

Computer Tomografie



Opleiding radioprotectie

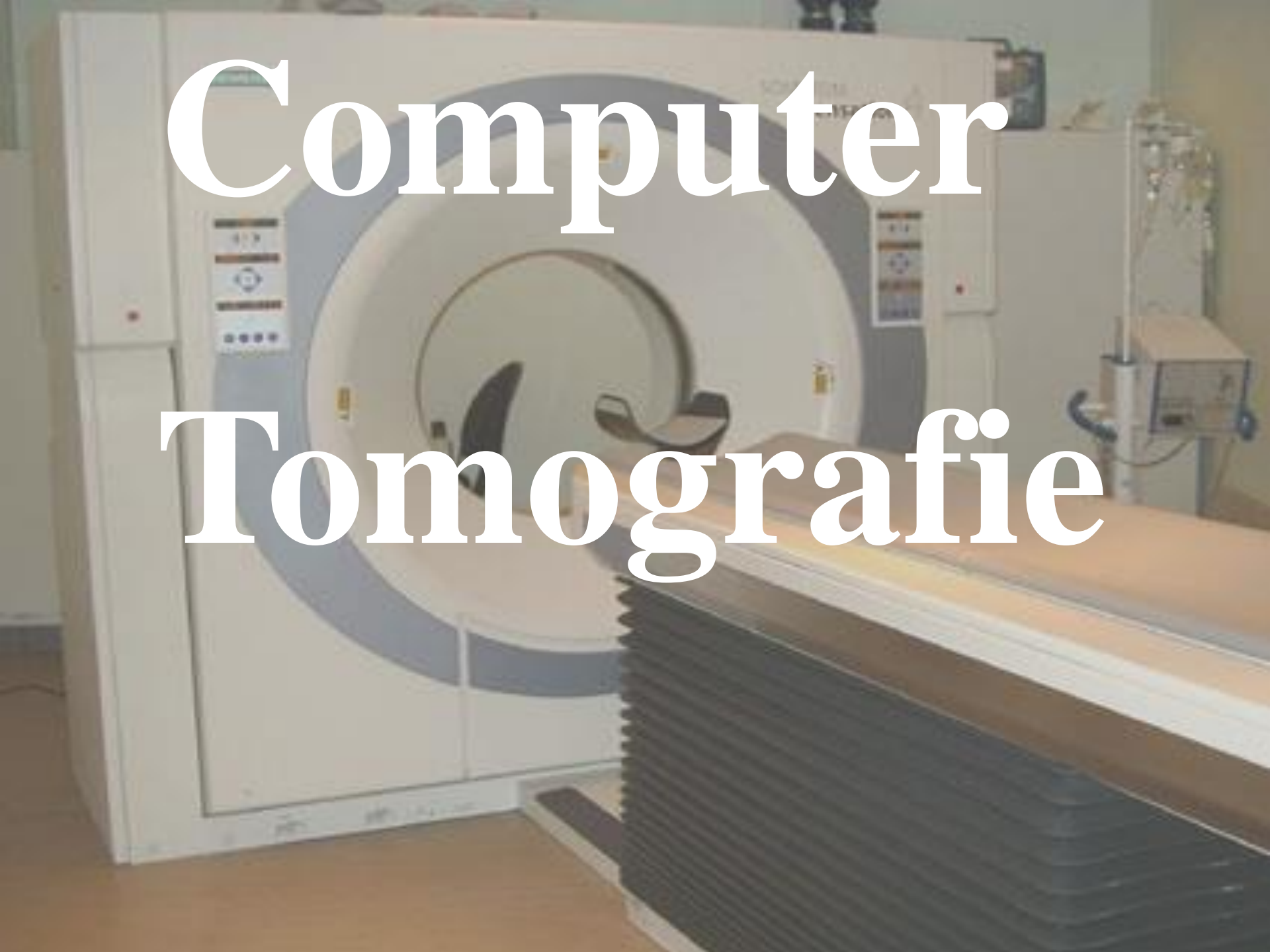
Dr. P. Colla

Dienst Medische Beeldvorming

07-02-2017



Computer Tomografie

A photograph of a CT scanner in a clinical setting. The machine is white and blue, with a large circular gantry. A patient bed is positioned in front of the gantry. The text 'Computer Tomografie' is overlaid in large white letters.

- **CT-techniek bestaat >30 jaar**

- **aantal CT-toestellen** 

- **aantal CT-onderzoeken** 

- **aantal sneden/CT** 

- CT-techniek bestaat 30 jaar

- aantal CT-toestellen



- aantal CT-onderzoeken



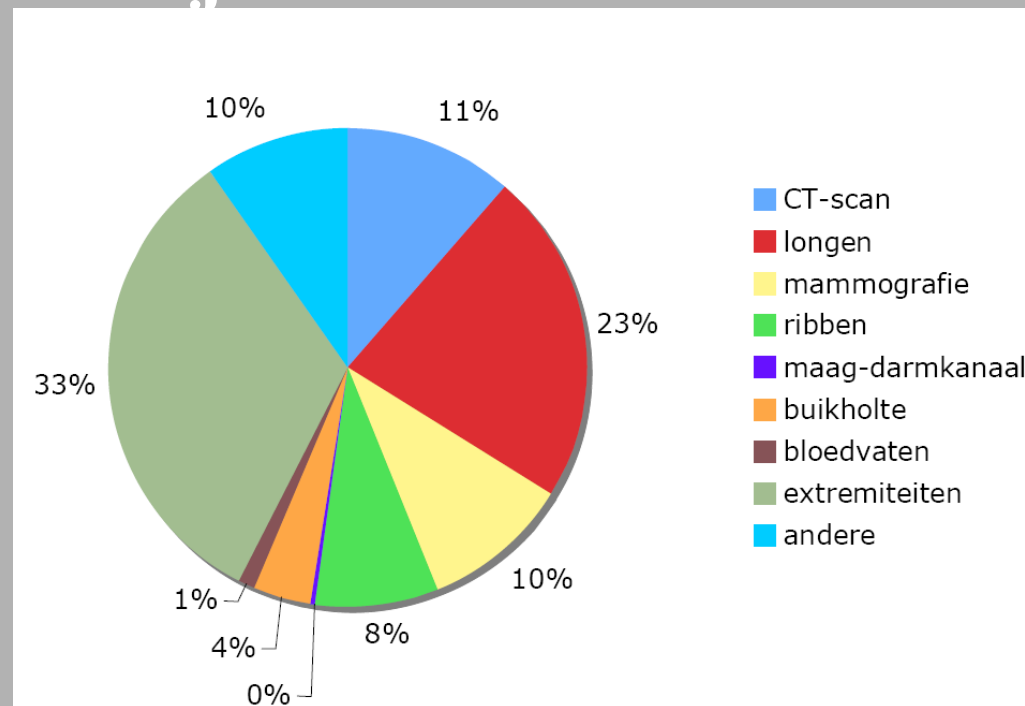
- aantal sneden/CT



stralingshygiëne bij CT

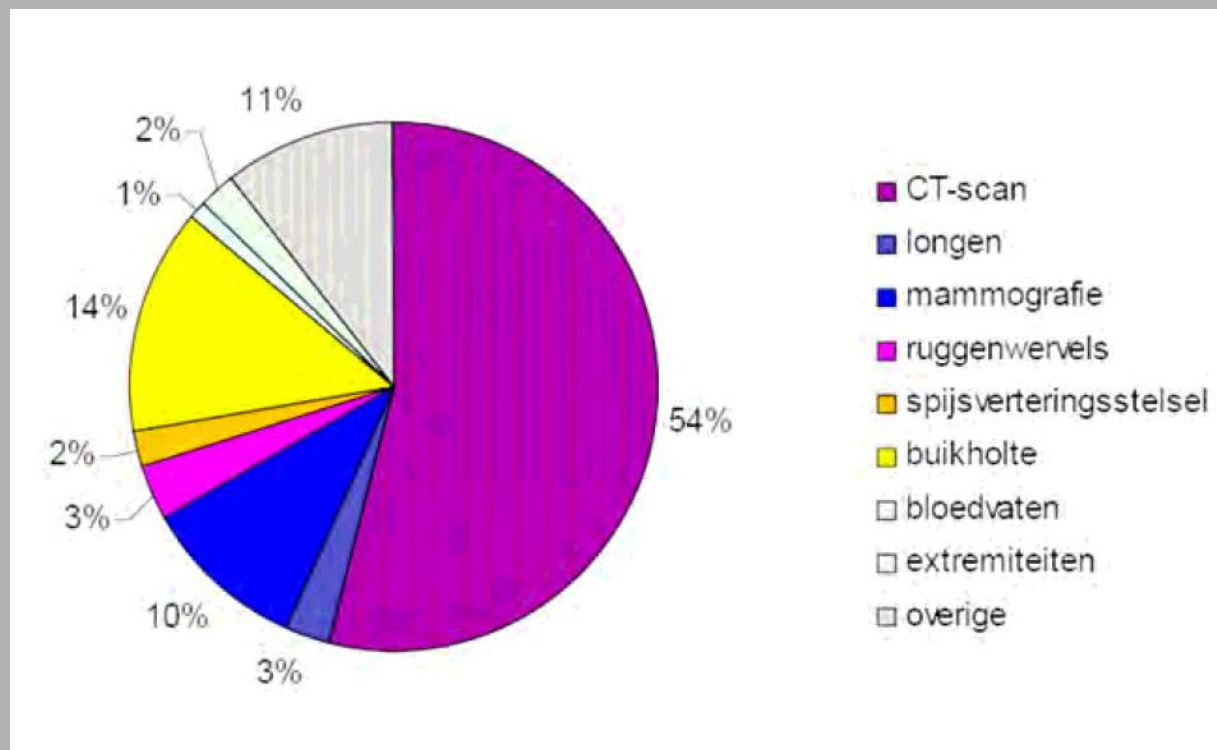


De CT-scanner is verantwoordelijk voor een belangrijk deel van de blootstelling aan ioniserende straling omwille van de medische praktijk



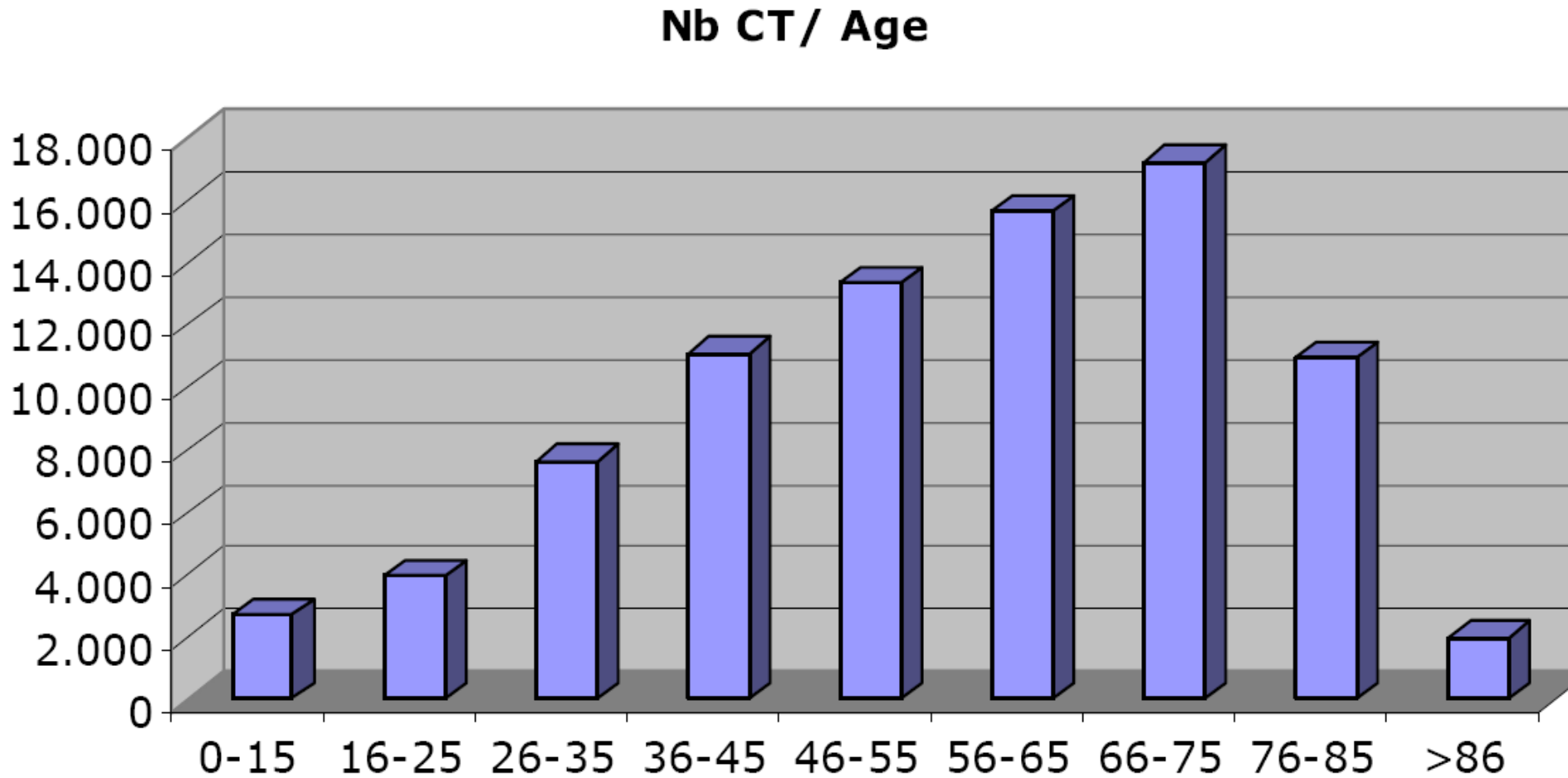
Aandeel van de verschillende technieken in het aantal uitgevoerde radiologische onderzoeken

De CT-scanner is verantwoordelijk voor een belangrijk deel van de blootstelling aan ioniserende straling omwille van de medische praktijk



Aandeel van radiologische techniek en hun effectieve dosis

2.4 Evaluatie van de CT-activiteit in functie van de leeftijd van de patiënten

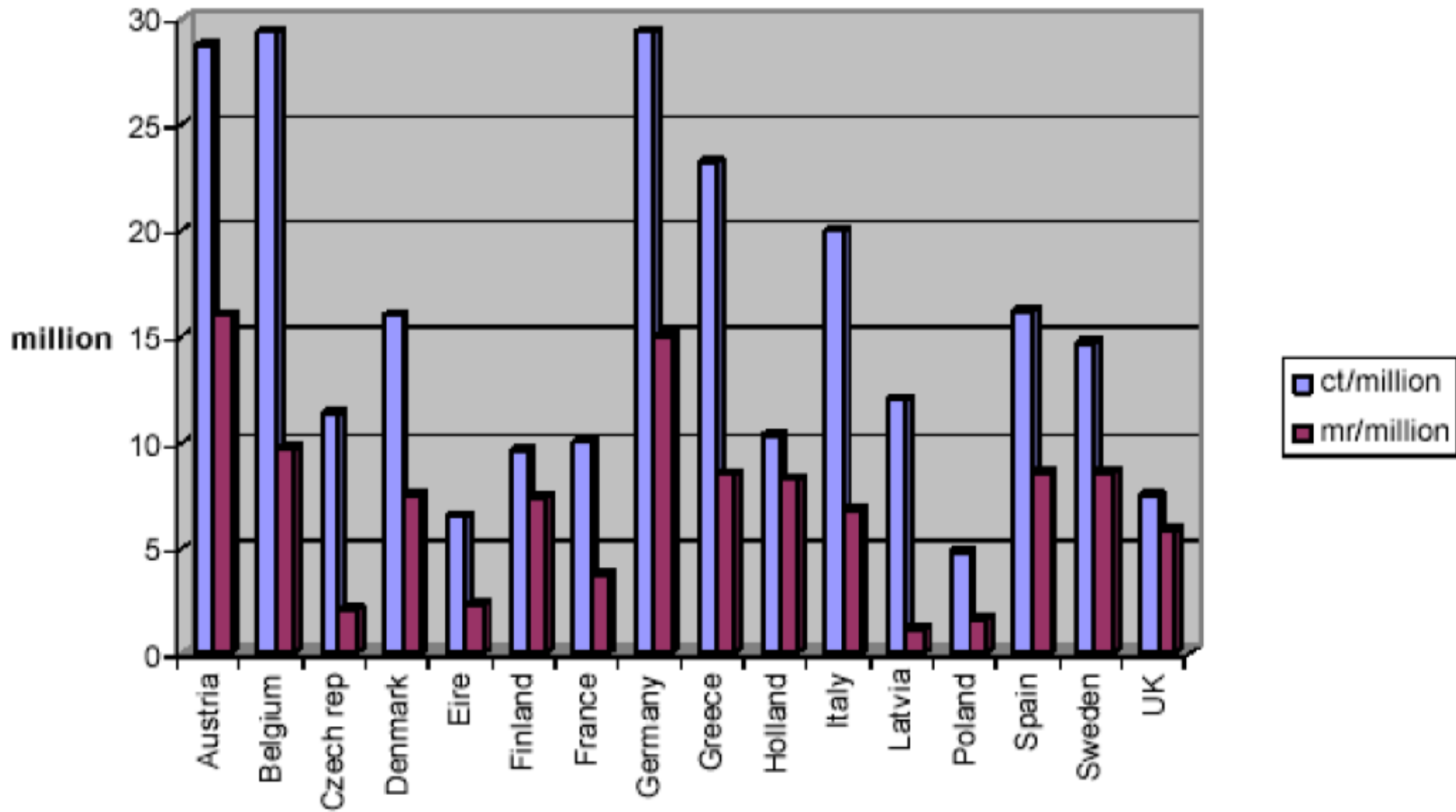


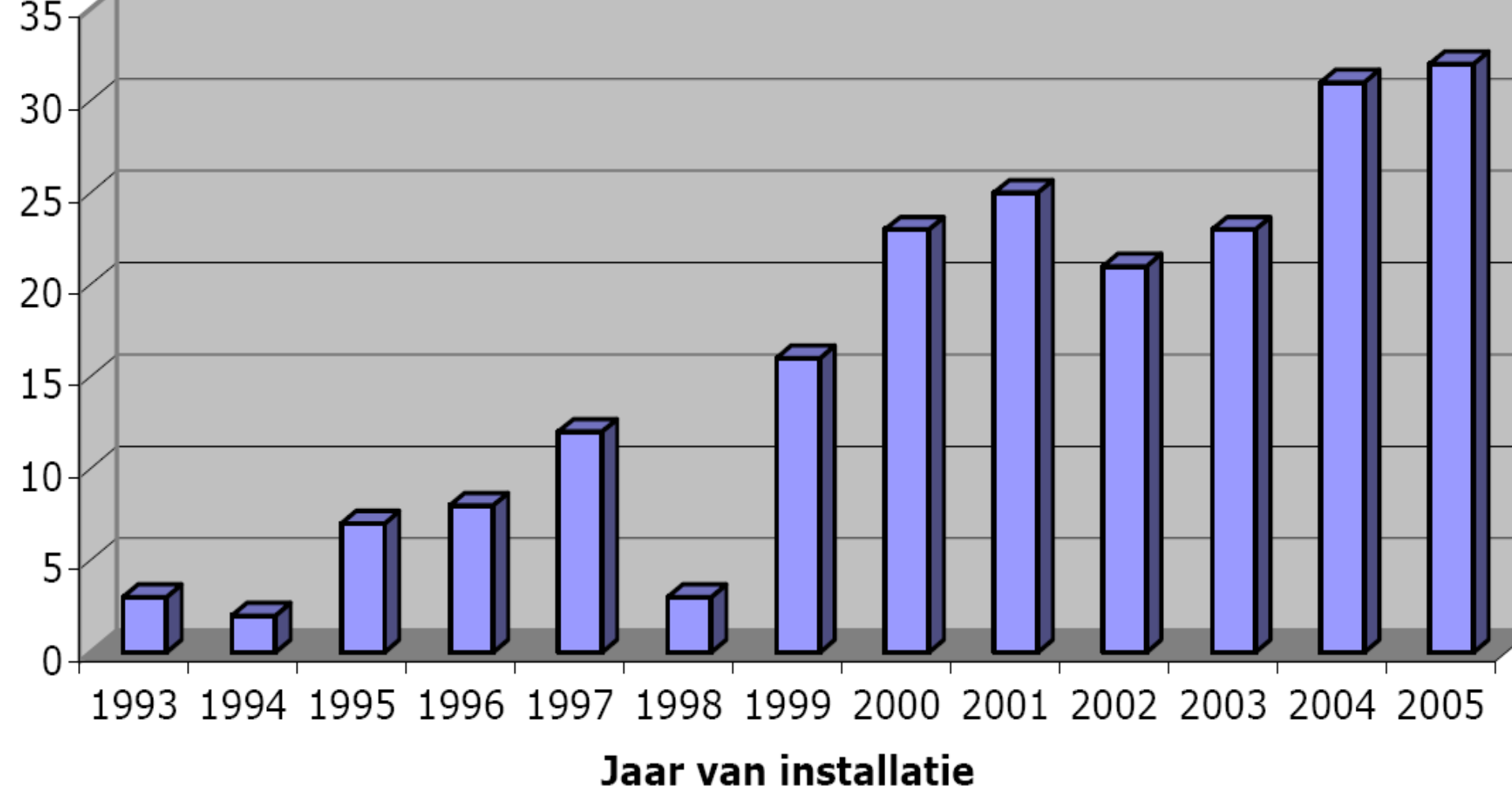
70% van CT-onderzoeken wordt uitgevoerd bij patiënten ouder dan 45j
De pediatische bevolking (0-15j) vertegenwoordigt 3%

België:

- **250 CT-toestellen**
- **= 25 toestellen/miljoen inwoners**
- **hoog in vrgl met Nederland of het Verenigd Koninkrijk**

CT and MR per million population





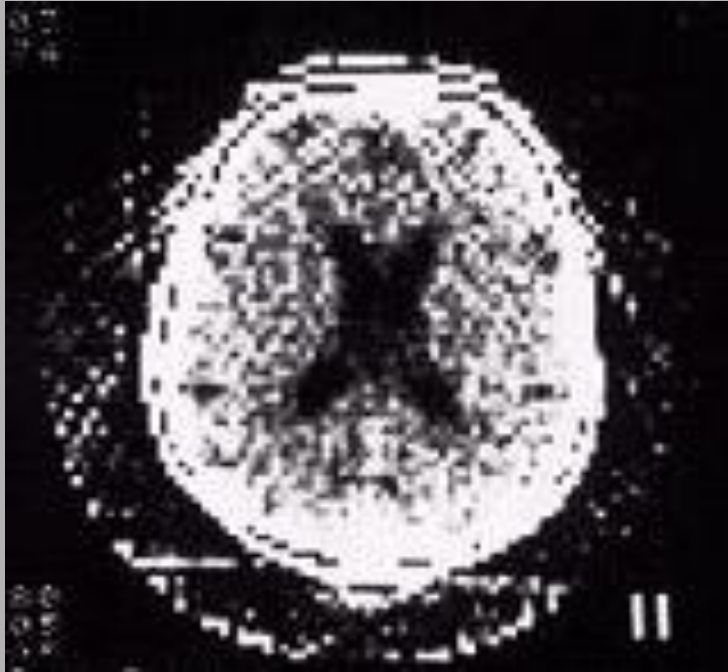
Jaar van ingebruikstelling van het toestel



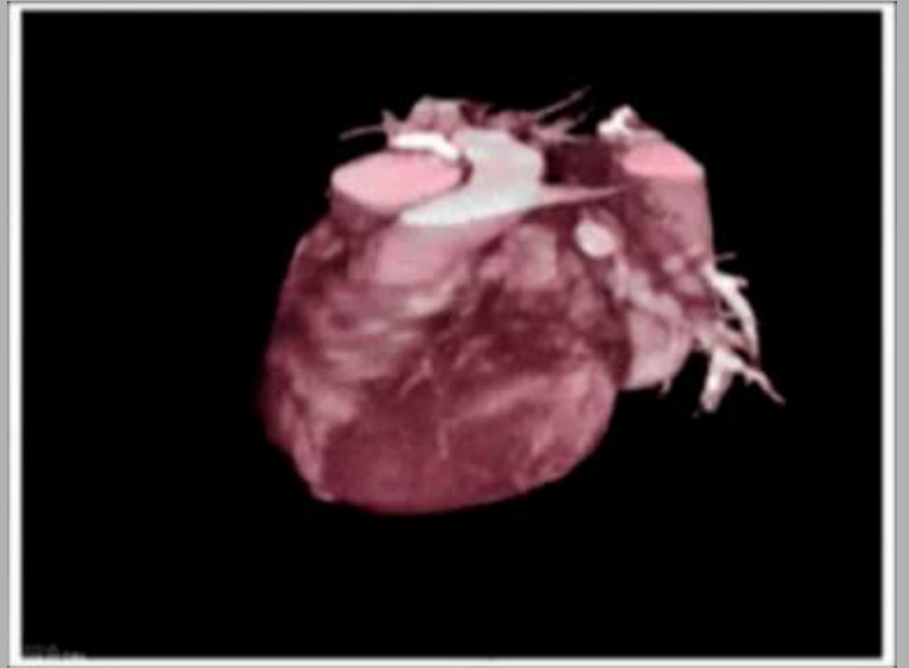
1974



2008



1974



2008

H

RES/SHADE/SURF

R

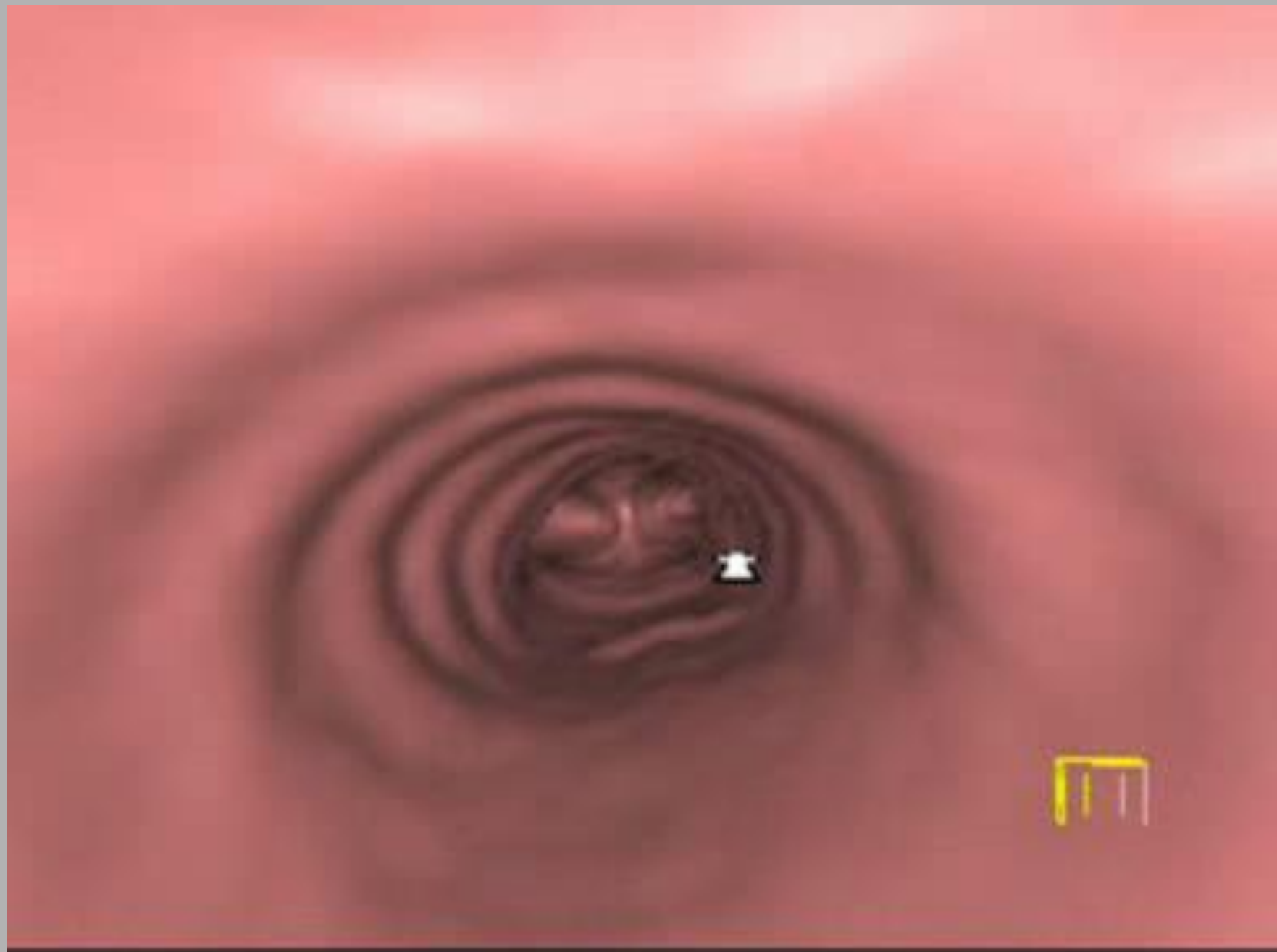
L



F

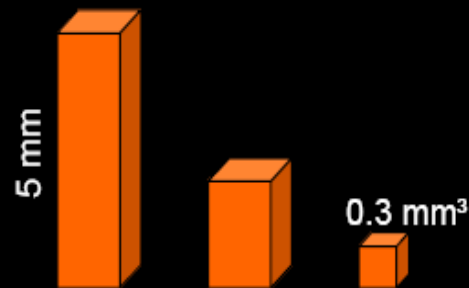
B 100 W 265
O 52 C 185





Technical evolution

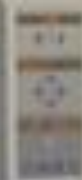
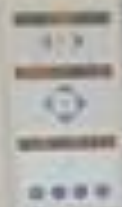
From slice imaging to isotropic voxels



	1972	1980	2000	2005
Minimum scan time	300s	5-10s	0.3-1s	Multi-slice $N = 64$
Data per 360° scan	58 kB	1 MB	42 MB	
Data per spiral scan			200-500 MB	Isotropic voxels
Slice thickness	13mm	2-10mm	0.5-5mm	0.3 mm^3
Spatial resolution	3 lp/cm	8-12lp/cm	12-25lp/cm	cardio, angio,
Contrast resolution	5mm/5HU 50mGy	3mm/3HU 30mGy	3mm/3HU 30mGy	perfusion, functional

SIEMENS

MAGNETOM
Sensation





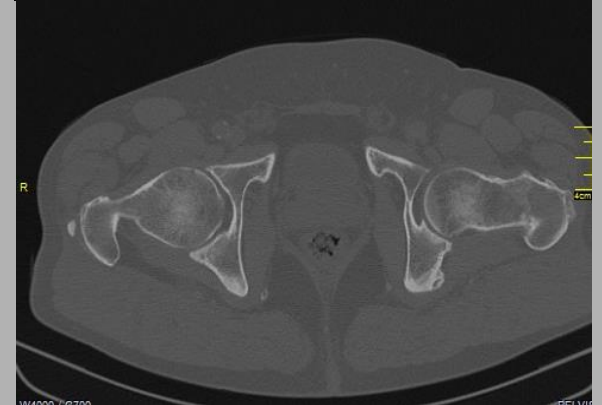
- Technische aspecten en opbouw van CT

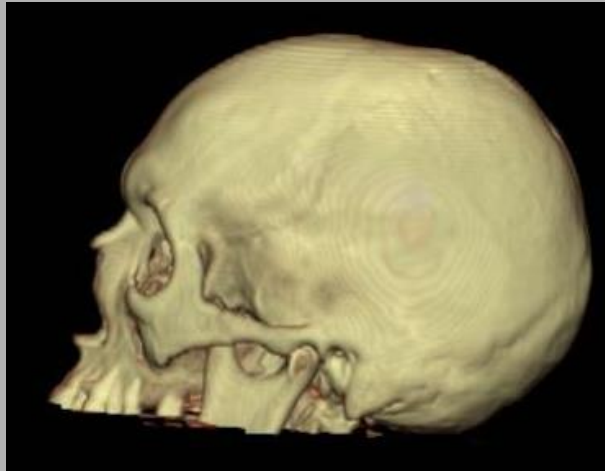
- **- Hoe wordt een CT uitgevoerd ?**
- **- Factoren die de dosis gaan bepalen**
- **- Hoe kunnen we de dosis reduceren ?**

