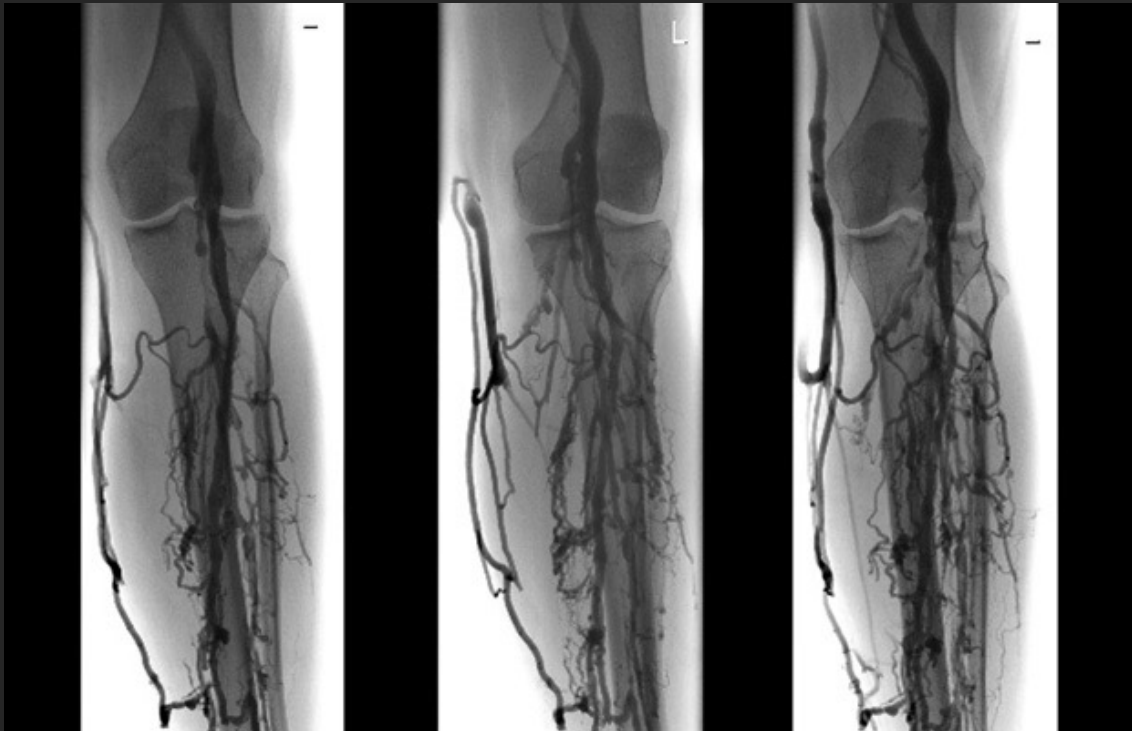


Kontrastmittelgabe über Fußrückenvene

Kontrastmittelinjektion über Fußrückenvene

- **Viel NaCl verwenden**
 - (ca. 100 ml NaCl) um das KM in Richtung Herz zu „schieben“
- Im Vergleich zu einer KM Injektion über eine Kubitalvene, benötigt das Kontrastmittel **10s bis 15s länger** um am Herzen anzukommen, wenn es über eine Fußrückenvene injiziert wird.
- Flow: 2,5-3 ml/s wenn möglich
- Wenn möglich **oberhalb des Knöchels stauen**, um sicherzustellen, dass das KM über die tiefen Beinvenen in Richtung Herzen fließt

Beinvenen



<https://www.radiolog.at/service/venenroentgen/>

www.alex-riemer.de

Fußbrückenvene 100 ml KM@ 3ml/s + 120 ml NaCl





Kontrastmittelgabe über Halsvene

www.alex-riemer.de

17

KM-gabe über eine Verweilkanüle, die direkt in die V. Jugularis liegt



- Überprüfen, ob die Verweilkanüle gut liegt
- Kopf zur kontralateralen Seite drehen
- Arm an der Punktionsseite neben / vor dem Körper lagern (NICHT nach oben nehmen)





Kontrastmittelgabe über ZVK Zentraler Venen Katheter

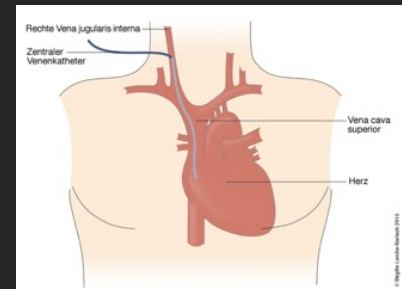
www.alex-riemer.de

19

Zentraler Venen Katheter



- Wird über die rechte Halsvene (V. jugularis) eingeführt und die Spitze kommt im/vor dem rechten Vorhof zum Liegen.
- Meistens haben ZVK's drei sogenannte Schenkel (Tri-Lumen-ZVK)
- Jeder dieser Schenkel hat seine Austrittöffnung an einer anderen Position am Ende des ZVK.
 - Proximaler Schenkel
 - Medialer Schenkel
 - Distaler Schenkel
- Es gibt auch ZVK's mit 2- oder 4 Schenkel

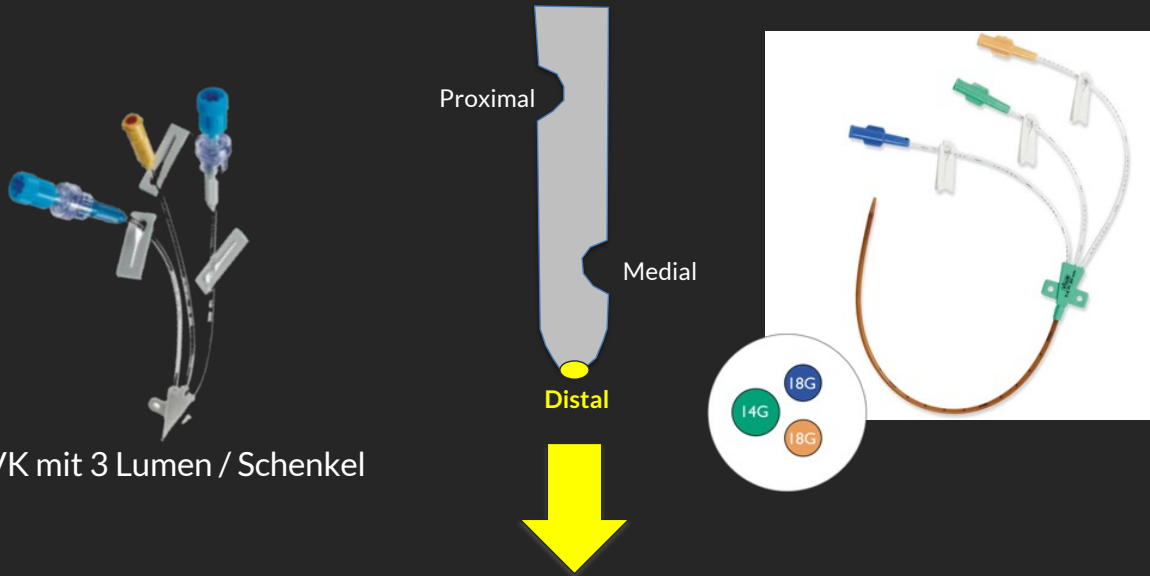


ZVK mit 3 Lumen / Schenkel

www.alex-riemer.de

20

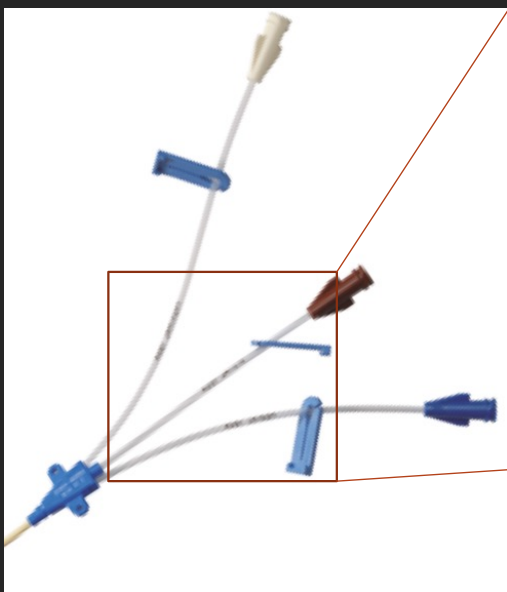
Für die Kontrastmittelinjektion über einen ZVK sollte ^{AR} möglichst der distale Schenkel verwendet werden



ZVK mit 3 Lumen / Schenkel

**KM-Injektion über den distalen Schenkel!
KM tritt dann aus der ZVK-Spitze aus**

Welcher der Distale Schenkel ist, steht auf dem ZVK ^{AR}



Farbkodierung von Venenkathetern							
Größe in Gauge	24	22	20	18	17	16	14
Farbe	Gelb	Blau	Rosa	Grün-Weiß/ Grün	Weiß	Grau	Orange-braun

KM direkt an den ZVK anschließen !!!! **kein** 3-Wege Hahn verwenden



Infusion/Transfusion /
Übersicht Infusionsgeräte und Zubehör

Söhngen W.

3-Wege-Hahn rot

5 ★★★★★ aus [2 Bewertungen](#) | Art.Nr.: 135195ROT

Das Produkt auf einen Blick

- Arzneimittelbeständig
- Zum Regulieren verschiedene Infusionen
- Druckbeständig bis 2 bar
- Farbcodiert
- Einzeln steril verpackt

Garantiert verwendbar bis: 30.04.2025



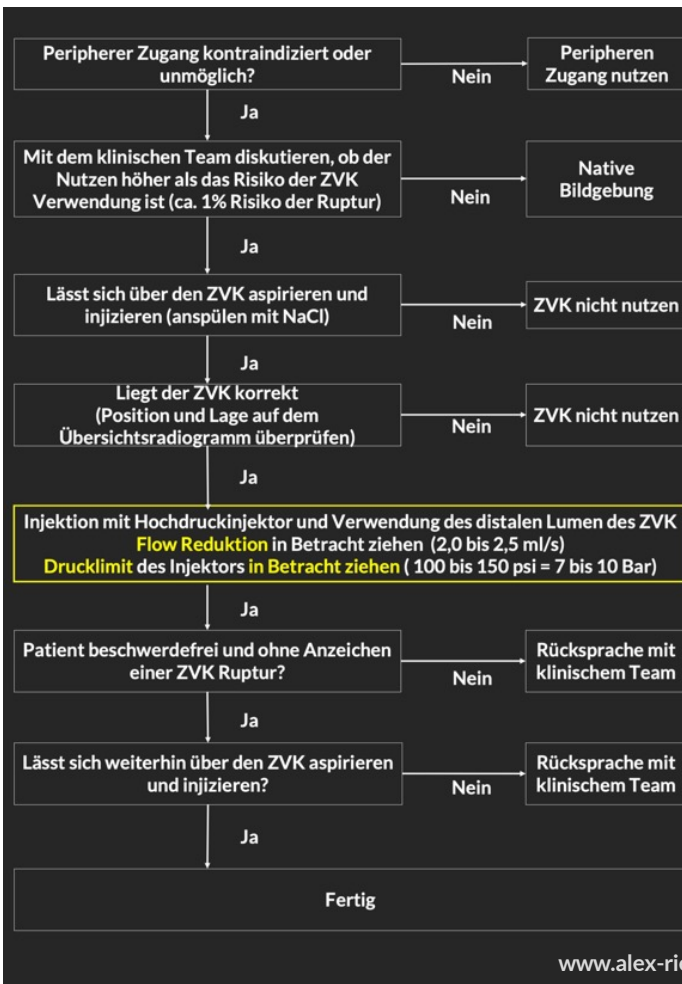
3-Wege-Hahn von Söhngen | Einzeln steril verpackt

Komplikationen bei der Kontrastmittelgabe über ZVK sind **sehr sehr selten**



Mit freundlicher Genehmigung von Priv. Doz. Dr. Niehues ; Charité





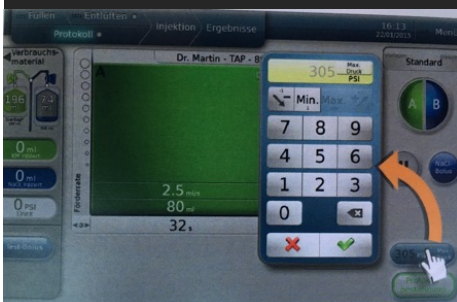
The use of central venous catheters for intravenous contrast injection for CT examinations
BJR 2011

Injektion mit Hochdruckinjektor und Verwendung des distalen Lumen des ZVK

Flow Reduktion
in Betracht ziehen
(2,0 bis 2,5 ml/s)

Reduktion des Drucklimit
des Injektors
in Betracht ziehen
(100 bis 150 psi = 7 bis 10 Bar)

Drucklimit am Injektor anpassen



Guerbet - Flowsense



Medrad Stellart



Ulrich - CT Motion



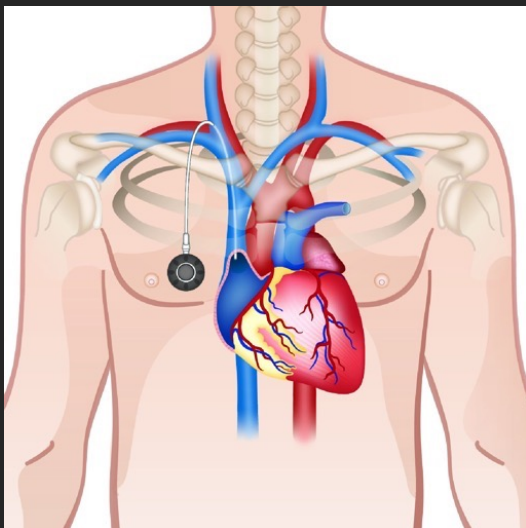
Medtron

Bei der Verwendung von ZVK's wird die Anpassung des Drucklimits empfohlen
100 - 150 PSI bzw. 7 - 10 Bar



Kontrastmittelgabe über PORT

Port-Systeme – zwei Lokalisationen



jugular



brachial

PORT-Systeme – zwei Arten

„Normale“ Port Systeme

- Im Allgemeinen wird versucht, die Injektion über diesen Zugang zu vermeiden
- Wenn kein alternativer Zugang möglich –
 - Maximal Flow 1,5 ml/s

„Power Injektor“ Port Systeme

- Je nach Art bis Flow 5,5 ml/s möglich
- Flow Begrenzung von 3 ml/s in Erwägung ziehen
- Reduktion des Drucklimit des Injektors in Betracht ziehen
 - 100 bis 150 psi
 - 7 bis 10 Bar

Jod Einbringrate (IDR) - [mg/s]

$$\text{IDR} = \text{Jodkonzentration} * \text{Flow}$$

Flow [ml/s]	Jod Einbringrate - IDR [mg/s]				
	300er KM	320er KM	350er KM	370er KM	400er KM
1,0	300	320	350	370	400
1,5	450	480	525	555	600
2,0	600	640	700	740	800
2,5	750	800	875	925	1000
3,0	900	960	1050	1110	1200
3,5	1050	1120	1225	1295	1400
4,0	1200	1280	1400	1480	1600
4,5	1350	1440	1575	1665	1800
5,0	1500	1600	1750	1850	2000
5,5	1650	1760	1925	2035	2200
6,0	1800	1920	2100	2220	2400

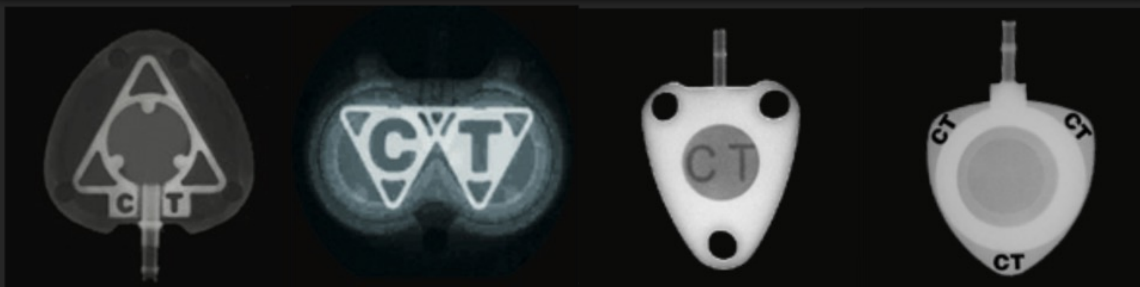
Woran erkennt man einen Power-PORT?

PORT-Pass des Patienten (sicherster Beweis)

- wird von Patienten oft zu Hause vergessen

Manche Power-PORT System erkennt man an den **röntgendichten Buchstaben „CT“** im Übersichtsradiogramm oder auf dem Röntgenbild

Quelle: BARD



31

PORT-Pass enthält wichtige Informationen Aber ACHTUNG

⚠ SEE INSTRUCTIONS FOR USE	
Max. recommended flow rate : (with 25 cm catheter)	5 ml/s
Max. Pressure recommended : (CT scan function)	325 psi / 22,4 bars
Contrast media concentration :	≤ 350 mgI/mL
Huber needle recommended :	19G / 20G

POLYSITE®
Implantable port
REF 4008
LOT 17045395
SN 0007251813
PEROUSE
MEDICAL
60173 Ivry la Temple - FRANCE
www.perousemedical.com
Tel : +33 (0)3 44 08 17 00

Tabelle 1

Imeron	150	250	300	350	400
pH	6,9–7,2				
Osmolalität bei 37°C in mosmol/kg Wasser	301 ± 14	435 ± 20	521 ± 24	618 ± 29	726 ± 34
Viskosität bei 37°C in mPa·s	1,4 ± 0,1	2,9 ± 0,3	4,5 ± 0,4	7,5 ± 0,6	12,6 ± 1,1
Name	Type	Iodine content mg/mL	OSM mOsm/kg	Osmolality type	viscosity Cps at 37°C
Nonionic					
Iopamidol (Isovue-370)	Monomer	370	796	LOCM	9.4
Iohexol (Omnipaque 350)	Monomer	350	884	LOCM	10.4
Iodixanol (Visipaque 320)	Dimer	320	290	IOCM	11.8
Iotrolan (Isovist)	Dimer	300	320	IOCM	8.1
Ioxaglate (Hexabrix)	Dimer	320	600	LOCM	7.5
Ioxilan (Oxilan 350)	Monomer	350	695	LOCM	8.1
Iopromide (Ultravist 370)	Monomer	370	774	LOCM	10.0
Ioversol (Optiray 300)	Monomer	300	651	LOCM	5.5
Iomeprol (Iomeron 350)	Monomer	350	618	LOCM	7.5

Jod Einbringrate (IDR) - [mg/s]

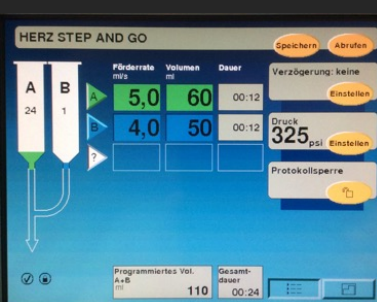
$$\text{IDR} = \text{Jodkonzentration} * \text{Flow}$$

