

Introduktion til Billedanatomi

Michel Bach Hellfritzsch

Overlæge

Røntgen og Skanning, Aarhus Universitetshospital

Forkortelser

- ◆ CT: CT skanning
 - ◆ +K: Skanning efter indgift af kontraststof i.v.
- ◆ MR: MR skanning
 - ◆ fs efter sekvens: fedt satureret, dvs. man ser fedtvæv som mørkt/sort
 - ◆ +K: Skanning efter indgift af kontraststof i.v.
- ◆ UL: Ultralydskanning
- ◆ Rtg.: Røntgen undersøgelse
 - ◆ AP: anterior-posterior strålegang ved optagelsen, PA er modsatte retning
 - ◆ DP: på foden dorsal-plantar strålegang

Radiologiske modaliteter



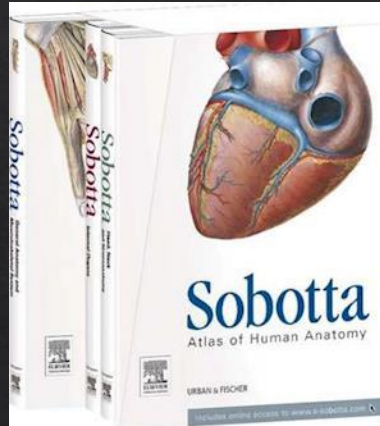
MR skanning



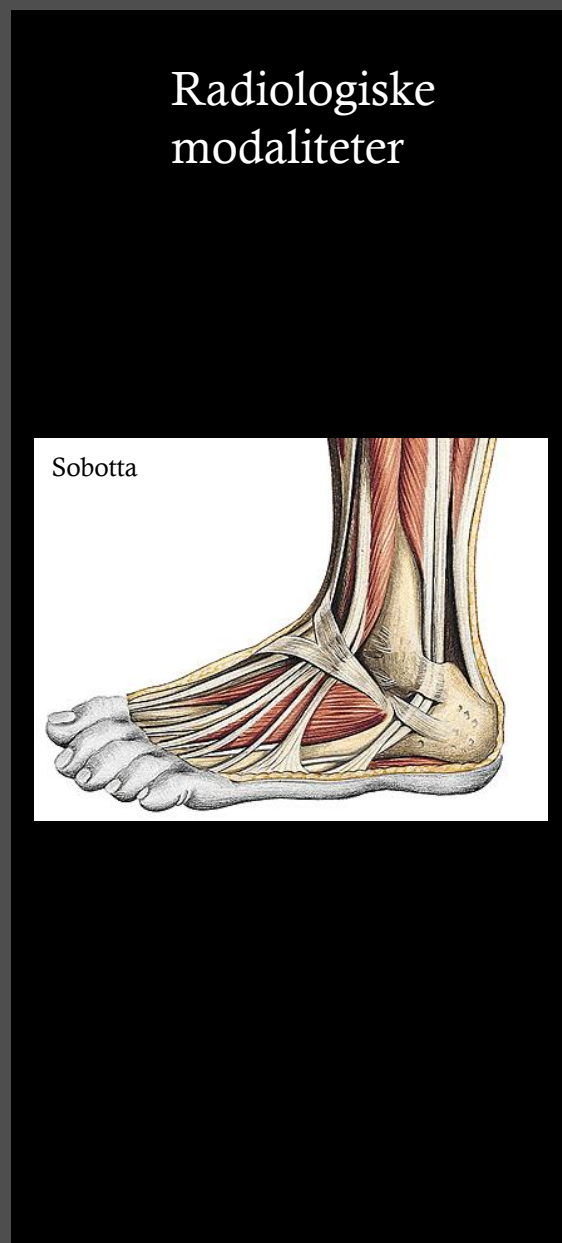
Røntgen optagelse



Ultralydskanning



CT skanning

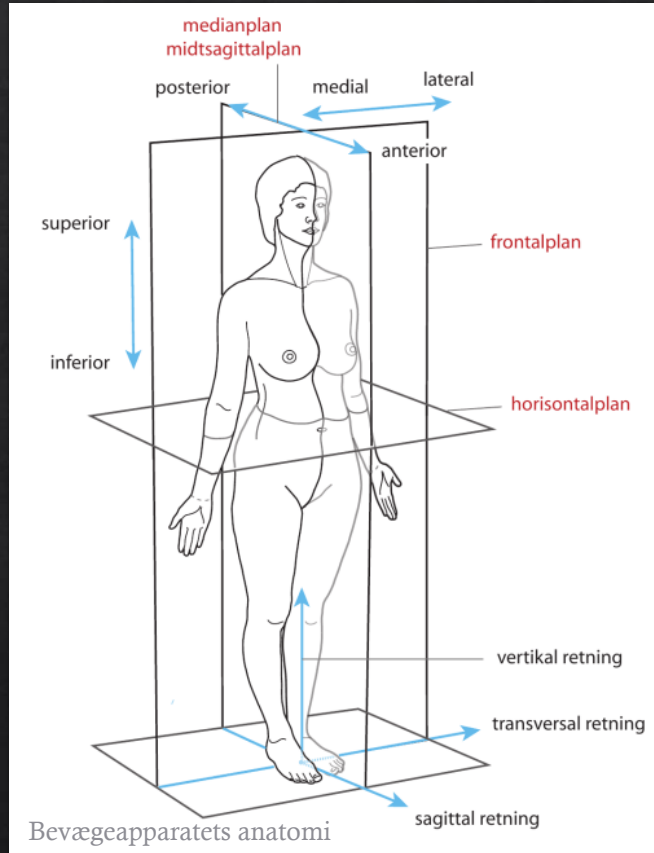


Radiologisk billedmateriale

- ◆ Persondata: Navn og CPR nummer
- ◆ Dato og klokkeslæt
- ◆ Sideangivelse
- ◆ Retningsangivelse for optagelse hvis relevant
- ◆ Eksponeringsdata (kV, mAs) ved Rtg./CT
- ◆ Window/Level ved CT
- ◆ Sekvens type og scanparametre ved MR (STIR, T1, T1fs, T2....)

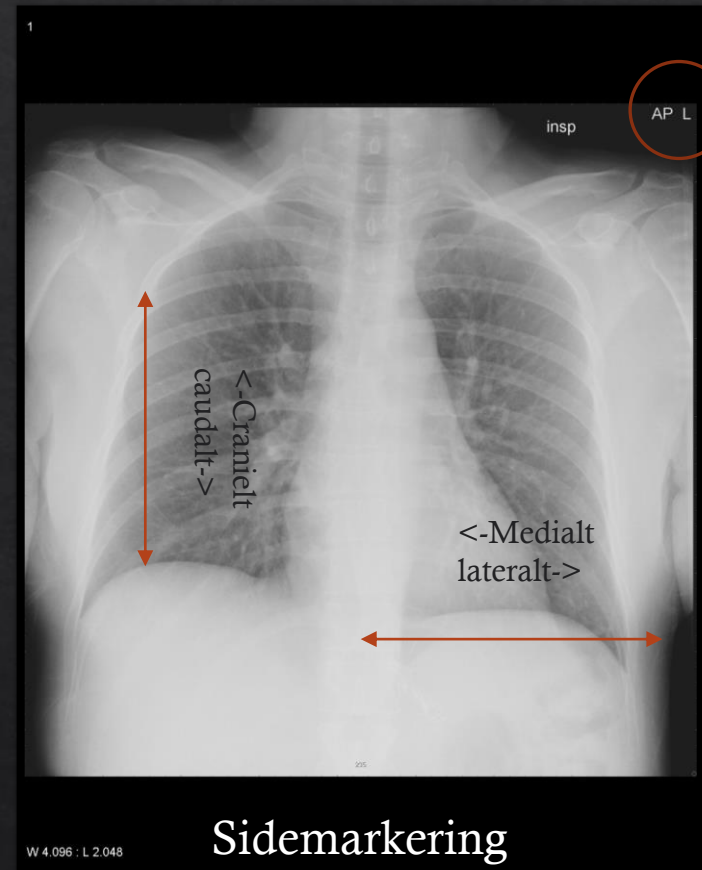
Retninger

Retninger på billeder i radiologi



Retninger på billeder i radiologi

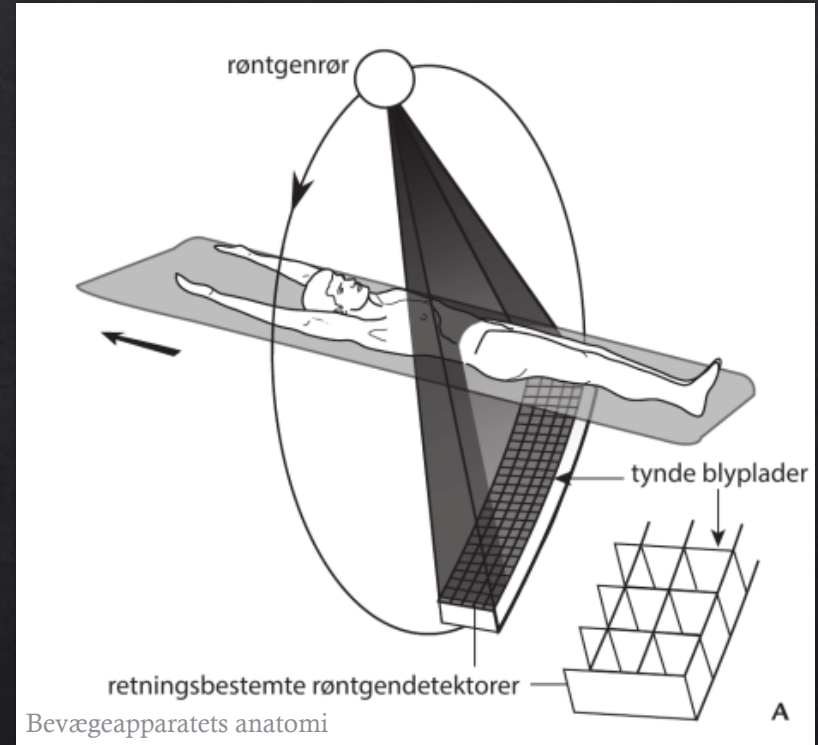
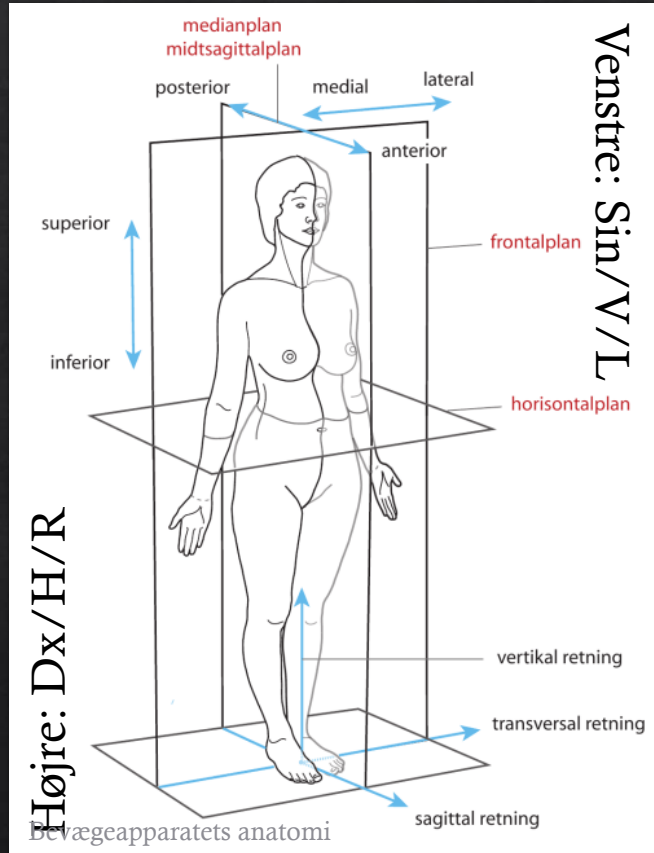
- ◆ Billedet ses, som om man stod overfor personen.
- ◆ Retninger på aktuelle billede:
 - ◆ Medialt-lateralt
 - ◆ Cranielt-caudalt – på ekstremiteterne benyttes proximalt-distalt



H/Højre/R/Dx

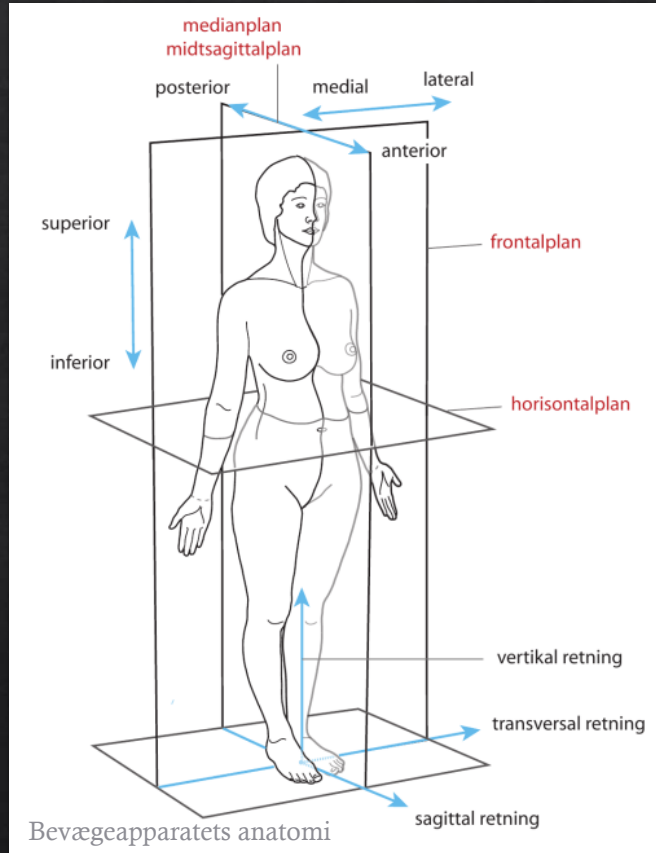
V/Venstre/L/Sin

Retninger på billeder i radiologi

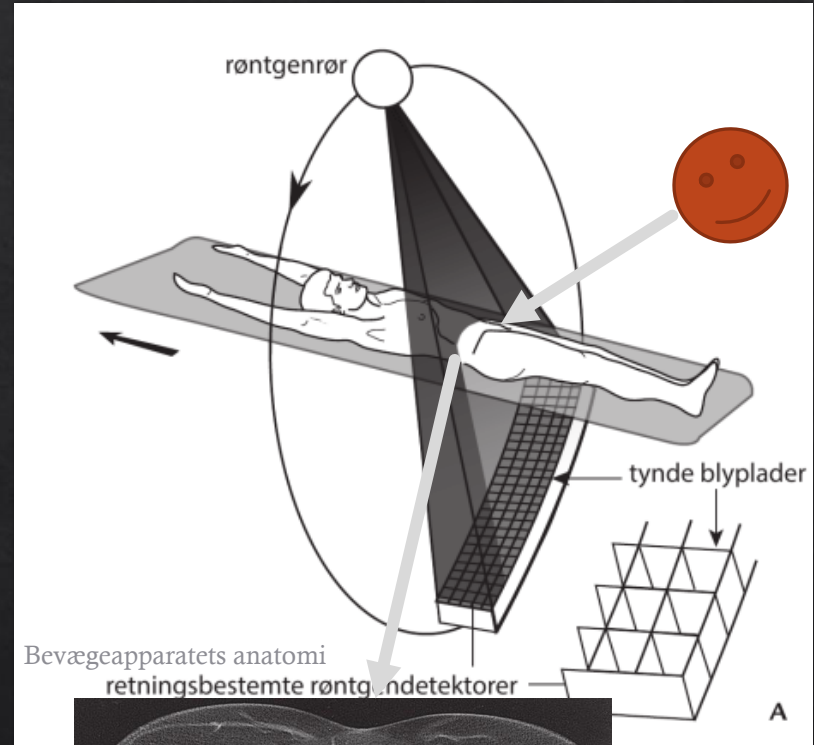


Retninger på billeder i radiologi

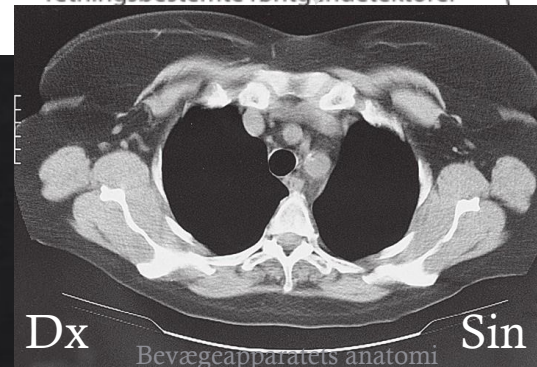
Højre: Dx/H/R



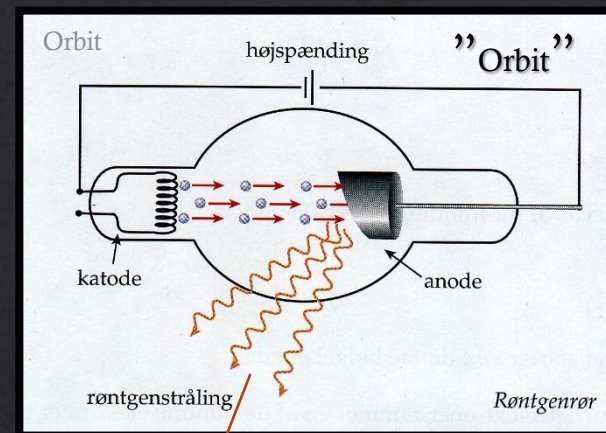
Venstre: Sin/V/L

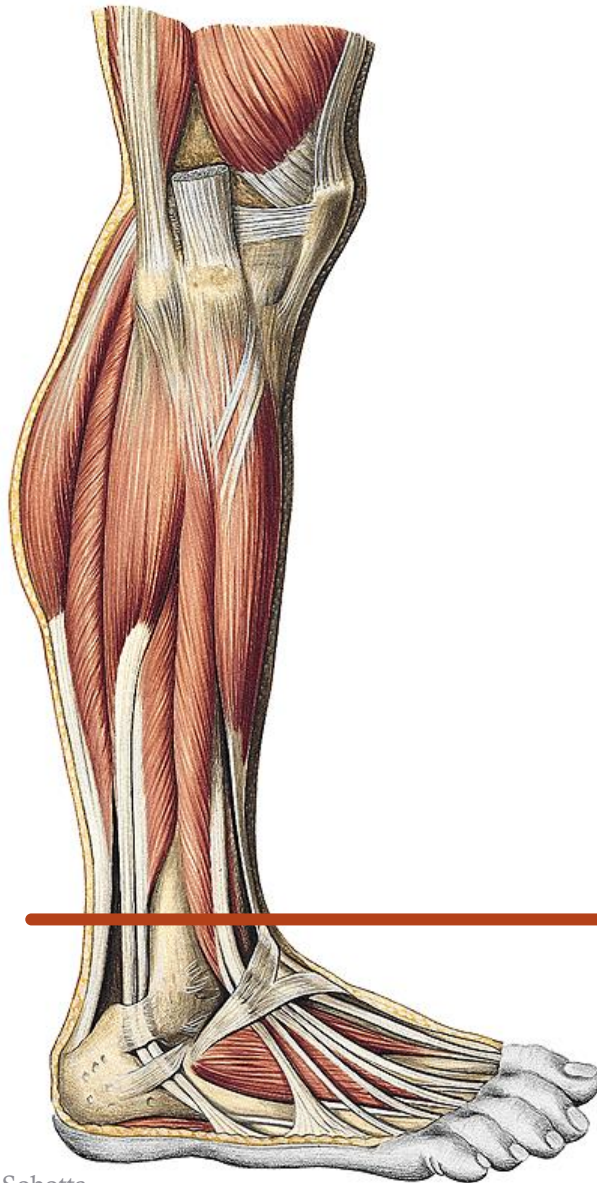


Tværsnit ved CT og MT vender således, at man ser snittet nedefra, her et CT tværsnit.

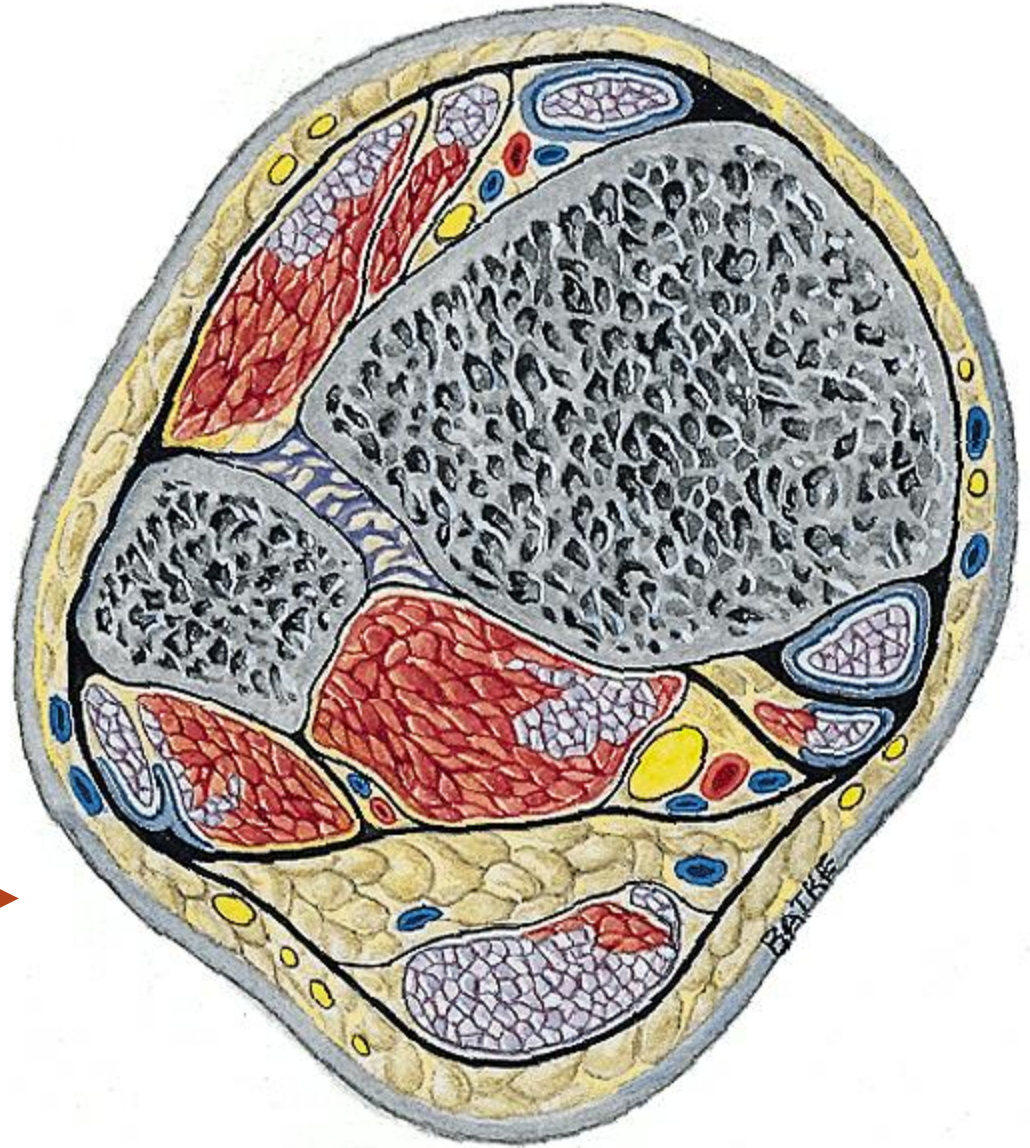


Røntgenbillede





Sobotta



Sobotta

De fire "grundstoffer" på et røntgenbillede

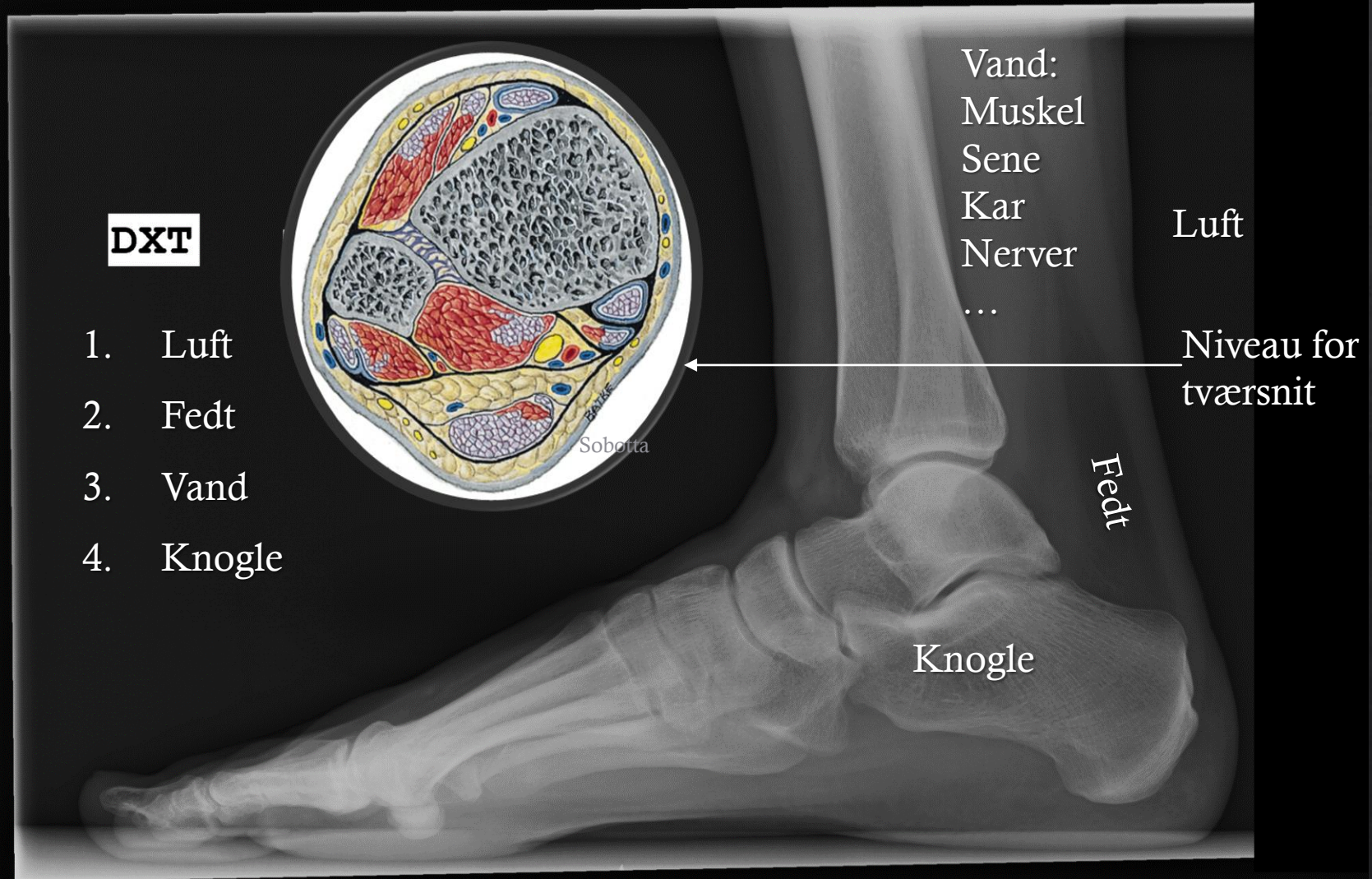
DXT

1. Luft
2. Fedt
3. Vand
4. Knogle

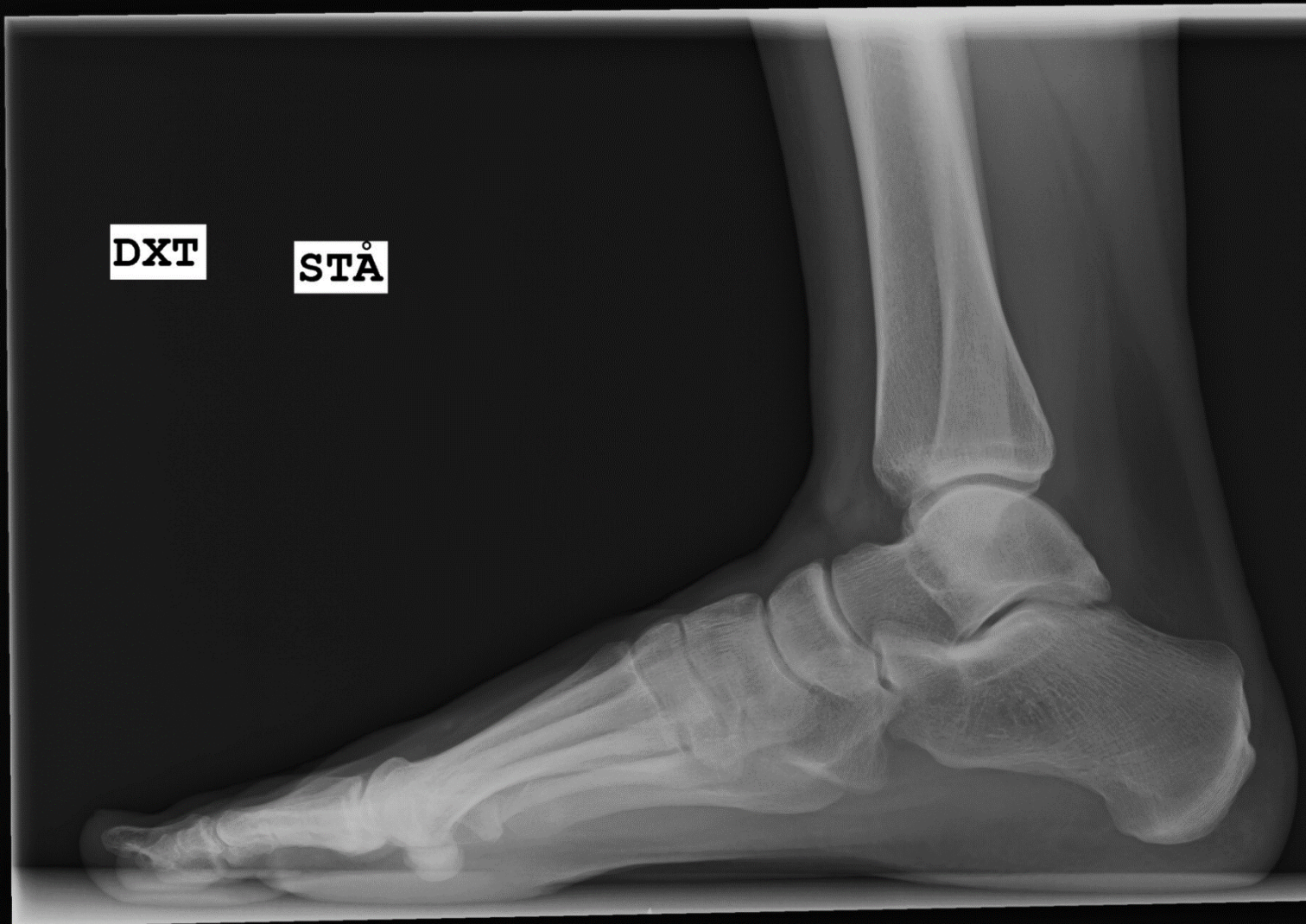


Rtg.