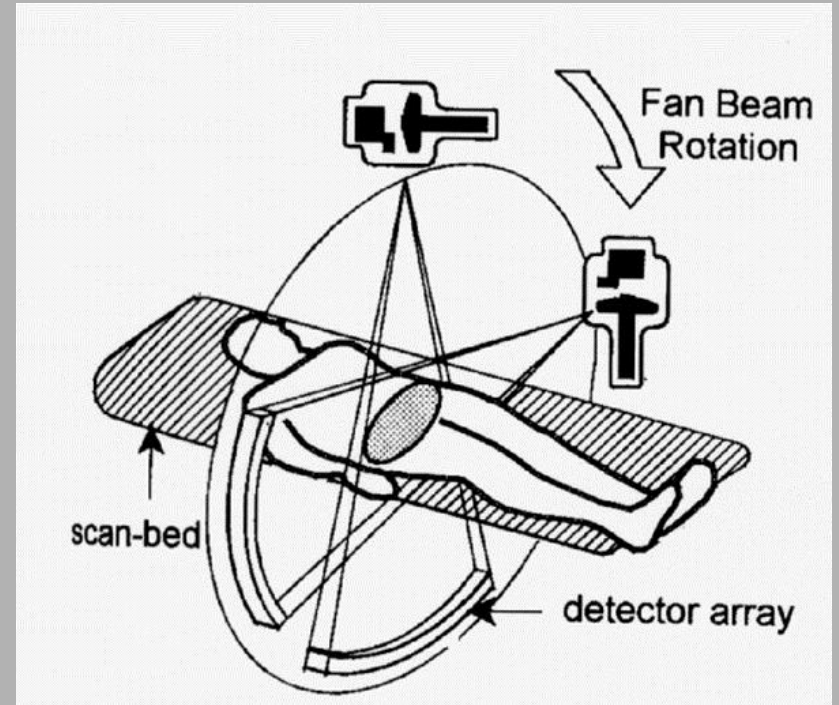




axiale doorsnede





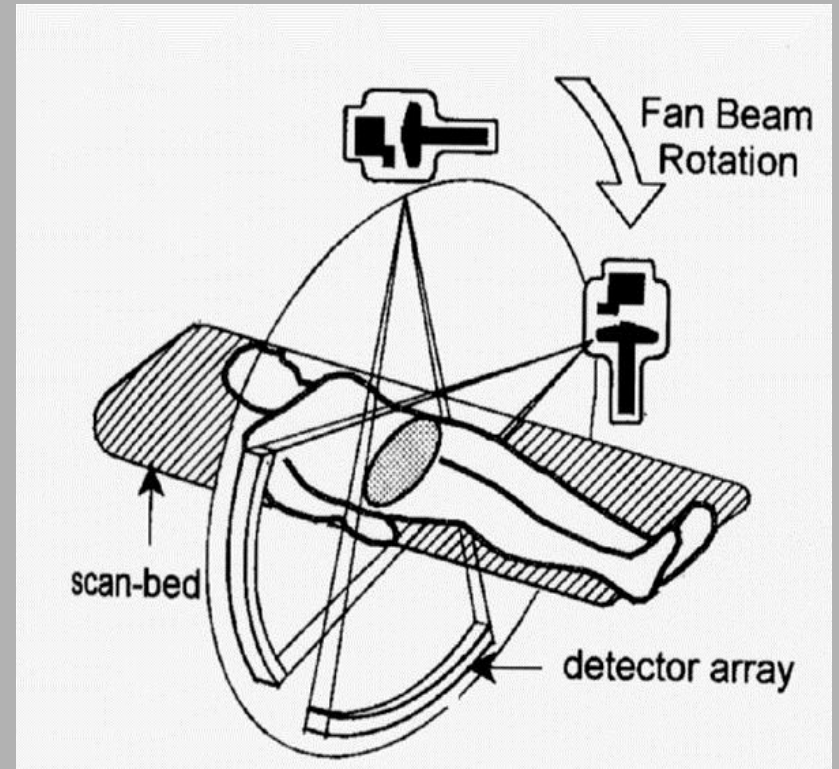
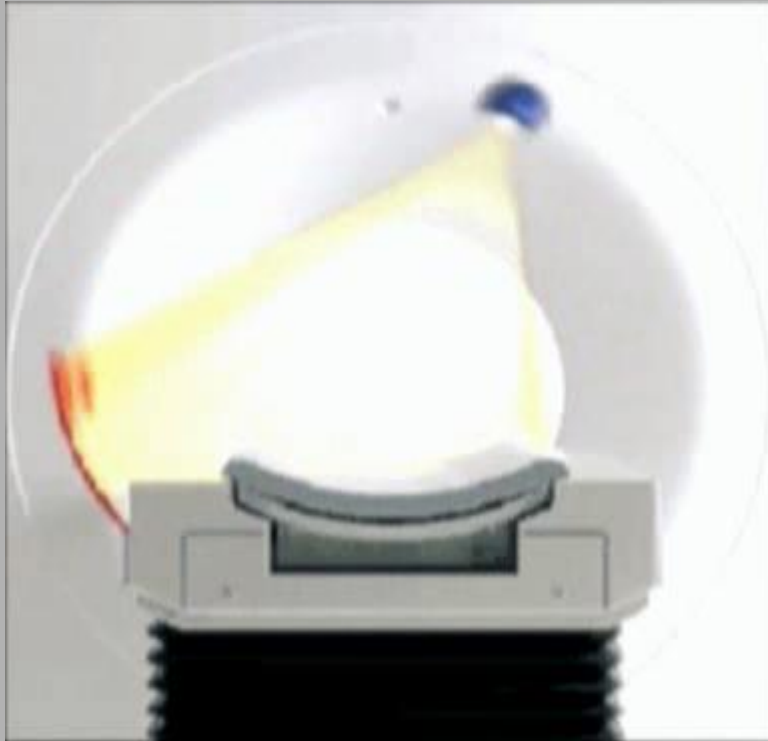


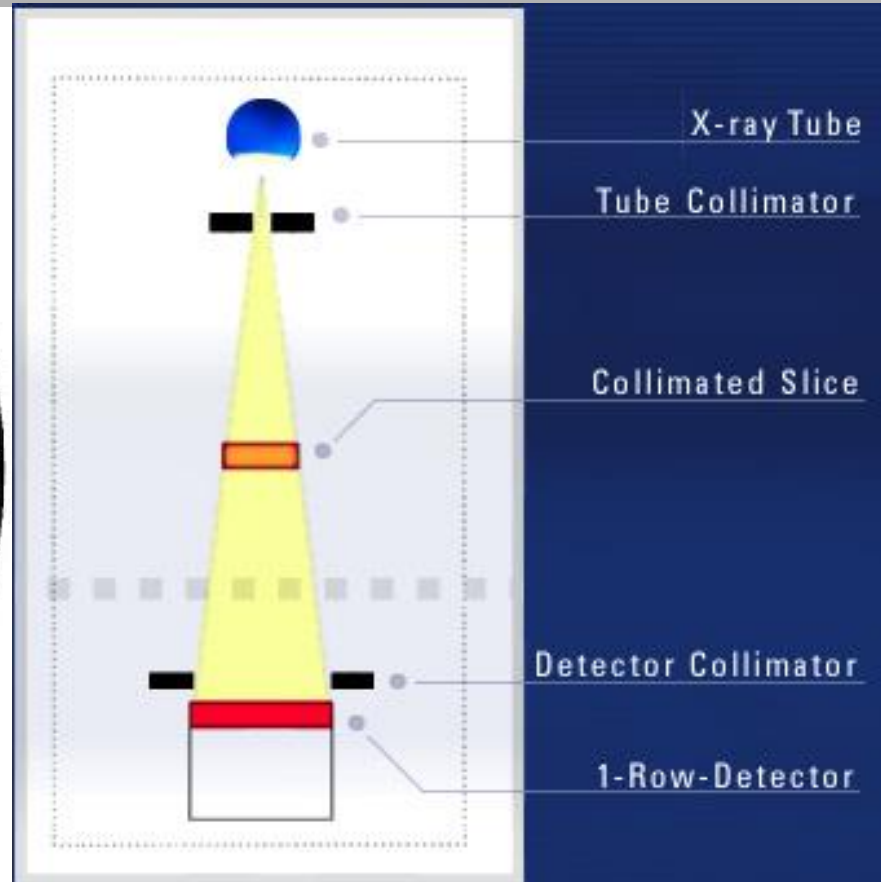
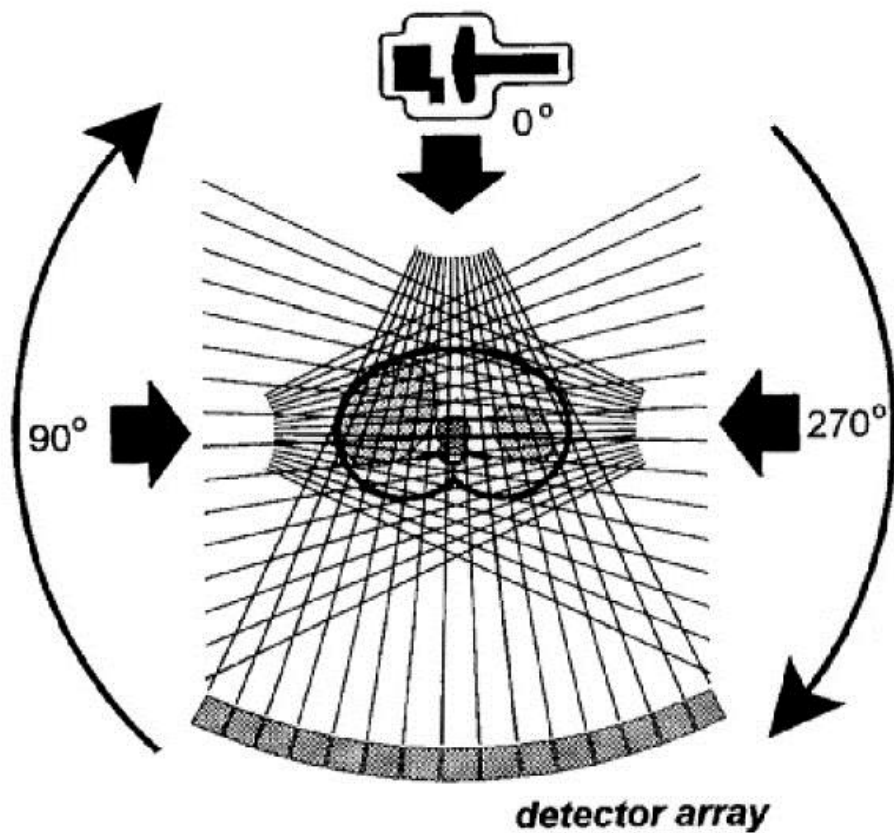


Rö-buis



detector







lucht

vet

organen (lever)

bot



Absorptieverschillen

direct (röntgenfilm)

indirect



lucht

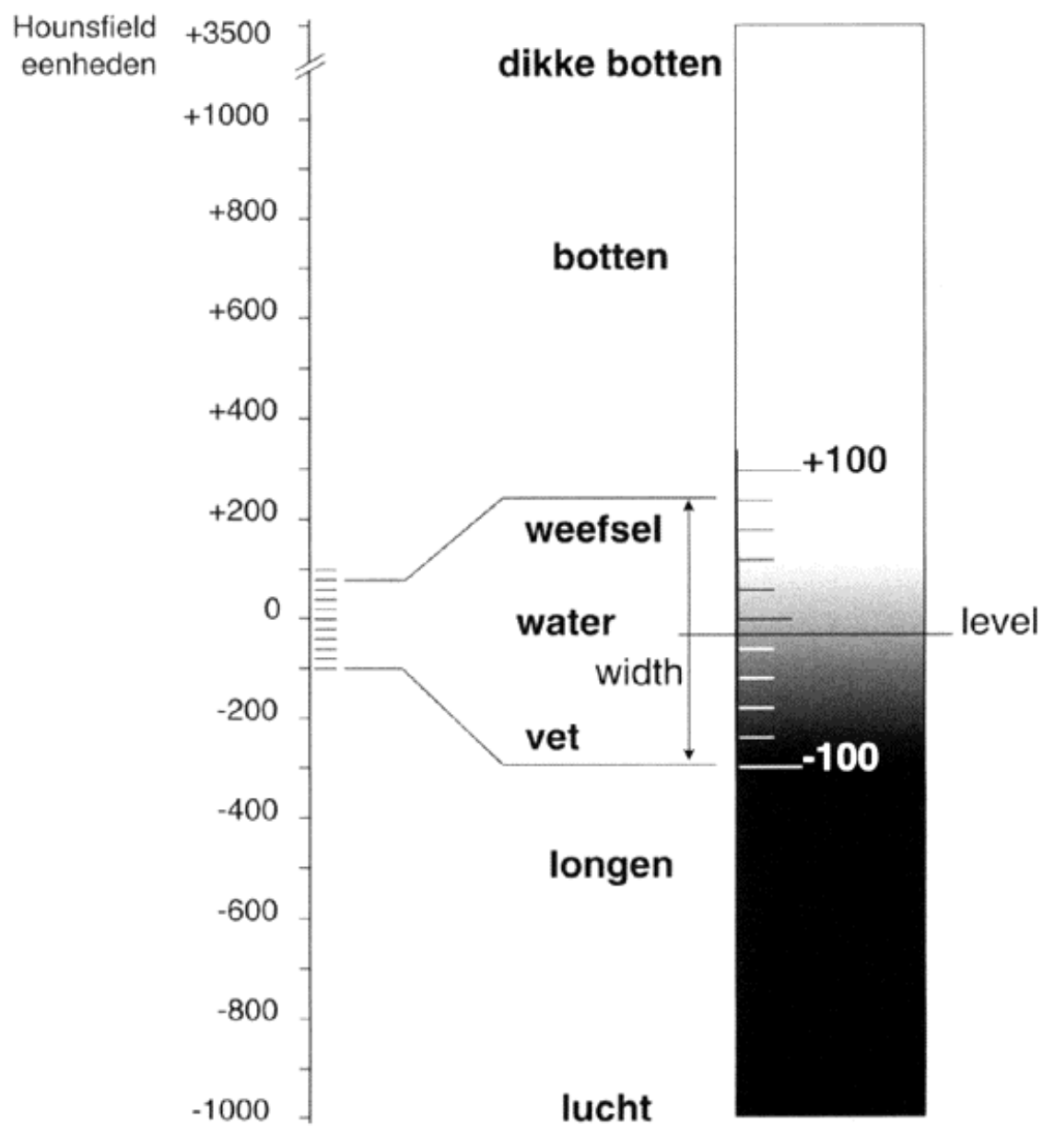
vet

organen (lever)

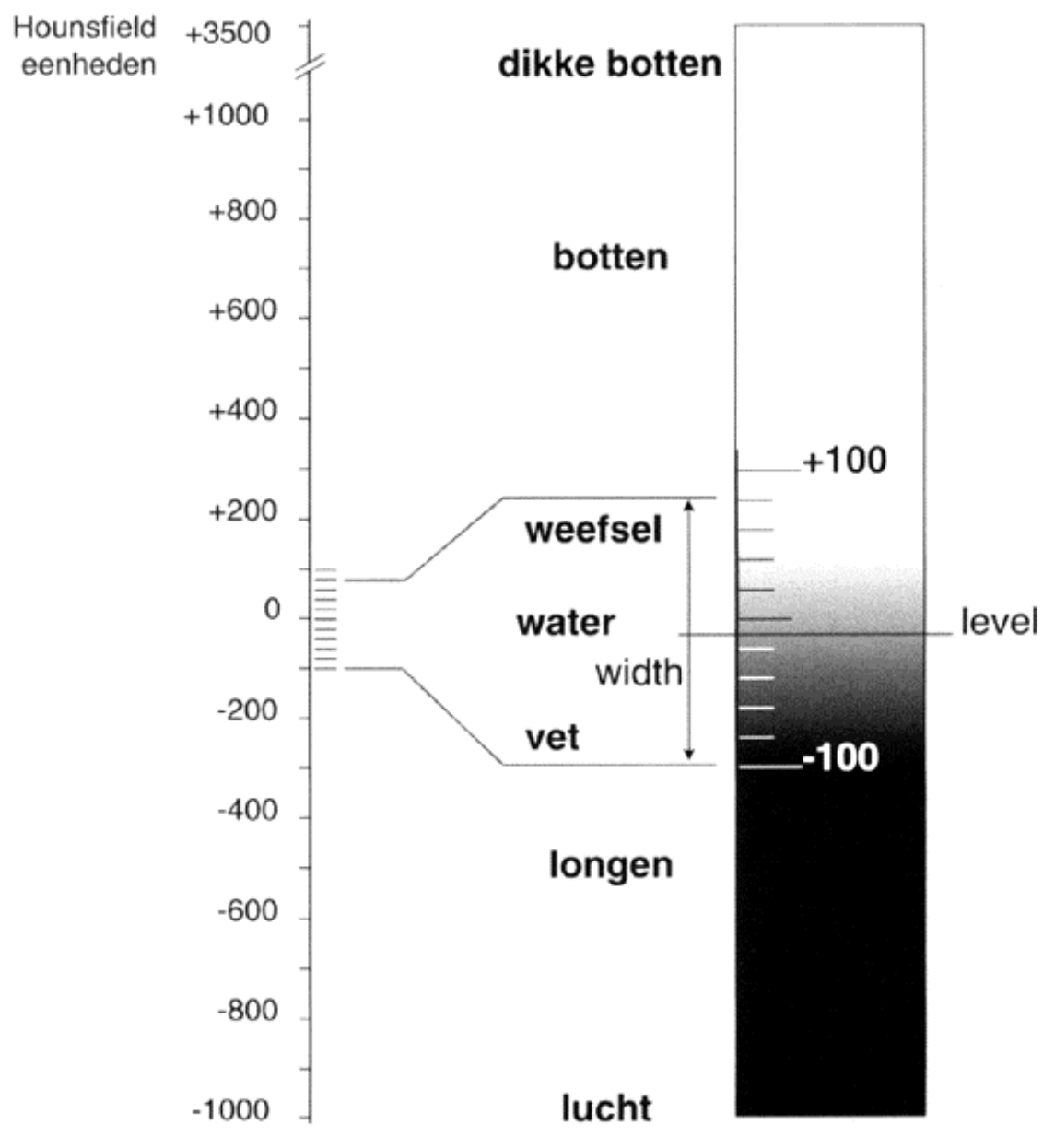
bot



**grijsschaal:
Hounsfield Units**

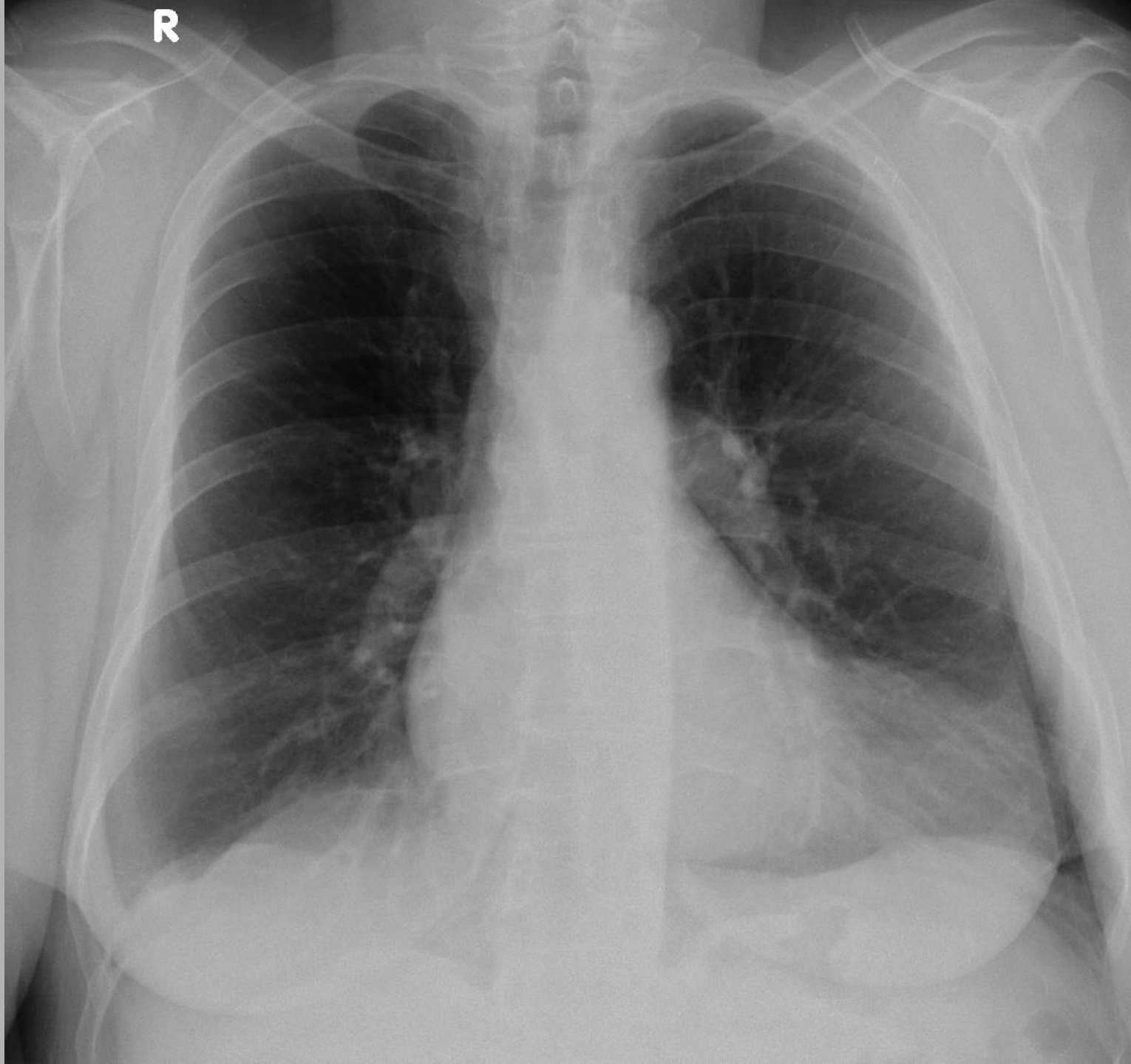


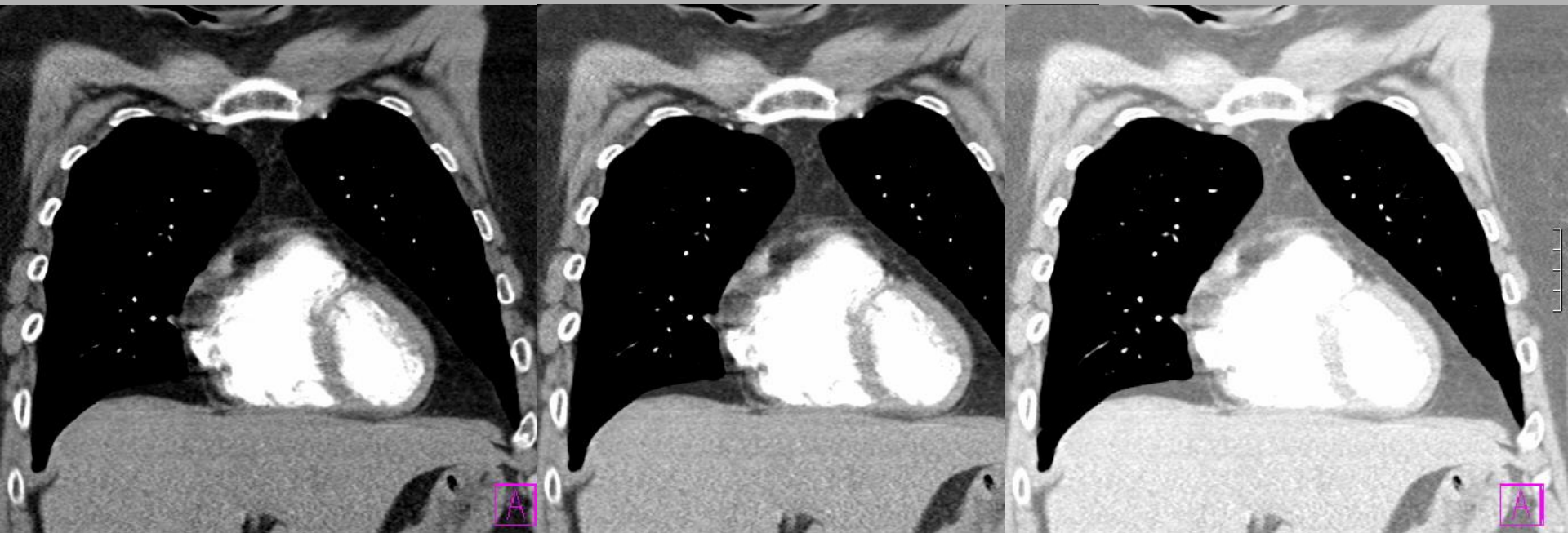
Hounsfield Units



Hounsfield Units

R



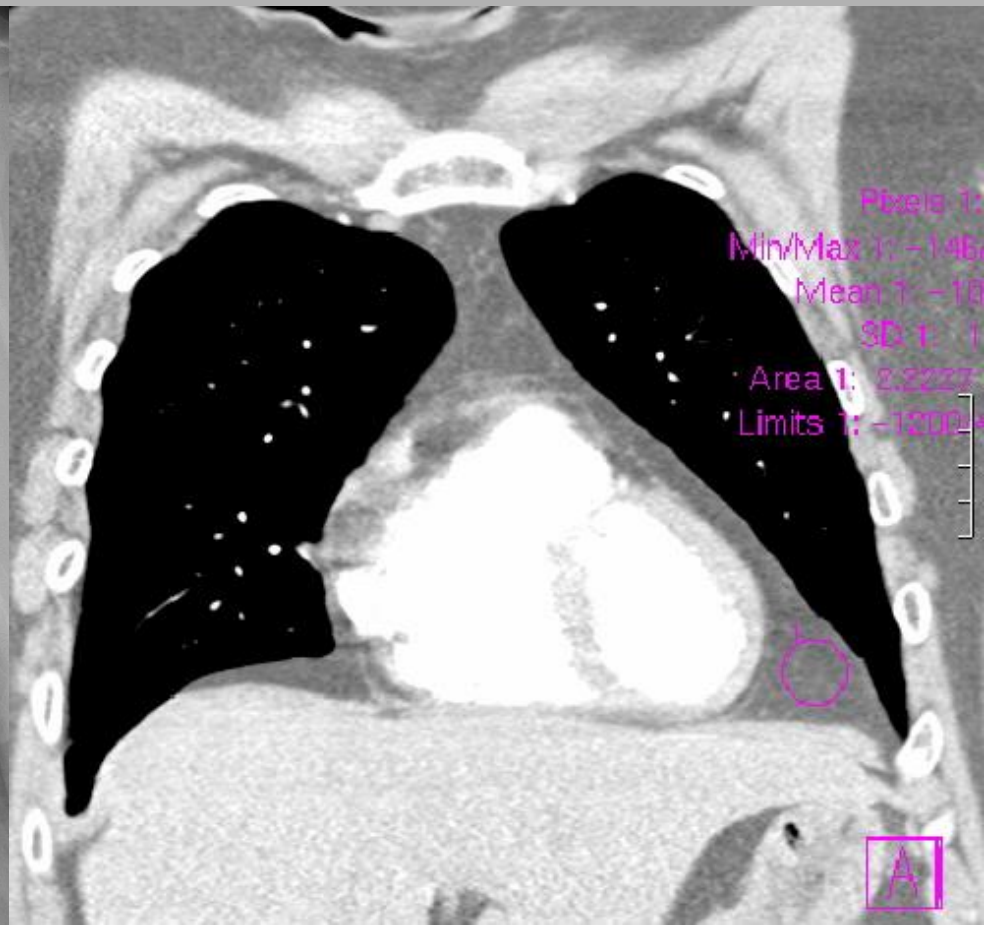
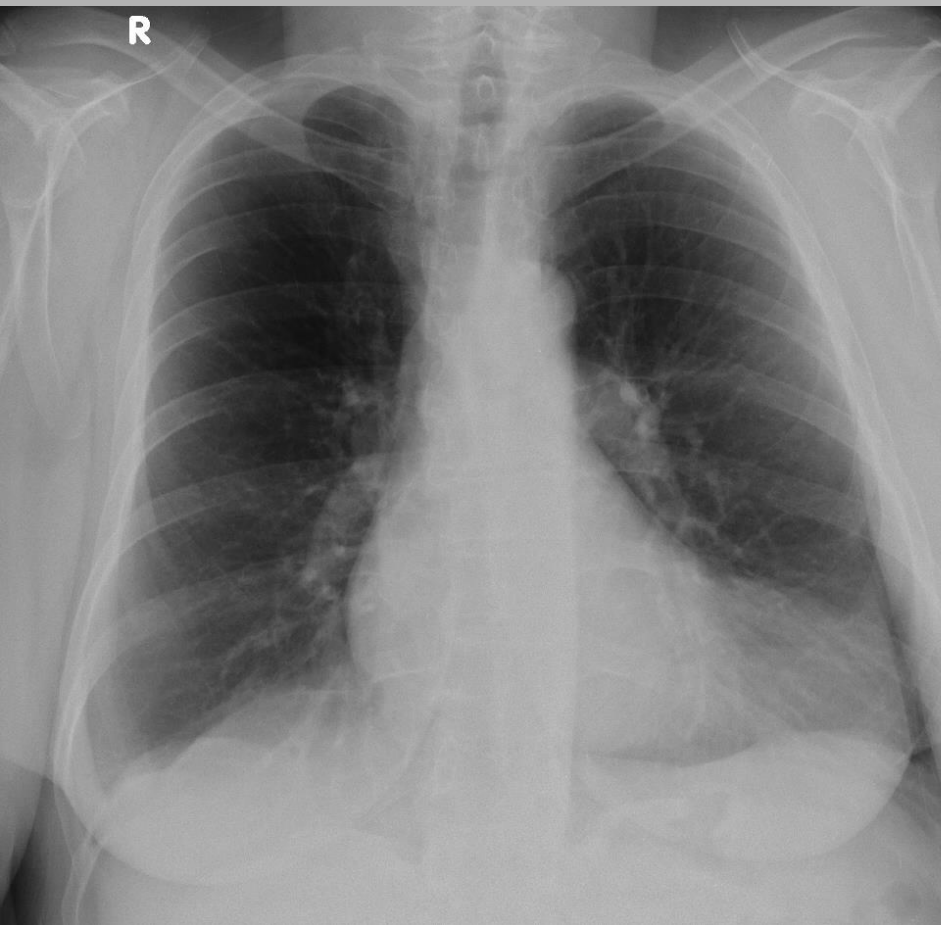


W: 400

C: 30

W: 400

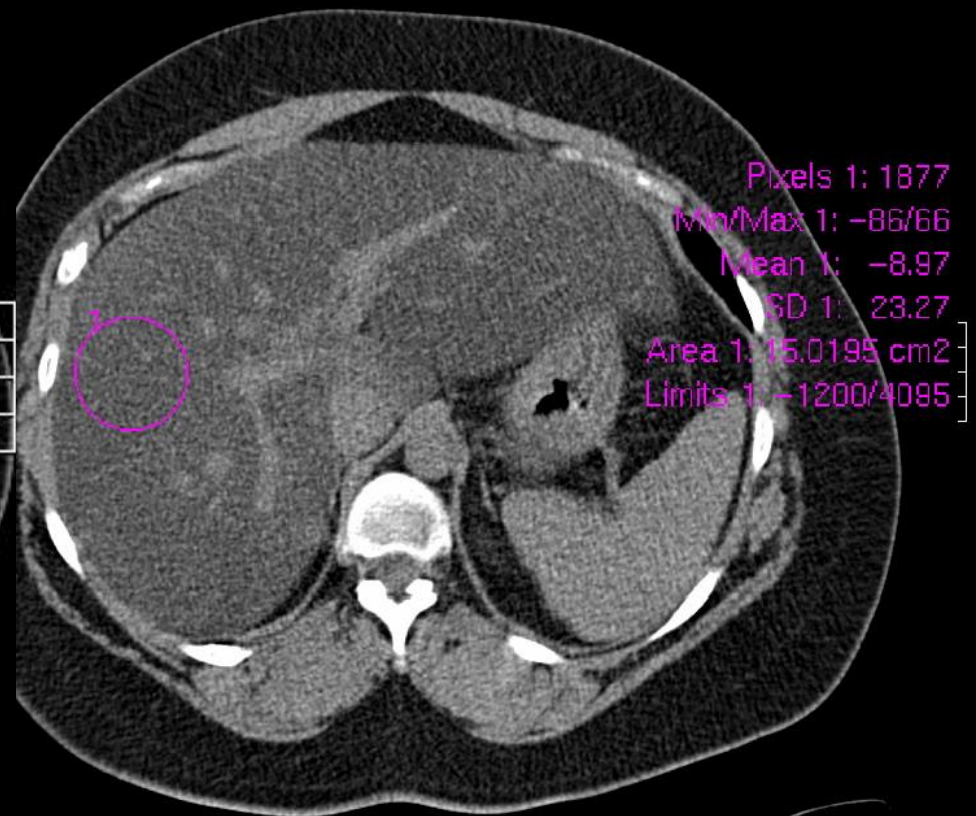
C: -10



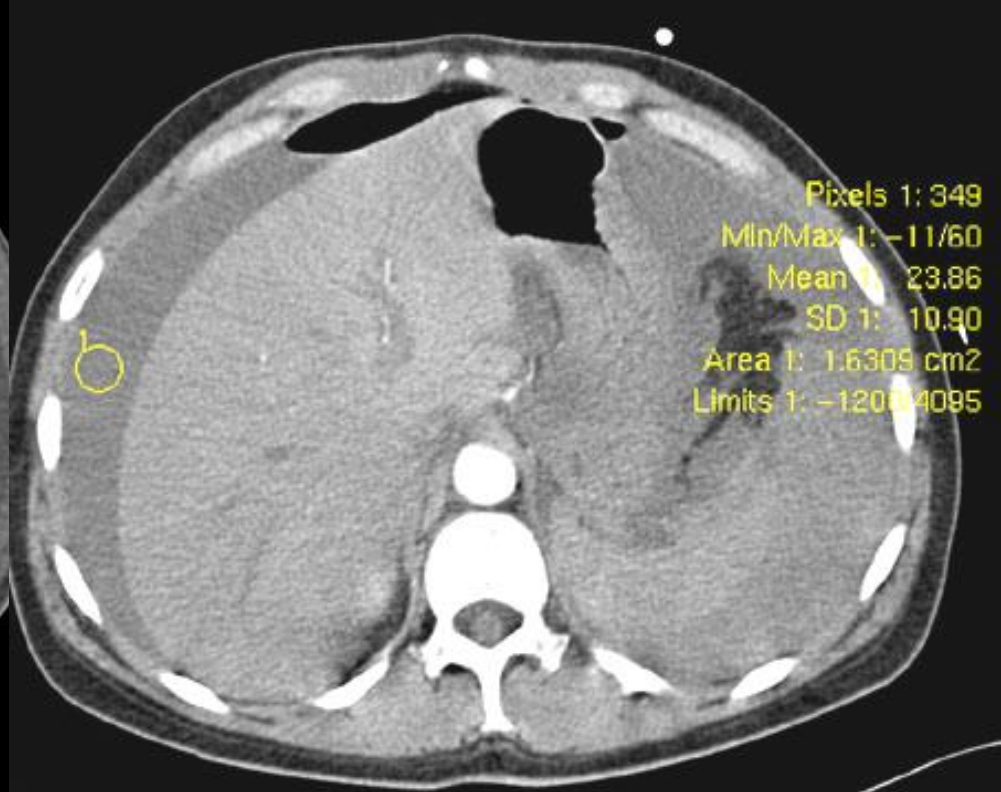
paracardiaal vetweefsel



60 HU



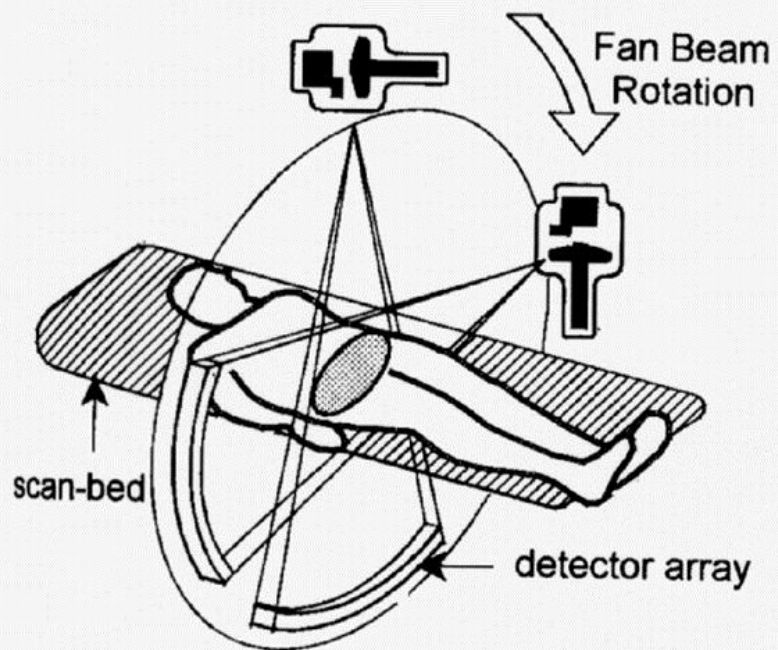
-8 HU

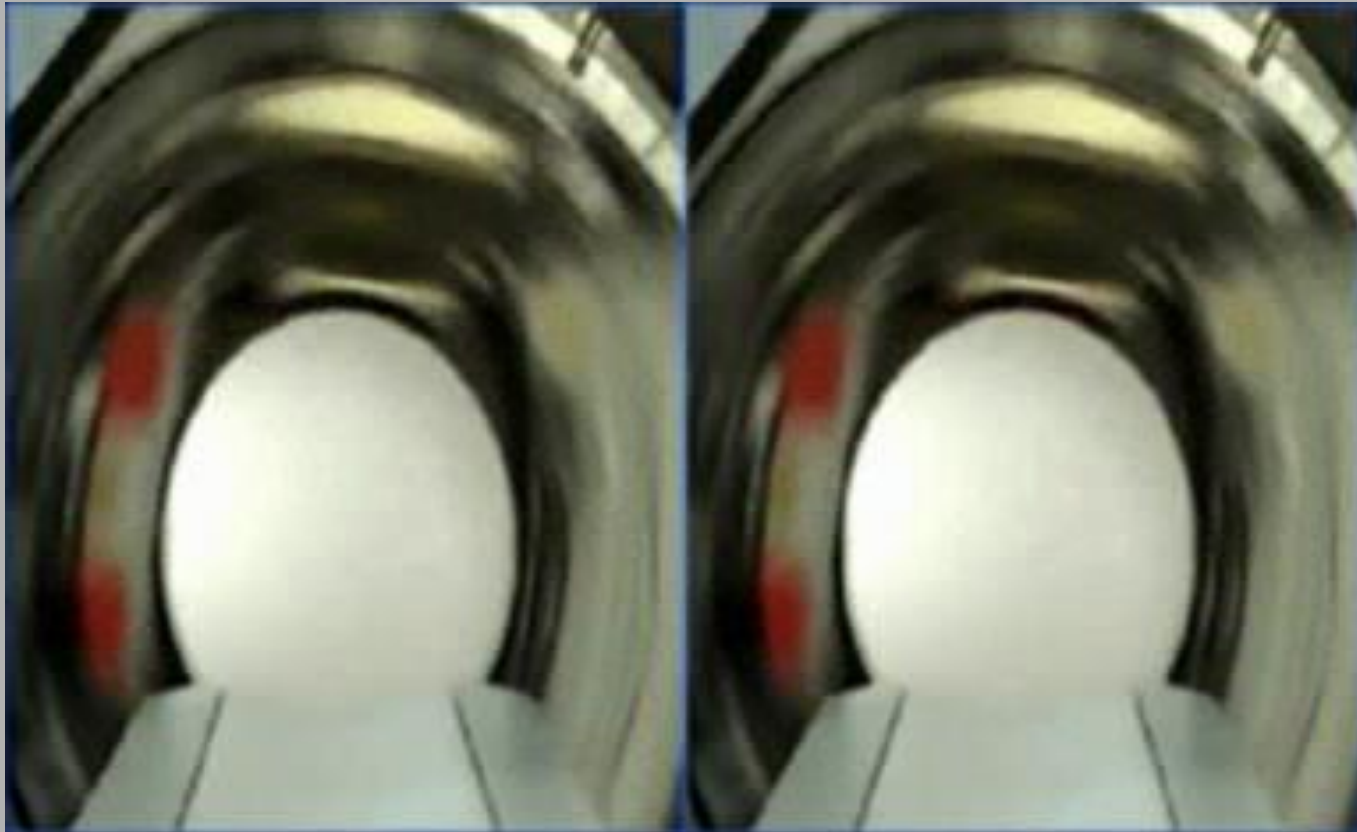


densiteitsmeting

vocht (ascites)

