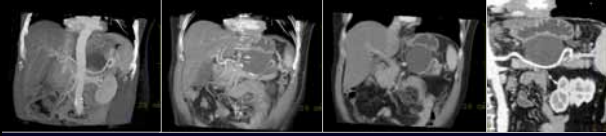


## Kontrastmittelapplikation in der MD-CT



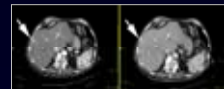
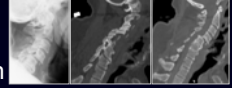
Prof. Andrik Aschoff, Ulm

FISI 2007, Frankfurt 5.10.2007



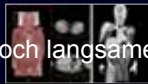
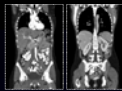
## Vorteile der Spiral-CT

- Kontinuierliche Akquisition in Atemstillstand
  - Leber
  - Lunge
- 3D-Daten zur Nachverarbeitung
  - MPR - z.B. Wirbelsäule
  - MIP - CT-Angio
- Kürzere Untersuchungszeiten
  - Scannen während einer spezifischen Kontrast-Phase (arteriell, portalvenös, etc.)
  - Höherer Patienten-Durchsatz



## Vorteile der MD-CT

- Scan schneller (und nicht dicker!)
  - Herz (Calcium-scoring)
  - Kinder
  - Schwerkranke Patienten
  - CT-Angio (periphere Becken-Beine etc.)
  - Perfusions-Analysen
- Scan dünner (und nicht langsamer!)
  - Herz (Koronar-CT-Angiographie)
  - Lunge
  - Pankreas
  - CT-Angio (Lungenembolie, Aortenstent etc.)
  - CT Kolonographie
  - Computer Aided Surgery
- Scan länger (& weder dicker noch langsamer!)
  - Trauma



## Gretchenfragen der MD-CT Untersuchungstechnik

- Wie lang?
- Wie schnell?
- Wie dünn?
- Welche Dosis?
- Wieviel Phasen?
- Welches KM-Protokoll?
- Welche Nachverarbeitung?



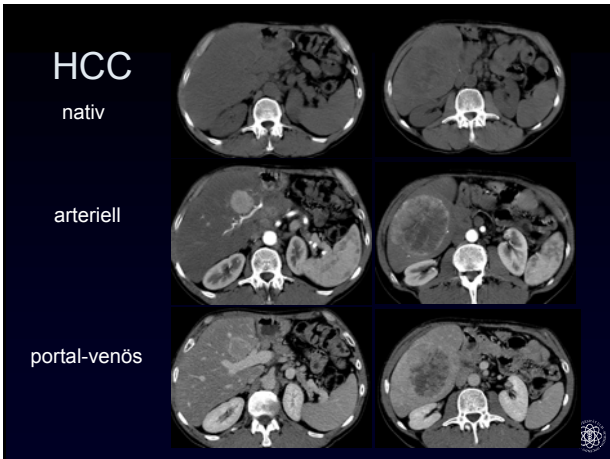
## Spiral-CT versus MD-CT



## auf dem Weg zu mehr Zeilen...

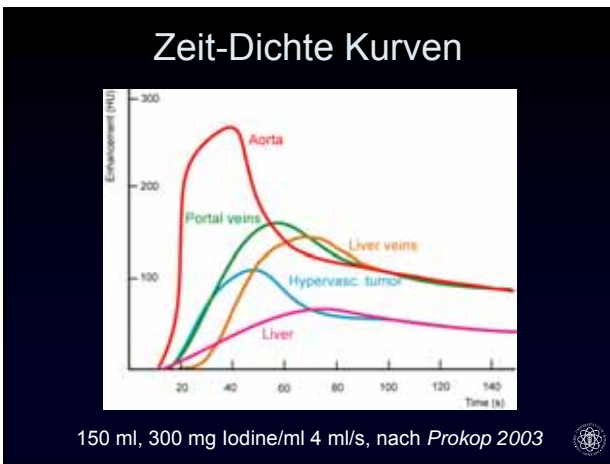
- KM Protokolle
  - besseres Timing
    - Bolustracking obligat
  - Schärfere Bolus
    - 2 Kolben Injektor mit NaCl Flush
    - Höhere Iod Konzentration
- Work flow optimieren
- Daten Management organisieren