De fire "grundstoffer" på et konventionelt røntgenbillede. Afhængig af atomerne samt tætheden heraf i de forskellige vævstyper, er absorptionen forskellig. Der bliver således absorberet røntgenstråling i forskelligt omfang, og billedet dannes af de stråler der passerer igennem vævet og rammer detektorpladen.



Anatomiske strukturer



Anatomiske strukturer

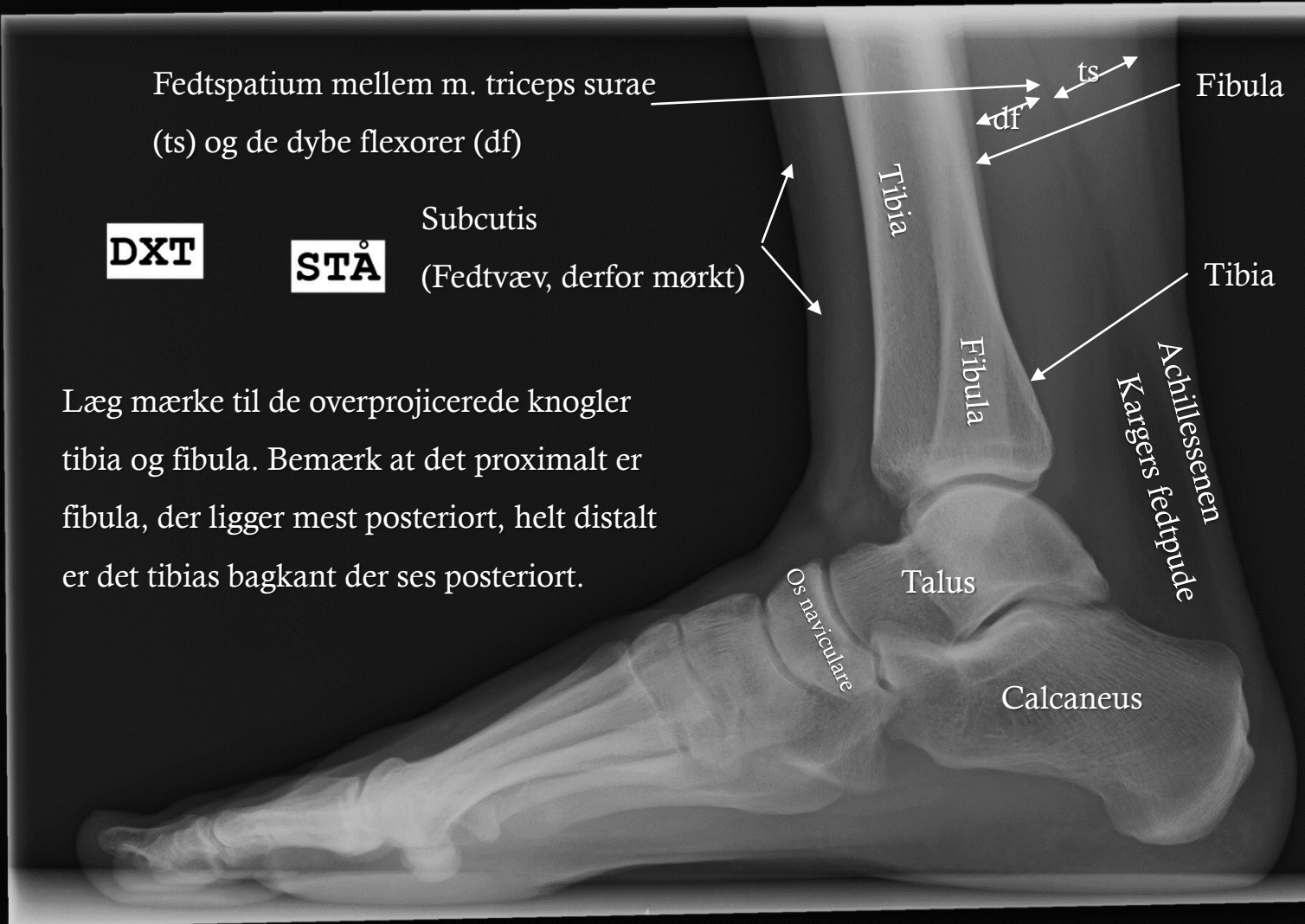
Fedtspatium mellem m. triceps surae
(ts) og de dybe flexorer (df)

DXT

STÅ

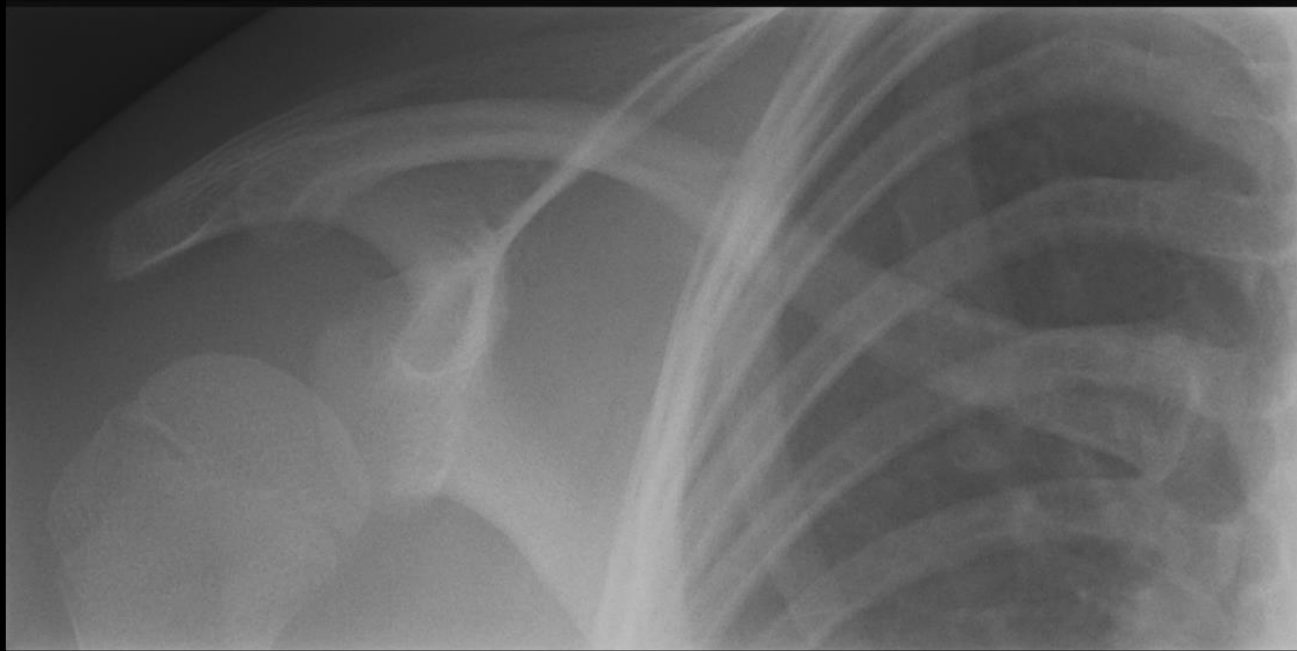
Subcutis
(Fedtvæv, derfor mørkt)

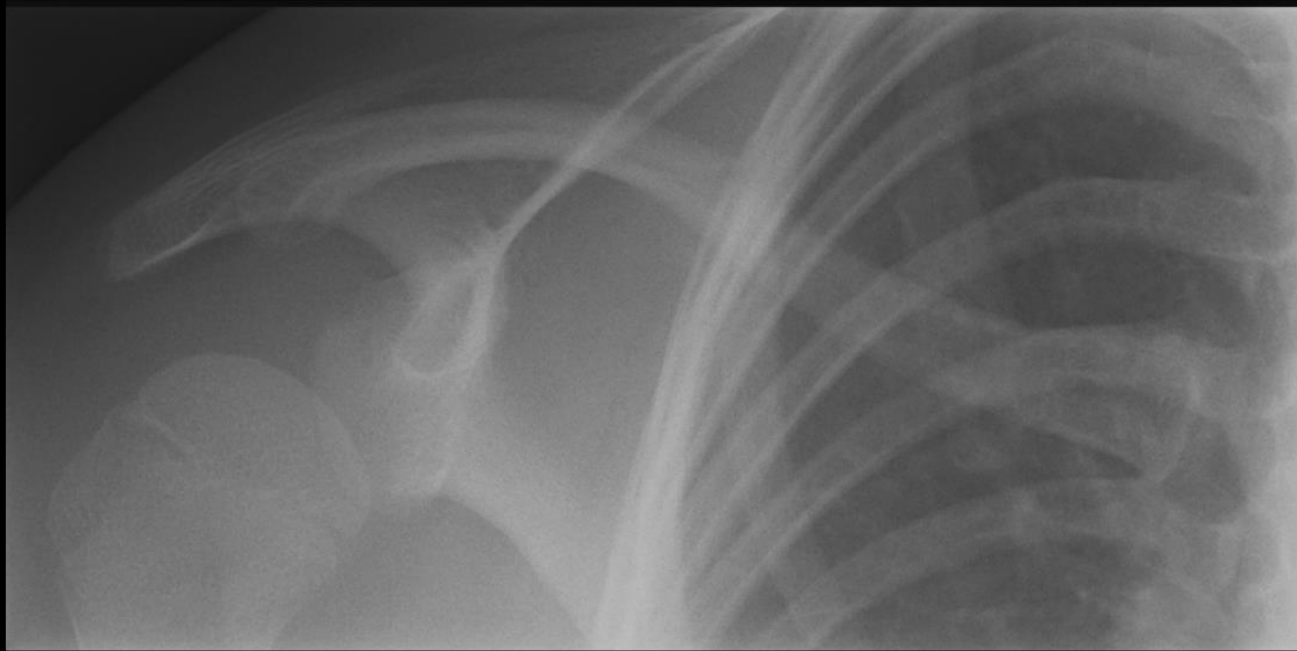
Læg mærke til de overprojicerede knogler
tibia og fibula. Bemærk at det proximalt er
fibula, der ligger mest posterior, helt distalt
er det tibias bagkant der ses posterior.

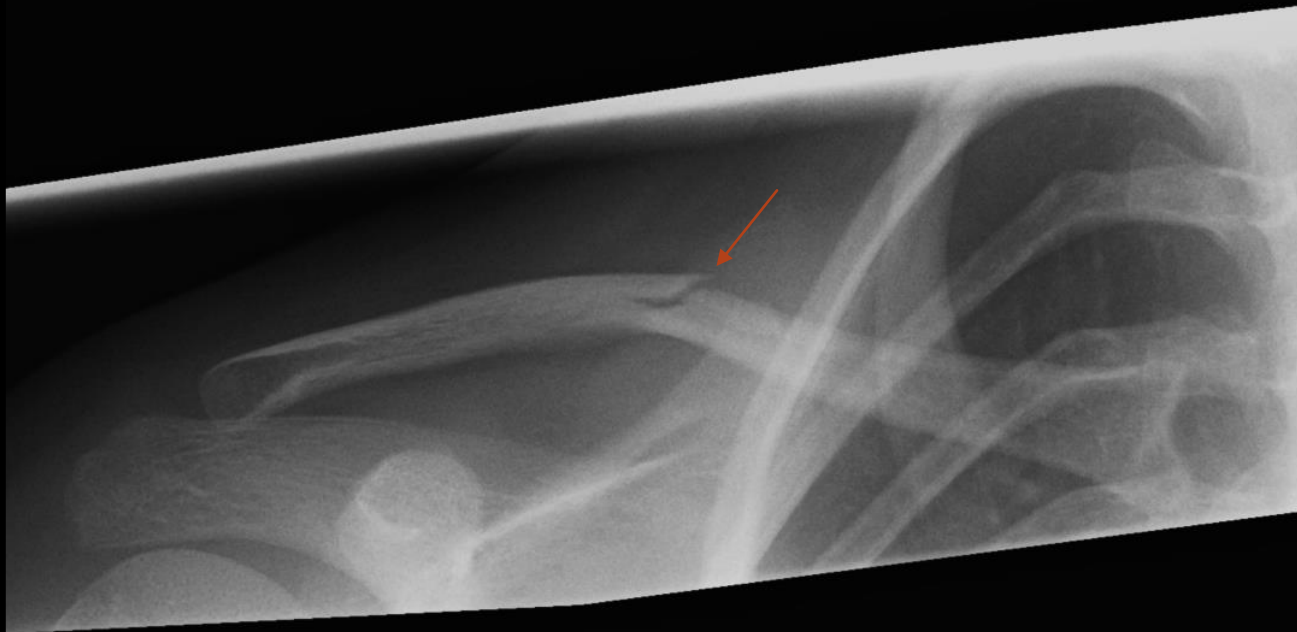
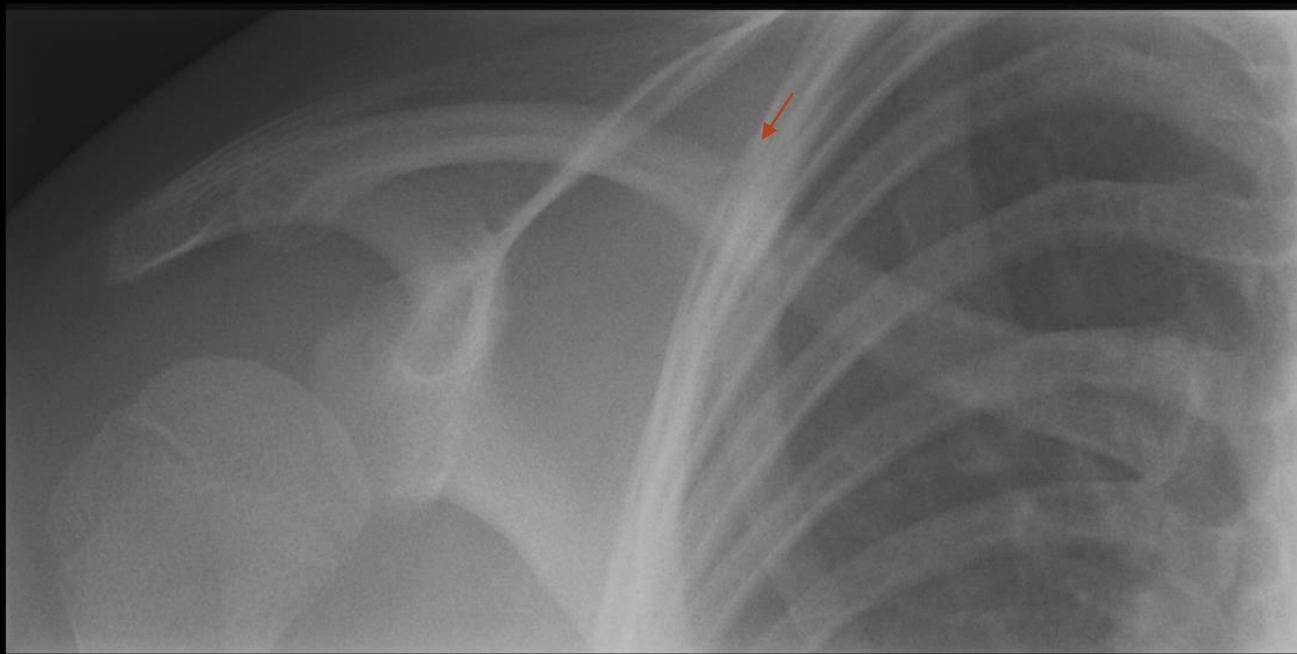


Røntgenbilleder

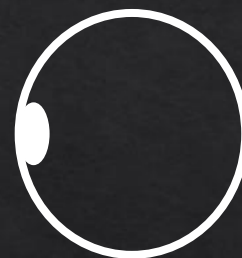
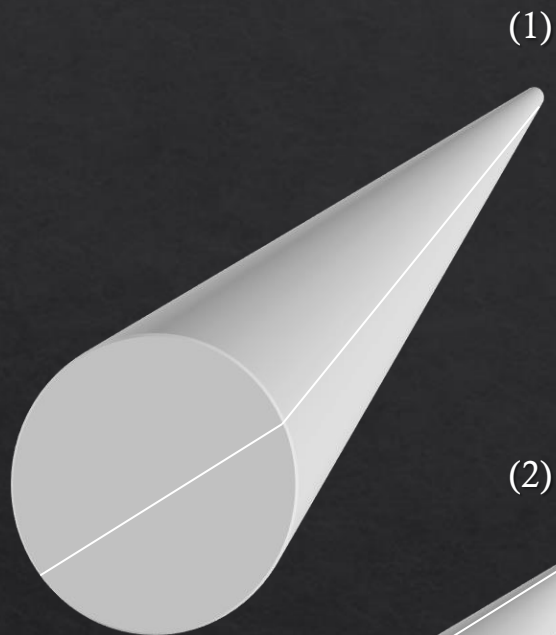
Projektioner og billedkvalitet

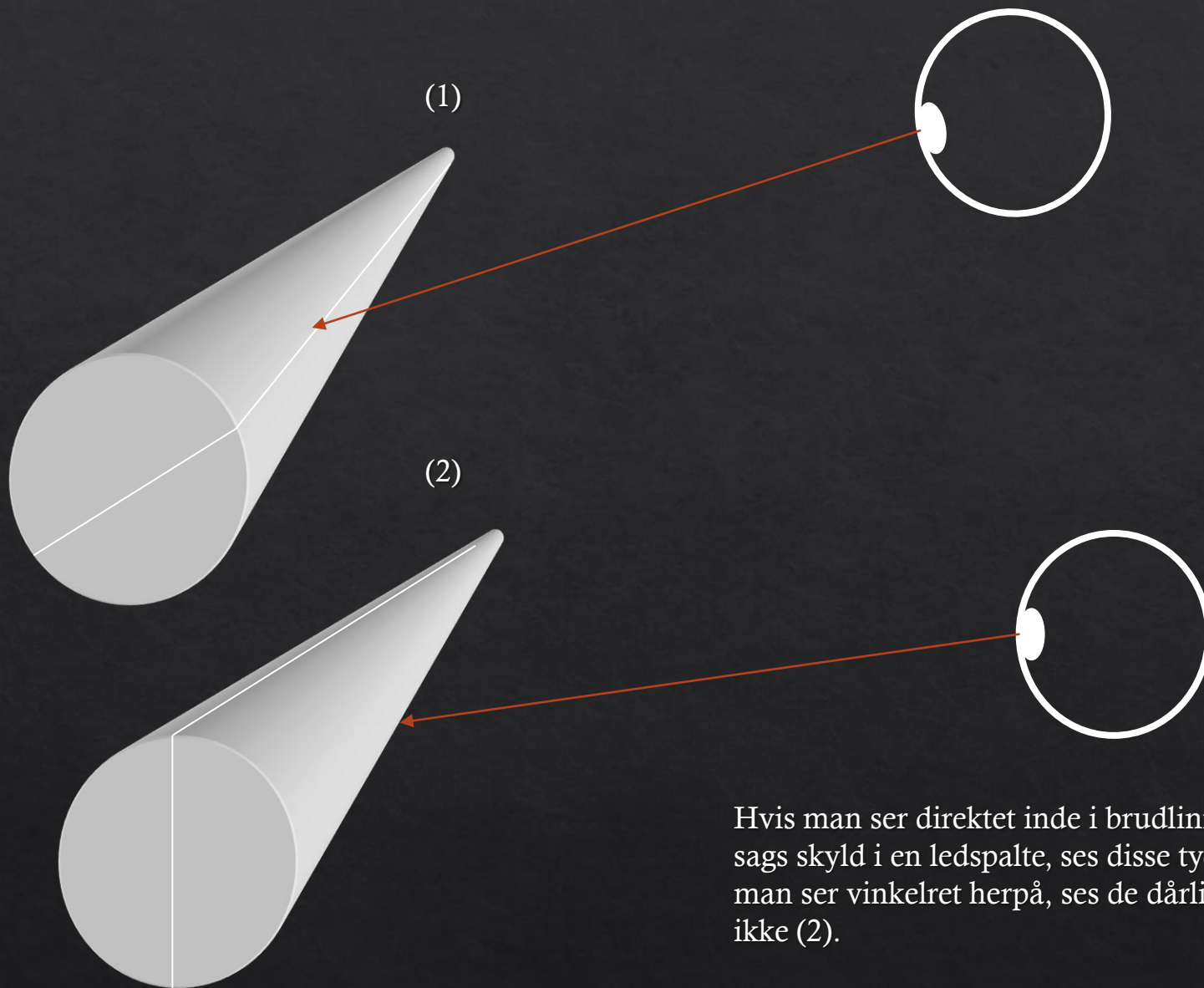






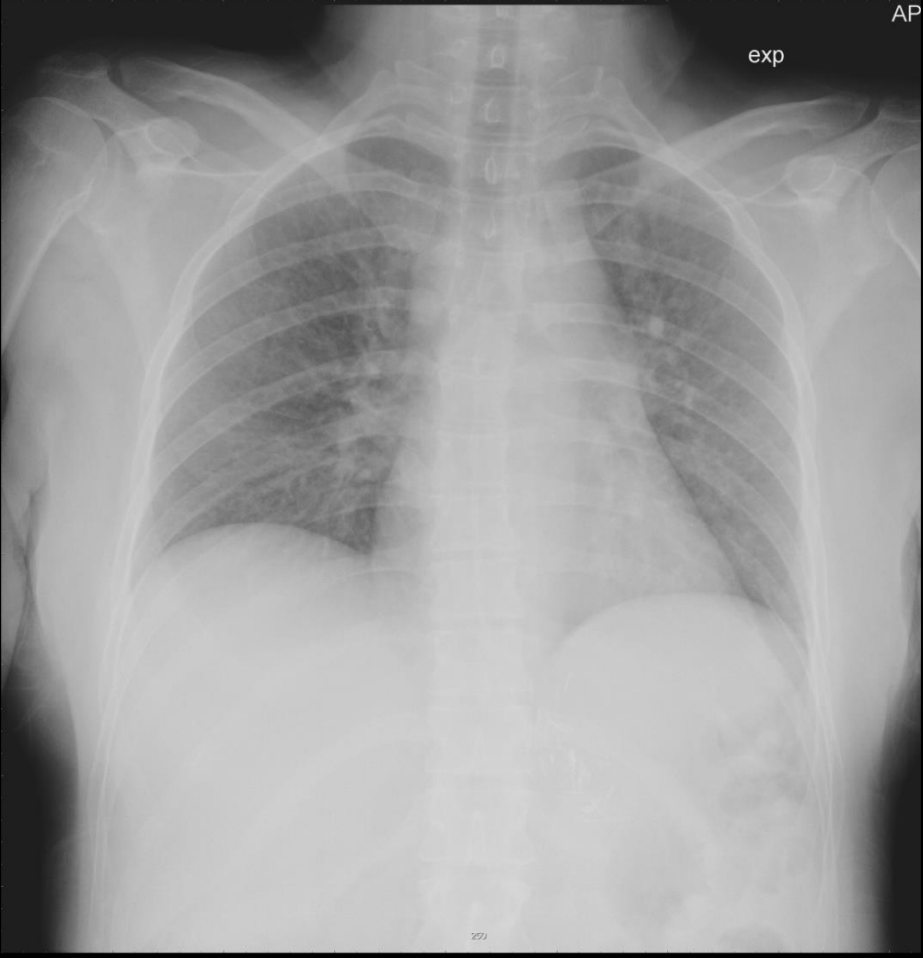
Vigtigheden af optagelse i mere end en projektion fremgår tydeligt: På den nederste optagelse bliver frakturen friprojiceret af costae i thoraxvæggen. Den øverste optagelse er foretaget cranio-caudalt (man ser oppe fra), den nederste caudo-cranielt (man ser nedefra). For at forstå projektioner, er det ofte en fordel, at betragte et helt skelet og forestille sig røntgenstrålernes vej gennem kroppen til detektorpladen bagved (eller foran) kroppen.





Hvis man ser direkte inde i brudlinien, eller for den sags skyld i en ledspalte, ses disse tydeligt (1), men hvis man ser vinkelret herpå, ses de dårligt eller slet ikke (2).

2



W 4.096 : L 2.048

1

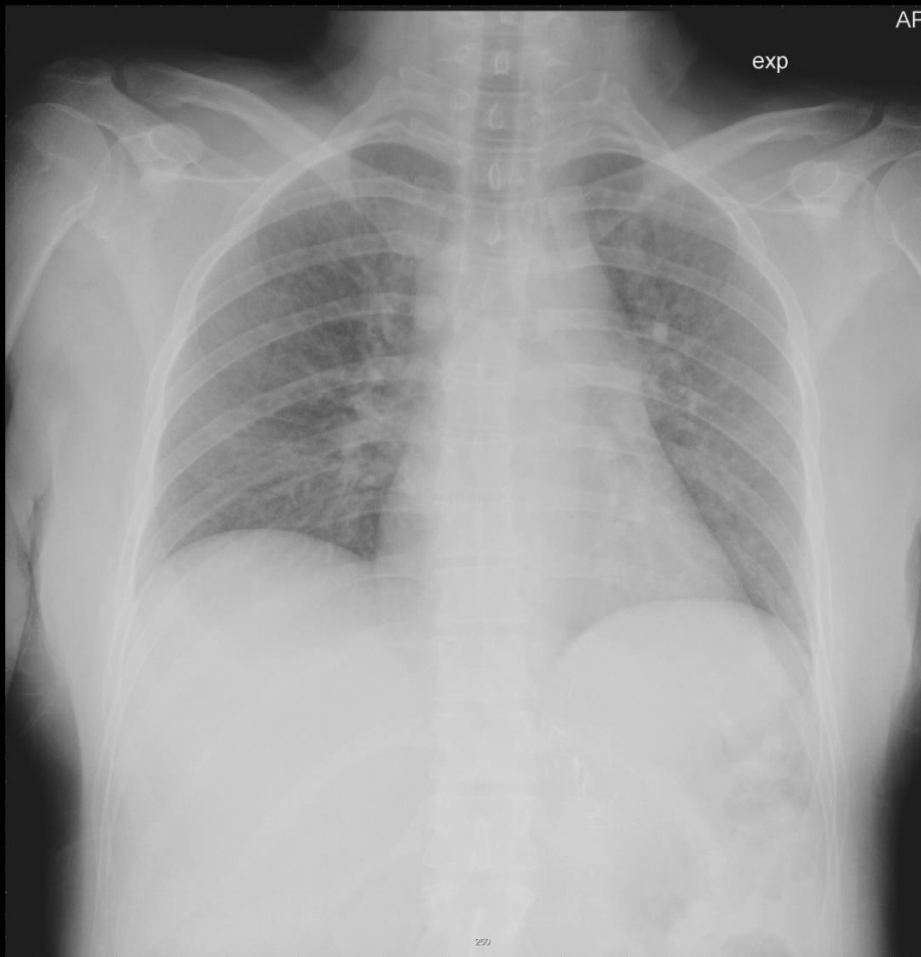


W 4.096 : L 2.048

2

1

Betydningen af inspirationsfase gennemgås i thorax forelæsningsen



Maksimal expiration

W 4.096 : L 2.048



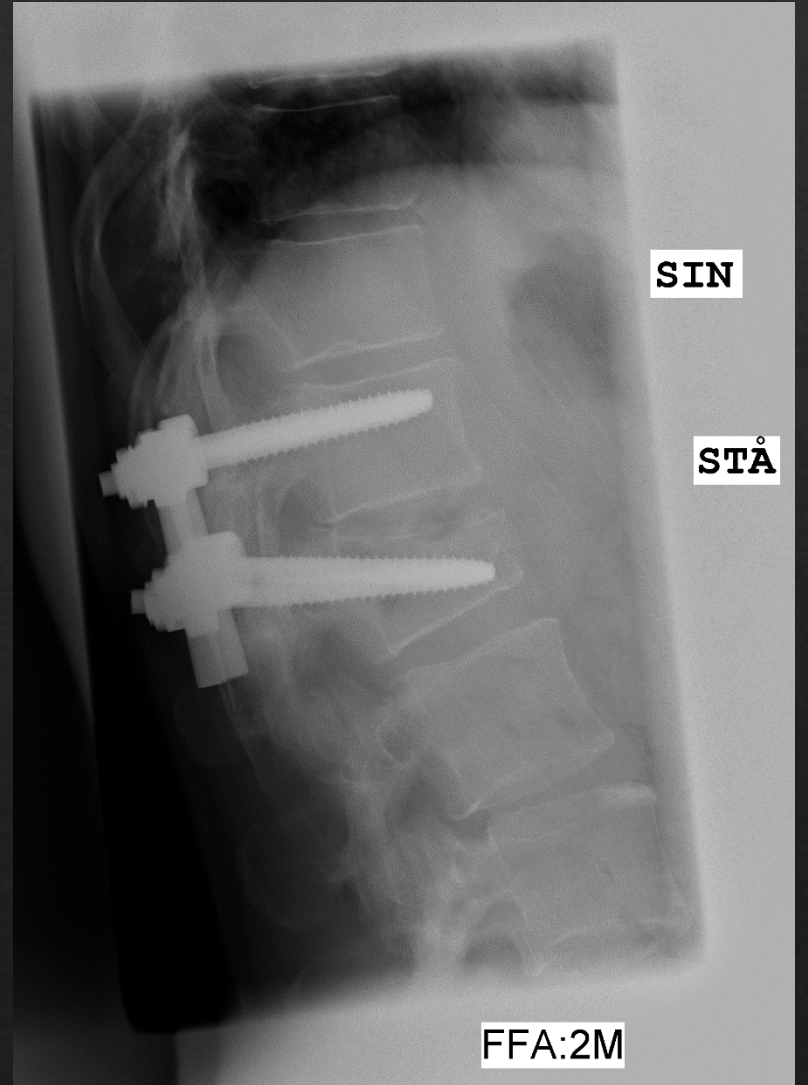
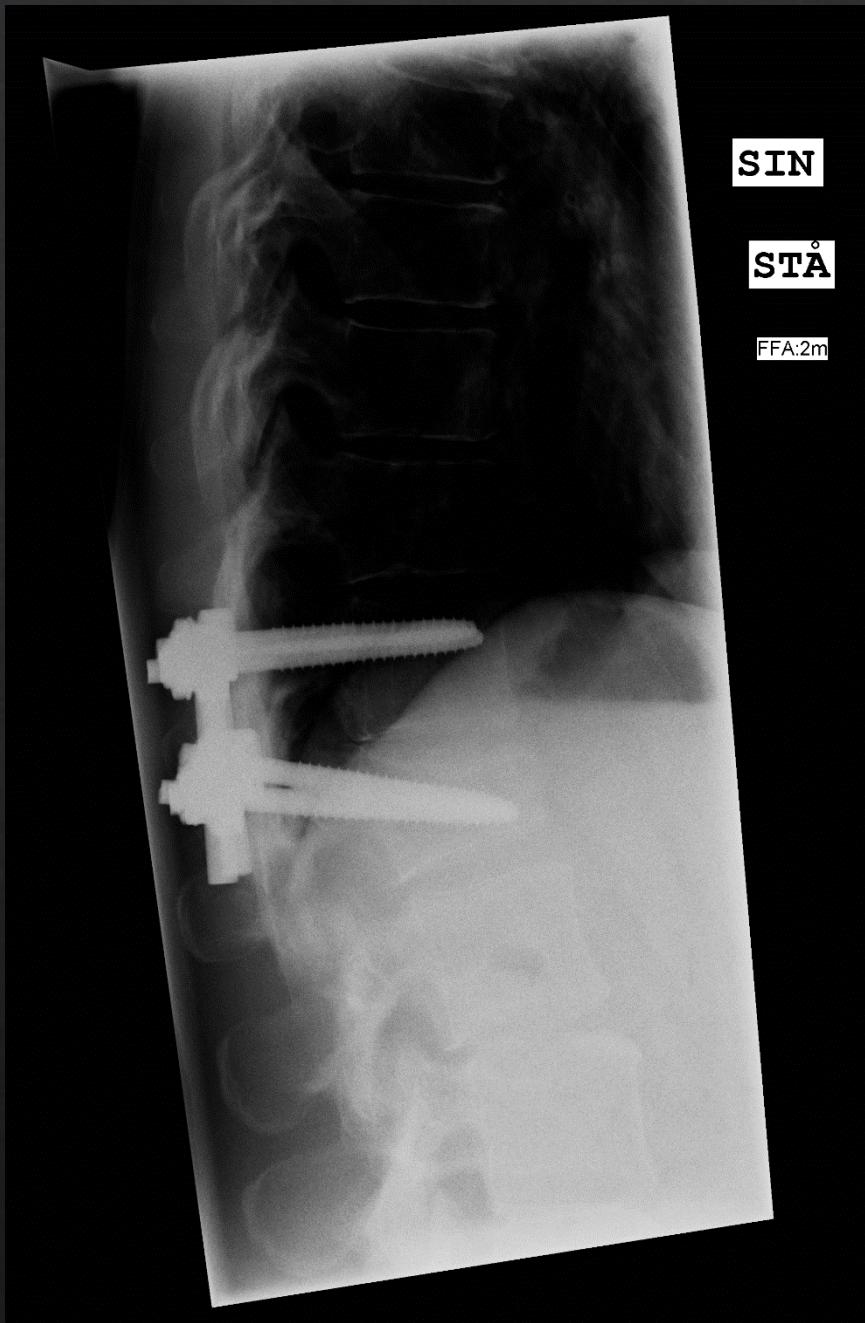
Maksimal inspiration

