

„CT beyond Limits“

- oder -

Superheldenwissen, das MTRA's und MFA's zu Superhelden macht



www.alex-riemer.de

1

Den CT-Alltag sicher meistern mit den „Big5 der CT“



Hoher kV:

- Adipöse Patienten (Achtung Kontrast)

Geringe kV

- Kontrast-Booster (Achtung Gewicht)

Röhren-
spannung
kV

PITCH

Hoher PITCH:

- kurze Scanzeit
- Reduktion Atemartefakte

Geringer PITCH

- Mehr Dosis bei adipösen Patienten möglich

Rotation

Big5

FLOW /
IDR

Hoher Flow:

- Mehr Jod pro Zeit
- @ CTA bei adipösen Patienten

Schnelle Rotation:

- kurze Scanzeit
- Reduktion Atemartefakte

Langsame Rotation

- Mehr Dosis bei adipösen Patienten möglich

KM
Volumen

KM-Volumen:

- Abdomen: Gewichtsadaptiert
- CTA: Scanzeit und Flow bestimmen das Volumen

www.alex-riemer.de

2



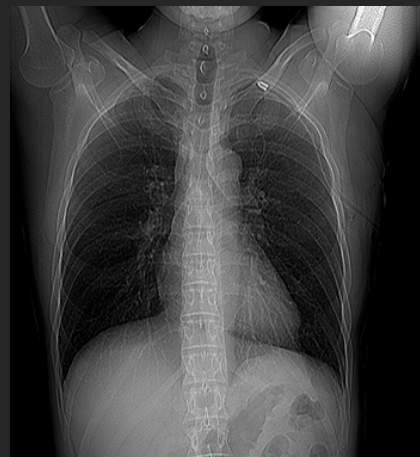
CT-Gefäßdarstellung

Flow 2,0 ml/s

Situation



- Patient:
 - Schlechte Venen
 - Nur blaue Verweilkanüle
 - Maximal möglicher Flow: 2,0 ml/s
- Anforderung:
 - Ausschluss Lungenembolie



Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Truncus Pulmonalis

Bolustracking

- Delay: 5s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
- Röhrenspannung: 120 kV

Medium	Flow	Volumen
KM _(300'er)	3,0 ml/s	60 ml
NaCl	3,0 ml/s	40 ml

Lösung 1

CT-Thorax
Flow 2,0 ml/s

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Truncus Pulmonalis

Bolustracking

- Delay: 5s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

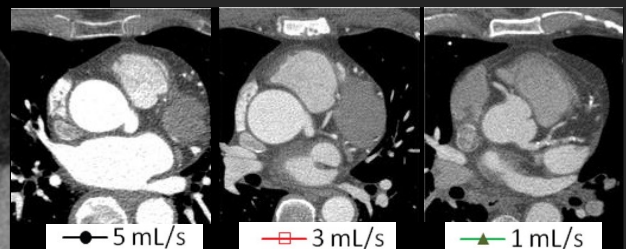
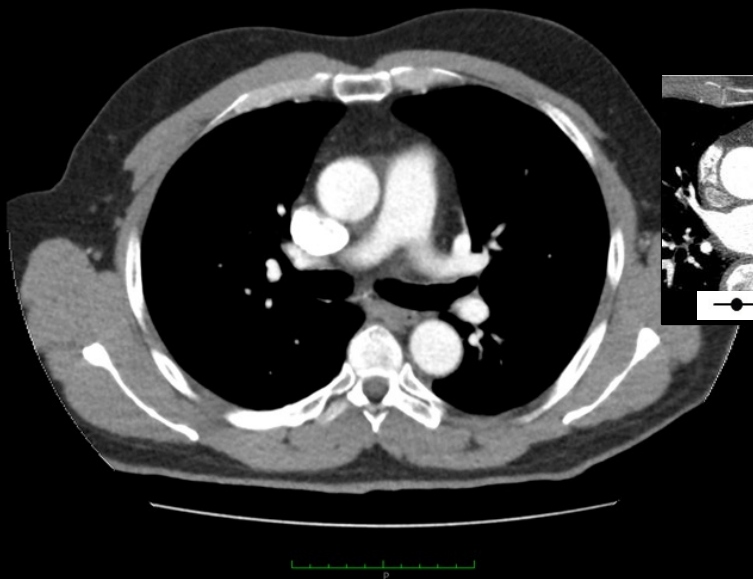
Spiralakquisition

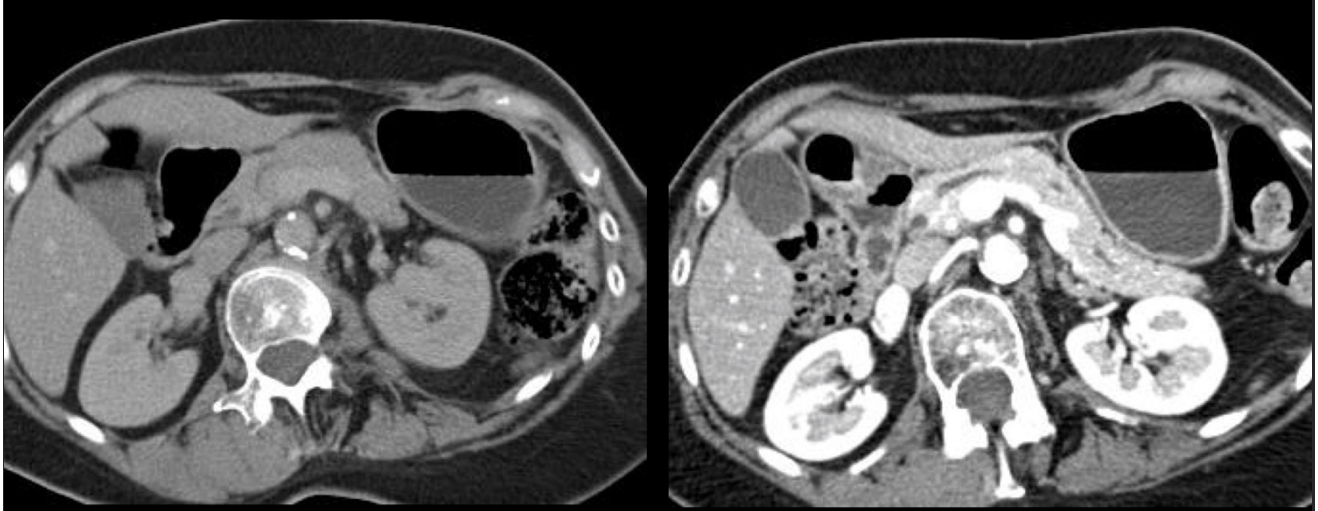
- Delay: Minimum
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
- Röhrenspannung: 120 kV

Medium	Flow	Volumen
KM _(300'er)	2,0 ml/s	50 ml
NaCl	2,0 ml/s	40 ml

300'er KM Flow 3,0 ml/s

Kontrast in der A. Pulmonalis: 235 HU
Kontrast in der Aorta descendens: 210 HU





140 kV

80 kV

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking

- Delay: 5s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
- **Röhrenspannung: 100 (80) kV**

Medium	Flow	Volumen
KM _(300'er)	2,0 ml/s	50 ml
NaCl	2,0 ml/s	40 ml

Lösung 2

wenn der Patient adipös ist

CT-Thorax

Flow 2,0 ml/s

Protokoll

Übersichtsradiogramm

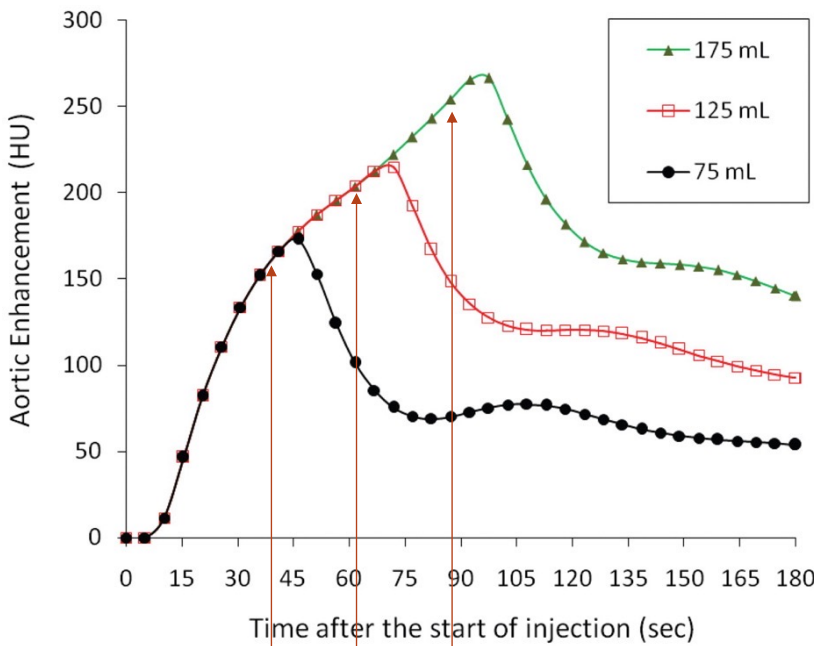
- 500 mm lang

Spiralakquisition

- **Delay: 50s**
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
- Röhrenspannung: 120 kV

Medium	Flow	Volumen
KM _(400'er)	2,0 ml/s	100 ml
NaCl	2,0 ml/s	40 ml

Aorten Kontrast @ Flow 2,0 ml/s



Volumen @ 2ml/s	Injektionszeit
75 ml	37,5 s
125 ml	62,5 s
175 ml	87,5 s

37 s 62 s 87 s



CT-Gefäßdarstellung Flow 1,5ml/s

Situation

- Patient:
 - Schlechte Venen
 - Nur blaue Verweilkanüle
 - Maximal möglicher Flow: 1,5 ml/s

- Anforderung:
 - Ausschluss Lungenembolie

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking

- Delay: 5s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	4,0 ml/s	60 ml	15 s
NaCl	4,0 ml/s	40 ml	10 s

Lösung

CT-Gefäßdarstellung Flow 1,5ml/s

Lösung Protokoll LAE Thorax

Übersichtsradiogramm

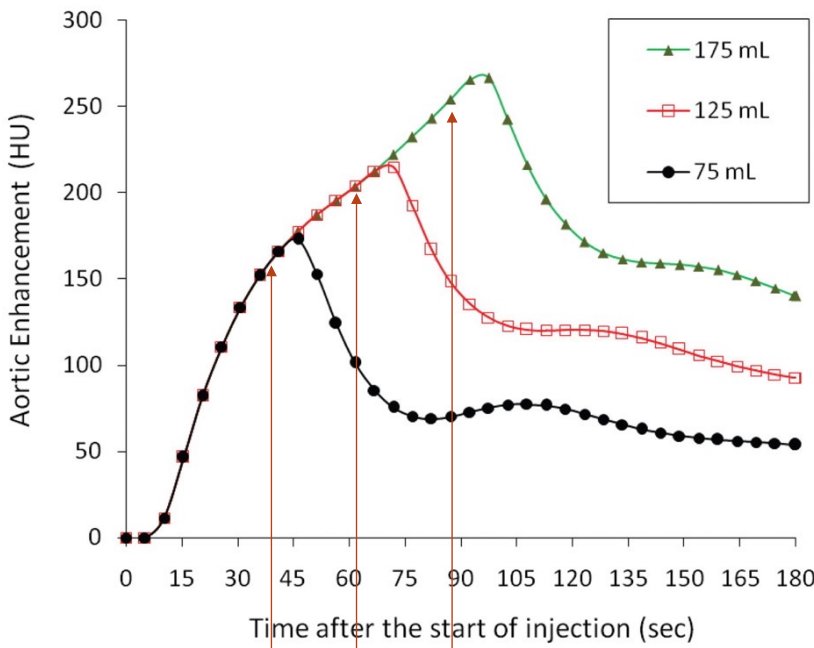
- 500 mm lang

Spiralakquisition

- Delay: **60 s**
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
- Ggf. kV reduzieren

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	1,5 ml/s	90 ml	60 s
NaCl	1,5 ml/s	40 ml	26 s

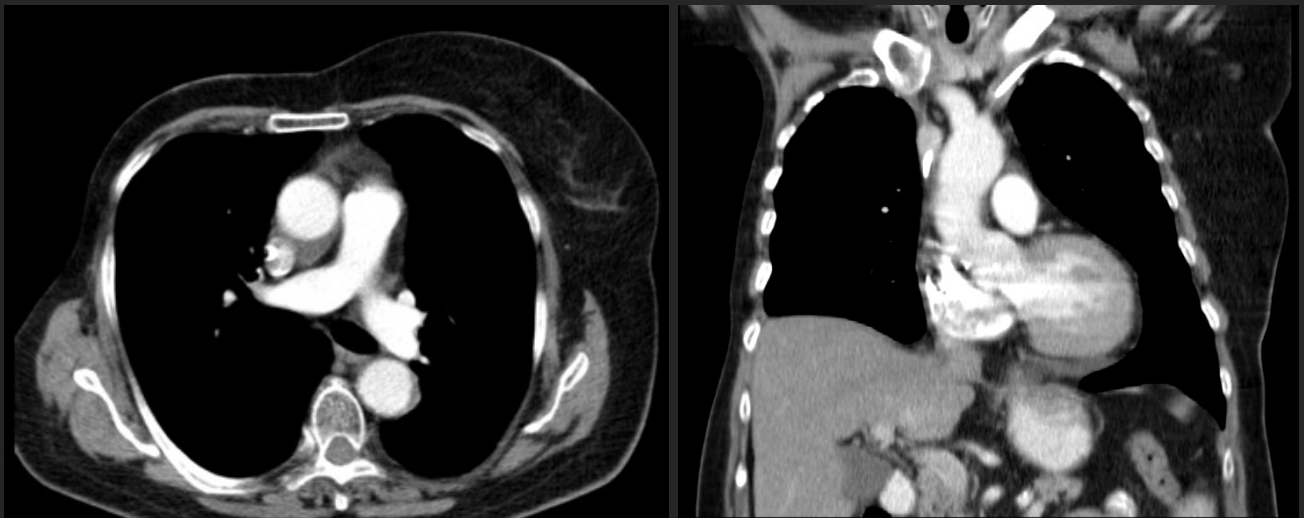
Aorten Kontrast @ Flow 2,0 ml/s



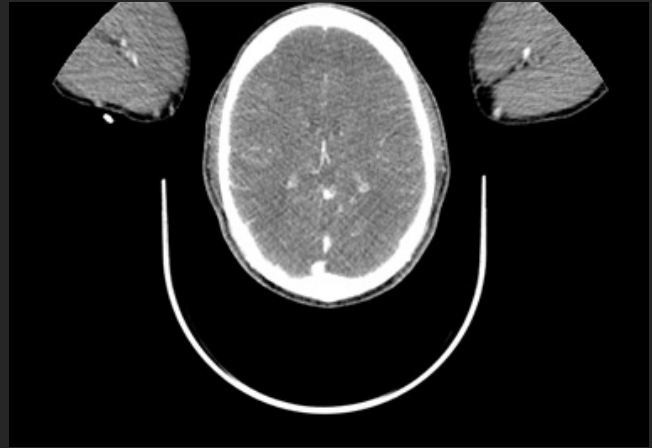
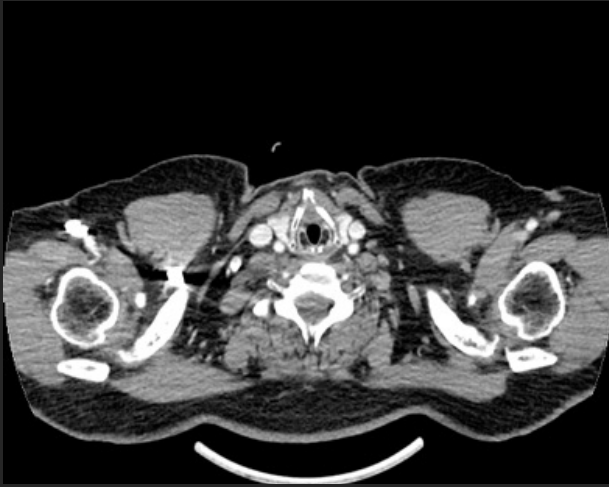
Volumen @ 2ml/s	Injektionszeit
75 ml	37,5 s
125 ml	62,5 s
175 ml	87,5 s

37 s 62 s 87 s

Klinisches Beispiel Flow 1,0 ml/s @ 100 ml KM



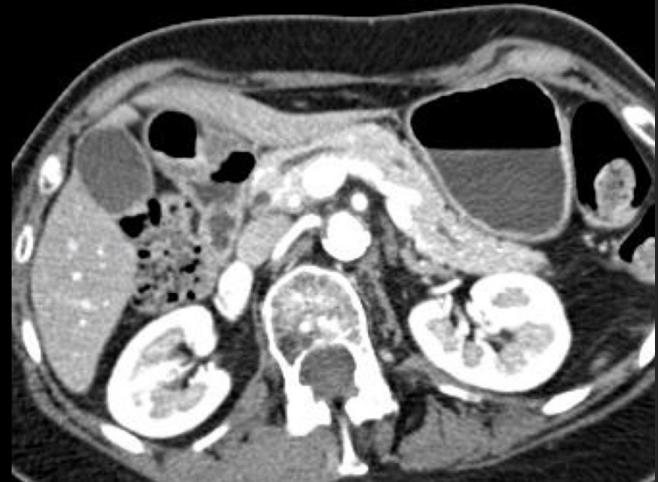
*CTA Thorax - Abdomen - Becken @ 1,5 ml/s
(80 - 90 ml KM)*



Niedrige kV = höherer Jodkontrast



140 kV



80 kV

Gefäßuntersuchung mit geringem Flow

- Bolustracking aus dem Protokoll entfernen
- Kontrastmittelprotokoll ändern
 - + 30 ml KM Volumen (z.B. 60 ml -> 90 ml)
 - 40 ml NaCl
 - Beides mit Flow 1,5 ml/s
- Delay vor Beginn der Thorax Spirale so einstellen, dass die Spirale mit dem Ende der KM-Injektion beginnt.
 - In diesem Fall sollte das Delay auf 90 s eingestellt werden
- Wenn möglich sollte die kV reduziert werden um den Jodkontrast zu verbessern
- KM und Spirale gleichzeitig starten.
 - Die Spirale startet mit dem Ende der KM-Injektion (hier nach 40 s)
 - Dies gewährleistet einen guten Gefäßkontrast