Flow [ml/s]	Jod Einbringrate - IDR [mg/s]				
	300er KM	320er KM	350er KM	370er KM	400er KM
1,0	300	320	350	370	400
1,5	450	480	525	555	600
2,0	600	640	700	740	800
2,5	750	800	875	925	1000
3,0	900	960	1050	1110	1200
3,5	1050	1120	1225	1295	1400
4,0	1200	1280	1400	1480	1600
4,5	1350	1440	1575	1665	1800
5,0	1500	1600	1750	1850	2000
5,5	1650	1760	1925	2035	2200
6,0	1800	1920	2100	2220	2400

Drucklimit am Injektor anpassen



Guerbet - Flowsense



Medrad Stellant



Ulrich - CT Motion



Medtron

Bei der Verwendung von PORT´s wird die Anpassung des Drucklimits empfohlen 100 - 150 PSI bzw. 7 - 10 Bar



Intraossäre Zugänge

Intraossärer Zugang - Einleitung

- Bei traumatisierten Patienten, denen kein venöser Zugang gelegt werden kann, sind Intra-Ossäre Zugänge oft die einzige Möglichkeit die Patienten mit Medikamenten und Flüssigkeit zu versorgen und sie zu stabilisieren
- In seltenen Fällen kann es vorkommen, dass die CT-Untersuchung durchgeführt werden muss, bevor der Patient einen ZVK oder eine Verweilkanüle bekommen kann.
- Typische Lokalisierungen von Intra-Ossären Zugängen:
 - Humeruskopf
 - Tibiakopf



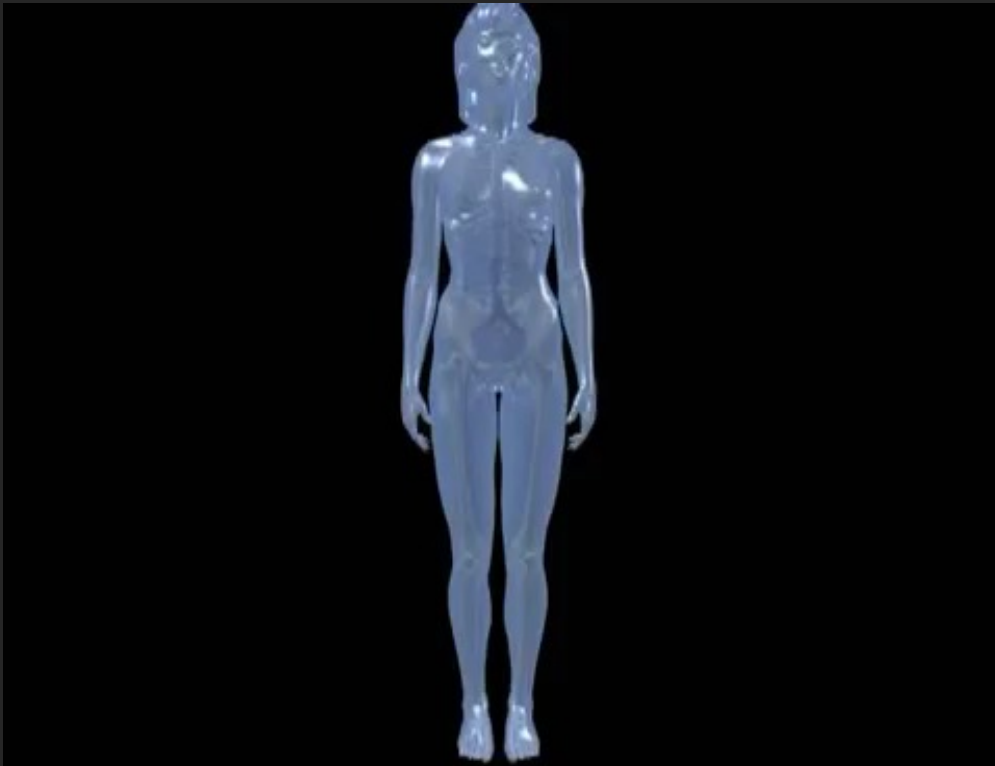
Kontrastmittelgabe über Intra-Ossäre Zugänge

- Ob ein Intra-Ossärer Zugang für die Kontrastmittelgabe verwendet werden kann entscheidet der Radiologe / die Radiologin.
- Einige radiologische Zentren praktizieren die KM-Gabe über diesen Zugangsweg – andere lehnen es ab
- In die Fach-Literatur findet man zahlreiche Publikationen und Case-Reports, die zeigen, dass die KM-Gabe über Intra-Ossäre Zugänge möglich ist.

Literatur für die Verwendung eines intraossären Zugangs

- Amanjit S. Baadh et.al. „Intraosseous Vascular Access in Radiology: Review of Clinical Status“
 - AJR:207, August 2016“
- University of Iowa Adult and Pediatric Intraosseous Iodinated Contrast Injection Guidelines
 - (<https://medicine.yale.edu/diagnosticradiology/patientcare/policies/intraosseousneedlecontrastinjection/>) (aufgerufen 16.10.2020)
- Schindler et. al. ; Intraosseous contrast administration for emergency computed tomography: A case- control study
 - <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217629> May 31, 2019 - Aufgerufen 16.10.2020
- Winkler et.al. ; The use of intraosseous needles for injection of contrast media for computed tomographic angiography of the thoracic aorta
 - J Cardiovasc Comput Tomogr. 2017 ; 11(3): 203–207. doi:10.1016/j.jcct.2017.03.001.
- Budach NM, Niehues SM. CT angiography of the chest and abdomen in an emergency patient via humeral intraosseous access.
 - Emerg Radiol. 2017; 24: 105–108.

Intra-Ossären Zugang - Erläuterung



www.alex-riemer.de

39

Empfehlungen für die KM-Gabe über intraossäre Zugänge

Intraossäre Leitung mit 20 ml normaler Kochsalzlösung **spülen**.

- Wenn die Leitung nicht leicht spült, den Zugang nicht verwenden.

Nadellage überprüfen:

- **kurzvolumigen CT-Scan in Low-Dose Technik** über Nadel

Wenn der Patient bewusstlos ist, ist keine Analgesie erforderlich.

Injektorschlauch direkt an die intraossäre Nadel anschließen.

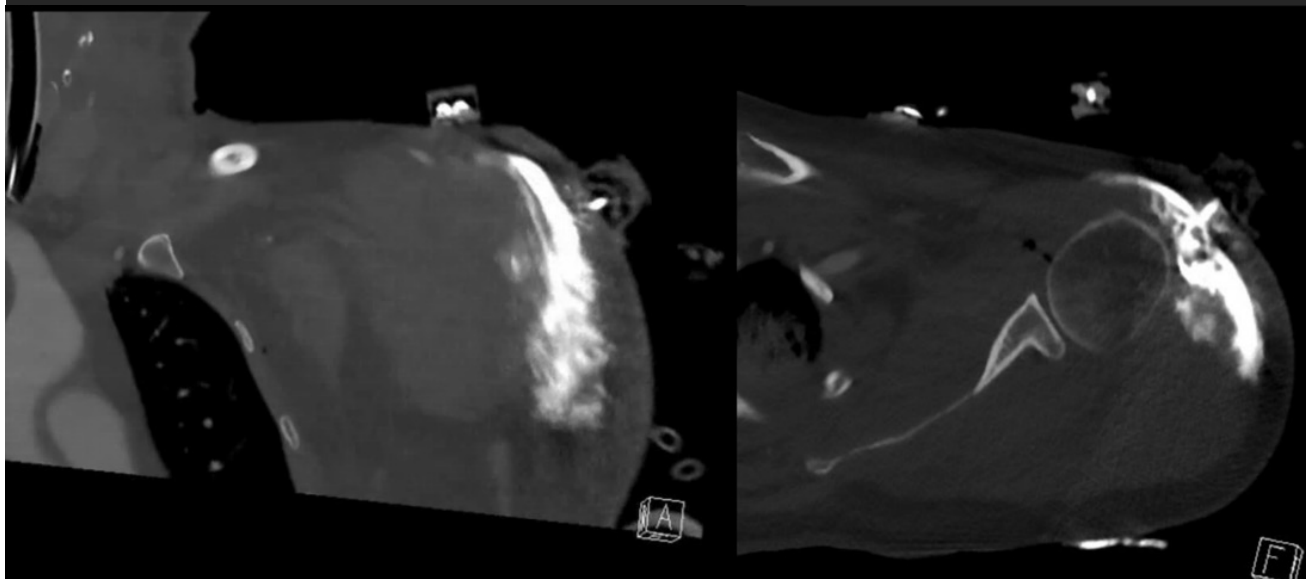
Empfohlene Injektionsraten : 1,5 ml/s bis 2,0 ml/s

Nach der KM-Gabe sollte mit **30 bis 40 ml NaCl nachgespült** werden.

www.alex-riemer.de

40

Fehllagen intraossärer Zugänge



Empfehlungen für die KM-Gabe über intraossäre Zugänge Wenn der Patient bei Bewusstsein ist und auf Schmerzen reagiert

- Wenn der Patient bei Bewusstsein ist und auf Schmerzen reagiert, wird empfohlen 2% Lidocain (konservierungsmittel- und epinephrin-frei) unmittelbar vor dem Kontrastmittel verabreicht werden.
 - Erwachsener Patient:
 - Infundieren Sie Lidocain 40 mg langsam über 120 Sekunden intraossär.
 - Lassen Sie Lidocain 60 Sekunden lang im intraossären Raum einwirken.
 - Anschließend mit 5–10 ml normaler Kochsalzlösung spülen.
 - Über 60 Sekunden langsam weitere 20 mg Lidocain intraossär verabreichen.
 - Pädiatrischer Patient:
 - Die übliche Dosis beträgt 0,5 mg / kg und darf 40 mg nicht überschreiten.
 - Infundieren Sie Lidocain langsam über 120 Sekunden.
 - Lassen Sie Lidocain 60 Sekunden lang im intraossären Raum einwirken.
 - Anschließend mit 2–5 ml normaler Kochsalzlösung spülen.
 - Das nachfolgende Lidocain (halbe Anfangsdosis) langsam über 60 Sekunden intraossär verabreichen.

Was ist bei der Kontrastmittelgabe über einen Intra-Ossären bezogen auf das CT-Protokoll zu beachten?

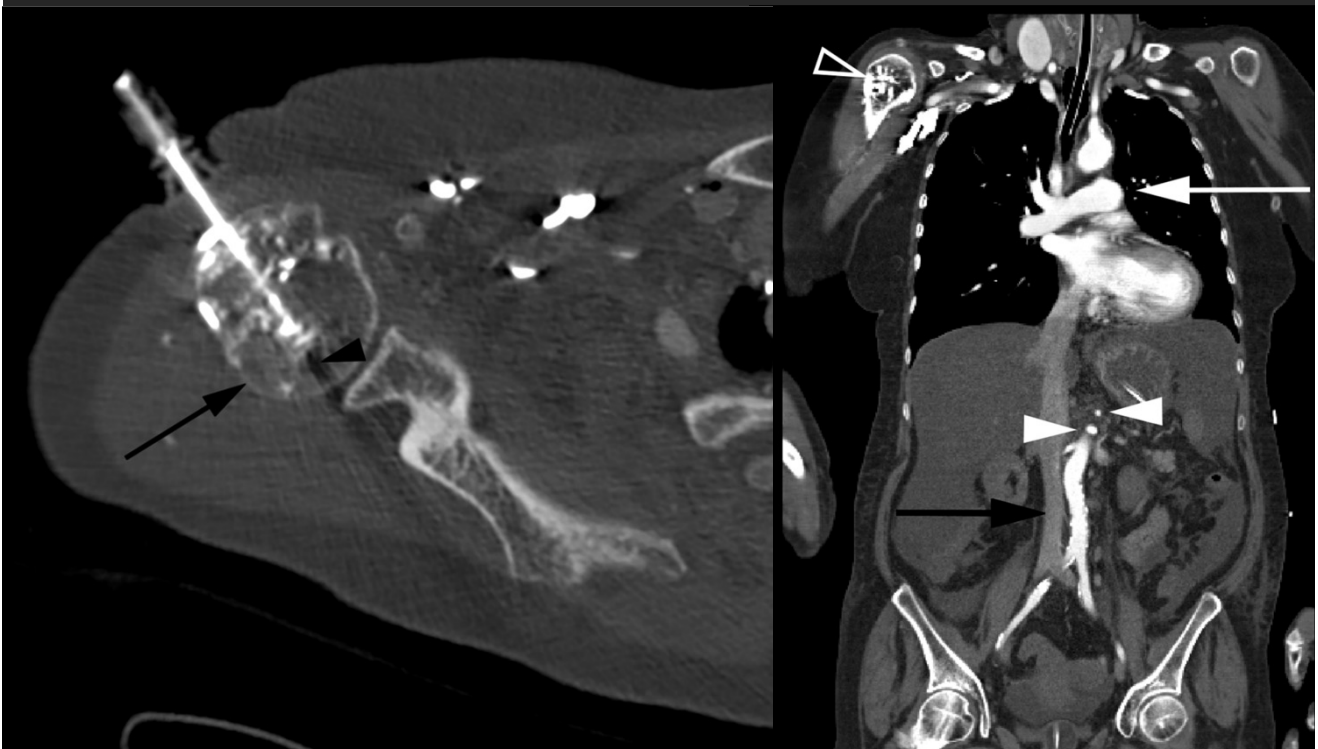
- Das Kontrastmittel ist bei einer Injektion über einen Intra-Ossären Zugang **genau so schnell** am Herzen, **wie bei einer „normalen Injektion“ mit der gleicher Flowrate**
- Bei geringeren Flowraten muss das Protokoll ggf. angepasst werden
- Beispiel KM-Gabe über Tibiakopf:



www.alex-riemer.de

43

Intraossäre KM Injektion Humerus (4,0 ml/s)



CT angiography of the chest and abdomen in an emergency patient via humeral intraosseous access
 Nils Markus Budach & Stefan Markus Niehues (Emerg Radiol (2017) 24:105-108)
 www.alex-riemer.de

44

Intraossär – Achtung MRT !!!



www.alex-riemer.de

45

Venöse Zugänge und gebräuchliche Injektionsraten



Farbe	Gauge	Gebräuchliche Flowrate
Grün	18	bis 6,0 ml/s (bei guter Lage)
Rosa	20	bis 4,0 ml/s (bei guter Lage)
Blau	22	bis 2,5 ml/s (bei guter Lage)
Port - Typ	Gebräuchliche Flowrate	
Standard	bis 1,5 ml/s (viel NaCl nachspülen)	
Power-Port	bis 3,0 ml/s (wegen Herzbelastung)	
ZVK- Typ	Gebräuchliche Flowrate	
Standard	2,5 – 3,0 ml/s über großen/distale Schenkel	
Power-ZVK	bis 3,0 ml/s (wegen Herzbelastung)	
Intraossär	Gebräuchliche Flowrate	
Intraossär	2,5 – 3,0 ml/s + gut mit NaCl nachspülen	

Diese Angaben entsprechen den üblichen Anwendungsgewohnheiten und dienen der Orientierung.
Die Verantwortung für die Kontrastmittelinjektion trägt der Radiologe.
Alex Riemer übernimmt keine Haftung

www.alex-riemer.de

46



Kontrastmittelphasen

Startverzögerung

Delay

Festes Delay (Startverzögerung)

- Das feste Delay bestimmt die Zeit zwischen dem Betätigen des „Scan-Start-Knopfes“ und dem Beginn der Akquisition
- Das Delay wird oft bei rein venösen Kontrastmitteluntersuchungen genutzt.
- Aber auch bei arteriellen Untersuchungen kann ein festes Delay verwendet und auf eine individuelle Kreislaufzeitbestimmung (Bolustracking) verzichtet werden.
- Nachteil:
 - Da die Kreislaufgeschwindigkeit sich von Patient zu Patient unterscheidet, kann es bei der Verwendung eines festen Delays passieren, dass die gewünschte Kontrastmittelphase nicht optimal getroffen wird.

Anflutungszeit von Kontrastmittel nach Injektion in die rechte Kubitalvene



○ Rechter Vorhof	6 bis	12 s
○ Truncus Pulmonalis	9 bis	15 s
○ Linker Vorhof	13 bis	20 s
○ Aorta	15 bis	22 s
○ A. carotis	16 bis	24 s
○ A. renalis	18 bis	27 s
○ V. cava inferior suprarenal	24 bis	32 s
○ V. cava inferior infrarenal	120 bis	250 s
○ V. lienalis	30 bis	45 s
○ Mesenterialvenen	35 bis	50 s
○ Lebervenen	50 bis	80 s
○ Femoralvenen	120 bis	250 s

Native Phase

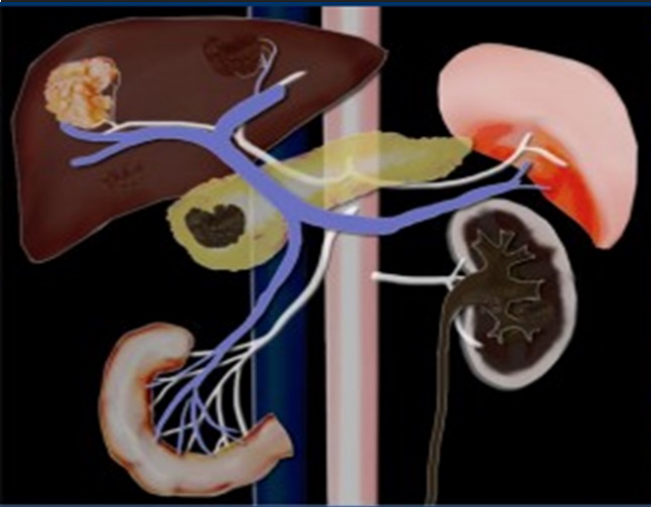


Erkennen von:

- Verkalkungen
- Fettanteile in Tumoren, Nebennieren, Adenomen und Myelolipomen
- Kalkdichte Nieren-, Harnleiter- und Gallensteine
- Demarkierung von Infarkten

Spät arterielle Phase

30 - 35 s nach KM Injektion oder 5 - 10s* nach Bolustracking



Enhancement von:

Hypervaskularisierten Läsionen, Magen, Darm, Pankreas Parenchym, Milz (Leopardenmuster), Nierenkortex (Kortekuläre Phase der Nieren)

Detektion von:

Leber, HCC, FNH, Adenome, Pankreas, Adenokarzinome, Insulinome, Darmischämien

* 16-32 Zeiler: 5s / Ab 64 Zeilen 10 s nach Bolustracking

Spät arterielle Phase

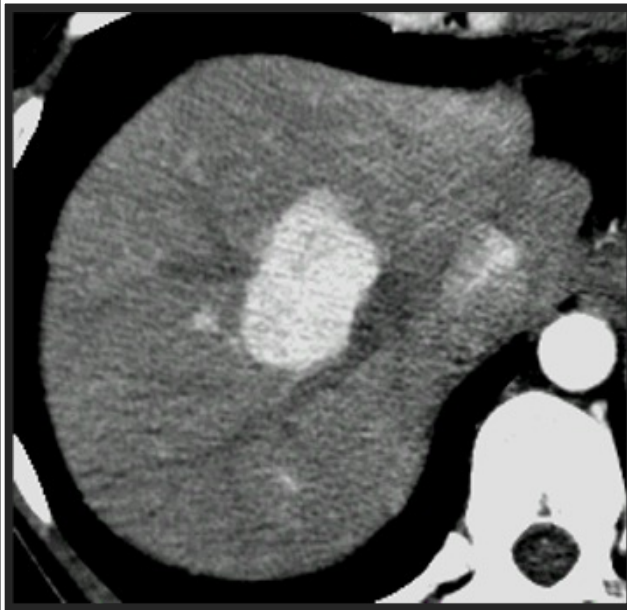
30 - 35 s nach KM Injektion oder 5 - 10s* nach Bolustracking