bloed

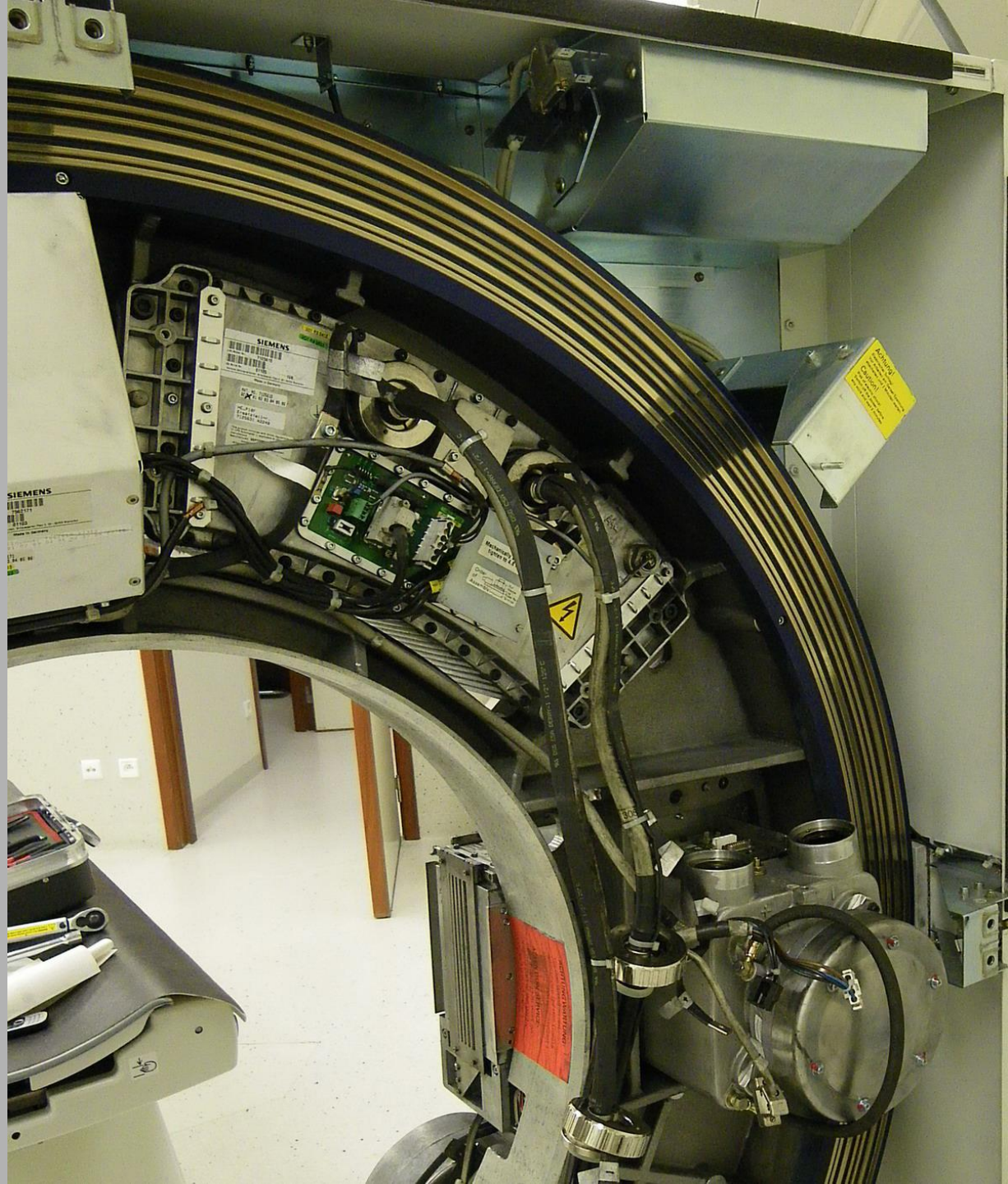
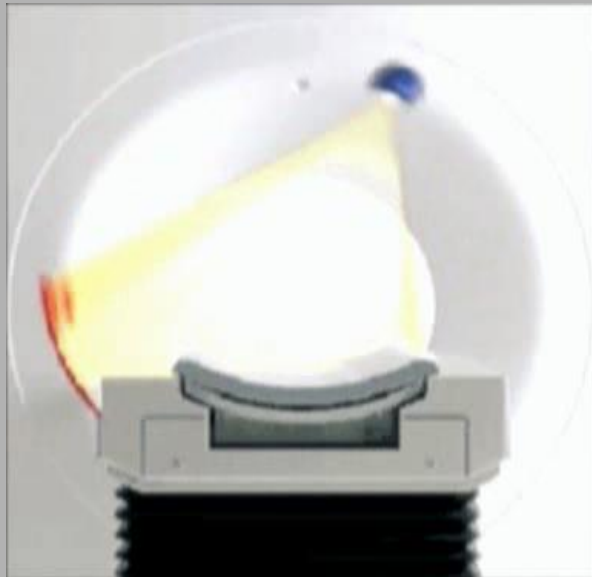


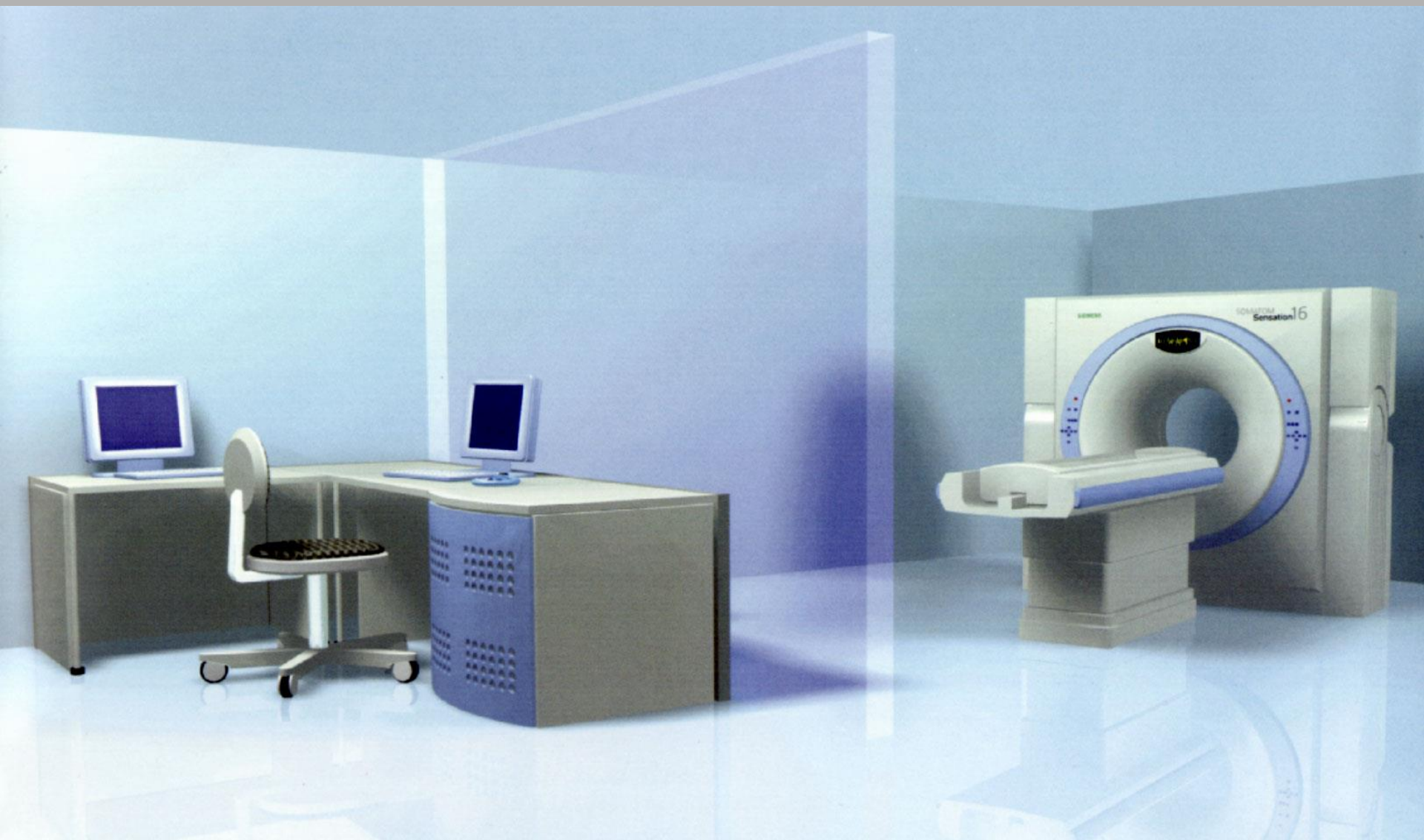


Rotatiesnelheid van buis en detectorboog

1 / sec

1 / 0.5s







CT-onderzoek

- aanvraag in overleg met de radioloog
- informatie voor patiënt(e)
- registratie patiënt(e)
- installatie op CT
- topogram (scoutview): overzichtsoopname
- scannen (tomografie): doorsnedes

CT-aanvraag

Samenvatting

Naam: [redacted]
 Adres: [redacted]
 Telefoon: [redacted]
 BSN: [redacted]

Medische anamnese

Voornaamste klachten

*aan de linker zijde van de borst
 - pijn bij de ademname
 - pijn bij de beweging
 - pijn bij de hoesten
 - pijn bij de ademname
 in de nacht met pijn op de borst
 11.10.2020*

Medische achtergrond

<input type="checkbox"/> CT uitwendig <input checked="" type="checkbox"/> CT uitwendig, VTE screening <input type="checkbox"/> CT hals <input type="checkbox"/> CT thorax <input type="checkbox"/> CT abdomen <input type="checkbox"/> CT lumbosacraal <input type="checkbox"/> CT cervicaal <input type="checkbox"/> CT schedel <input type="checkbox"/> kinders	<input type="checkbox"/> CT hals <input type="checkbox"/> CT thorax <input type="checkbox"/> CT abdomen <input type="checkbox"/> CT lumbosacraal <input type="checkbox"/> CT cervicaal <input type="checkbox"/> CT schedel <input type="checkbox"/> kinders
---	---

Medische achtergrond (aanpak)

anamnese *onderzoek*
laboratorium *afbeeldend*
medicatie *andere afbeelding*
anamnese *andere afbeelding*

- scanprotocol
- aangepast aan de klinische vraagstelling
- aandacht vestigen op leeftijd

CT onderzoek

PATIENT: - korte uitleg over het verloop van het onderzoek

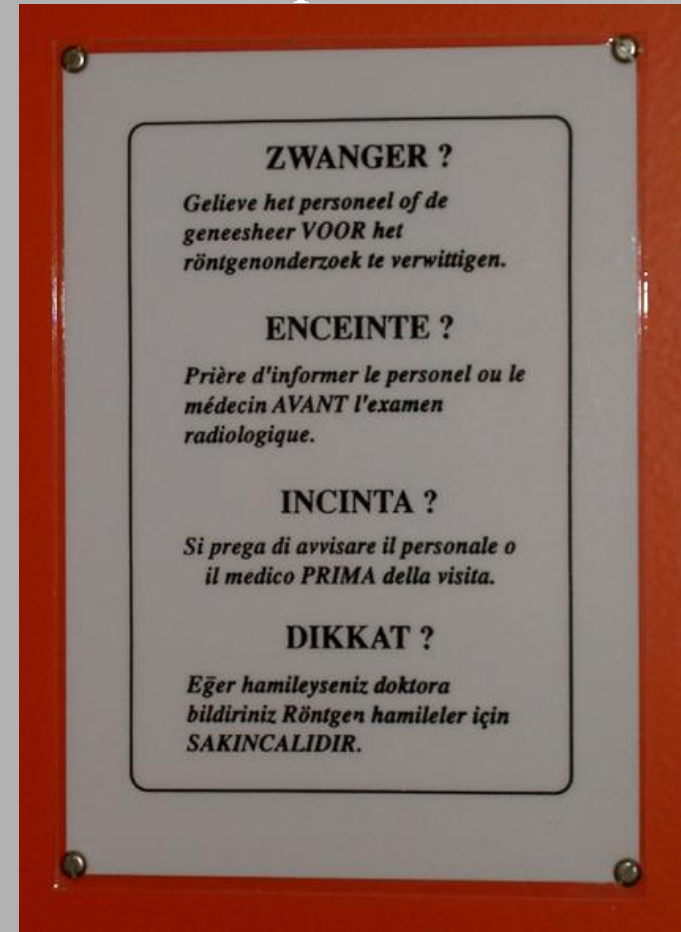
- zwanger?

- de scanregio vrijmaken van metaal: haarclips,
broeksriem, ...

- nieinsufficiëntie, diabetes,...

ivm IV+C

- + 150 kg CI





Patiënt-registratie (DICOM)

naam,... Geboortedatum

Unieknummer

Patiënt-positie



installeren van patiënt



Topografische parameters

kv
reduceren bij kinderen

mA

scanlengte

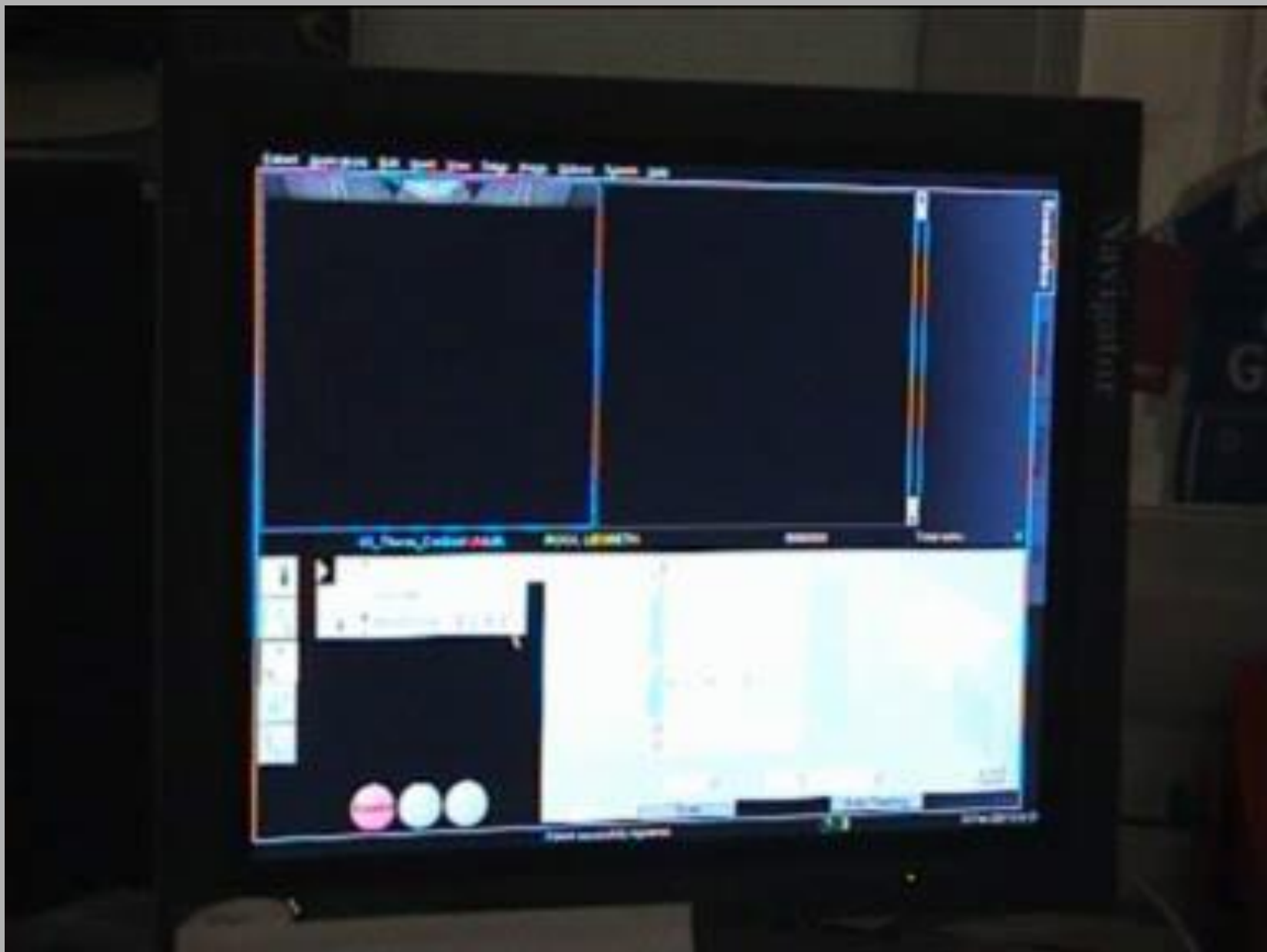
face, profiel

Scoutview: overzichtsoptname



uitvoeren van een topogram

röntgenbuis en detectorboog nemen een vaste positie in

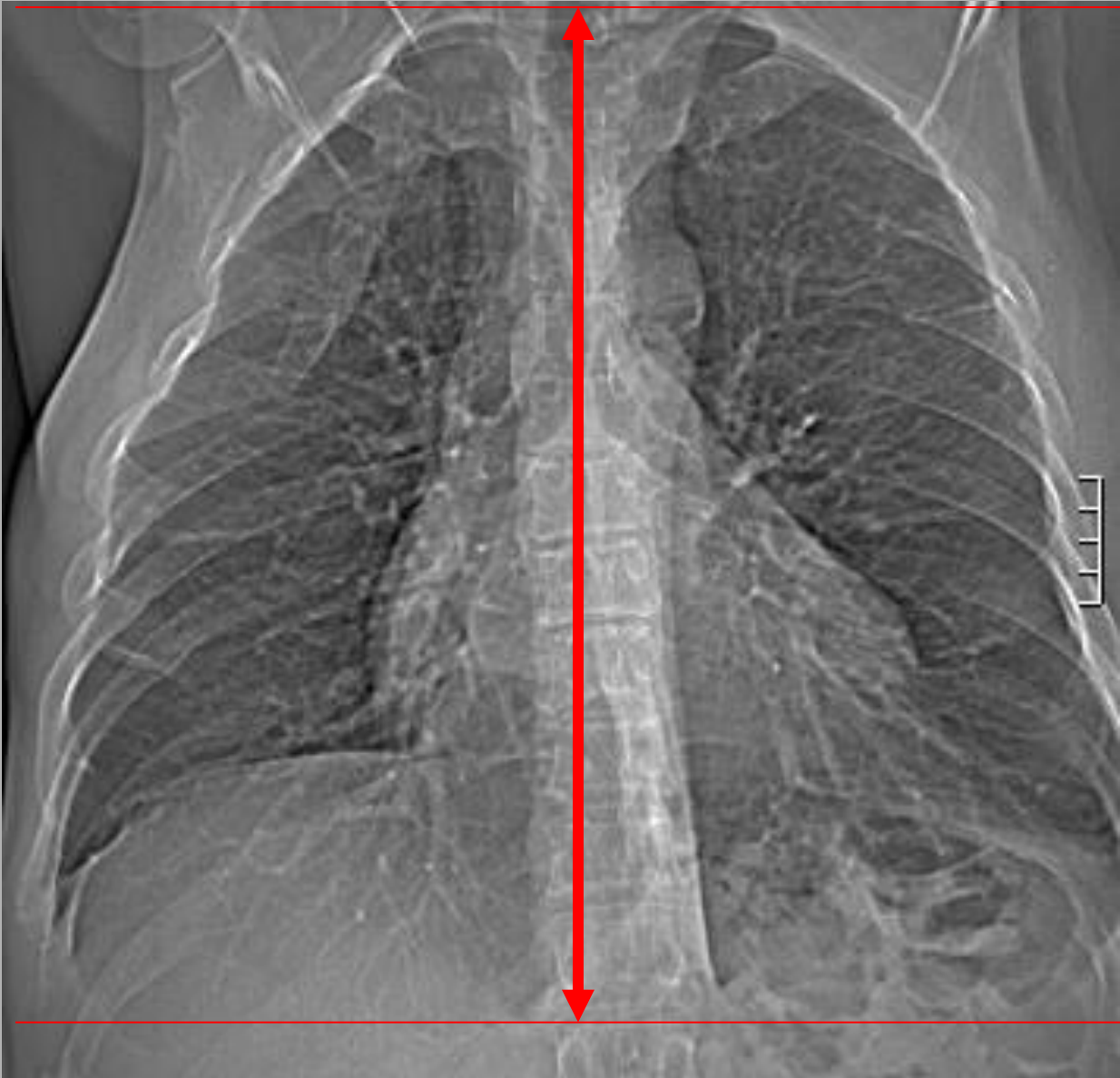


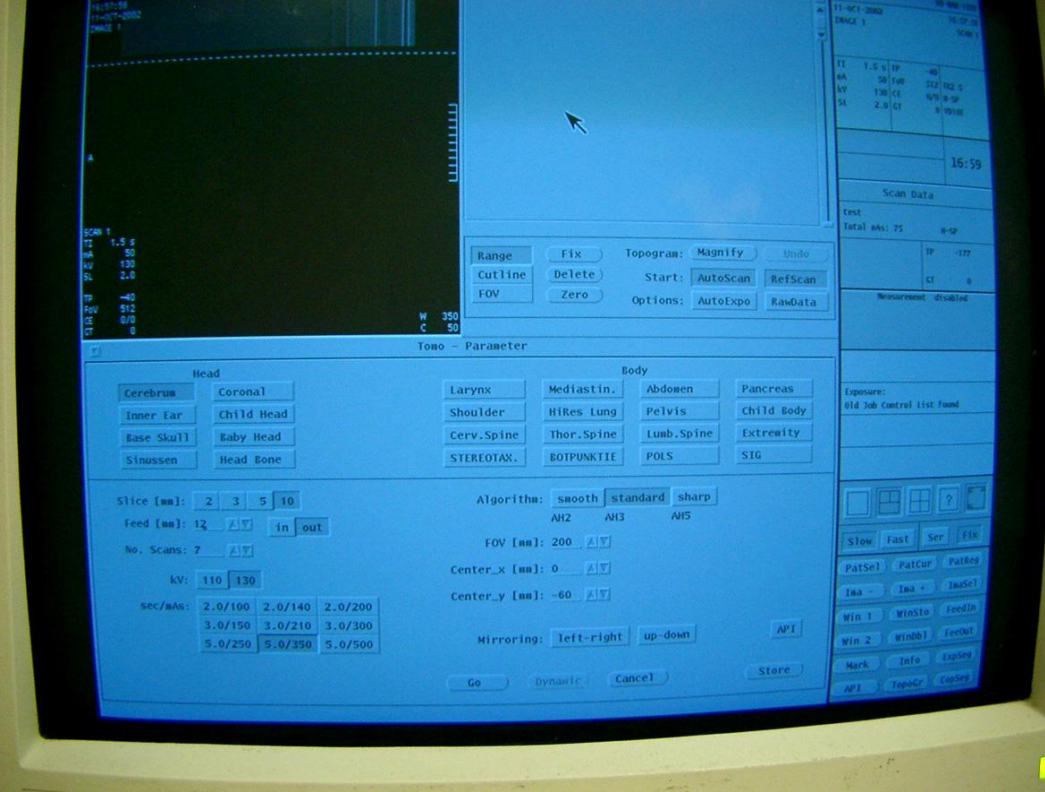


Topogram (scoutview): overzichtsoopname (in face of profiel)

scanrange

scanrichting





Tomografische parameters

kv

mA

scantijd

snededikte

interval

Welke factoren spelen mee ?

- Scanfactoren

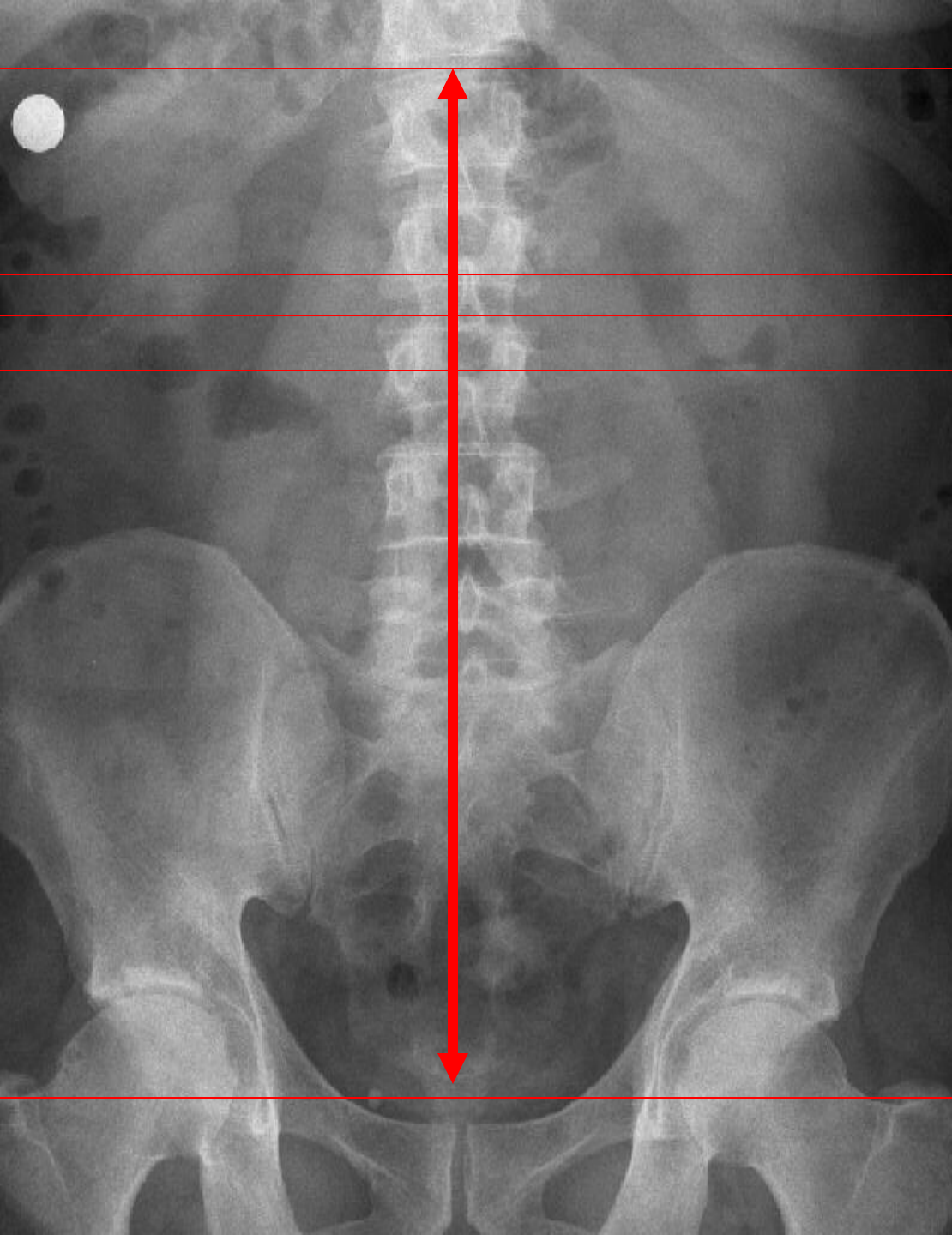
- mAs (of mA) \rightarrow mAs \sim dosis

- 15% mAS \downarrow = 15% dosis \downarrow

- Voltage \rightarrow V \cong dosis.