CT Thorax-Abdomen sehr geringer Flow

Situation

- Patient:
 - 85 kg
 - Schlechte Venen
 - Nur blaue Verweilkanüle
 - Maximal möglicher Flow: 1,5 ml/s
- Fragestellung:
 - CT Thorax-Abdomen-Becken
 - Staging
- Verfügbares Protokoll:
 - CT Thorax-Abdomen-Becken



Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 1000 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- Höhe Trachea-Bifurk. oder oberhalb Zwerchfell - ROI in Aorta

Bolustracking

- Delay: 15s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spirale 1 (Thorax + Oberbauch)

- Delay: 8s

Spirale 2 (Abdomen portalvenös)

- Delay 45 s (75s nach KM-Start)

Medium	Flow	Volumen
KM	3,0 ml/s	100 ml
NaCl	3,0 ml/s	40 ml

Lösung

Kontrastmittelvolumen Abdomen CT (Leberkontrast) 360 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

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 1000 mm lang

Spirale 1 (Thorax + Oberbauch)

- Delay: $(100 \text{ ml} / 1,5 \text{ ml/s}) = 66 \text{ s}$

Spirale 2 (Abdomen portalvenös)

- Delay 45 s (110s nach KM-Start)

Medium	Flow	Volumen
KM	1,5 ml/s	100 ml
NaCl	1,5 ml/s	40 ml

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 1000 mm lang

Spirale 1 (Thorax + Oberbauch)

- Delay: $(75 \text{ ml} / 1,5 \text{ ml/s}) = 50 \text{ s}$

Spirale 2 (Abdomen portalvenös)

- Delay 45 s (100 nach KM-Start)

Medium	Flow	Volumen
KM	1,5 ml/s	75 ml
NaCl	1,5 ml/s	40 ml



CTA

adipöser Patient

Situation

- Patient:
 - 145 kg
 - Guter Venenstatus (gut laufende grüne Verweilkanüle)
- Anforderung:
 - CT Pulmonalarterien



Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- 100 kV
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

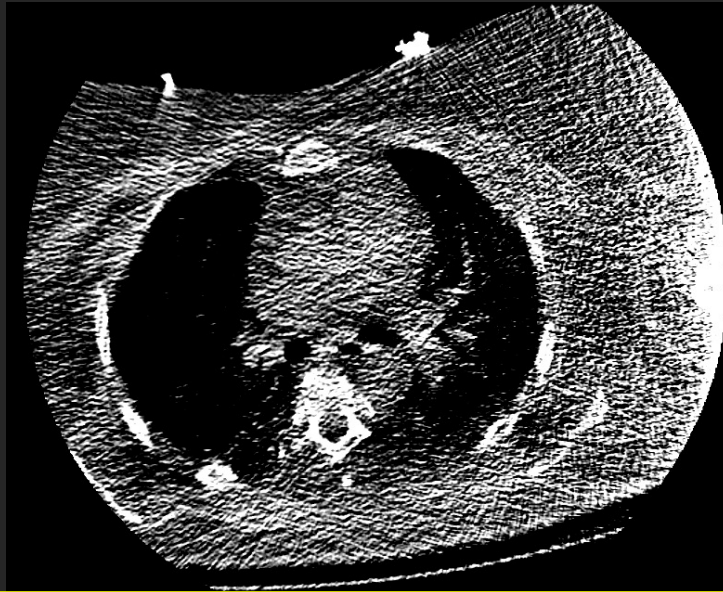
Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	4,0 ml/s	60 ml	15 s
NaCl	4,0 ml/s	40 ml	10 s

www.alex-riemer.de

Lösung

CTA adipöser Patient

*Planungsschicht Bolustriggerung
zu wenig mAs*



Planungsschicht + Bolustriggerung
mAs erhöhen!!

Immer auf die Bilder schauen



Lösung adipöser Patient

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Lösung adipöser Patient

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

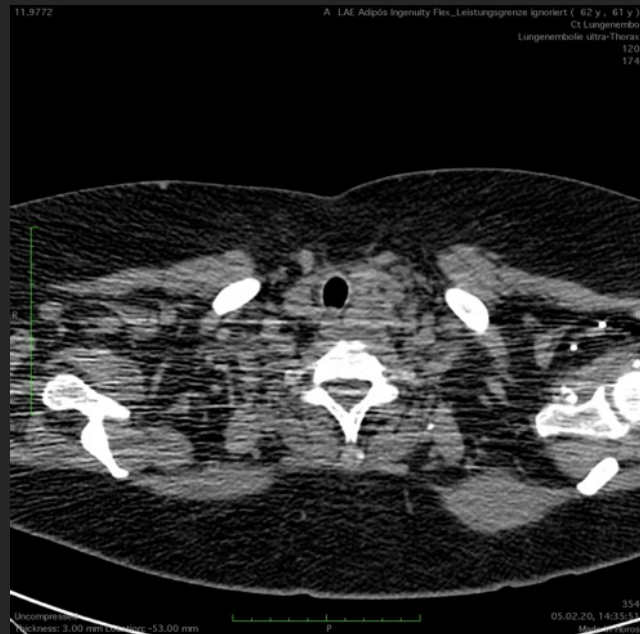
Spiralakquisition

Mögliche Leistungsgrenzen des CT's erkennen

Was passiert mit dem Bildrauschen, wenn wir alles so lassen wie vorgesehen?



Leistungsgrenze des CT erreicht
Diese Bildqualität entsteht, wenn man die Parameter nicht anpasst



Gute Bilder bei adipösen Patienten



Pitch reduzieren / Scanzeit verlängern

- Speziell bei CT's mit leistungsschwachen Röhren (z.B. Emotion 16) ist dies eine elementare Parameteranpassung

Rotationsgeschwindigkeit verlangsamen

- Durch die Verwendung langsamerer Rotationsgeschwindigkeiten, stehen dem CT mehr mAs zur Verfügung um eine gute Bildqualität zu erreichen

Röhrenspannung der Spirale ggf. erhöhen

- Dies ist abhängig vom Ausmaß der Adipositas des Patienten
- Achtung: Jodkontrast verschlechtert sich

Lösung adipöser Patient

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

Mögliche Leistungsgrenzen des CT's erkennen

- Delay: **Minimum**
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
 - (ggf. reduzieren z.B. 0,6) -> (CAVE KM-Vol.)
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
 - (ggf. langsamer z.B. 1,0 s) (CAVE KM-Vol.)
- **120 kV** (Achtung Kontrastverschlechterung)

www.alex-riemer.de

41

Was passiert mit dem Kontrast, wenn wir alles so lassen wie vorgesehen?



Gewicht

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

www.alex-riemer.de

42

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen:



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll	4,0	60	00 : 15
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert	5,0	75	00 : 15
	5,0	40	00 : 08

Vorgehen:

- Merken Sie sich die Injektionsdauer des Basisprotokolls (hier 20 s)
- Adaptieren Sie den Flow (KM und NaCl) an das Patientengewicht (z.B. auf 5.0 ml/s)
- Ändern Sie das KM Volumen, bis die Injektionsdauer des Basisprotokolls wieder erreicht ist (hier 20 s)

www.alex-riemer.de

43

Wenn Scanzzeit verlängert werden muss -> muss zusätzlich auch Injektionsdauer verlängert werden Beispiel: 5s längere Scandauer -> 5 s länger injizieren



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll	4,0	60	00 : 15
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert	5,0	100	00 : 20
	5,0	40	00 : 08

Vorgehen:

- Merken Sie sich die Injektionsdauer des Basisprotokolls (hier 20 s)
- Adaptieren Sie den Flow (KM und NaCl) an das Patientengewicht (z.B. auf 5.0 ml/s)
- Ändern Sie das KM Volumen, bis die Injektionsdauer des Basisprotokolls wieder erreicht ist (hier 20 s)

www.alex-riemer.de

44

Lösung adipöser Patient

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking (ggf. mAs erhöhen)

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralacquisition

Mögliche Leistungsgrenzen des CT's erkennen

- Delay: **Minimum**
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
 - (ggf. reduzieren z.B. 0,6) -> (CAVE KM-Vol.)
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
 - (ggf. langsamer z.B. 1,0 s) (CAVE KM-Vol.)
- **120 kV** (Achtung Kontrastverschlechterung)

www.alex-riemer.de

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	5,0 ml/s	75 ml	15 s
NaCl	5,0 ml/s	40 ml	8 s ⁴⁵

Klinisches Beispiel 120 kV @ 5ml/s @ 100 ml



www.alex-riemer.de



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

EKG getriggerte Aorta ohne Anpassung des KM-Protokolls



www.alex-riemer.de

49

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

www.alex-riemer.de

50

EKG getriggerte Aorta ohne Anpassung des KM-Protokolls



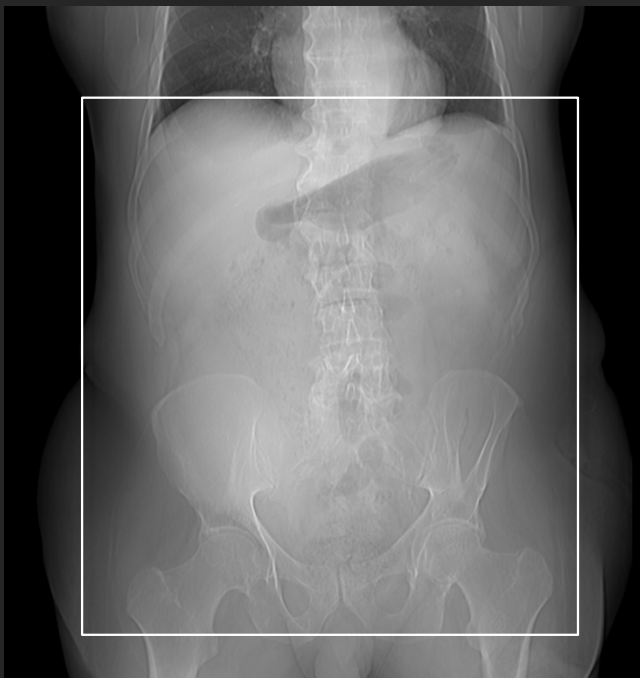
PITCH: 0,18
 Rotation: 0,3s
 Scan Speed: 11,3 mm/s
 Scanstrecke: 30 cm
 Scandauer: 26s
 Flow: 3,0 ml

Volumen (ist): 70 ml

Volumen (soll): 93 ml

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

KM-Volumen richtet sich nach der Scanzeit



KM-Protokoll basierend auf Scanzeit		
Scanstrecke	500	mm
Gesamtkollimation	40	mm
PITCH	0,9	
Rotationsgeschwindigkeit	0,5	s
Scangeschwindigkeit	72	mm/s
Scanzeit	7	s
Delay nach BT	8,0	s
Flow	4,0	ml/s
Volumen	60	ml

Lateraler Durchmesser 39 cm -> 100 kV

Je länger die Scanzeit, desto mehr Volumen wird benötigt



KM-Protokoll basierend auf Scanzeit		
Scanstrecke	700	mm
Gesamtkollimation	40	mm
PITCH	0,9	
Rotationsgeschwindigkeit	0,5	s
Scangeschwindigkeit	72	mm/s
Scanzeit	10	s
Delay nach BT	8,0	s
Flow	4,0	ml/s
Volumen	71	ml

Lateraler Durchmesser 36 cm -> 100 kV www.alex-riemer.de



Gleichzeitiger Ausschluss Lungenembolie und Aortendissektion

LAE+Aorta

CTA -
Aortendissektion
Was ist wichtig?

CT's von
4 bis 32-Zeilen CT
(inkl. goUP)

CT's mit
mehr als 40 Zeilen

Situation

Anforderung:

- o gleichzeitigen Ausschluss einer Lungenembolie und einer Aortendissektion

Verfügbare Protokolle:

- o CTA Aorta Protokoll
- o LAE Protokoll

Protokoll LAE Thorax

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Truncus Pulmonalis

Bolustracking

- Delay: 5s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	4,0 ml/s	60 ml	15 s
NaCl	4,0 ml/s	40 ml	10 s

Protokoll CTA Thorax

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Aorta descendens (A. ascendens geht auch)

Bolustracking

- Delay: 10s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: 8 s
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	4,0 ml/s	60 ml	15 s
NaCl	4,0 ml/s	40 ml	10 s

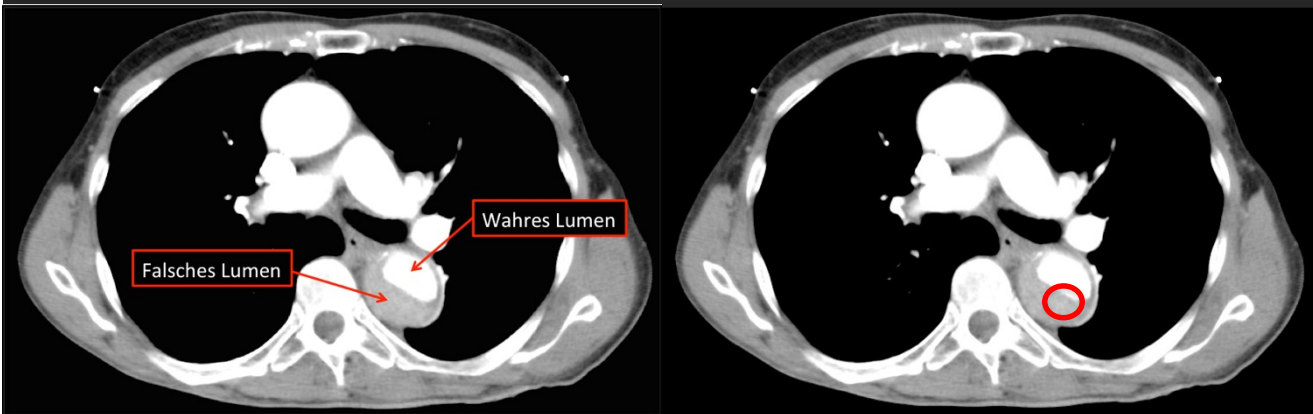
Untersuchungsplanung



Bei Frage nach Dissektion sollte von unterhalb Schädelbasis bis unterhalb Sitzbein gescannt werden



WICHTIG bei V.a. Aortendissektion

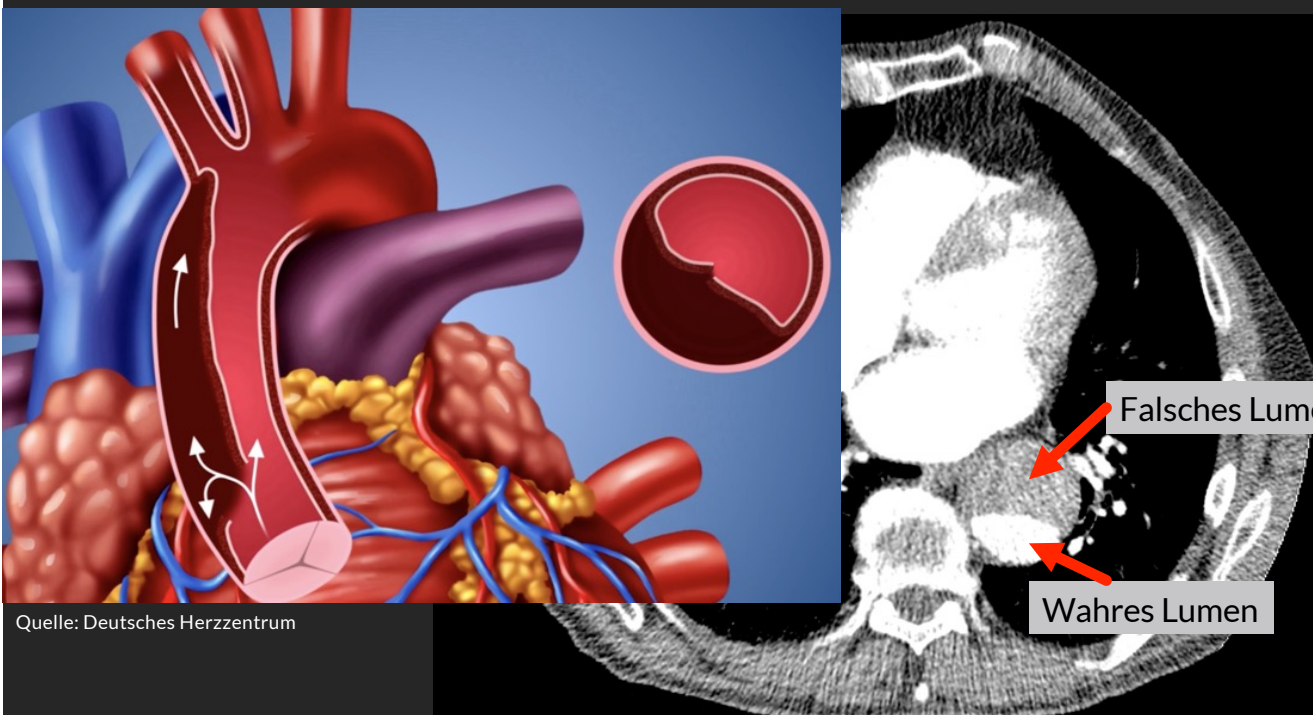


Bei V.a. Aortendissektion ist wichtig, die Gefäßkontrastierung während des Bolustrackings genau zu beobachten.

Wenn eine Dissektion vorliegt, kann es sein, dass die ROI das gut perfundierte wahre Gefäßlumen nicht optimal erfasst und die Bolustriggerung nicht automatisch auslöst.

In diesem Fall muss der Spiralscan manuell ausgelöst werden, sobald das wahre Lumen sichtbar kontrastiert ist.