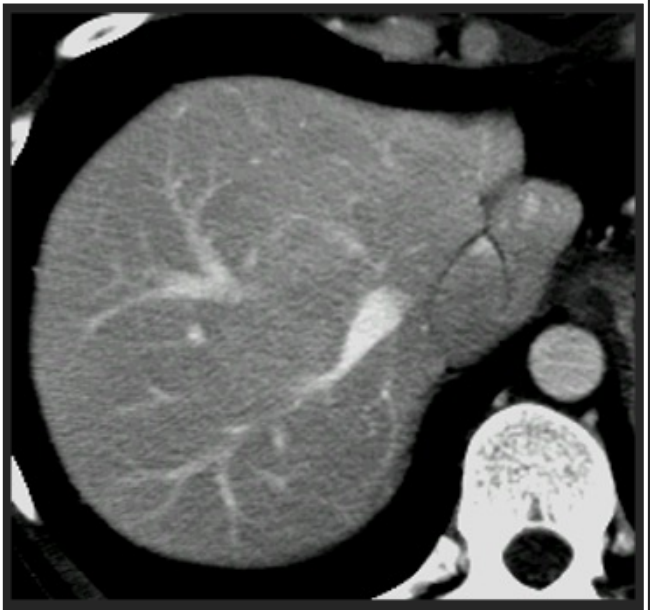
Spät-arterielle Phase
Oft nur als arterielle Phase bezeichnet

Primärer Leber Tumor

arterielle Phase

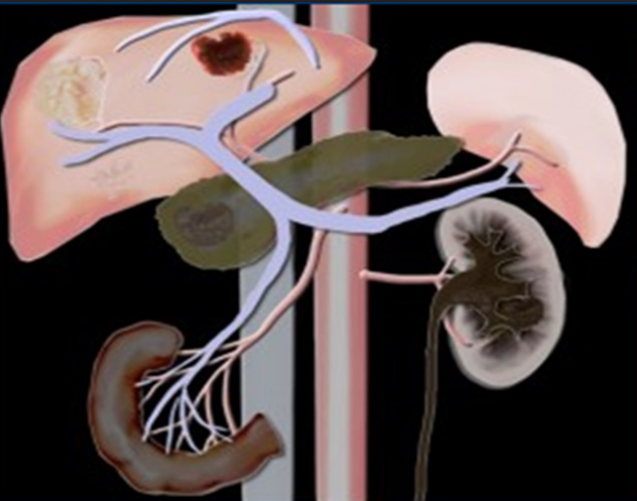


Portal-venöse Phase



Portalvenöse Phase

70 - 85 s nach KM Injektion oder 35 -45 s nach Bolustracking



Detektion Leber:

- Hypovaskularisierte Lebertumore
- Zysten
- Abszesse
- Die meisten Metastasen

Portalvenöse Phase

70 - 85 s nach KM Injektion oder 35 -45 s nach Bolustracking



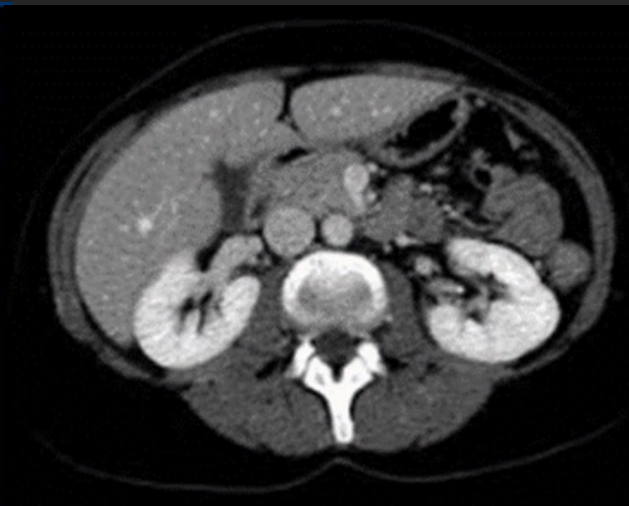
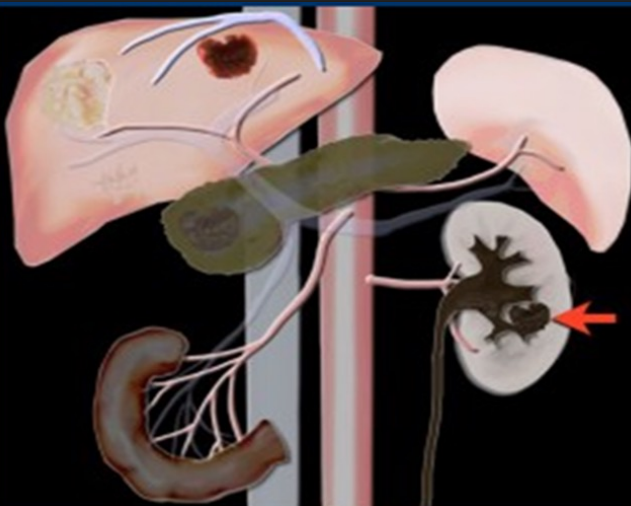
Spät-arterielle Phase
Oft nur als arterielle Phase bezeichnet



Portalvenöse Phase

Nephrographische Phase

90-100 s nach KM Injektion oder 70 - 80 s nach Bolustracking



Enhancement von:

- o Gesamtes Nierenparenchym inkl. der Medulla

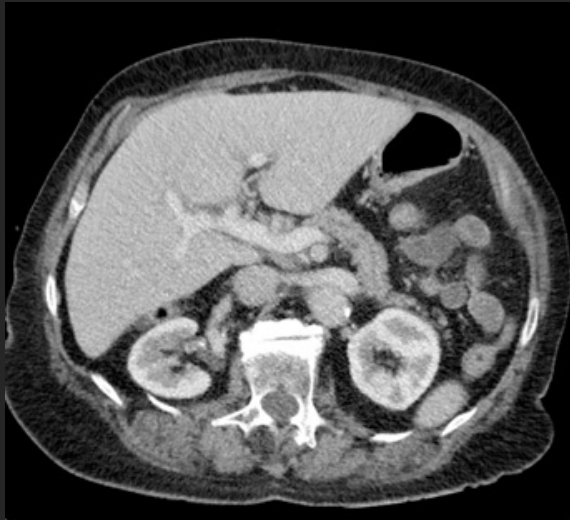
Detektion von:

Nieren:

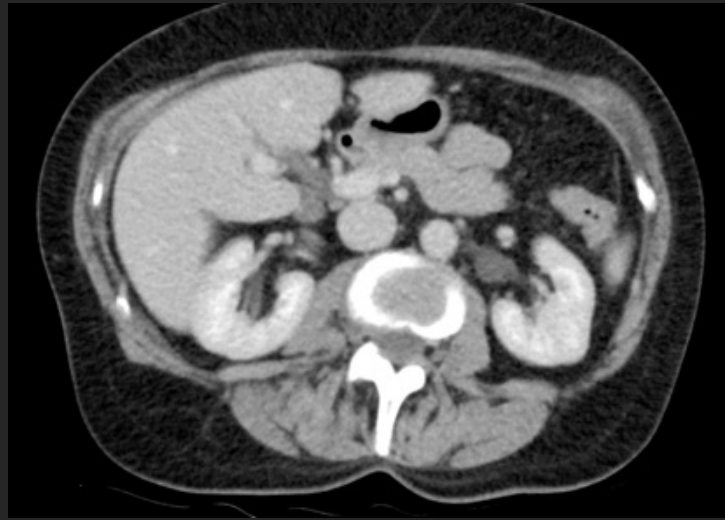
- o Nierenzellkarzinom

Nephrographische Phase

90-100 s nach KM Injektion oder 70-80 s nach Bolustracking



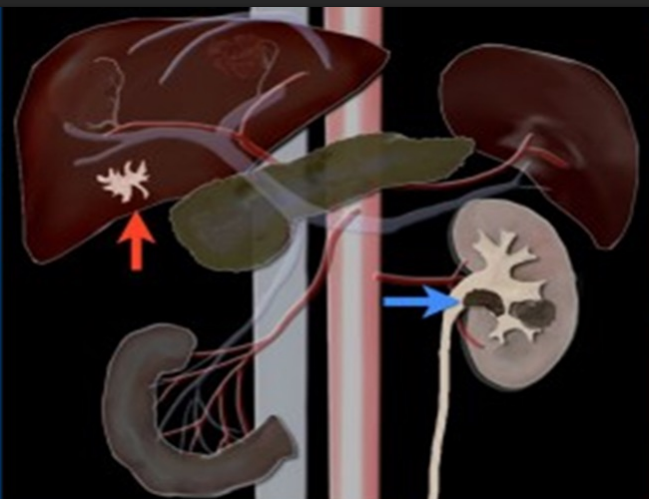
Portalvenöse Phase
(zu früh für die sichere Nierenbeurteilung)



Nephrographische Phase
(oft als venöse Phase bezeichnet)

Spätphase

6 min nach KM Injektion oder 6 min nach Bolustracking



Enhancement von:

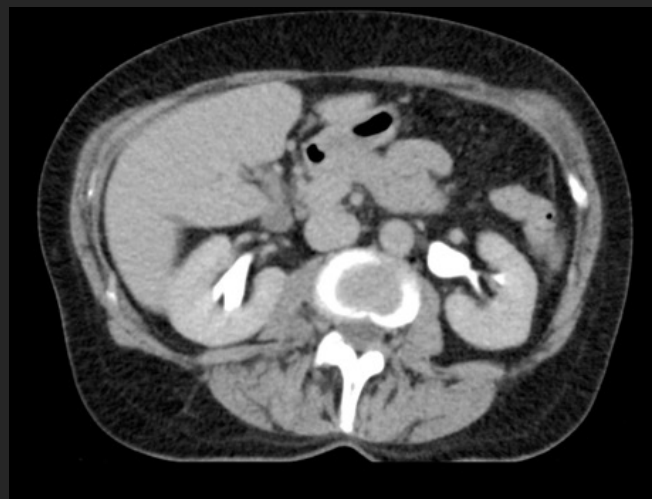
Leber:

- Fibrotischen Läsionen

Nieren:

- Nierenbeckenkelchsystem
- Ableitende Harnwege

○ Blase



Detektion von:

Leber:

- Cholangiokarzinom (CCC)
- Fibrotische Metastasen (bei Mamma Karzinom)
- Adenome

Nieren:

- Urothelzellkarzinom

Spätphase

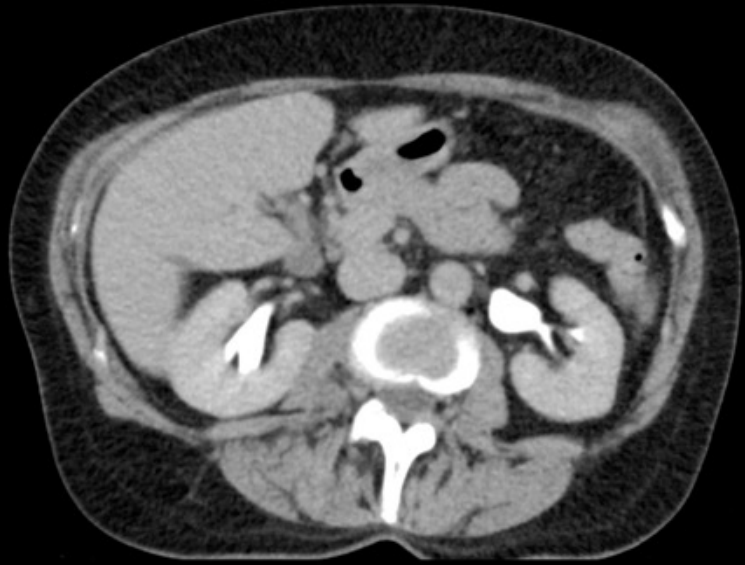
6 -10 min nach Start der KM Injektion



native Phase



*Nephrographische Phase
(oft als venöse Phase bezeichnet)*



Urographische Phase (Spätphase)

www.alex-riemer.de

59



*Referenzgefäß
Thorakale Aorta*

www.alex-riemer.de

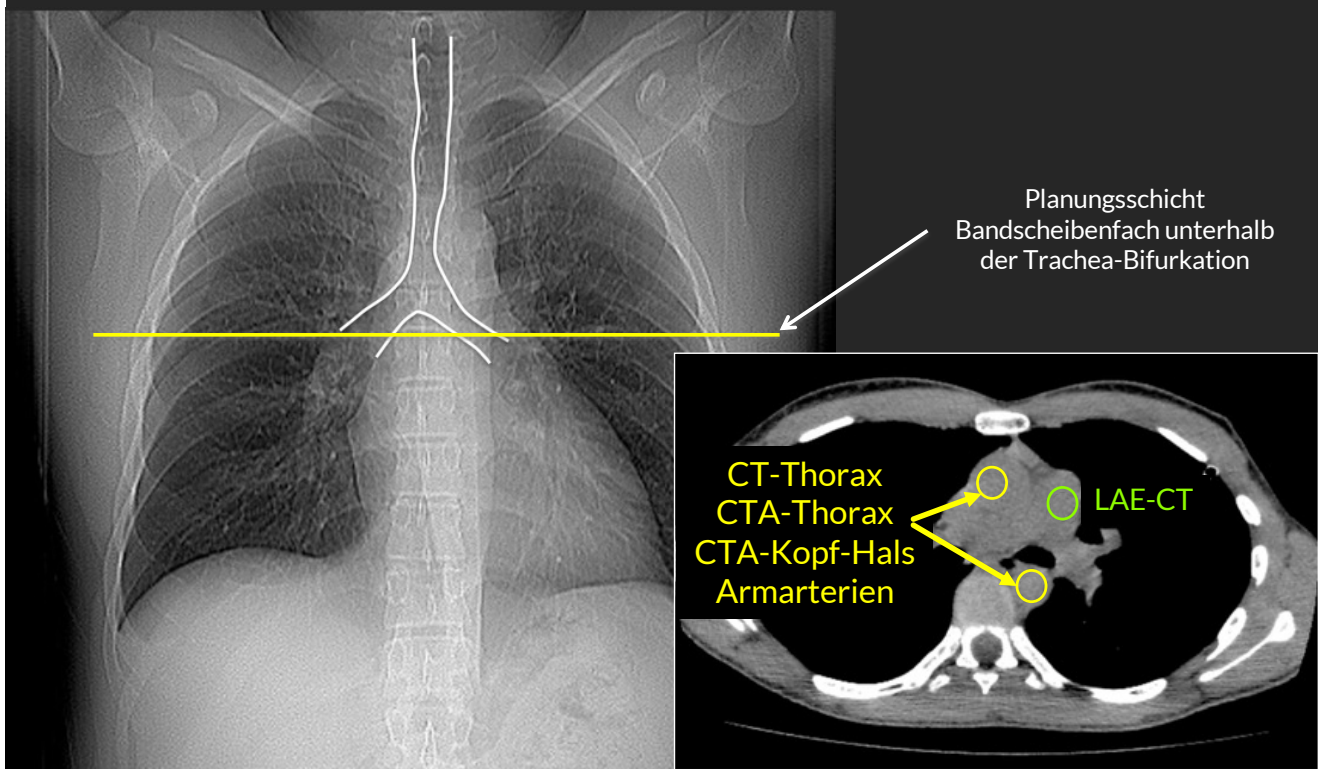
60

Referenzgefäß thorakale Aorta

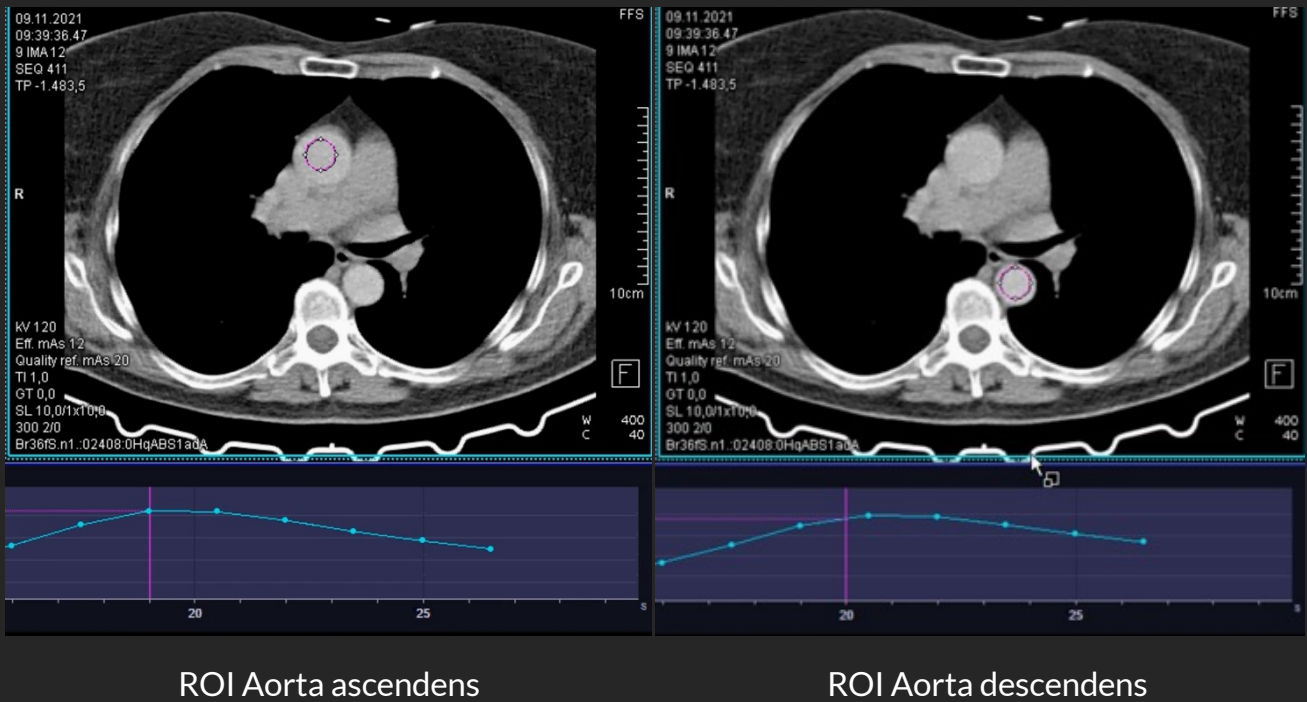
- Die thorakale Aorta dient als Bolustracking-Referenzgefäß für folgende Untersuchungen:
 - CT-A der thorakalen Aorta
 - CT-A der gesamten Aorta
 - Thorax-CT
 - Alternatives Referenzgefäß: Pulmonalarterien /Trunkus Pulmonalis
 - alle Körperregionen, deren Gefäße aus der thorakalen Aorta abgehen:
 - Kopf-Hals Arterien
 - Armarterien

Ob die ROI in der Aorta ascendens, -descendens oder im Aortanbogen positioniert wird, hat keinen relevanten Einfluss auf das Untersuchungsergebnis