W 4.096 : L 2.048



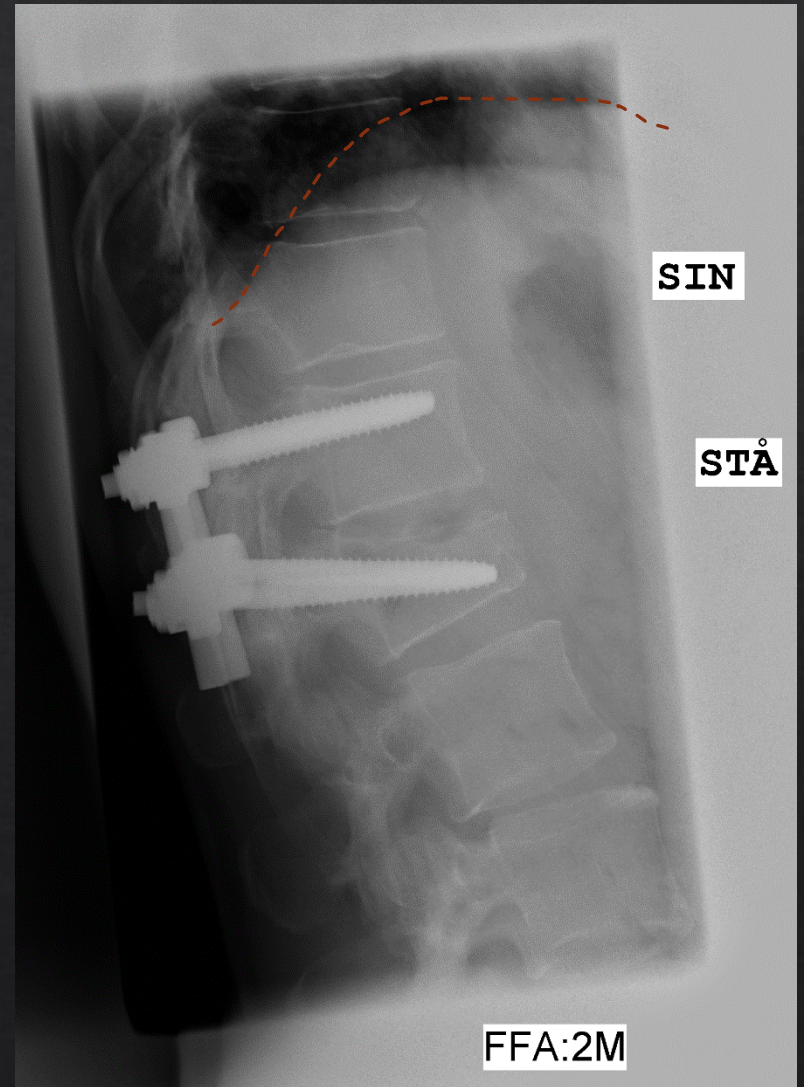


Feriefoto: For at se rødderne bedre har jeg valgt en længere eksponeringstid på billedet til venstre. Dette medfører, at den del af billedet, der ikke er i skyggen bliver overeksponeret (alt for lys). Det samme princip gælder også for røntgenoptagelser.





Personen tager en dyb udånding, og skubber herved mellemgulvet højere op, således at der bliver en ensartet eksponering, idet vævstætheden bliver mere ensartet



Stivgøring (spondylodese) af et stykke af ryggen, som behandling af L1 fraktur. Der er isat pedikel skruer i hvivlerne med barrer herimellem.

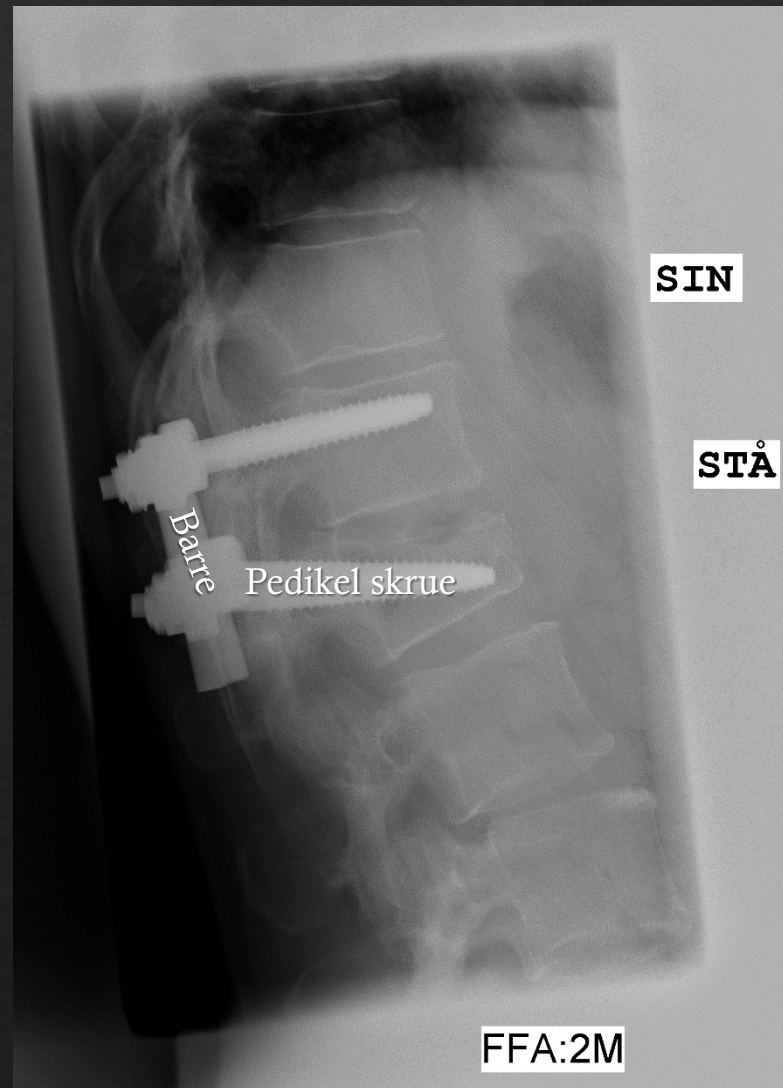
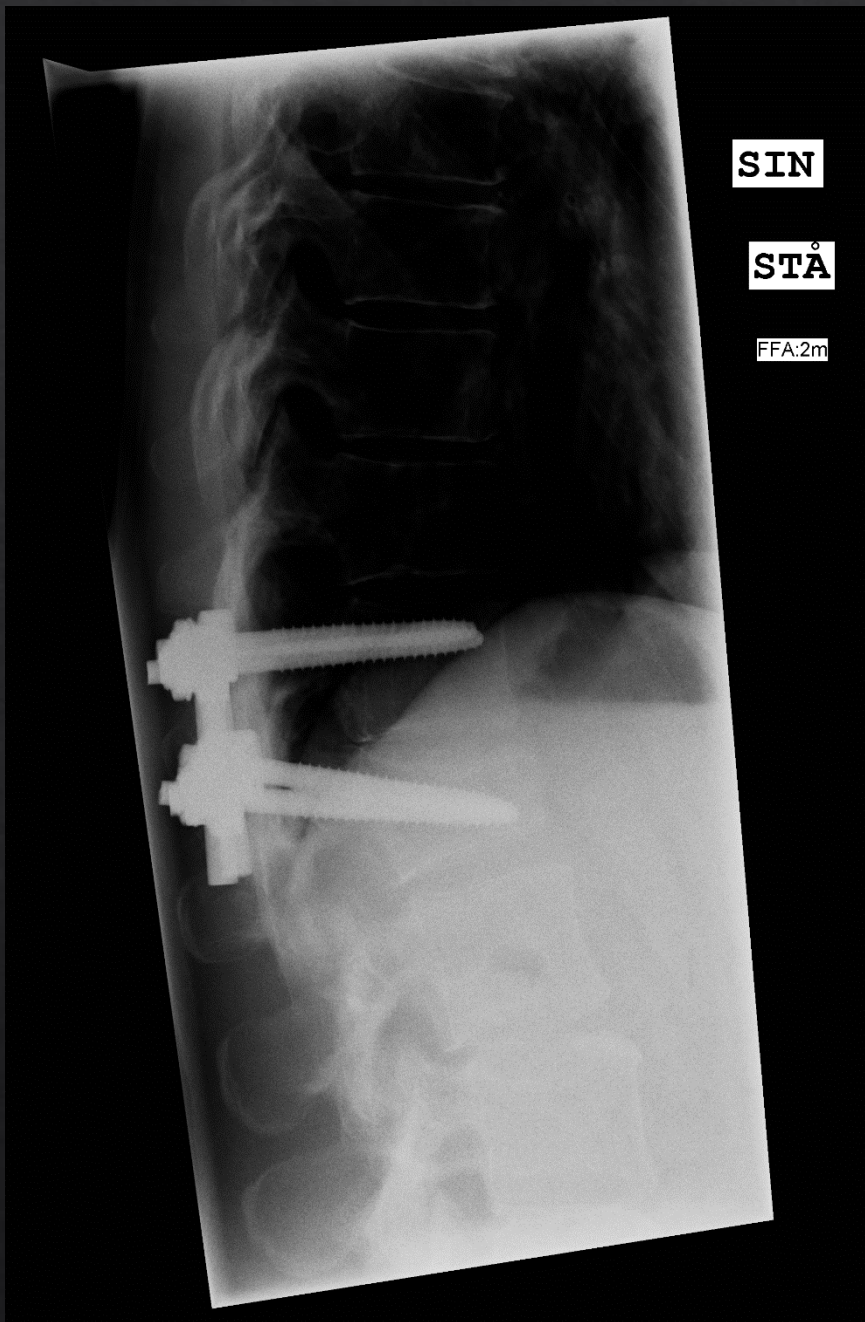
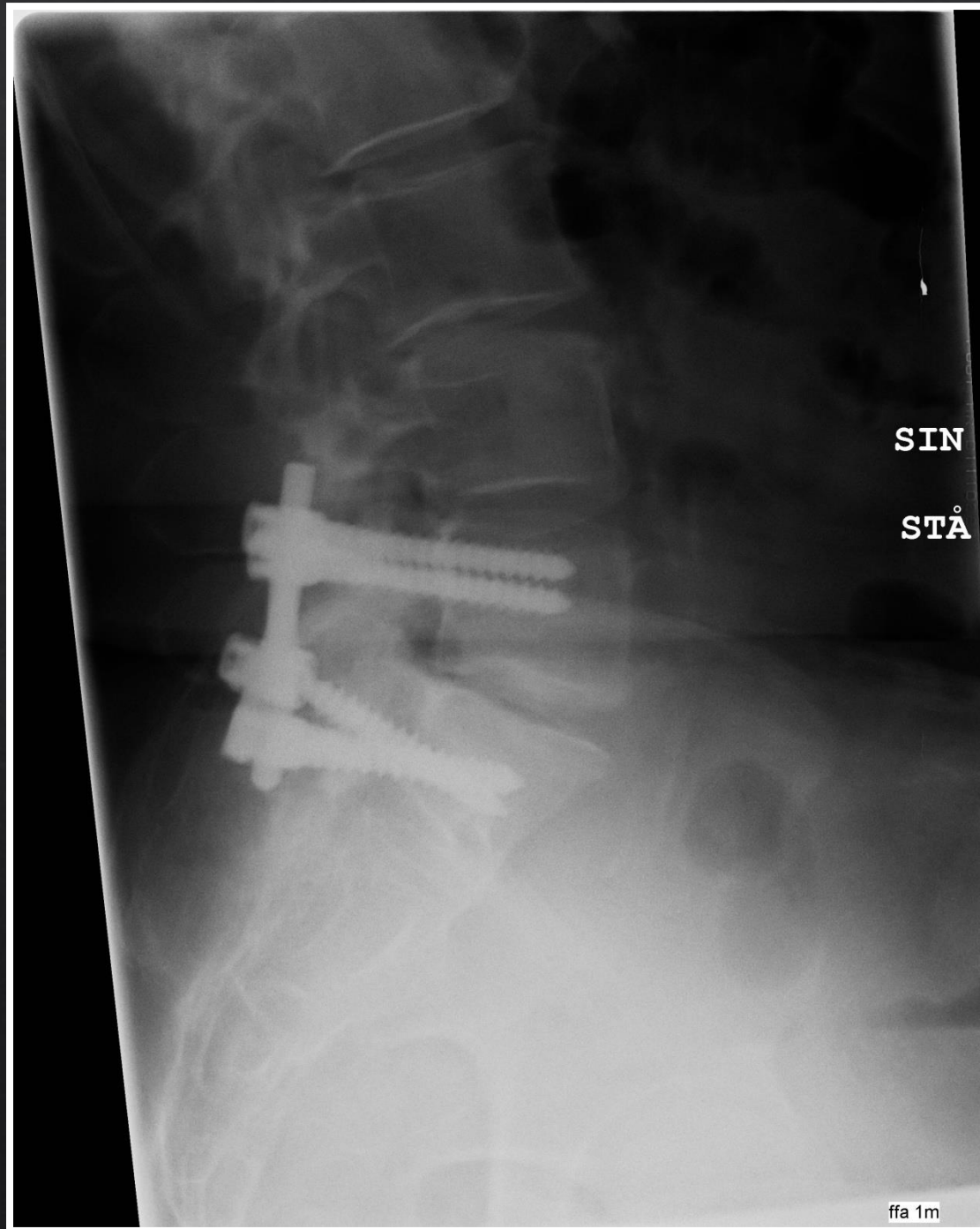




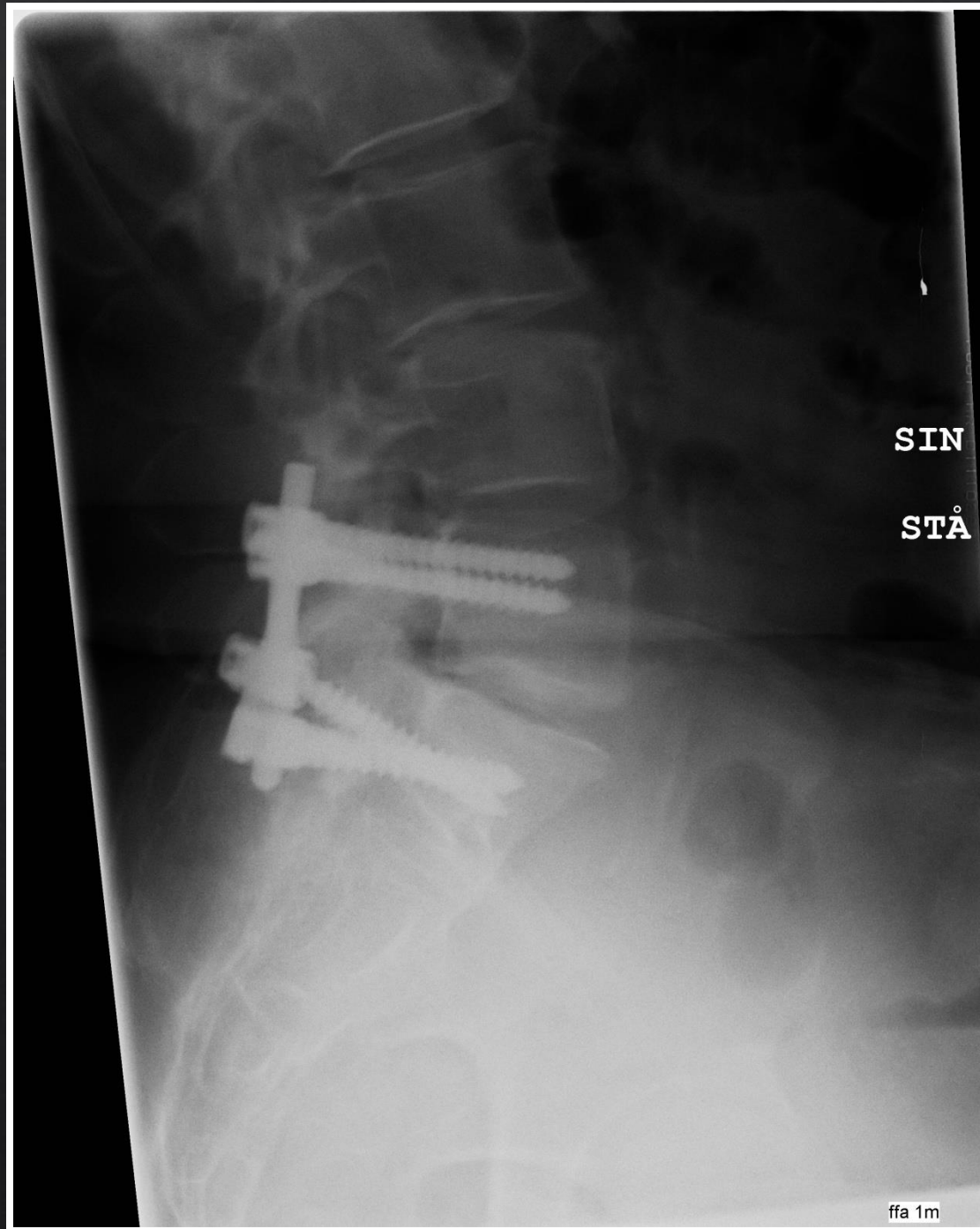
Foto fra flyvetur, med forskjellig eksponeringstid



Den korte eksponeringstid på 1/1000 s til venstre, gør at propellen ser ud til at stå stille



Er billedkvaliteten god?

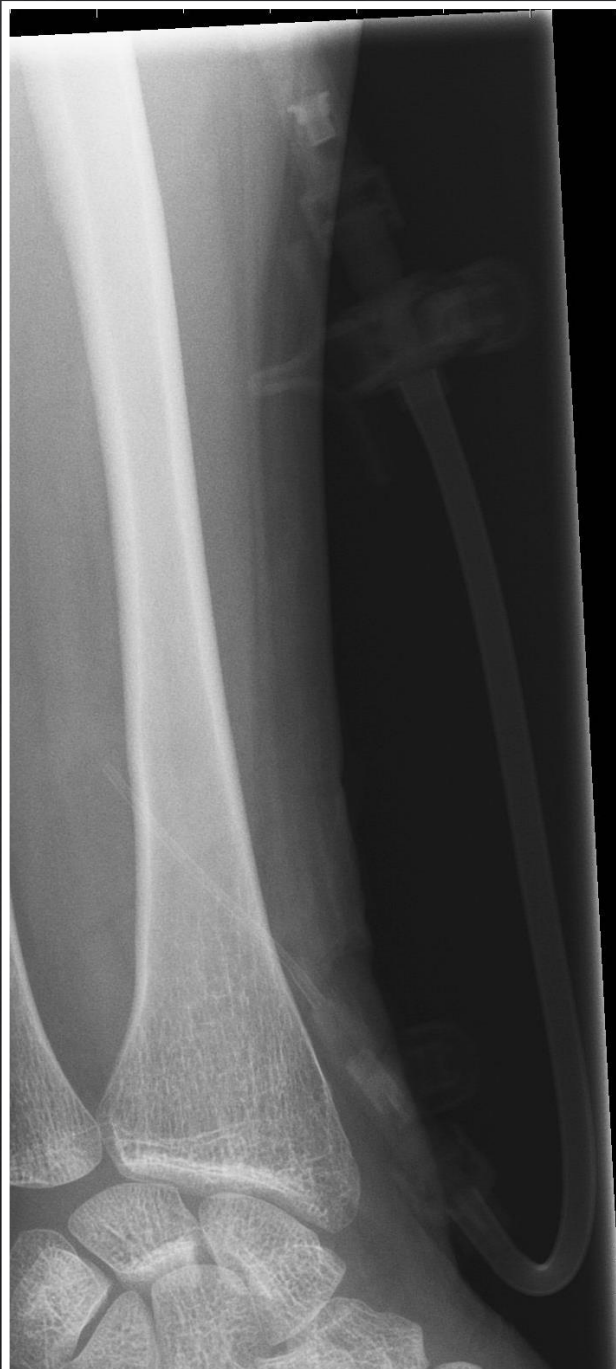


Patienten har ondt/er utilpas
efter operationen, og kan
ikke stå helt stille. For lang
eksponeringstid, gør at
billedet bliver uskarpt pga.
bevægeuro

PA R



Arhus Sygehus NBG
01.01.2009 [10:17:53]
Skaderøntgen 1



Indimellem vil der
være fremmedlegemer
men skal kunne se
bort fra.

PA R

Arhus Sygehus NBG
01.01.2009 [10:17:53]
Skaderøntgen 1

Tre-vejs
hane

Slange

Venflon

CT skanning

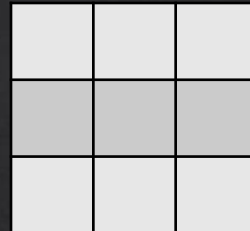
CT-skanning



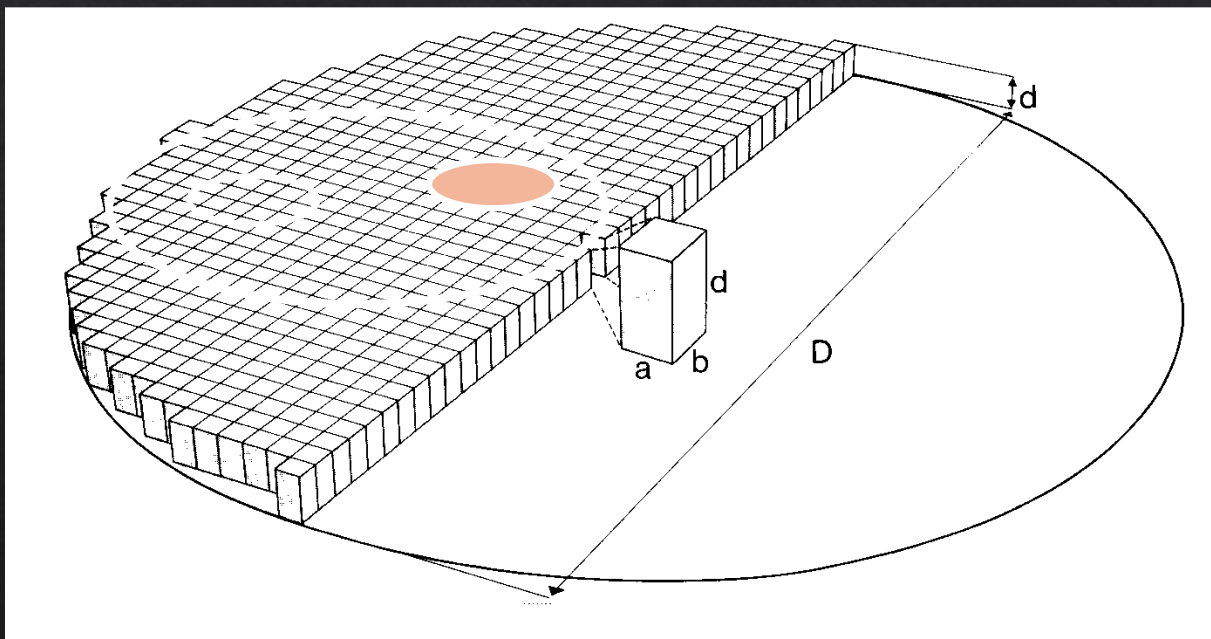
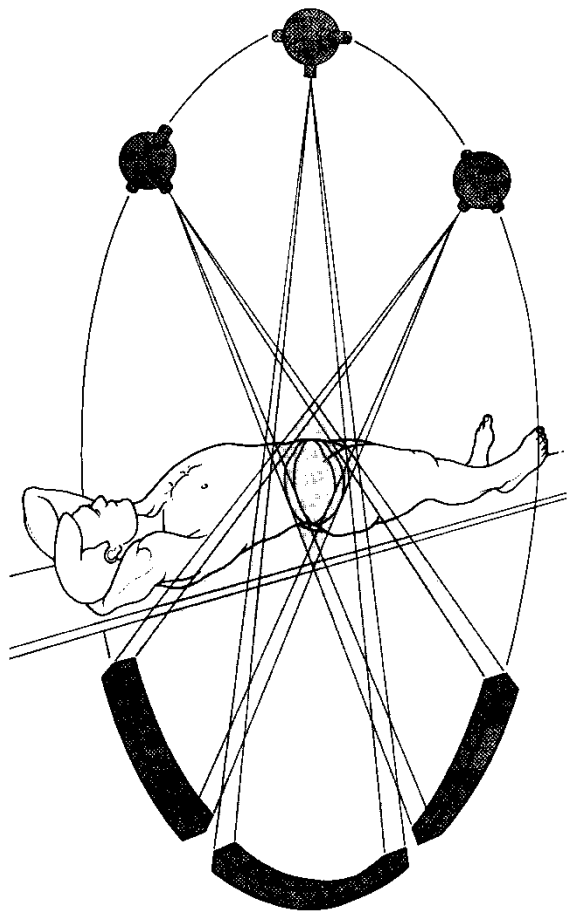
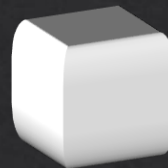
Sir Godfrey Hounsfield ved en tidlig CT skanner, se evt. [artikel](#) fra [ESSR](#)

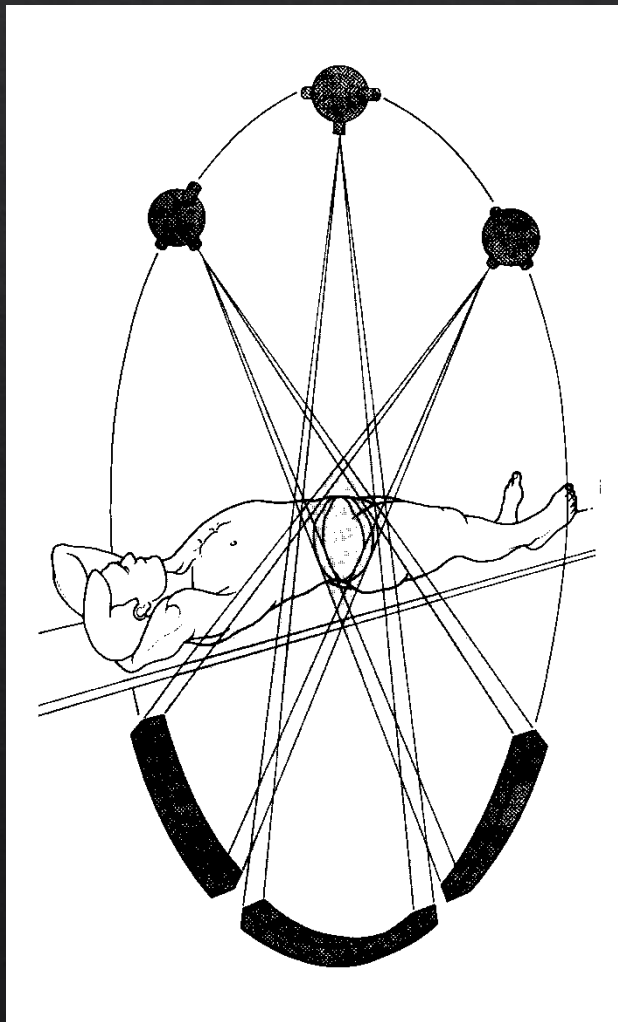


Pixel (2D)