- Contrastonderzoeken (V \downarrow = contrast \uparrow)

- 15% V \downarrow \cong 35% dosis \downarrow



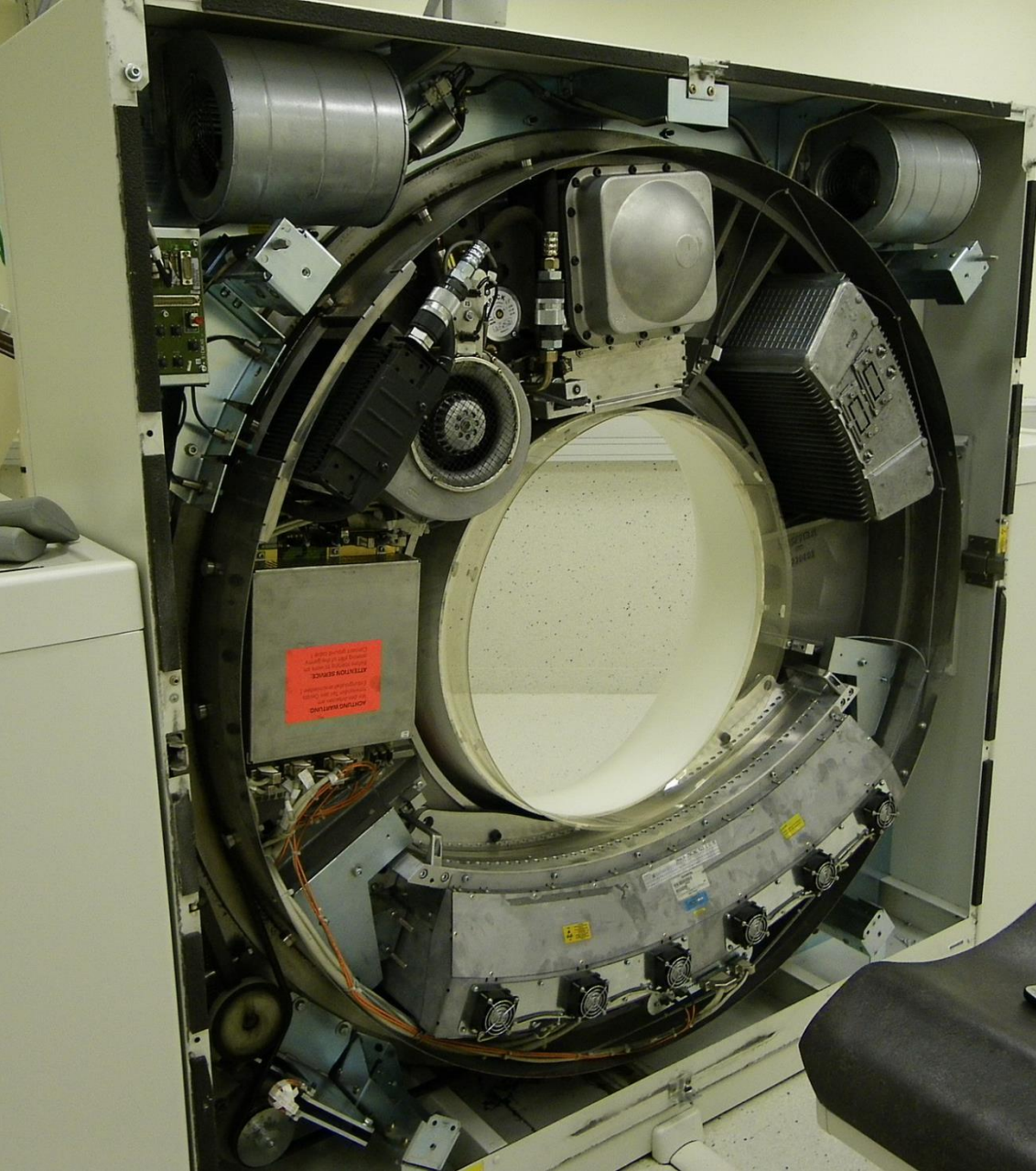
Scan

aantal

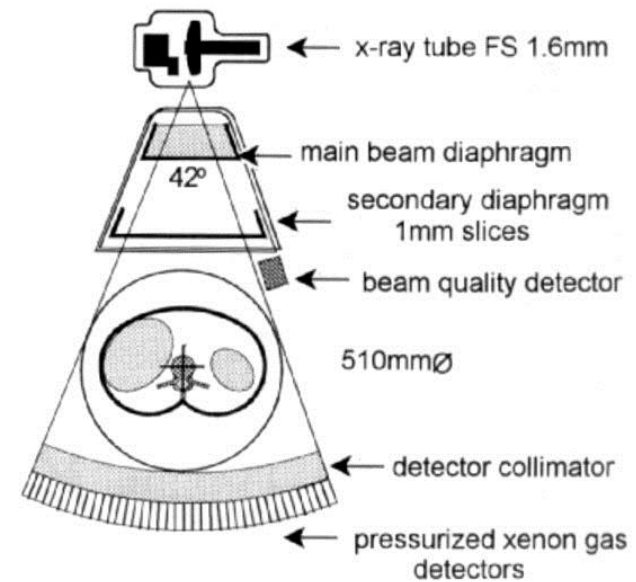
dikte

interval

pitch



Collimator: snededikte





Snededikte

1, 2 , 4 ,... 10 mm

Snededikte 1mm (2mm)

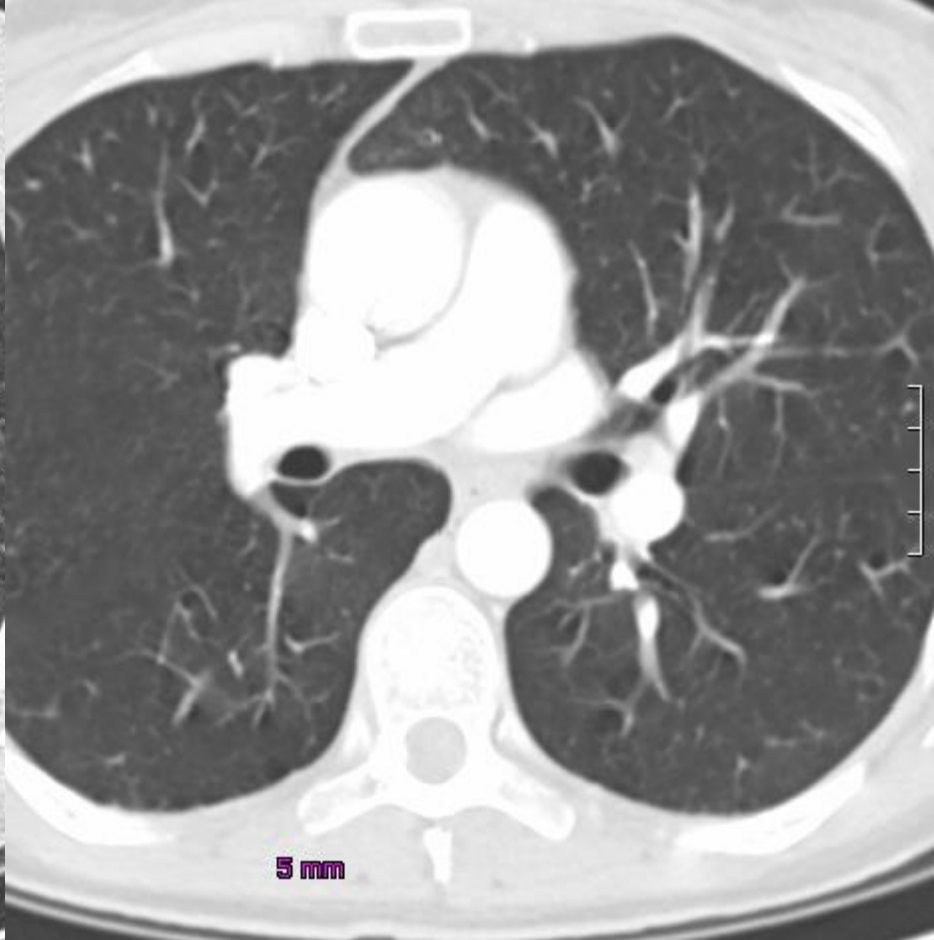
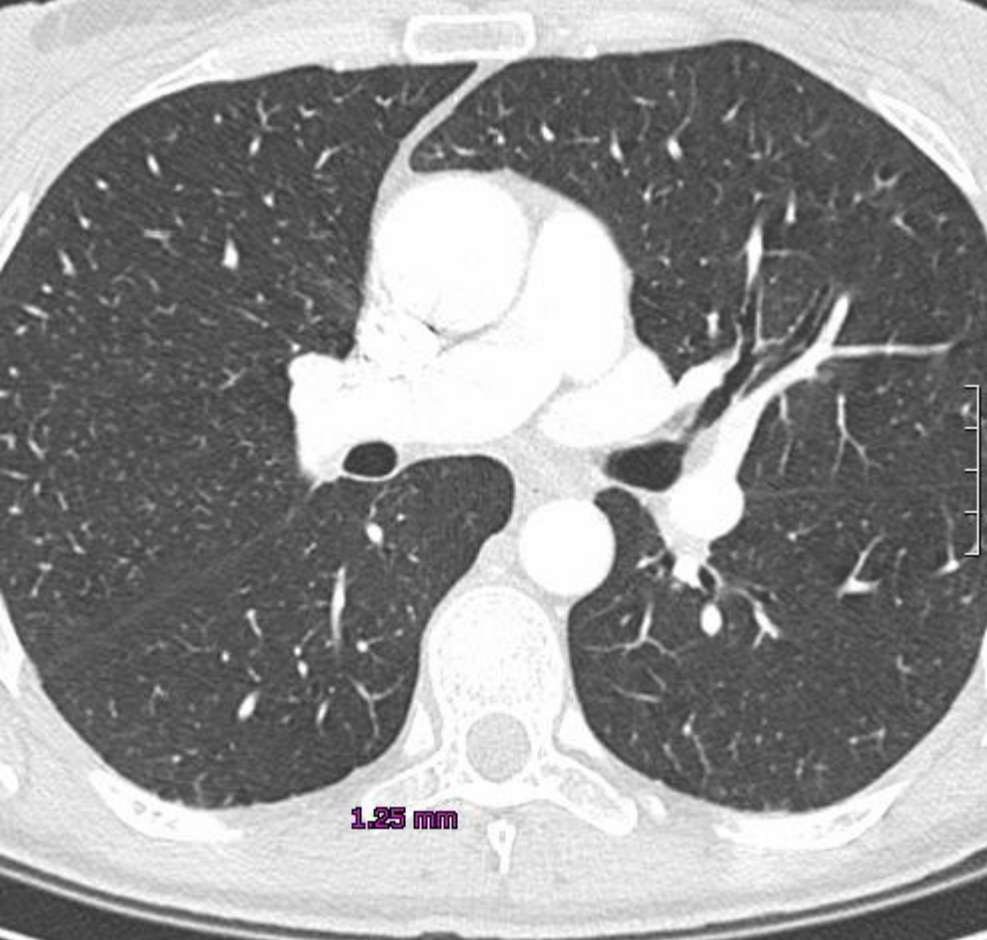
fijne botstructuren(middenoor)

detail longweefsel

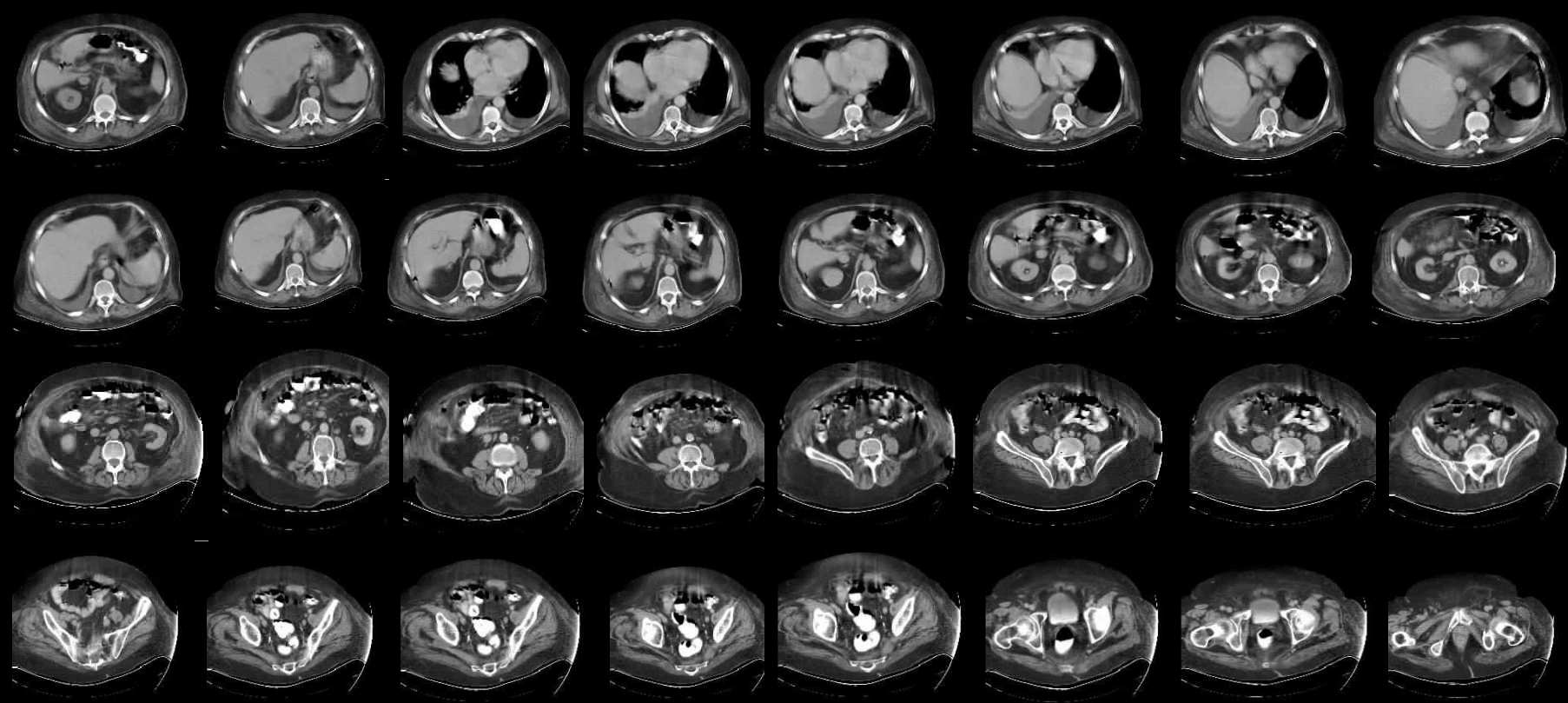
belang reconstructies (MPR, 3-D)

Snededikte 8mm (10mm)

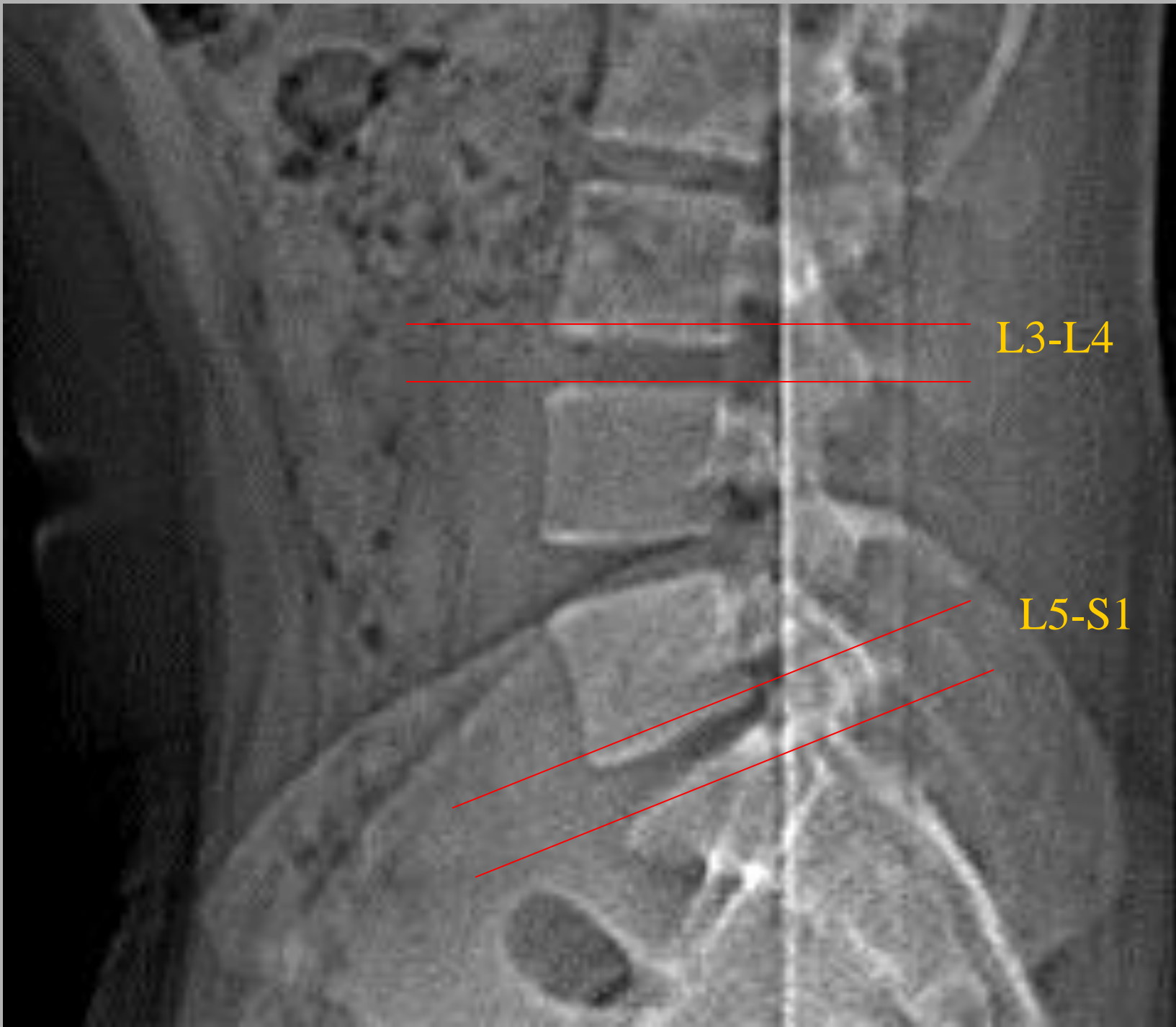
thoracale en abdominale onderzoeken







CT Abdomen +- 40 scans

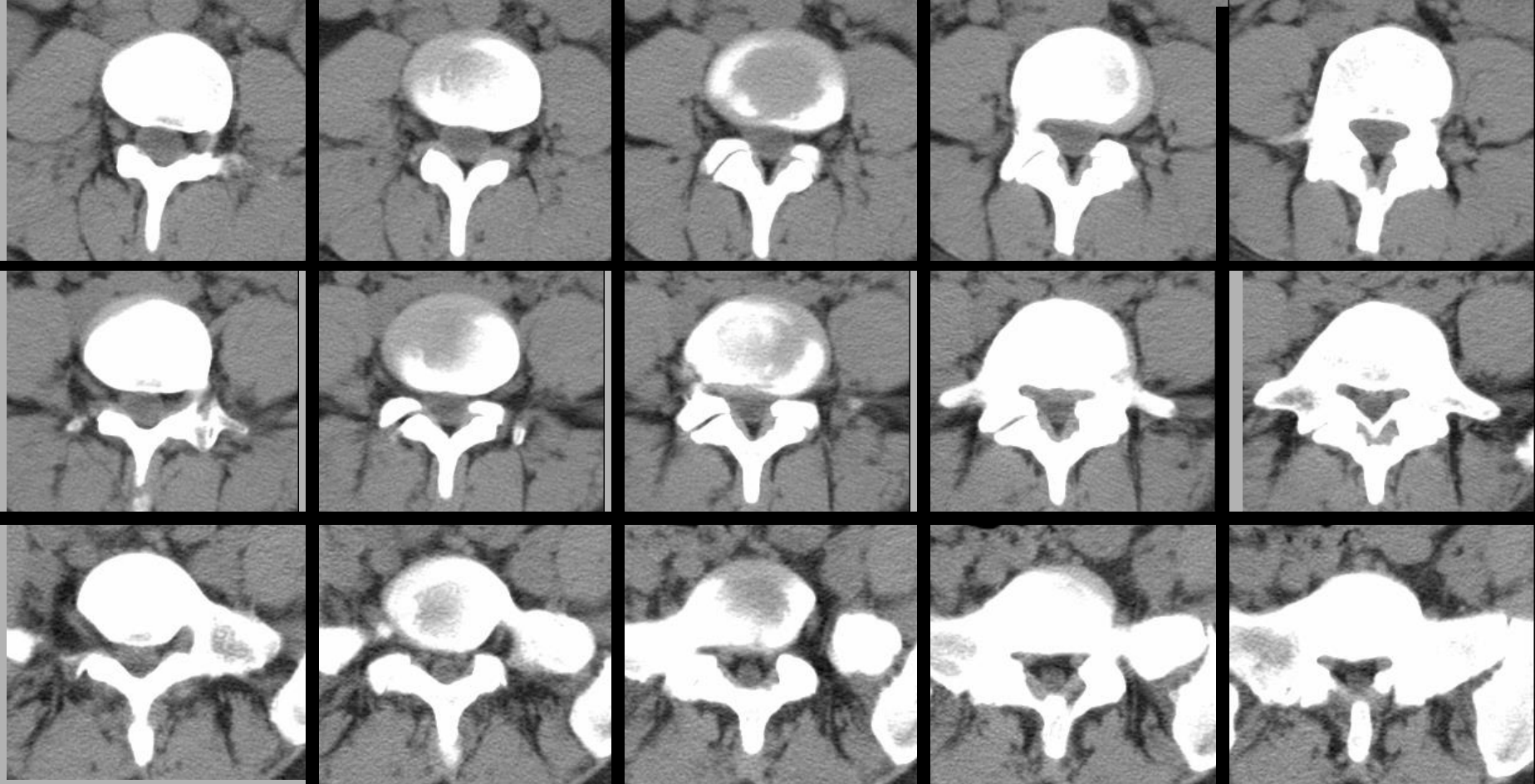


L3-L4

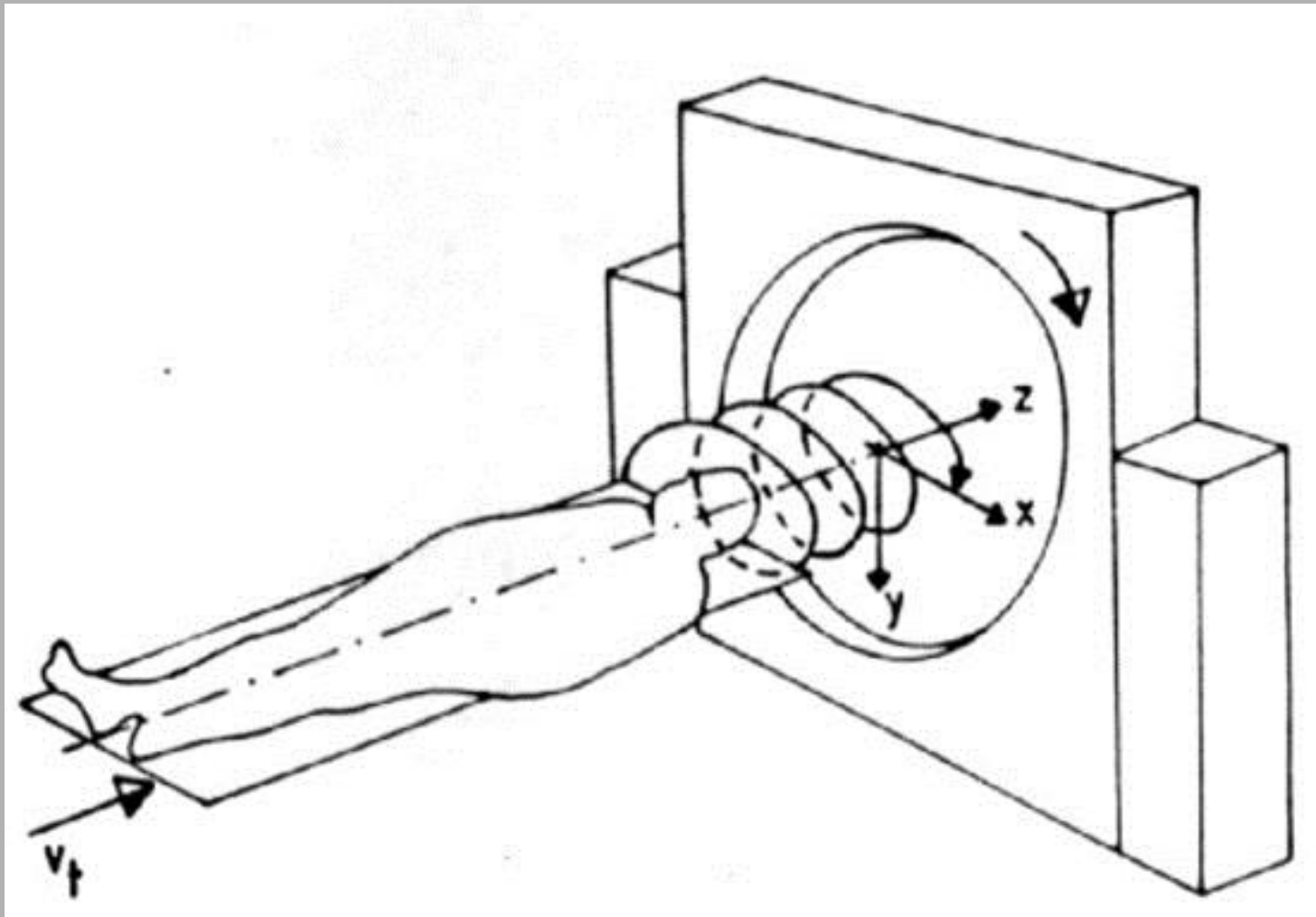
L5-S1

Gantry-inclinatie





CT LWZ *- 5-6 scans per discus

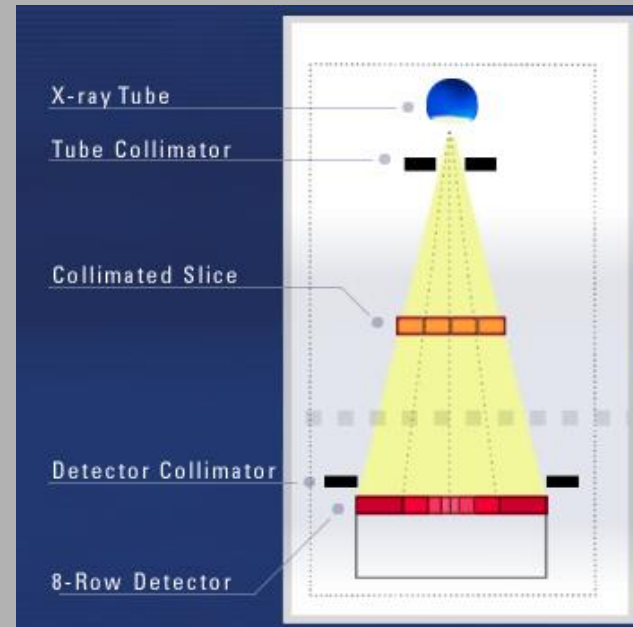
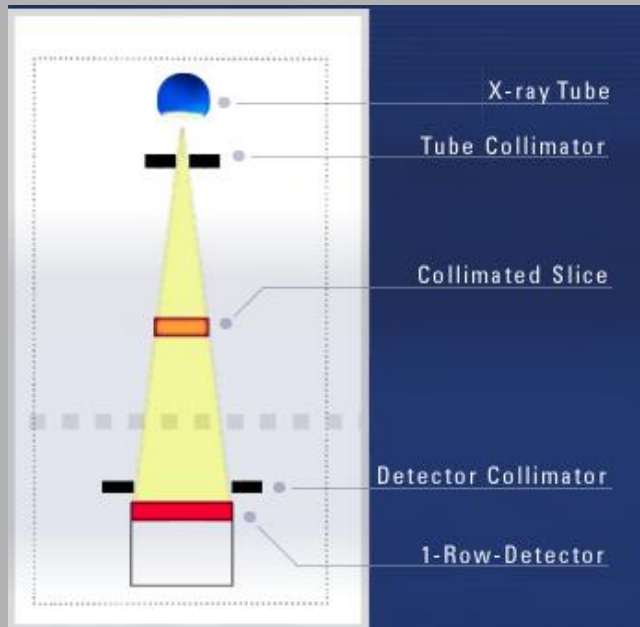


Spiraal-CT: de X-stralenbron voert een continue spiraalbeweging uit tov de patiënt die aan een constante snelheid door de gantry schuift.

Spiraal-CT

- korte onderzoeksduur
- reductie ademhalingsartefacten
- voordeel naar reconstructies

(Multidetector-CT)



Spiraal-CT:

pitch:

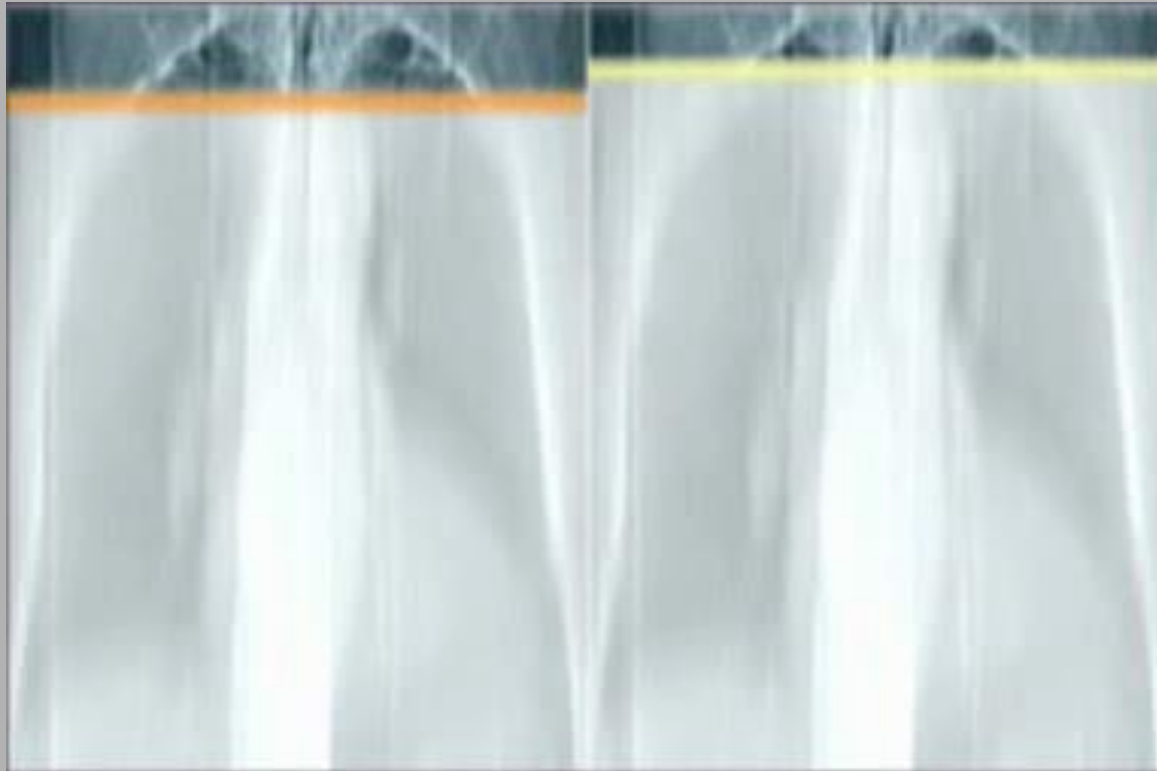


Spiraal-CT:

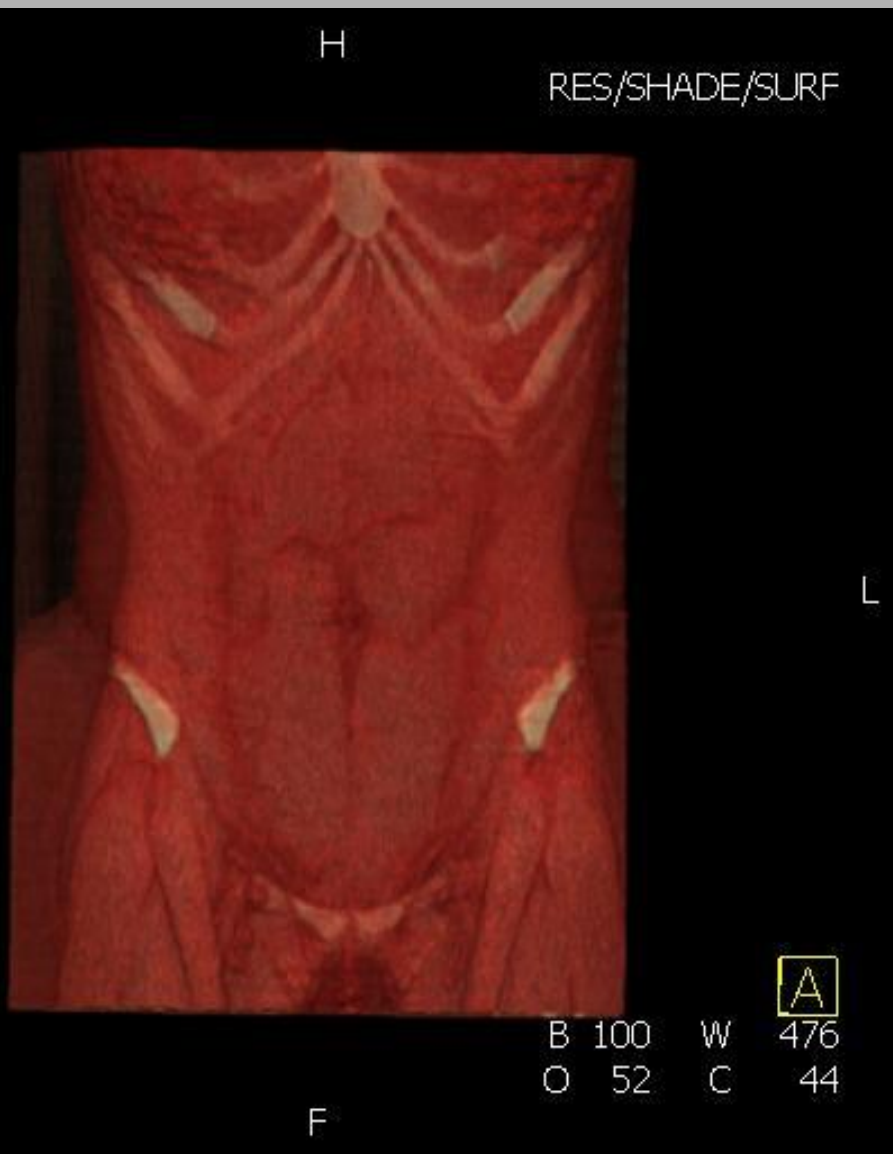
pitch:

1.5

1



Pitch: snelheid van de taferverschuiving tov snededikte

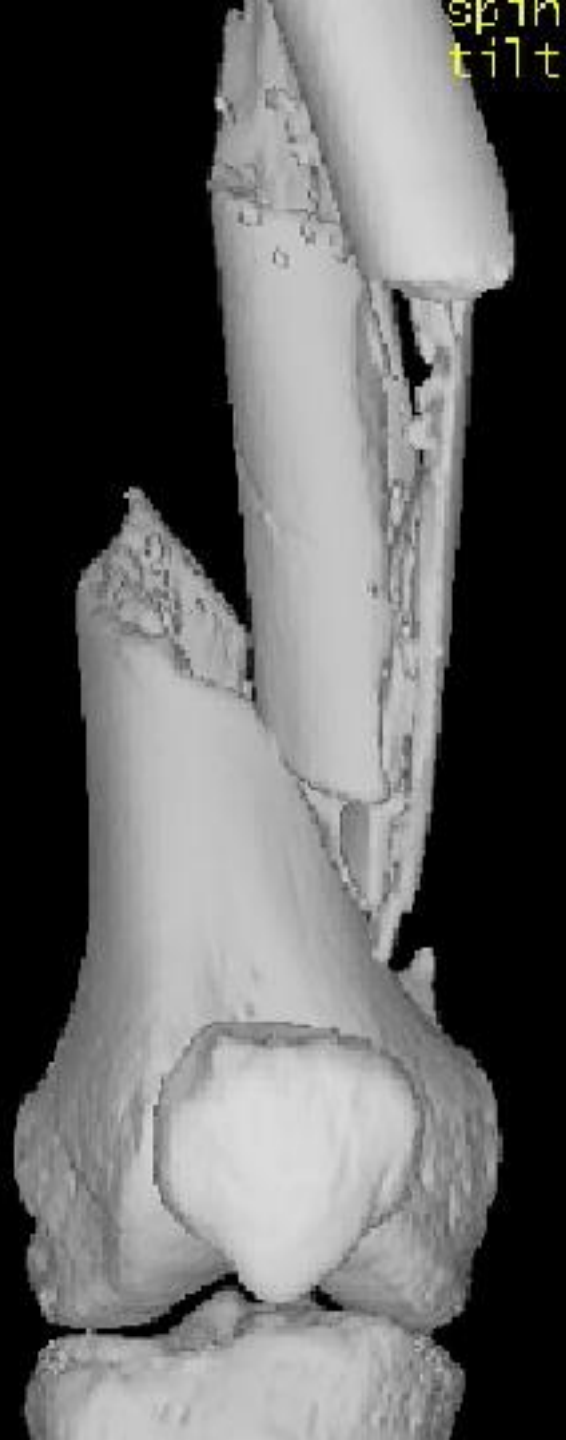
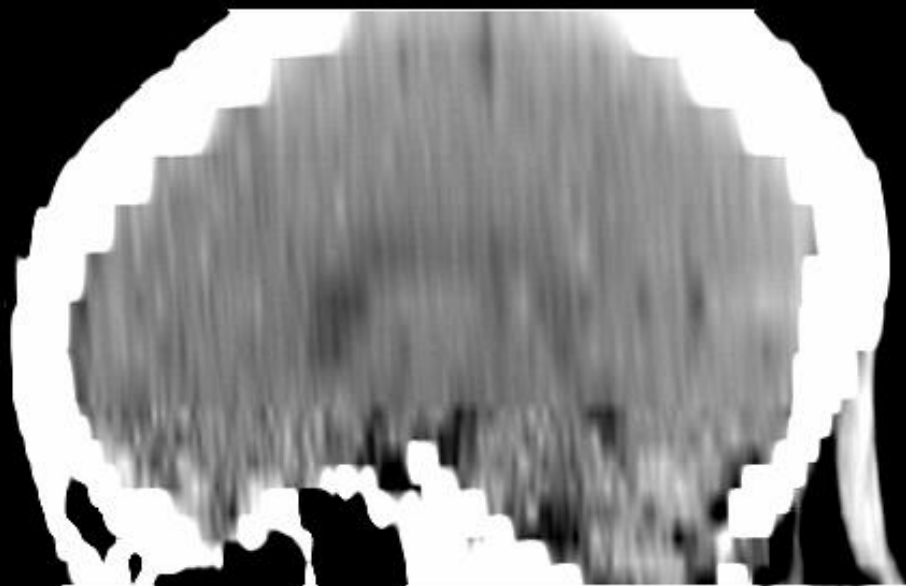


volumescan





Spiraalscan van de thorax



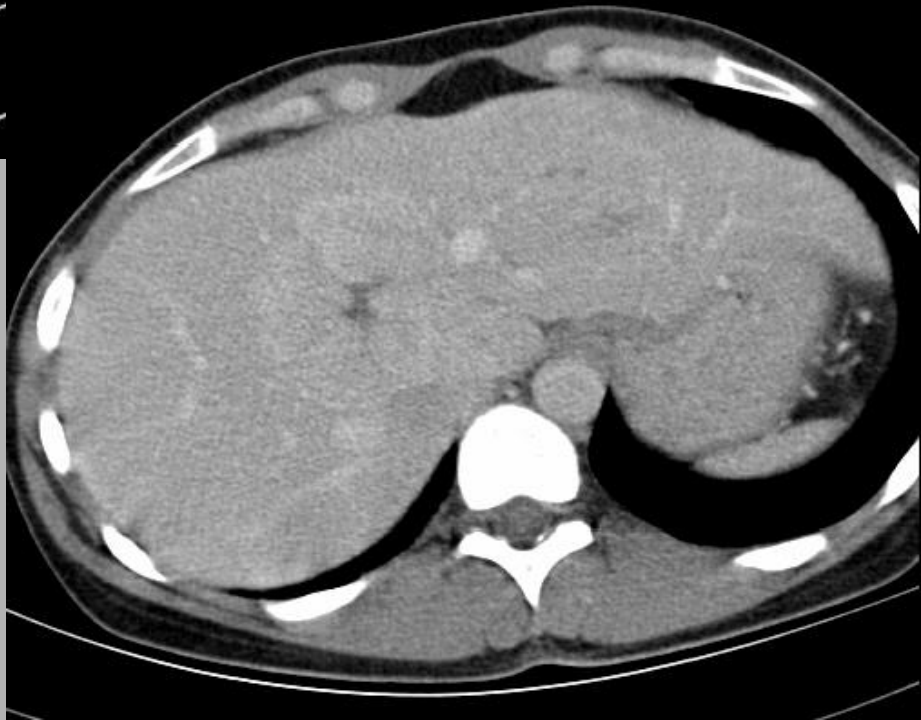




A



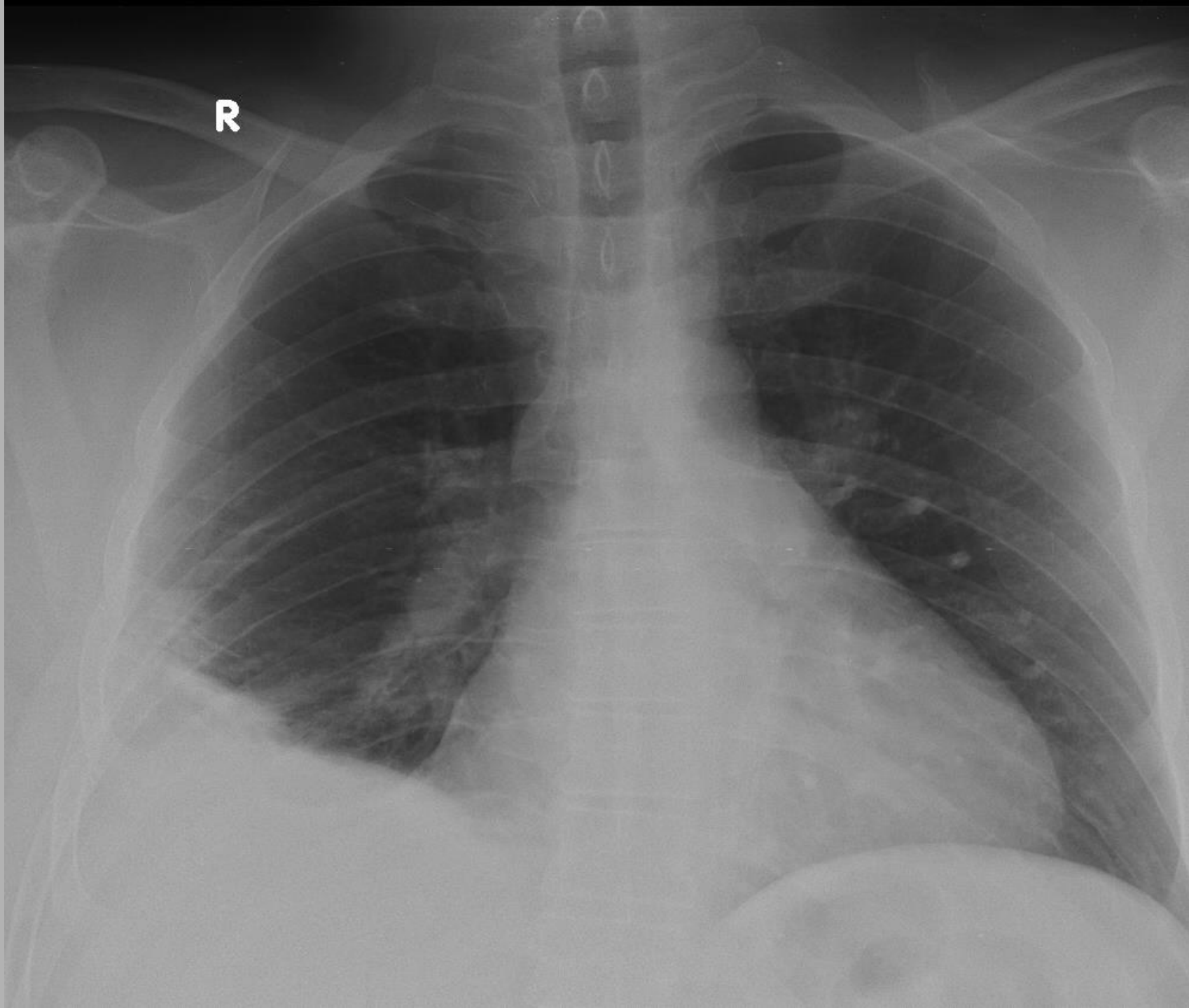
B



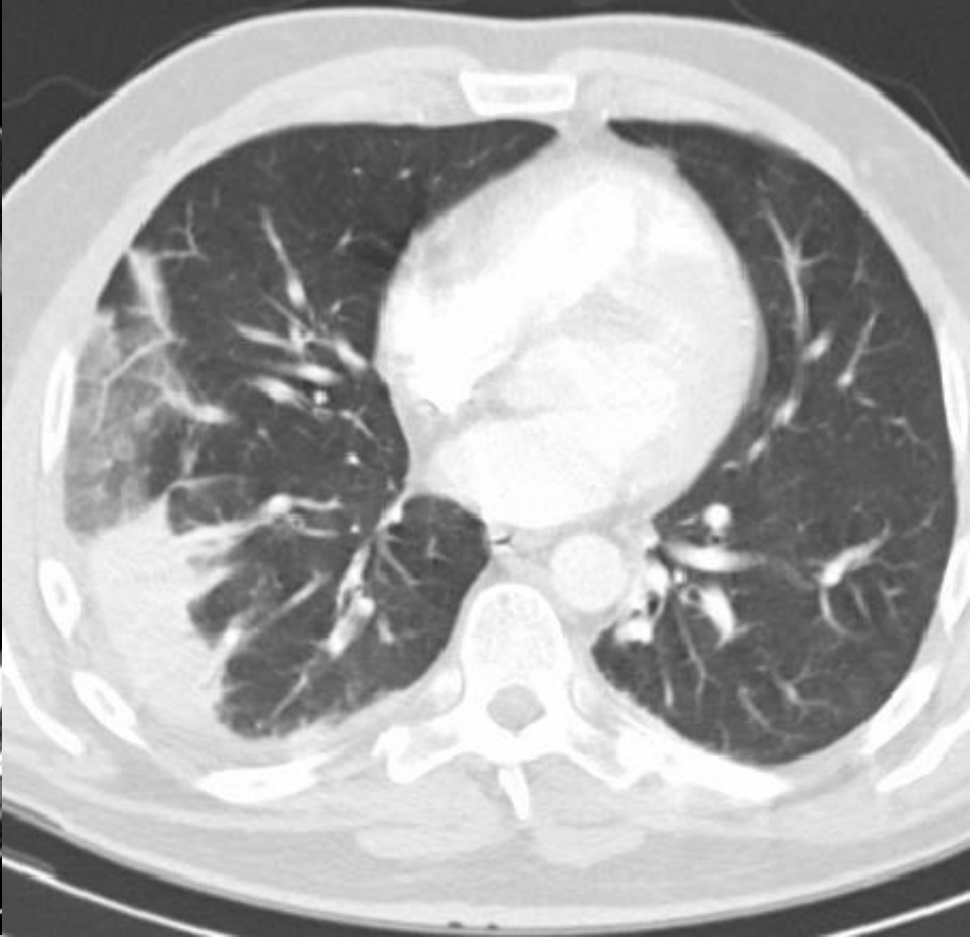
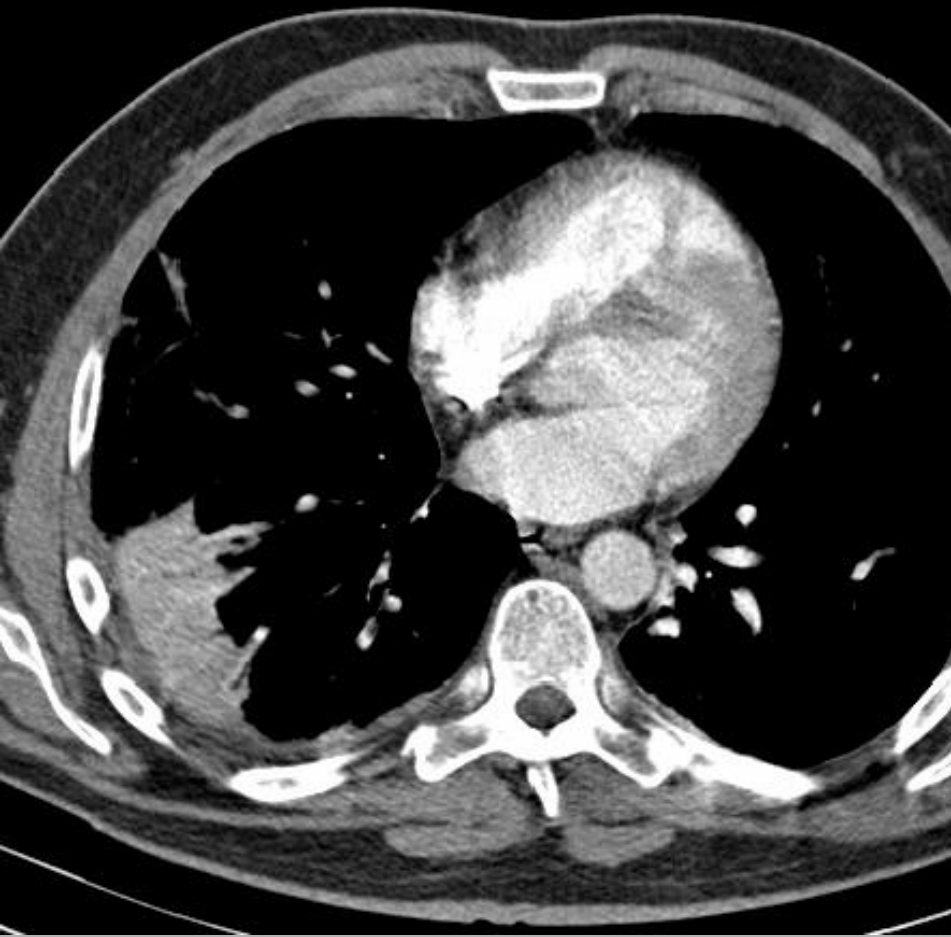
Multifasisch CT-
onderzoek





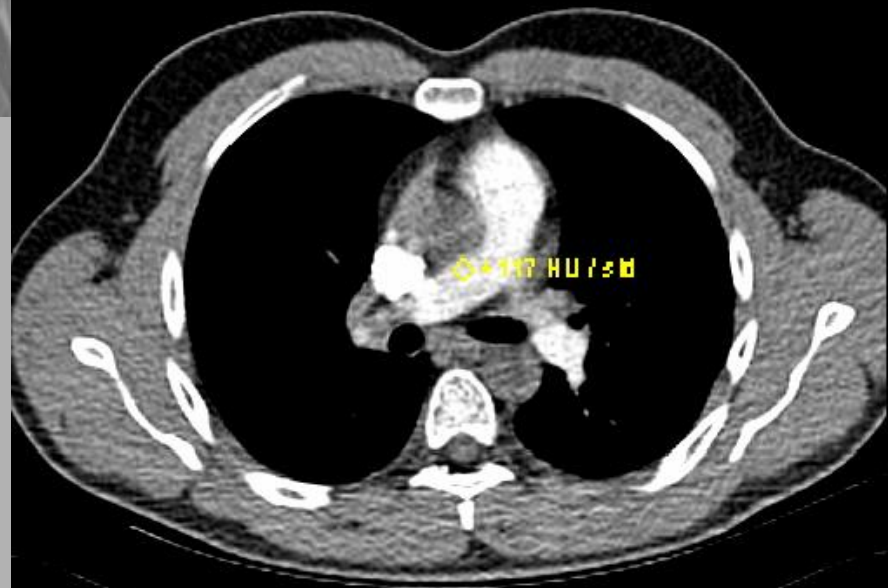
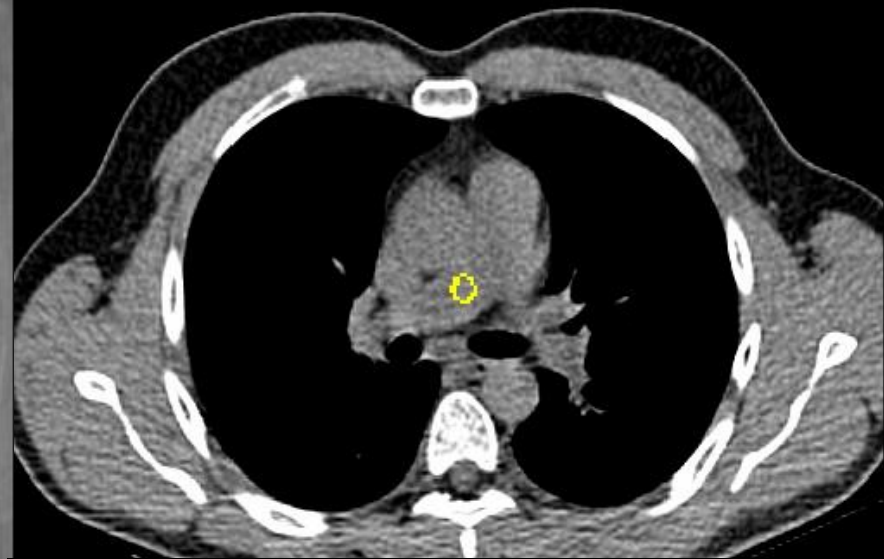
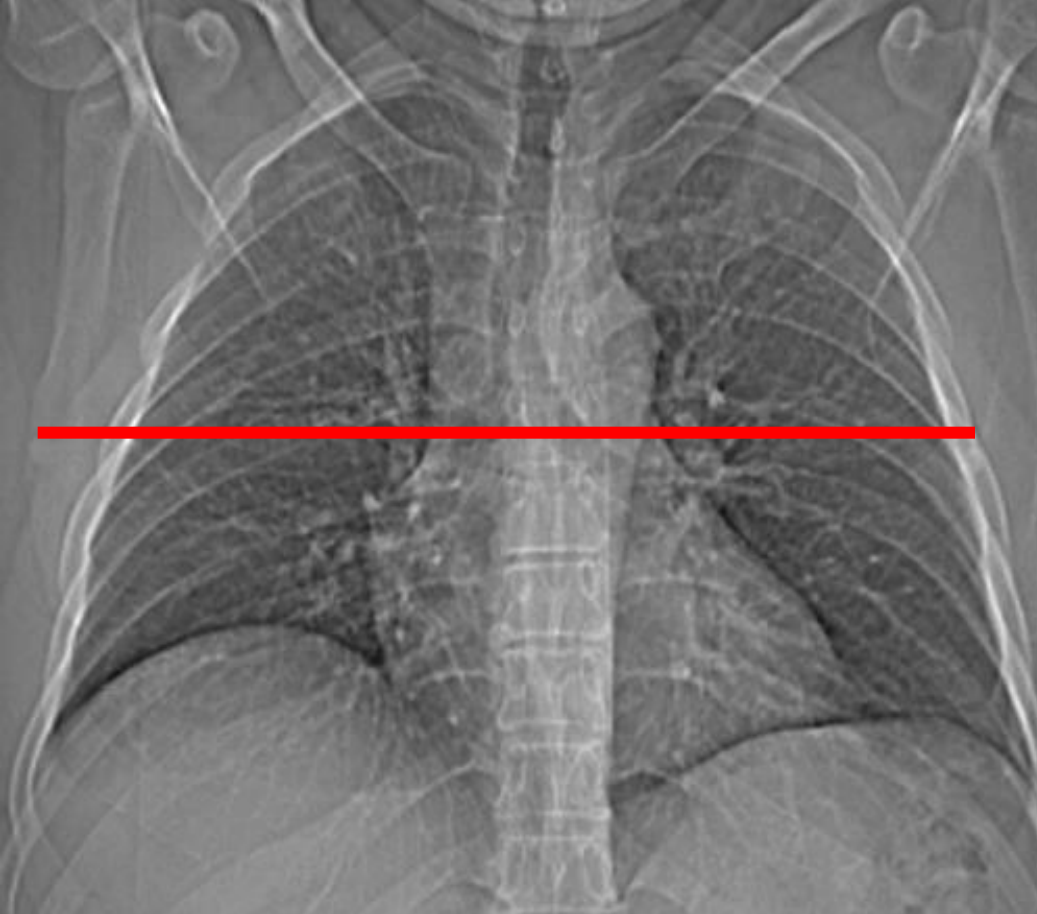


R

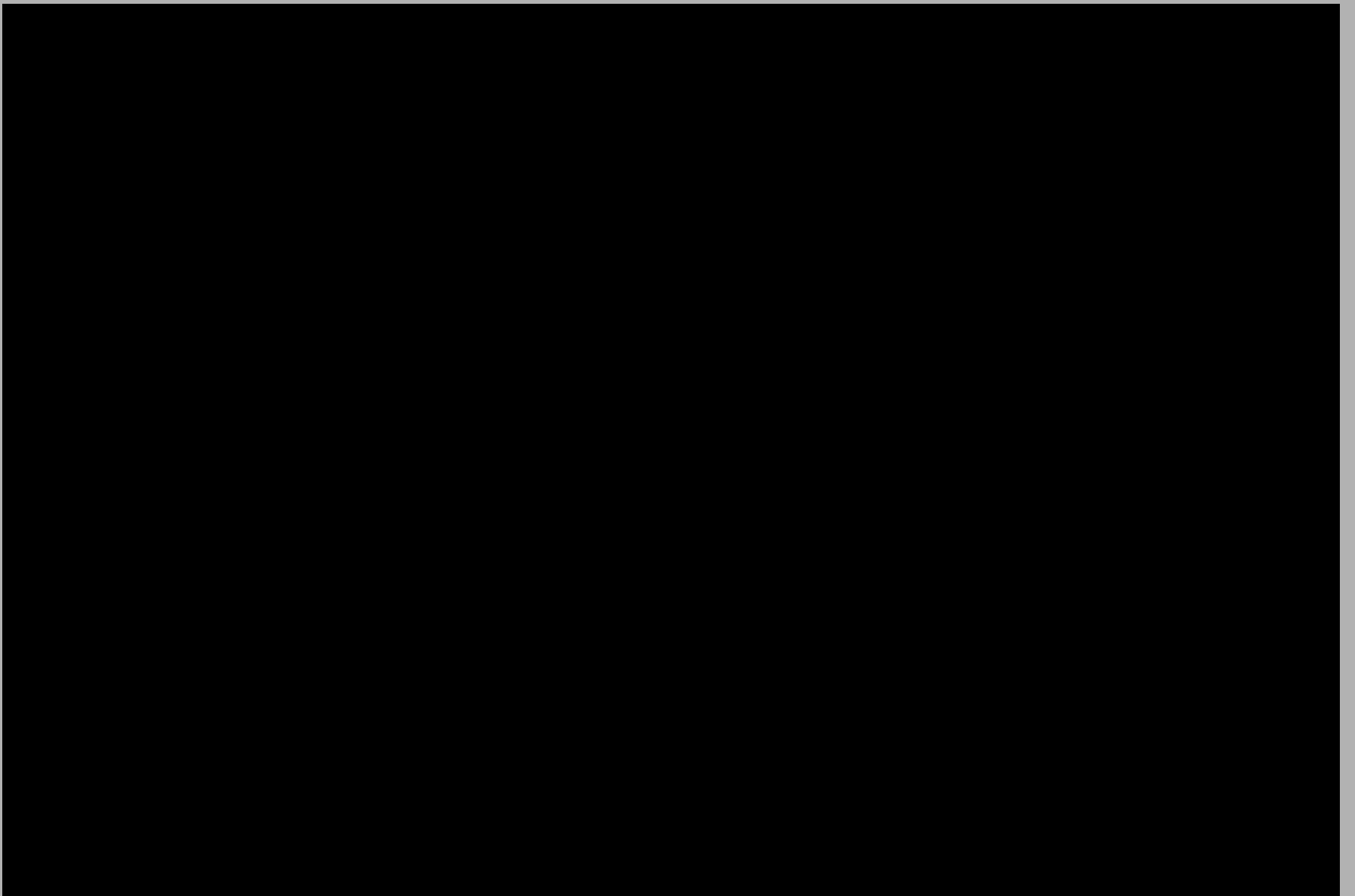




longembolen



trigger op de truncus
pulmonalis



ATL





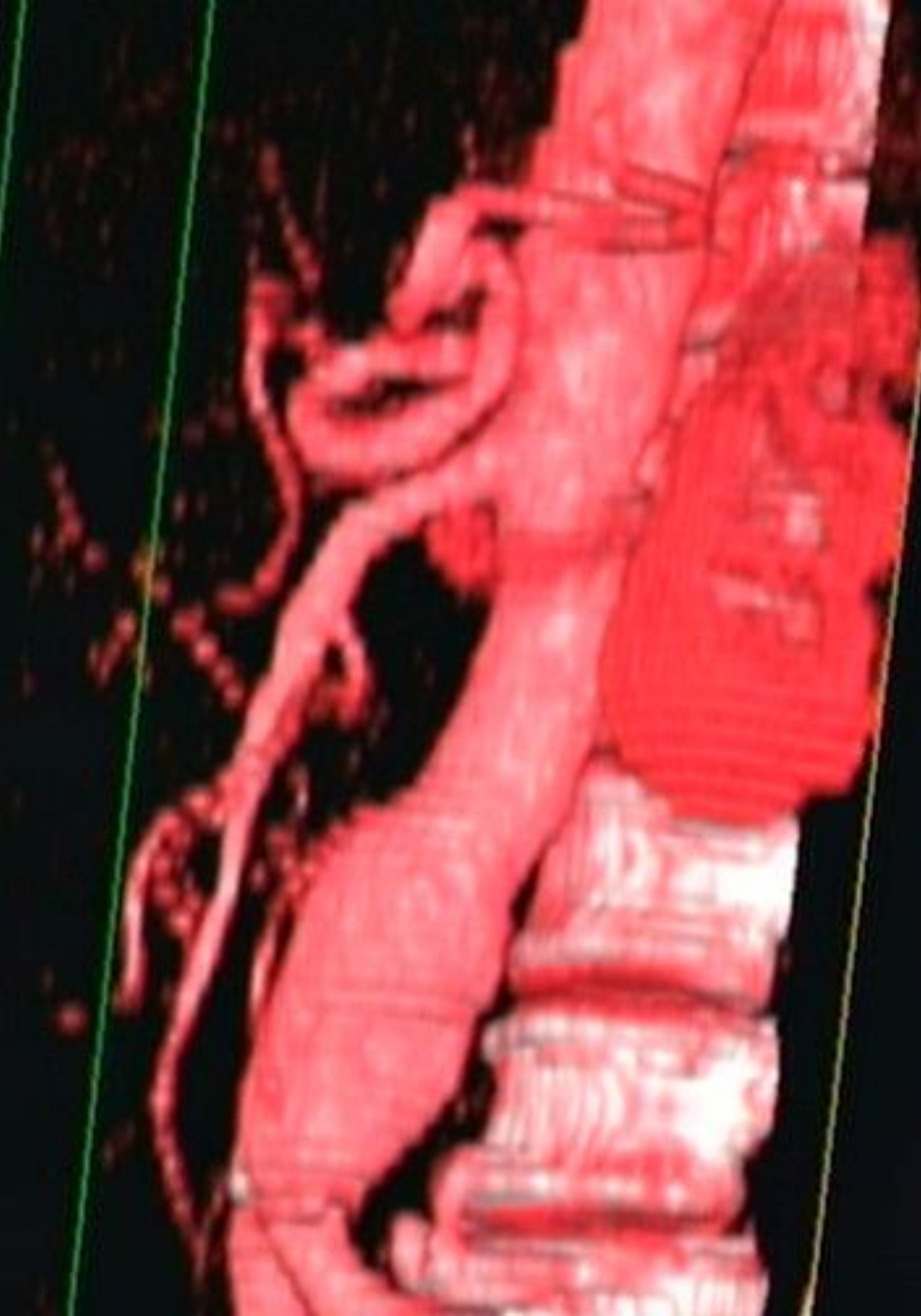


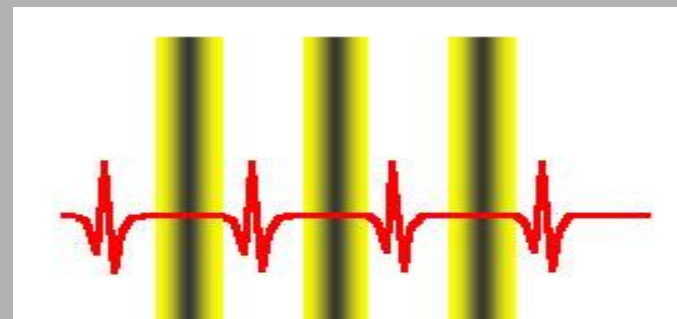
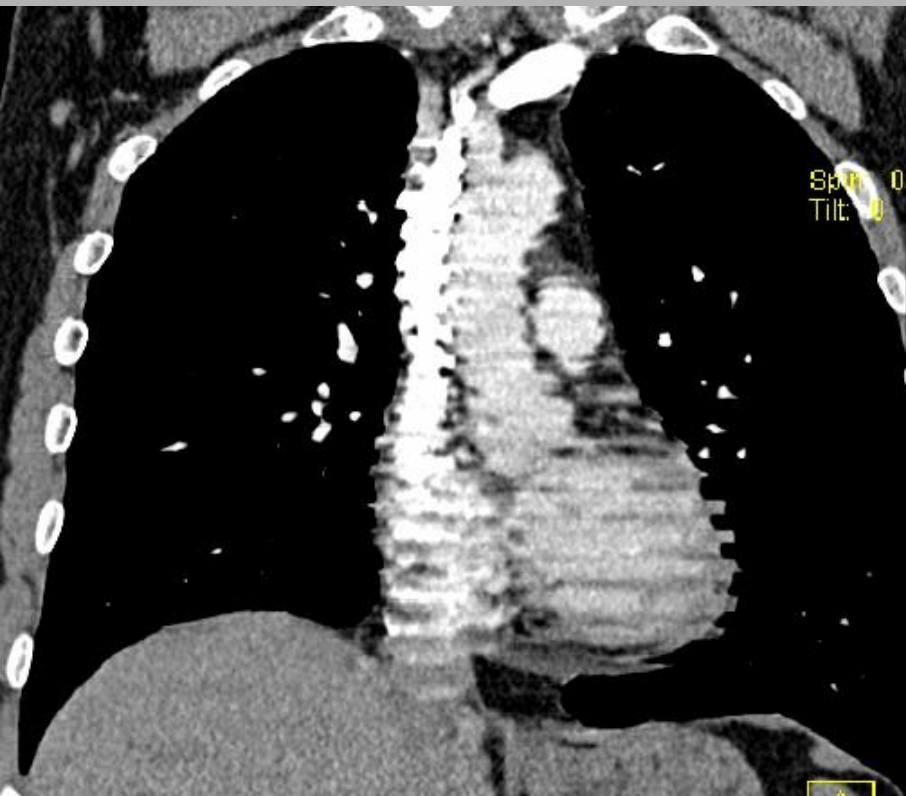


lage mAs, meer ruis, optimaliseren met snededikte te verhogen

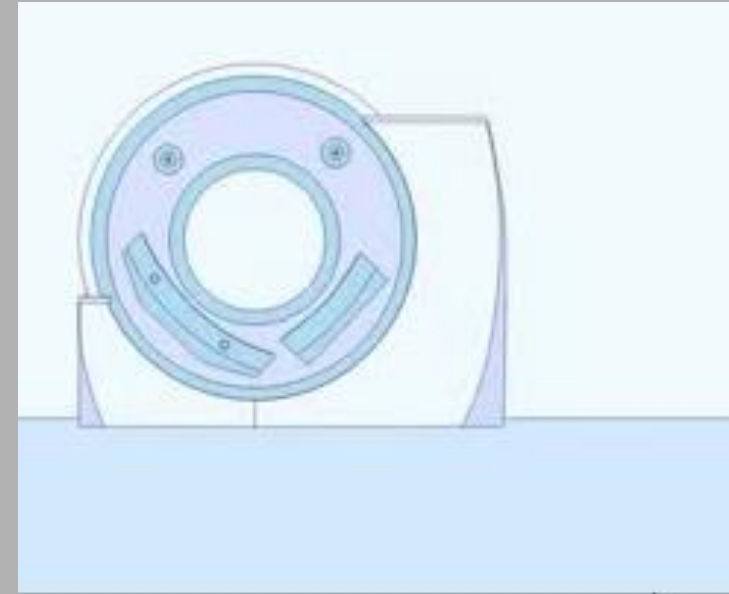
Technique	Parameters	Effective Dose IRCP 60	Eye Lense
Radiographs	4 views	0,07 mSv	1,5 mGy
Sequential CT	125 KV/240 mAs/3-3 mm	1 mSv	26 mGy
Single slice Helical CT	125 KV/240 mAs/3 mm/Pitch 1.5	0,8 mSv	18 mGy
Low dose Sequential CT *	125 KV/80 mAs/3-3 mm	0,3 mSv	8 mGy
Multislice CT Standard Dose	120 KV/100 mAs/4x1mm	0,6 mSv	14 mGy
Multislice Low Dose CT	120 KV/10 mAs/4x1mm	0,067 mSv	1,4 mGy
Multislice Brain CT	140 KV/150 mAs/4x1mm/ Foy fl.	1.8 mSv	37 mGy