Position der Planungsschicht



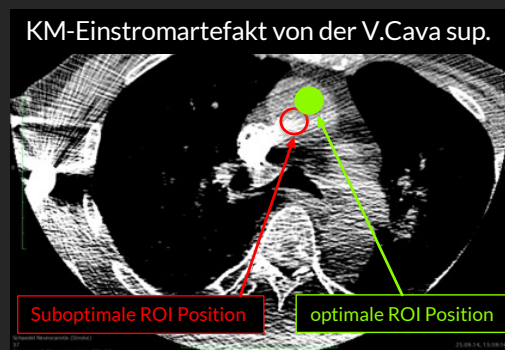
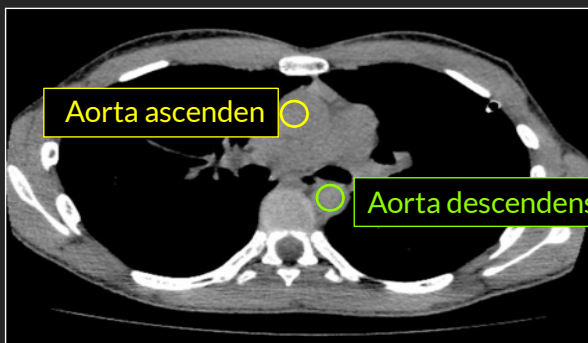
Unterschied ROI Position Aorta ascendens vs. descendens



ROI Aorta ascendens

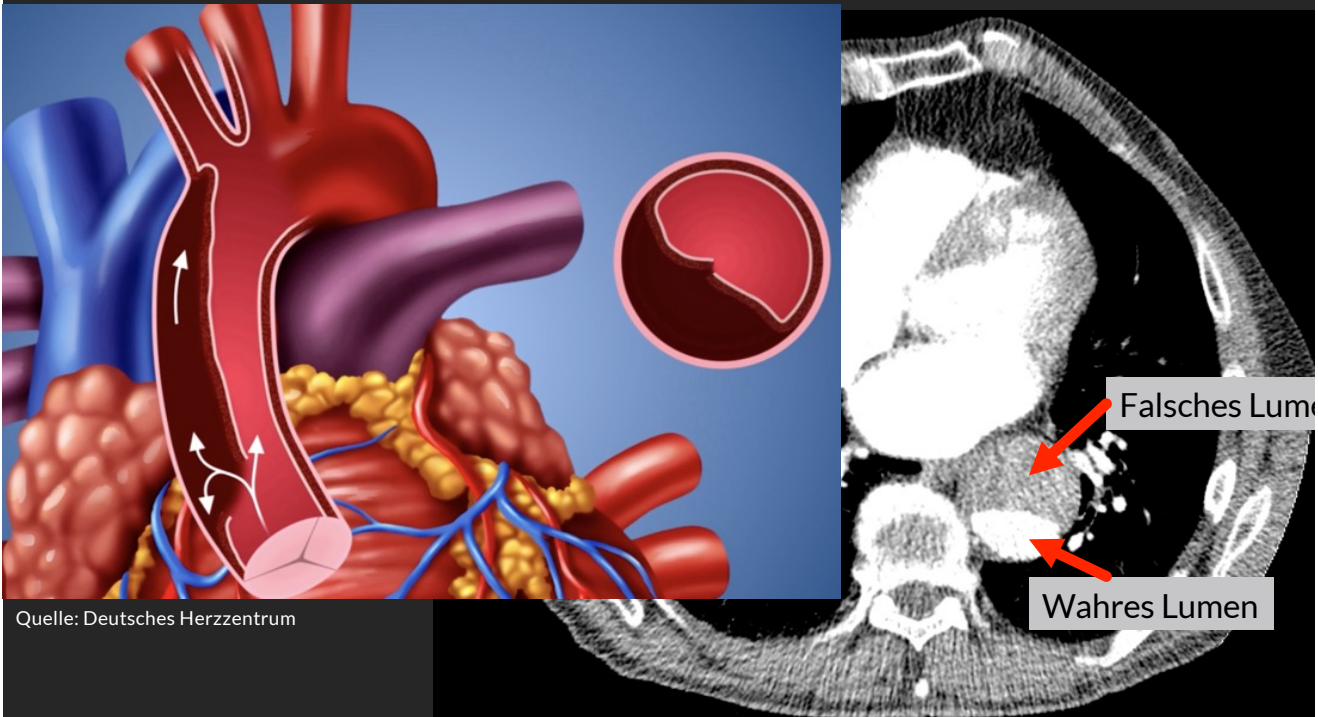
ROI Aorta descendens

Referenzgefäß Aorta ascendens oder -descendens?



- Beide Gefäße eignen sich gleich gut für die Positionierung der ROI für das Bolustracking
- Die A. descendens reichert ein ganz klein wenig später an, als die A. ascendens. Speziell bei sehr schnellen CT's reduziert das die Wahrscheinlichkeit, dass zu früh gescannt wird und der Kontrast suboptimal wird.
- Bei der A. ascendens ist das Risiko für ein zu frühes Erreichen der Schwelle wegen Einstromartefakten aus der V. Cava sup. Sehr groß. Tipp: Die ROI möglichst weit weg von der V. Cava sup. Positionieren (Bild rechts)

Aortendissektion



Quelle: Deutsches Herzzentrum



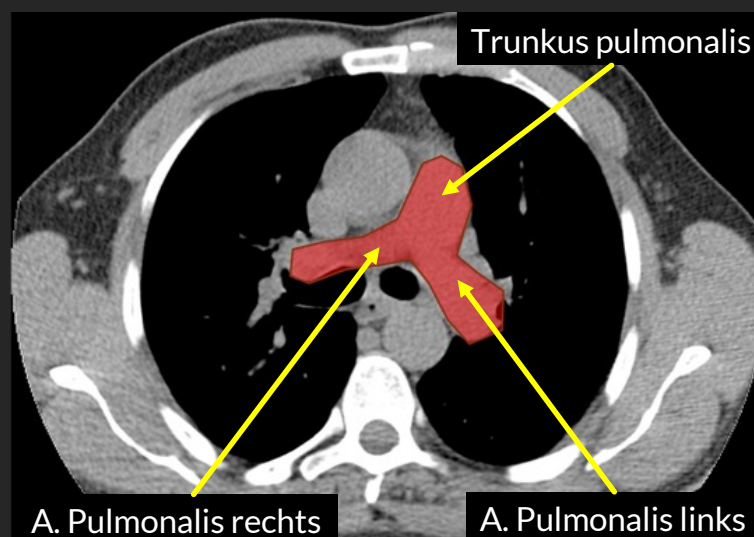
Referenzgefäß Trunkus pulmonalis / Pulmonalarterien

Referenzgefäß Trunkus pulmonalis / Pulmonalarterien

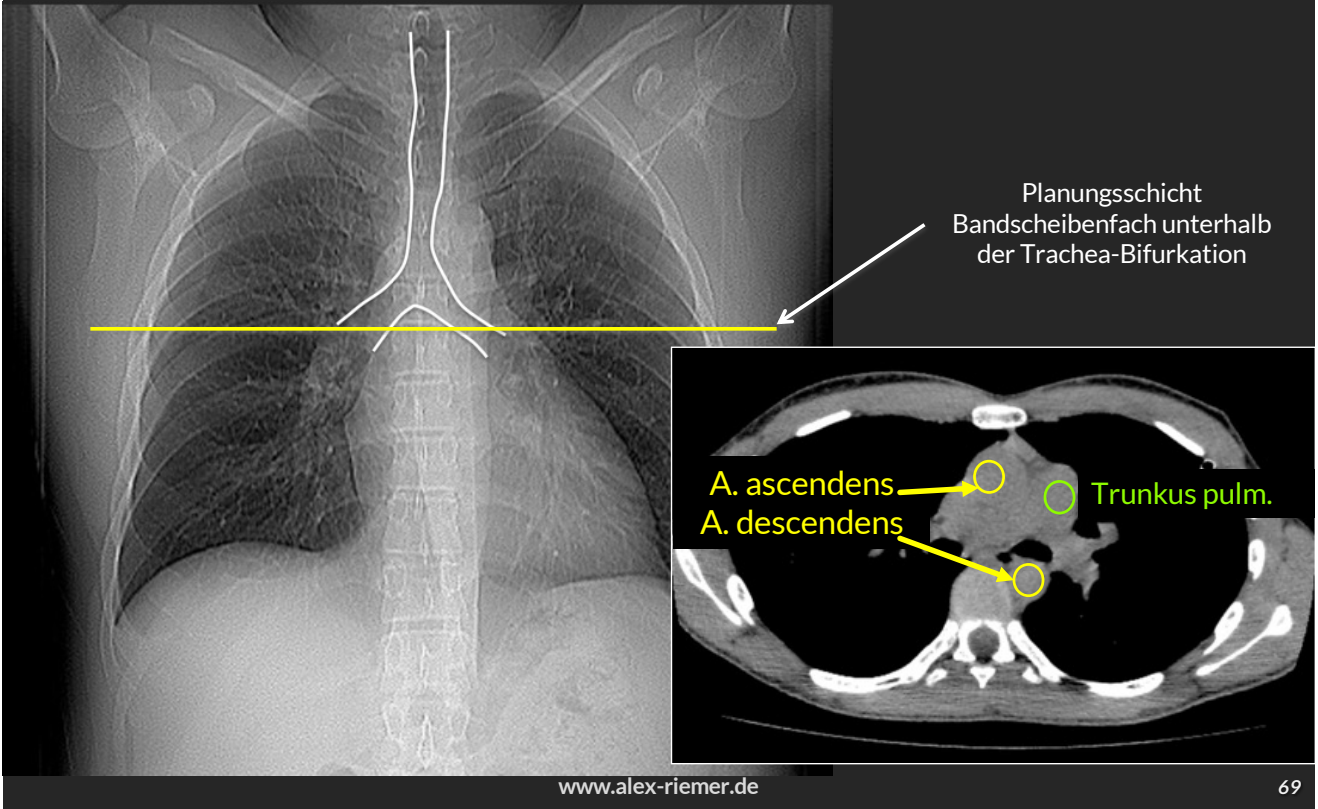
- Der Trunkus pulmonalis bzw. die zentralen Pulmonalarterien dienen als Bolustracking-Referenzgefäß für folgende Untersuchungen:
 - CTA-Pulmonalarterien (Lungenembolie-CT kurz: LAE-CT)
 - Thorax-CT
 - Alternatives Referenzgefäß: Aorta ascendens / descendens

Trunkus Pulmonalis & zentrale Pulmonalarterien

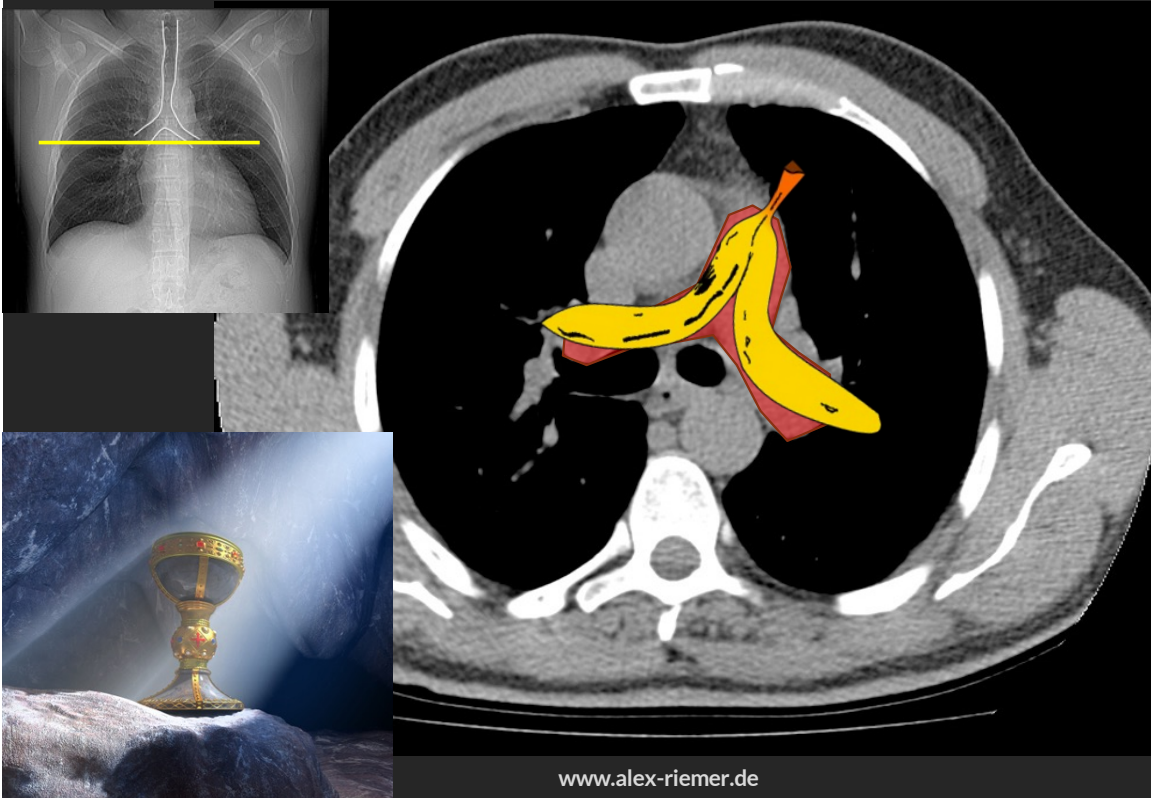
- Der Trunkus pulmonalis entspringt aus dem rechten Ventrikel des Herzens.
- Aus dem Trunkus pulmonalis entspringen die rechte und linke Arterie pulmonalis



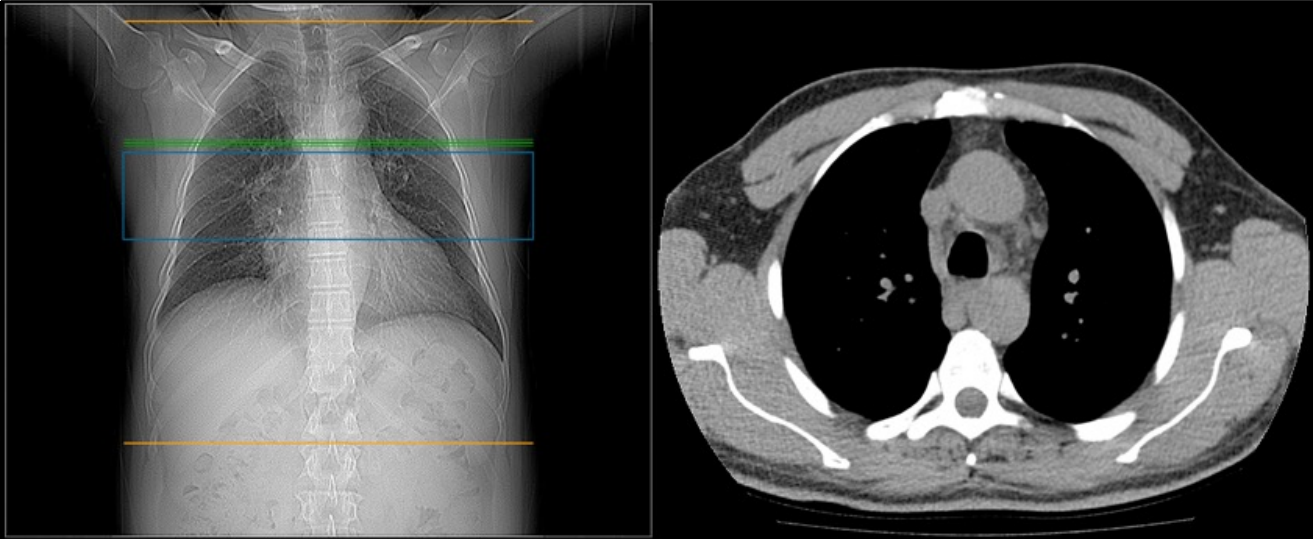
Position der Planungsschicht



*Viele versuchen krampfhaft
das „umgedrehte Y bzw. die „Bananenschale“ zu finden
doch so schön erwischt man ihn sehr selten*



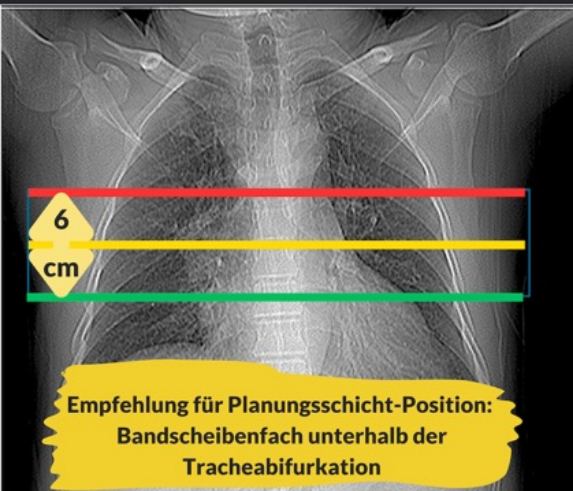
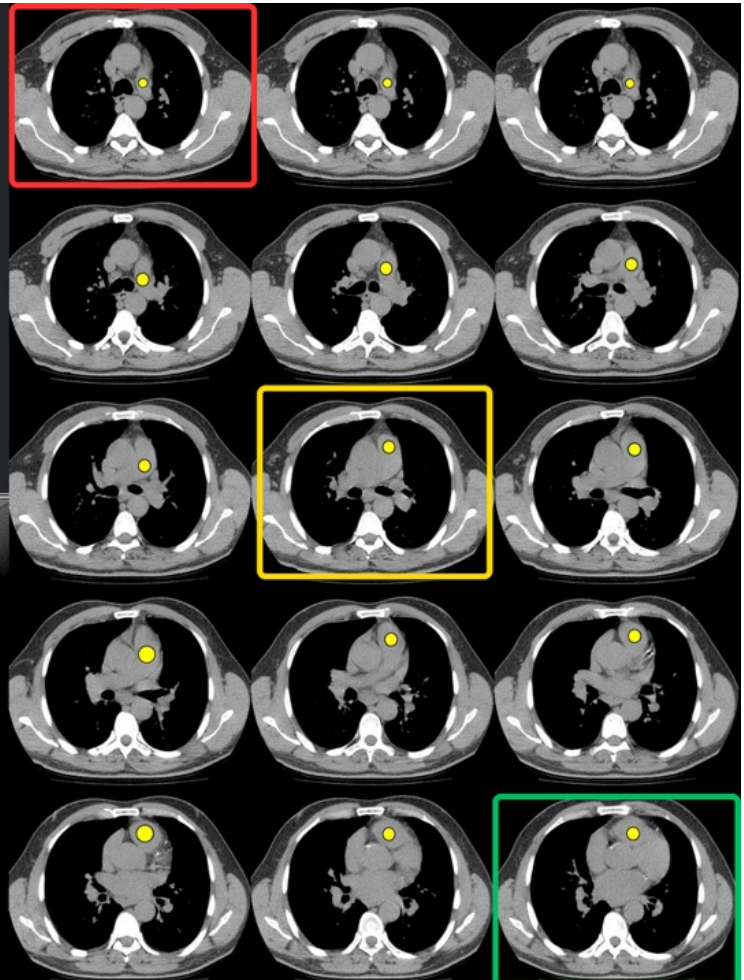
Mögliche ROI-Positionen für die LAE-CTA Mehr als „nur“ der Trunkus Pulmonalis



Alex Riemer

Mehr als „nur“ der Trunkus pulmonalis!