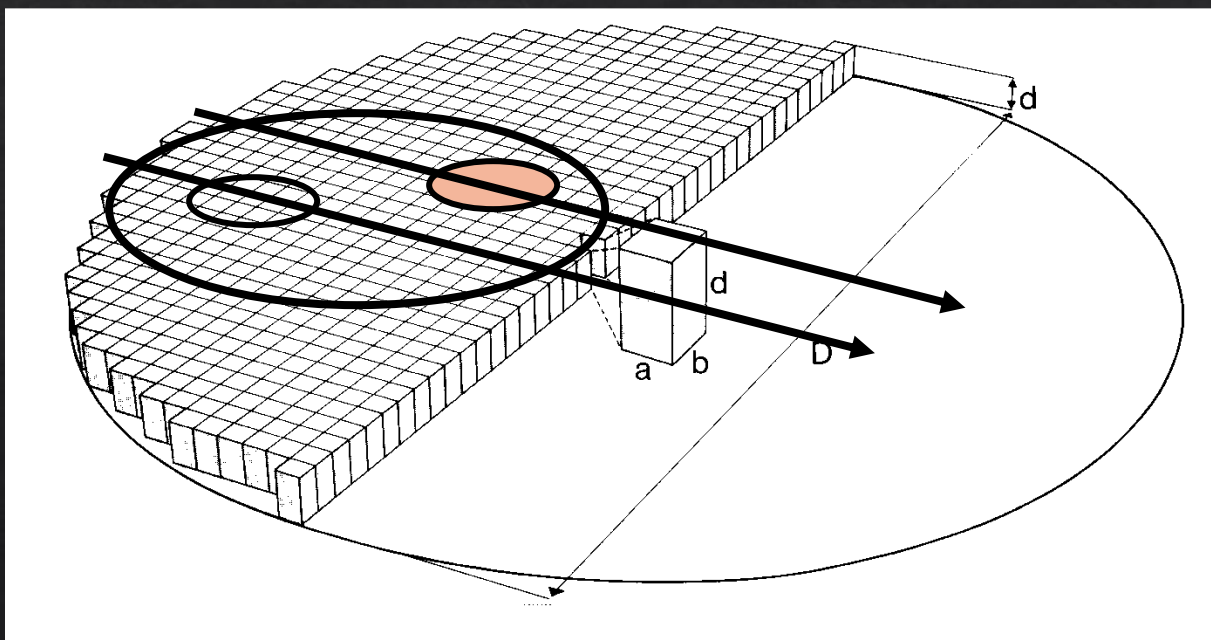


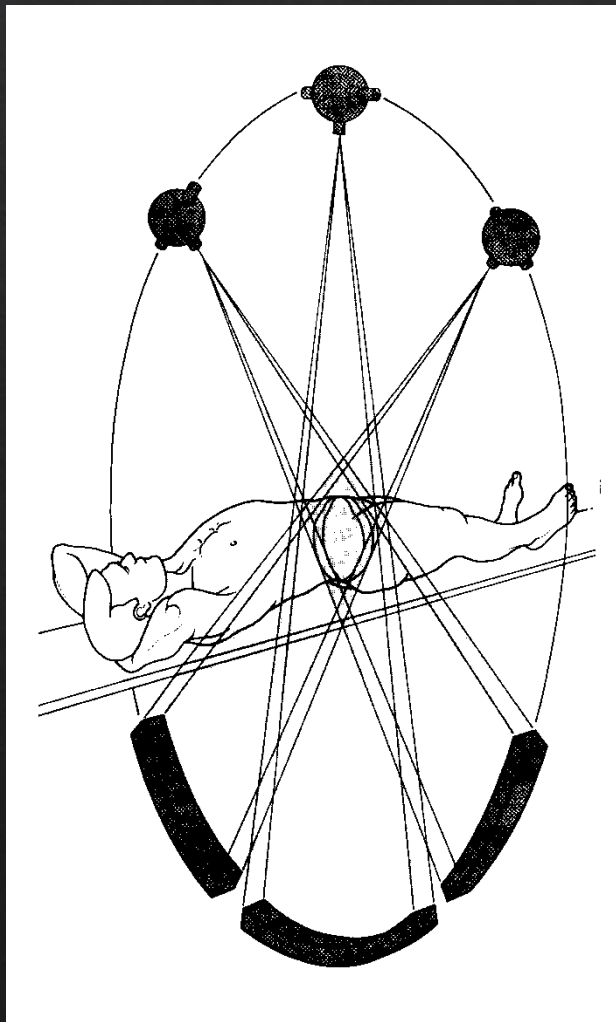
Voxel (3D)



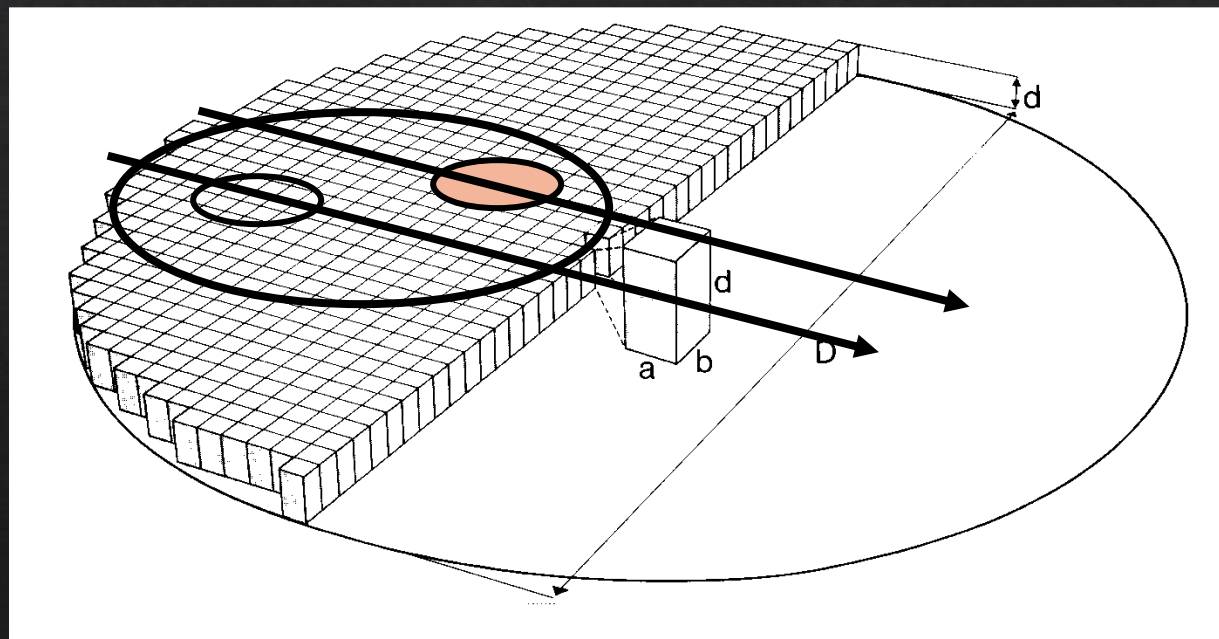


					→	45
					→	71
					→	41
↓	↓	↓				
28	77	52				

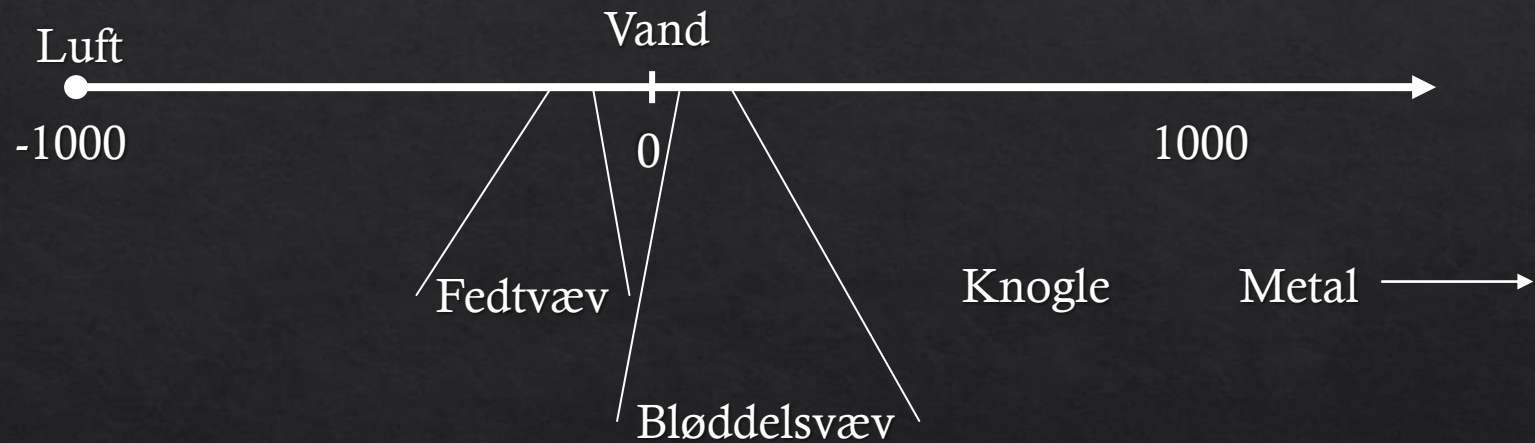




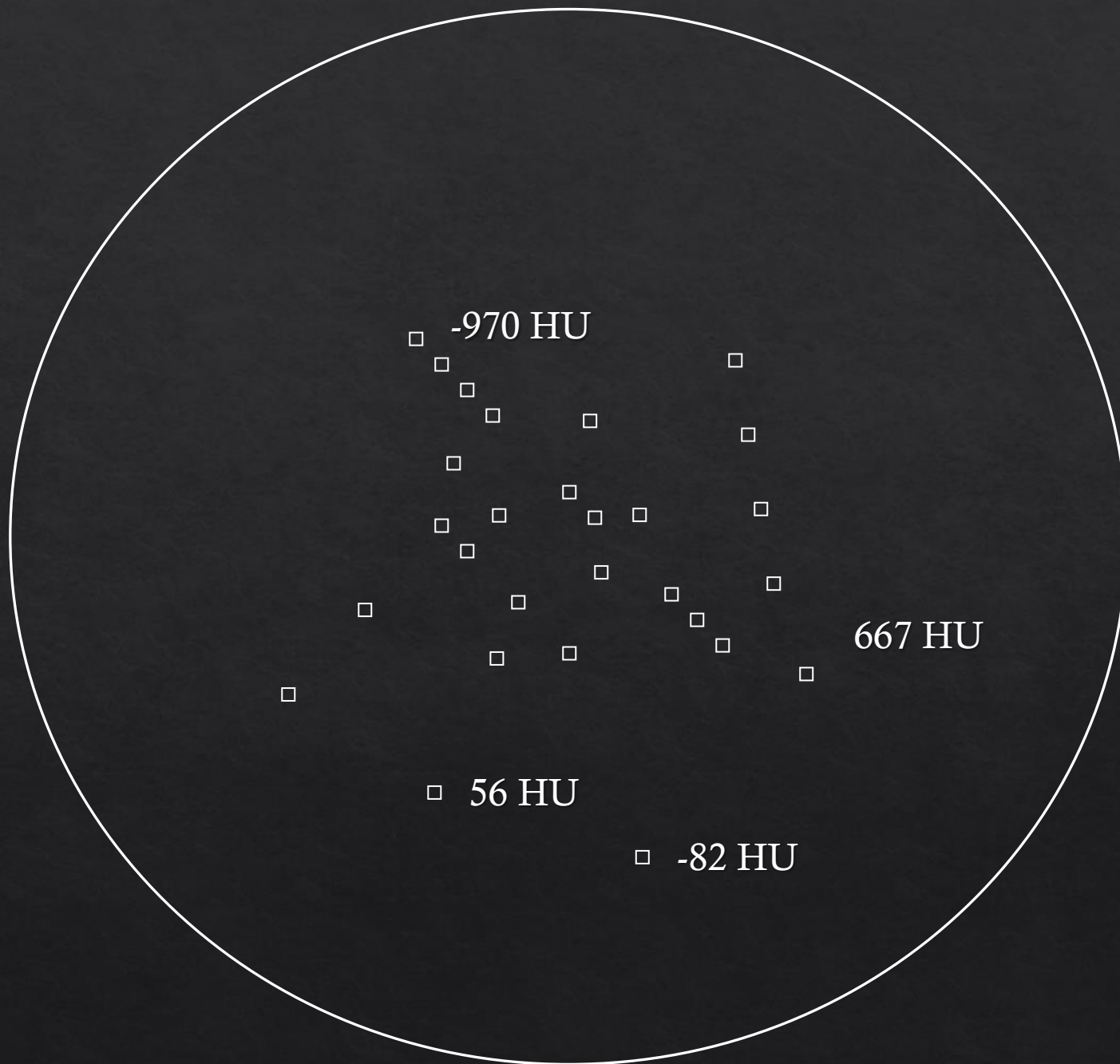
10	12	23	45
7	50	14	71
11	15	15	41
28	77	52	

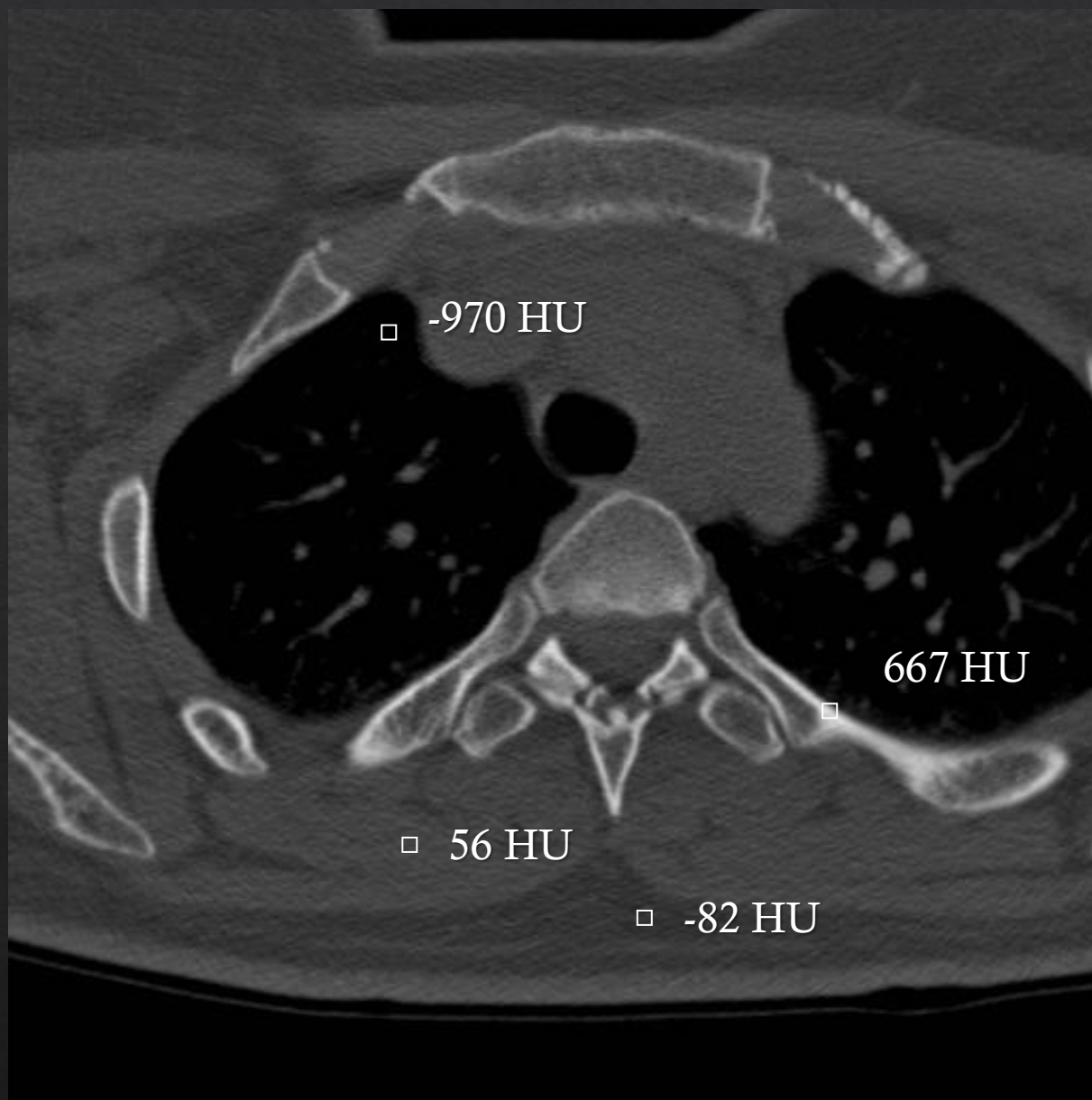


HU: Hounsfield unit



Vævs dæmpning af røntgenstråling (attenuationsværdi) angives i enheden Hounsfields unit (HU).







1000

667 HU



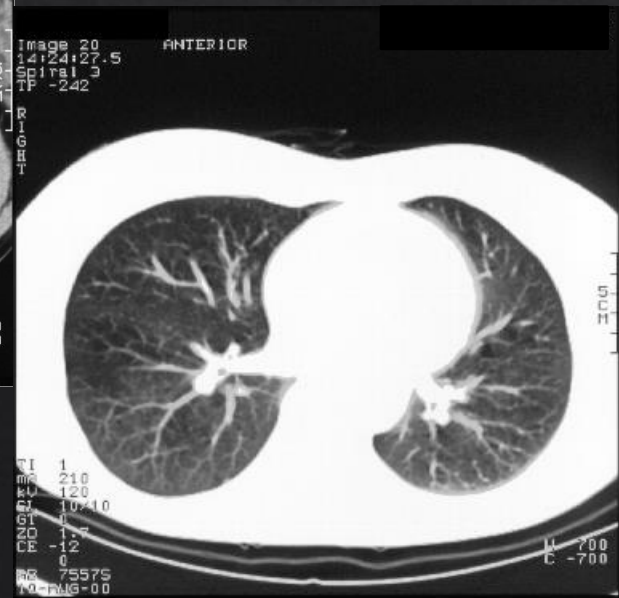
Knoglevindue



Bløddelsvindue



Lungevindue





Knoglevindue



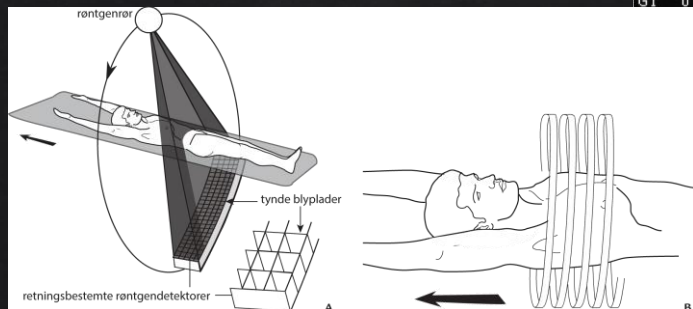
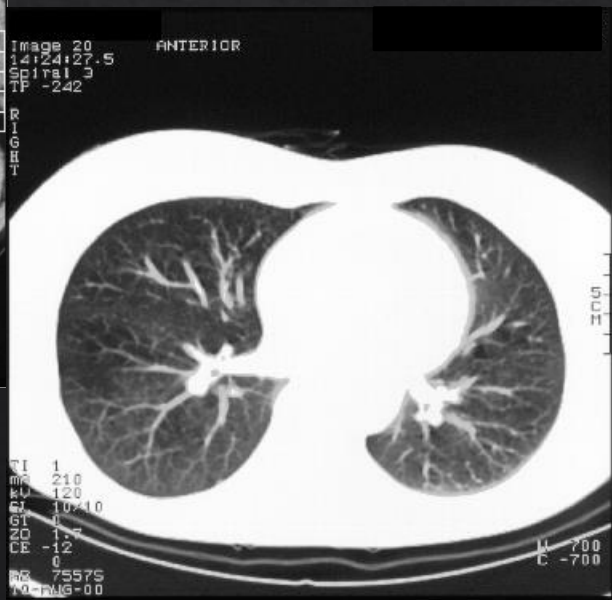
CT-skanning

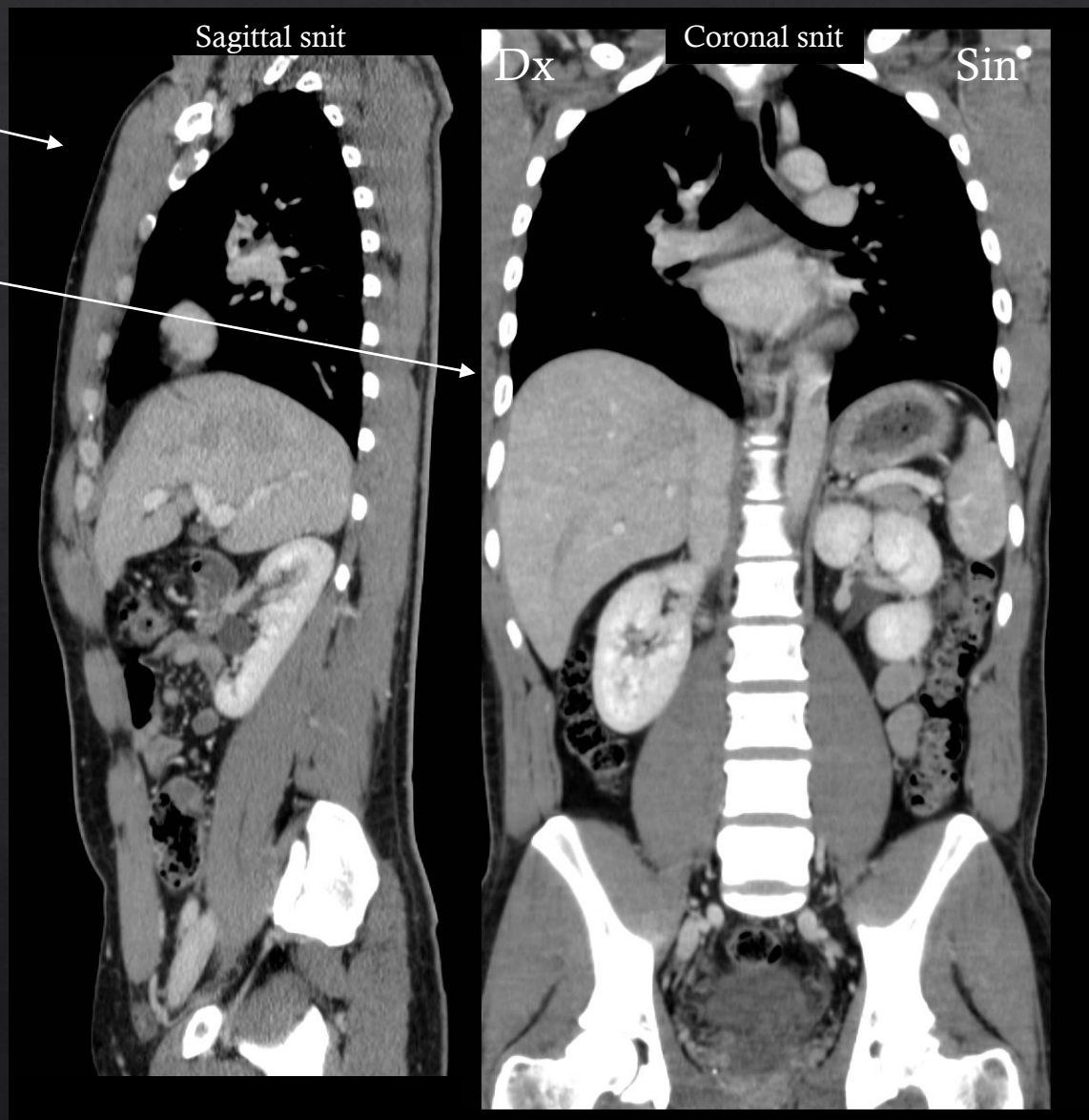
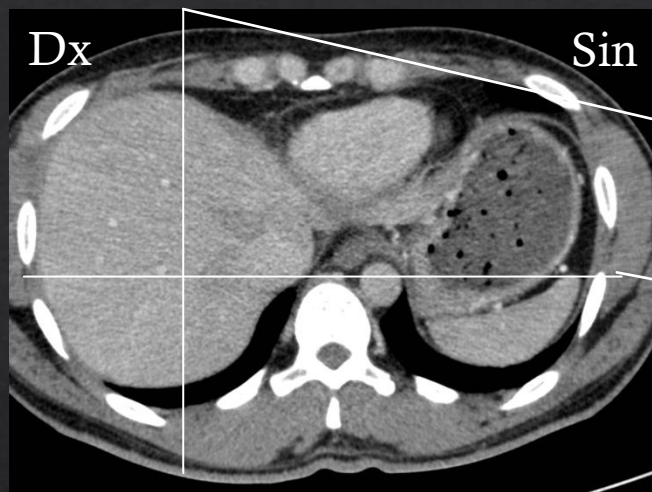


Bløddelsvindue

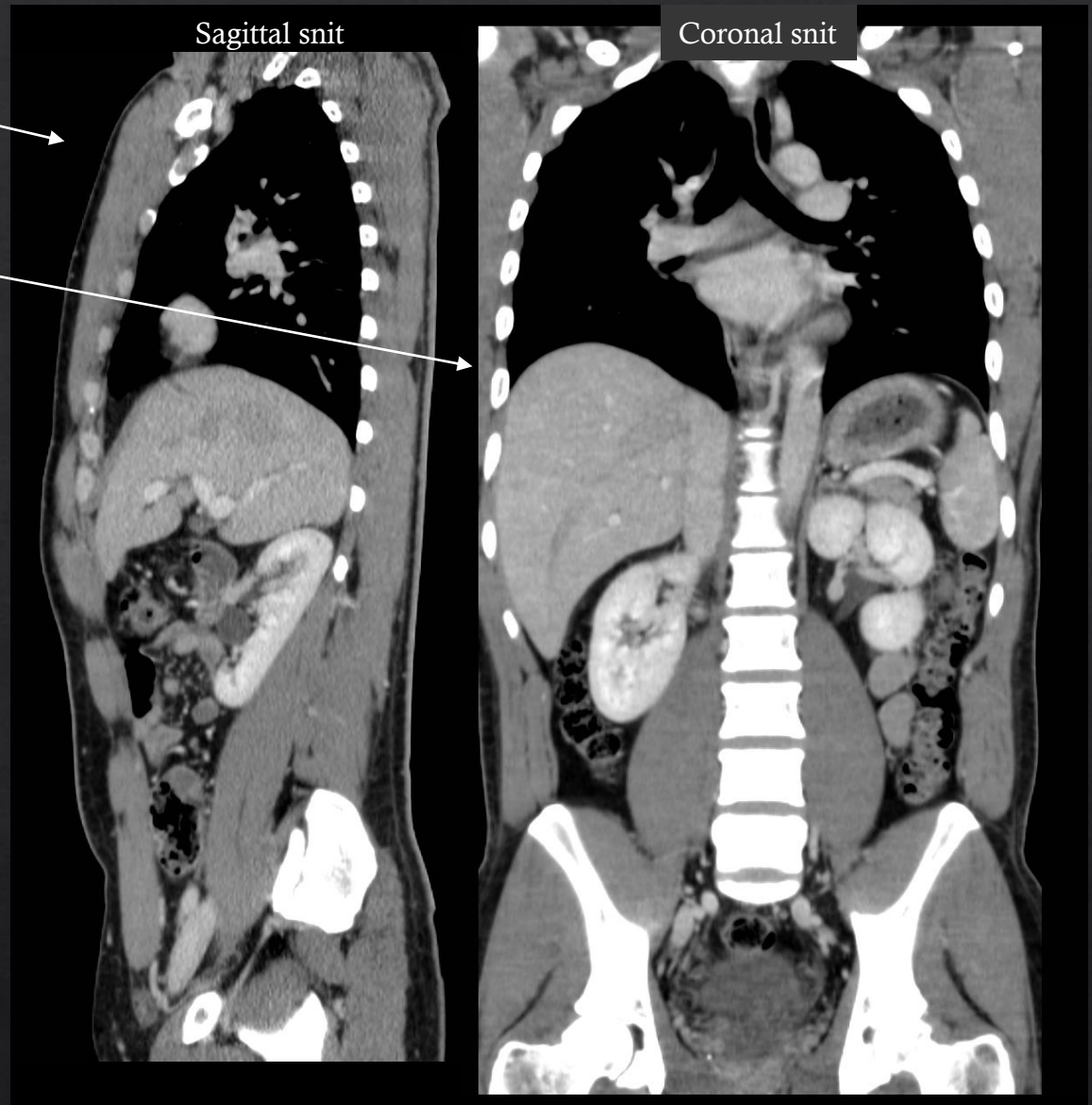
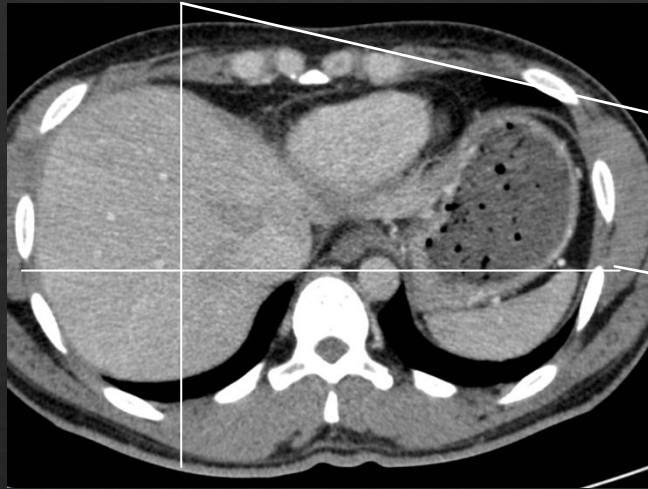