Aortendissektion





Gleichzeitiger Ausschluss Lungenembolie und Aortendissektion

4 bis 32 Zeilen CT (Siemens GO UP)

*Vorgehen, wenn der Scanbereich sich **nur** auf den **Thorax*** 
beschränken soll

- **Lungenembolie Protokoll verwenden und ROI wie gewohnt in den Trunkus pulmonalis legen.**
 - Die CT's sind langsam genug, dass auch die Aorta gut kontrastiert ist – auch wenn die ROI im Truncus liegt.
- KM-Protokoll
 - Wenn der Untersuchungsbereich sich nur über den Thorax erstrecken soll, dann reicht das KM-Protokoll, das auch für die Lungenembolie-CT genutzt wird.

Vorgehen, wenn der Scanbereich von **Schädelbasis bis unterhalb Sitzbein** gehen soll



- **Lungenembolie Protokoll verwenden und ROI wie gewohnt in den Truncus pulmonalis legen.**
 - Die CT's sind langsam genug, dass auch die Aorta gut kontrastiert ist – auch wenn die ROI im Truncus liegt.
- **KM-Menge anpassen** um sicherzustellen, dass auch während der gesamten Scandauer ein KM-Bolus zur Verfügung steht:
 - Zuerst Scanbereich nur über den Thorax planen und sich die Scandauer merken, die das CT für die Strecke benötigt (z.B. 15s)
 - Dann den Scanbereich auf die volle gewünschte Länge erweitern. Die Differenz der Scandauer (langer Scanbereich (z.B. 25s) – kurzer Scanbereich (in diesem Beispiel 15s) errechnen. In diesem Beispiel ergibt sich eine Differenz von 10s. Das bedeutet, dass das CT für den größeren Scanbereich 10 s länger benötigt.
 - Jetzt am KM-Injektor die Injektionsdauer ebenfalls um die gleiche Zeit verlängern (in diesem Beispiel 10s). Dies erreicht man am besten durch die Erhöhung des KM-Volumens.

Vorgehen, wenn der Scanbereich von **Schädelbasis bis unterhalb Sitzbein** gehen soll



Scanbereich Thorax:	15 s
Scanbereich Schädelbasis – unterhalb Sitzbein:	25s
Differenz (Scandauer hat sich verlängert um):	10s

KM-Protokoll Lungenembolie (Beispiel)
Injektionsdauer 20 s

	KM	NaCl
	190 ml	180 ml

	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
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
	190 ml	180 ml

	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
1	120 ml	100 %	4.0 ml/s	30 s
2	40 ml	0 %	4.0 ml/s	10 s



Gleichzeitiger Ausschluss Lungenembolie und Aortendissektion

ab 40 Zeilen

*Vorgehen, wenn der Scanbereich sich **nur** auf den **Thorax** beschränken soll*

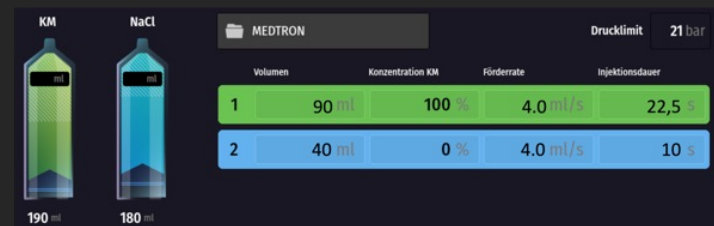
- Das Scan- und KM-Protokoll verwenden, welches bei Ihnen üblicherweise für die **CTA der thorakalen Aorta** verwendet wird.
- **ROI des Bolustrackings in die Aorta (descendens) legen.**
- KM-Protokoll
 - Da das verwendete Scan- und KM-Protokoll für eine optimale Kontrastierung der thorakalen Aorta optimiert ist, muss das **KM-Volumen um 30-40ml erhöht werden**. Dies stellt sicher, dass die Pulmonalarterien sehr gut kontrastiert sind, obwohl die ROI in der Aorta liegt.

Beispiel Scanbereich (nur) Thorax

KM-Protokoll thorakale Aorta



Angepasstes Protokoll
KM-Protokoll thorakale Aorta
+
30 (-40) ml KM



Vorgehen, wenn der Scanbereich von **Schädelbasis bis unterhalb Sitzbein** gehen soll

- Das Scan- und KM-Protokoll verwenden, welches bei Ihnen üblicherweise für die **CTA der gesamten Aorta** verwendet wird.
- **ROI des Bolustrackings in die Aorta (descendens) legen.**
- KM-Protokoll
 - Da das verwendete Scan- und KM-Protokoll für eine optimale Kontrastierung der thorakalen Aorta optimiert ist, muss das **KM-Volumen um 30-40ml erhöht werden**. Dies stellt sicher, dass die Pulmonalarterien sehr gut kontrastiert sind, obwohl die ROI in der Aorta liegt.

Beispiel Scanbereich (nur) Thorax

KM-Protokoll gesamte Aorta



Angepasstes Protokoll
 KM-Protokoll gesamte Aorta
 +
 30 (-40) ml KM



Ein Radiologe aus der LMU in München hat einmal in seinem Vortrag zu diesem Thema gesagt: „nehmen Sie 100-110 ml das klappt immer“



Lungenembolie + Kopf-Hals CTA

CT's von
 4 bis 32-Zeilen CT
 (inkl. goUP)

CT's mit
 mehr als 40 Zeilen

Lungenembolie + Kopf-Hals CTA

- Für diese Kombinationsuntersuchung gibt es verschiedene Ansätze.
- **Die Beste Lösung ist:**
- **Beide Untersuchungen getrennt fahren**
 1. Kopf-Hals-CTA (Patient hat die Arme neben dem Körper)
 2. Die Arme des Patienten über dem Kopf lagern
 3. CTA der Pulmonalarterien durchführen
- Diese Strategie ist aus Dosisgesichtspunkten sinnvoll
- Recon Jobs passen dann zu jedem Untersuchungsbereich



*Lungenembolie + Kopf-Hals CTA
wenn es doch in einer Akquisition
gefahren werden soll*

4 bis 32 Zeilen CT (Siemens GO UP)

Lungenembolie + Kopf-Hals CTA



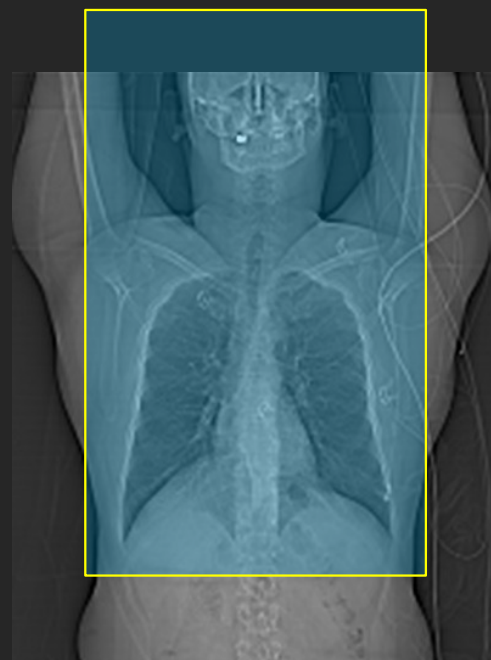
wenn es doch in einer Akquisition gefahren werden soll

- **Lungenembolie Protokoll verwenden und ROI wie gewohnt in den Truncus pulmonalis legen.**
 - Die CT's sind langsam genug, dass auch die Aorta gut kontrastiert ist – auch wenn die ROI im Truncus liegt.
- Scanrichtung der Spirale am besten auf **caudo-cranial** stellen
- **KM-Menge anpassen** um sicherzustellen, dass auch während der gesamten Scandauer ein KM-Bolus zur Verfügung steht:
 - Zuerst Scanbereich nur über den Thorax planen und sich die Scandauer merken, die das CT für die Strecke benötigt (z.B. 15s)
 - Dann den Scanbereich auf die volle gewünschte Länge erweitern. Die Differenz der Scandauer (langer Scanbereich (z.B. 25s) – kurzer Scanbereich (in diesem Beispiel 15s) errechnen. In diesem Beispiel ergibt sich eine Differenz von 10s. Das bedeutet, dass das CT für den größeren Scanbereich 10 s länger benötigt.
 - Jetzt am KM-Injektor die Injektionsdauer ebenfalls um die gleiche Zeit verlängern (in diesem Beispiel 10s). Dies erreicht man am besten durch die Erhöhung des KM-Volumens.

Wenn sich die Scanzeit erhöht, muss auch die Injektionszeit. (KM-Volumen) erhöht werden



Scanzeit z.B. 15 s



Scanzeit z.B. 25 s

Lungenembolie + Kopf-Hals CTA

wenn es doch in einer Akquisition gefahren werden soll

Scanbereich Thorax: 15 s
 Scanbereich Schädelbasis – unterhalb Sitzbein: 25s
 Differenz (Scandauer hat sich verlängert um): 10s

KM-Protokoll Lungenembolie (Beispiel)
 Injektionsdauer 20 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)



Lungenembolie + Kopf-Hals CTA

wenn es doch in einer Akquisition gefahren werden soll

ab 64 Zeilen

Lungenembolie + Kopf-Hals CTA wenn es doch in einer Akquisition gefahren werden soll

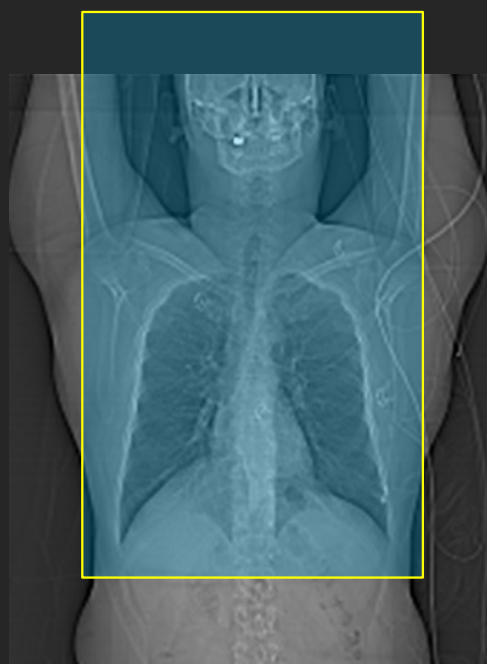
- Das Scan- und KM-Protokoll verwenden, welches bei Ihnen üblicherweise für die **CTA der thorakalen Aorta** verwendet wird.
- Scanrichtung der Spirale am besten auf **caudo-cranial** stellen
- ROI des **Bolustrackings in die Aorta** (*descendens*) legen.
- KM-Protokoll
 - Da das verwendete Scan- und KM-Protokoll für eine optimale Kontrastierung der thorakalen Aorta optimiert ist, muss das **KM-Volumen um 40ml erhöht** werden. Dies stellt sicher, dass die Pulmonalarterien sehr gut kontrastiert sind, obwohl die ROI in der Aorta liegt.

Die Scanzeit erhöht sich bei schnellen CT-Scannern bei der Verlängerung des Scanbereichs nur minimal.

Für die gleichzeitige Kontrastierung der Pulmonalis und der Aorta muss das KM-Volumen erhöht werden



Scanzeit z.B. 5 s



Scanzeit z.B. 7 s

KM-Protokoll

KM-Protokoll thorakale Aorta

	KM	NaCl	MEDTRON				Drucklimit
	190 ml	180 ml	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer	21 bar
1	60 ml		60 ml	100 %	4.0 ml/s	15 s	
2		40 ml	40 ml	0 %	4.0 ml/s	10 s	



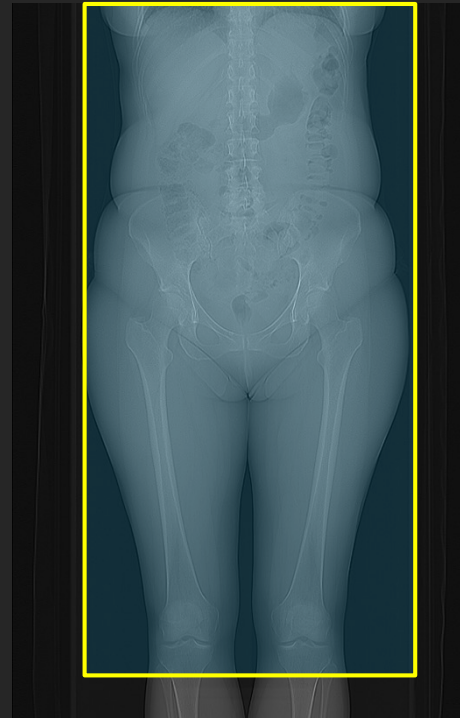
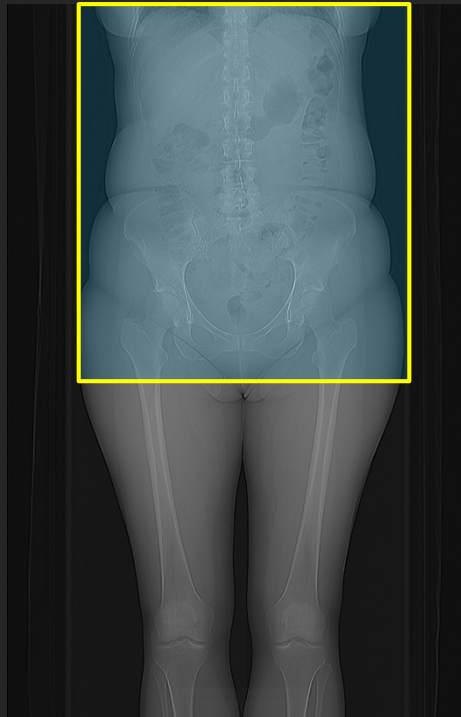
Angepasstes Protokoll
 KM-Protokoll thorakale Aorta
 +
 40 ml KM

	KM	NaCl	MEDTRON				Drucklimit
	190 ml	180 ml	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer	21 bar
1	90 ml		90 ml	100 %	4.0 ml/s	22,5 s	
2		40 ml	40 ml	0 %	4.0 ml/s	10 s	



**CTA abd. Aorta
 verlängern bis unterhalb der
 Knie**

**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		80 ml	100 %	4.0 ml/s	20 s	
2		40 ml	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		120 ml	100 %	4.0 ml/s	30 s	
2		40 ml	40 ml	0 %	4.0 ml/s	10 s	



***CTA bei normalgewichtigem
Patienten mit reduziertem
KM-Volumen
(z.B. wegen schlechter Nierenwerte)***

Situation

- Patient:
 - Normalgewichtiger Patient
 - Schlechte Nierenwerte (GFR 32)

- Zu Untersuchende Region:
 - CTA Aorta

- Verfügbares Protokoll:
 - CTA Aorta

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking

- Delay: 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- 64 x 0,6 mm (80x0,5mm)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

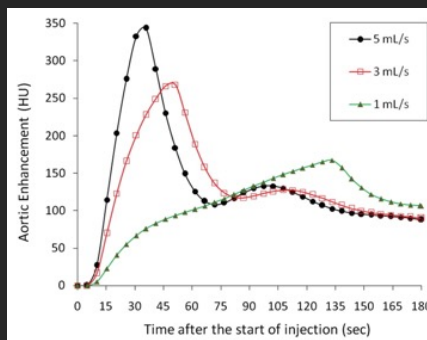
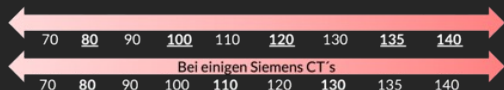
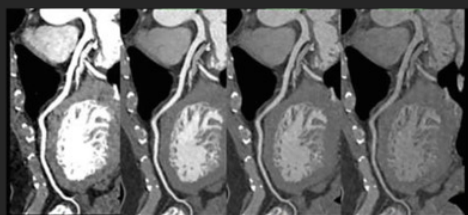
Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	4,0 ml/s	80 ml	20 s
NaCl	4,0 ml/s	40 ml	10 s

www.alex-riemer.de



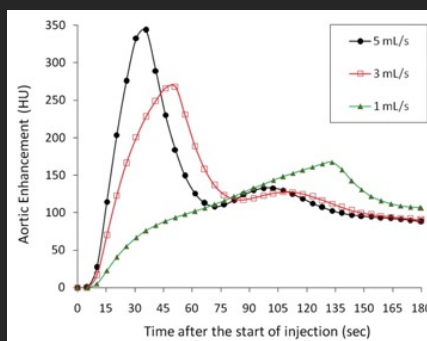
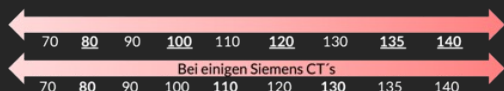
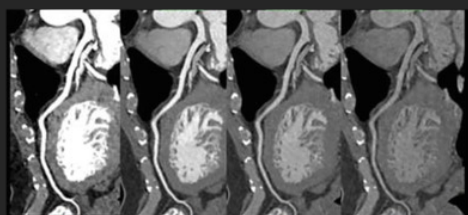
Lösung

Besserer Kontrast bei geringerer Röhrenspannung



Röhrenspannung [kV]	HU - Wert [%]	Flow [ml/s]
80	162	2,5
100	124	3,2
120	100	4,0
140	85	4,7

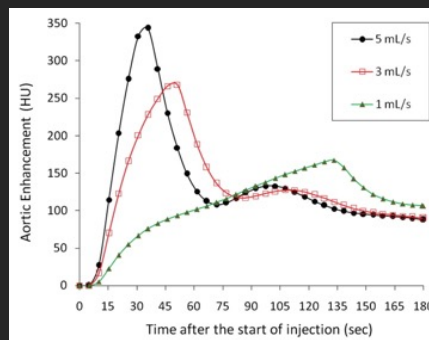
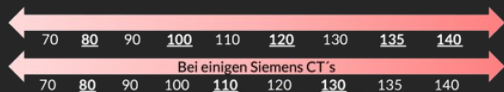
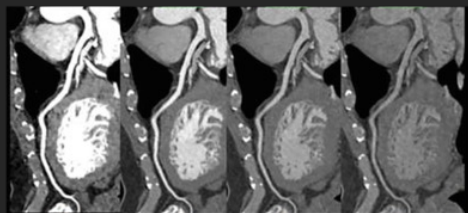
Besserer Kontrast bei geringerer Röhrenspannung