Mögliche ROI-Positionen
für die CTA-Pulmonalarterien

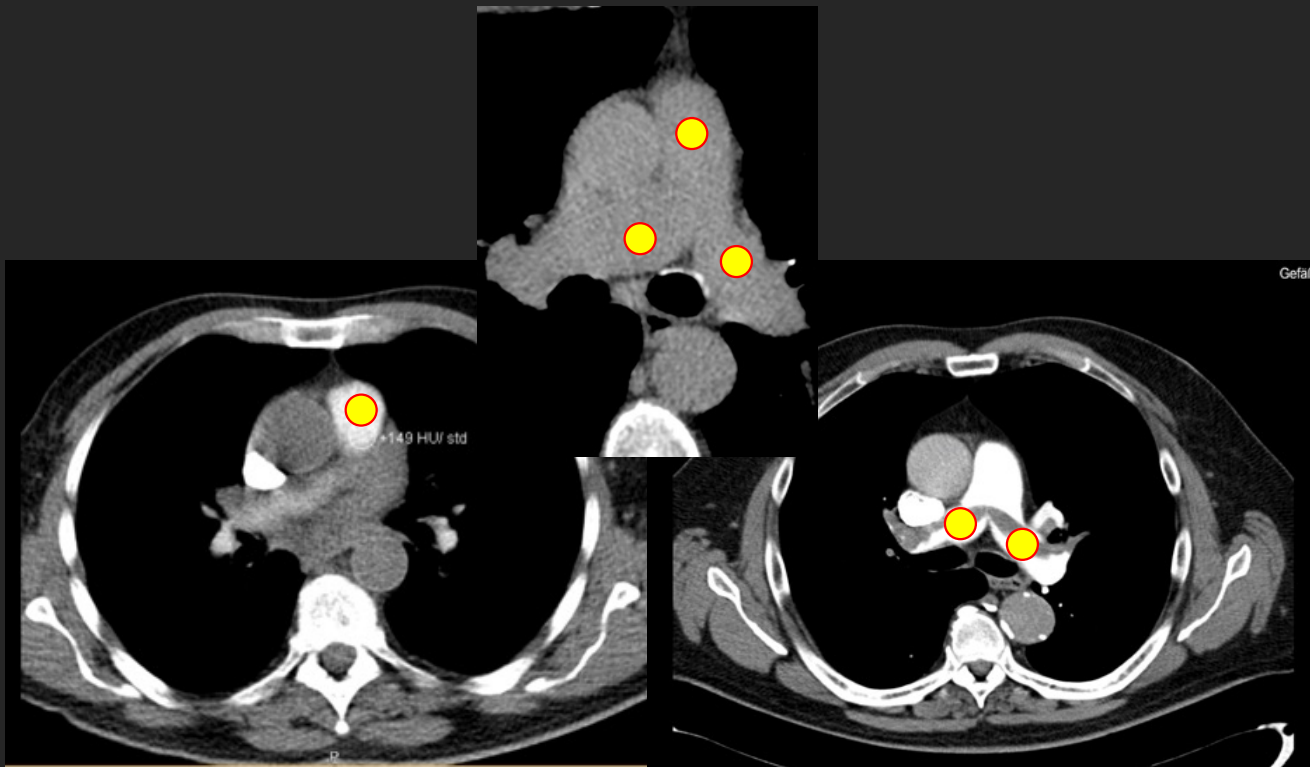


6

cm

Empfehlung für Planungsschicht-Position:
Bandscheibenfach unterhalb der
Tracheabifurkation

Achtung bei ausgeprägten zentralen Lungenembolien



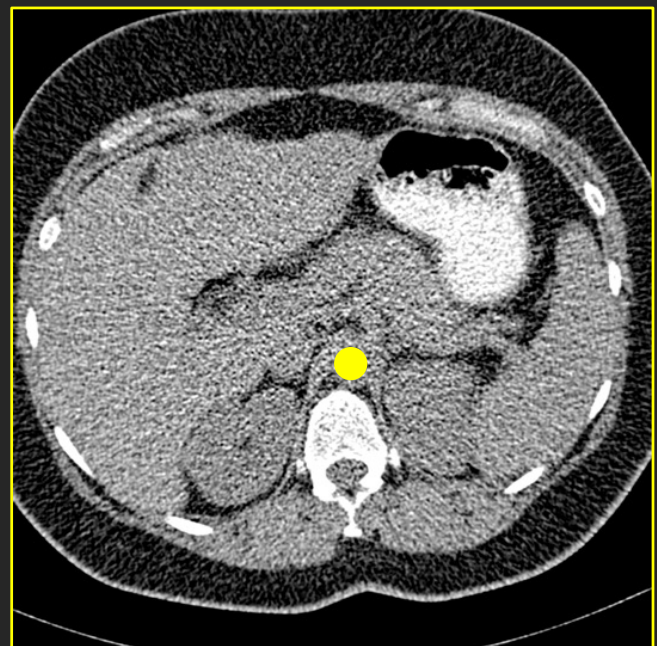
Bolustracking

Abdomen

Referenzgefäß Aorta abdominalis

- Die Aorta abdominalis dient als Bolustracking-Referenzgefäß für folgende Untersuchungen:
 - Mehrphasische CT des Abdomens
 - Arterielle Phasen von Leber, Pankreas, Nieren
 - CTA der abdominalen Aorta
 - Becken-Bein-CT Angiographie

Häufigste Referenzposition für das Bolustracking des Abdomens

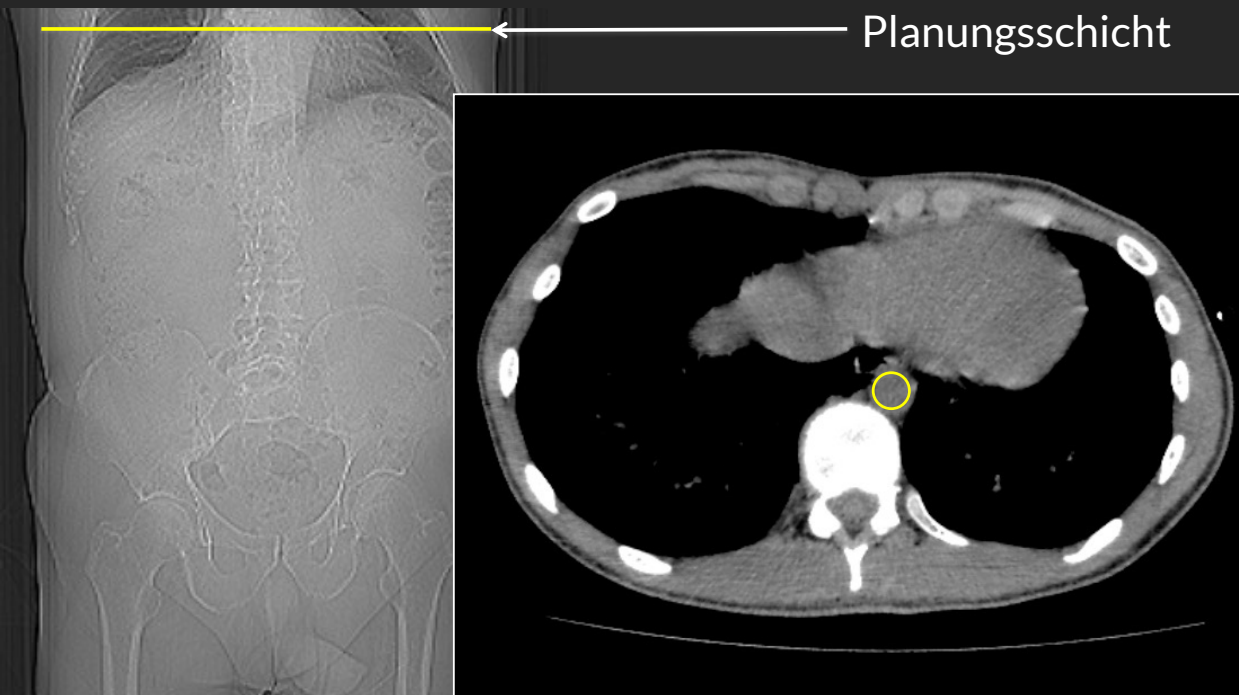


Nachteil:
Man sieht erst sehr spät ob das KM im Patienten angekommen ist

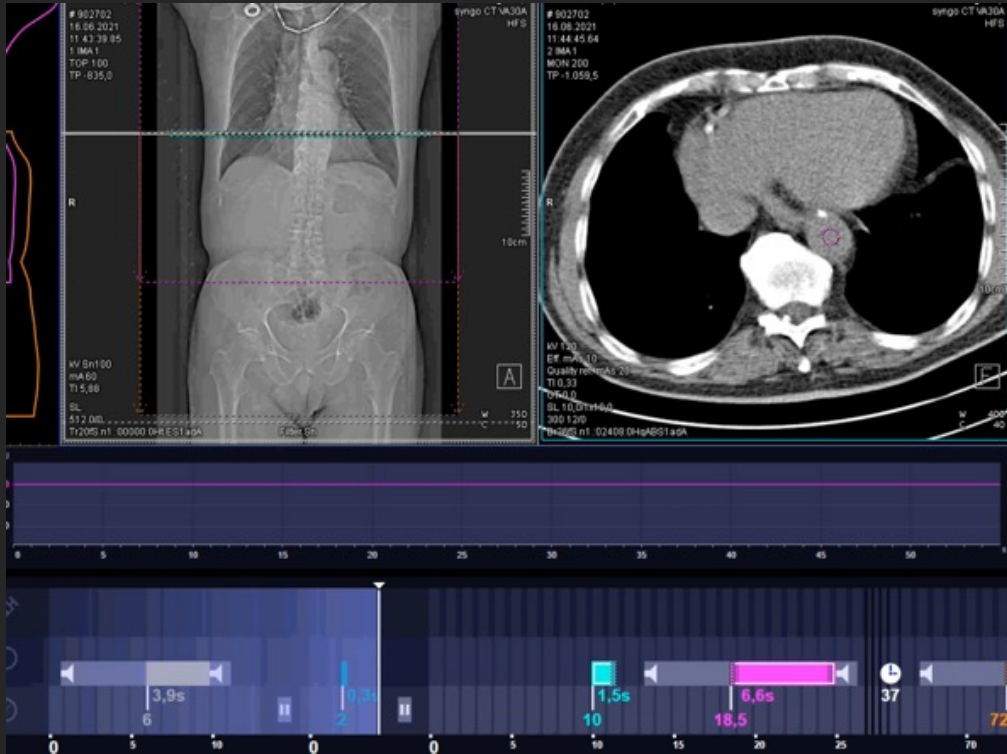
Planungsschicht in der Leber - Beispiel



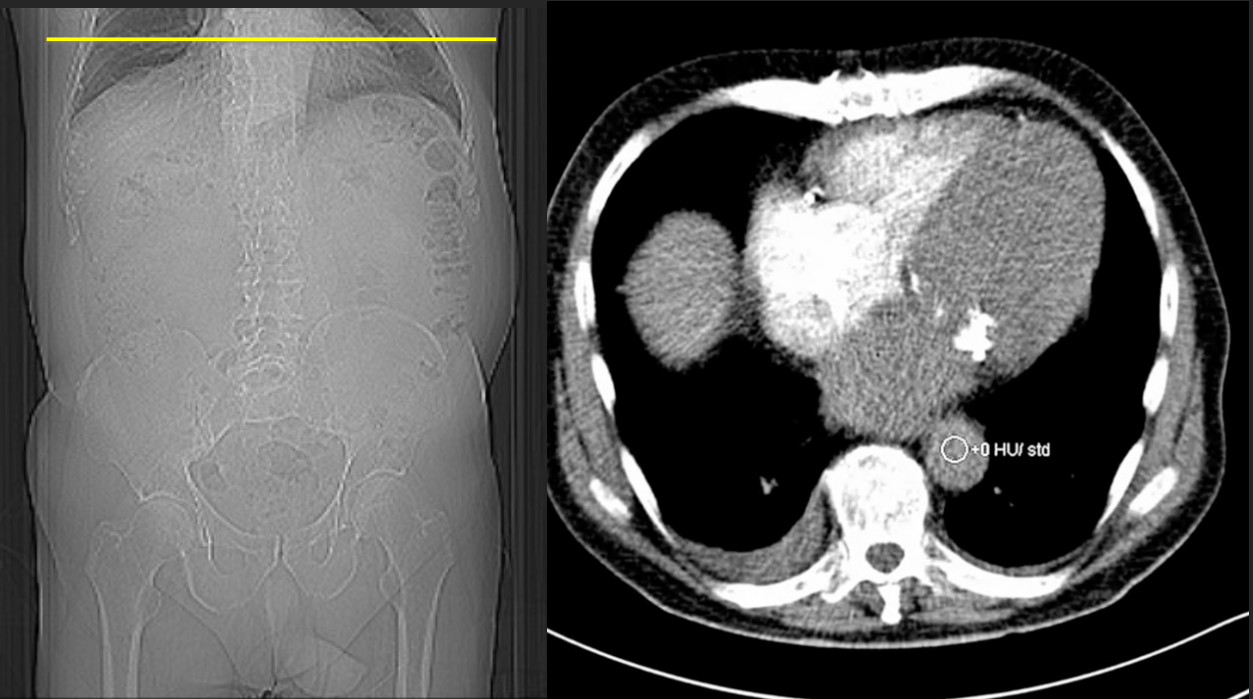
Diese Position des Bolustrackings lässt Dich sehr früh erkennen, ob das KM optimal im Patienten ankommt



Planungsschicht oberhalb des Zwerchfells



Planungsschicht oberhalb des Zwerchfells Bereits im ersten Bild ist das KM im Herzen sichtbar



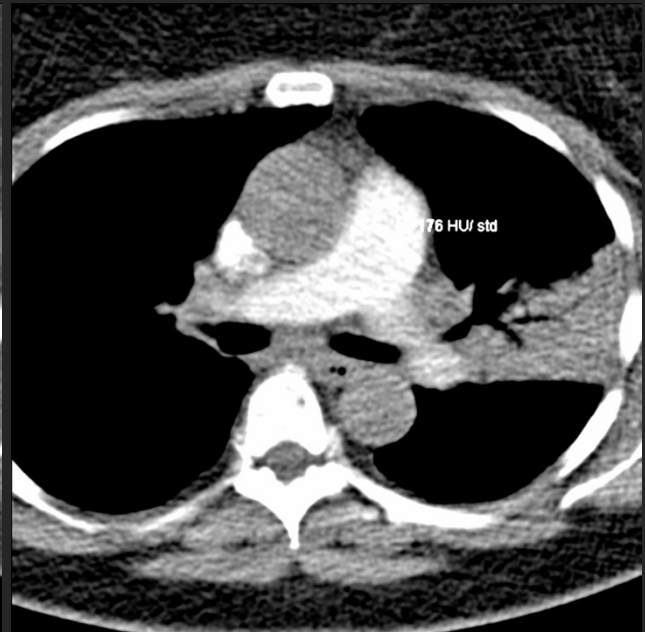
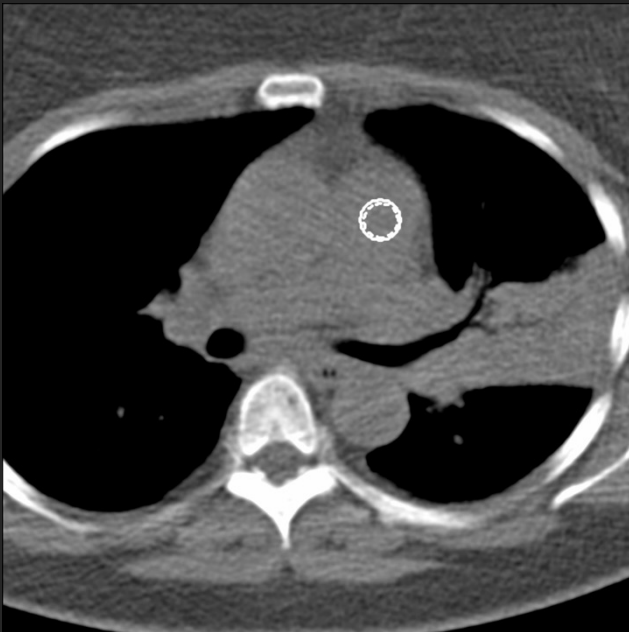


CTA

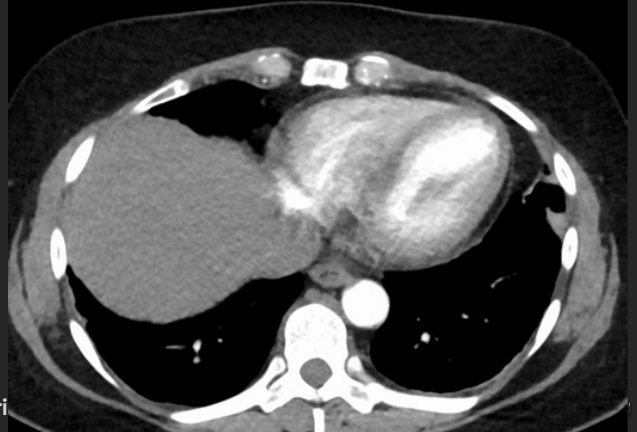
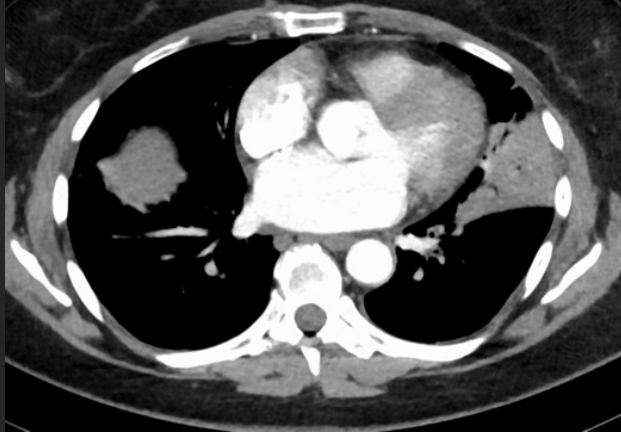
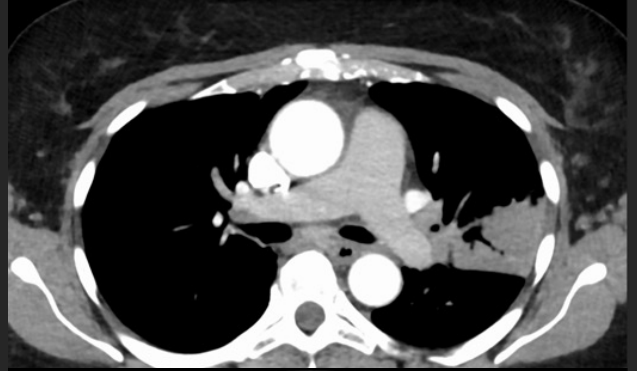
Lungenembolie