Lungevindue

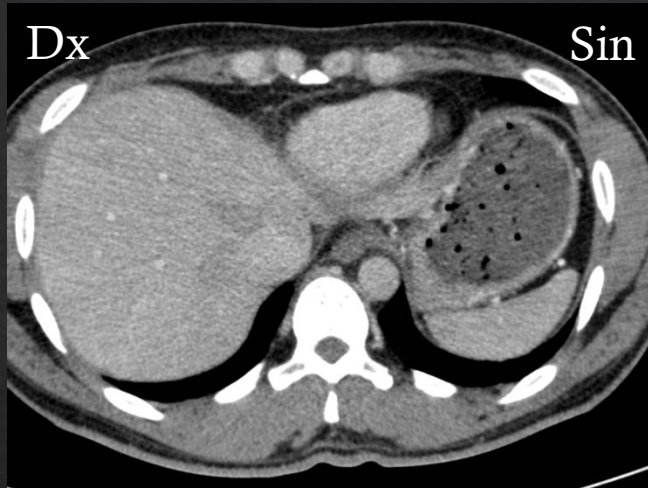




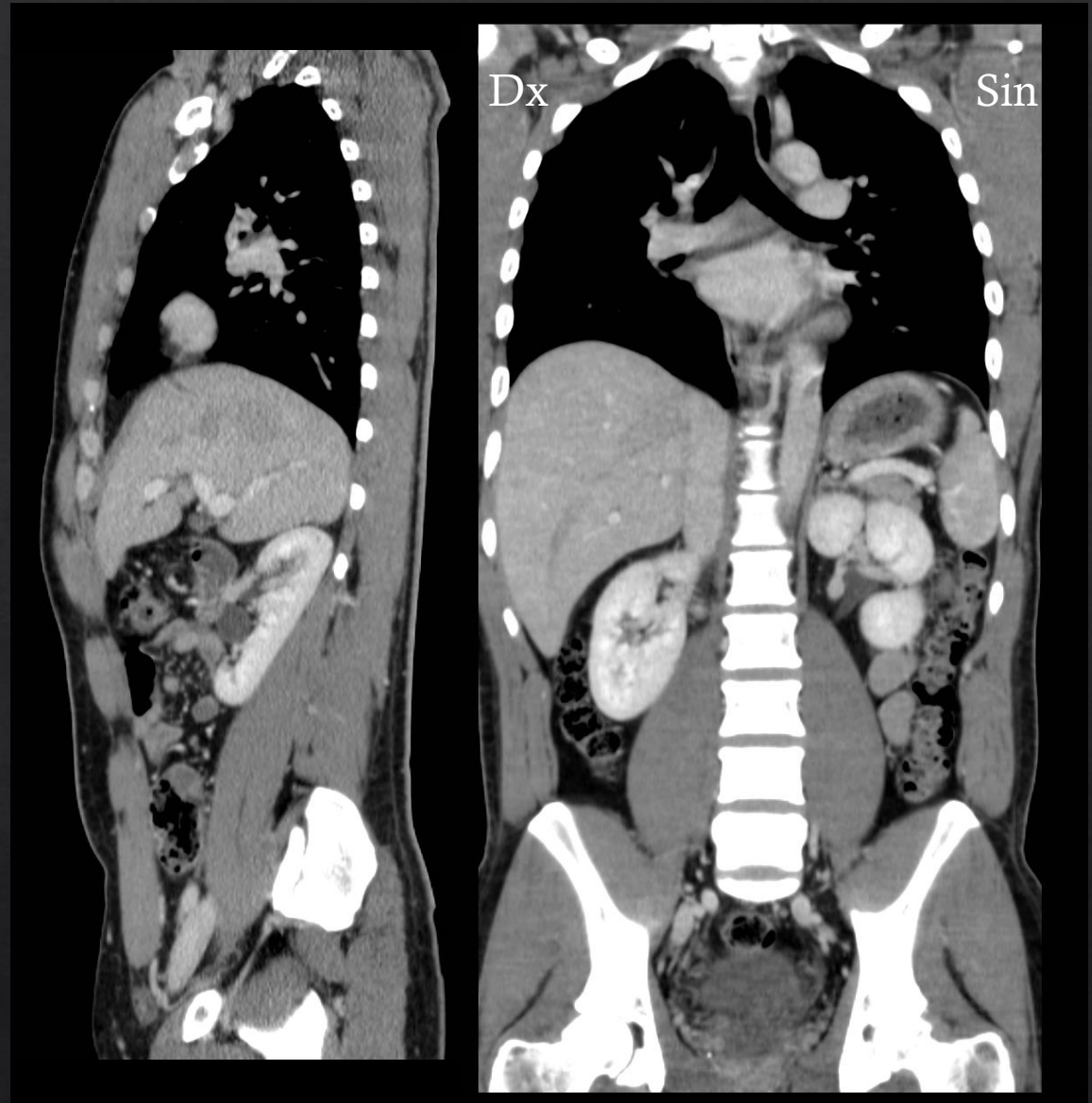
MPR:
Multiplanar rekonstrution



MPR:
Multiplanar rekonstruktion
Ud fra de primære
transverse snit, kan laves
rekonstruktioner i såvel
sagittal som frontal plan,
eller i et vilkårligt plan.



Husk: De transverselle snit
ses altid nedefra. Bemærk
sidemarkeringen:
Dx (dexter)/R/H: højre
Sin (sinister)/L/V: venstre



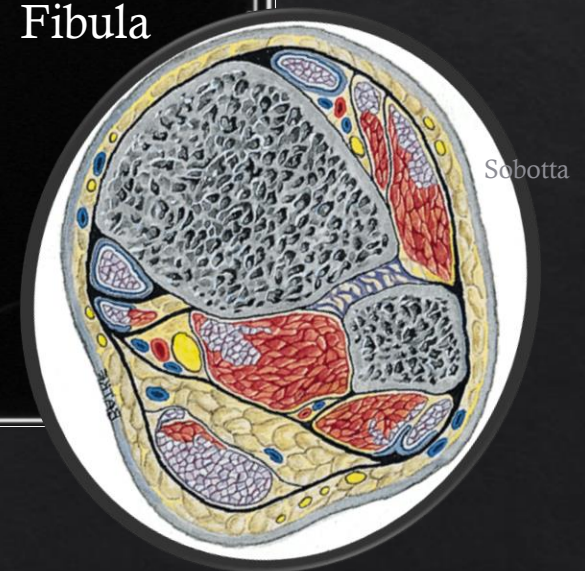
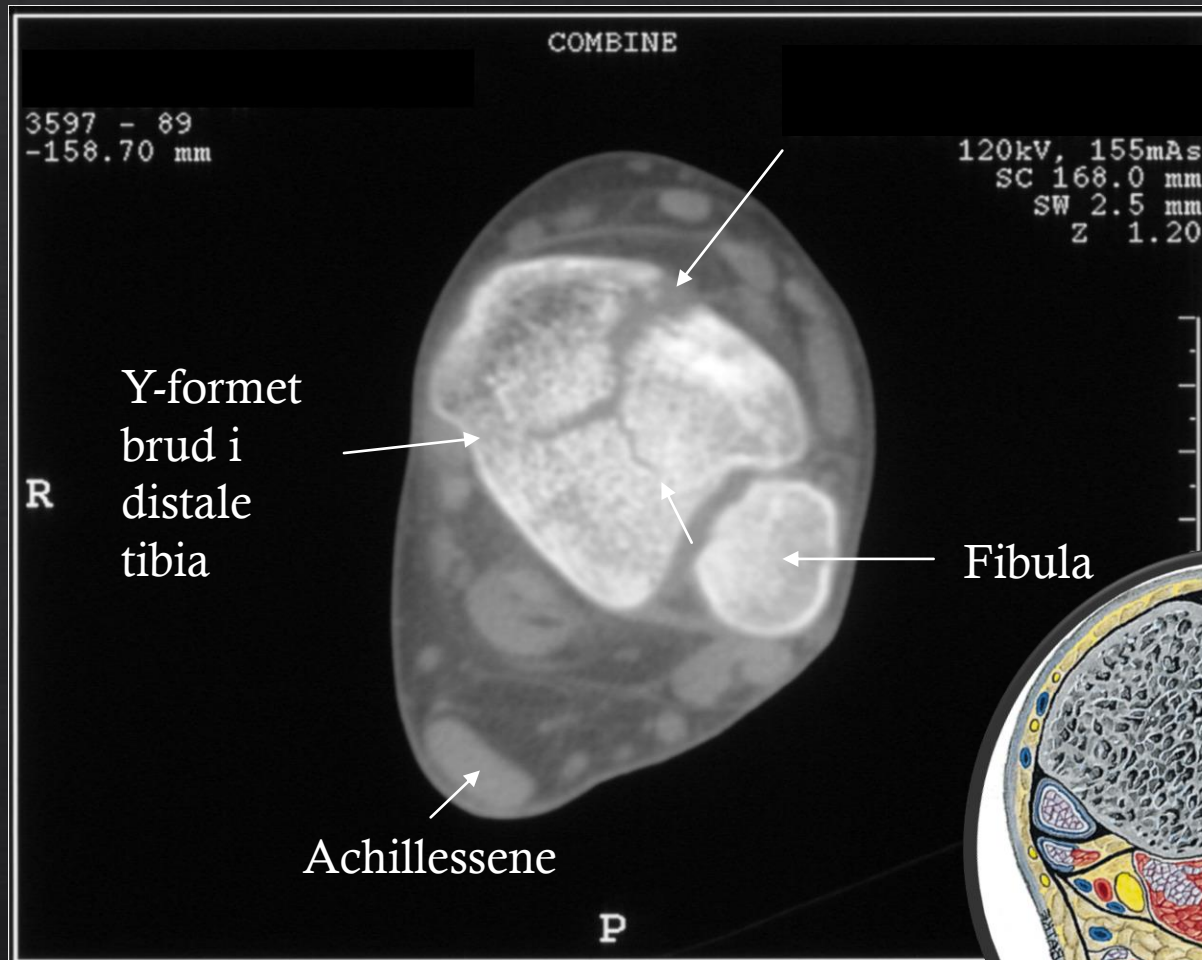
14 årig dreng med vridtraume
mod venstre ankel



CT skanning præoperativt



Sobotta



3597-7
25.80 mm

120KV
SW 0.0 mm
Z 1.00

P

5 cm

F

C1 353
W1 1290



Kompliceret brud i og forskydning af væstkernen (epifysekernen) i distale tibia



3597-5
16.00 mm

120KV
SW 0.0 mm
Z 1.00

R

5 cm

F

C1 353
W1 1290



3597-5
16.00 mm

120KV
SW 0.0 mm
Z 1.00

R

Øget afstand
ved epifyse-
linien.

5 cm

F

C1 353
W1 1290

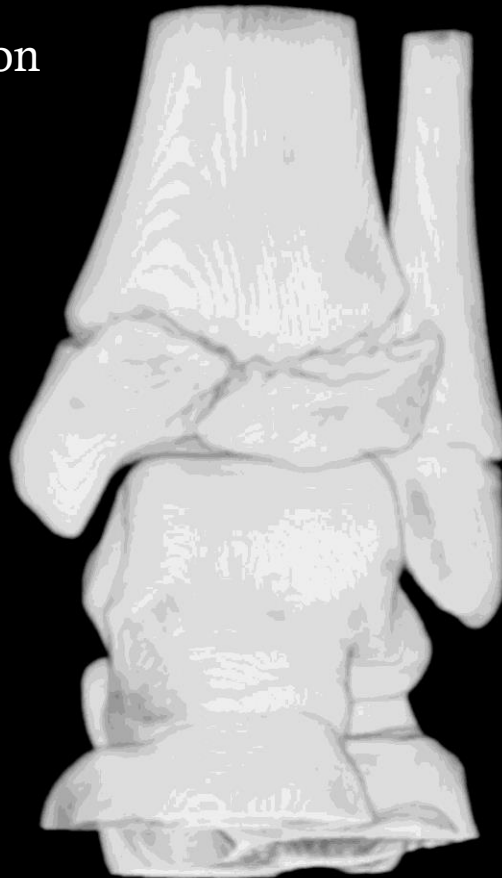


3597

Z 1.00

3D rekonstruktion

R

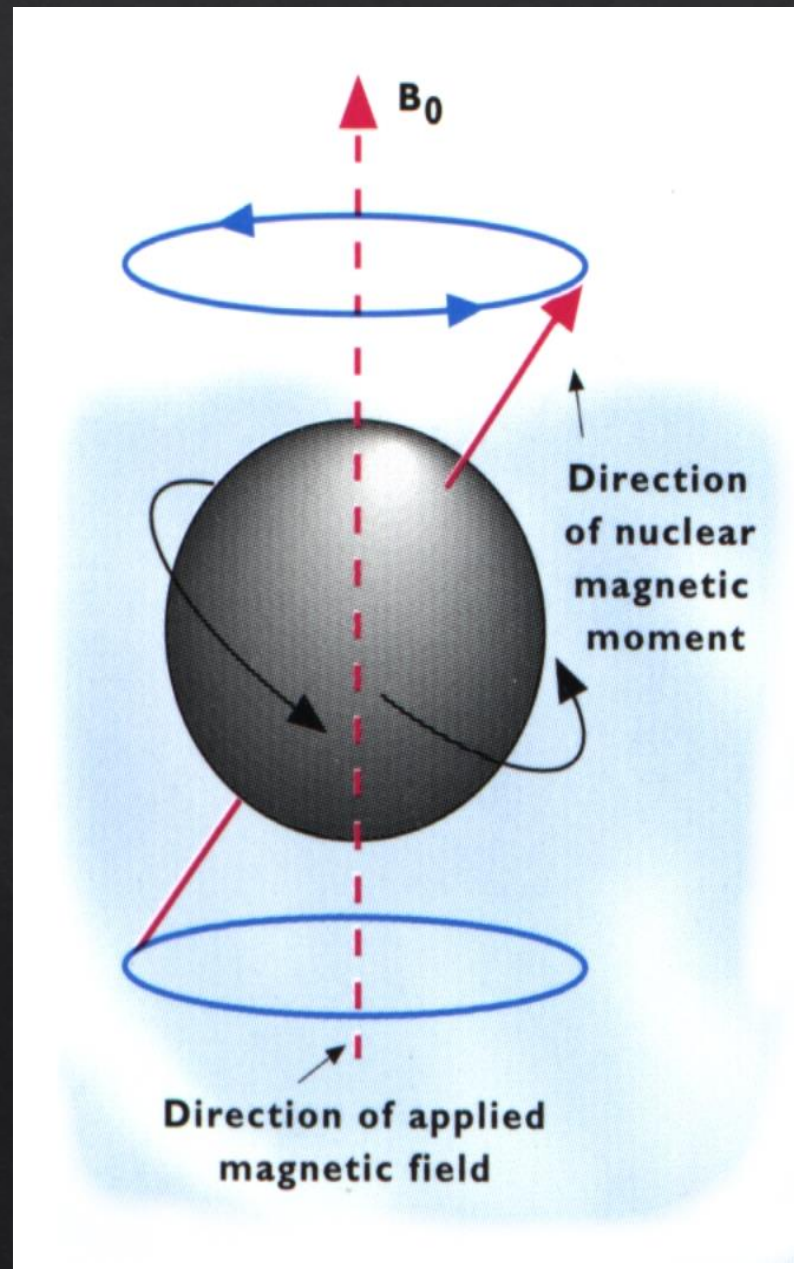
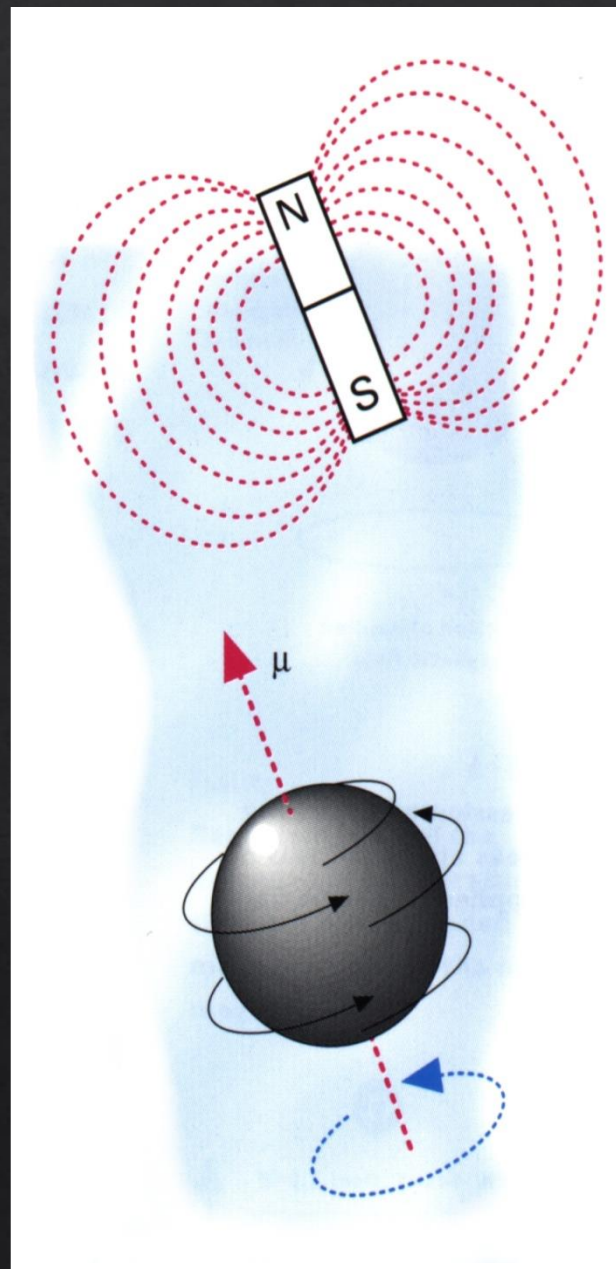


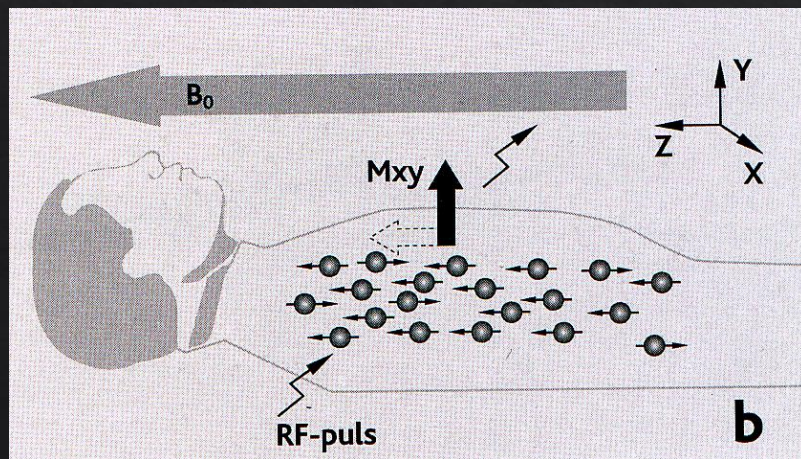
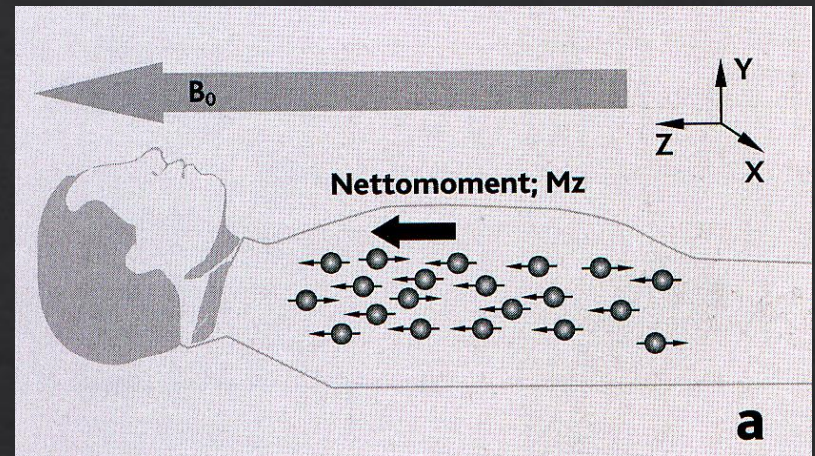
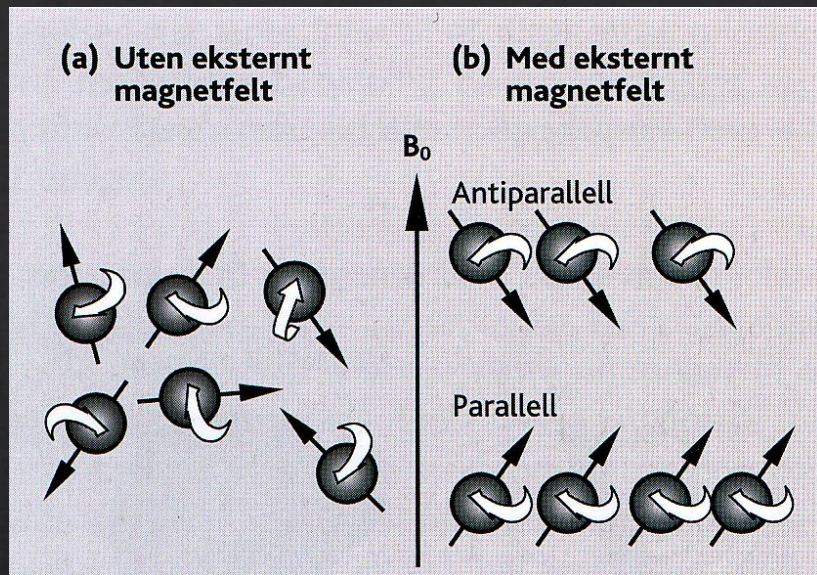
F

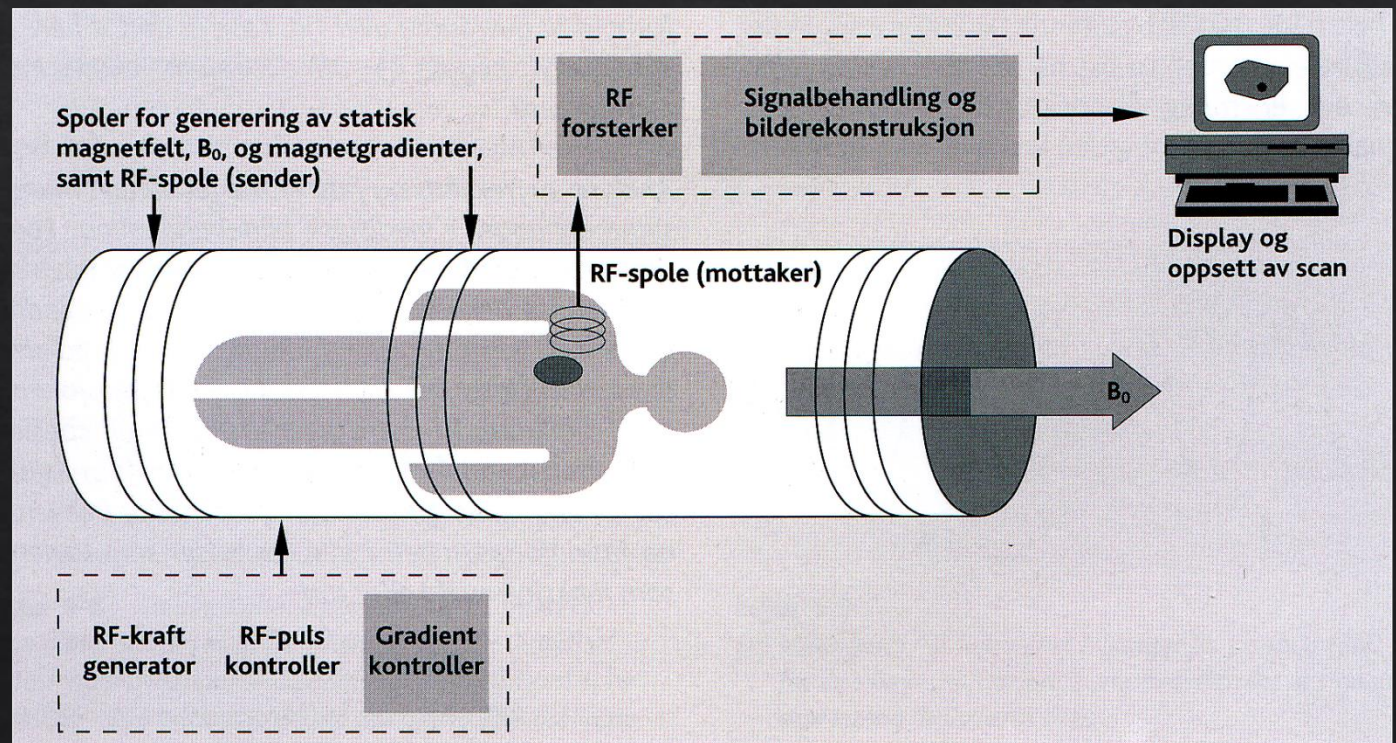
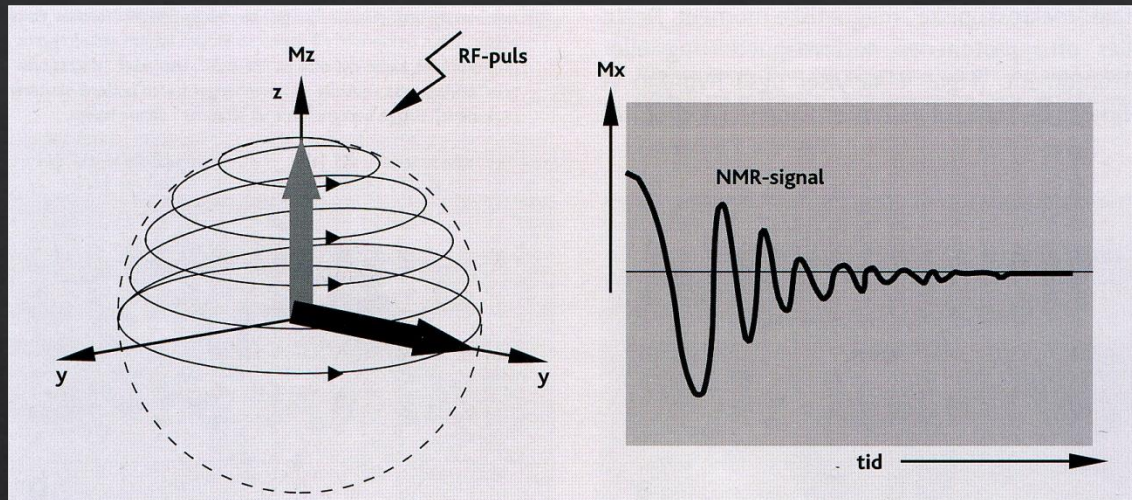
MR skanning

MR skanner 1,5T









MR sekvenser

T2-vægtet



Forskellige MR sekvenser

STIR



T1-vægtet



Nogenlunde samme sagittal plan gennem foden. Bemærk forskelle og ligheder svarende til gråtonen af de forskellige vævstyper. Man taler om højt signal (hvide/lyse) farver og lavt signal (sorte/mørke farver). Herimellem kan man tale om intermediært signal



Nogenlunde samme sagittal plan gennem foden. Bemærk forskelle og ligheder svarende til gråtonen af de forskellige vævstyper

Knoglens corticalis

Gul knoglemarv
med trabekler



Achillessenen (bindevæv)

Aponeurosis plantaris

Trædepuden
(fedtvæv) med
bindevævsseptae

Fodens intrinsiske muskulatur i planta pedis

Nogenlunde samme sagittal plan gennem foden. Bemærk forskelle og ligheder svarende til gråtonen af de forskellige vævstyper



Den T1-vægtede sekvens er rigtig god til at vurdere de anatomiske strukturer.

Nogenlunde samme sagittal plan gennem foden. Bemærk forskelle og ligheder svarende til gråtonen af de forskellige vævstyper



Den T2-vægtede sekvens er ligeledes god til at vurdere de anatomiske strukturer. Den største forskel, er at væske bliver lyst. Den T2-vægtede sekvens findes også i en udgave hvor fedtsignalet er undertrykt (fedtsupprimeret, forkortet T2fs).

Nogenlunde samme sagittal plan gennem foden. Bemærk forskelle og ligheder svarende til gråtonen af de forskellige vævstyper



STIR sekvensen er generelt ikke helt så god til at vurdere de anatomiske forhold, men da fedt signalet er undertrykt (fedt supprimering) er det i forhold til den T2 vægtede sekvens nemmere at se patologiske forandringer (sygdomme), da de tit har øget væskeindhold, og således vil lyse op. Det kræver dog et godt kendskab til normalanatomien, for eksempelvis kar i planta pedis, der vil også lyse op, som på dette billede.