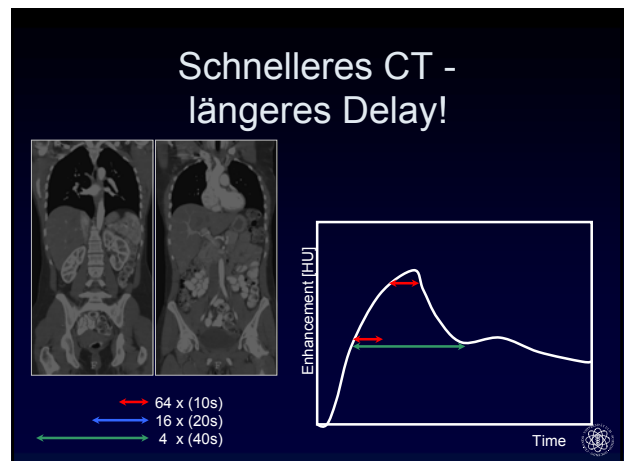
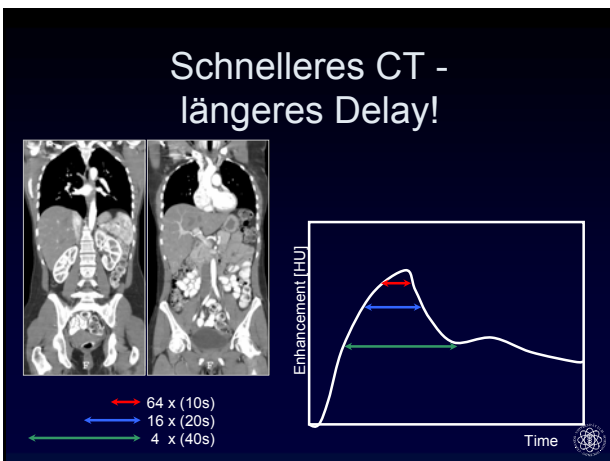
### KM-Injektions Parameter

- Iod Menge
  - Volumen
  - Iod Konzentration
- Iod Administrations-Rate (Flux)
  - Injektionsrate
  - Iod Konzentration
- NaCl Chaser
- Scan Delay = Injektionsverzögerung

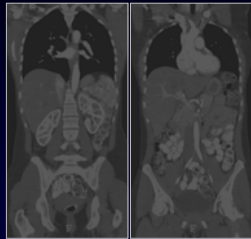


### Verständnisfrage

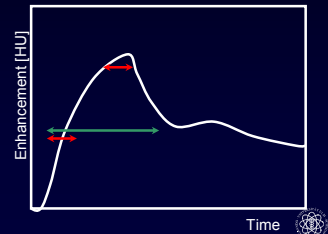
- Am 4x dauert ein Scan der Aorta z.B. 25 s. Die arterielle Phase wird z.B. nach 28s gestartet und ergibt einen guten arteriellen Kontrast.
- Am 16x dauert der gleiche Scan 10s.
- Wann starten wir die art. Phase am 16x?
  - Früher
  - Später
  - Gleich



## Schnelleres CT - längeres Delay!

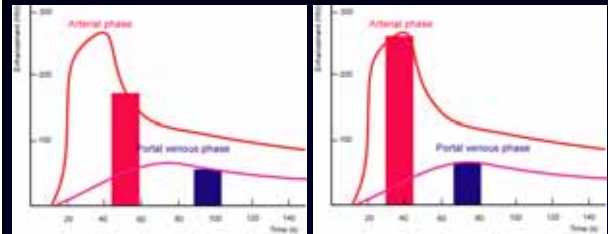


← 64 x (10s)  
← 16 x (20s)  
← 4 x (40s)