TIC

ROI optimal & KM reichert normal an

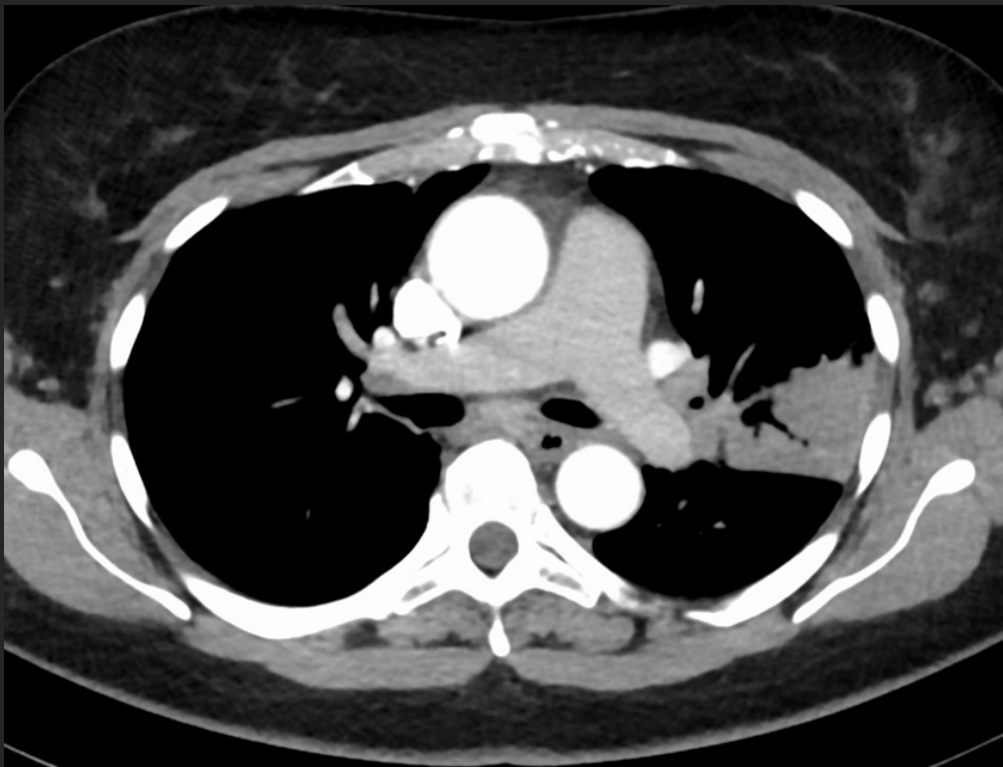


Untersuchungsergebnis

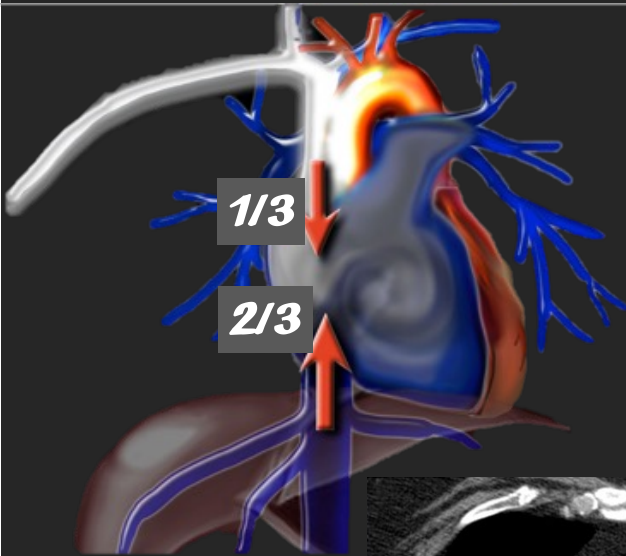


ax-ri

Untersuchungsergebnis



Gründe für eine ungenügende Kontrastierung bei der CTA der Pulmonalarterien



Hohe Herzauswurfleistung

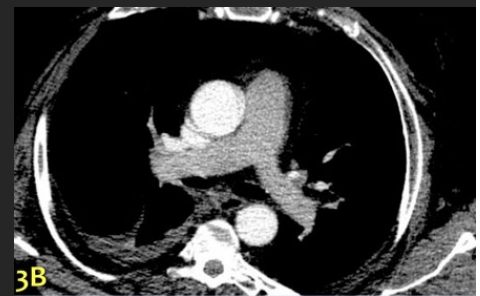
- o speziell bei jungen Patienten
- o Schwangere Patientinnen

Tiefe Inspiration

- o Führt dazu, dass vermehrt unkontrastiertes Blut aus der Vena Cava inferior in den rechten Vorhof strömt und das kontrastierte Blut stark verdünnt.
- o Dieser Effekt wird „transient interruption of contrast (TIC)“ genannt



www.alex-riemer.de



85

Wichtigster Tipp:

sprechen Sie mit dem Patienten und erklären Sie ihm wie er atmen soll.

Alternatives Atemkommando:



Sanft / flach einatmen

Studien aus der Uniklinik Heidelberg, zeigten jedoch, dass auch mit diesem Atemkommando der Anteil der TIC-Phänomene bei 22 % liegt

Alternatives Atemkommando

Bitte nicht atmen – Nicht schlucken

Bei schnellen Scannern mit hoher Röhrenleistung:

**Scan so schnell wie möglich machen
und Patient flach weiter atmen lassen**

www.alex-riemer.de

86



Wonach richten sich die Parameter eines KM-Protokolls?

KM-Protokolle – zwei Ausrichtungen

Arterielle Untersuchungen

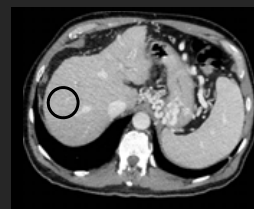
- Guter zentraler Kontrast
- Kein zentraler Kontrast
- Kein Gefäßkontrast vor mehr als 300 HU
- Kein Kontrast
- SNR vor mehr als 10



Parenchymuntersuchungen

Speziell bei Leber Fragestellungen

- Guter Leberkontrast
- Kein Leberkontrast
- Ein Parenchymkontrast vor mehr als 90 HU
- Kein Kontrast
- Kein Kontrast (40-50 HU über Normal)



KM-Protokolle – zwei Ausrichtungen

Arterielle Untersuchungen

Parenchymuntersuchungen

Speziell bei Leber Fragestellungen

Guter arterieller Kontrast

Guter Leberkontrast

=

=

*Ein arterieller Kontrast von mehr
als 300 HU*

*Ein Parenchymkontrast von mehr
als 90 HU*

bzw.

(40-50 HU über Nativ)

SNR von mehr als 10



Welcher Injektionsparameter ist wichtig?

Arterielle Untersuchungen

Parenchymuntersuchungen

Speziell bei Leber Fragestellungen

Führender Parameter:

Führender Parameter:

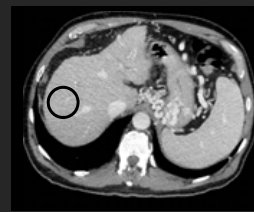
Jodmenge/Zeit

Jodmenge

FLOW / Jodkonzentration

pro kg Körpergewicht

Flow nicht ganz so relevant





Kontrastmittelprotokoll Aufbau

Die Basis für KM-Untersuchungen

KM-Parameter

- FLOW [ml/s]
- Jodkonzentration [mg Jod/ml] } IDR
- KM-Volumen
- Delay / Bolustracking


Fokussierung des KM-Protokolls

- Arterielle Untersuchungen
 - CT-A's
 - Thorax-CT
 - Arterielle Phasen (z.B. Leber)
- Parenchym-Untersuchungen (venös)
 - Abdomen portalvenös

*IDR = Jod-Einbring-Rate (Iodine Delivery Rate)


KM-Protokoll Aufbau

KM



190 ml

NaCl



180 ml

MEDTRON

Drucklimit **21 bar**

	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
1	90 ml	100 %	3.0 ml/s	30 s
2	40 ml	0 %	3.0 ml/s	13 s

Flow [ml/s] / IDR [mg Jod/s]



Flow [ml/s] / IDR [mg Jod/s]



Bracco CT-Exprés



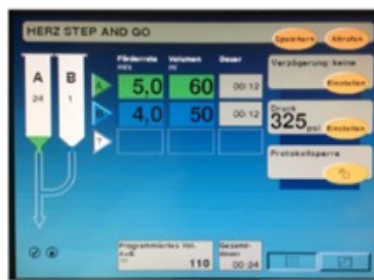
Guerbet - FlowSens



Ulrich - CT Motion



Bracco Empower CTA



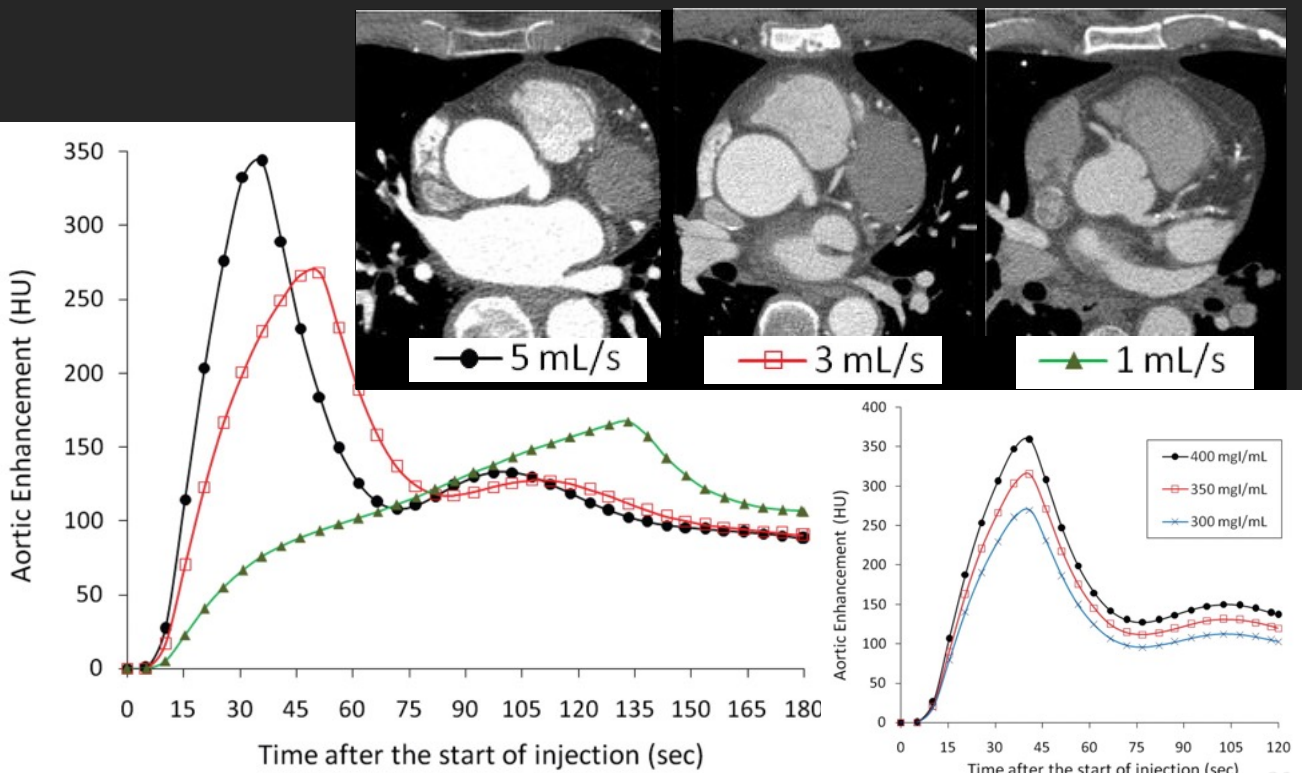
Medrad Stellant



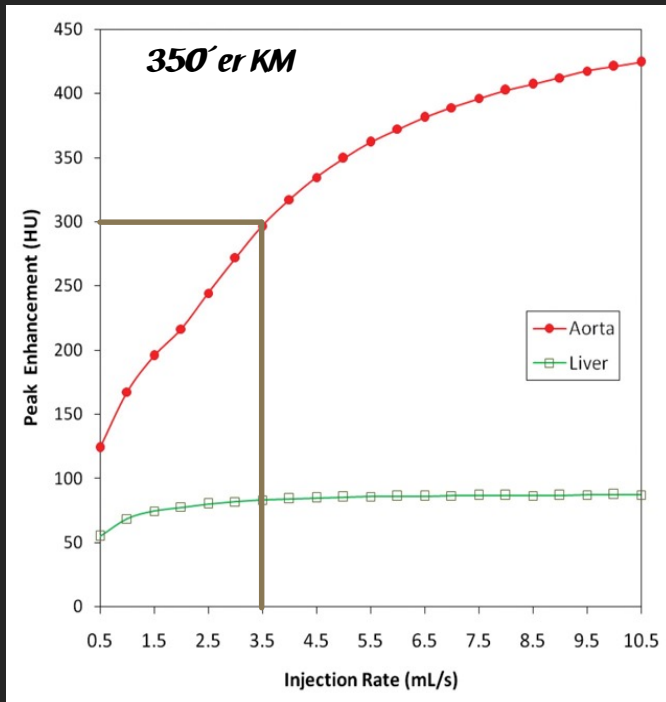
Medtron

www.alex-riemer.de

Flow [ml/s] bzw. IDR



Ziel: mehr als 300 HU im Gefäß bei arteriellen Untersuchungen



- Bei folgenden Untersuchungen sind höhere Flowraten empfehlenswert:
 - CT-Angiographien:
 - z.B. Aorta, LAE, Carotis, Herz
 - 4-6 ml/s (**je nach Patientengewicht**)
 - CT Perfusion: **5,0 ml/s !!**
 - Leber CT: 4,0 ml/s
 - für ein besseres Enhancement in der arteriellen Phase

Kontrast bei arteriellen Untersuchungen in Abhängigkeit vom Gewicht, wenn man das KM-Protokoll nicht anpasst.

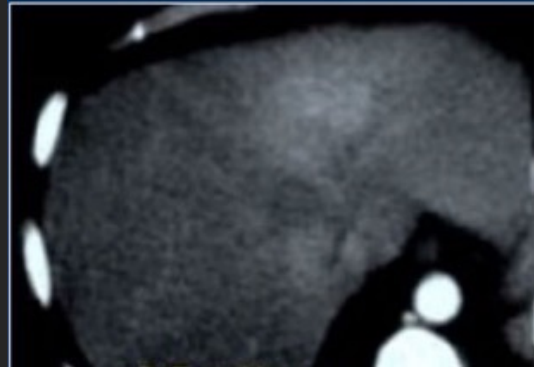


Gewicht

Veränderung des Gefäßkontrastes, wenn das KM Protokoll nicht an das Patientengewicht angepasst wird

Viel Jod/Zeit auch bei arteriellen Leberuntersuchungen

**2,5 ml/s @ 300' er KM
= 750 mg Jod/s**



**5,0 ml/s @ 300' er KM
= 1500 mg Jod/s**



Jod Einbringrate (IDR) - [mg/s]

$$\text{IDR} = \text{Jodkonzentration} * \text{Flow}$$

Flow [ml/s]	Jod Einbringrate - IDR [mg/s]				
	300er KM	320er KM	350er KM	370er KM	400er KM
1,0	300	320	350	370	400
1,5	450	480	525	555	600
2,0	600	640	700	740	800
2,5	750	800	875	925	1000
3,0	900	960	1050	1110	1200
3,5	1050	1120	1225	1295	1400
4,0	1200	1280	1400	1480	1600
4,5	1350	1440	1575	1665	1800
5,0	1500	1600	1750	1850	2000
5,5	1650	1760	1925	2035	2200
6,0	1800	1920	2100	2220	2400

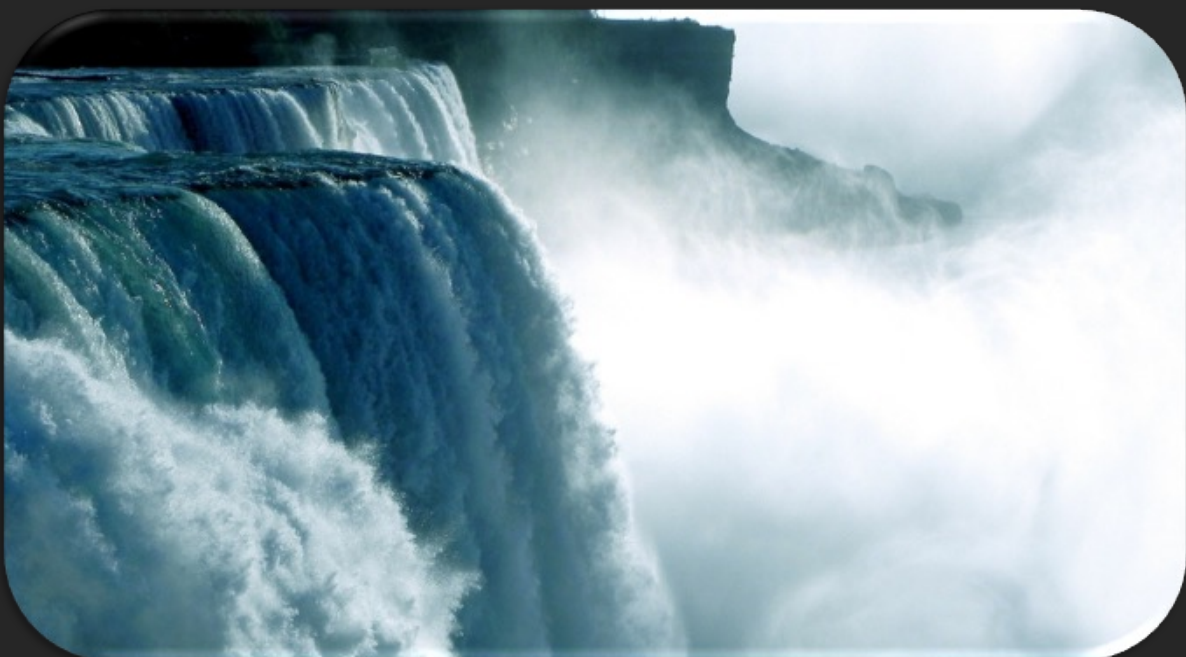
Empfohlene Gewichtsadaption der Injektionsgeschwindigkeit

Jodkonzentration	Empfohlene Injektionsgeschwindigkeiten bezogen auf 120 kV			
	bis 70 kg 1,2 g Jod/s	71 bis 100 kg 1,35 g Jod/s	101 bis 120 kg 1,5 g Jod/s	ab 121 kg 1,65 g Jod/s
300 mg Iod/ml	4,0 ml/s	4,5 ml/s	5,0 ml/s	5,5 ml/s
320 mg Iod/ml	4,0 ml/s	4,5 ml/s	5,0 ml/s	5,5 ml/s
350 mg Iod/ml	3,5 ml/s	4,0 ml/s	4,5 ml/s	5,0 ml/s
370 mg Iod/ml	3,5 ml/s	4,0 ml/s	4,5 ml/s	5,0 ml/s
400 mg Iod/ml	3,0 ml/s	3,5 ml/s	4,0 ml/s	4,5 ml/s

Die aktuelle Leitlinie für CT empfiehlt Jod-Einbringraten von 1,2 – 2,0 g Jod/s

Jod- Einbringrate IDR [g/s]	Injektionsrate - Flow [ml/s]				
	300er KM	320er KM	350er KM	370er KM	400er KM
1,2	4,0	3,8	3,4	3,2	3,0
2,0	6,7	6,3	5,7	5,4	5,0

KM-Volumen [ml]



KM-Volumen



Bracco CT-Exprés



Guerbet - FlowSens



Ulrich - CT Motion



Bracco Empower CTA



Medrad Stellant



Medtron

Wieviel KM-Volumen?

art. Phase

Jodmenge / Zeit
(FLOW / Jodkonzentration)



KM-Volumen für arterielle-/Gefäßuntersuchung

$$KM\text{-Menge [ml]} = (\text{Scanzeit} + \text{Delay}^{nBT}) \times \text{Flow}$$

Delay^{nBT} = Delay nach dem Bolustracking

oder anders gesagt:
Die zeitliche Verzögerung zwischen dem Erreichen der Triggerschwelle und dem Scanbeginn der Spirale

Die Injektionsdauer bei arteriellen Untersuchungen orientiert sich an der Scandauer der Spirale

Protocol Scan Details Recon. Details Mail

Thickness	kV	mA	Rot. Time
0,5 x 64	120	R342	0.5
HP	D-FOV	Eff. mAs	Total Scan Time
SS. 0	320.3 (L)	4.9	

Gating								
S. Assist Rückwärts Vorw.								
ODM	Bild-Interv.	Gantry-Kippung	SFOV	kV	mA	Scan-Dauer (s)	Prep Grp. (s)	ISD (s)
	0.625	S0.0	Large Body			4.02	25.0	1.3
	0.625	S0.0	Large Body			7.86	30.0	1.3

kV: 120

mAs/Slice: 60 — 302

Average mAs: (mA) 172 (233)

Evolving

Images: 405 CTDI: 11.3mGy
Time: 4.725s 5mGy*cm

Scan Parameters

DoseRight Index: 27

KV: 120

mAs: 183 - 500

Scan Time: 123 sec

CTDIvol: 22.1mGy
DLP: 1124.9mGy*cm
Phantom: 32cm

Show All...