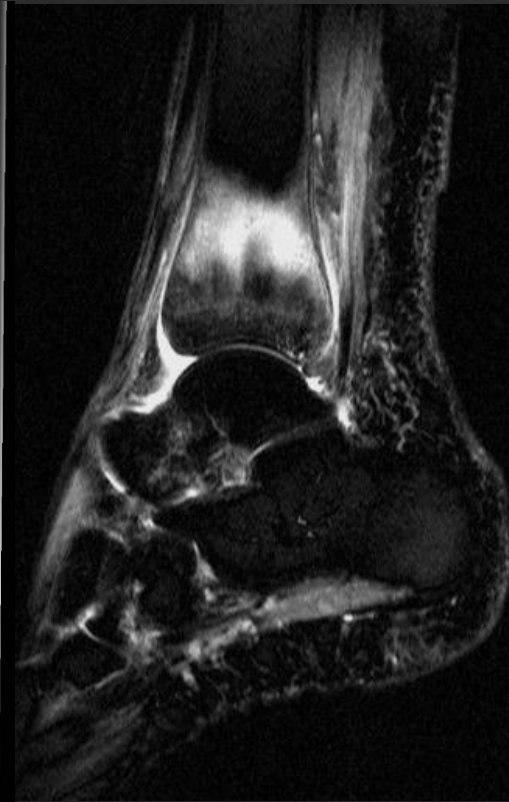
Patient med leddegigt og
smerter ved højre fodled

DXT

Ligge



Normal røntgenundersøgelse, men MR skanning viser fraktur i distale tibia



STIR

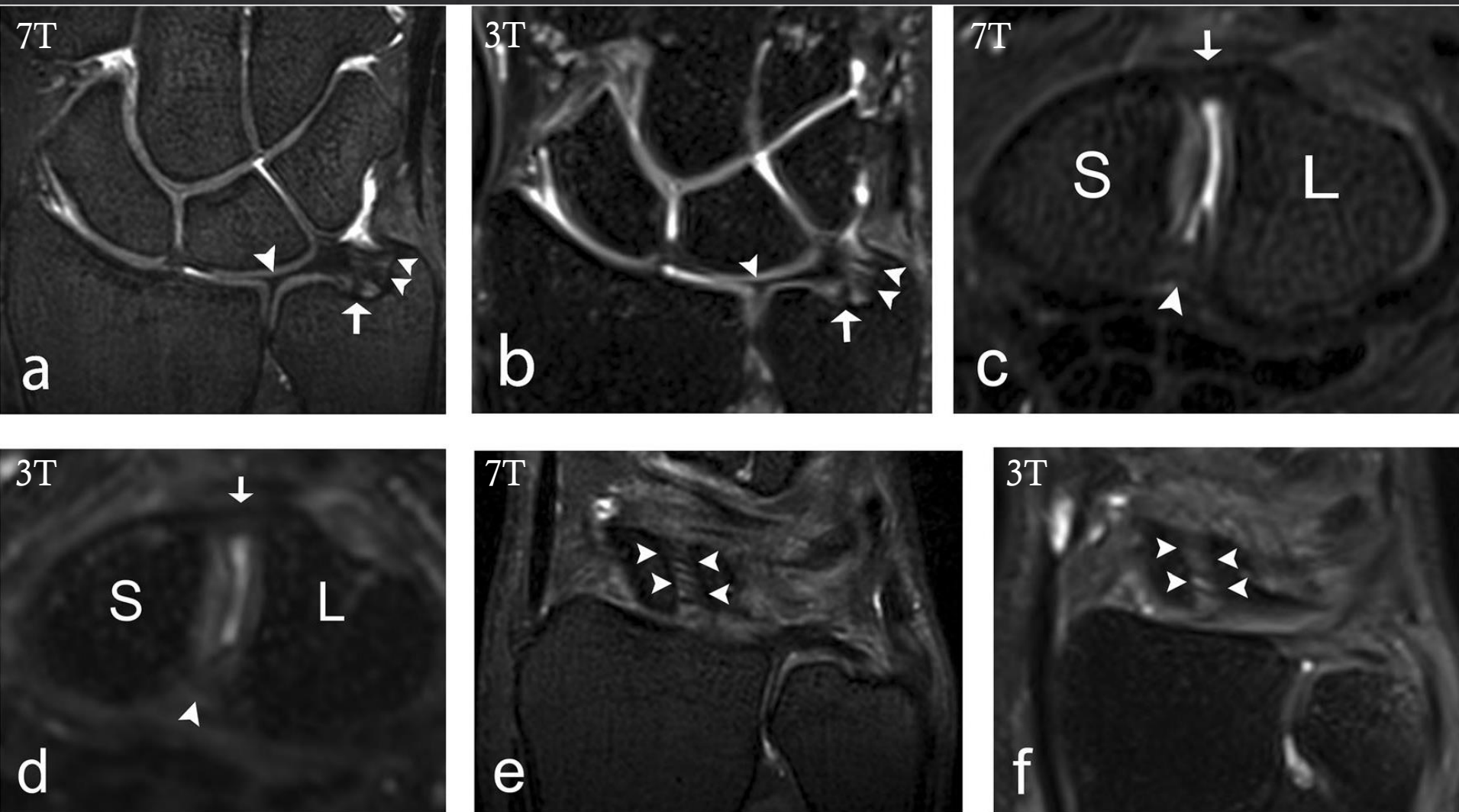
T1

Normal røntgenundersøgelse, men MR skanning viser fraktur i distale tibia

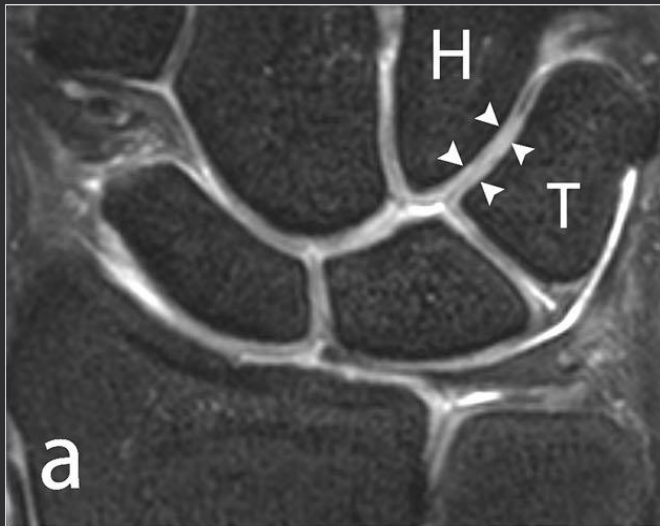


Ødem i knoglemarven ses som øget signal på STIR sekvensen (hvidt område) og reduceret signal på den T1 vægtede sekvens (mørkt område). Det ses, at der ikke er brud på knoglens overflade (kortikalis), hvorfor bruddet ikke ses på røntgenundersøgelsen. Der er her tale om et træthedsbrud i en i forvejen svækket knogle.

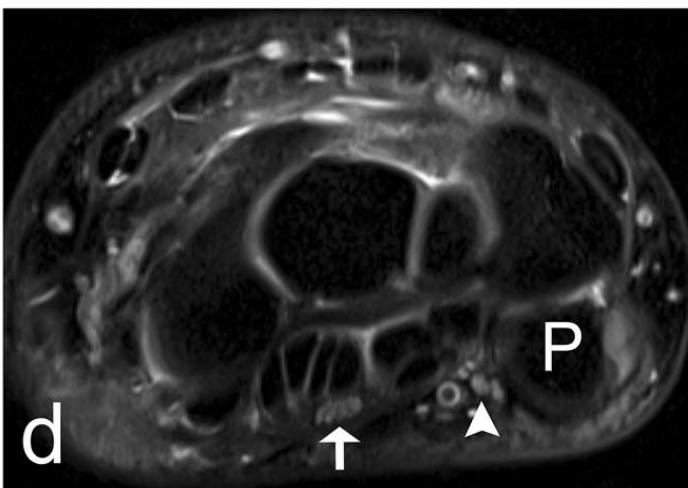
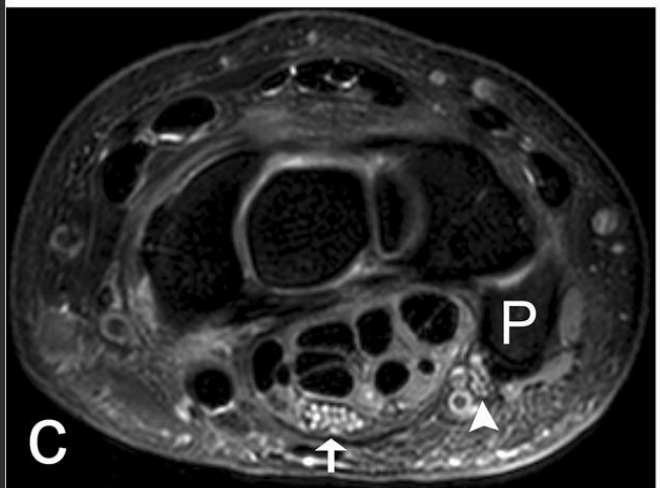
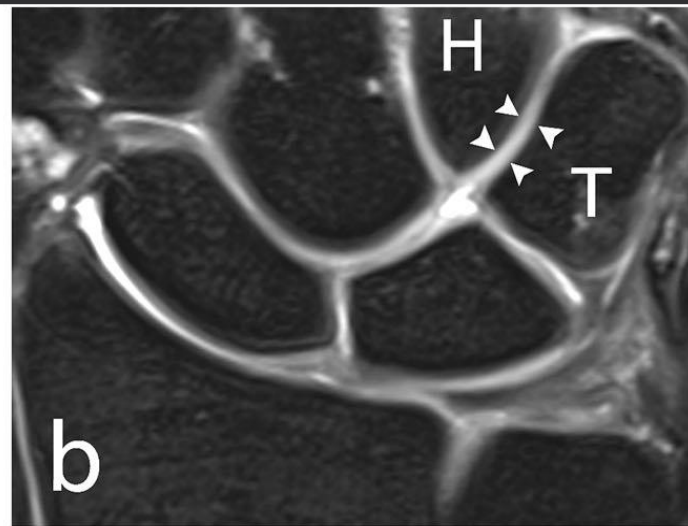
7T skanner versus 3T skanner



7T PDfs



3T PDfs

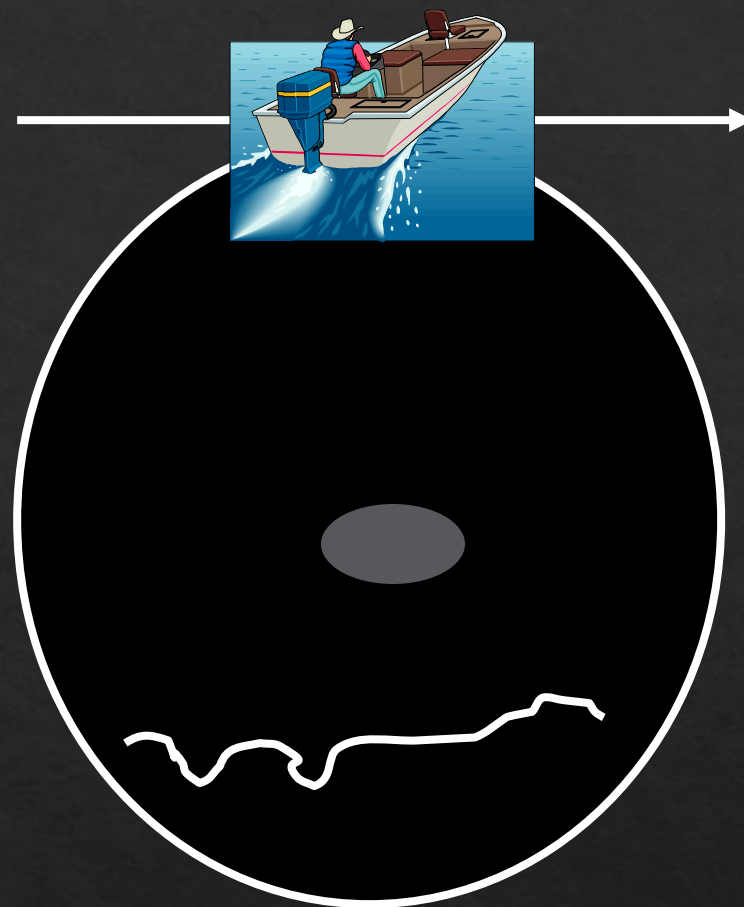
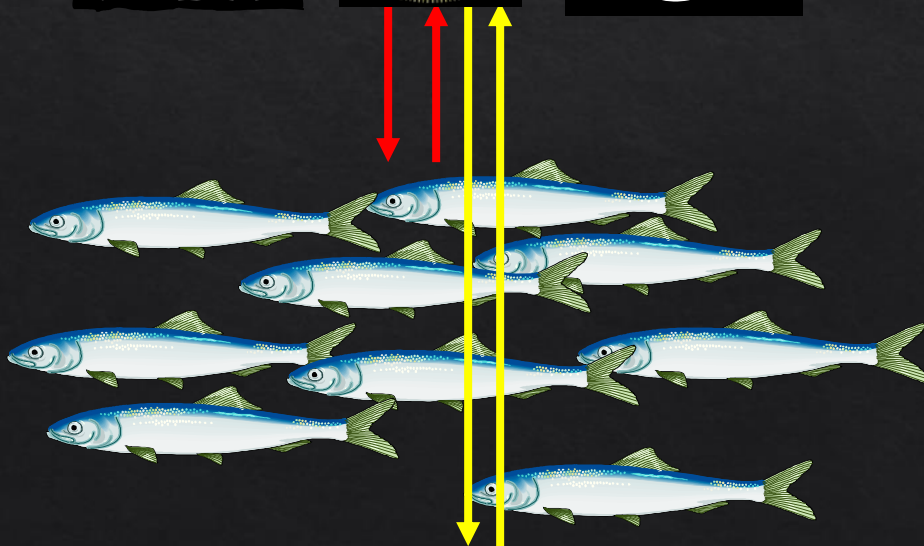


Götestrand et al.: “Visualization of wrist anatomy—a comparison between 7T and 3T MRI”
European Radiology (2022) 32:1362–1370

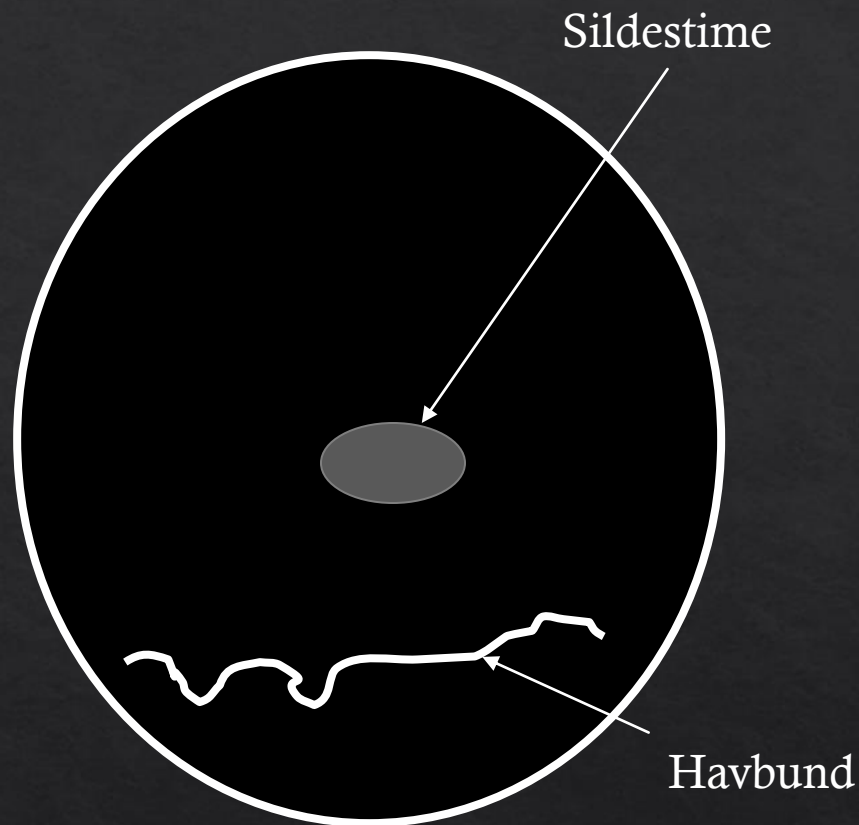
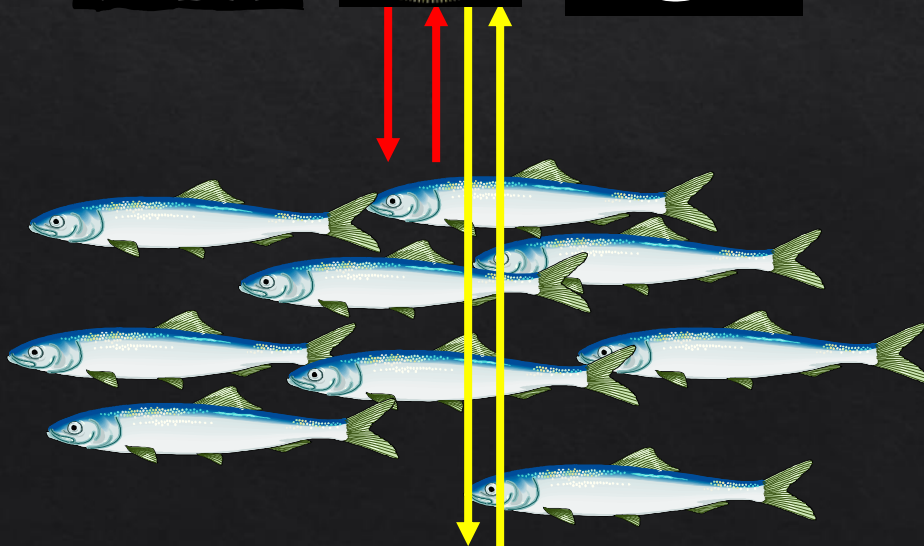
Ultralydskanning



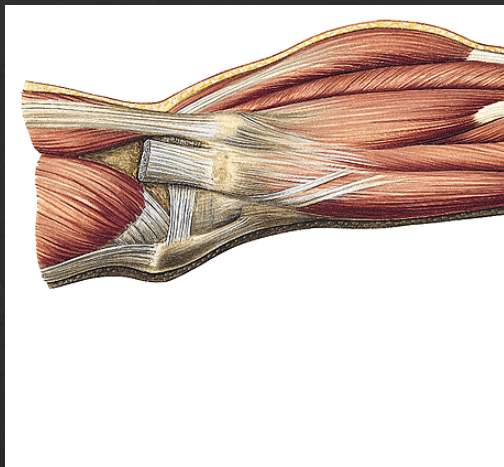
Philips



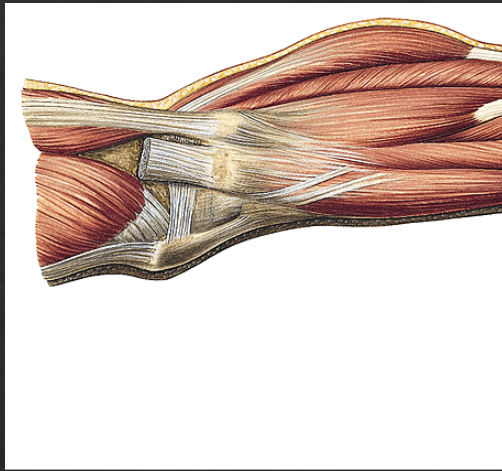
Højfrekvente lydbølger:
vanligvis 3 – 20 MHz



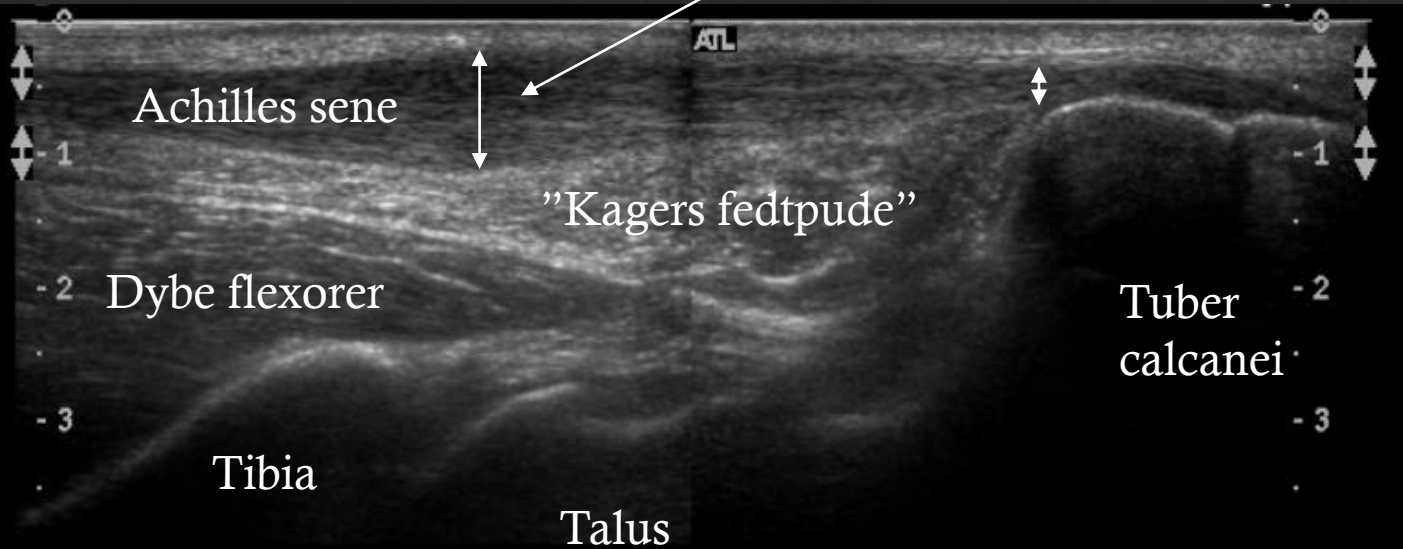
Ultralydshovedet kan hhv. sende og modtage lyd. Der sendes signal tilbage fra de genstande lyden rammer, således at kraftig refleksion giver et hvidt punkt på skærmen, ingen refleksion et sort punkt.



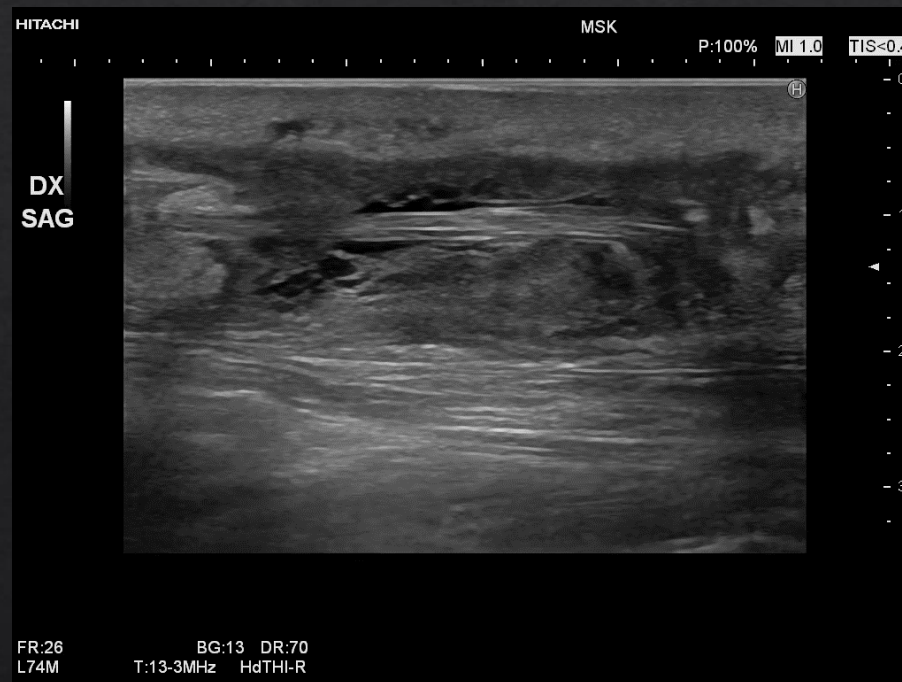
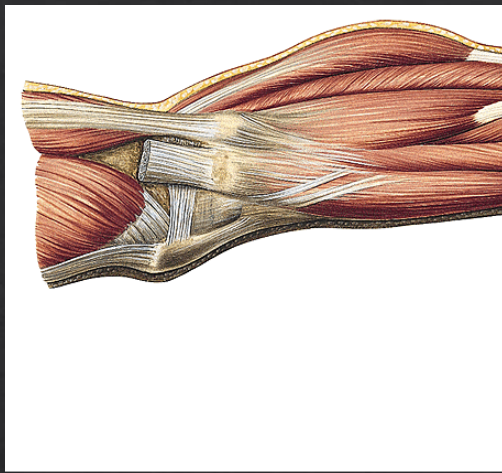
Ultralydskanning

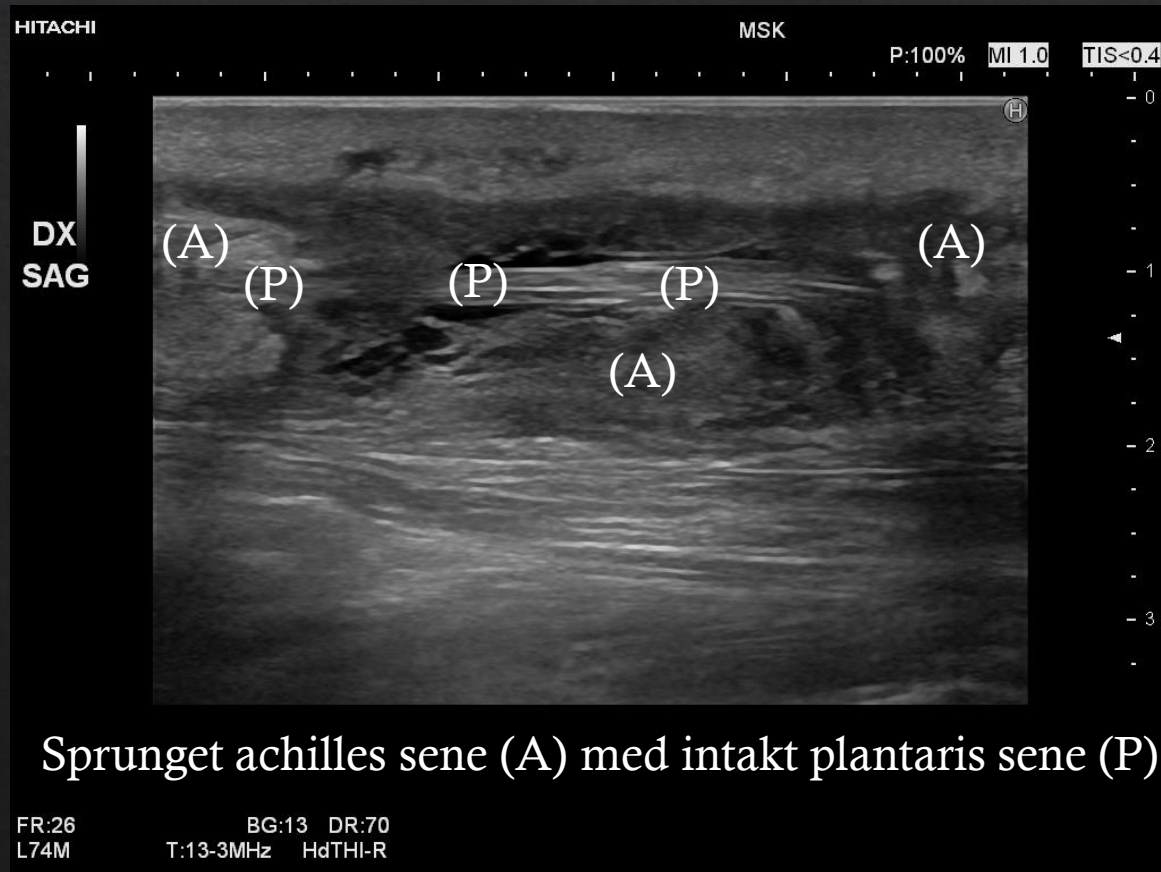
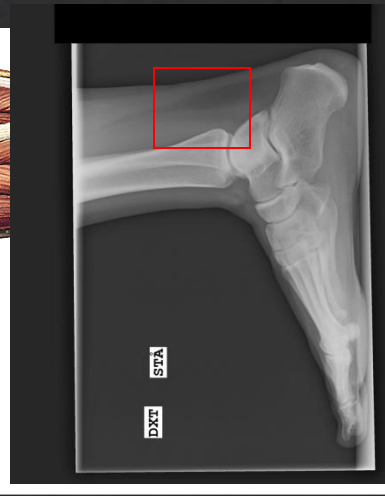
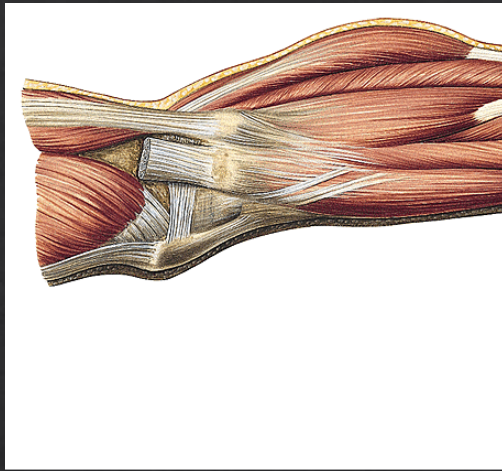


Bemærk:
Achillessenen er syg
(fortykket) nogle cm
proximalt for tuber

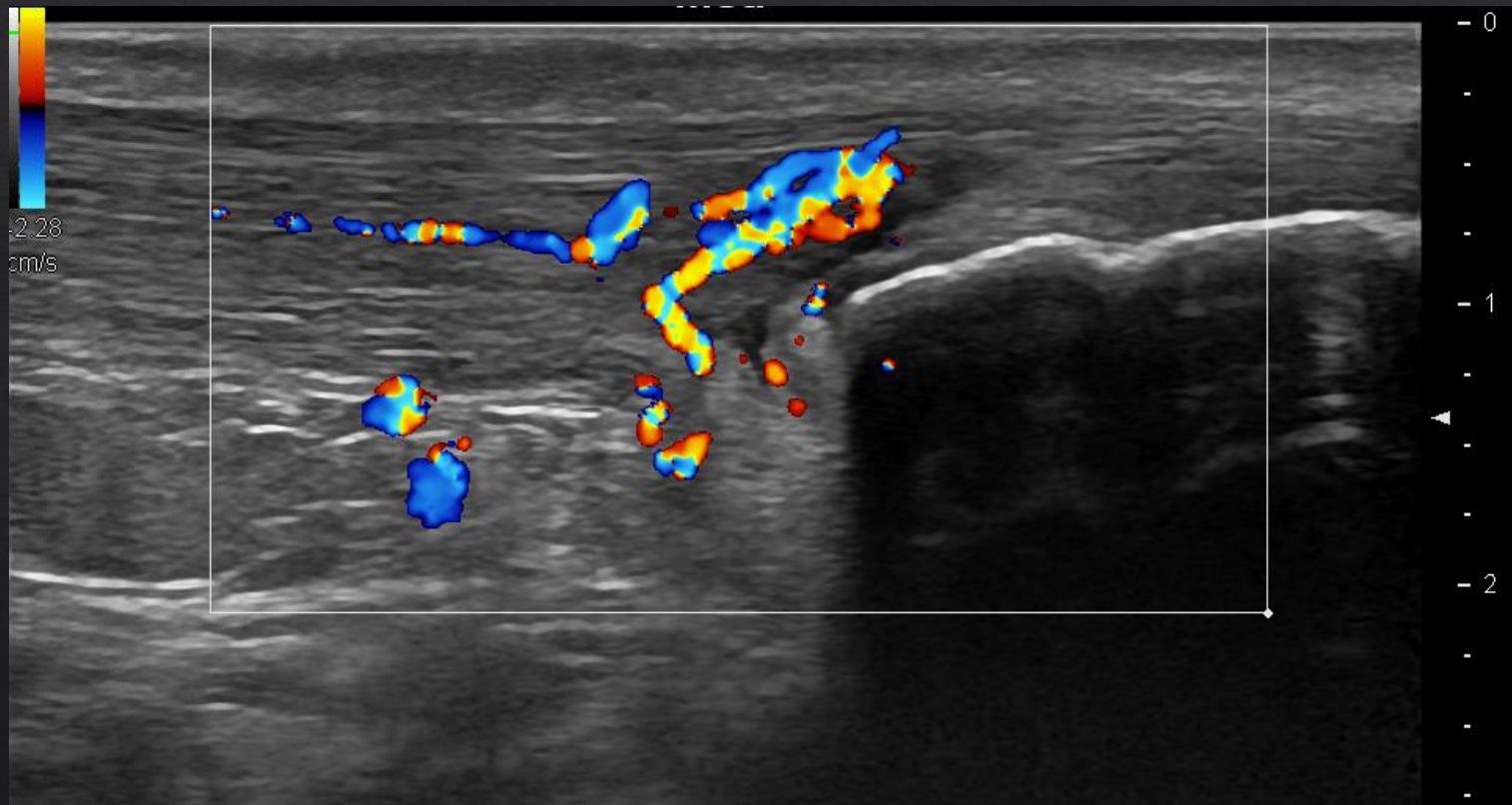


Idet der er fuldstændig refleksion fra knoglernes overflade,
dannes der intet billede profund for disse.