## Bolus Geometrie und CT Protokoll müssen zusammen passen!

Beispiel: 18s Biphasischer Scan  
 Art. (PV) 170 (70) HU vs. 260 (80) HU

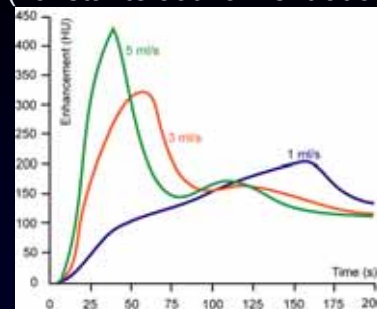


## Key facts “Shaping the arterial bolus”

- Arteriell Enhancement ist proportional zur Iod Administrations-Rate
  - mg I / ml (Iod Konzentration)
  - mL / s (Injektions-Rate)
- Arteriell Enhancement nimmt mit längerer Injektionsdauer zu
  - längeres Delay -> stärkeres Enhancement!

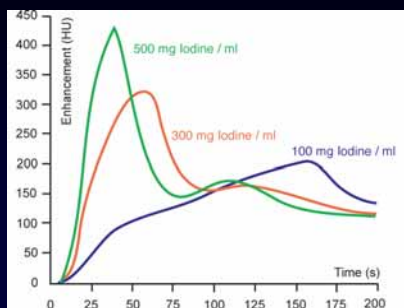
Fleischmann D

## Einfluss der Injektions-Rate (konstante Jodkonzentration)



Bolushöhe ↑, Bolusbreite ↓; nach Bae

## Einfluss der Iodkonzentration (konstante Injektionsrate)



## Ist es wirklich nur „Flux“? Ja!!!

- 70 Patienten, randomisiert in 2 Gruppen:
  - 300 mg Iod / mL
  - 370 mg Iod / mL
- Identische Iod Menge: 600 mg/kg KG
- Identische Injektionsdauer: 30 s
- Identisches Enhancement von Aorta, Pfortader und Leber in allen Phasen !!!

Suzuki, *European Radiology* (2004) 14; 2099 - 2104

## Frage...

- Wie groß ist der Innen-/Aussendurchmesser von einer rosa Braunüle?
- Welchen Fluß bekommen wir durch eine rosa Braunüle?



## i.v. Zugänge



Gauge	22	20	18	17	16
Außen Ø (mm)	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7
Innen Ø (mm)	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
ml/sec., ml/min.	0,5/31	0,9/54	1,3/80	2,1/125	3,0/180
Injektion (ml/sec.)	1-2	2-4	3-7	8-15	10-20

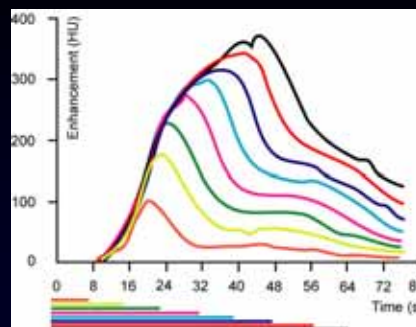


## Verständnisfrage

- Am 16x CT dauert ein Scan der Aorta z.B. 20 s.
- Die arterielle Phase wird z.B. nach 25s gestartet und ergibt einen guten arteriellen Kontrast.
- Um den Kontrast weiter zu verbessern erhöhen wir die KM-Menge von 80 auf 100 ml.
- Wann starten wir die arterielle Phase?
  - Früher
  - Später
  - Gleich