Eff. mAs 380

kV 120 CTDIvol 51.49 mGy

Scanzeit 24.03 s

Delay 4 s

Schicht 5.0 mm Akq. 20 x

Vorbedingungen

■ OBB nativ

CTDIvol (32 cm) 7.94 mGy

DLP 114.4 mGy*cm

Eff. mAs 75


kV 130

Scanzeit 6.45 s

Bei rein **arteriellen** Untersuchungen orientiert sich die Injektionsdauer an der Scandauer




KM



190 ml

NaCl



180 ml

MEDTRON Drucklimit 21 bar

Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
1	90 ml	100 %	3.0 ml/s
2	40 ml	0 %	3.0 ml/s

(25s+ 5s) * 3,0 ml/s = 90 ml

Eff. mAs

kV CTDIvol ←

Delay


Schicht Akq. 20 x

www.alex-riemer.de 107

Bei rein **arteriellen** Untersuchungen orientiert sich die Injektionsdauer an der Scandauer




KM



190 ml

NaCl



180 ml

MEDTRON Drucklimit 21 bar

Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
1	60 ml	100 %	4.0 ml/s
2	40 ml	0 %	4.0 ml/s

(5s+ 10s) * 4,0 ml/s = 60 ml

Vorbedingungen

Lungenembolie

CTDIvol (32 cm) mGy

DLP mGy*cm

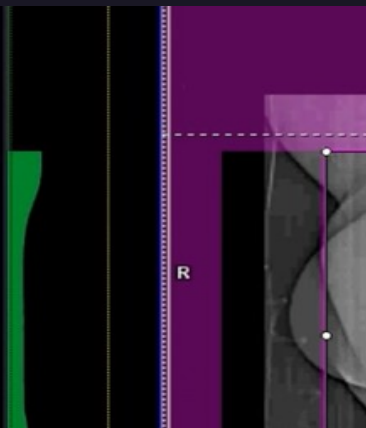
Eff. mAs

kV

Bestrahlungsdauer ←

Rekonstruktion

Schließen



www.alex-riemer.de 108

Bei rein **arteriellen** Untersuchungen orientiert sich die Injektionsdauer an der Scandauer



KM

NaCl

MEDTRON Drucklimit 21 bar

	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
1	40 ml	100 %	4.0 ml/s	10 s
2	40 ml	0 %	4.0 ml/s	10 s

(5s+ 5s) * 4,0 ml/s = 40 ml

190 ■ Lungenembolie

CTDIvol (32 cm)	3,34 mGy
DLP	93,2 mGy*cm
Eff. mAs	61
kV	100
Bestrahlungsdauer	3,41 s

Rekonstruktion
Schließen

10cm

www.alex-riemer.de 109

CTA gesamte Aorta



KM-Protokoll basierend auf Scanzeit		KM-Protokoll basierend auf Scanzeit	
Scanstrecke	650 mm	Scanstrecke	650 mm
Gesamtkollimation	19,2 mm	Gesamtkollimation	40 mm
PITCH	0,8	PITCH	0,8
Rotationsgeschwindigkeit	0,8 s	Rotationsgeschwindigkeit	0,5 s
Scangeschwindigkeit	19,2 mm/s	Scangeschwindigkeit	64 mm/s
Scanzeit	34 s	Scanzeit	10 s
Delay nach BT	5,0 s	Delay nach BT	5,0 s
Flow	3,5 ml/s	Flow	3,5 ml/s
Volumen	136 ml	Volumen	53 ml

$KM\text{-Menge [ml]} = (Scanzeit + Delay^{nBT}) \times Flow$

Arterielle Untersuchung des Abdomens



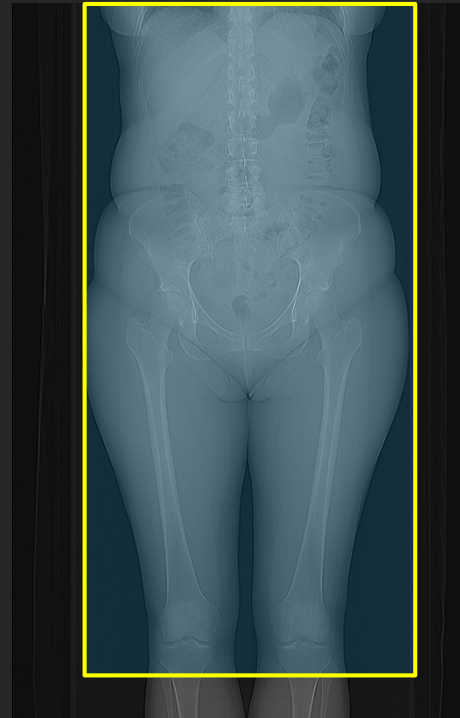
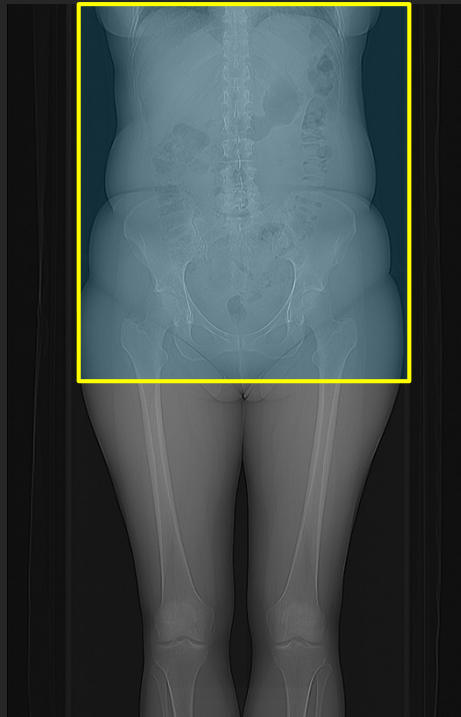
KM-Protokoll basierend auf Scanzeit			KM-Protokoll basierend auf Scanzeit		
Scanstrecke	450	mm	Scanstrecke	450	mm
Gesamtkollimation	19,2	mm	Gesamtkollimation	40	mm
PITCH	0,8		PITCH	0,8	
Rotationsgeschwindigkeit	0,8	s	Rotationsgeschwindigkeit	0,5	s
Scangeschwindigkeit	19,2	mm/s	Scangeschwindigkeit	64	mm/s
Scanzeit	23	s	Scanzeit	7	s
Delay nach BT	5,0	s	Delay nach BT	5,0	s
Flow	3,5	ml/s	Flow	3,5	ml/s
Volumen	100	ml	Volumen	42	ml

$$KM\text{-Menge [ml]} = (\text{Scanzeit} + \text{Delay}^{nBT}) \times \text{Flow}$$



Scanbereich / Scandauer CTA verlängern

**Erst normale CTA Abdomen Planen & Scanzeit merken
 Scanbereich verlängern -> neue Scanzeit - alte Scanzeit
 -> Injektionszeit um so viele Sekunden verlängern**



**Vorgehen bei der Verlängerung des Untersuchungsbereichs
 bei CT-Angiographien**



Scanbereich Abdomen: 10 s
 Scanbereich Abdomen – unterhalb Knie : 20 s
 Differenz (Scandauer hat sich verlängert um): 10s

KM-Protokoll CTA Aorta abd. (Beispiel)
 Injektionsdauer 20 s

	KM	NaCl	MEDTRON				Drucklimit
	190 ml	180 ml	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer	21 bar
1			80 ml	100 %	4.0 ml/s	20 s	
2			40 ml	0 %	4.0 ml/s	10 s	

In diesem Beispiel
 wurde die
 Injektionsdauer
 um 10s erhöht

Angepasstes Protokoll
 KM-Volumen wurde um 40 ml erhöht um
 die Injektionsdauer um 10s zu erhöhen
 (analog zur Scandauer)

	KM	NaCl	MEDTRON				Drucklimit
	190 ml	180 ml	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer	21 bar
1			120 ml	100 %	4.0 ml/s	30 s	
2			40 ml	0 %	4.0 ml/s	10 s	

Kontrast-Calculator @ Canon CT's

Scan Sequence Time Sequence

No.	Start	Start Time	Wait	Start Pos.	End Pos.	Scan Mode
1	P	***	0.0	-126.0	-126.0	S&V
2	P	***	10.0	***	***	SureStart
3	A		0.0	-226.0	134.0	Helical

Protocol Scan Details Recon. Details Dose Contrast

Type: User Preset: Routine...
 Contrast: [] Concentration (mgI/mL): [] Weight (kg): 75

Plan

Phase	Flow Rate (mL/s)	Volume (mL)	Duration (s)	Ratio
Contrast	4 (W)	54.4	3.60 + 10	
Saline	4 (W)	30	8	

Copy New Scan Delete Add Scan Previous BreathControl EN English (United States) Confirm

$$KM\text{-Menge [ml]} = (\text{Scanzeit} + \text{Delay}^{nBT}) \times \text{Flow}$$



Modifiziertes CTA-Protokoll

Situation

- Sie nutzen einen 64-Schicht CT (Definition AS)
- Eine CTA der thorakalen Aorta soll ausnahmsweise EKG getriggert durchgeführt werden.
- Hierfür gibt es auch ein bestehendes CT-Protokoll
- Der wesentliche Unterschied zwischen dem „normalen“ CTA-Protokoll der thorakalen Aorta und der EKG getriggerten Variante ist der PITCH und die Rotation
 - CTA thorakale Aorta (ohne EKG): PITCH= 0,9 / Rotation 0,5s
 - CTA thorakale Aorta (MIT EKG): PITCH= 0,18 / Rotation 0,3s
- Es gibt dieses KM-Protokoll für das „normale“ CTA-Aorta thorakales Protokoll:

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	3,0 ml/s	70 ml	23 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	13 s

www.alex-riemer.de

EKG getriggerte Aorta ohne Anpassung des KM-Protokolls



www.alex-riemer.de

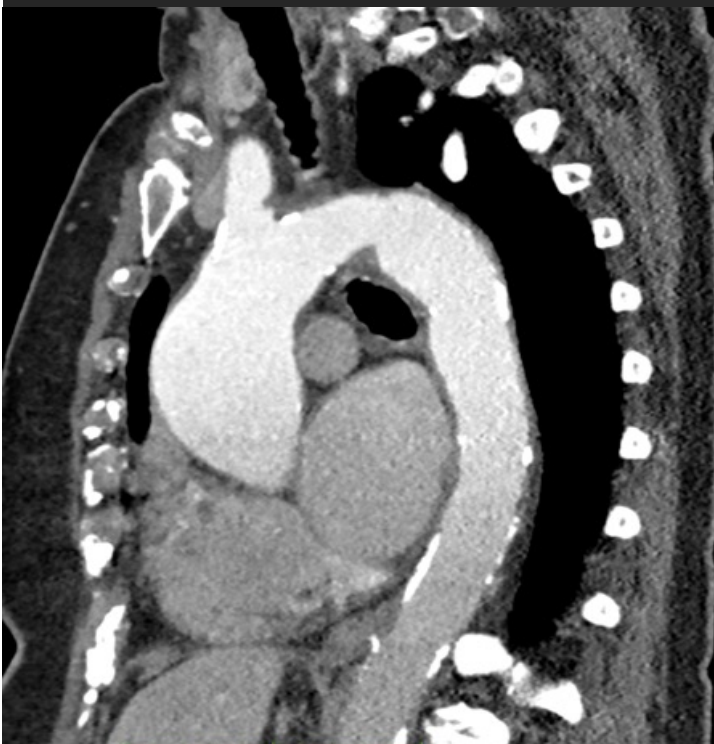
Je länger die Scanzeit, desto mehr Volumen wird benötigt

$KM\text{-Menge [ml]} = (\text{Scanzeit} + \text{Delay}^{nBT}) \times \text{Flow}$

KM-Protokoll basierend auf Scanzeit	
Scanstrecke	300 mm
Gesamtkollimation	19,2 mm
PITCH	0,9
Rotationsgeschwindigkeit	0,5 s
Scangeschwindigkeit 34,6 mm/s	
Scanzeit	9 s
Delay nach BT	5,0 s
Flow	3,0 ml/s
Volumen	41 ml

KM-Protokoll basierend auf Scanzeit	
Scanstrecke	300 mm
Gesamtkollimation	19,2 mm
PITCH	0,18
Rotationsgeschwindigkeit	0,3 s
Scangeschwindigkeit 11,5 mm/s	
Scanzeit	26 s
Delay nach BT	5,0 s
Flow	3,0 ml/s
Volumen	93 ml

EKG getriggerte Aorta ohne Anpassung des KM-Protokolls



PITCH: 0,18
 Rotation: 0,3s
 Scan Speed: 11,3 mm/s
 Scanstrecke: 30 cm
 Scandauer: 26s
 Flow: 3,0 ml

Volumen (ist): 70 ml

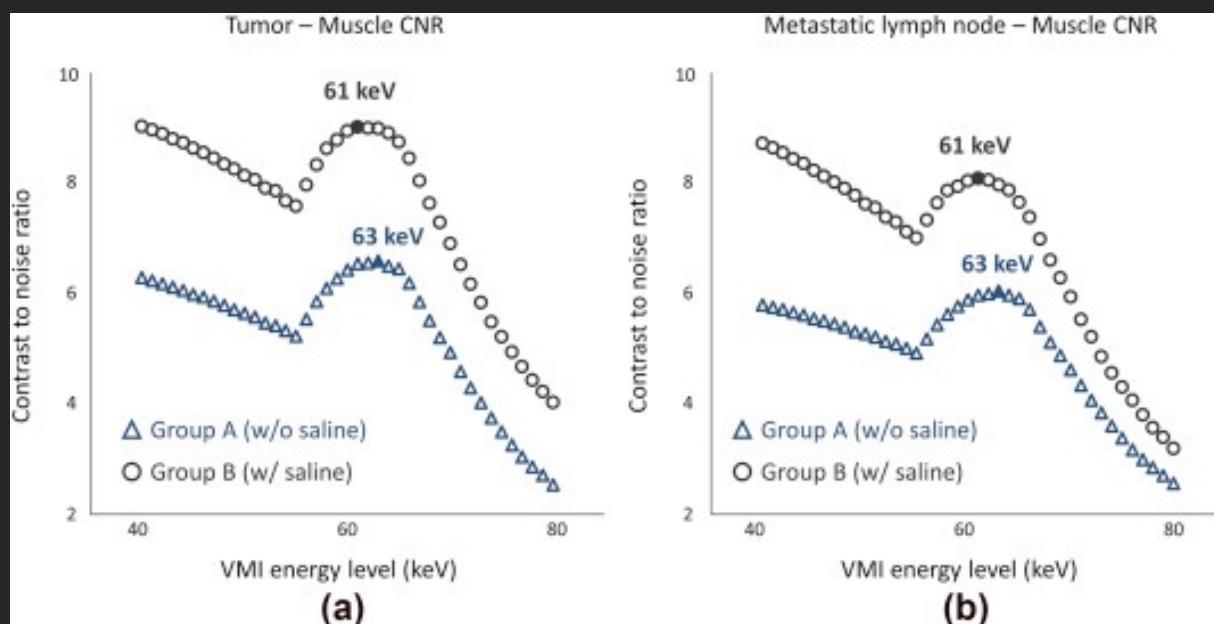
Volumen (soll): 93 ml

Berechnung:
 $(26+5) \times 3,0 = 93 \text{ ml}$



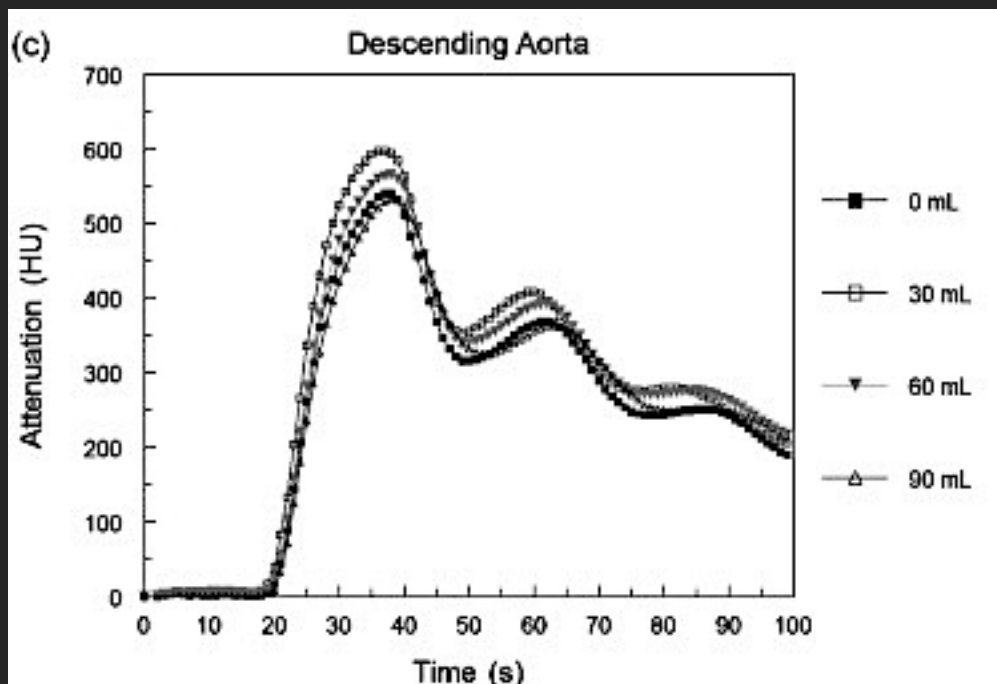
Effekt des NaCl Bolus Chasers

Mit und ohne NaCl Bolus Chaser



Koizumi, M., Ohira, S., Kanayama, N., Wada, K., Karino, T., R, K., Miyazaki, M. & Teshima, T. (2019). Effect of a saline flush technique for head and neck imaging in dual-energy CT: improvement of image quality and perivenous artefact reduction using virtual monochromatic imaging. *Clinical Radiology*, 74(10), 805–812. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.06.010>