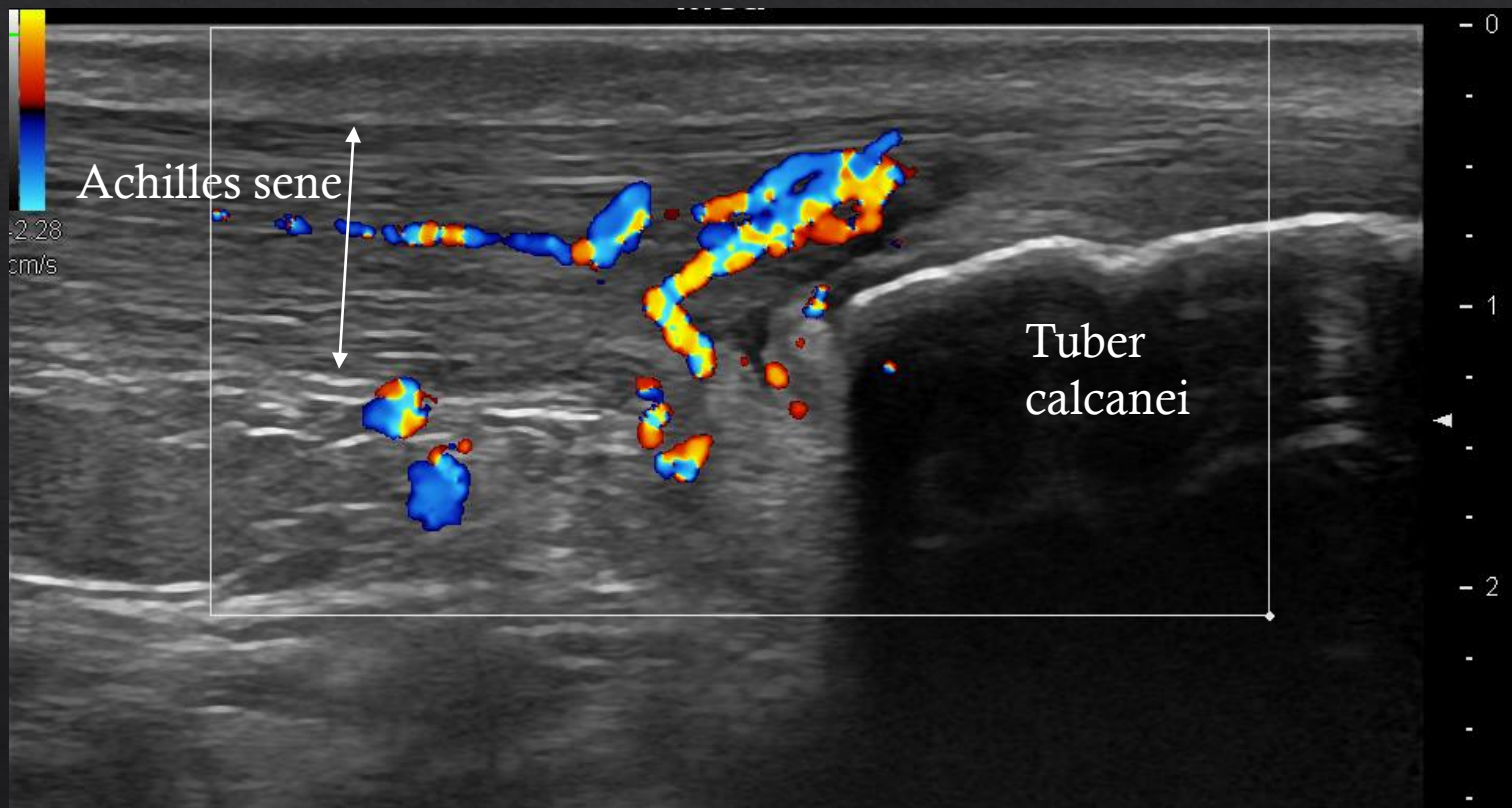




Doppler undersøgelse: Benyttes til flow undersøgelser



Doppler undersøgelse: Benyttes til flow undersøgelser



Der ses normalt ikke kar i sener ved doppler undersøgelse, men denne sene er syg.

Kontraststoffer



Helt uden for pensum!



Pleiaderne

Taurus

Orion

Sirius i
Canis
major

Kontraststoffer

Kontraststoffer øger, som navnet siger, kontrasten mellem forskellige vævstyper, og ofte giver de også en bedre visualisering af eksempelvis tumorer (svulster) og abscesser (bylder). Førstnævnte pga. deres øgede vaskularisering og sidstnævnte pga. fravær af vaskularisering med opladning i periferien (randopladning svarende til det man kalder absces membranen).

Absces i venstre m. obturatorius internus

I eksemplet til højre ses en byld (1) i venstre m. obturatorius internus, med opladning i det omkringliggende væv (2).

Bemærk at noget af kontrasten allerede er udskilt via nyrerne (renalt) og nu i urinen i blæren (3) deklivt for den urin der var udskilt før kontrastindgift (4)

Den normale højre m. obturatorius internus (5)

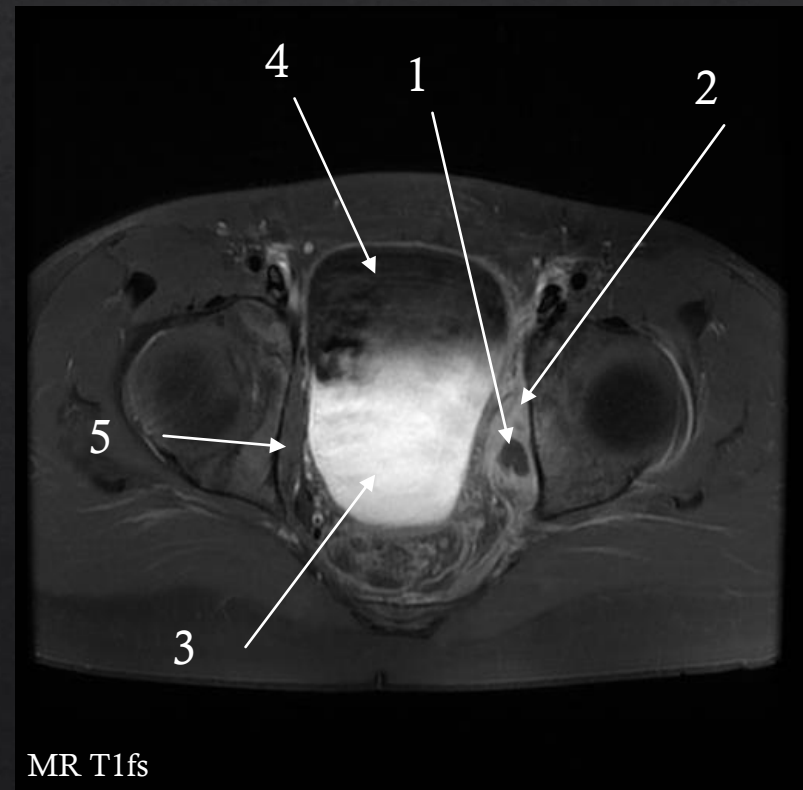


Absces i venstre m. obturatorius internus

I eksemplet til højre ses en byld (1) i venstre m. obturatorius internus, med opladning i det omkringliggende væv (2).

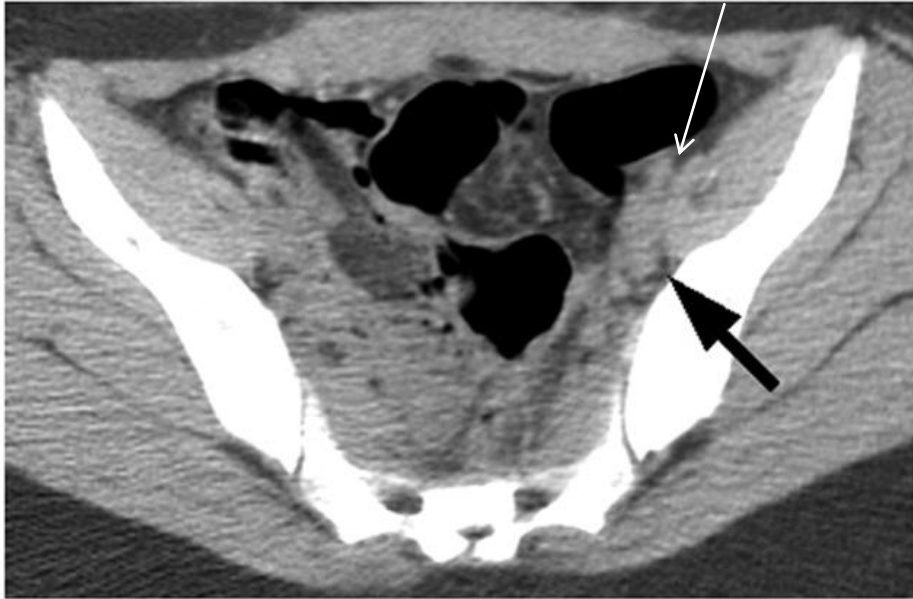
Bemærk at noget af kontrasten allerede er udskilt via nyrerne (renalt) og nu i urinen i blæren (3) dekklivt for den urin der var udskilt før kontrastindgift (4)

Den normale højre m. obturatorius internus (5)

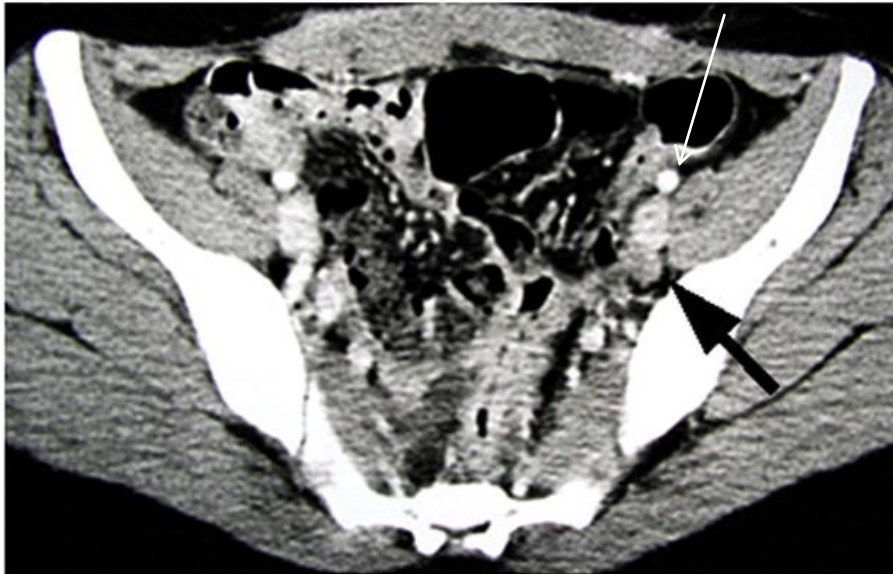


CT skanning af bækken
regionen

B



D

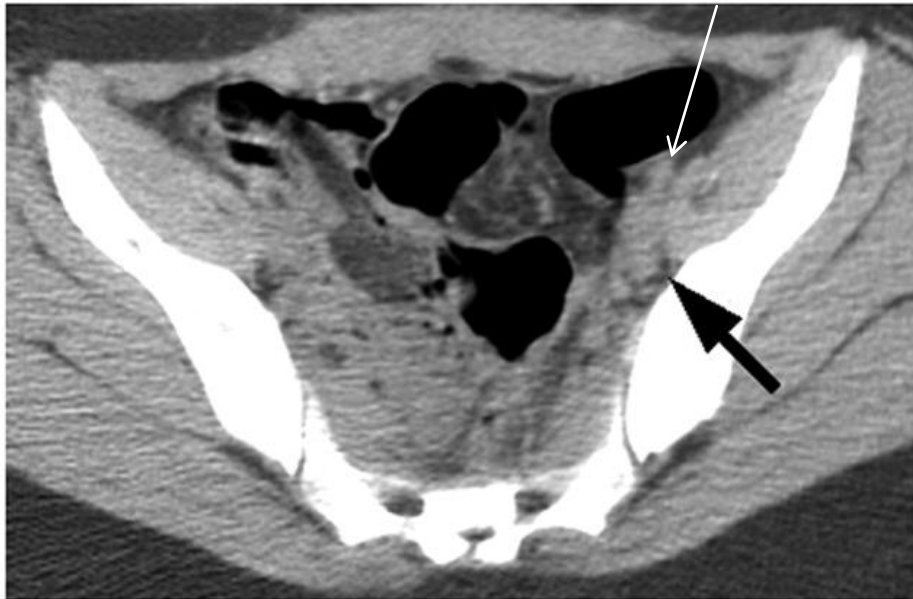


CT skanning af bækken
regionen uden (B) og med (D)
kontrast i karbanen.

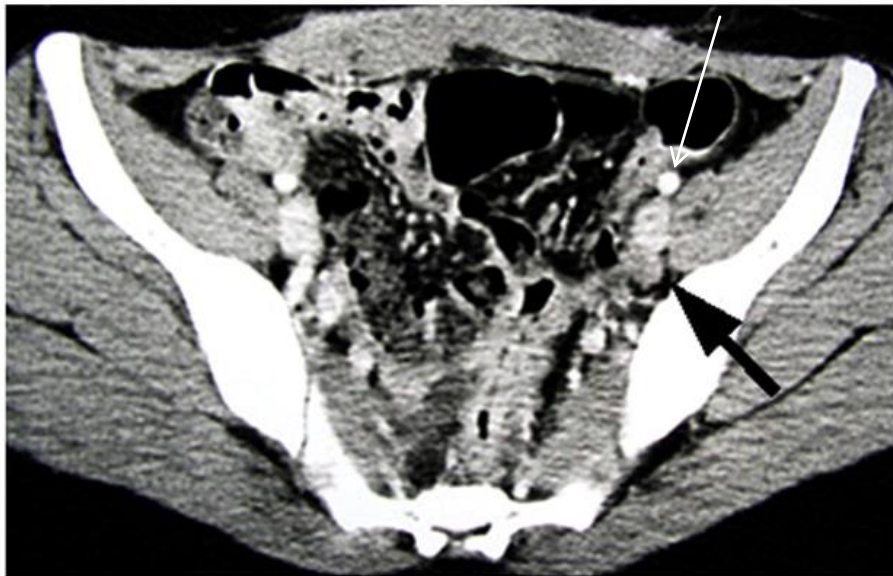
Med kontrast, ses karrerne
tydeligt.

A. iliaca externa er markeret
med hvid pil

B



D



Grundstoffer med gode kontrastegenskaber til billeddiagnostik

Hydrogen 1 H 1.0 0.0706 -259.2 -252.9	2 He 4.0 0.1258 -272.2 -268.9	3 Li 6.9 0.534 180.5 1347	4 Be 9.0 1.848 1278 2970	5 B 10.8 2.340 2300 3658	6 C 12.0 2.268 2300 3658	7 N 14.0 1.026 -209.9 -195.8	8 O 16.0 2.000 -218.4 -183.0	9 F 18.9 1.516 -219.6 -188.1	10 Ne 20.1 1.444 -248.7 -246.0	11 Na 22.9 0.971 97.8 882.9	12 Mg 24.3 1.738 648.9 1090	13 Al 26.9 2.698 933.7 1681	14 Si 28.0 2.329 1410 2355	15 P 30.9 1.820 280 35	16 S 32.0 2.070 112.8 444.7	17 Cl 35.4 2.030 -101.0 -34.0	18 Ar 39.9 1.656 -189.4 -185.9	19 K 39.0 0.862 63.6 774	20 Ca 40.0 1.550 839 1484	21 Sc 44.9 2.989 1541 2831	22 Ti 47.8 4.540 1660 3290	23 V 50.9 6.090 1890 3380	24 Cr 51.9 7.194 1860 2672	25 Mn 54.9 7.874 1912 2617	26 Fe 55.8 8.900 1535 2750	27 Co 58.9 8.900 1495 2732	28 Ni 58.7 9.002 1453 2732	29 Cu 63.5 8.960 1083.4 2570	30 Zn 65.3 9.002 419.6 907	31 Ga 69.7 7.371 29.8 2403	32 Ge 72.6 7.371 937.4 2830	33 As 74.9 5.776 616(sub) 222	34 Se 78.9 4.790 222 685	35 Br 79.9 3.123 -7.2 685	36 Kr 83.8 3.823 -156.6 -152.3	37 Rb 85.4 3.378 39.0 688	38 Sr 87.6 3.770 769 1394	39 Y 88.9 4.469 1522 3338	40 Zr 91.2 6.506 1852 4380	41 Nb 92.9 6.506 2488 4742	42 Mo 95.9 6.506 2620 4612	43 Tc 98.0 6.506 2170 4612	44 Ru 101.0 6.506 3010 4612	45 Rh 102.9 6.506 3010 4612	46 Pd 106.4 6.506 3010 4612	47 Ag 107.8 6.506 3010 4612	48 Cd 112.4 6.506 3010 4612	49 In 114.8 6.506 3010 4612	50 Sn 118.7 6.506 3010 4612	51 Sb 121.7 6.506 3010 4612	52 Te 127.6 6.506 3010 4612	53 I 126.9 6.506 3010 4612	54 Xe 131.3 6.506 3010 4612	55 Cs 132.9 3.900 27.0 688	56 Ba 137.3 3.900 27.0 688	57 La 138.9 3.900 27.0 688	58 Ce 140.1 3.900 27.0 688	59 Pr 140.9 3.900 27.0 688	60 Nd 144.2 3.900 27.0 688	61 Pm 144.9 3.900 27.0 688	62 Sm 150.4 3.900 27.0 688	63 Eu 151.9 3.900 27.0 688	64 Gd 157.3 3.900 27.0 688	65 Tb 158.9 3.900 27.0 688	66 Dy 162.5 3.900 27.0 688	67 Ho 164.9 3.900 27.0 688	68 Er 167.3 3.900 27.0 688	69 Tm 168.9 3.900 27.0 688	70 Yb 173.0 3.900 27.0 688	71 Lu 174.9 3.900 27.0 688	72 Hf 178.5 6.506 3010 4612	73 Ta 180.9 6.506 3010 4612	74 W 183.8 6.506 3010 4612	75 Re 186.2 6.506 3010 4612	76 Os 190.2 6.506 3010 4612	77 Ir 192.2 6.506 3010 4612	78 Pt 195.0 6.506 3010 4612	79 Au 196.9 6.506 3010 4612	80 Hg 200.5 6.506 3010 4612	81 Tl 204.3 6.506 3010 4612	82 Pb 207.2 6.506 3010 4612	83 Bi 208.9 6.506 3010 4612	84 Po 209.0 6.506 3010 4612	85 At 210.0 6.506 3010 4612	86 Rn 222.0 6.506 3010 4612	87 Fr 223.0 6.506 3010 4612	88 Ra 226.0 6.506 3010 4612	89 Ac 227.0 6.506 3010 4612	90 Th 232.0 6.506 3010 4612	91 Pa 231.0 6.506 3010 4612	92 U 238.0 6.506 3010 4612	93 Np 237.0 6.506 3010 4612	94 Pu 244.0 6.506 3010 4612	95 Am 243.0 6.506 3010 4612	96 Cm 247.0 6.506 3010 4612	97 Bk 247.0 6.506 3010 4612	98 Cf 251.0 6.506 3010 4612	99 Es 252.0 6.506 3010 4612	100 Fm 257.0 6.506 3010 4612	101 Md 258.0 6.506 3010 4612	102 No 259.0 6.506 3010 4612	103 Lr 262.0 6.506 3010 4612	104 Rf 261.0 6.506 3010 4612	105 Db 262.0 6.506 3010 4612	106 Sg 266.0 6.506 3010 4612	107 Bh 264.0 6.506 3010 4612	108 Hs 277.0 6.506 3010 4612	109 Mt 268.0 6.506 3010 4612	110 Ds 271.0 6.506 3010 4612	111 Rg 272.0 6.506 3010 4612	112 Cn 285.0 6.506 3010 4612	113 Nh 286.0 6.506 3010 4612	114 Fl 289.0 6.506 3010 4612	115 Lv 293.0 6.506 3010 4612	116 Ts 294.0 6.506 3010 4612	117 Og 294.0 6.506 3010 4612	118 Uu 295.0 6.506 3010 4612	119 Uub 296.0 6.506 3010 4612	120 Uut 297.0 6.506 3010 4612	121 Uuq 298.0 6.506 3010 4612	122 Uub 299.0 6.506 3010 4612	123 Uut 300.0 6.506 3010 4612	124 Uuq 301.0 6.506 3010 4612	125 Uub 302.0 6.506 3010 4612	126 Uut 303.0 6.506 3010 4612	127 Uuq 304.0 6.506 3010 4612	128 Uub 305.0 6.506 3010 4612	129 Uut 306.0 6.506 3010 4612	130 Uuq 307.0 6.506 3010 4612	131 Uub 308.0 6.506 3010 4612	132 Uut 309.0 6.506 3010 4612	133 Uuq 310.0 6.506 3010 4612	134 Uub 311.0 6.506 3010 4612	135 Uut 312.0 6.506 3010 4612	136 Uuq 313.0 6.506 3010 4612	137 Uub 314.0 6.506 3010 4612	138 Uut 315.0 6.506 3010 4612	139 Uuq 316.0 6.506 3010 4612	140 Uub 317.0 6.506 3010 4612	141 Uut 318.0 6.506 3010 4612	142 Uuq 319.0 6.506 3010 4612	143 Uub 320.0 6.506 3010 4612	144 Uut 321.0 6.506 3010 4612	145 Uuq 322.0 6.506 3010 4612	146 Uub 323.0 6.506 3010 4612	147 Uut 324.0 6.506 3010 4612	148 Uuq 325.0 6.506 3010 4612	149 Uub 326.0 6.506 3010 4612	150 Uut 327.0 6.506 3010 4612	151 Uuq 328.0 6.506 3010 4612	152 Uub 329.0 6.506 3010 4612	153 Uut 330.0 6.506 3010 4612	154 Uuq 331.0 6.506 3010 4612	155 Uub 332.0 6.506 3010 4612	156 Uut 333.0 6.506 3010 4612	157 Uuq 334.0 6.506 3010 4612	158 Uub 335.0 6.506 3010 4612	159 Uut 336.0 6.506 3010 4612	160 Uuq 337.0 6.506 3010 4612	161 Uub 338.0 6.506 3010 4612	162 Uut 339.0 6.506 3010 4612	163 Uuq 340.0 6.506 3010 4612	164 Uub 341.0 6.506 3010 4612	165 Uut 342.0 6.506 3010 4612	166 Uuq 343.0 6.506 3010 4612	167 Uub 344.0 6.506 3010 4612	168 Uut 345.0 6.506 3010 4612	169 Uuq 346.0 6.506 3010 4612	170 Uub 347.0 6.506 3010 4612	171 Uut 348.0 6.506 3010 4612	172 Uuq 349.0 6.506 3010 4612	173 Uub 350.0 6.506 3010 4612	174 Uut 351.0 6.506 3010 4612	175 Uuq 352.0 6.506 3010 4612	176 Uub 353.0 6.506 3010 4612	177 Uut 354.0 6.506 3010 4612	178 Uuq 355.0 6.506 3010 4612	179 Uub 356.0 6.506 3010 4612	180 Uut 357.0 6.506 3010 4612	181 Uuq 358.0 6.506 3010 4612	182 Uub 359.0 6.506 3010 4612	183 Uut 360.0 6.506 3010 4612	184 Uuq 361.0 6.506 3010 4612	185 Uub 362.0 6.506 3010 4612	186 Uut 363.0 6.506 3010 4612	187 Uuq 364.0 6.506 3010 4612	188 Uub 365.0 6.506 3010 4612	189 Uut 366.0 6.506 3010 4612	190 Uuq 367.0 6.506 3010 4612	191 Uub 368.0 6.506 3010 4612	192 Uut 369.0 6.506 3010 4612	193 Uuq 370.0 6.506 3010 4612	194 Uub 371.0 6.506 3010 4612	195 Uut 372.0 6.506 3010 4612	196 Uuq 373.0 6.506 3010 4612	197 Uub 374.0 6.506 3010 4612	198 Uut 375.0 6.506 3010 4612	199 Uuq 376.0 6.506 3010 4612	200 Uub 377.0 6.506 3010 4612	201 Uut 378.0 6.506 3010 4612	202 Uuq 379.0 6.506 3010 4612	203 Uub 380.0 6.506 3010 4612	204 Uut 381.0 6.506 3010 4612	205 Uuq 382.0 6.506 3010 4612	206 Uub 383.0 6.506 3010 4612	207 Uut 384.0 6.506 3010 4612	208 Uuq 385.0 6.506 3010 4612	209 Uub 386.0 6.506 3010 4612	210 Uut 387.0 6.506 3010 4612	211 Uuq 388.0 6.506 3010 4612	212 Uub 389.0 6.506 3010 4612	213 Uut 390.0 6.506 3010 4612	214 Uuq 391.0 6.506 3010 4612	215 Uub 392.0 6.506 3010 4612	216 Uut 393.0 6.506 3010 4612	217 Uuq 394.0 6.506 3010 4612	218 Uub 395.0 6.506 3010 4612	219 Uut 396.0 6.506 3010 4612	220 Uuq 397.0 6.506 3010 4612	221 Uub 398.0 6.506 3010 4612	222 Uut 399.0 6.506 3010 4612	223 Uuq 400.0 6.506 3010 4612	224 Uub 401.0 6.506 3010 4612	225 Uut 402.0 6.506 3010 4612	226 Uuq 403.0 6.506 3010 4612	227 Uub 404.0 6.506 3010 4612	228 Uut 405.0 6.506 3010 4612	229 Uuq 406.0 6.506 3010 4612	230 Uub 407.0 6.506 3010 4612	231 Uut 408.0 6.506 3010 4612	232 Uuq 409.0 6.506 3010 4612	233 Uub 410.0 6.506 3010 4612	234 Uut 411.0 6.506 3010 4612	235 Uuq 412.0 6.506 3010 4612	236 Uub 413.0 6.506 3010 4612	237 Uut 414.0 6.506 3010 4612	238 Uuq 415.0 6.506 3010 4612	239 Uub 416.0 6.506 3010 4612	240 Uut 417.0 6.506 3010 4612	241 Uuq 418.0 6.506 3010 4612	242 Uub 419.0 6.506 3010 4612	243 Uut 420.0 6.506 3010 4612	244 Uuq 421.0 6.506 3010 4612	245 Uub 422.0 6.506 3010 4612	246 Uut 423.0 6.506 3010 4612	247 Uuq 424.0 6.506 3010 4612	248 Uub 425.0 6.506 3010 4612	249 Uut 426.0 6.506 3010 4612	250 Uuq 427.0 6.506 3010 4612	251 Uub 428.0 6.506 3010 4612	252 Uut 429.0 6.506 3010 4612	253 Uuq 430.0 6.506 3010 4612	254 Uub 431.0 6.506 3010 4612	255 Uut 432.0 6.506 3010 4612	256 Uuq 433.0 6.506 3010 4612	257 Uub 434.0 6.506 3010 4612	258 Uut 435.0 6.506 3010 4612	259 Uuq 436.0 6.506 3010 4612	260 Uub 437.0 6.506 3010 4612	261 Uut 438.0 6.506 3010 4612	262 Uuq 439.0 6.506 3010 4612	263 Uub 440.0 6.506 3010 4612	264 Uut 441.0 6.506 3010 4612	265 Uuq 442.0 6.506 3010 4612	266 Uub 443.0 6.506 3010 4612	267 Uut 444.0 6.506 3010 4612	268 Uuq 445.0 6.506 3010 4612	269 Uub 446.0 6.506 3010 4612	270 Uut 447.0 6.506 3010 4612	271 Uuq 448.0 6.506 3010 4612	272 Uub 449.0 6.506 3010 4612	273 Uut 450.0 6.506 3010 4612	274 Uuq 451.0 6.506 3010 4612	275 Uub 452.0 6.506 3010 4612	276 Uut 453.0 6.506 3010 4612	277 Uuq 454.0 6.506 3010 4612	278 Uub 455.0 6.506 3010 4612	279 Uut 456.0 6.506 3010 4612	280 Uuq 457.0 6.506 3010 4612	281 Uub 458.0 6.506 3010 4612	282 Uut 459.0 6.506 3010 4612	283 Uuq 460.0 6.506 3010 4612	284 Uub 461.0 6.506 3010 4612	285 Uut 462.0 6.506 3010 4612	286 Uuq 463.0 6.506 3010 4612	287 Uub 464.0 6.506 3010 4612	288 Uut 465.0 6.506 3010 4612	289 Uuq 466.0 6.506 3010 4612	290 Uub 467.0 6.506 3010 4612	291 Uut 468.0 6.506 3010 4612	292 Uuq 469.0 6.506 3010 4612	293 Uub 470.0 6.506 3010 4612	294 Uut 471.0 6.506 3010 4612	295 Uuq 472.0 6.506 3010 4612	296 Uub 473.0 6.506 3010 4612	297 Uut 474.0 6.506 3010 4612	298 Uuq 475.0 6.506 3010 4612	299 Uub 476.0 6.506 3010 4612	300 Uut 477.0 6.506 3010 4612	301 Uuq 478.0 6.506 3010 4612	302 Uub 479.0 6.506 3010 4612	303 Uut 480.0 6.506 3010 4612	304 Uuq 481.0 6.506 3010 4612	305 Uub 482.0 6.506 3010 4612	306 Uut 483.0 6.506 3010 4612	307 Uuq 484.0 6.506 3010 4612	308 Uub 485.0 6.506 3010 4612	309 Uut 486.0 6.506 3010 4612	310 Uuq 487.0 6.506 3010 4612	311 Uub 488.0 6.506 3010 4612	312 Uut 489.0 6.506 3010 4612	313 Uuq 490.0 6.506 3010 4612	314 Uub 491.0 6.506 3010 4612	315 Uut 492.0 6.506 3010 4612	316 Uuq 493.0 6.506 3010 4612	317 Uub 494.0 6.506 3010 4612	318 Uut 495.0 6.506 3010 4612	319 Uuq 496.0 6.506 3010 4612	320 Uub 497.0 6.506 3010 4612	321 Uut 498.0 6.506 3010 4612	322 Uuq 499.0 6.506 3010 4612	323 Uub 500.0 6.506 3010 4612	324 Uut 501.0 6.506 3010 4612	325 Uuq 502.0 6.506 3010 4612	326 Uub 503.0 6.506 3010 4612	327 Uut 504.0 6.506 3010 4612	328 Uuq 505.0 6.506 3010 4612	329 Uub 506.0 6.506 3010 4612	330 Uut 507.0 6.506 3010 4612	331 Uuq 508.0 6.506 3010 4612	332 Uub 509.0 6.506 3010 4612	333 Uut 510.0 6.506 3010 4612	334 Uuq 511.0 6.506 3010 4612	335 Uub 512.0 6.506 3010 4612	336 Uut 513.0 6.506 3010 4612	337 Uuq 514.0 6.506 3010 4612	338 Uub 515.0 6.506 3010 4612	339 Uut 516.0 6.506 3010 4612	340 Uuq 517.0 6.506 3010 4612	341 Uub 518.0 6.506 3010 4612	342 Uut 519.0 6.506 3010 4612	343 Uuq 520.0 6.506 3010 4612	344 Uub 521.0 6.506 3010 4612	345 Uut 522.0 6.506 3010 4612	346 Uuq 523.0 6.506 3010
--	---	---------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--	--	--	--	---	---	---	--	------------------------------------	---	---	--	--------------------------------------	---------------------------------------	--	--	---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	--------------------------------------	---------------------------------------	--	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------------------

Barium er stor set blevet erstattet af jod og thorium er radioaktivt, og har ikke været benyttet i mange år, se evt. filmen "At kende sandheden" fra 2002 af Niels Malmros.