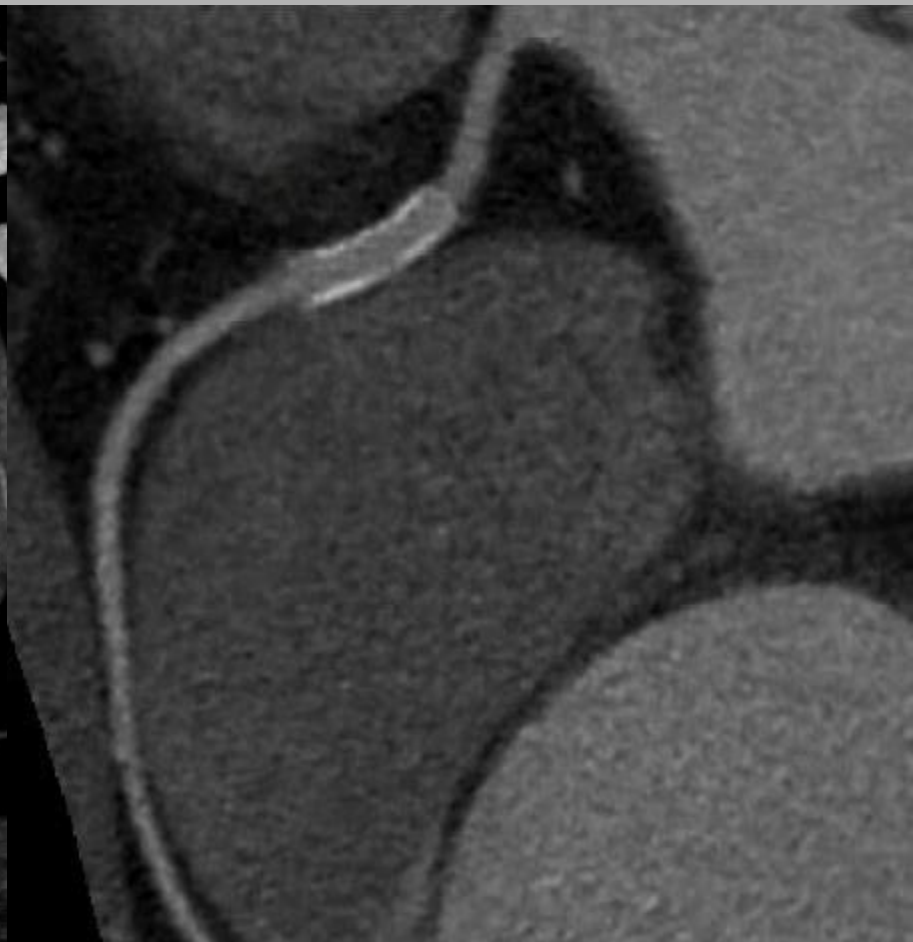
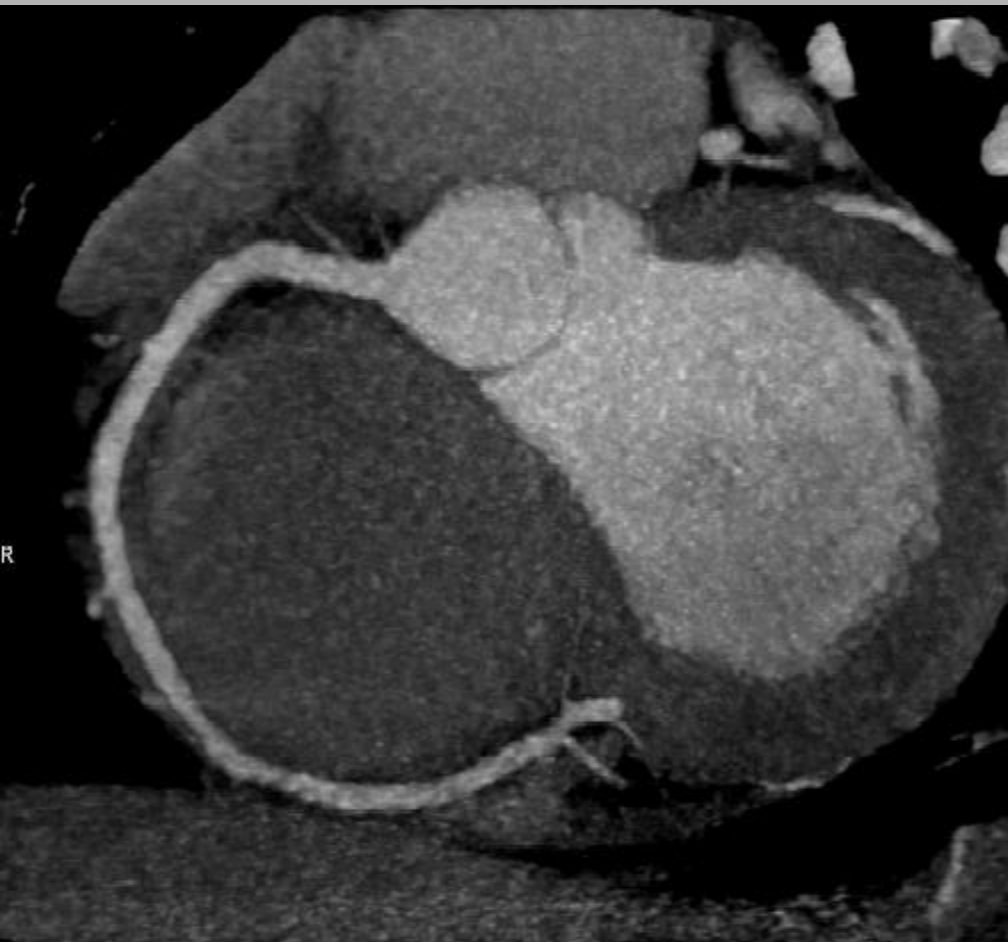


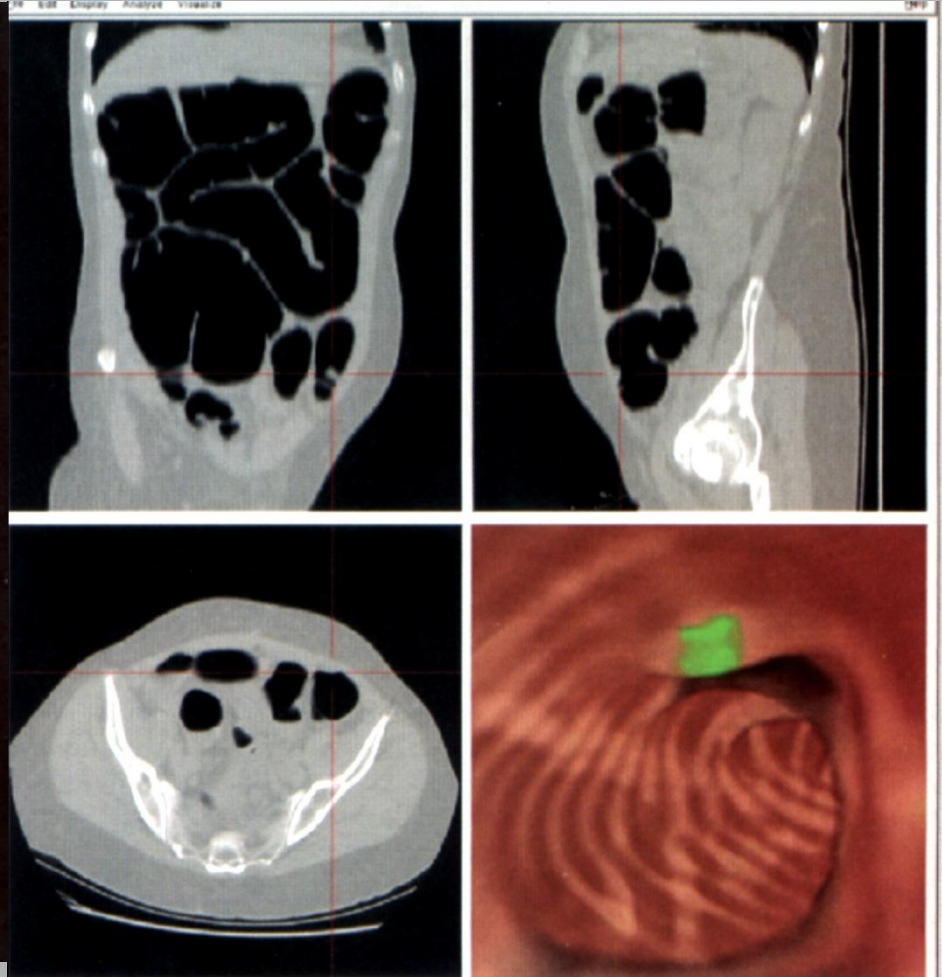


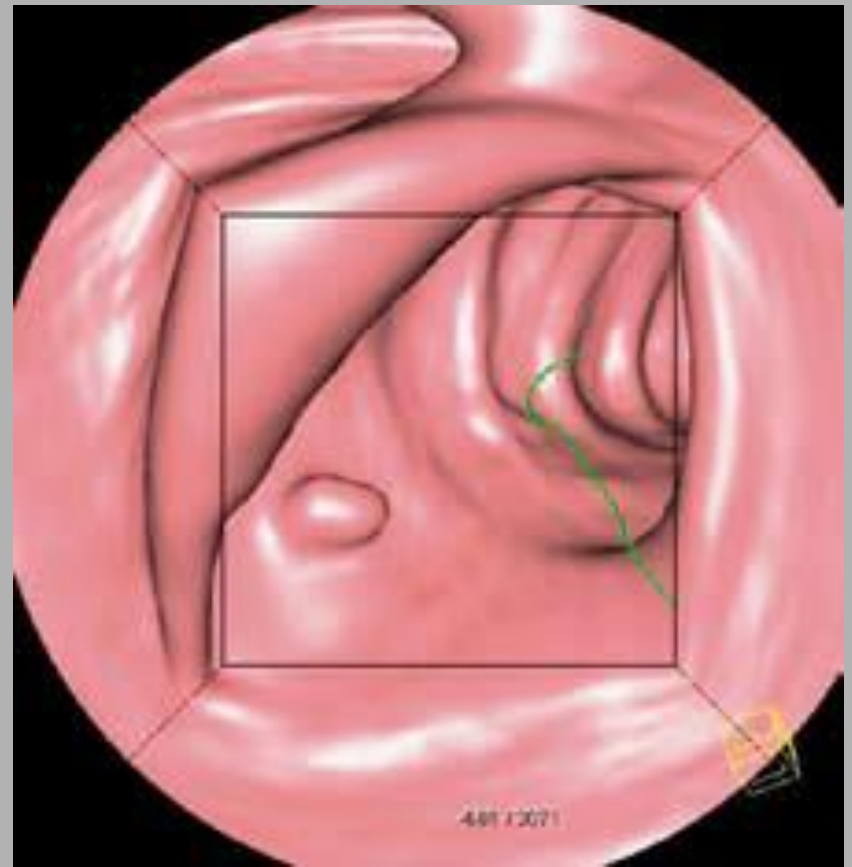
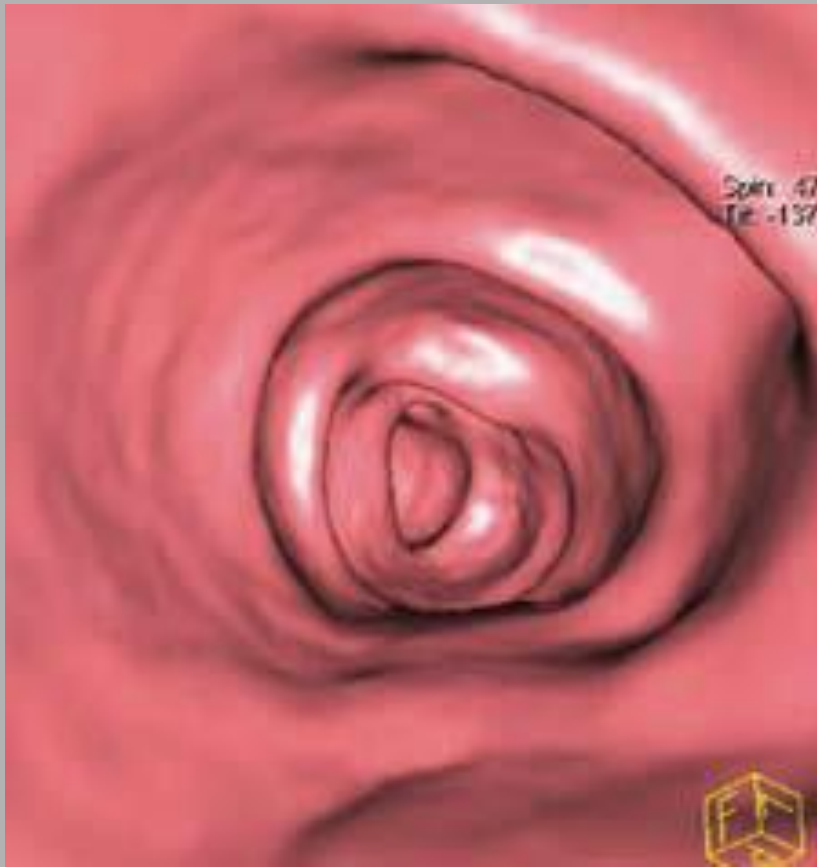
Dual source CT



Dankzij de combinatie van een hoge **spatiële** (het onderscheidend vermogen) en **temporele resolutie** (de tijd die nodig is voor het maken van een beeld) is het mogelijk geworden om haarscherpe beelden te verkrijgen van het hart en de coronairen.







virtuele coloscopie

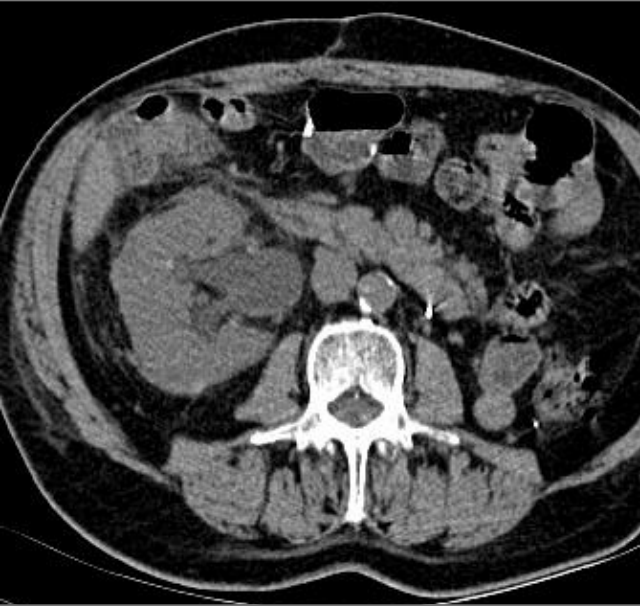
poliepen opsporen dmv een niet-invasieve techniek

traumatologie





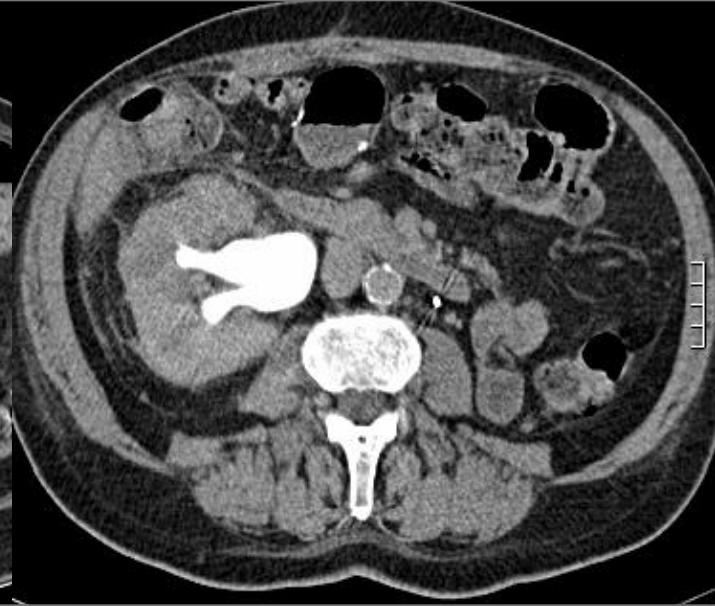
CT - urografie



- C



+ C

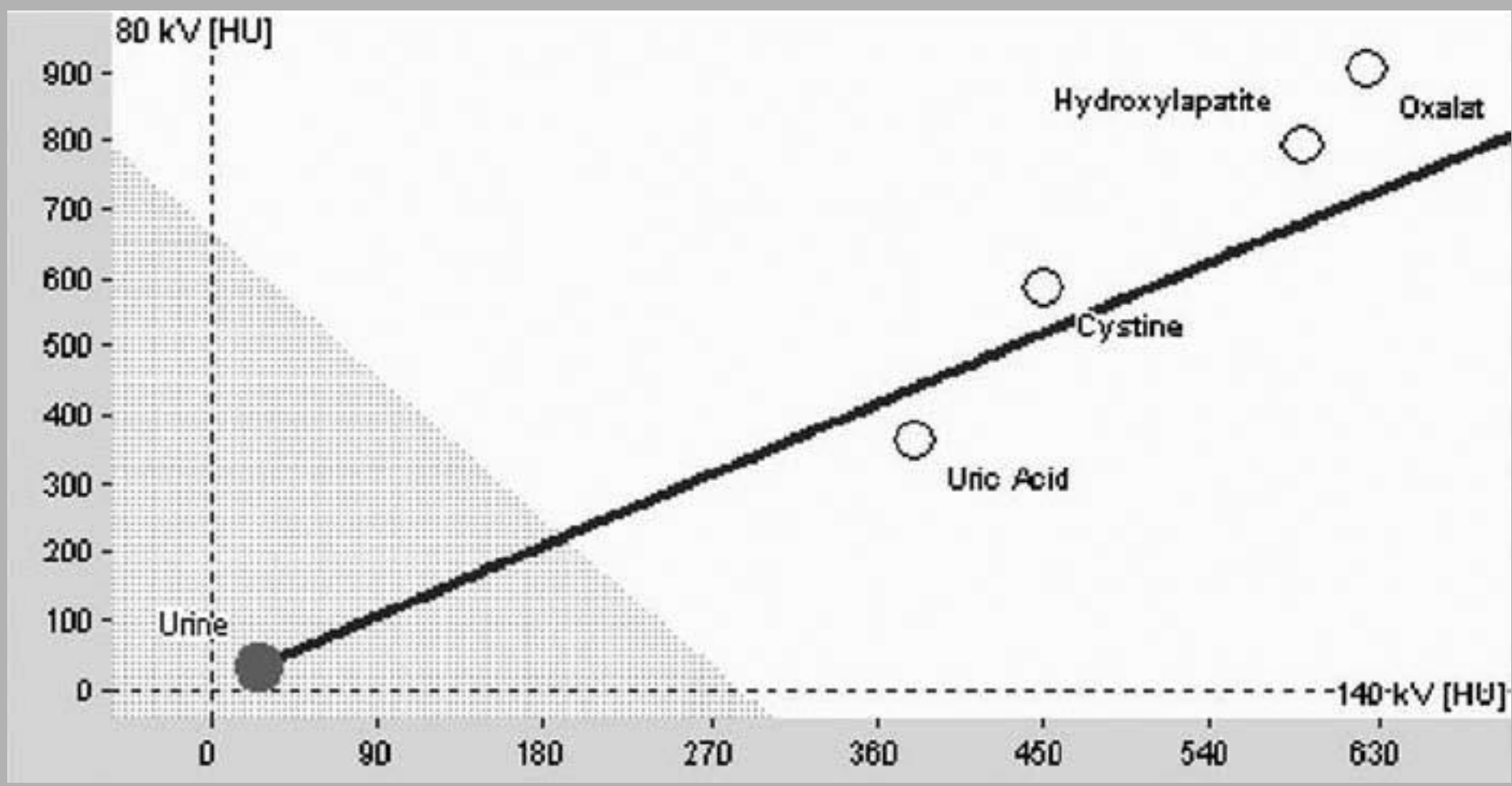


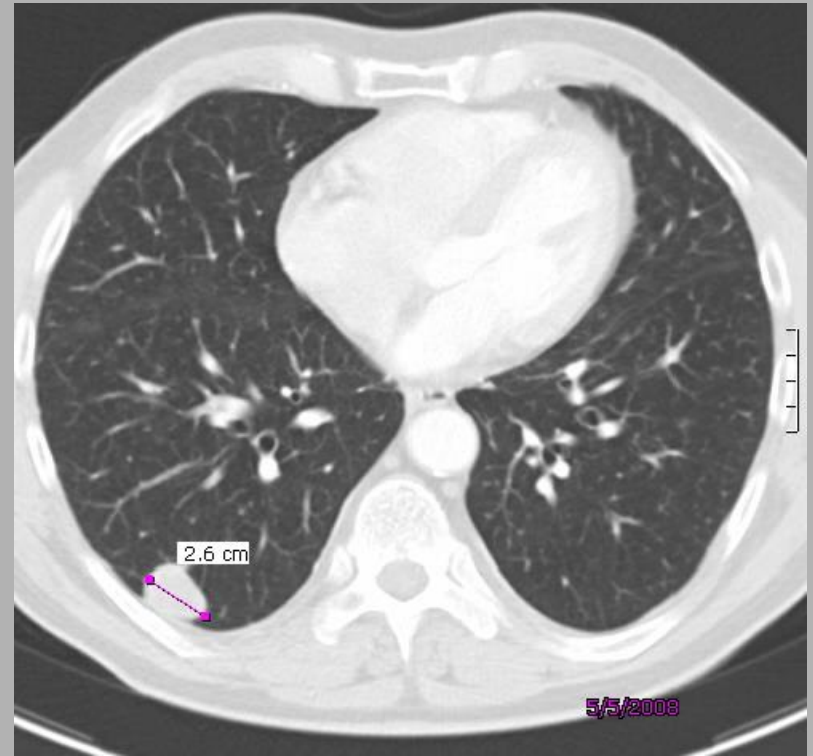
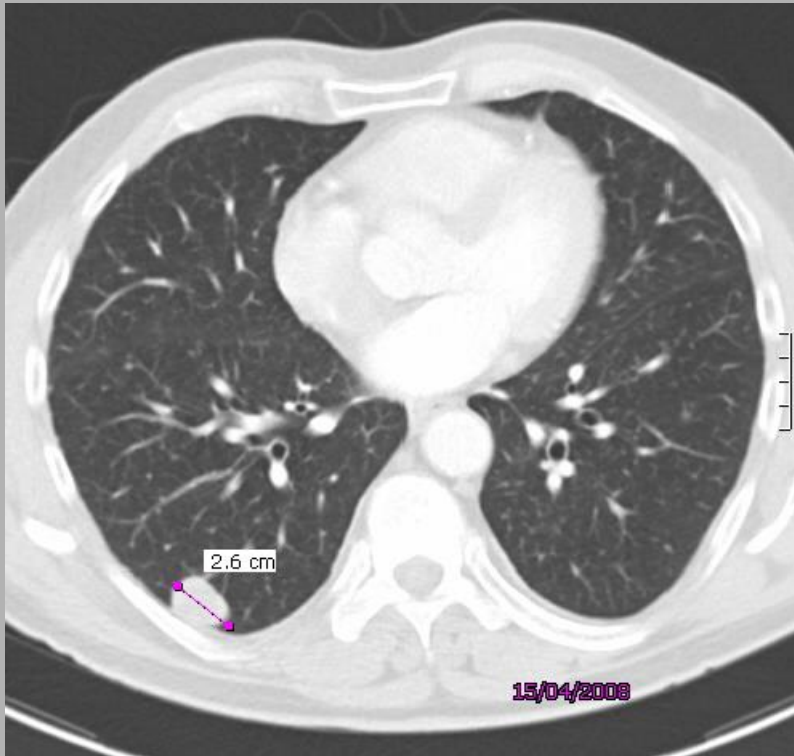
laattijdig

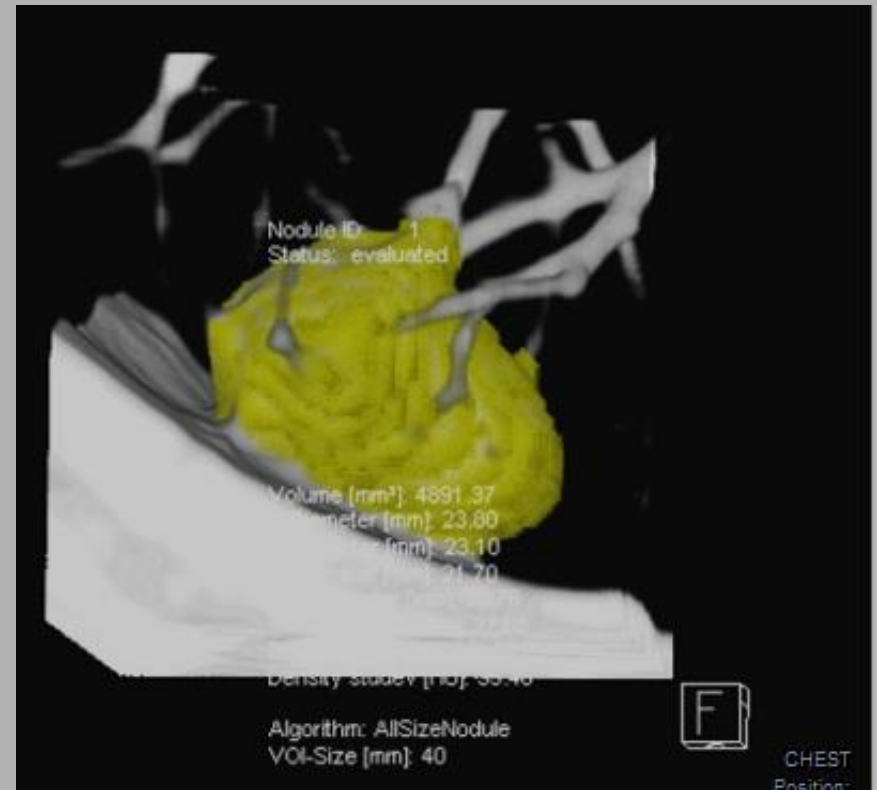
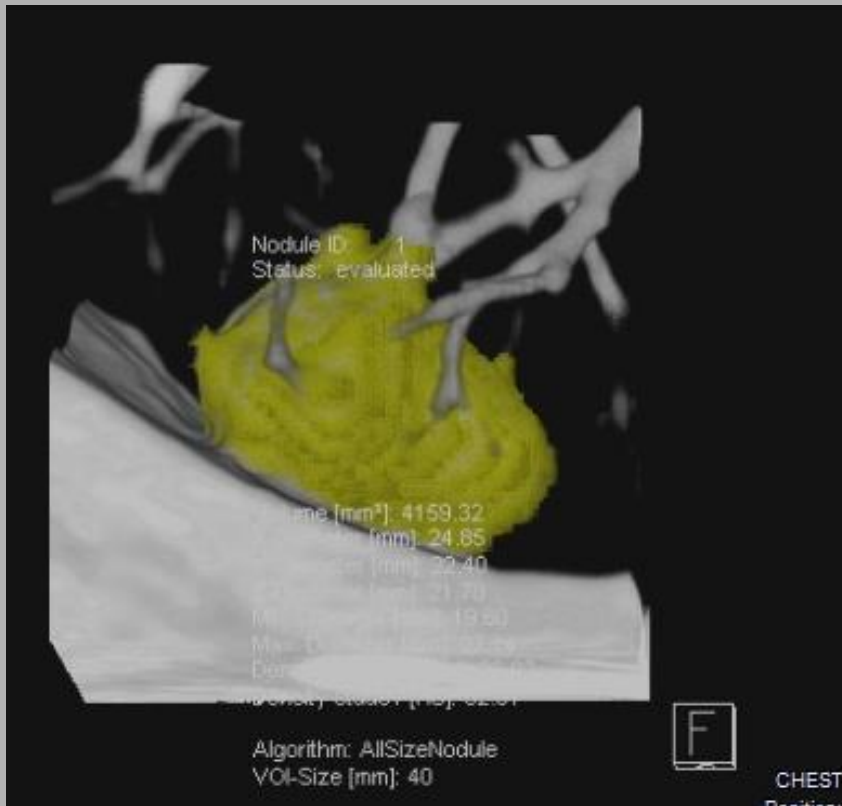


Dual source CT

2 röntgenbuizen: resp 80kV en 120 kV





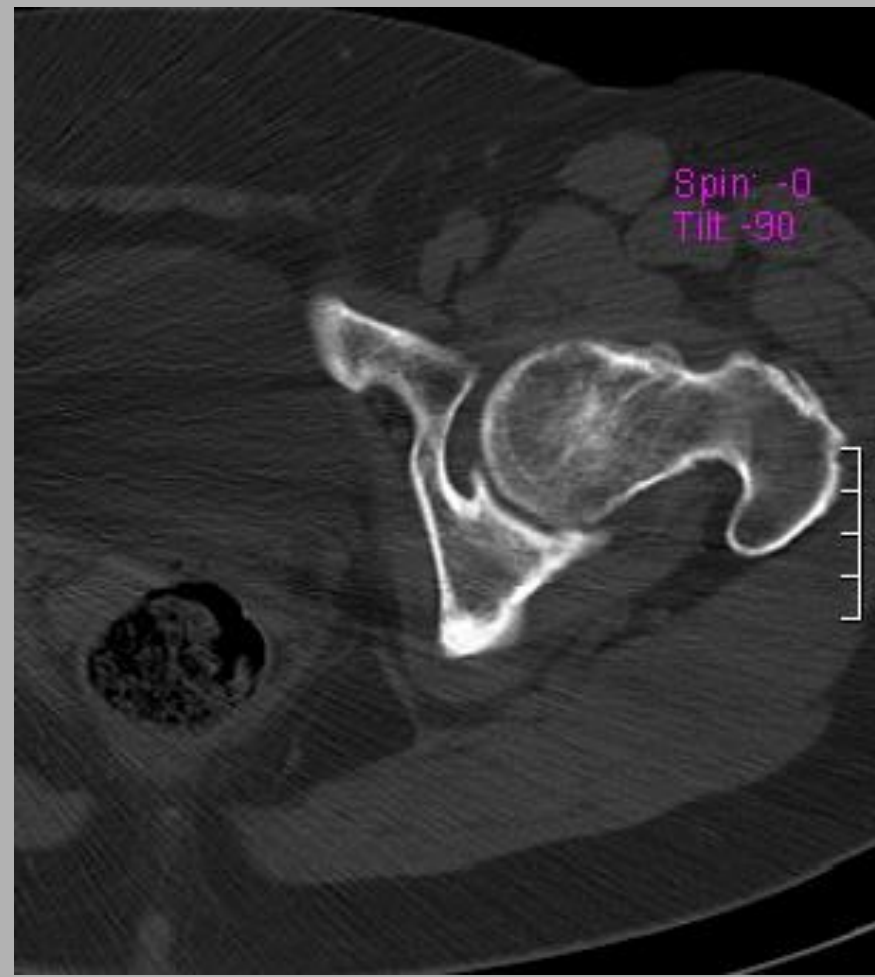
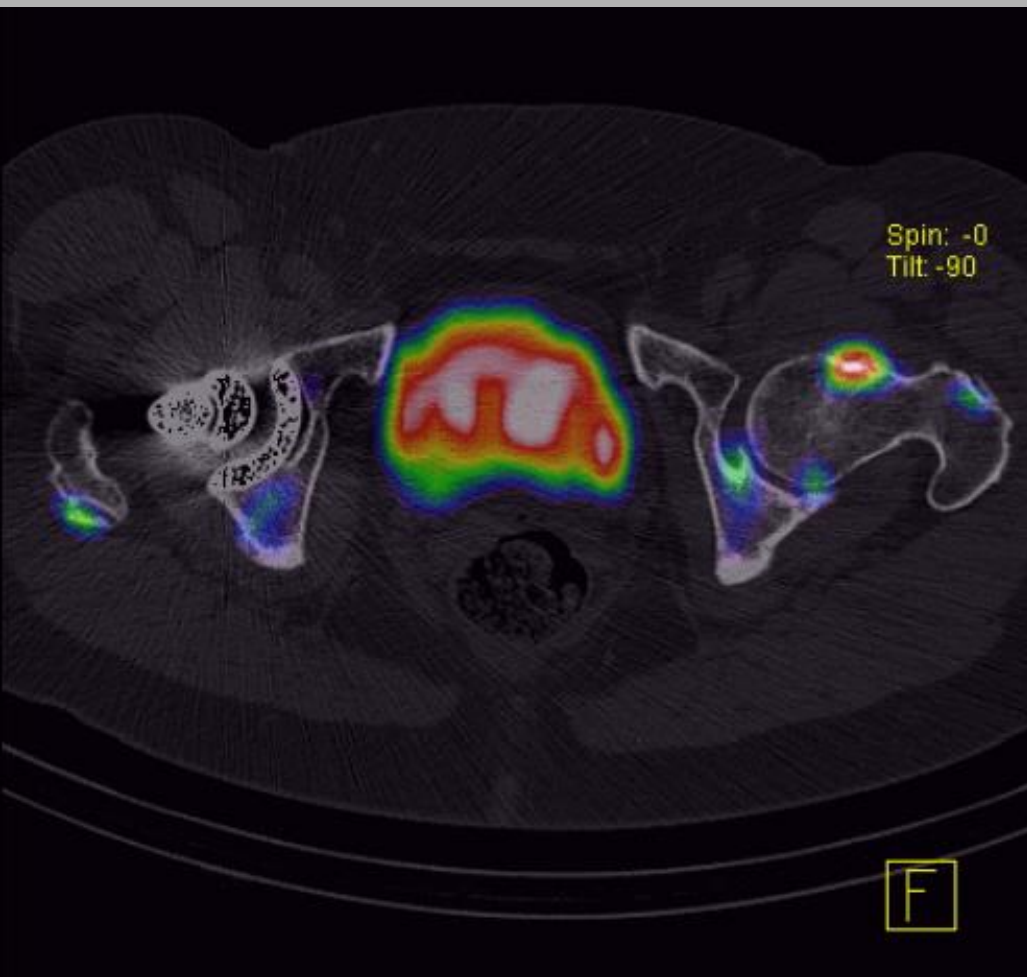