Verschiedene NaCl Bolus Chaser



Behrendt, F. F., Bruners, P., Keil, S., Plumhans, C., Mahnken, A. H., Das, M., Ackermann, D., Günther, R. W. & Mühlenbruch, G. (2010). Effect of different saline chaser volumes and flow rates on intravascular contrast enhancement in CT using a circulation phantom. *European Journal of Radiology*, 73(3), 688–693. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2009.01.008>
www.alex-riemer.de

123



***KM-Volumen für eine rein arterielle CT-Untersuchung
ermitteln, wenn die
Jodmenge pro kg Körpergewicht
angegeben ist.***

Erpfehlung für die meisten rein arteriellen CT Untersuchungen

2.1.3.2	KM-Applikation (z.B. Startzeitpunkt und/ oder Schwellenwert in HE)	Bolustrack oder Testbolus Schwellwert: 120 – 180 HE, ca. 5 Startverzögerung Gewichtsadaptiert: 0,2 – 0,4 g Jod/kg Körpergewicht ≤ 45g Jod Gesamtmenge Jod-Einbringrate: 1,1 – 1,9 g Jod/s (entspricht bei 300 mg Jod/ml ca. 50 – 100 ml mit 3,7 – 6,3 ml/s) ²⁴ NaCl-Spülbolus: ca. 30 – 50 ml mit identischer Flussrate
---------	--	---

Erpfehlung für die meisten rein arteriellen CT Untersuchungen

2.1.3.2	KM-Applikation (z.B. Startzeitpunkt und/ oder Schwellenwert in HE)	Bolustrack oder Testbolus Schwellwert: 120 – 180 HE, ca. 5 Startverzögerung Gewichtsadaptiert: 0,2 – 0,4 g Jod/kg Körpergewicht ≤ 45g Jod Gesamtmenge Jod-Einbringrate: 1,1 – 1,9 g Jod/s (entspricht bei 300 mg Jod/ml ca. 50 – 100 ml mit 3,7 – 6,3 ml/s) ²⁴ NaCl-Spülbolus: ca. 30 – 50 ml mit identischer Flussrate
---------	--	---

- Rechenbeispiel für 100 kg Patient:
 - $100 * 0,3 \text{ g Jod/kg} = 30\text{g Jod Gesamtmenge}$
 - **Bei einem 300'er KM sind das 100 ml KM-Volumen**
 - Injektion $1,5\text{gJod/s} = 5\text{ml/s} \rightarrow$ Injektionsdauer 20 s

64/80-Zeilen CT Standard CTA-Protokoll thor. Aorta

Scanstrecke	350 mm	Scanstrecke	350 mm
Gesamtkollim	40 mm	Gesamtkollim	40 mm
PITCH	0,8	PITCH	0,8
Rotationsges	0,5 s	Rotationsges	0,5 s
Scangeschwi		Scangeschwi	
	64 mm/s		64 mm/s
Scanzeit		Scanzeit	
	5 s		5 s
Delay nach BT	5,0 s	Delay nach BT	5,0 s
Flow	5,0 ml/s	Flow	4,0 ml/s
Volumen		Volumen	
	52 ml		42 ml

Rechenbeispiel für 100 kg Patient:

- $100 \cdot 0,3 \text{ g Jod/kg} = 30 \text{ g Jod Gesamtmenge}$
- Bei einem 300'er KM sind das 100 ml KM-Volumen
- Injektion $1,5 \text{ g Jod/s} = 5 \text{ ml/s}$ -> Injektionsdauer 20 s www.alex-riemer.de

KM-Protokoll basierend auf Volumen / kg Körpergewicht

$$\frac{\text{KM-Volumen [ml]}}{(\text{Scanzeit} + \text{Delay}^{\text{nBT}})} = \text{Flow}$$

- Beispiel:
 - 100 kg Patient
 - 1ml KM / kg Körpergewicht
 - Scanzeit: 15 s
 - $\text{Delay}^{\text{nBT}} = 5 \text{ s}$

$$\frac{100 \text{ ml}}{20 \text{ s}} = 5 \text{ ml/s}$$

$$\frac{\text{KM-Volumen [ml]}}{(\text{Scanzeit} + \text{Delay}^{n\text{BT}})} = \text{Flow}$$

- Beispiel:
 - 50 kg Patient
 - 1ml KM / kg Körpergewicht
 - Scanzeit: 15 s
 - Delay^{nBT} = 5s

$$\frac{50 \text{ ml}}{20 \text{ s}} = 2,5 \text{ ml/s}$$

$$\frac{\text{KM-Volumen [ml]}}{(\text{Scanzeit} + \text{Delay}^{n\text{BT}})} = \text{Flow}$$

- Beispiel:
 - 120 kg Patient
 - 1ml CM / kg Körpergewicht
 - Scanzeit: 15 s
 - Delay^{nBT} = 5s

$$\frac{120 \text{ ml}}{20 \text{ s}} = 6 \text{ ml/s}$$

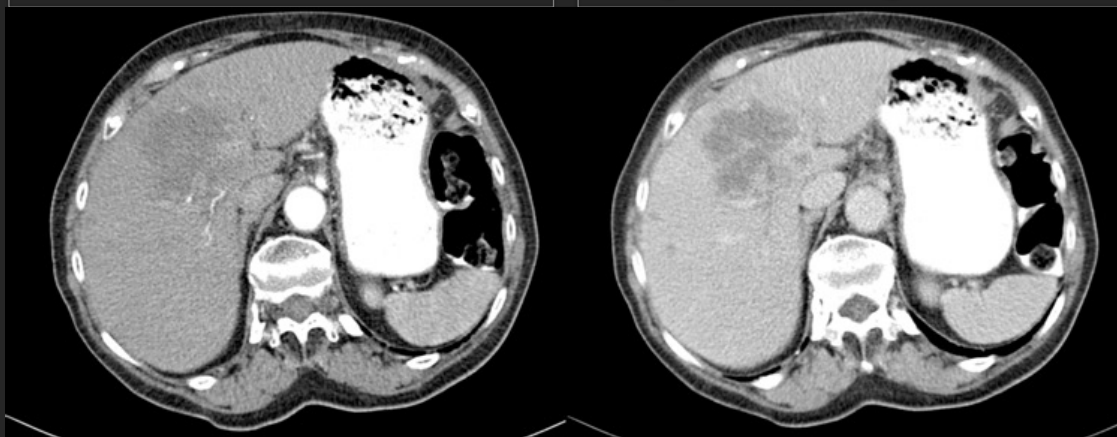
Wieviel KM-Volumen?

art. Phase

p.v. Phase

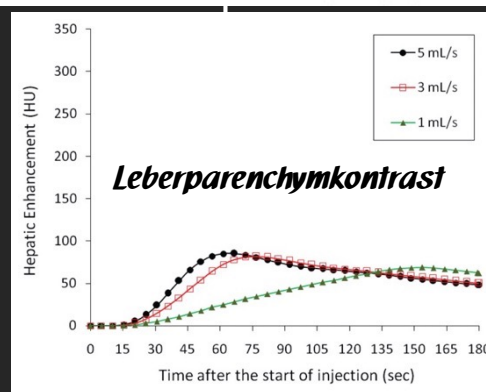
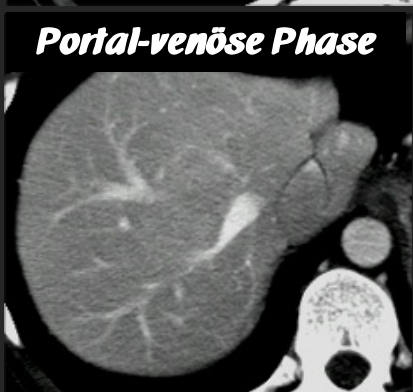
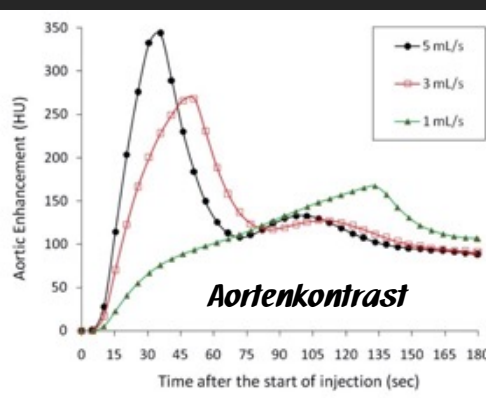
Jodmenge / Zeit
(FLOW / Jodkonzentration)

Jodmenge pro
kg Körpergewicht



www.alex-riemer.de

Für die portalvenöse Phase hat der Flow nur wenig Auswirkungen auf die maximale Höhe des Leberkontrastes

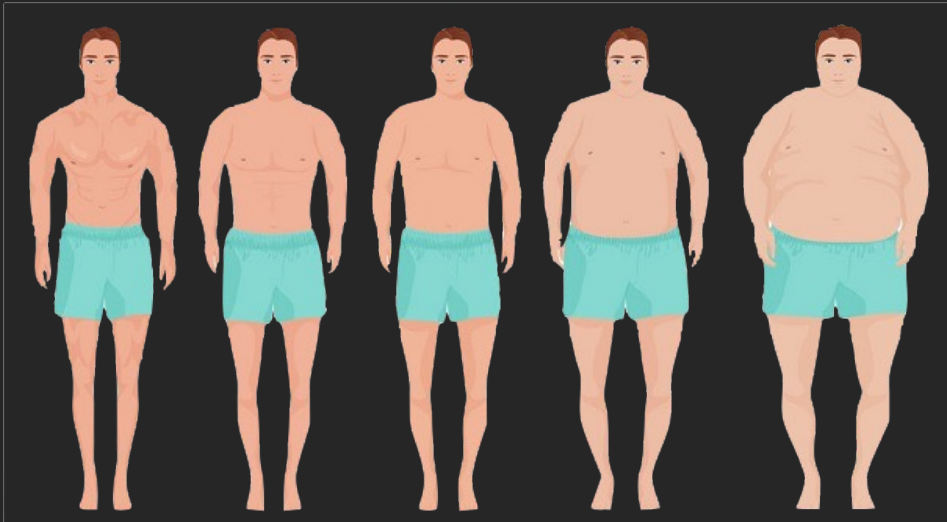


www.alex-riemer.de

**Typische KM-Protokoll in den meisten radiologischen
Instituten**



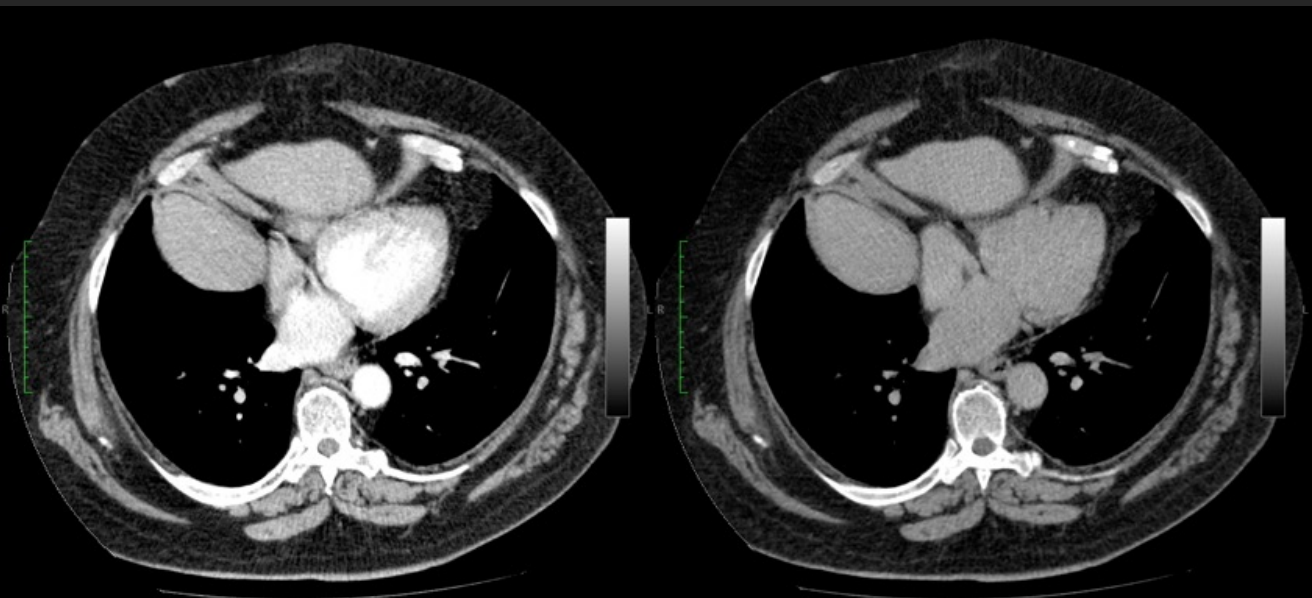
80 ml @ 3,0ml/s @ 300'er KM
100 ml @ 3,0ml/s @ 300'er KM



www.alex-riemer.de

133

130 kg @ 1,64 m Flow 3.0 (400'er KM) 65 ml KM
Auto kV -> 135 kV



Arterielle Phase

portalvenöse Phase

www.alex-riemer.de

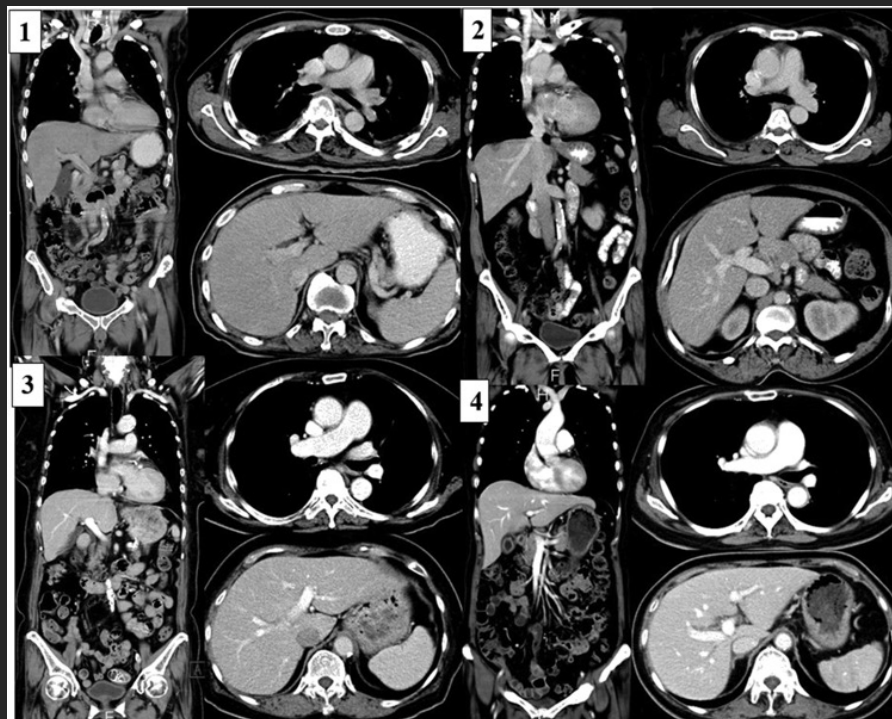
134

Kontrastmittelvolumen Abdomen CT (Leberkontrast) 360 (-400) mg Jod pro kg Körpergewicht



Gewicht (kg)	360 mg Jod/kg Körpergewicht	
	300 er KM	
50	60	
60	72	
70	84	
80	96	
90	108	
100	120	
110	132	
120	144	
130	156	
140	168	

Je niedriger die Jodkonzentration des KM, desto wichtiger sind gewichtsadaptierte KM-Protokolle



Grade 1: POOR
(Poor opacification of the IVC)
Low image quality that reduces the confidence in making diagnosis

Grade 2: FAIR
(Inhomogeneous opacification of the IVC)
Moderate image quality enough to make diagnosis

Grade 3: GOOD
(IVC was well opacified but not the hepatic veins)
Good image quality clearly demonstrating anatomical structures

Grade 4: EXCELLENT
(Homogenous opacification of the IVC and hepatic veins)
Excellent image quality allow excellent differentiation of even small anatomical structure for easy evaluation

Kontrastmittelvolumen Abdomen CT (Leberkontrast) 360 (400) mg Jod pro kg Körpergewicht



Gewicht [kg]	360 mg Jod/kg Körpergewicht				
	300er KM	320er KM	350er KM	370er KM	400er KM
50	60	56	51	49	45
60	72	68	62	58	54
70	84	79	72	68	63
80	96	90	82	78	72
90	108	101	93	88	81
100	120	113	103	97	90
110	132	124	113	107	99
120	144	135	123	117	108
130	156	146	134	126	117
140	168	158	144	136	126

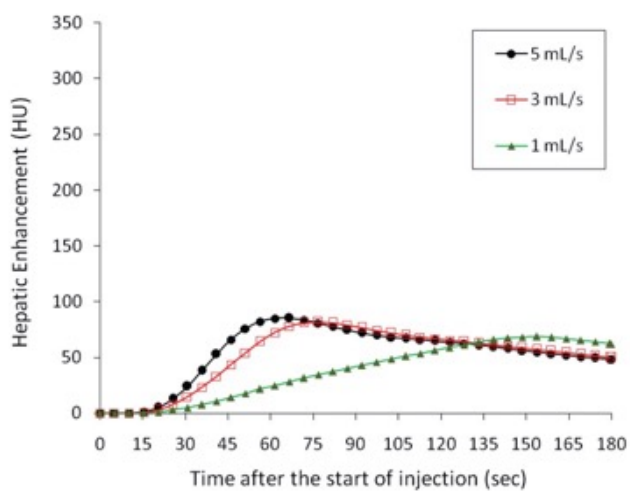
KM Protokoll Abdomen-CT (Leber) Empfohlene Gewichtsadaption der Injektionsgeschwindigkeit



	360 mg Jod / kg Körpergewicht									
	300'er KM		320'er KM		350'er KM		370'er KM		400'er KM	
	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]
bis 60 kg	75	2,5	70	2,5	60	2,0	60	2,0	55	2,0
bis 80 kg	95	3,0	90	3,0	80	2,5	80	2,5	70	2,5
bis 100 kg	120	4,0	110	3,5	100	3,0	100	3,0	90	3,0
bis 120 kg	145	4,5	135	4,5	125	4,0	120	4,0	110	3,5
ab 120 kg	160	5,0	155	5,0	145	4,5	140	4,5	125	4,0

	400 mg Jod / kg Körpergewicht									
	300'er KM		320'er KM		350'er KM		370'er KM		400'er KM	
	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]	Volumen [ml]	Flow [ml/s]
bis 60 kg	80	2,5	75	2,5	70	2,5	65	2,5	60	2,0
bis 80 kg	105	3,5	100	3,0	90	3,0	85	3,0	80	2,5
bis 100 kg	130	4,0	125	4,0	115	4,0	110	4,0	100	3,0
bis 120 kg	160	5,0	150	5,0	140	4,5	130	4,5	120	4,0
ab 120 kg	170	5,5	160	5,5	150	5,0	140	5,0	130	4,5

Delay Portalvenöse Phase Leber



Flow (ml/s)	Delay (s)
1,0	150 s
2,0	90 s
3,0	75 s
4,0	65 s
5,0	60 s