Hydrogen 1 H 1.4 · 10 ⁻³ 0.0706 30 (K) -259.2 154 (-1) -252.9 1912	2 He 8 · 10 ⁻⁶ 0.1258 -272.2 -268.9 2372	3 Li 2.0 · 10 ⁻⁵ 0.534 152 (M) 180.5 78 (+1) 11.7 513 25 899	4 Be 2.0 · 10 ⁻⁵ 1.848 113 (M) 1278 2970 34 (+2)	5 B 1.0 · 10 ⁻⁵ 2.340 88 (K) 2300 3658 6.6 · 10 ⁻¹⁰ 800 7.27 · 10 ⁻¹⁰ 1086	6 C 4.6 · 10 ⁻⁶ 2.268 77 (K) 3530 260 (-4) 4827 16 (+4) 1086	7 N 2.5 · 10 ⁻⁵ 1.026 71 (K) 209.9 171 (-3) 1402	8 O 4.74 · 10 ⁻⁶ 2.000 66 (K) -218.4 132 (-2) 183.0 9 (+6) 1314	9 F 9.5 · 10 ⁻⁶ 1.516 58 (K) -219.6 133 (-1) 1681	10 Ne 5 · 10 ⁻⁶ 1.444 58 (K) -248.7 133 (-1) 2080	11 Na 0.023 12 Mg 0.023 0.971 186 (M) 82.9 98 (+1) 24 496	12 Ca 0.036 20 Sc 1.6 · 10 ⁻⁵ 21 Ti 5.6 · 10 ⁻⁶ 22 V 1.6 · 10 ⁻⁵ 23 Cr 1.0 · 10 ⁻⁵ 24 Mn 9.5 · 10 ⁻⁶ 25 Fe 0.041 26 Co 2.0 · 10 ⁻⁵ 27 Ni 6.0 · 10 ⁻⁶ 28 Cu 5.0 · 10 ⁻⁶ 29 Zn 7.5 · 10 ⁻⁶ 30 Ga 1.6 · 10 ⁻⁵ 31 Ge 1.8 · 10 ⁻⁵ 32 As 1.5 · 10 ⁻⁵ 33 Se 5 · 10 ⁻⁶ 34 Br 2.5 · 10 ⁻⁵ 35 Kr 1 · 10 ⁻⁵ 36 Kr 1 · 10 ⁻⁵	13 III 14 IV 15 V 16 VI 17 VII	18 Ar 1.3 · 10 ⁻⁵ 19 K 0.021 20 Ca 0.036 21 Sc 1.6 · 10 ⁻⁵ 22 Ti 5.6 · 10 ⁻⁶ 23 V 1.6 · 10 ⁻⁵ 24 Cr 1.0 · 10 ⁻⁵ 25 Mn 9.5 · 10 ⁻⁶ 26 Fe 0.041 27 Co 2.0 · 10 ⁻⁵ 28 Ni 6.0 · 10 ⁻⁶ 29 Cu 5.0 · 10 ⁻⁶ 30 Zn 7.5 · 10 ⁻⁶ 31 Ga 1.6 · 10 ⁻⁵ 32 Ge 1.8 · 10 ⁻⁵ 33 As 1.5 · 10 ⁻⁵ 34 Se 5 · 10 ⁻⁶ 35 Br 2.5 · 10 ⁻⁵ 36 Kr 1 · 10 ⁻⁵ 37 Rb 3.8 · 10 ⁻⁵ 38 Sr 3.7 · 10 ⁻⁵ 39 Y 3.0 · 10 ⁻⁵ 40 Zr 1.9 · 10 ⁻⁵ 41 Nb 2.0 · 10 ⁻⁵ 42 Mo 1.5 · 10 ⁻⁵ 43 Tc 1.5 · 10 ⁻⁵ 44 Ru 1.1 · 10 ⁻⁵ 45 Rh 1.1 · 10 ⁻⁵ 46 Pd 1.1 · 10 ⁻⁵ 47 Ag 1.1 · 10 ⁻⁵ 48 Cd 1.1 · 10 ⁻⁵ 49 In 1.1 · 10 ⁻⁵ 50 Sn 2.2 · 10 ⁻⁵ 51 Sb 2.2 · 10 ⁻⁵ 52 Te 2.2 · 10 ⁻⁵ 53 I 1.4 · 10 ⁻⁵ 54 Xe 2.2 · 10 ⁻⁵ 55 Cs 3.0 · 10 ⁻⁵ 56 Ba 3.0 · 10 ⁻⁵ 57 La 3.2 · 10 ⁻⁵ 58 Ce 3.2 · 10 ⁻⁵ 59 Pr 3.2 · 10 ⁻⁵ 60 Nd 3.2 · 10 ⁻⁵ 61 Pm 3.2 · 10 ⁻⁵ 62 Sm 3.2 · 10 ⁻⁵ 63 Eu 3.2 · 10 ⁻⁵ 64 Gd 3.2 · 10 ⁻⁵ 65 Tb 3.2 · 10 ⁻⁵ 66 Dy 3.2 · 10 ⁻⁵ 67 Ho 3.2 · 10 ⁻⁵ 68 Er 3.2 · 10 ⁻⁵ 69 Tm 3.2 · 10 ⁻⁵ 70 Yb 3.2 · 10 ⁻⁵ 71 Lu 3.2 · 10 ⁻⁵ 72 Hf 3.2 · 10 ⁻⁵ 73 Ta 3.2 · 10 ⁻⁵ 74 W 3.2 · 10 ⁻⁵ 75 Re 3.2 · 10 ⁻⁵ 76 Os 3.2 · 10 ⁻⁵ 77 Ir 3.2 · 10 ⁻⁵ 78 Pt 3.2 · 10 ⁻⁵ 79 Au 3.2 · 10 ⁻⁵ 80 Hg 3.2 · 10 ⁻⁵ 81 Tl 3.2 · 10 ⁻⁵ 82 Pb 3.2 · 10 ⁻⁵ 83 Bi 3.2 · 10 ⁻⁵ 84 Po 3.2 · 10 ⁻⁵ 85 At 3.2 · 10 ⁻⁵ 86 Rn 3.2 · 10 ⁻⁵ 87 Fr 3.2 · 10 ⁻⁵ 88 Ra 3.2 · 10 ⁻⁵ 89 Ac 3.2 · 10 ⁻⁵ 90 Th 3.2 · 10 ⁻⁵ 91 Pa 3.2 · 10 ⁻⁵ 92 U 3.2 · 10 ⁻⁵ 93 Np 3.2 · 10 ⁻⁵ 94 Pu 3.2 · 10 ⁻⁵ 95 Am 3.2 · 10 ⁻⁵ 96 Cm 3.2 · 10 ⁻⁵ 97 Bk 3.2 · 10 ⁻⁵ 98 Cf 3.2 · 10 ⁻⁵ 99 Es 3.2 · 10 ⁻⁵ 100 Fm 3.2 · 10 ⁻⁵ 101 Md 3.2 · 10 ⁻⁵ 102 No 3.2 · 10 ⁻⁵ 103 Lr 3.2 · 10 ⁻⁵
--	---	---	--	--	---	--	--	---	---	--	--	--------------------------------	--

Røntgen

CT/Røntgen

- Tallet er middelværdi for stoffets relative hyppighed i jordskorpen. (Massebrøk)
- 20°C.
- Massetæthed ved en temperatur, hvor stoffet er i fast form ved 1 bar
- Massetæthed ved en temperatur, hvor stoffet er flydende ved 1 bar
- 0-25°C.
- (M) Metalradius (koordinationsstal 12).
- (K) Kovalent radius.
- Tal i parentes = ionisering.

Lanthanider og actinider

Cerium 58 Ce 6.8 · 10 ⁻⁵ 6.711 182 (M) 799 107 (+3) 3429 92 (+4)	Praseodymium 59 Pr 9.5 · 10 ⁻⁶ 6.773 183 (M) 799 107 (+3) 3429 92 (+4)	Neodym 60 Nd 3.8 · 10 ⁻⁵ 7.007 182 (M) 1021 104 (+3) 3068	Promethium 61 Pm* 7.22 181 (M) 1168 106 (+3) 2700	Samarium 62 Sm 7.9 · 10 ⁻⁶ 7.52 180 (M) 1077 111 (+2) 1791 100 (+3)	Europium 63 Eu 5.243 204 (M) 822 112 (+2) 1597 98 (+3)	Gadolinium 64 Gd 7.7 · 10 ⁻⁶ 7.900 180 (M) 1313 97 (+3) 3266	Terbium 65 Tb 1.1 · 10 ⁻⁵ 8.29 181 (M) 1563 99 (+3) 3695	Dysprosium 66 Dy 6.0 · 10 ⁻⁶ 8.55 181 (M) 1679 99 (+3) 3892	Hoium 67 Ho 1.4 · 10 ⁻⁵ 8.797 177 (M) 1744 99 (+3) 4091	Erbium 68 Er 3.8 · 10 ⁻⁶ 9.066 176 (M) 1836 99 (+3) 4391	Thulium 69 Tm 4.8 · 10 ⁻⁶ 9.321 175 (M) 1962 99 (+3) 4692	Ytterbium 70 Yb 3.3 · 10 ⁻⁶ 9.695 194 (M) 2000 99 (+3) 4993	Lutetium 71 Lu 5.1 · 10 ⁻⁶ 9.842 173 (M) 2071 99 (+3) 5294
Thorium 90 Th* 11.72 232 (M) 1750 90 (+2) 4800	Protactinium 91 Pa* 1.5 231 (M) 1800 91 (+2) 5000	Uran 92 U 2.4 · 10 ⁻⁶ 18.95 154 (M) 238 92 (+4) 5000	Neptunium 93 Np* 2.0 237 (M) 2025 150 (M) 237 93 (+4) 5000	Plutonium 94 Pu* 1.0 244 (M) 19.84 151 (M) 242 94 (+4) 5000	Americium 95 Am* 0.10 243 (M) 13.67 173 (M) 243 95 (+4) 5000	Eurium 96 Eu* 0.746 247 (M) 13.3 174 (M) 247 96 (+4) 5000	Berkelium 97 Bk* 1.1 247 (M) 14.79 170 (M) 247 97 (+4) 5000	Californium 98 Cf* 1.1 251 (M) 16.9 169 (M) 251 98 (+4) 5000	Einsteinium 99 Es* 1.1 252 (M) 203 (M) 252 99 (+4) 5000	Fermium 100 Fm* 1.1 257 (M) 203 (M) 257 100 (+4) 5000	Mendelevium 101 Md* 1.1 258 (M) 203 (M) 258 101 (+4) 5000	Nobelium 102 No* 1.1 259 (M) 203 (M) 259 102 (+4) 5000	Lawrencium 103 Lr* 1.1 260 (M) 203 (M) 260 103 (+4) 5000

Grundstoffets navn	A	Relativ hyppighed (1)
Atomnummer		
Massetæthed / (10 ³ kg/m ³) (2)		Atomradius / pm (4)
Smeltepunkt / °C		Ionradius / pm (5)
Kogepunkt / °C		
Specifik ledningsevne / (10 ⁻⁸ S/m) (3)		Første ioniseringsenergi / (kJ/mol)

Nuklearmedizin inkl.
billedfusion

Introduktion til billedanatomi

Nuklearmedicin



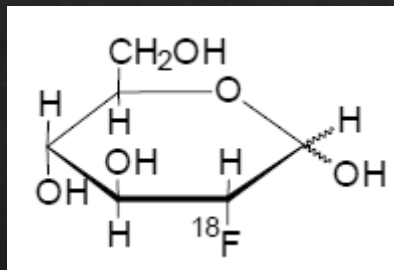
Billedfusion: PET-CT



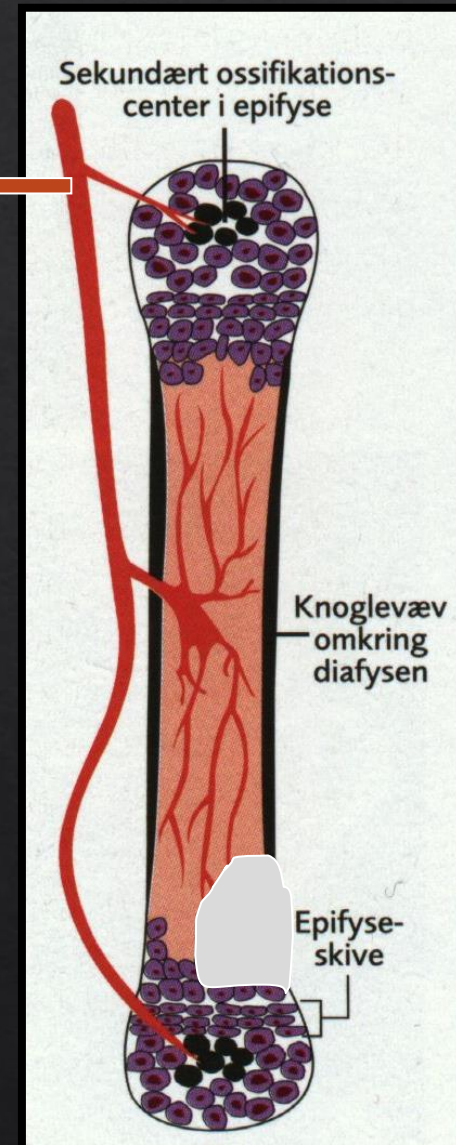
Nuclearmedizin



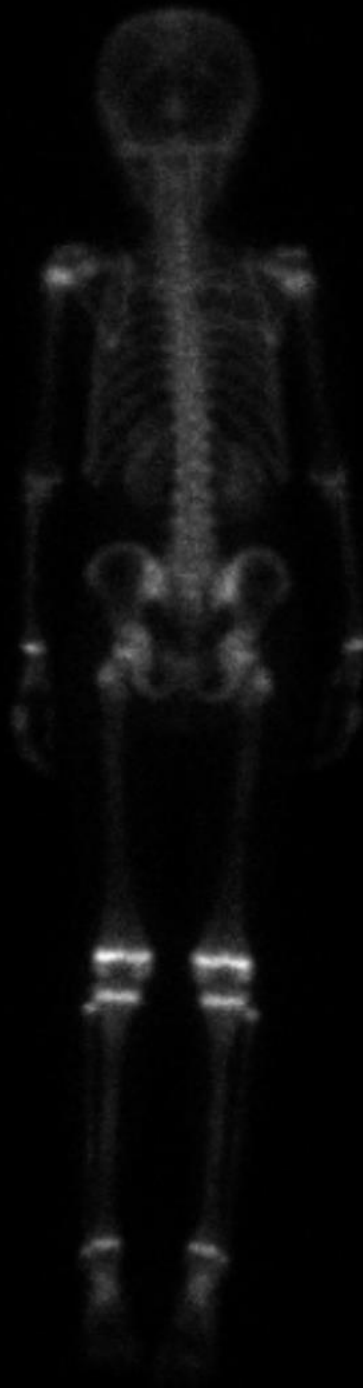
Nuklearmedicinsk billeddannelse bygger på indgift af radioaktive sporstoffer, der følges i kroppen. Et meget anvendt stof er floourodeoxyglucose mærker med isotopen ^{18}F der optages i metabolisk aktivt væv, eksempelvis tumorvæv



Fluorodeoxyglucose F18



Knogle- skintigrafi



Alder på personen:

- 1) 9 år?
- 2) 19 år?
- 3) 29 år?
- 4) 59 år?

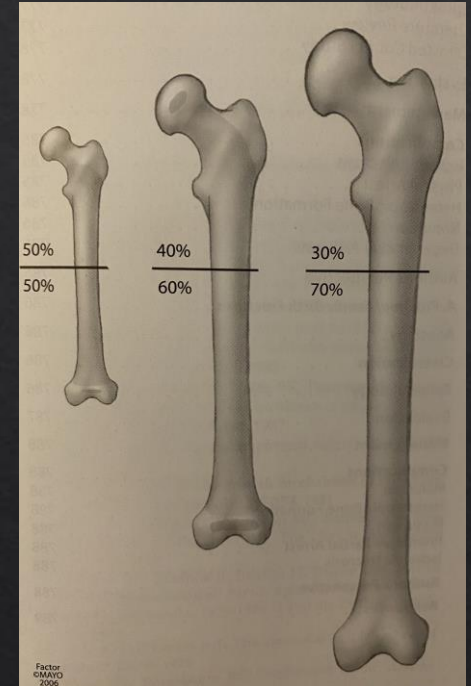
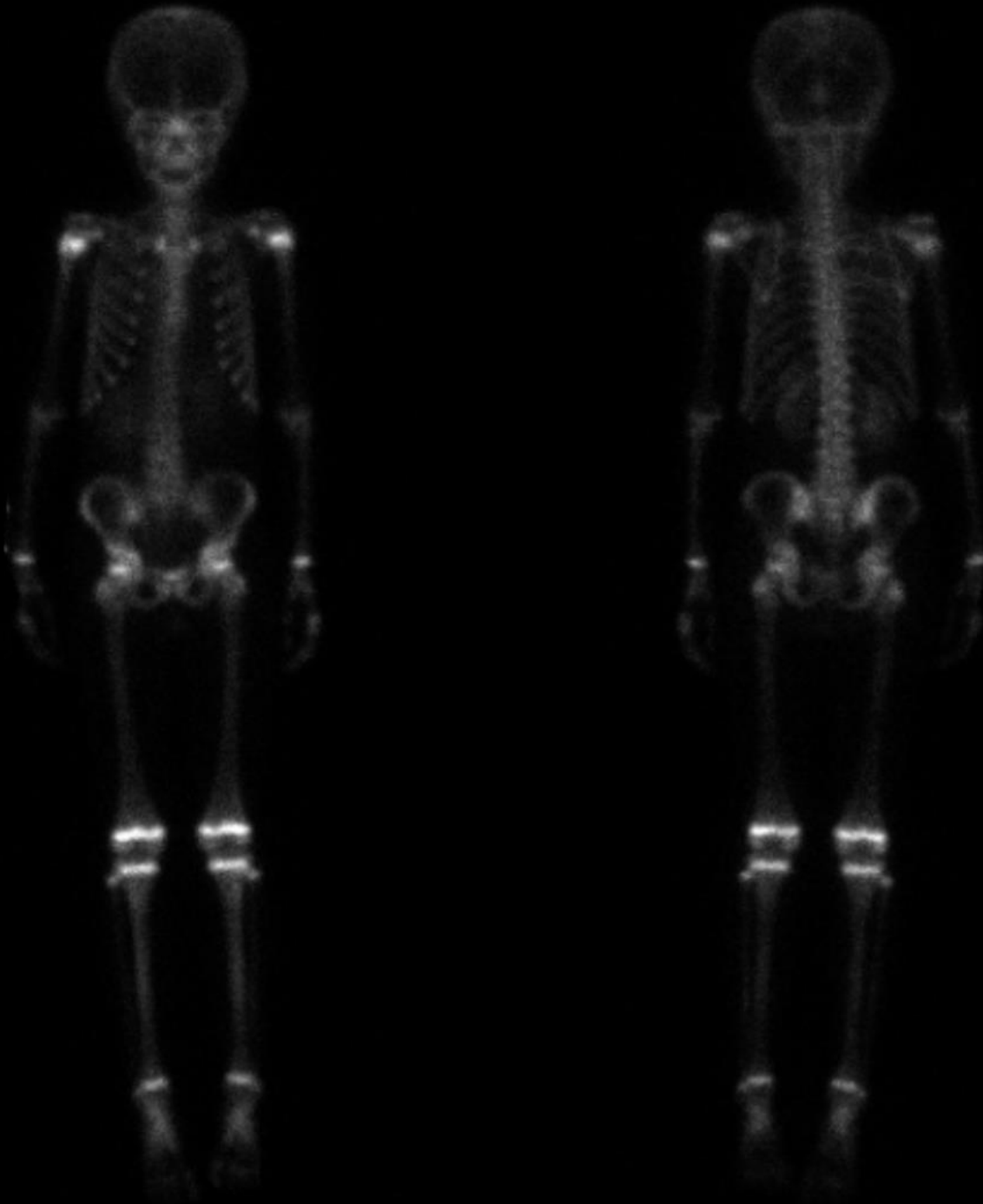
Knogle- skintigrafi

Alder på personen:

1) 9 år

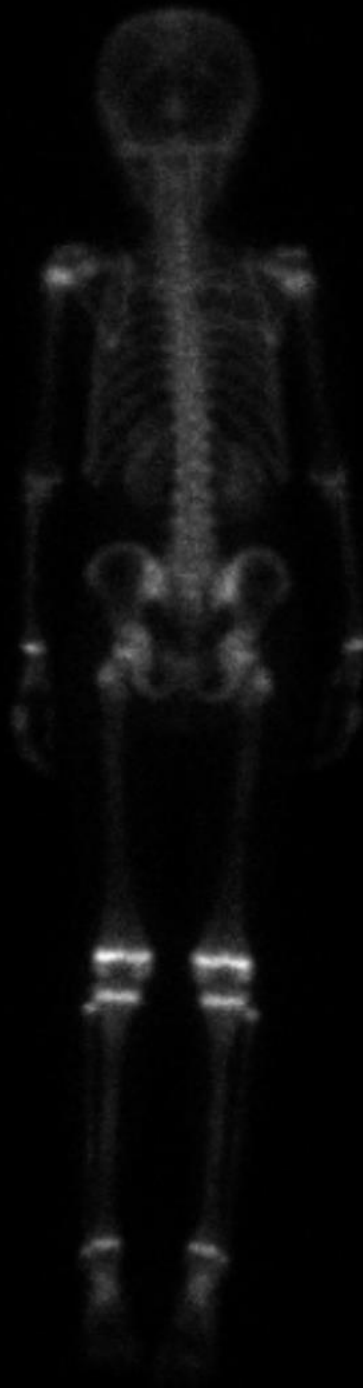
Der indbygges her technetium i knoglen, hvor der er vækst. Den regelmæssige og symmetriske fordeling viser vækstområderne hos et barn

Knogle- skintigrafi



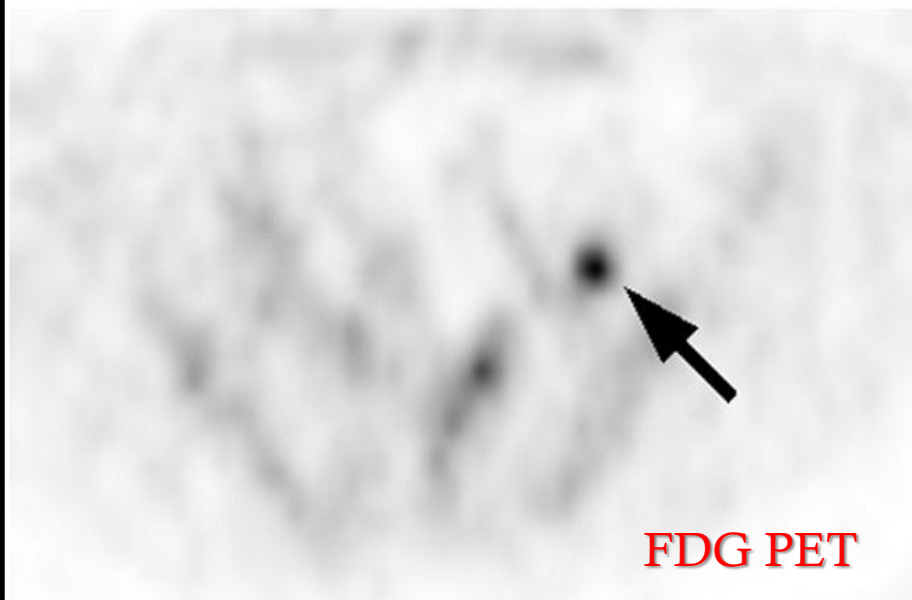
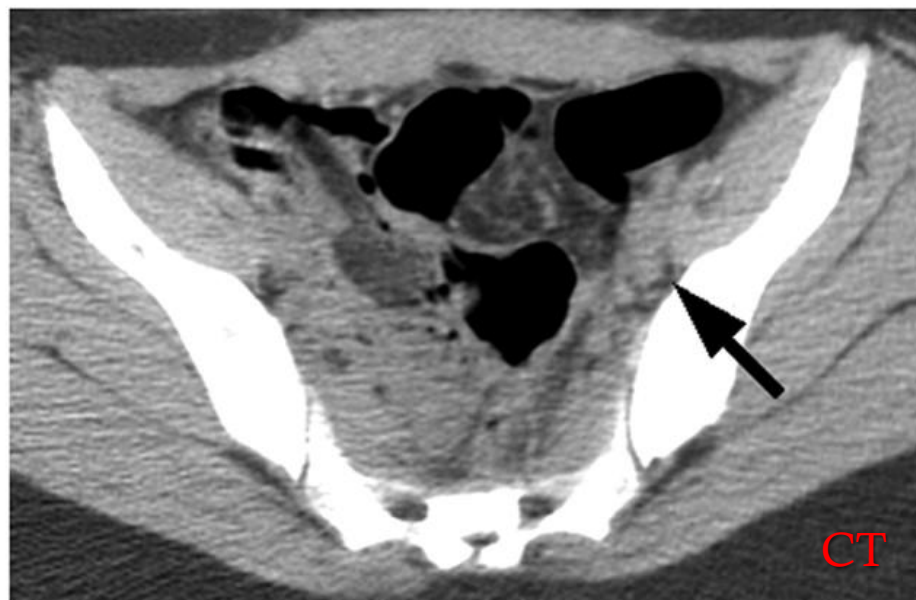
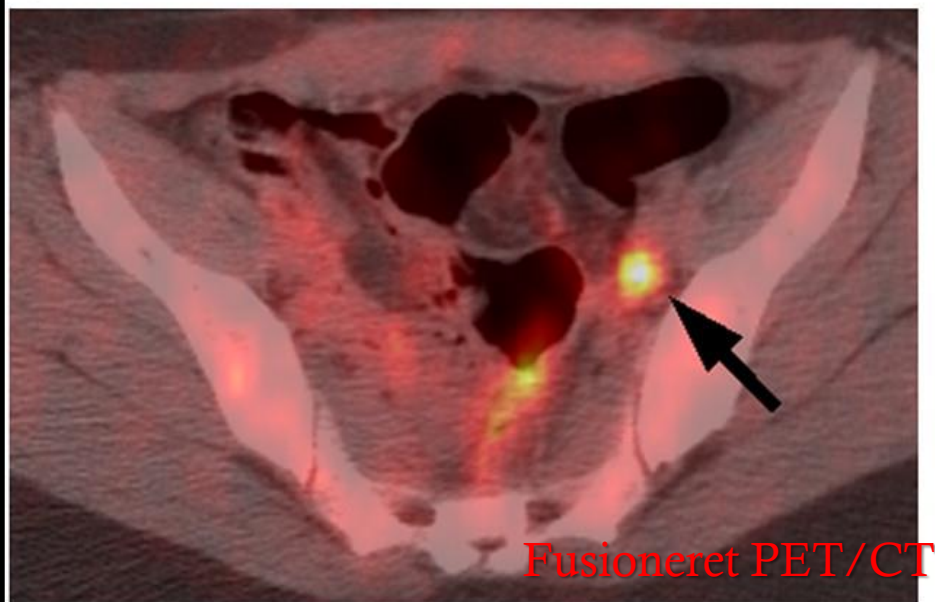
Peterson: Epiphyseal growth
plate fractures, Springer 2007

Knogle- skintigrafi



MR

T1-vægtet

A**B****C****D**