Röhrenspannung [kV]	HU - Wert [%]	Flow [ml/s]
80	162	2,5
100	124	3,2
120	100	4,0
140	85	4,7

20%

Besserer Kontrast bei geringerer Röhrenspannung



Röhrenspannung [kV]	HU - Wert [%]	Flow [ml/s]
80	162	2,5
100	124	3,2
120	100	4,0
140	85	4,7

Krissakk et al. *Advances in Molecular Imaging*, 2013, 3, 37-42

www.alex-riemer.de

89

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



Strategie 1

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen:



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV	4,0	80	00 : 20
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 100 kV	3,2	65	00 : 20
	3,2	40	00 : 13

Vorgehen:

- Merken Sie sich die Injektionsdauer des Basisprotokolls (hier 20 s)
- Adaptieren Sie den Flow (KM und NaCl) an die verwendete kV (z.B. auf 3,2 ml/s)
- Ändern Sie das KM Volumen, bis die Injektionsdauer des Basisprotokolls wieder erreicht ist (hier 20 s)

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen:



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV	4,0	80	00 : 20
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 80 kV	2,5	50	00 : 20
	2,5	40	00 : 16

Vorgehen:

- Merken Sie sich die Injektionsdauer des Basisprotokolls (hier 20 s)
- Adaptieren Sie den Flow (KM und NaCl) an die verwendete kV (z.B. auf 2,5 ml/s)
- Ändern Sie das KM Volumen, bis die Injektionsdauer des Basisprotokolls wieder erreicht ist (hier 20 s)

www.alex-riemer.de

93



Strategie 2

www.alex-riemer.de

94

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen:



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV	4,0	80	00 : 20
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 100 kV	4,0	80 (80%KM / 20%NaCl)	00 : 20
	4,0	40	00 : 13

Vorgehen:
 Wen der KM-Injektor über die Funktion der KM-Verdünnung verfügt ->
 Flow und Volumen nicht verändern
 KM-NaCl Mischungs-Verhältnis 80% KM und 20% NaCl

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen:



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV	4,0	80	00 : 20
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 80 kV	4,0	80 (60%KM / 40%NaCl)	00 : 20
	4,0	40	00 : 13

Vorgehen:
 Wen der KM-Injektor über die Funktion der KM-Verdünnung verfügt ->
 Flow und Volumen nicht verändern
 KM-NaCl Mischungs-Verhältnis 60% KM und 40% NaCl



Strategie 3

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

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen:



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 300´er KM	4,0	80	00:20
	4,0	40	00:10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 400´er KM	3,0	60	00:20
	3,0	40	00:13

Vorgehen:

- Bei der Verwendung einer hohen Jodkonzentration wird bei geringeren Flowraten die gleiche IDR erreicht, wie bei der Verwendung von 300´er KM.
- Flow und KM-Volumen so anpassen, dass die Injektionsdauer des KM identisch bleibt (hier 20 s)

www.alex-riemer.de

99



CTA bei einem schlanken Patienten

www.alex-riemer.de

100

Situation

- Ein schlanker Patient soll eine CT-angiographische Untersuchung der thorakalen Aorta bekommen.
- Rahmenbedingungen:
 - Gut laufende grüne Verweilkanüle
- Übersichtsradiogramm:



Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Aorta descendens (ascendens ist auch ok.)

Bolustracking

- Delay: 15s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: 8s
- 64 x 0,625mm / 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- 120 kV
- PITCH: 0,8
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

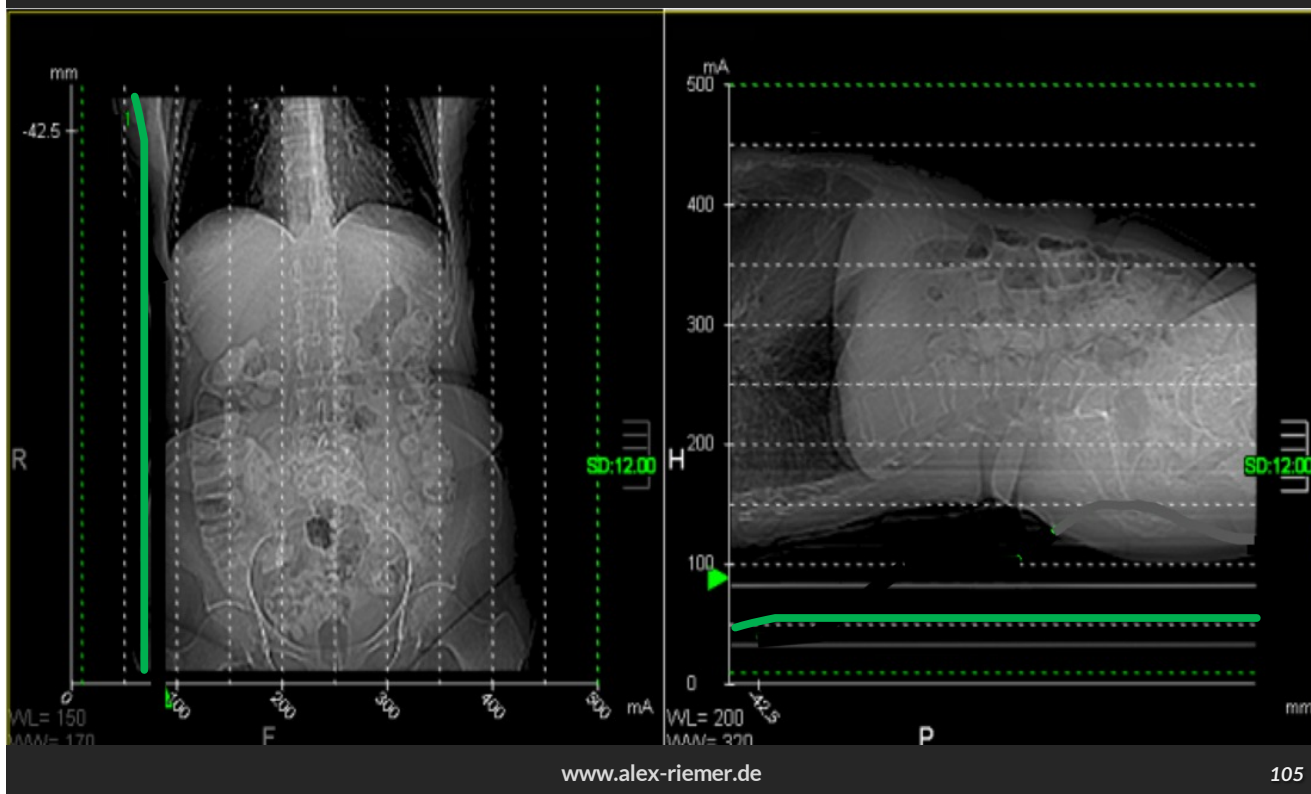
Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	4,0 ml/s	65 ml	16 s
NaCl	4,0 ml/s	40 ml	10 s

Lösung

Ist die Modulation am unteren Limit?

- Überprüfen Sie ob und wie der Röhrenstrom moduliert wird, oder ob die mA am unteren Limit liegen.
 - Das bedeutet, dass das CT weniger Dosis verwenden könnte, als es gerade jetzt tut.
- In dem Fall kann eine Reduktion der Röhrenspannung in Betracht gezogen werden (außer Siemens alte Syngo mit CareDose4D).
- Dies ist speziell bei Canon und GE eine empfehlenswerte Anpassung, sofern keine Auto-kV Regelung verfügbar ist.

mA Graph



Lösung Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Aorta descendens (ascendens ist auch ok.)

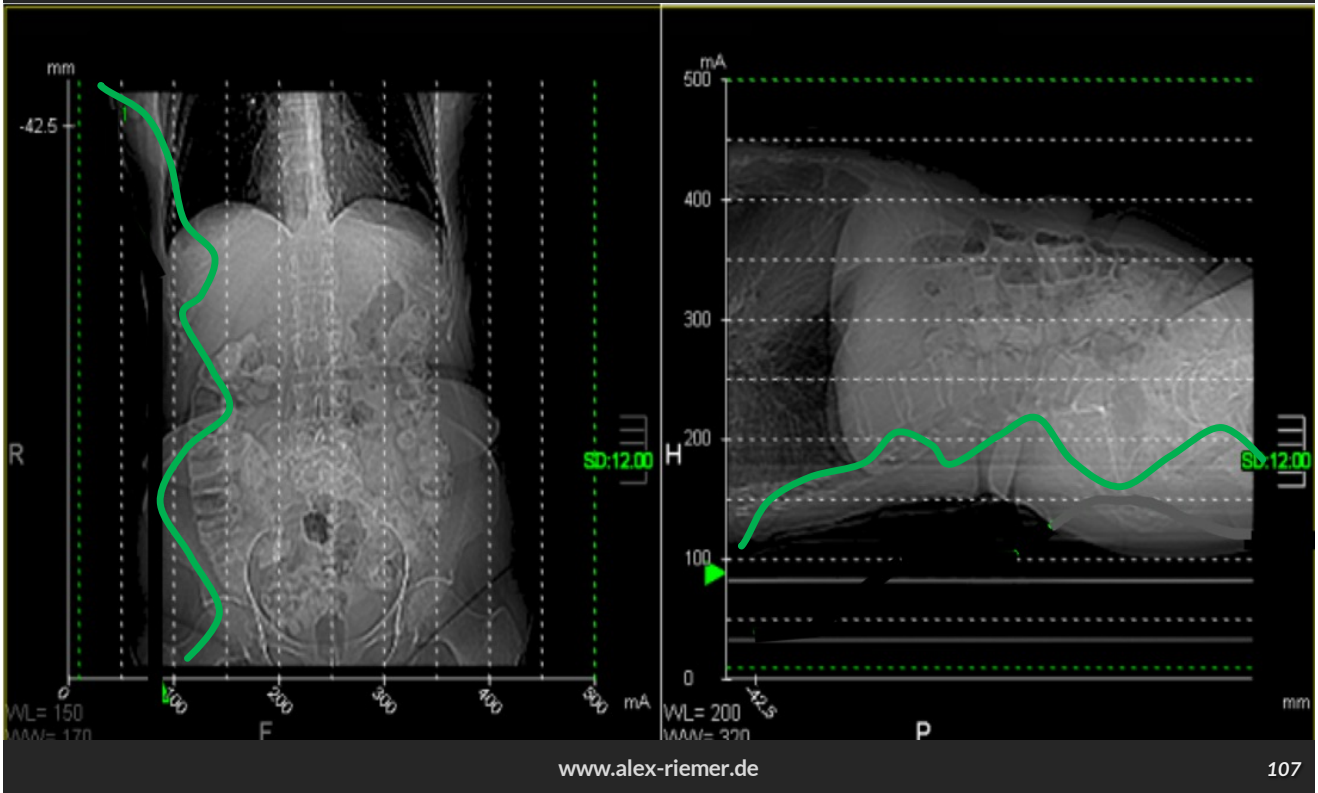
Bolustracking

- Delay: 15s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: 8s
- 64 x 0,625mm / 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- 120 kV -> **100 kV** (80 kV)
- PITCH: 0,8 (**ggf. PITCH erhöhen**)
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

mA Graph – erneut überprüfen – jetzt moduliert das CT die mA wieder optimal



Philips



Abdomen venös

4. Abd ax 5.0 pv, Helical

kV: 120

DRI: 18

Leberbereich DRI: +2

mAs (mA): 227 (302)

Schichtdicke: 5.000 mm

Rek.-Inkrement: 2.950 mm

Scan-Zeit: 182 Sek. **OK**

DLP: 992.58 mGycm

CTDIvol: 20.41 mGy @ 32 cm

Akkum. DLP: 5.29 mGycm

START

Untersuchung beenden

Abd ax 5.0 pv, Helical

4.0

140 mAs

157

201/206

218/236

224/248

238/278

252/313

264/354

262/390

262/402

261/425

261/425

261/422

261/413

262/397

262/379

260/337

250/308

242/287

235/270

225/249

Abd ax 5.0 pv, Helical

4.3

140 mAs

157

206

236

248

278

308/313

332/354

331/390

330/402

330/425

330/425

330/422

330/413

331/397

331/379

324/337

304/308

287

270

249

225

198

166

162

Abdomen venös

4. Abd ax 5.0 pv, Helical

kV: 120

DRI: 18

Leberbereich DRI: +2

mAs (mA): 266 (213)

Schichtdicke: 5.000 mm

Rek.-Inkrement: 2.950 mm

Scan-Zeit: 30.3 Sek. **OK**

DLP: 1103.99 mGycm

CTDIvol: 23.99 mGy @ 32 cm

Akkum. DLP: 5.29 mGycm

START

Untersuchung beenden

Lösung Protokoll – KM Volumen

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Aorta descendens (ascendens ist auch ok.)

Bolustracking

- Delay: 15s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: 8s
- 64 x 0,625mm / 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- 120 kV -> **100 kV** (80 kV)
- PITCH: 0,8 (ggf. PITCH erhöhen)
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	3,0 ml/s	50 ml (40)	16 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	13 s

www.alex-riemer.de



***Patient kann Luft
nicht anhalten***

Situation

- Patient:
 - Schlechter Allgemeinzustand
 - Kann die Luft nicht anhalten

- Zu Untersuchende Region:
 - Thorax

- Verfügbares Protokoll:
 - CT Thorax

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- 16 x 0,6 mm
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,8 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	3,0 ml/s	90 ml	30 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	13 s

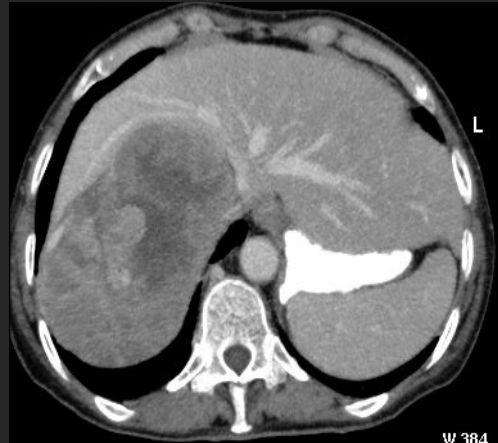
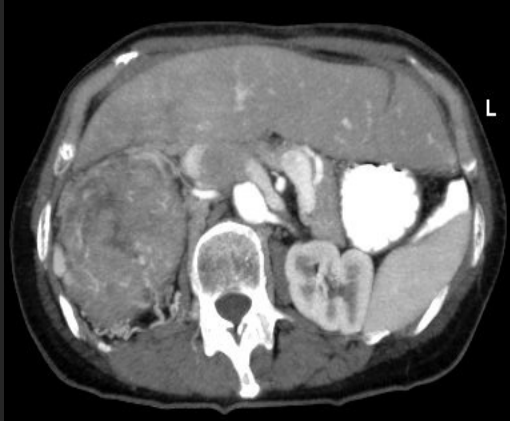
Lösung:

Lösung

- Patient instruieren, dass er möglichst flach atmen soll.
- Scangeschwindigkeit erhöhen
 - Kollimation vergrößern (16x 0,6mm -> 16x 1,2 mm)
 - PITCH erhöhen
 - Rotationsgeschwindigkeit beschleunigen

Je höher die Scangeschwindigkeit ist, desto weniger Bewegungsartefakte entstehen

Je schneller der Scan ist, desto weniger Bewegungsartefakte entstehen – auch schon bei 4 Zeilen CT's



www.alex-riemer.de

115

Je schneller der Scan ist, desto weniger Bewegungsartefakte entstehen – auch schon bei 4 Zeilen CT's



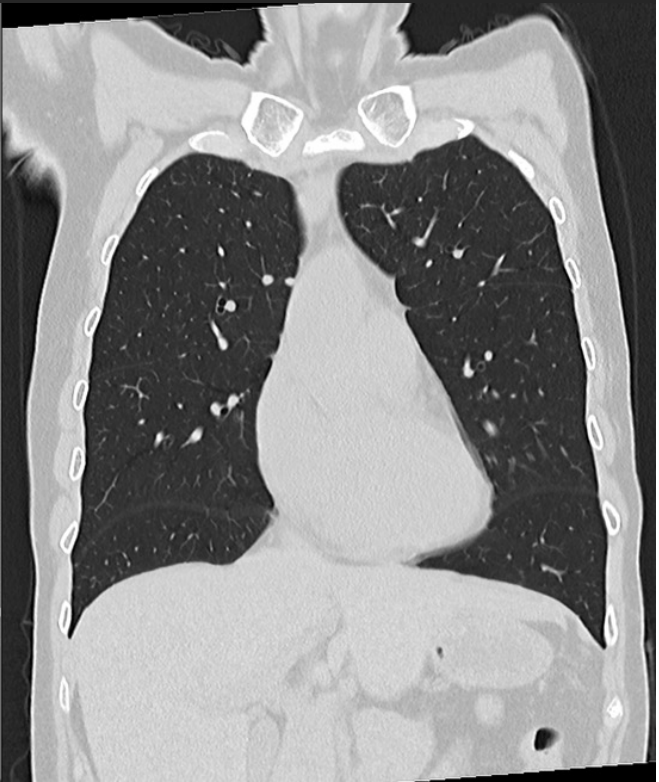
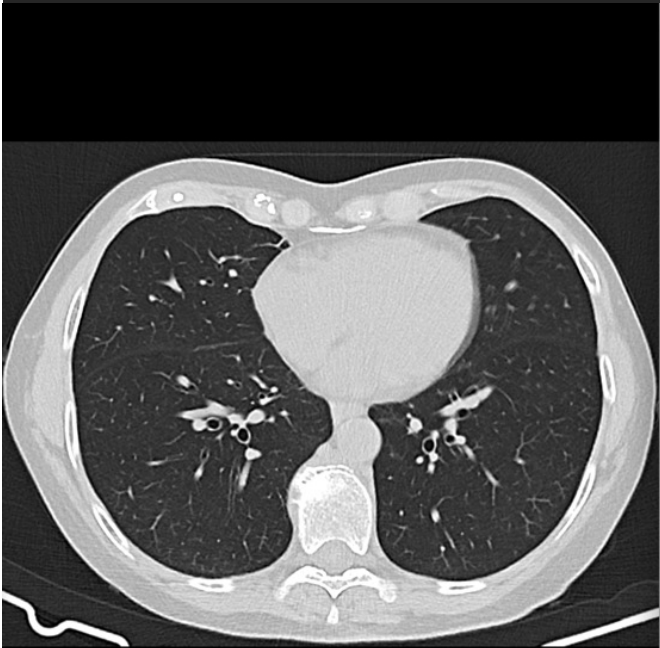
schnelle Scangeschwindigkeit