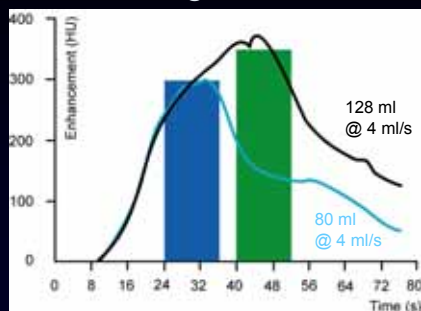
## Einfluss der Injektionsdauer



8x 16 ml @ 4 ml/s; nach Fleischmann 1999



## Wer länger injiziert, muss länger warten!!!



12s scan; 300 HU @ 24s delay; 340 HU @ 40s delay



## Key facts

### “Shaping the arterial bolus”

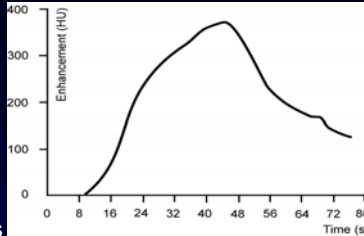
- Arteriell Enhancement ist proportional zur Iod Administrations-Rate
  - mg I / ml (Iod Konzentration)
  - mL / s (Injektions-Rate)
- Arteriell Enhancement nimmt mit längerer Injektionsdauer zu
  - längeres Delay -> stärkeres Enhancement!

Fleischmann D



### Arterieller Kontrast: von 300 mg Iod /mL zu 370/400 mg Iod /mL

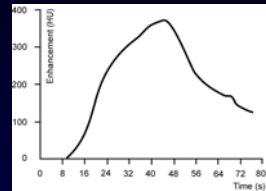
- Konstantes
  - Volumen
  - Injektionsrate
- Ergibt
  - Höheren Bolus
  - Breiteren Bolus



120 ml @ 4 ml/s (300 mg I) -> 120 ml @ 4 ml/s (400mg)

### Arterieller Kontrast: von 300 mg Iod /mL zu 370/400 mg Iod /mL

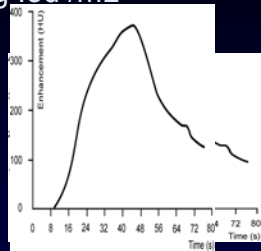
- Konstante
  - Iodmenge
  - Injektionszeit
- Ergibt
  - Gleiche Bolushöhe
  - Gleiche Bolusbreite



120 ml @ 4 ml/s (300 mg I) -> 90 ml @ 3 ml/s (400mg)

### Arterieller Kontrast: von 300 mg Iod /mL zu 370/400 mg Iod /mL

- Konstante
  - Iodmenge
  - Injektionsrate
- Ergibt
  - Höheren Bolus
  - Schmaleren Bolus



120 ml @ 4 ml/s (300 mg I) -> 90 ml @ 4 ml/s (400mg)

### Mein Tipp...

- Für verschiedene Protokolle in der Routine nicht das KM wechseln!
- Bei einem schnellen CT immer hochkonzentriertes KM verwenden
- Wenn für ein Protokoll eine niedrige Iodrate ausreichend scheint, einfach Fluß senken

### Iod Menge und Patientengewicht

- Höhe der Boluskurve (peak)
  - Schwerere Patienten brauchen mehr Iod
- Form der Boluskurve (timing)
  - Kein signifikanter Einfluß
- Daumenregel
  - Leber, 50 HU  $\approx$  0,5 g/Iod pro kg KG

### Volumen bei 400 mg Iod / mL

	0.4g I/kg	0.5g I/kg
60 kg	60 ml	75 ml
65 kg	65 ml	81 ml
70 kg	70 ml	88 ml
75 kg	75 ml	94 ml
80 kg	80 ml	100 ml
85 kg	85 ml	106 ml
90 kg	90 ml	113 ml

## NaCl Bolus

- Kontinuierlicher Fluß nach dem Ende der Kontrastmittel-Injektion
- Spart KM Volumen
- Reduziert venöse Artefakte (V. Cava sup)
- Gleiche Injektionsrate wie KM