- Volume meting
- CAD - technieken

Hybride beeldvormingstechnieken

= 2 beeldvormingstechnieken die gecombineerd zijn in 1 toestel

- PET-scan + CT: **PET-CT**
- botscan + CT: **SPECT-CT**

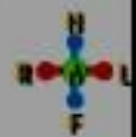


SPECT-CT

[WB_CTAC] Body
2/24/2011

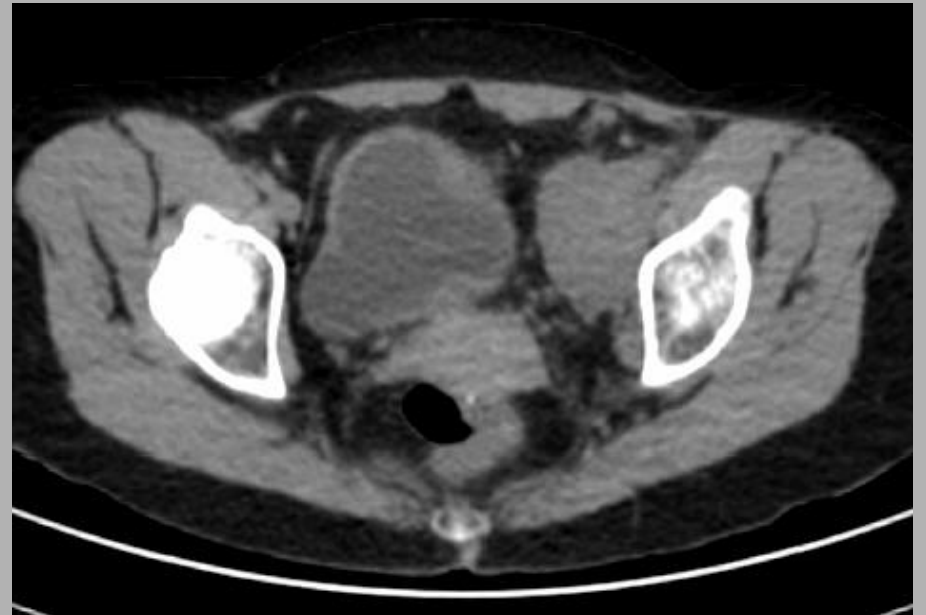
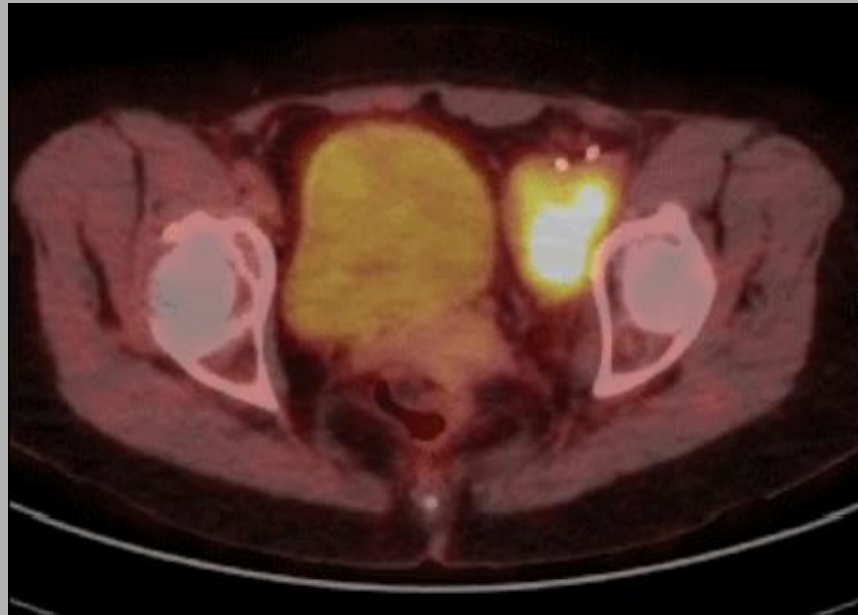
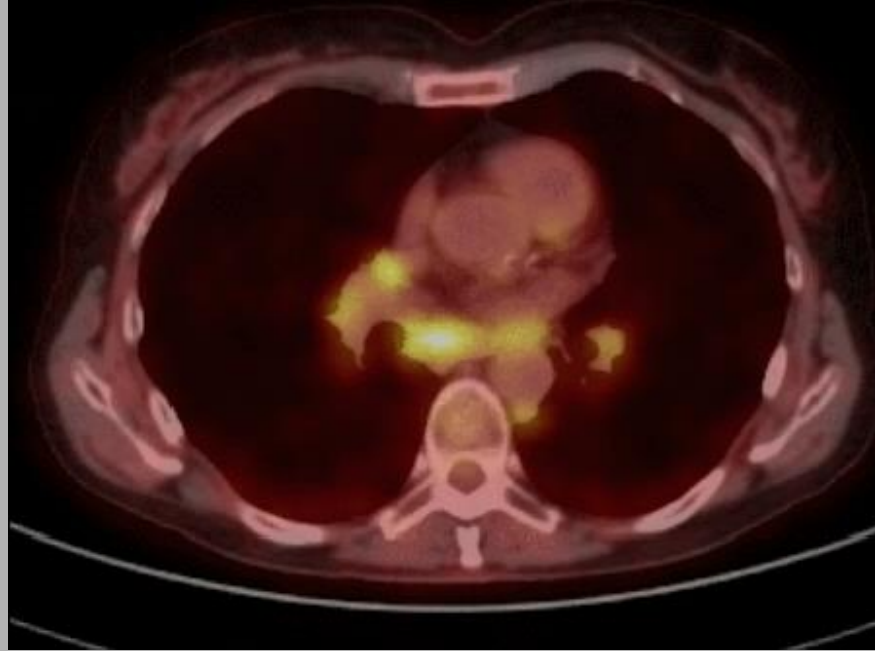


25 cm



Series: 596490 / Slice: 77

SUP LL:0.00 UL:5.00



PET-CT

RADIOPROTECTIE

Scanner afhankelijke factoren

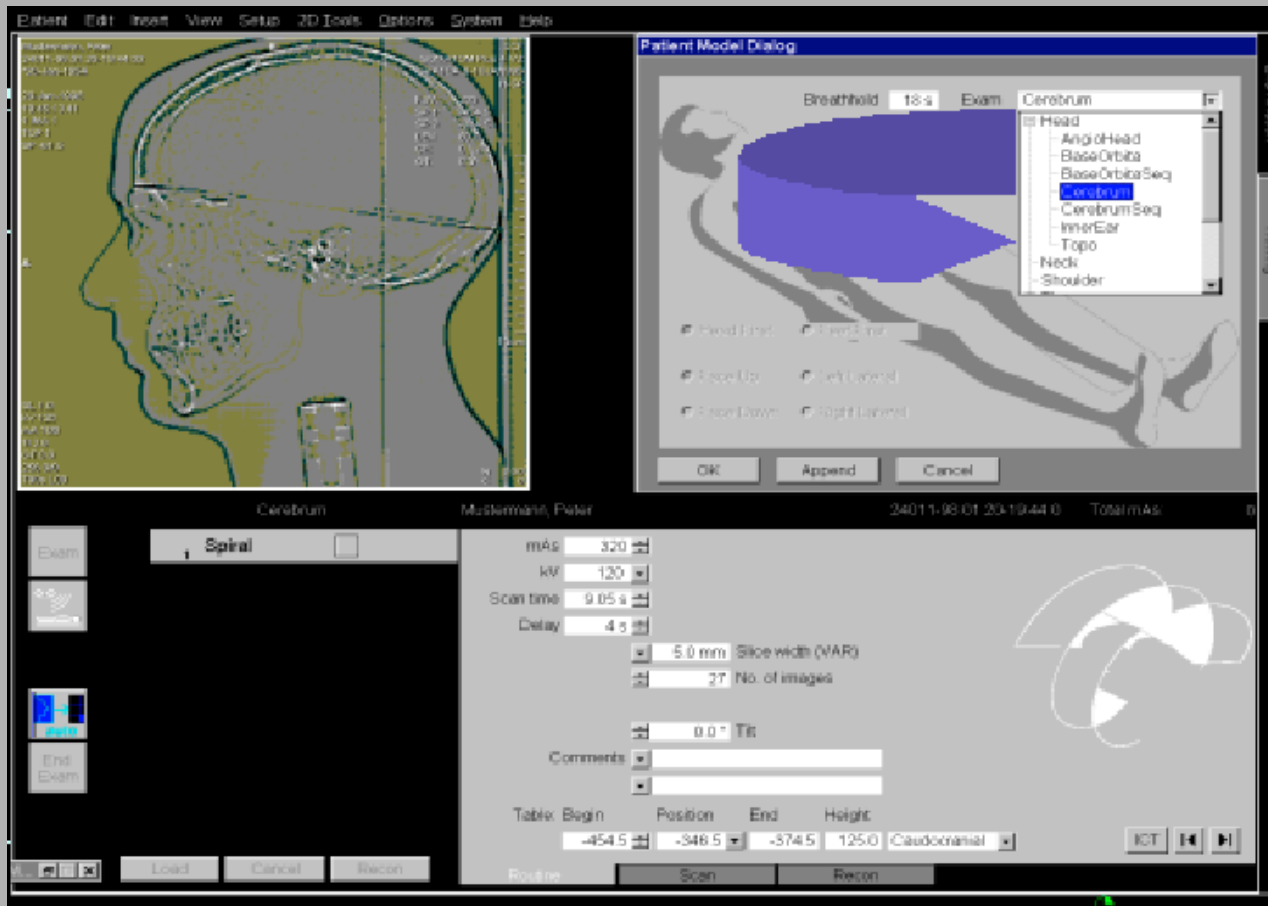
Patiënt afhankelijke factoren

Parameter keuze

RADIOPROTECTIE

Scanner afhankelijke factoren

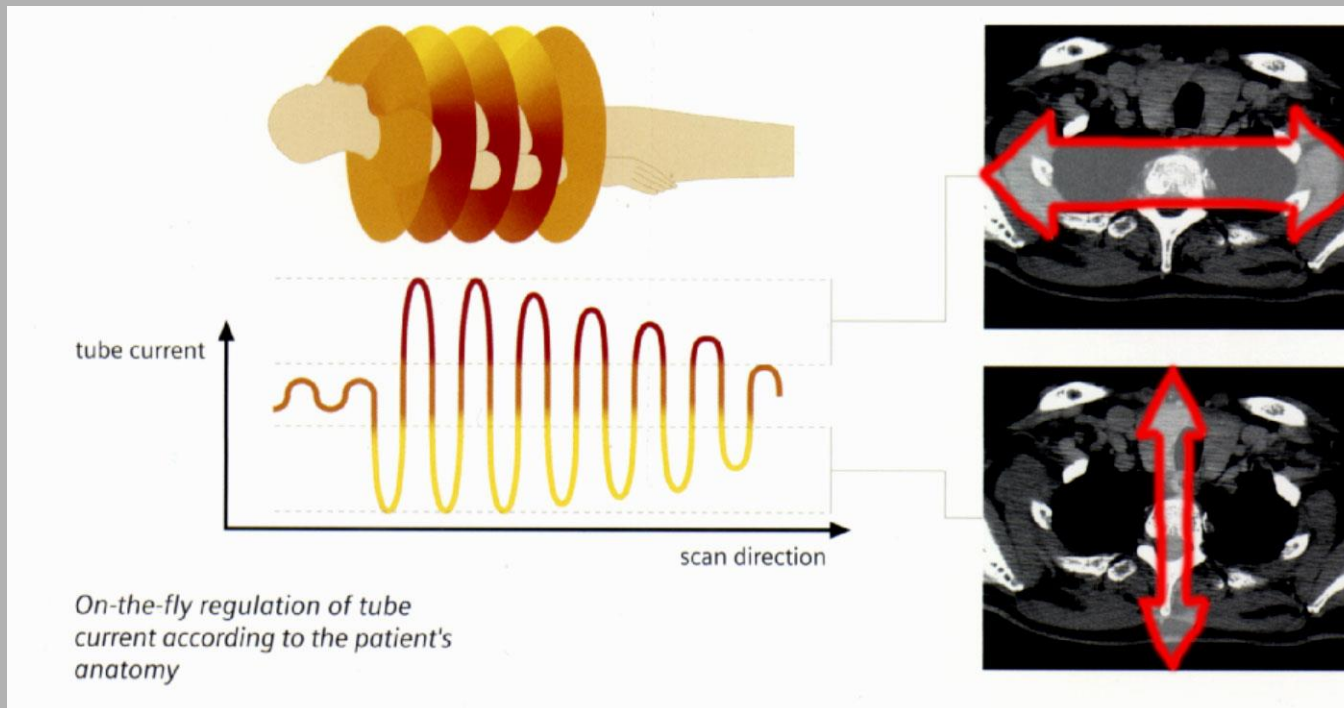
oude scanners: parameterkeuze beperkt

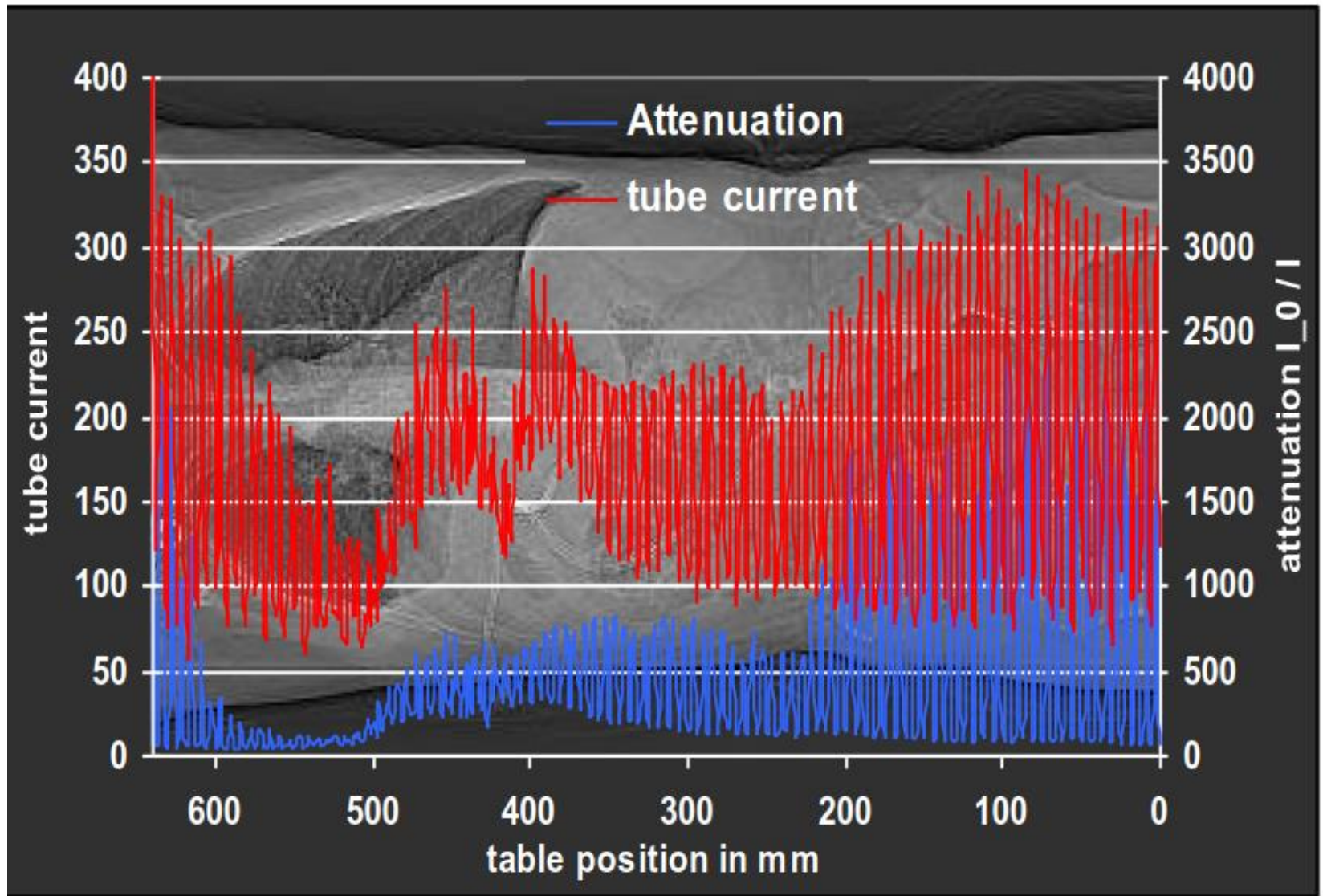


RADIOPROTECTIE

Scanner afhankelijke factoren

dose modulation: functie van de omvang zal de buisstroom fluctueren: dosisreductie tot 30% vnl in de schouder- en bekkenregio





Bron: H. Bosmans, cursus
radioprotectie KU Leuven

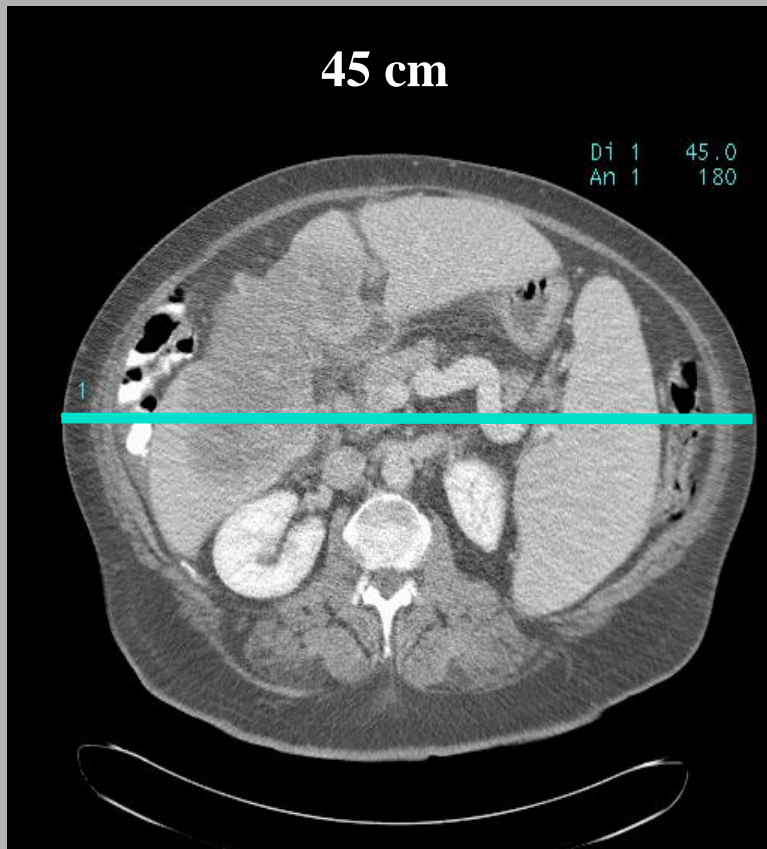
RADIOPROTECTIE

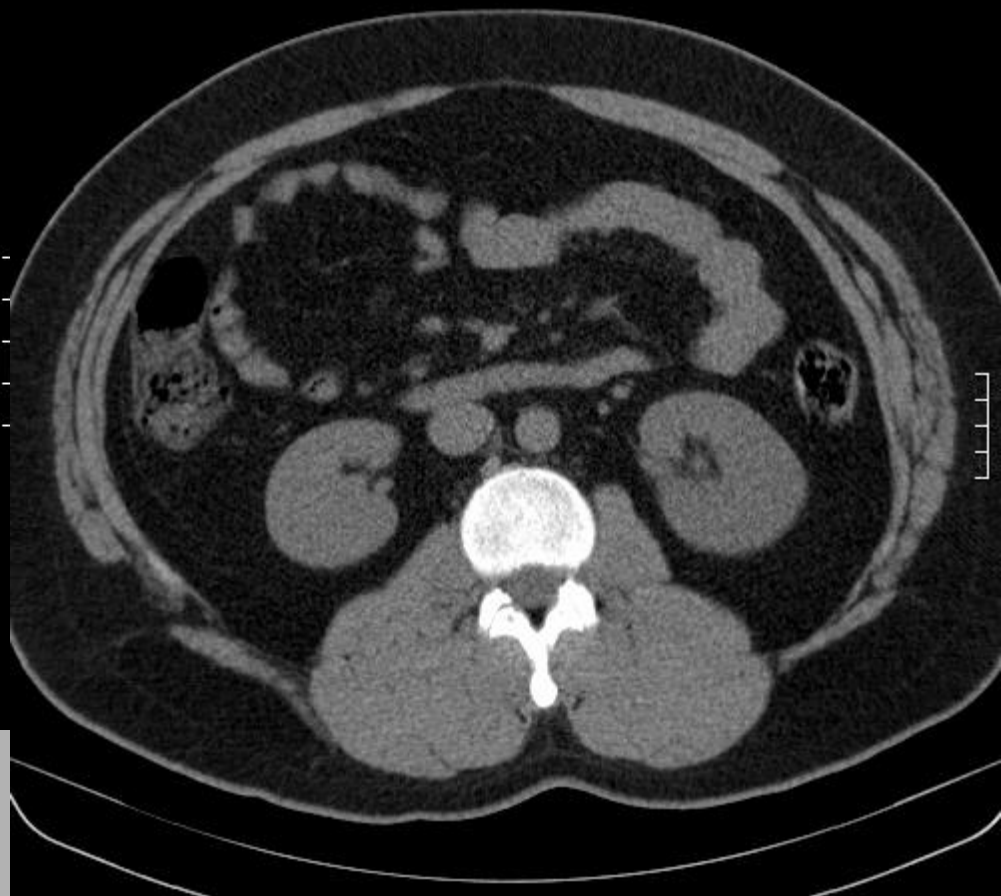
Scanner afhankelijke factoren

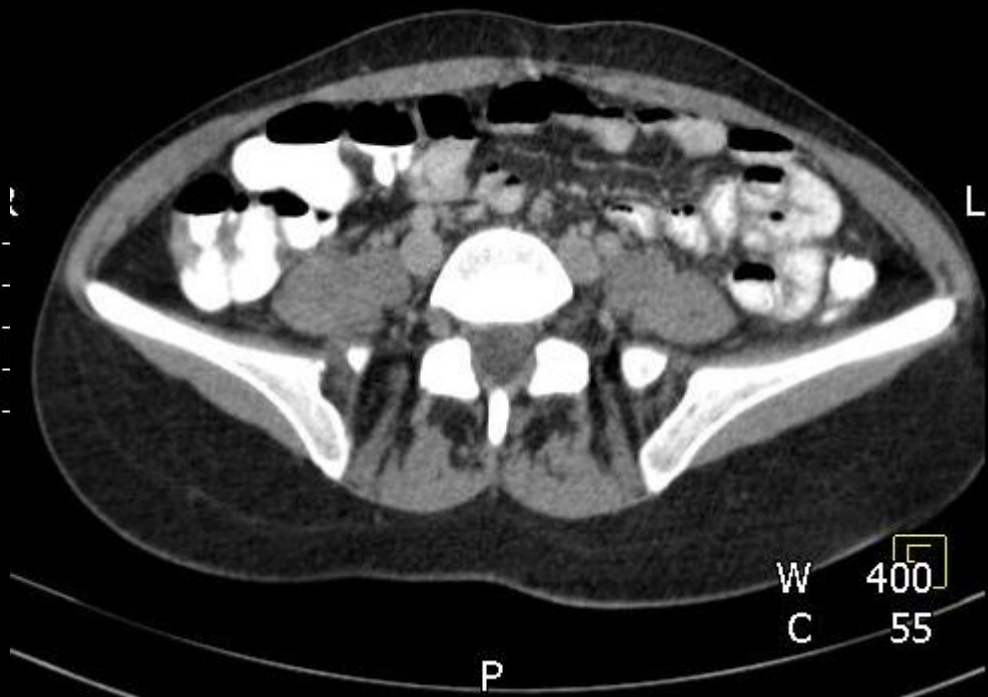
Kwaliteit van de *detectoren*: gasdetectoren worden verlaten ten voordele van *snelle kristaldetectoren*

RADIOPROTECTIE

Patiënt afhankelijke factoren

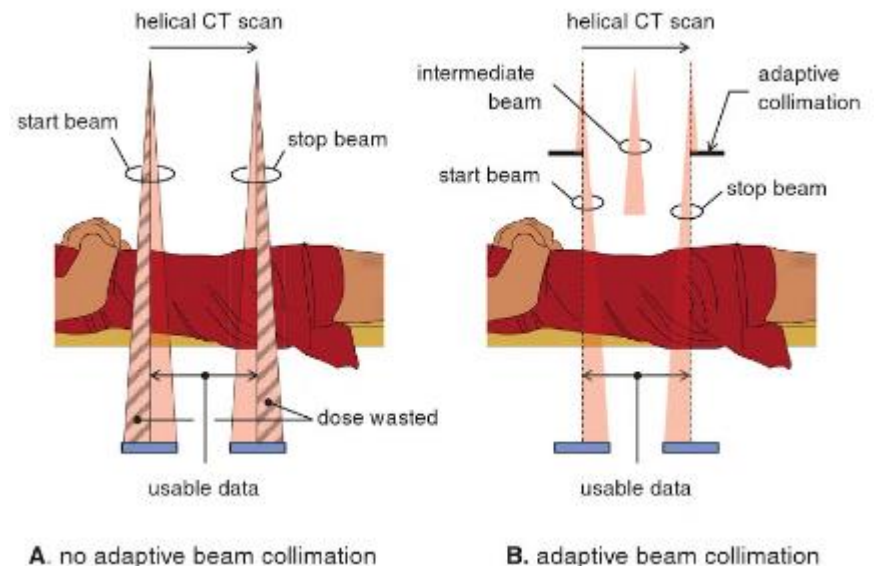






Adaptieve collimatie

- Collimatie aan begin en einde van scannen: voorkomen bestralen klinisch niet-relevante gebieden (uitsluitend helicaal)
- Pitch \uparrow = overranging \uparrow
- Deak et al. (2009): reductie rond 10 à 15% van de totale dosis



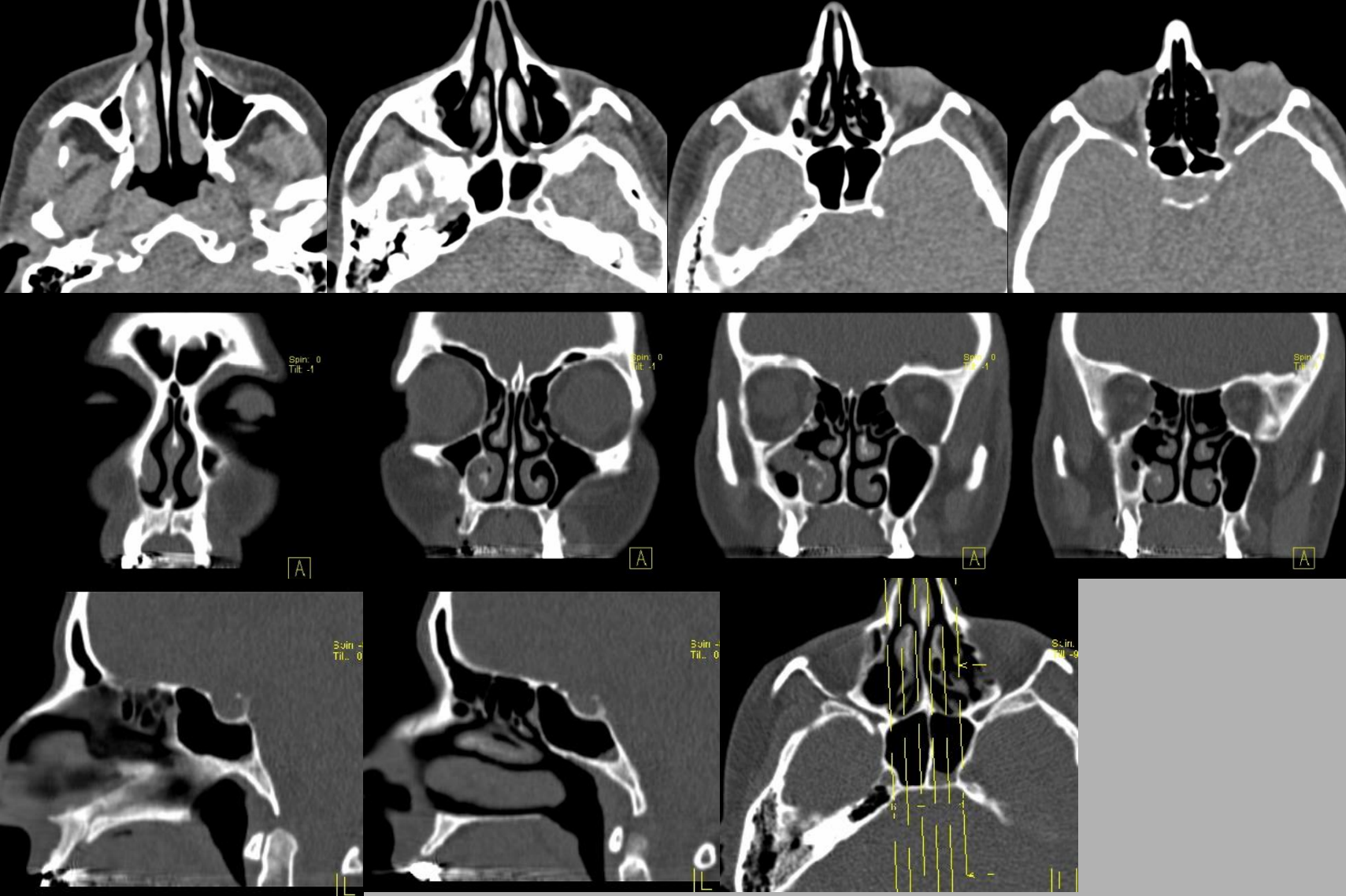
RADIOPROTECTIE

Parameter keuze

Low Dose protocollen

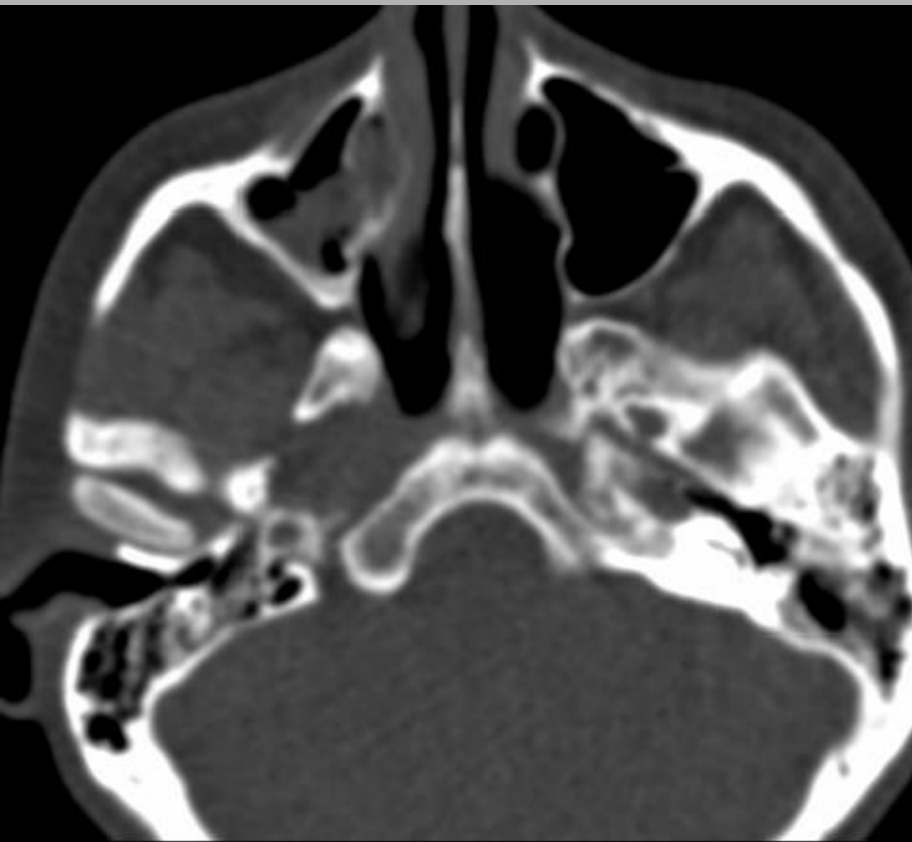
- sinussen
- thorax
- uretersteen

NB: ruisreducerende algoritmen



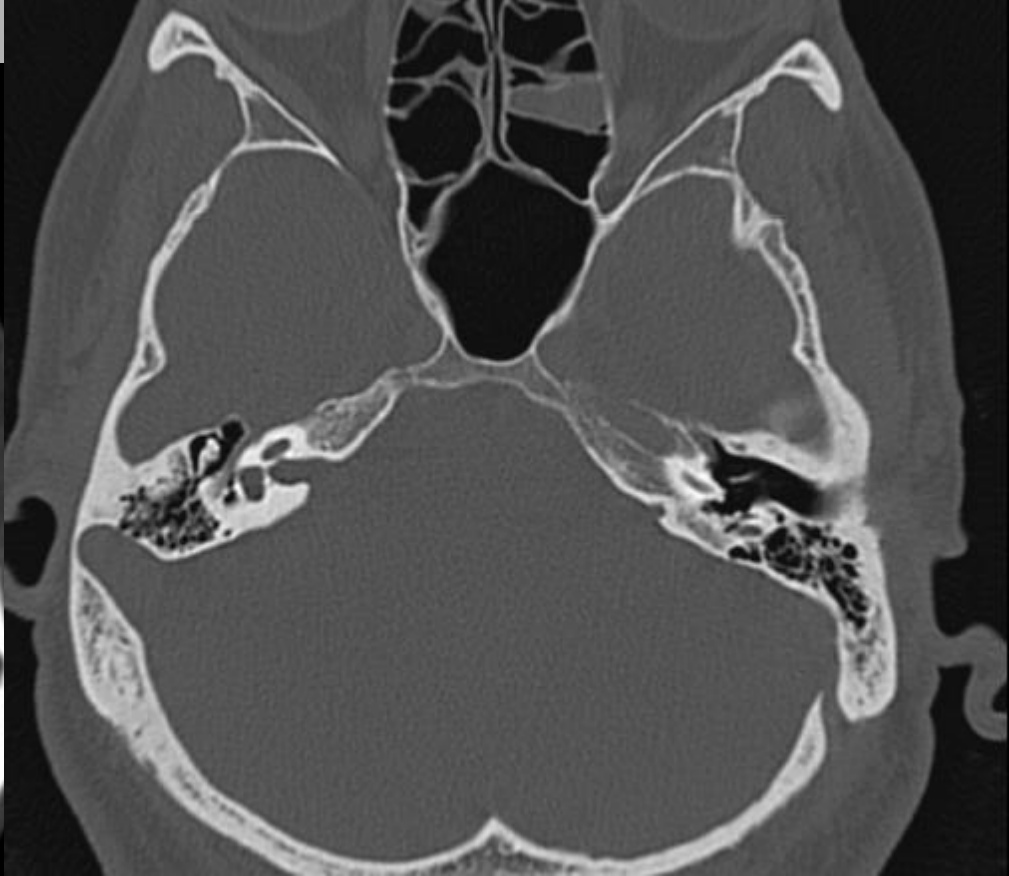
Scantijd , mA en kv ↓

Snededikte ↑



CT sinussen

10mAs



HRCT rotsbeenderen

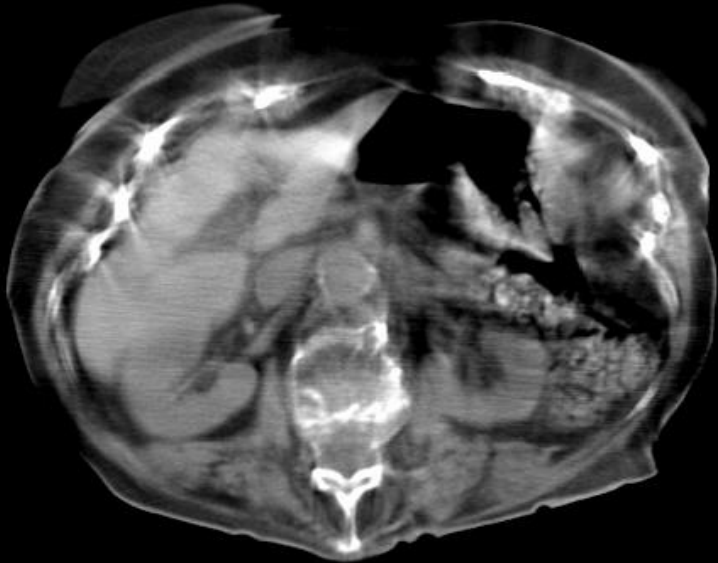
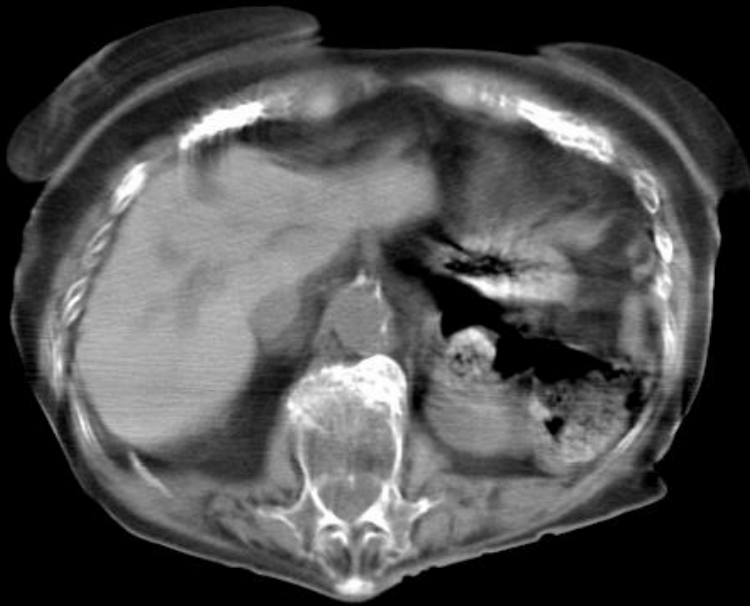
250mAs