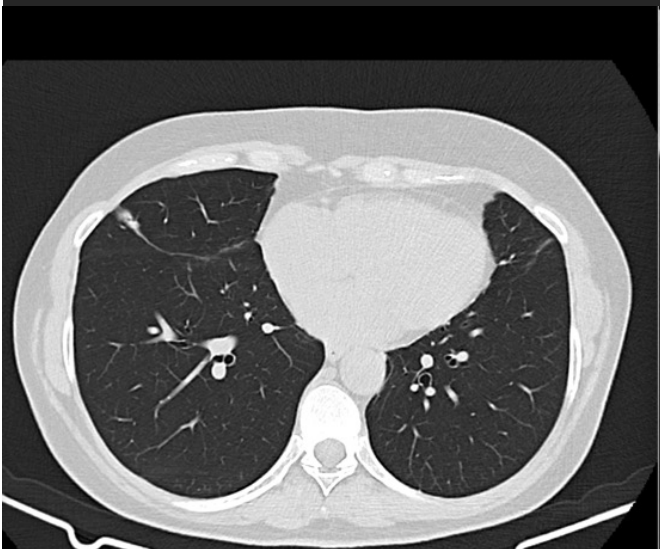
www.alex-riemer.de

116

Rotation 0,33 s @ PITCH 0,6



Rotation 0,33 s @ PITCH 1,5



Modifiziertes Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

- Delay: Minimum
- **16 x 1,2 mm**
- PITCH: **1,5**
- Rotationsgeschwindigkeit: **0,5 s (0,4 s)**

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	3,0 ml/s	90 ml	30 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	13 s

Modifiziertes Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- LAE: ROI in Truncus Pulmonalis ; Aorta: ROI in Aorta descendens

Bolustracking

- Delay: 5s(LAE) 15s (Aorta)
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spiralakquisition

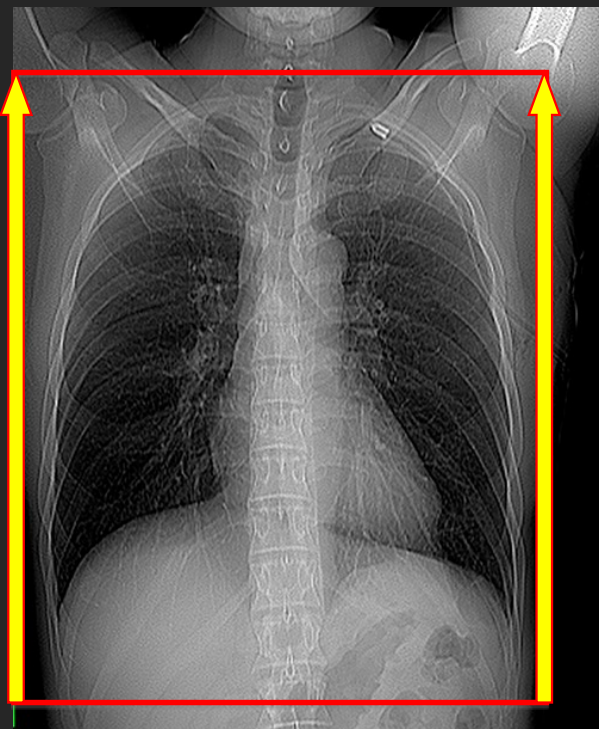
- Delay: Minimum
- **16 x 1,2 mm**
- PITCH: **1,5**
- Rotationsgeschwindigkeit: **0,5 s (0,4 s)**

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	3,0 ml/s	50 ml	16 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	13 s



Wenn der Patient beim CT- Thorax die Luft nur kurz anhalten kann

Scanrichtung



Der Bereich der oberen Thorax Apertur ist weniger Anfällig auf Atemartefakte als die basalen Thoraxbereiche.

Wenn ein Patient die Luft nur kurz anhalten kann, ist aus diesem Grund eine caudo-craniale Scanrichtung sinnvoller, als die cranio-caudale Scanrichtung.



CT Abdomen-Becken nativ sehr adipöser Patient

Situation



- Patient:
 - 190 kg
- Anforderung:
 - CT Abdomen-Becken nativ



Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Spiralakkquisition

- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
- Röhrenspannung: 120 kV

Lösung

Wenn die Leistungsgrenzen des CT's ignoriert werden



Geschätztes Patientengewicht: 190 kg
Die Meldung des CT's, dass nicht genügend Dosis reichen der gewünschten Bildqualität erzeugt werden kann, wurde ignoriert.
Das Protokoll wurde nicht an die Bedürfnisse des Patienten angepasst.

Protokoll



Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Mögliche Leistungsgrenzen des CT's erkennen

Spiralakquisition

- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s
- **Röhrenspannung: 140 kV**



120 kV @ 295 mAs



140 kV @ 320 mAs

Gute Bilder bei adipösen Patienten

Pitch reduzieren / Scanzeit verlängern

- Speziell bei CT's mit leistungsschwachen Röhren (z.B. Emotion 16) ist dies eine elementare Parameteranpassung

Rotationsgeschwindigkeit verlangsamen

- Durch die Verwendung langsamerer Rotationsgeschwindigkeiten, stehen dem CT mehr mAs zur Verfügung um eine gute Bildqualität zu erreichen

Röhrenspannung der Spirale ggf. erhöhen

- Dies ist abhängig vom Ausmaß der Adipositas des Patienten
- Achtung: Jodkontrast verschlechtert sich

Übersichtsradiogramm

- **500 mm lang**

Spiralakquisition

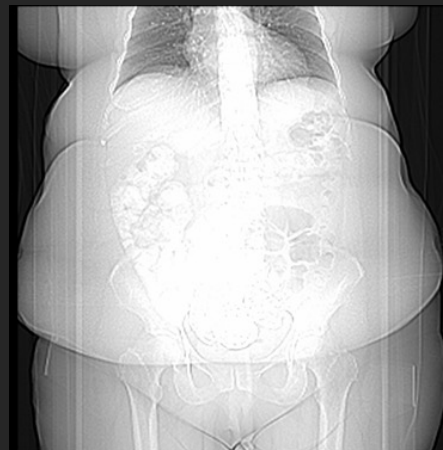
- **64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)**
- **PITCH: 0,5 (1.)**
- **Rotationsgeschwindigkeit: 1,0 s (2. - wenn 1. Schritt nicht reicht)**
- **Röhrenspannung 140 kV**



CT Abdomen-Becken portalvenös adipöser Patient

Situation

- Patient:
 - 120 kg
 - Rosa Verweilkanüle
- Anforderung:
 - CT Abdomen-Becken portalvenös



Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Spiralakquisition

- Delay: 75s
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM (300'er)	3,0 ml/s	90 ml	30 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	13 s

Lösung

CT Abdomen-Becken portalvenös adipöser Patient

Parenchymkontrast hängt von der applizierten Jodmenge ab

260 mg Jod / kg Körpergewicht
Leberenhancement: 30 HU

360 mg Jod / kg Körpergewicht
Leberenhancement: 60 HU



Kontrastmittelvolumen Abdomen CT (Leberkontrast) 360 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

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Mögliche Leistungsgrenzen des CT's erkennen

Spiralakkquisition

- Delay: 92 s (75s + 17s (Verlängerung der Injektionsdauer))
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM (300'er)	3,0 ml/s	140 ml	47 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	13 s



Leber 2 Phasen adipös

Situation

- Patient:
 - Adipös (120kg)
 - 300´er KM
 - Rosa Verweilkanüle
- Fragestellung:
 - CT Leber 2 Phasen
- Verfügbares Protokoll:
 - CT Leber 2 Phasen

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Aorta descendens (ascendens ist auch ok.)

Bolustracking

- Delay: 15s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spirale 1 (Leber spät-arteriell)

- Delay: 8s

Spirale 2 (Leber portalvenös)

- Delay 45 s

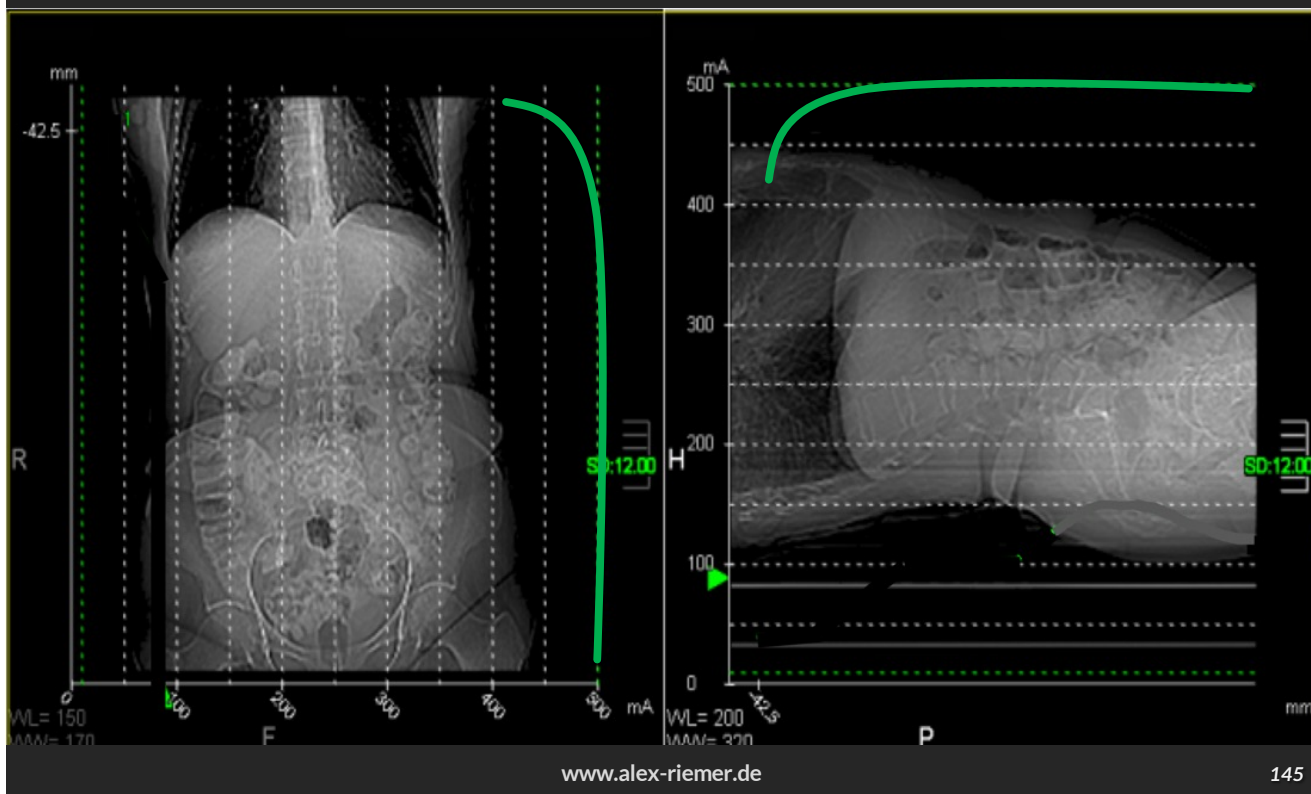
Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM	3,0 ml/s	100 ml	16 s
NaCl	3,0 ml/s	40 ml	10 s

Lösung

1. Leistungsreserven des CT überprüfen

- Je nach CT Typ und Leistungsfähigkeit des CT-Scanners kommen CT's bei adipösen Patienten und der Verwendung eines Routine Protokolls früher oder später an ihre Leistungsgrenzen.
- Checken Sie ob der maximal erreichbare Röhrenstrom ausreicht um verwertbare Bilder zu erhalten.
 - Canon: mA-Graph
 - GE: mA-Table
 - Philips: Warnmeldung / IPatient auf mAs im Topo achten
 - Siemens: Warnmeldung

mA Graph



Gute Bilder bei adipösen Patienten

Pitch reduzieren / Scanzeit verlängern

- Speziell bei CT's mit leistungsschwachen Röhren (z.B. Emotion 16) ist dies eine elementare Parameteranpassung

Rotationsgeschwindigkeit verlangsamen

- Durch die Verwendung langsamerer Rotationsgeschwindigkeiten, stehen dem CT mehr mAs zur Verfügung um eine gute Bildqualität zu erreichen

Röhrenspannung der Spirale ggf. erhöhen

- Dies ist abhängig vom Ausmaß der Adipositas des Patienten
- Achtung: Jodkontrast verschlechtert sich

2. Kontrastmittelprotokoll anpassen

- In den meisten Publikationen wird für die Leber CT eine Kontrastmittelmenge von 500 mg/kg Körpergewicht empfohlen.
- In Deutschland haben sich 360 mg/kg Körpergewicht gut etabliert.
- Speziell für die portalvenöse Phase ist ein gutes Leber-Enhancement sehr wichtig, um kleine Metastasen (hypodens) nicht zu übersehen.
- Daher sind Gewichtsadaptierte Abdomen-Protokolle sehr empfehlenswert.
- Um den Gefäßkontrast der arteriellen Phase ebenfalls an das Gewicht anzupassen, empfiehlt sich eine Erhöhung des Flow

Kontrastmittelvolumen Abdomen CT (Leberkontrast) 360 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

2. Kontrastmittelprotokoll anpassen

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang

Probeschicht für Bolustracking

- ROI in Aorta descendens (ascendens ist auch ok.)

Bolustracking

- Delay: 15s
- Schwelle: Canon & Philips: 150 - 180 HU ; GE & Siemens: 100 HU

Spirale 1 (Leber spät-arteriell)

- Delay: 8s

Spirale 2 (Leber portalvenös)

- Delay 45 s

Medium	Flow	Volumen
KM	4,0 ml/s	140 ml
NaCl	4,0 ml/s	40 ml



Abdomen-CT Reduzierter Flow

Situation

- Patient:
 - Schlechte Venen
 - Nur blaue Verweilkanüle
 - Maximal möglicher Flow: 2 ml/s

- Fragestellung:
 - CT Abdomen-Becken CT portalvenös
 - Staging

- Verfügbares Protokoll:
 - CT - Abdomen-Becken

Protokoll

Übersichtsradiogramm

- 500 mm lang Probeschi

Spiralakquisition

- Delay: 75s
- 16x 1,2 mm
- 120 kV
- PITCH: 0,8
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

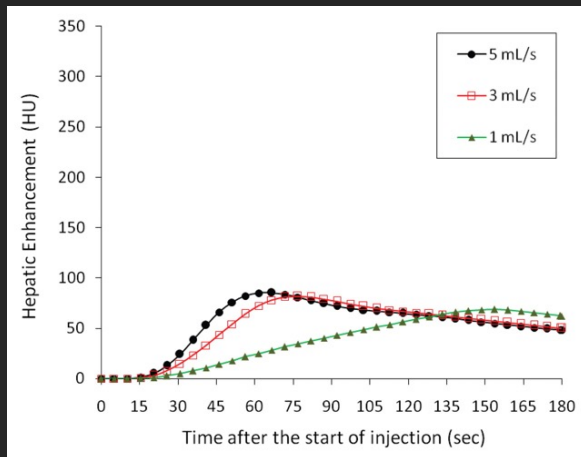
Medium	Flow	Volumen
KM	3,0 ml/s	Gewichtsadaptiert
NaCl	3,0 ml/s	40 ml

Lösung

Abdomen-CT

Reduzierter Flow

- Flow auf 2 ml/s reduzieren
 - Durch den geringeren Flow bedarf es einer längeren Zeit bis die portalvenöse Phase erreicht ist.
- Delay um so viele Sekunden erhöhen, wie die Injektion länger dauert



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

Strategie 2

- Gewichtsadaptierte Kontrastmittelmenge am Injektor einstellen. (z.B. 100 ml)
- Gewünschten Flow einstellen (z.B. 2,0 ml/s)
- Injektionsdauer für die KM-Injektion am Injektor ablesen
 - In diesem Fall 50 s
- Injektionsdauer der KM-Injektion + 40s = Delay für die portalvenöse Phase (gerechnet vom Beginn der KM-Injektion)
 - In diesem Beispiel: 50 s + 40s = 90s

Strategie 2

- Gewichtsadaptierte Kontrastmittelmenge am Injektor einstellen. (z.B. 100 ml)
- Gewünschten Flow einstellen (z.B. 2,0 ml/s)
- Injektionsdauer für die KM-Injektion am Injektor ablesen
 - In diesem Fall 50 s
- Injektionsdauer der KM-Injektion + 40s = Delay für die portalvenöse Phase (gerechnet vom Beginn der KM-Injektion)
 - In diesem Beispiel: 50 s + 40s = 90s

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



CT Abdomen-Becken
KM-Reduktion
(z.B. wegen schlechter Nierenwerte)

Situation

- Patient:
 - 100 kg
 - Rosa Verweilkanüle
 - Schlechte Nierenwerte (GFR 35)
- Anforderung:
 - CT Abdomen-Becken portalvenös
 - Möglichst wenig Kontrastmittelvolumen

