

Grand Rounds

Rigshospitalet



Grand Rounds

Rigshospitalet

rigshospitalet.dk/grandrounds

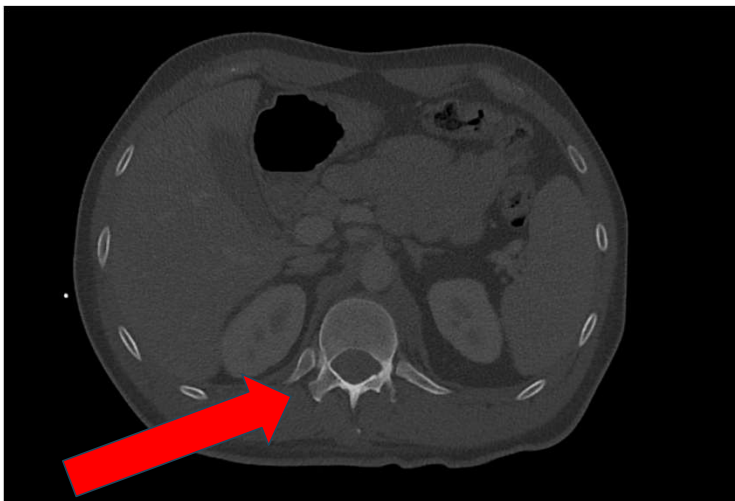


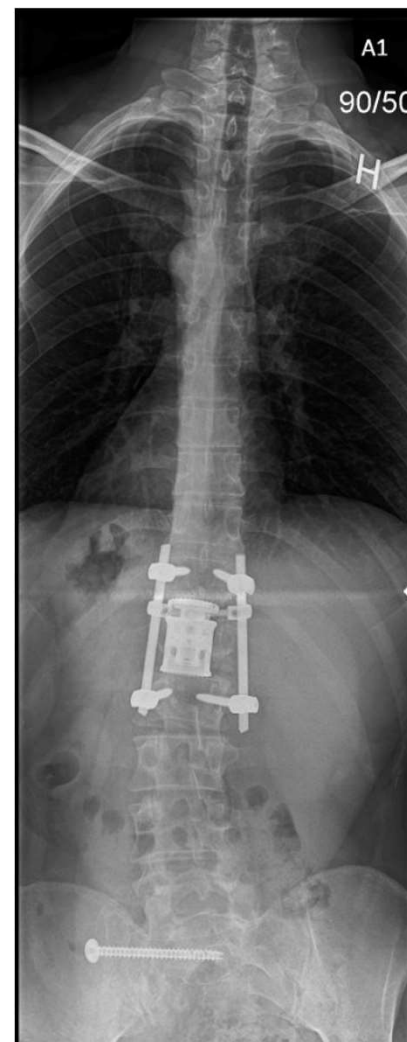
***Personalized medicine* og højt specialiseret rygkirurgi – muligheder og udfordringer**

Benny Dahl, professor, overlæge, ph.d., dr.med. Rigshospitalet
Peter Helmig, overlæge, ph.d. AUH, Skejby
Martin Gehrchen, overlæge, ph.d., Rigshospitalet
Søren Eiskjær, overlæge, Aalborg Universitetshospital
Thomas Andersen, overlæge, ph.d., dr.med. Rigshospitalet



Rigshospitalet



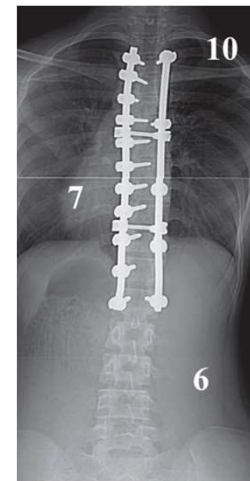
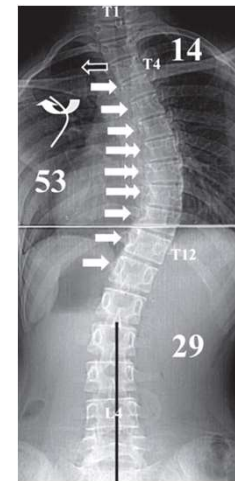
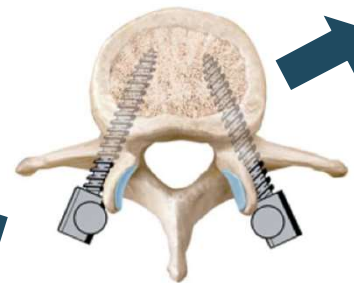