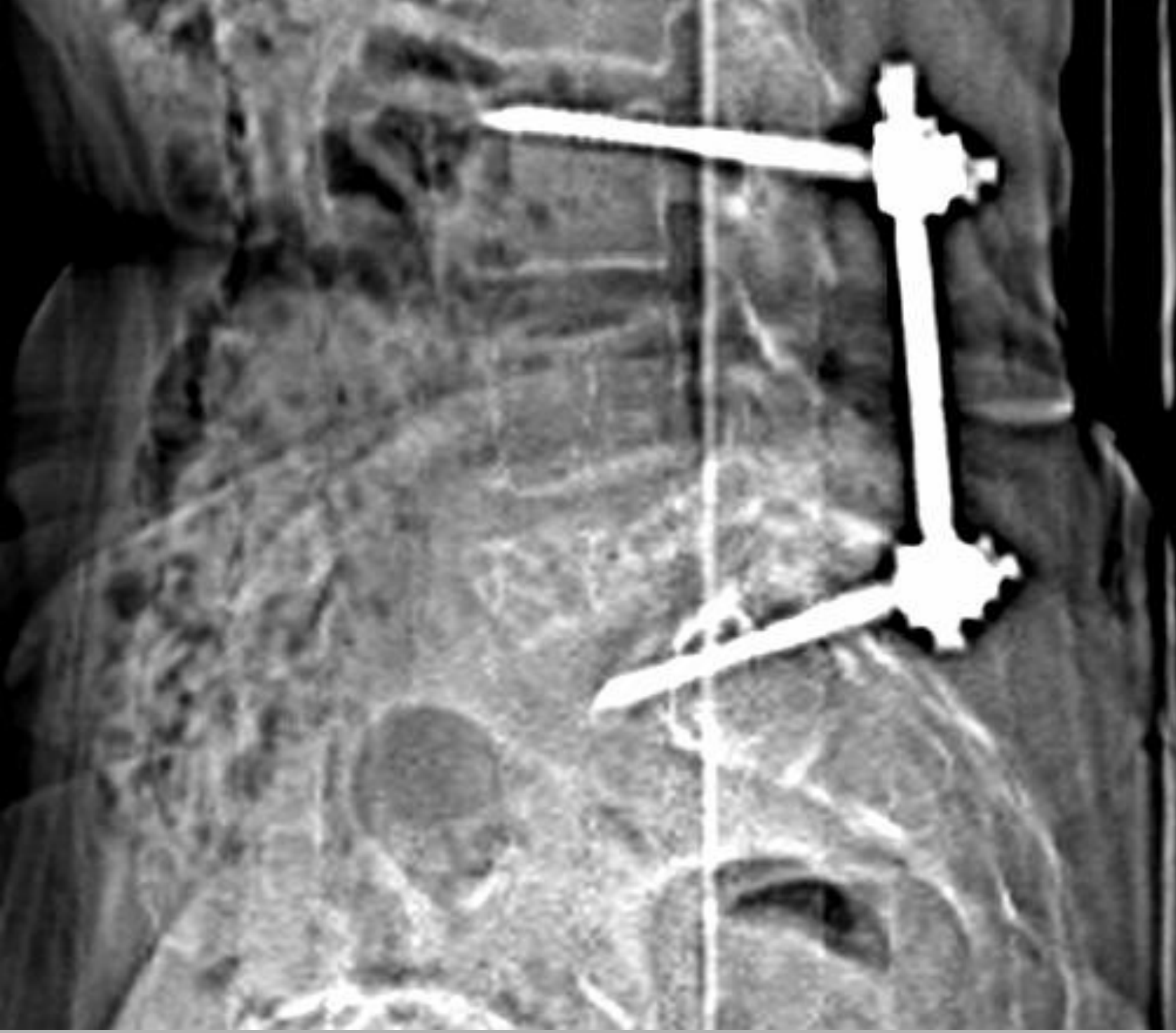
100 mAs



20 mAs

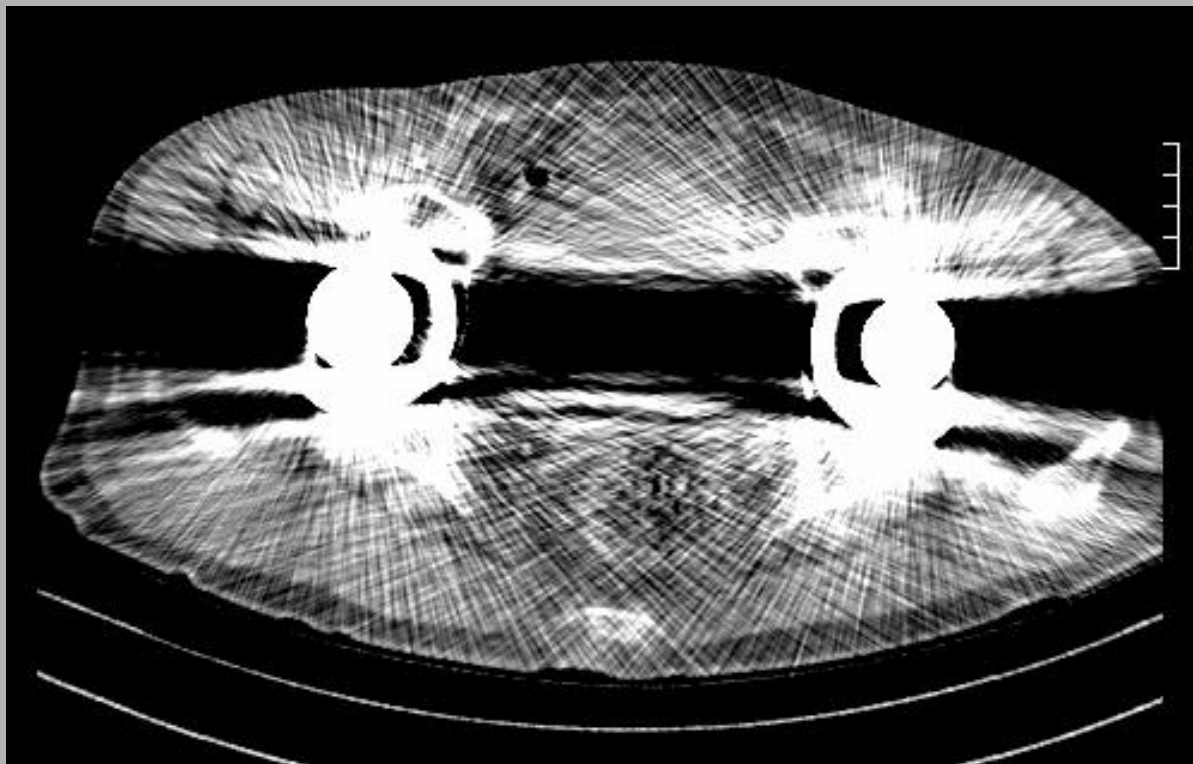


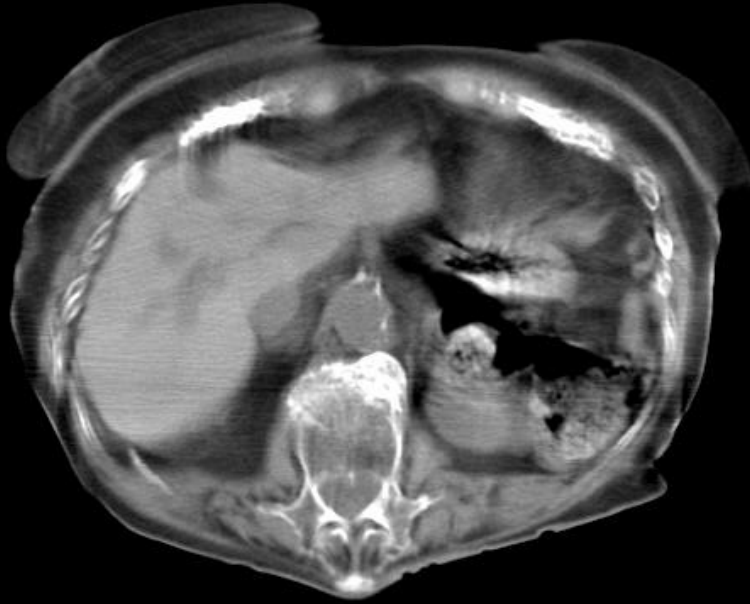
ademhalingsartefacten





metaalartefacten

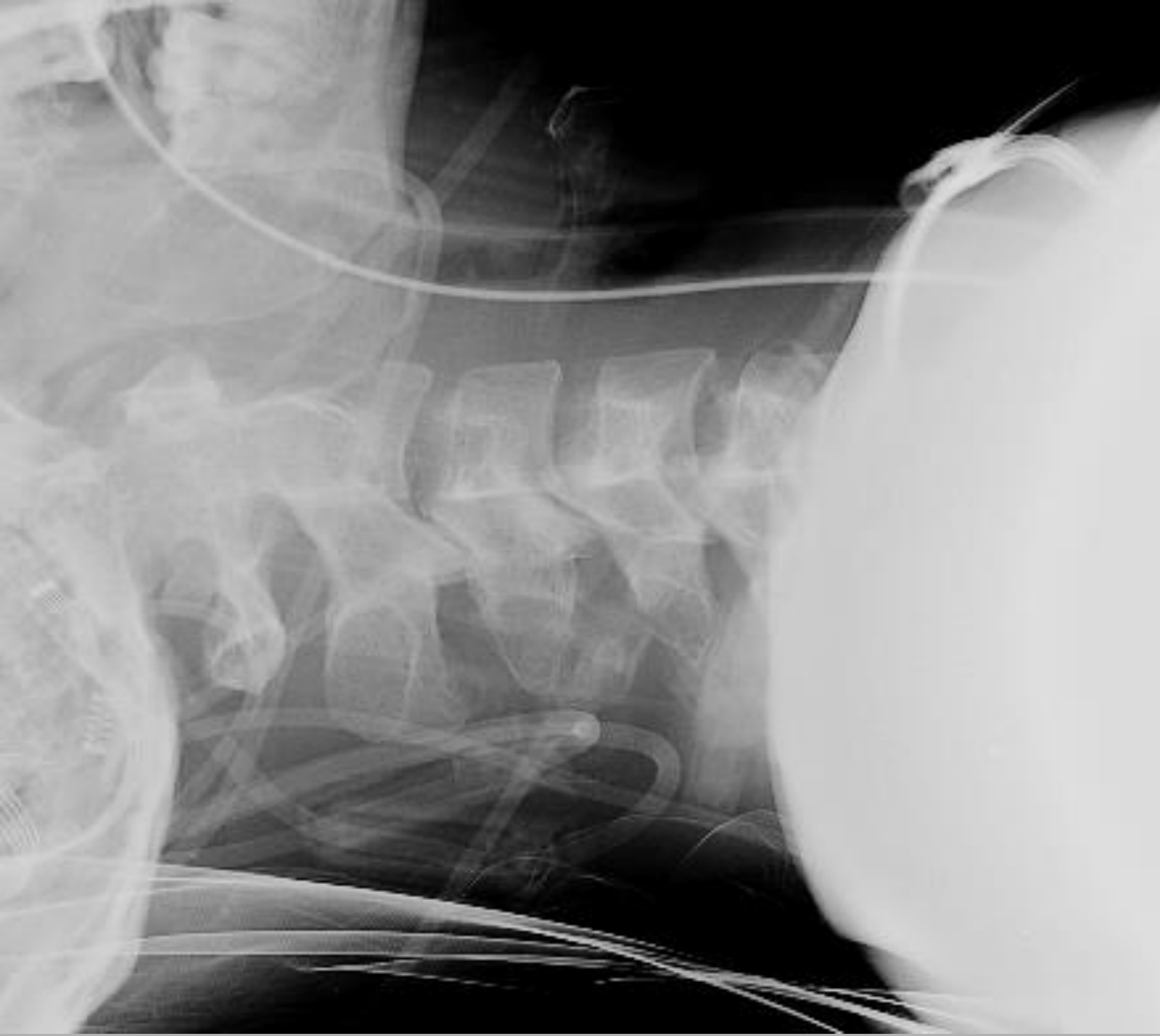




A



bewegingsartefacten



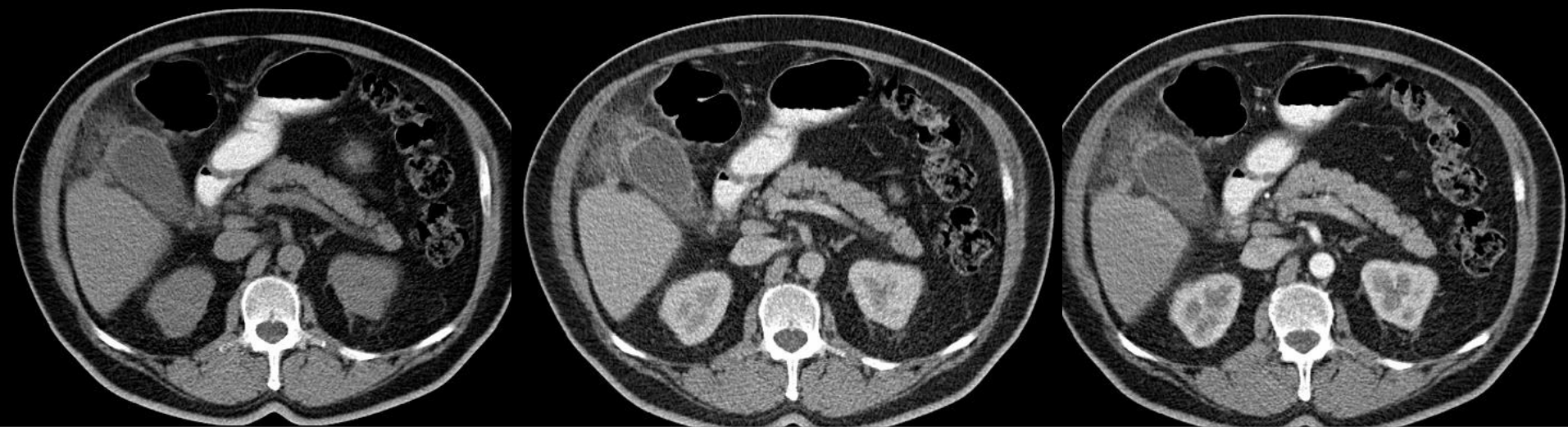


spn - UU
lit 3









Ref. Physician:

Ward: GC20

Physician:

Operator:

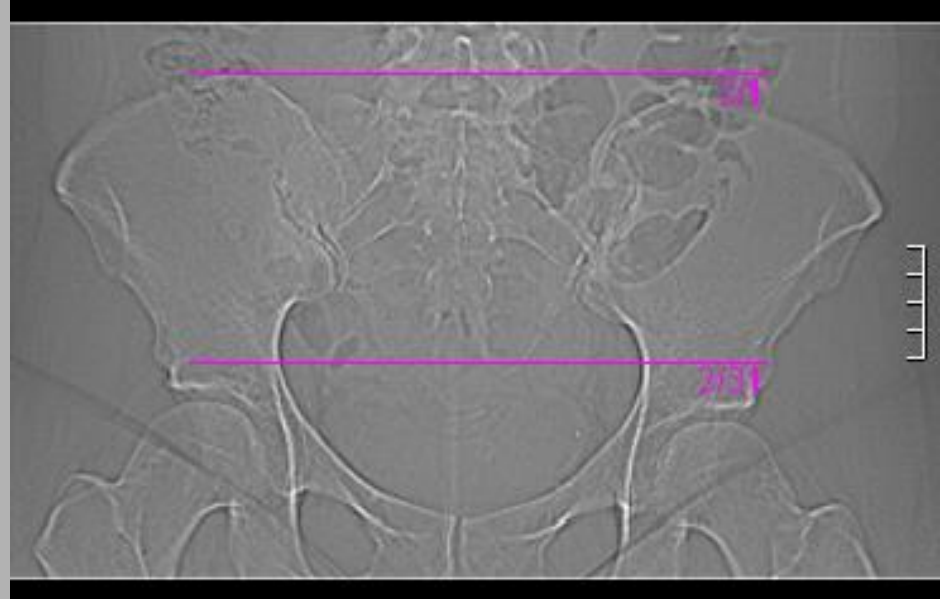
H-SP

22-Oct-2002 10:19

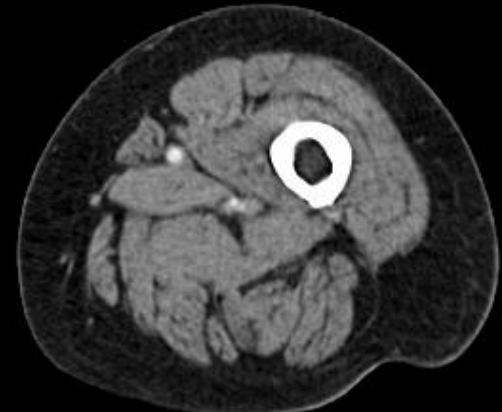
Total mAs 9877

	Scan	kV	mAs	CTDIw	DLP	TI	cSL
Topogram	1	120				5.3	1.0
Abd a blanc	2	120	100	7.60	233	0.5	2.5
PreMonitoring	3	120	50	3.80	4	0.5	2.5
Contrast							
Monitoring	4-25	120	50	83.60	84	0.5	2.5
Abd arterieel	26	120	100	7.60	229	0.5	2.5
Abd veneus	27	120	100	7.60	230	0.5	2.5

1) TOPOGRAM



2) TOMOGRAM



overschrijden van de scanrange moet vermeden worden



afscherming van de patiënt



oogbescherming



bismuth beschermingsdeken

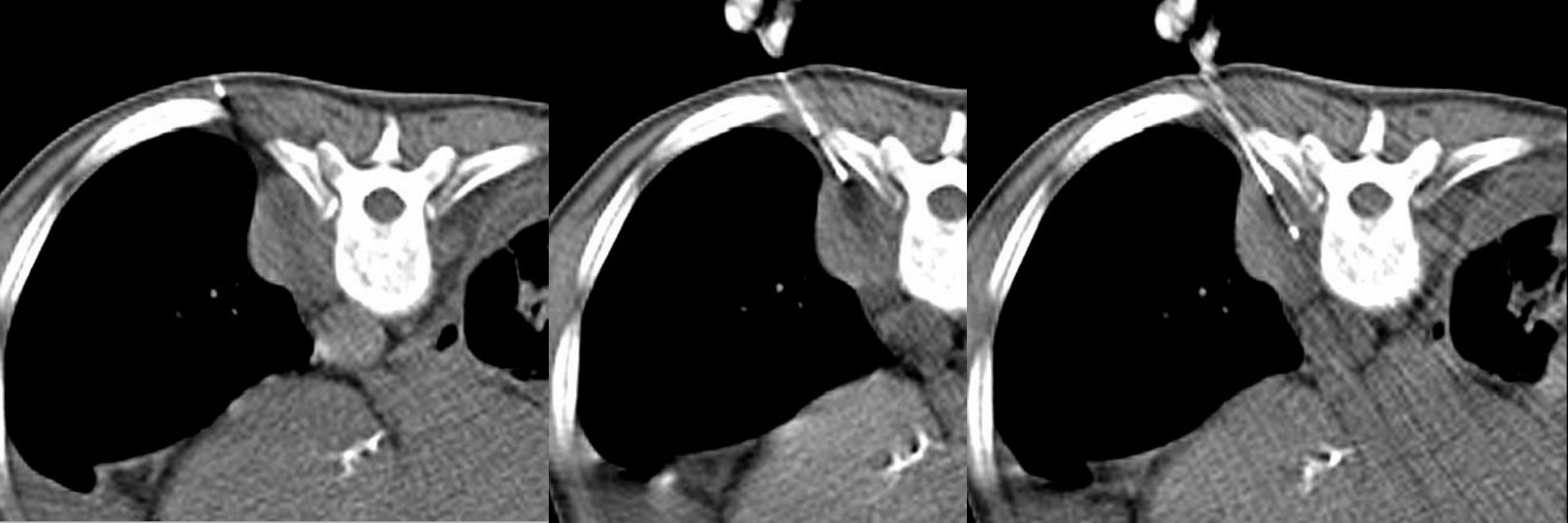
Female breast radiation exposure during thorax multidetector computed tomography and the effectiveness of bismuth breast shield to reduce breast radiation dose.

Radioprotectie blijft essentieel als men zich in de scanruimte bevindt

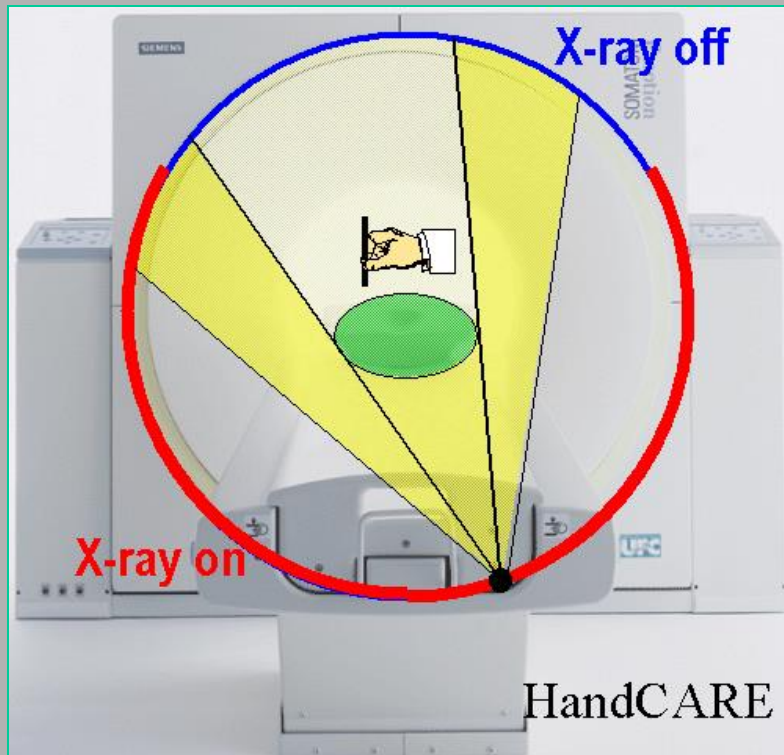
(trauma, moeder bij kind, contrastinjectie , puncties...)

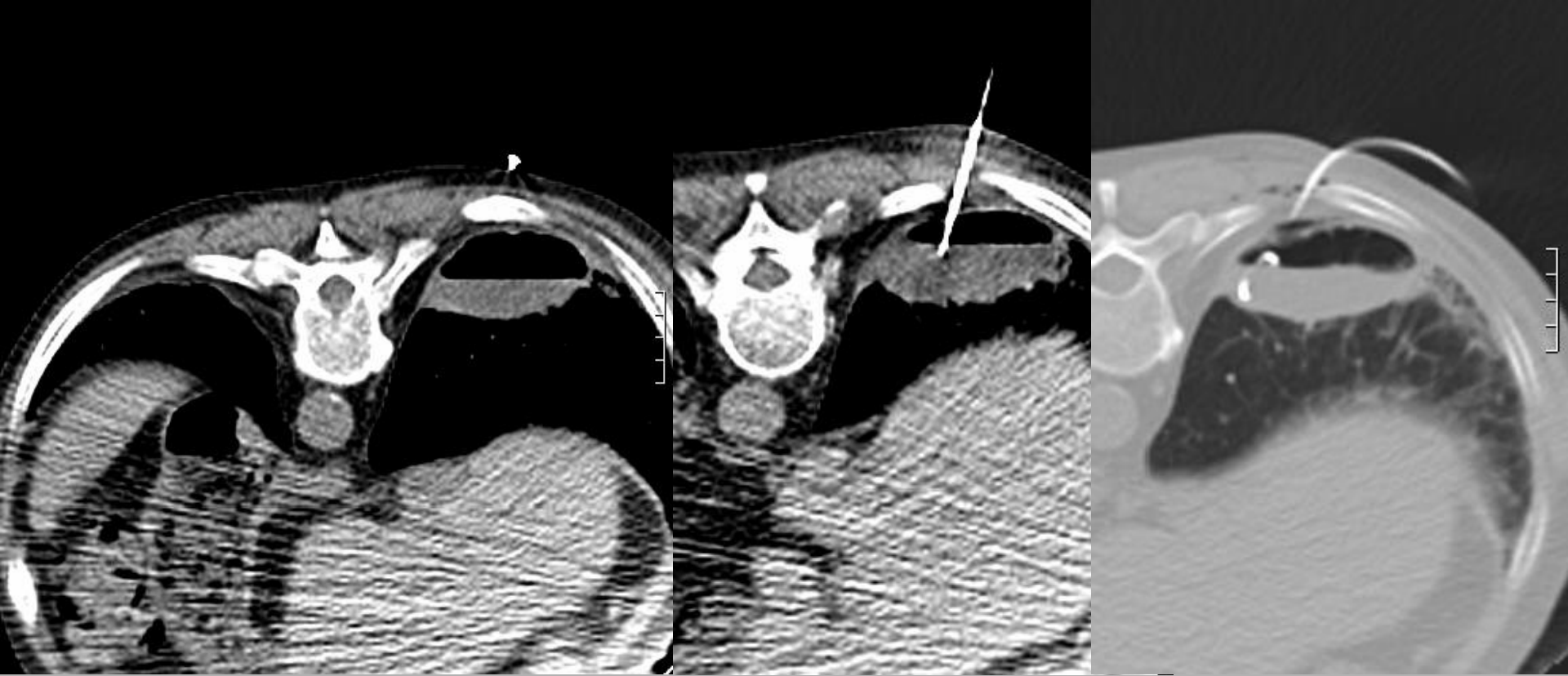
- voldoende afstand
- loodbescherming, loodkraag
- dosisreductie bij CT-geleide puncties





CT-geleide puncties





punctie van een geïnfecteerde pleurale collectie

10 gouden regels

- **JUISTE INDICATIE**
- Orgaanspecifieke protocols
- Correcte positionering in de gantry
- Automatic Exposure Control (AEC)
- Spanning (V) aanpassen aan patiënt/indicatie
- “Acquire thin and reconstruct thick”
- Overscannen vermijden
- Vermijd onnodig multifasisch scannen
- IR technieken
- Monitoring

Dosimetrie

- CTDI = gestandaardiseerde parameter om “radiation dose output” tussen verschillende CT-scans te meten
 - = “intensiteit” van uitgezonde stralen
 - Gemeten in fantomen (16-32cm) – Eén gantryrotatie
 - Vergelijken CT-scanners en CT-protocols
- $CTDI_w$: gewogen CTDI
- $CTDI_{vol}$
 - \neq Patiëntendosis
 - Voor een zelfde $CTDI_{vol}$ zal een dunnere patiënt meer dosis krijgen

Dosimetrie

- CTDI → effectieve dosis ?
- $DLP = \text{scanlengte} \times CTDI_{vol}$
- Effectieve dosis = $DLP \times k\text{-factor}$
 - K-factor ~ scangebied (vb. abdomen, schedel)
 - MAAR geen weging voor diameter patiënt
 - Gestandaardiseerde patiënt van 70kg
- Complex
 - Correctie voor diameter patiënt, lichaamssamenstelling, bestraalde organen, scanlengte

Dosimetrie

- DRL = diagnostic reference level
- P75
- P25

VOLWASSENEN	CTDI _{vol} (mGy)		DLP (mGy.cm)			
	Enkelvoudig onderzoek		Enkelvoudig onderzoek		Volledig onderzoek	
	P25	DRL (P75)	P25	DRL (P75)	P25	DRL (P75)
Onderzoek						
Abdomen	7,5	12	350	600	420	700
Angio CT van de thorax	6	15	180	410	220	460
Hart (CCTA)	14	35	200	490	250	530
Colon	-	-	-	-	230	530
Cervicale wervelzuil	16	30	280	490	-	-
Lumbale wervelzuil	20	30	400	650	-	-
Schedel (hersenen)	39	55	660	950	-	-
Sinussen	3	7	40	90	-	-
Thorax	5,5	9	200	320	-	-
Thorax-abdomen	-	-	-	-	550	960

a) CT is een techniek die gebruik maakt van Röntgenstralen waarbij de afzwakking wordt gemeten na passage doorheen de patiënt.

b) CT is een techniek die gebruik maakt van Röntgenstralen waarbij de versterking wordt gemeten na passage doorheen de patiënt.

c) CT is een techniek die geen gebruik maakt van Röntgenstralen.

Indien een volwassene en een kind een CT-onderzoek krijgen met identische scan-parameters dan is de centrale dosis :

a) hoger bij de volwassene

b) hoger bij het kind

c) volwassene en kind ontvangen een identische dosis

Dosisreducerende maatregelen hebben :

- a) een nadelig effect op de levensduur van de Röntgenbuis.
- b) geen invloed op de levensduur van de Röntgenbuis.
- c) een positief effect op de levensduur van de Röntgenbuis.

Hounsfield Units :

- a) dit is een maat voor de dosis bij een CT-onderzoek
- b) een maat voor de absorptiegraad van de weefsels
- c) een maat voor de kostprijs van het toestel

CT-beelden hebben in vergelijking met RX-beelden

- a) een zeer hoge contrastresolutie
- b) een lage contrastresolutie
- c) een hoge contrastresolutie kan alleen bekomen worden na contrastinjectie.

De bedieningsconsole van een CT-toestel bevindt zich

a) achter loodglas

b) naast de patiënt, er is immers bij CT geen strooistraling

c) CT heeft geen bedieningsconsole, want alles verloopt automatisch

Voordeel van spiraal-CT tov klassieke CT is :

- a) de onderzoekstijd wordt verkort
- b) de dosis wordt met een factor 10 gereduceerd
- c) patiënt moet tijdens het scannen niet meer stoppen met ademen

Kantelen van de gantry wordt gedaan:

a) voor dosisreductie

b) om strooistraling tegen te gaan

c) om bepaalde weefsels scherper en in
zijn geheel af te beelden

« Dose modulation » is een techniek om de dosis te reduceren ;

a) de buisspanning wordt bepaald door de leeftijd van de patiënt

b) de buisspanning wordt bepaald door de omvang van de scan-regio

c) de buisstroom wordt bepaald door de omvang van de scan-regio

Multidetector-scanners , dit zijn :

a) CT-scanners waarbij meerdere rijen detectoren evenwijdig aan elkaar geplaatst werden

b) CT-scanners waarbij meerdere Röntgenbuizen evenwijdig aan elkaar geplaatst werden

c) CT-scanners waarbij meerdere patiënten tegelijkertijd kunnen gescand worden

Hoe hoger de buisstroom,

a) hoe lager de dosis

b) hoe hoger de dosis

c) de buisstroom heeft geen invloed op de dosis

Radioprotectie moet al nagestreefd worden tijdens het nemen van het topogram :

a) ja, want de dosis van het topogram is groter dan van het CT-onderzoek zelf

b) ja, want de lengte van het topogram moet niet langer zijn dan de regio die men wil onderzoeken

c) neen, want het topogram wordt niet gegenereerd met Röntgenstralen

Meerfase-scan (kan aangewend worden voor studie van leverletsels)

a) veroorzaakt een verveelvuldiging van de dosis

b) heeft geen bijkomend effect op de dosis, want dosis is niet cumulatief

c) veroorzaakt een kwadratische vermeerdering van de dosis (kwadraatwet)

Hoe hoger de buisspanning

a) hoe lager de dosis

b) hoe hoger de dosis

c) de buisspanning heeft geen invloed op de dosis

Welke ontwikkelingen hebben bijgedragen tot dosisreductie ?

- a) ontwikkeling van multidetector-CT toestellen
- b) aangepaste low dose CT-protocollen
- c) nieuwe contrastproducten voor IV gebruik

De pitch gedraagt zich als de snelheid van de tafelbeweging per omwenteling tot de snededikte. Indien de pitch vergroot, zal de dosis :

- a) identisch blijven
- b) stijgen
- c) dalen

Door de technische evolutie zien we in de loop der jaren :

a) dat de patiëntendosissen steeds dalen

b) dat de dosis per opname meestal daalt maar dat men meer opnamen maakt wat de dosis laat toenemen

Bismuth-deken kan gebruikt worden bij een scanner van de thorax:

a) dit reduceert de oppervlaktestraling en werkt beschermend voor de
borstklier

b) reduceert de ruis over het beeld

Beelden bij “low dose” CT-protocollen

a) vertonen meer ruis

b) vertonen minder ruis

Een hoge hounsfieldunit betekent dat het bestraalde weefsel op die plaats

a) veel röntgenstraling tegenhoudt

b) weinig röntgenstraling tegenhoudt

Men moet zich realiseren dat al de diagnostische onderzoeken een kostprijs hebben en dat met de beschikbare middelen op de meest accurate en efficiënte manier moet omgesprongen worden.

Ook moet men zich realiseren dat een aantal van deze technieken belastend zijn voor de patiënt zoals ioniserende straling en gebruik van contrastmiddelen.

Bijzondere aandacht moet besteed worden aan kinderen en jong volwassenen en een onderzoek bij zwangeren moet vermeden worden.

Doel van een onderzoek is een diagnose stellen, belangrijker dan mooie plaatjes!

ALARA

Veel succes