Protokoll

Übersichtsradiogramm

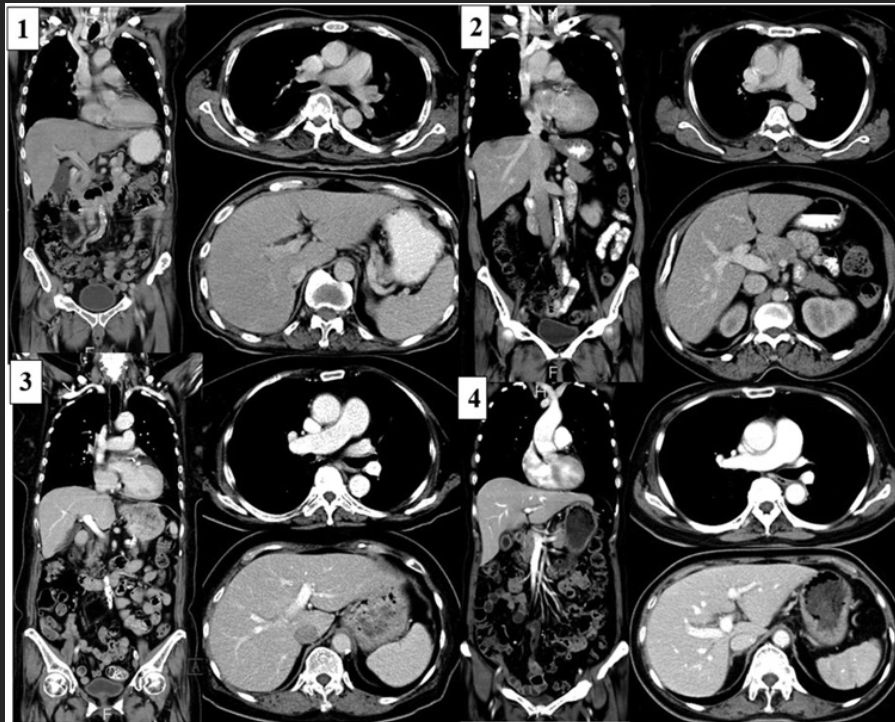
- 500 mm lang

Spiralakkquisition

- Delay: 75s
- 64 x 0,6 mm oder 80 x 0,5 mm (40 mm Detektorbreite)
- PITCH: 0,9
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Medium	Flow	Volumen	Zeit
KM (300'er)	Gewichtsadaptiert	Gewichtsadaptiert	30 s
NaCl	wie beim KM	40 ml	

Speziell für eine gute Leber-Parenchym-CT-Diagnostik ist eine Gewichtsadaptierte KM-Protokoll-Anpassung sehr wichtig



<p>Grade 1: POOR <i>(Poor opacification of the IVC)</i> Low image quality that reduces the confidence in making diagnosis</p>
<p>Grade 2: FAIR <i>(Inhomogeneous opacification of the IVC)</i> Moderate image quality enough to make diagnosis</p>
<p>Grade 3: GOOD <i>(IVC was well opacified but not the hepatic veins)</i> Good image quality clearly demonstrating anatomical structures</p>
<p>Grade 4: EXCELLENT <i>(Homogenous opacification of the IVC and hepatic veins)</i> Excellent image quality allow excellent differentiation of even small anatomical structure for easy evaluation</p>

Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences DOI: (10.1016/j.jmir.2021.01.003)

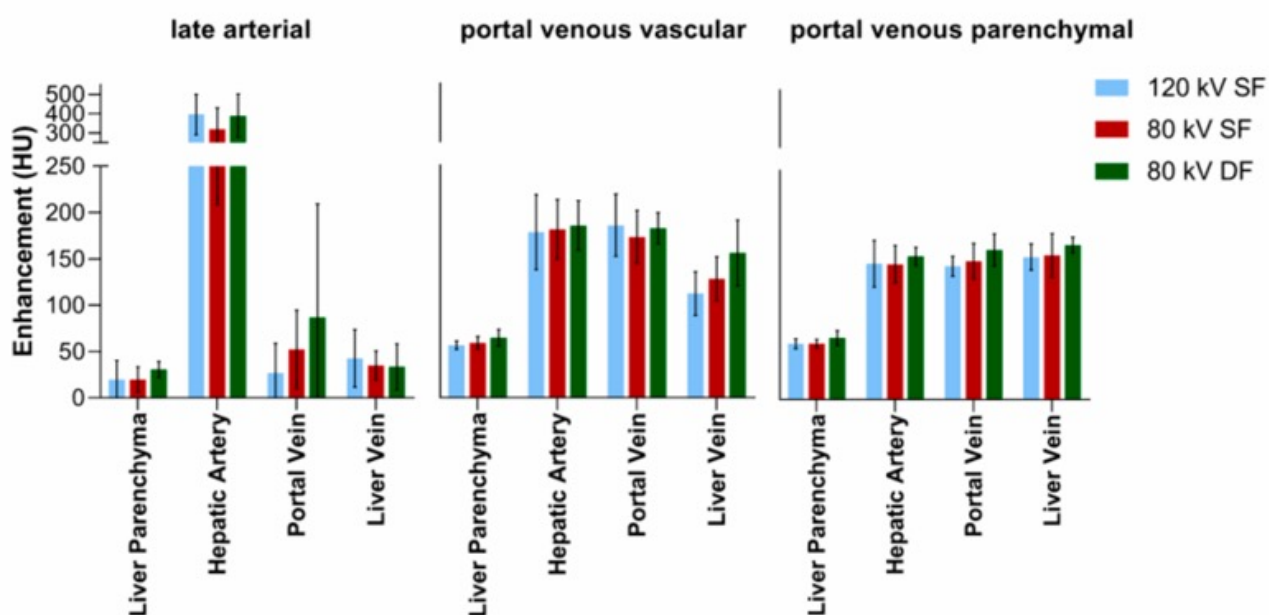


Lösung

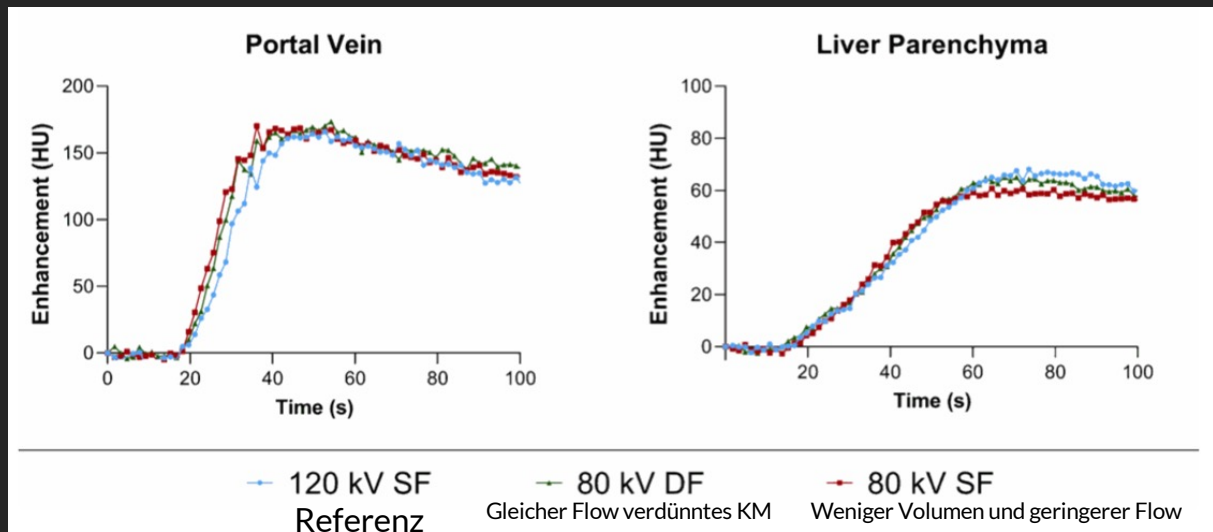
Besserer Kontrast bei geringerer Röhrenspannung

Röhrenspannung [kV]	HU - Wert [%]
80	162
100	124 40%
120	100
140	85

Gleiche Kontrast-Ergebnisse bei 80 kV und 40% KM-Volumen Reduktion



Gleiche Kontrast-Ergebnisse bei 80 kV und 40% KM-Volumen Reduktion



Overhoff, D., Jost, G., McDermott, M. W., Weber, O., Pietsch, H., Schoenberg, S. O. & Attenberger, U. I. (2021). Low kV Computed Tomography of Parenchymal Abdominal Organs—A Systematic Animal Study of Different Contrast Media Injection Protocols. *Tomography*, 7(4), 815–828. <https://doi.org/10.3390/tomography7040069> www.alex-riemer.de

Besserer Kontrast bei geringerer Röhrenspannung



Röhrenspannung [kV]	HU - Wert [%]
80	162
100	124
120	100
140	85

↩ 20%



Strategie 1

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @300'er	4,0	120	00:30
	4,0	40	00:10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 100 kV @ 300'er	3,0	95	00:31
	3,0	40	00:13

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):

	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @ 300'er	4,0	120	00:30
	4,0	40	00:10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 80 kV @ 300'er	2,5	70	00:28
	2,5	40	00:16



Strategie 2

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):

	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @300'er	4,0	120	00 : 30
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 100 kV @ 300'er	4,0	120 (80%KM / 20%NaCl)	00 : 30
	4,0	40	00 : 13

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):

	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @300'er	4,0	120	00 : 30
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 80 kV @ 300'er	4,0	120 (60%KM / 40%NaCl)	00 : 30
	4,0	40	00 : 13



Strategie 3

Kontrastmittelvolumen Abdomen CT (Leberkontrast) 360 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

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):

	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @300'er	4,0	120	00:30
	4,0	40	00:10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 100 kV @400'er	2,5	70	00:28
	2,5	40	00:16

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):

	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @300'er	4,0	120	00:30
	4,0	40	00:10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 80 kV @400'er	2,0	55	00:28
	2,0	40	00:20

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):

	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @300'er	4,0	120	00 : 30
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 100 kV @ 400'er	3,0	90 (80%KM / 20%NaCl)	00 : 30
	3,0	40	00 : 13

Bestehendes Kontrastmittelprotokoll an das Patientengewicht anpassen (100 kg Patient):

	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Basisprotokoll 120 kV @300'er	4,0	120	00 : 30
	4,0	40	00 : 10



	Flow (ml/s)	Volumen (ml)	Dauer
Adaptiert 80 kV @ 400'er	3,0	90 (60%KM / 40%NaCl)	00 : 30
	3,0	40	00 : 13



CT bei Metallimplantaten

Situation

- Patient:
 - Z.n. TEP
- Fragestellung:
 - CT Hüften bei Frage TEP Lo
- Verfügbares Protokoll:
 - CT Becken knöchern



Übersichtsradiogramm

- 350 mm lang

Spiralakkquisition

- Delay: **Minimum**
- 120 kV
- 16 x 1,2 mm
- PITCH: 1,37
- Rotationsgeschwindigkeit: 0,5 s

Lösung

Hilfreiche Protokolleinstellungen bei Metallimplantaten

Höchste verfügbare Röhrenspannung !!!!

- z.B. 130 kV; 135 kV oder 140 kV
- auch bei Verwendung einer MAR-Software

Langsame Rotationszeit verwenden

- z.B. statt 0,5 s, Rotationsgeschwindigkeit 0,75s oder 0,8 s verwenden

Geringen PITCH verwenden

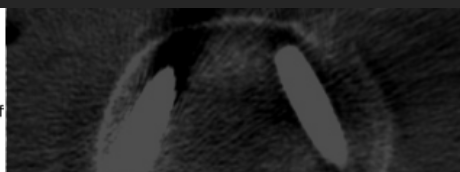
- Der Pitch sollte unter 1 liegen (z.B. 0,8)

Geringe Kollimation verwenden

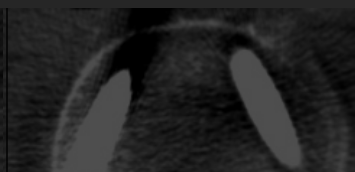
- Je dünner die Kollimation, desto geringer die Metallartefakte
- Grund-> geringer Partial-Volumen-Effekt

Röhrenspannung für Metall-Artefaktreduktion

16 Zeilen-CT,
120 kV, 30 mAs_{eff}



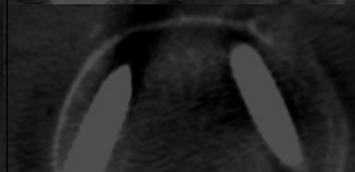
16 Zeilen-CT,
140 kV, 30 mAs_{eff}.



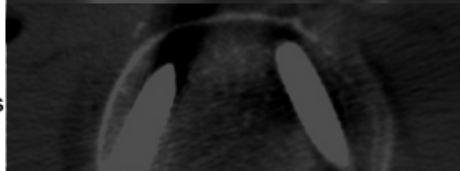
16 Zeilen-CT,
120 kV, 90 mAs_{eff}



16 Zeilen-CT,
140 kV, 90 mAs_{eff}.



16 Zeilen-CT,
120 kV, 150 mAs

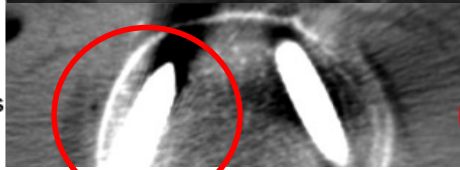


16 Zeilen-CT,
140 kV, 150 mAs_{eff}.



≈ gleicher CTDI wie bei
120 kV und 210 mAs

16 Zeilen-CT,
120 kV, 210 mAs



16 Zeilen-CT,
140 kV, 210 mAs_{eff}.

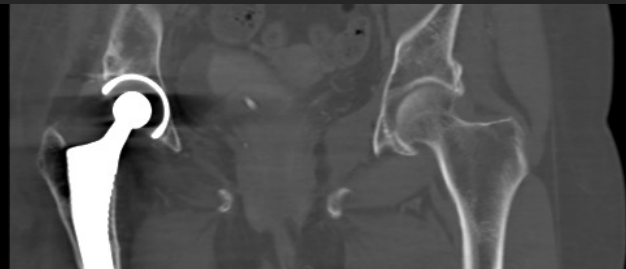
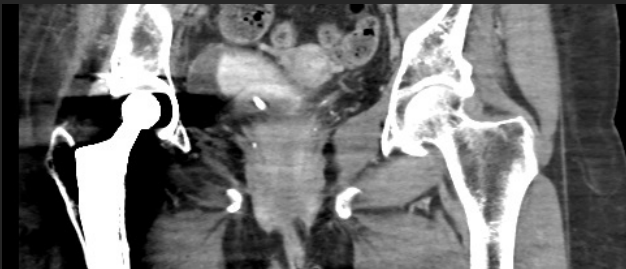
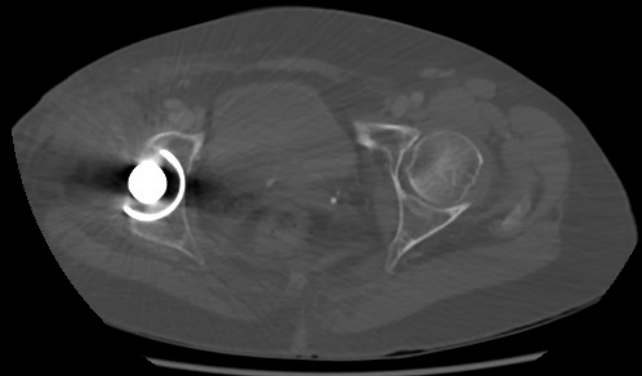


Dissertation

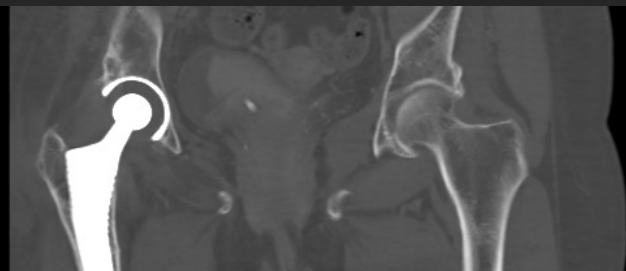
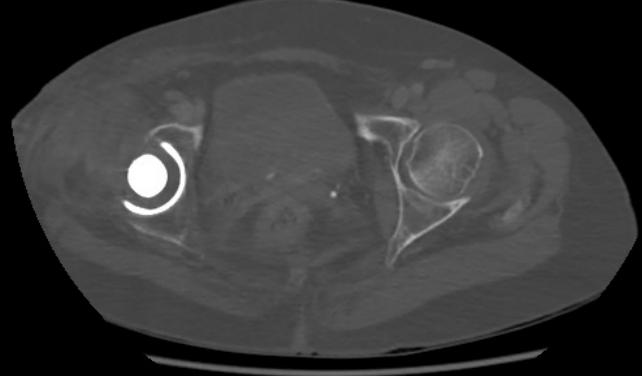
Einfluss der Effektivdosis in der Multi-slice-
Computertomographie auf die Bildqualität sowie
Lagebestimmung von Osteosynthesematerial
in Wirbelkörpern

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der medizinischen Fakultät der Universität Hamburg
vorgelegt von Christian Bormann aus Hamburg

Ohne Metal Artefact Reduction



Mit Metal Artefact Reduction

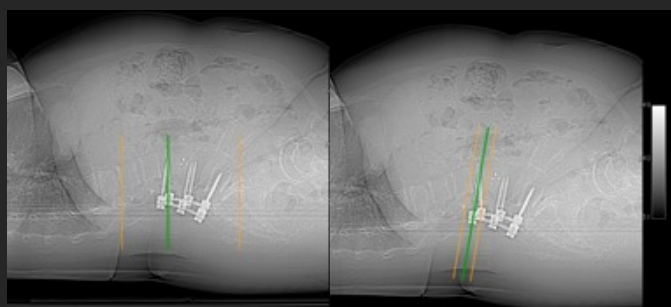


Reduktion von Metallartefakten in der LWS durch Gantrykipfung

*Achtung –
Bei allen Canon-CT's möglich!
ansonsten nur bei wenigen anderen CT's umsetzbar
MAR-Software nur bei gerader Ganty funktionsfähig*

*Danke an
Angelika Kreuser
Sie hat meine Idee erfolgreich auf Tauglichkeit getestet und mir die
Bilder zur Verfügung gestellt*