## Funktioniert das klinisch? Ja!!!

- 75 Carotis CTA (16x)
- Vergleich von
  - 80 ml KM
  - 80 ml KM plus 40 ml NaCl
- Der NaCl-Bolus bewirkte eine
  - höhere mittlere Dichte (323 HU vs. 351 HU)
  - höhere maximale Dichte (393 HU vs. 425 HU)
  - höhere minimale Dichte (240 HU vs. 264 HU)

Monye, Radiology (2005)237; 555 - 562



## Funktioniert das klinisch? Ja!!!

- 125 Koronare CTA (16x)
- 140 ml KM, 4 ml/s Injektion
  - Gruppe 1 (Iohexol [300 mg I/mL])
  - Gruppe 2 (Iodixanol [320 mg I/mL])
  - Gruppe 3 (Iohexol [350 mg I/mL])
  - Gruppe 4 (Iomeprol [350 mg I/mL])
  - Gruppe 5 (Iomeprol [400 mg I/mL])

Cademartiri, Radiology (2005) 236:661–665



## Funktioniert das klinisch? Ja!!!

Variable or Property	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5
Generic name	Iohexol	Iodixanol	Iohexol	Iomeprol	Iomeprol
Trade name	Chirograph	Visipaque	Chirograph	Isomprol	Isomprol
Manufacturer	Amersham Health	Amersham Health	Amersham Health	Bracco	Bracco
Type	Microemul	Diemul	Microemul	Microemul	Microemul
Iodine concentration (mg/ml)	300	320	350	350	400
Osmolality*	872	290	848	818	726
Absolute viscosity at 20°C (cP) <sup>†</sup>	11.8	20.8	20.4	14.3	27.3
Absolute viscosity at 37°C (cP) <sup>†</sup>	6.3	11.8	10.4	7.3	12.6
Iodine load (g) <sup>‡</sup>	42	44.8	49	49	56
Iodine rate (g/sec) <sup>‡</sup>	1.2	1.28	1.4	1.4	1.6

\* In milliosmoles per kilogram of water.  
<sup>†</sup> The osmolality is given in parentheses, multiply by 0.001.  
<sup>‡</sup> Given use of a protocol in which a 140-ml volume of contrast material is injected at a rate of 4 ml/sec.  
<sup>§</sup> Iodine rate is the amount of iodine administered per second.

„Contrast materials with higher iodine concentrations yield significantly higher attenuation in the descending aorta and coronary arteries.“

Cademartiri, Radiology (2005) 236:661–665



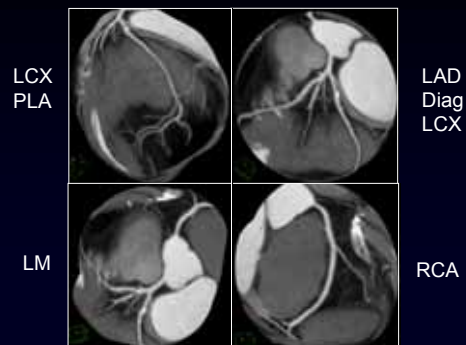
## Bypass Follow-up



40x MS-CT, Ulm  
400 mg I/mL, 100 mL @ 5 mL/sec



## Ausschluss KHK



## Take Home Message (A)

- Arterielles Enhancement ist proportional zur Iod-Administrations-Rate (Flux)
- Die Kombination von
  - *schnellem Scannen,*
  - *adäquatem Bolus-Timing und*
  - *einer hohen Iod-Administrations-Rate*sind der Schlüssel zur optimierten MD-CT Bildgebung in der arteriellen Phase



## Take Home Message (V)

- Parenchym-Enhancement ist proportional zur Gesamt-Iod-Menge
- Optimiertes Parenchym-Enhancement erfordert eine Adaption an das Körpergewicht
- Die Verwendung eines NaCl Chaser verbessert die Bildqualität und reduziert das erforderliche KM Volumen



Vielen Dank!



## „Free lunch“ CTA

- MD-CT bedeutet
  - Sekundärer Rohdatensatz (isotrop)
  - Definierte KM-Phase mit hohem Kontrast
- CTA in jeder CT enthalten!!!