Ohne Kippung gefahren



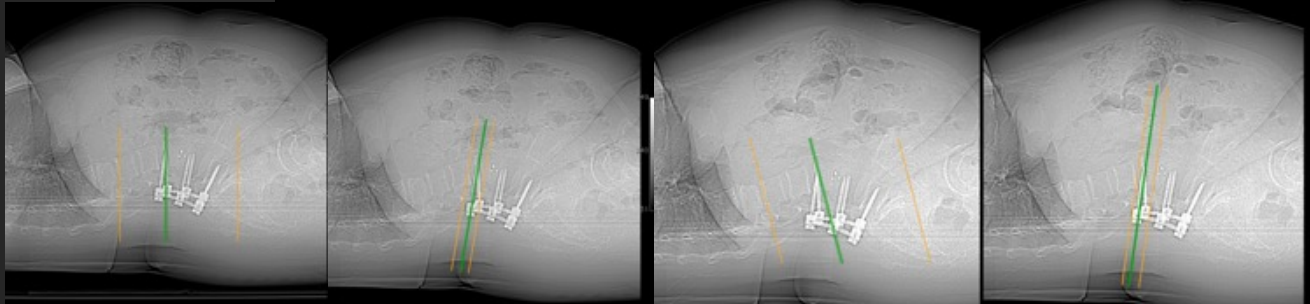
gescannt

Rekonstruiert



Ohne Kippung gefahren

Mit Kippung gefahren

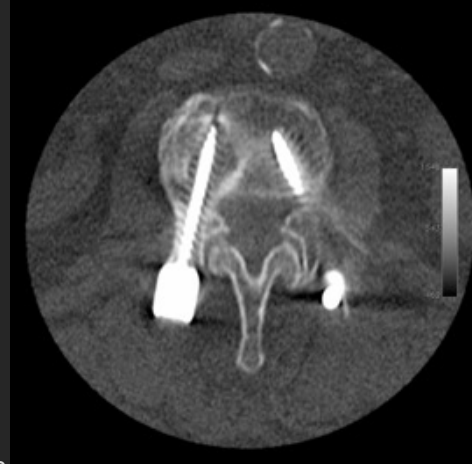


gescannt

Rekonstruiert

gescannt

Rekonstruiert



www.alex-riemer.de

191

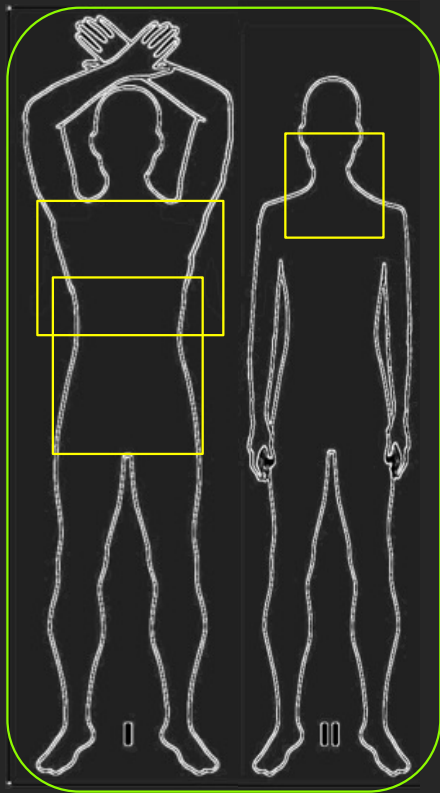


*CT Hals - Thorax -
Abdomen - Becken*

www.alex-riemer.de

192

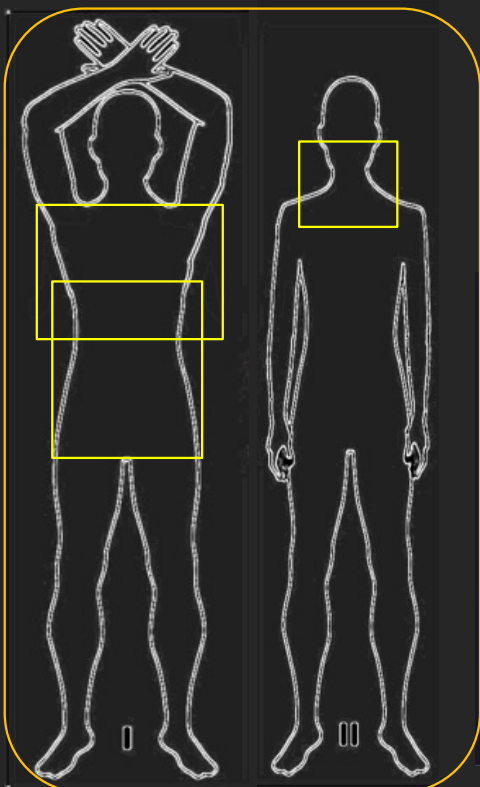
CT Hals - Thorax - Abdomen-Becken Variante 1 (mein Favorit)



1. Thorax + Oberbauch arteriell
2. Abdomen - Becken venös
3. Arme umlagern + neues Übersichtsradiogramm
4. CT-Hals (30 ml KM @ Delay 35 s)

www.alex-riemer.de

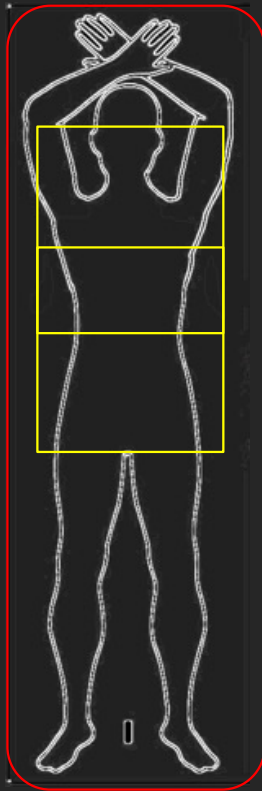
CT Hals - Thorax - Abdomen-Becken Variante 2 (Achtung Dosis beim Hals CT)



1. Thorax + Oberbauch arteriell
2. Abdomen - Becken venös
3. Arme umlagern (kein neues Übersichtsradiogramm)
4. CT-Hals (30 ml KM @ Delay 35 s)

www.alex-riemer.de

CT Hals - Thorax - Abdomen-Becken Variante 3 (Achtung Dosis beim Hals CT)

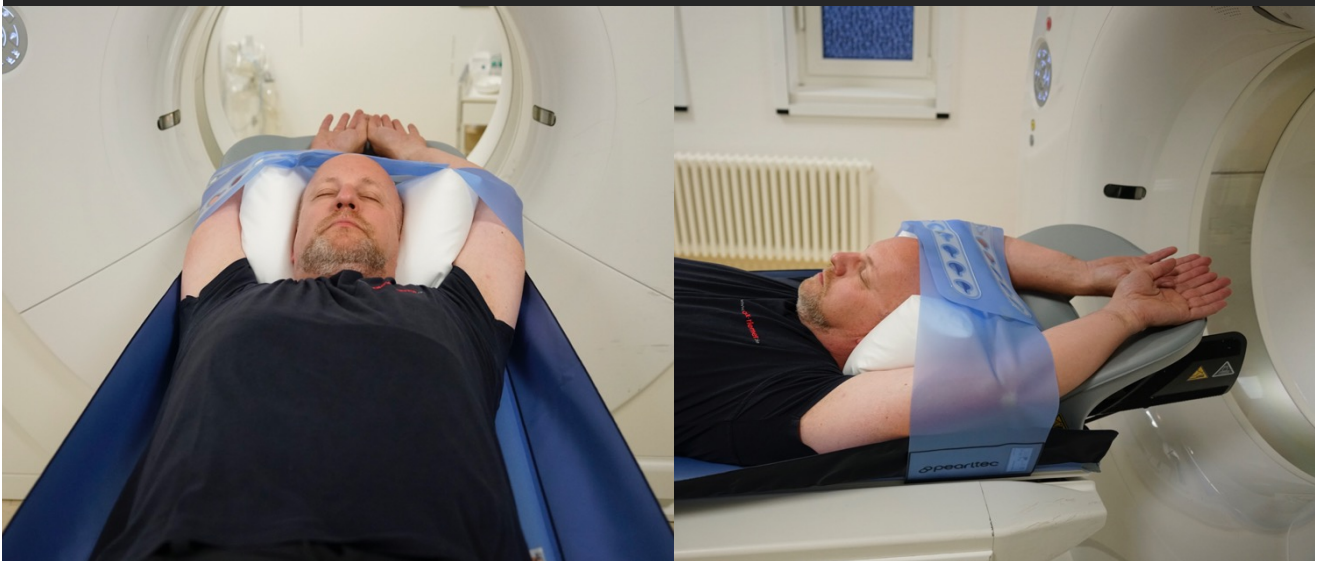


1. Oberbauch arteriell
2. Hals - Thorax - Abdomen - Becken venös

Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
1 Gewichts-adaptiert ml	100 %	Gewichts-adaptiert ml/s	20 s
2 40 ml	0 %	Gewichts-adaptiert ml/s	10 s

KM: 190 ml, NaCl: 180 ml
 Drucklimit: 21 bar
 Kontrastmittel wählen: Ellenbeuge, i.v., r.
 System entlüftet, Einheit geschwenkt, Injektor aktivieren

CT Hals - Thorax - Abdomen - Becken



Wenn man bei der CT Hals - Thorax - Abdomen - Becken die Arme oben lassen möchte, um den Hals zu scannen, werden durch Lagerungskissen zwischen Hals und Arme, mögliche Artefakte reduziert.



190 cm @ 286 kg
CT Hals-Thorax-Abdomen venös

www.alex-riemer.de

197

Patient:
190 cm @ 286 kg

Untersuchung:
CT Hals-Thorax-Abdomen venös

CT:
**Siemens Definition AS+ mit
Schwerlastplatte.**

Er hat gute Nierenwerte.



Testlauf um zu sehen ob der Patient rein bzw. durchpasst. Leider kann er nur einen Arm über den Kopf nehmen.

www.alex-riemer.de

198

Protokollanpassungen

- Röhrenspannung:
 - Wenn möglich **nicht über 120 kV**
- Pitch
 - Reduzieren (in diesem Beispiel : Pitch 0,35)
- Rotationsgeschwindigkeit:
 - Wenn möglich verlangsamen – z.B. von 0,5s -> 1,0s
 - In diesem Fall wurde darauf verzichtet
- KM-Volumen
 - 1ml/kg Körpergewicht (hier hat man sich für 250 ml entschieden, auch wenn der verwendete Ulrich Injektor auch größere Injektionsvolumina ermöglicht)
- Start Delay (venöse Phase)
 - Start des Scans 35-40 s nach Beendigung der Injektion
 - In diesem Beispiel: 64s Injektionsdauer + 40 s = 105 s Gesamt Delay

KM Protokoll

16:29
22.07.2021

KM

190 ml

NaCl

180 ml

MEDTRON

Drucklimit **21 bar**

	Volumen	Konzentration KM	Förderrate	Injektionsdauer
1	250 ml	100 %	4,0 ml/s	63 s
2	40 ml	0 %	4,0 ml/s	10 s

Kontrastmittel wählen

Ellenbeuge, i.v., r.

System entlüftet

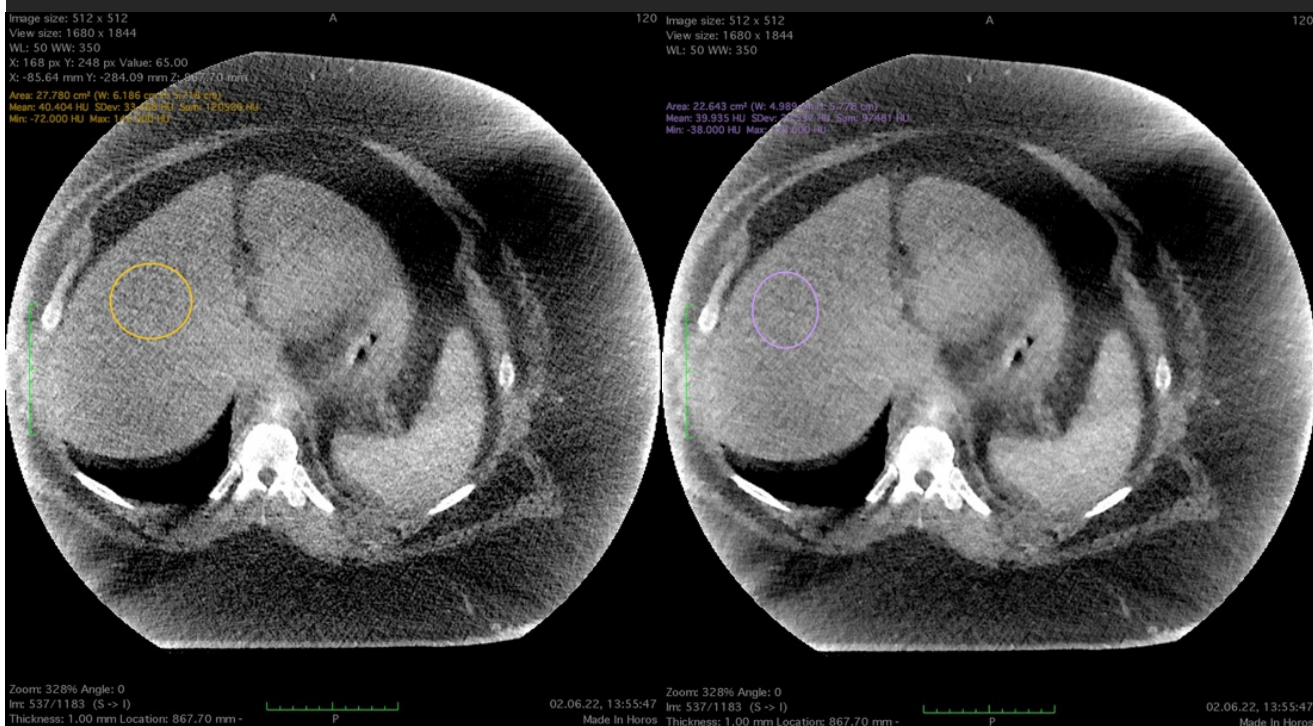
Einheit geschwenkt

Injektor aktivieren

Anpassung der Rekonstruktionsaufträge

- Bei CT-Scannern mit iterativer Rekonstruktion ist es ratsam, die Datensätze zusätzlich mit einer möglichst hohen Iterationsstufe zu berechnen.
 - AIDR/AICE: Standard → Strong
 - ASIR: 40% → 80%
 - Idose: Level 3 → 5-7
 - SAFIRE: Stufe 3 → 5
 - Admire: Stufe 3 → 5

1mm Safire 3 vs. 5



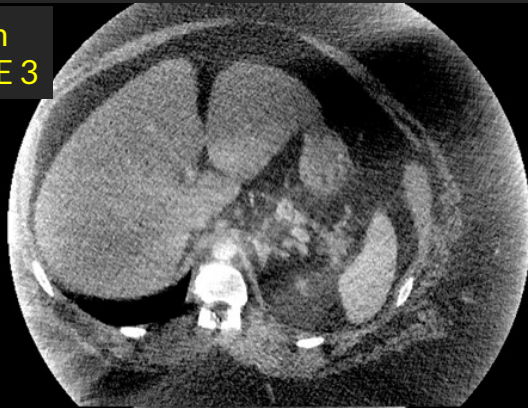
SAFIRE Stufe 3 SD: 72

SAFIRE Stufe 5 SD: 38

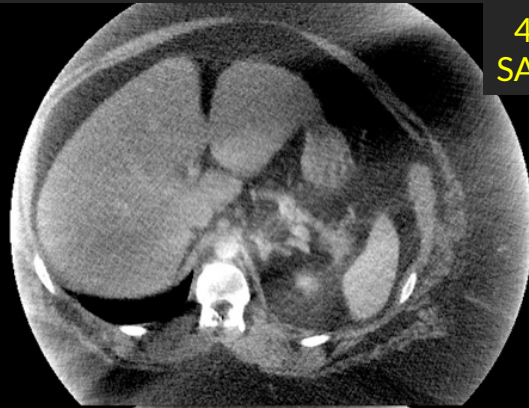


Anpassung von Iterationslevel und Schichtdicke

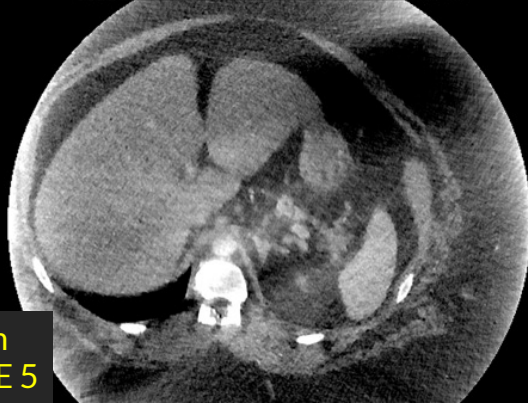
1mm
SAFIRE 3



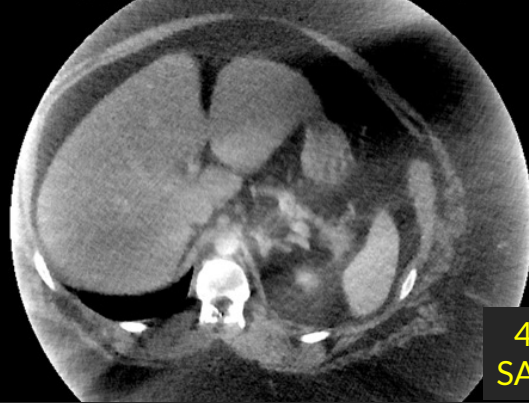
4,5mm
SAFIRE 3



1mm
SAFIRE 5



4,5mm
SAFIRE 5



Herz-CT
Ein spannender Fall
aus dem Alltag

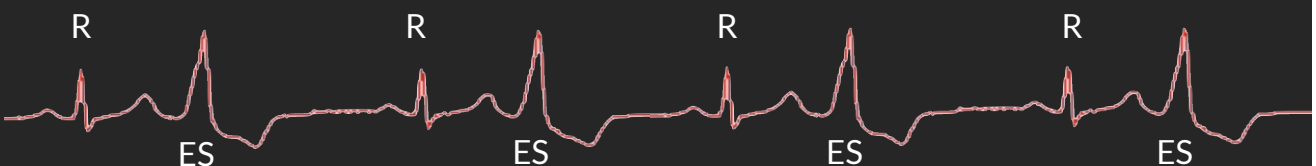
Herz-CT – die besondere Patientin

- Patientin 57 Jahre
- Starke Raucherin
- Seit kurzem einen Ruhepuls von über 100 bpm
- Fühlt sich schwach
- Wurde vom Kardiologen zum Herz-CT überwiesen
- Nach Anlegen des EKG's:
 - Minimale HF 41 bpm maximale HF 123 bpm



Herz-CT – die besondere Patientin

- Patientin 57 Jahre
- Starke Raucherin
- Seit kurzem einen Ruhepuls von über 100 bpm
- Fühlt sich schwach
- Wurde vom Kardiologen zum Herz-CT überwiesen
- Nach Anlegen des EKG's:
 - Minimale HF 41 bpm maximale HF 123 bpm



Herz-CT – die besondere Patientin

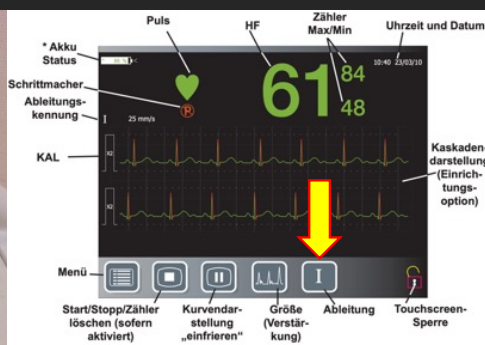
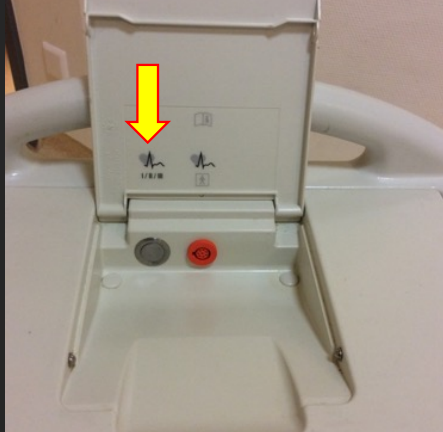
- Patientin 57 Jahre
- Starke Raucherin
- Seit kurzem einen Ruhepuls von über 100 bpm
- Fühlt sich schwach
- Wurde vom Kardiologen zum Herz-CT überwiesen
- Nach Anlegen des EKG's:
 - Minimale HF 41 bpm maximale HF 123 bpm

Was tun?



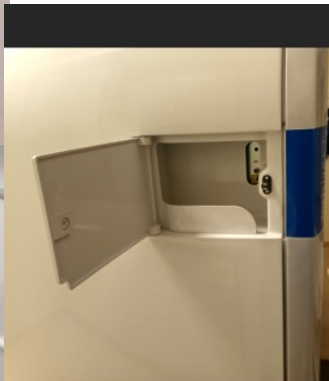
Wechseln zwischen den Ableitungen -> hatte keinen Erfolg

Siemens – Flash / Force/AS+



Externer EKG Monitor
LifePulse 110
z.B. Canon / Toshiba /
GE/ Philips

Go TOP seitl. am Tisch



Welche Scantechnik ist für diese Patientin die richtige?



Prospektiv

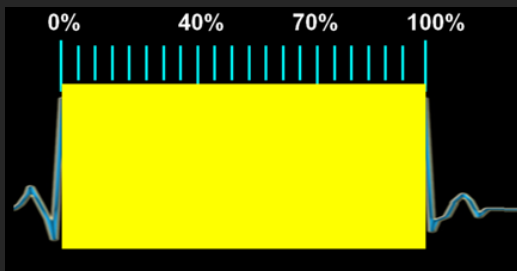
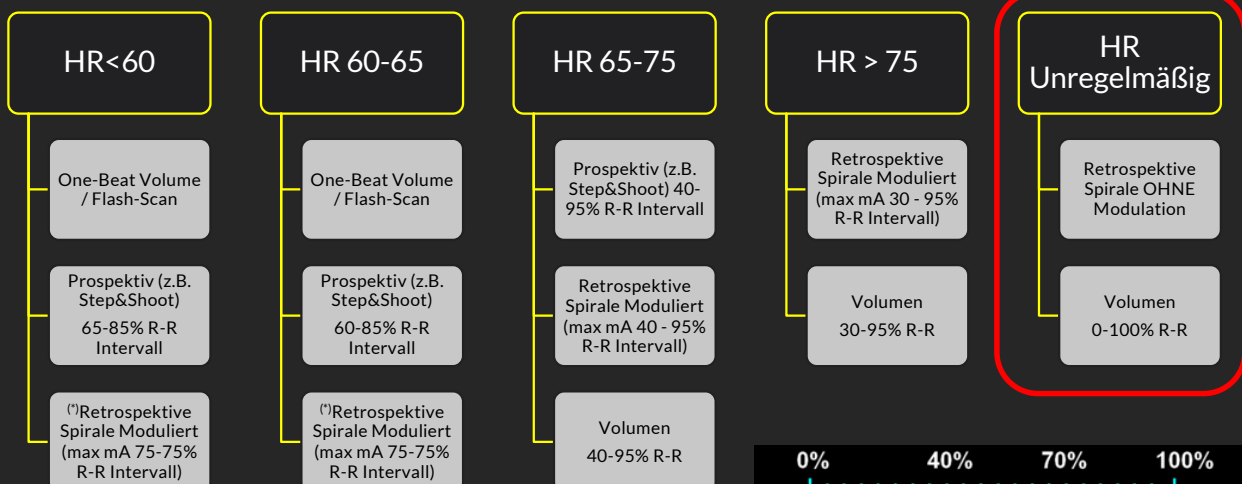


Retrospektiv - moduliert



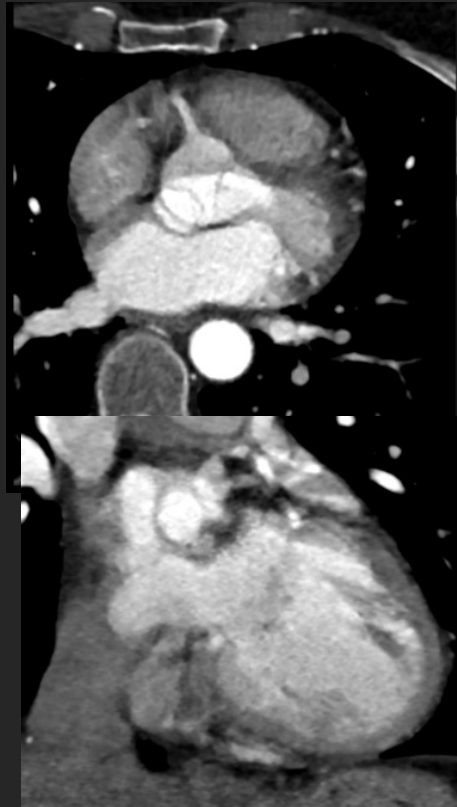
Retrospektiv - Kontinuierlich

Passende Scantechnik Retrospektiv ohne Modulation 0-100 % R-R intervall



(*) nur dann, wenn keine prospektive Scantechnik am CT zur Verfügung steht.

Ergebnis



www.alex-riemer.de

211

EKG Editor – Beispiel Canon / Toshiba

The screenshot displays the Aquilion EKG Editor software interface. The top menu bar includes File, Transfer, View, Abort, #44 / 1572, Skip, Update, and Quit. The main window shows a list of scan slices (12, 13/R-1a1, 14/R-1a1, 6/CE/CTA, 9000/CE/SUMMARY, 9001/CE/SR) with corresponding axial and sagittal views. The right side shows a large preview window with technical parameters: M (180.00), 100kV/ 107mAs/EC+P, 0.4s/0.5mm/0.5x64, 48.80mm, +0.00, HP 18.3, R, CTA, SEGMENT, 762ms/60.12bpm, SUFFF/VPF, KM IV./00.30.4, YCOT-/FCB/AOR/3D-STD/C, Aquilion, Main/3D/Plane KT Drex/ Miller, Gelardi, Wittkamp. The bottom control panel includes Helical Parameters (HP 18.30(PF:0.286) Scan Slice Thickness 0.5 mm Couch speed 9.15 mm/rot, Interpolation method: MUSCOT + TCDF, Volume, Position -3.0 CAP/AC SELECTION, S -3.0 Inase Selector E 129.0 Inase Selector, Slice Thickness 0.5 mm Interval 0.25 mm, Number of Images 529 (Max. 529), EKG Getting, Recon. Mode Segment EKG Edit, Cardiac Phase CTA CFA PhaseKact, Best Phase (61 - 82), and Reconstruction Parameters (Main Detail, Application Type CAP/AC CTA, Horiz CTA, Transfer CTA, Auto View, Zooming: Current, Set ROI, Size 180.0 mm (1.78), Delete, Center X 331 Y 227, ROI Disp.). A yellow arrow points to the 'EKG Edit' button.

www.alex-riemer.de

EKG Editor – Beispiel Canon / Toshiba

The screenshot shows the Aquilion EKG Editor interface. The top left displays the date 'Sep 13 18:05 2017' and scan parameters 'Vol. 301400 / Imp. 40398'. The main window shows a list of scan slices (12, 13/Re1, 14/Re1) and a large CT scan image of the heart. The bottom section features an EKG trace with a yellow arrow pointing to a 'C' button. The interface includes various toolbars and a 'Recon Mode' section with options like 'CFA' and 'R-R Range'.

www.alex-riemer.de

EKG Editor – Beispiel Canon / Toshiba

The screenshot shows the Aquilion EKG Editor interface for a scan on 'Apr 16 12:32 2021'. The top left displays 'Vol. 9600 / Imp. 96250'. The main window shows a list of scan slices (2, 7/CE, 6, 4/CScore, 5/WT, 8/CEWT) and a large CT scan image of the heart. The bottom section features a 'Scan Sequence' table, a 'Recon. Details' panel, and an EKG trace with a yellow arrow pointing to a 'C' button.

No. Select	Start Time	Wait	Start Pos.	End Pos.	Scan Mode
1	D	***	0.0	6.0	S&V
2	D	***	0.0	***	SureStart
3	D	0.0	6.0	111.0	Helical

The 'Recon. Details' panel includes fields for 'Slice Thickness' (0.5), 'Slice Interval' (0.3), 'Start Position' (6.0), 'End Position' (111.0), 'Recon Mode' (D-FOV), 'Cardiac Phase' (CFA, PhaseXact), and 'Best Phase + Window' (26 - 83).

www.alex-riemer.de

EKG Editor – Beispiel Canon / Toshiba

www.alex-riemer.de

EKG editieren (hier am Beispiel Siemens Syngo)

Herzfrequenz (bpm) Min: 60 Max: 127 MW: 86
 • 120 • 60 • 127 • 60 • 123 • 63 • 120 • 67 • 116 • 73 • 103

Herzfrequenz (bpm) Min: 60 Max: 127 MW: 86
 • 120 • 60 • 127 • 60 • 123 • 63 • 120 • 67 • 116 • 73 • 103

Herzfrequenz (bpm) Min: 41 Max: 45 MW: 43
 • 44 • 43 • 43 • 43 • 120 • 69 • 117 •

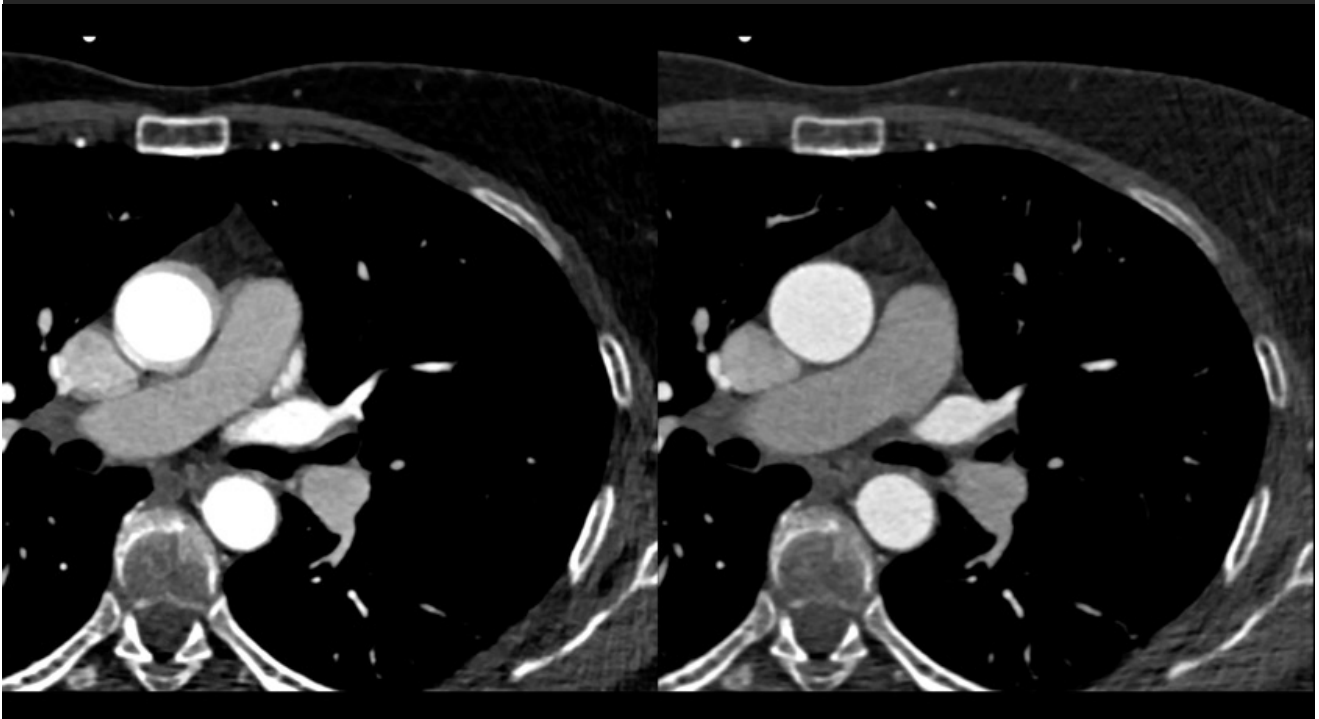
Rekonstruktion alle Phasen in 5% Schritten

The screenshot shows the Aquilion PRIME software interface. The top panel displays a list of scan parameters and a list of reconstructed slices. The main window shows a 3D reconstruction of the heart. The bottom panel contains an ECG trace and a heart rate (HR) graph. In the 'Cardiac Phase' section, the 'CFA' button is highlighted with a yellow arrow. Other buttons include 'CTA', 'Best Phase', and 'Systole'.

Rekonstruktion alle Phases in 5% Schritten

The screenshot shows a software interface with two main panels. The top panel displays two axial CT slices of the heart. The bottom panel shows an ECG trace with a heart rate graph. In the bottom right corner, the 'BestPhase' and 'Rekon' buttons are highlighted with yellow arrows. The 'Rekon' button is labeled 'Rekon mono 150 ms'.

*Vergleich vor und nach EKG Edition
und Rekonstruktion von 20 Phasen*



Vor EKG Editierung und
Best Diastoly Recon

www.alex-riemer.de

Nach EKG Editierung und
Auswahl einer der 20 Phasen

219



*CTA-Halsgefäße
Was ist passiert?*

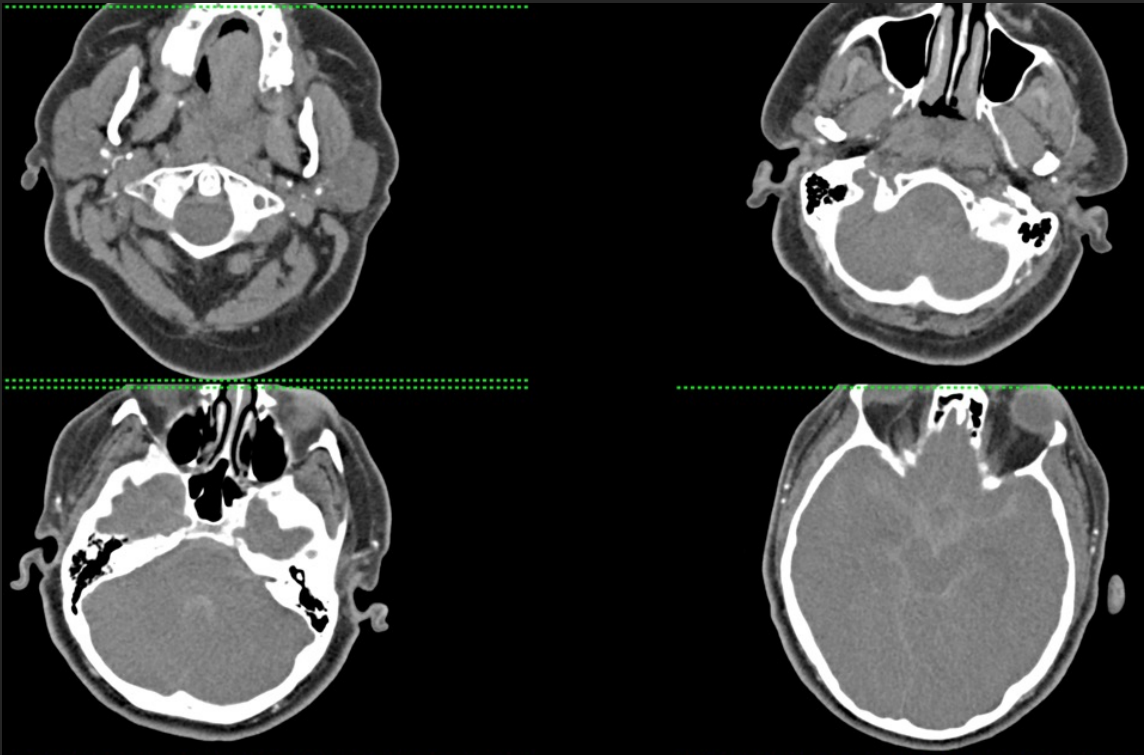
www.alex-riemer.de

220

CTA-Hals-Kopf Gefäße



Kein KM in den Hirngefäßen – warum?



Abbruch des KM in den Halsgefäßen auf Höhe HWK 1/2