1960's



1970's



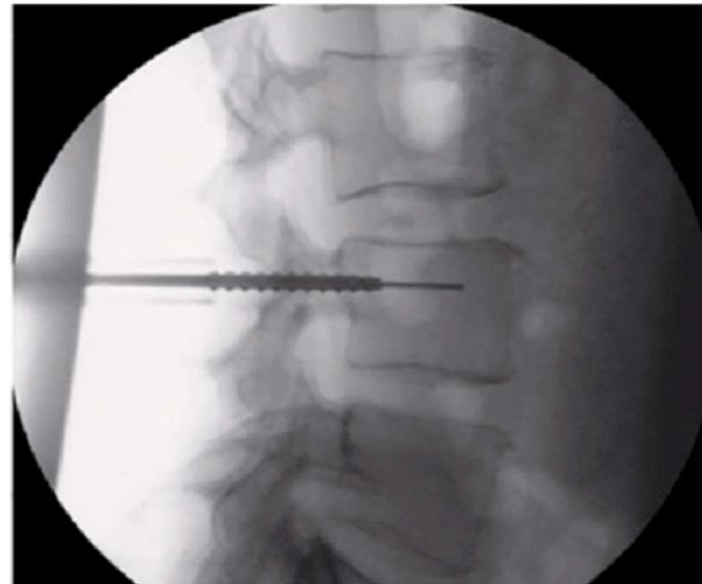
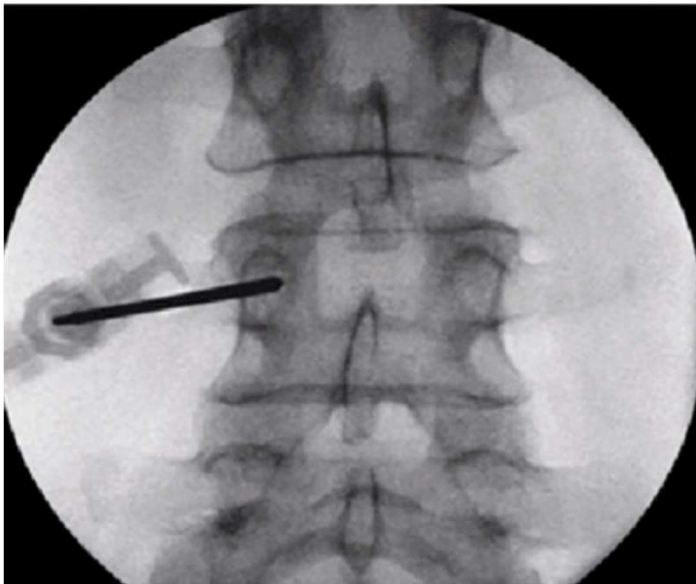
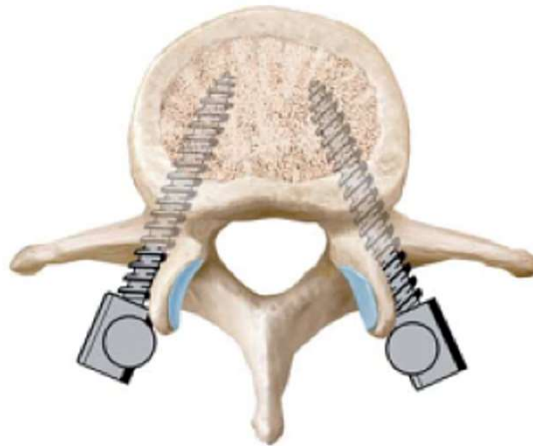
- 1962 Harrington rods
- 1970 Pedikelskruer

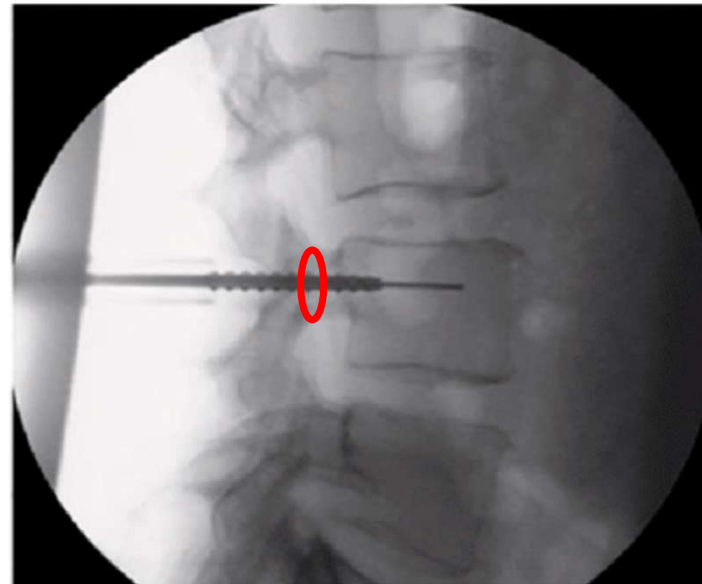
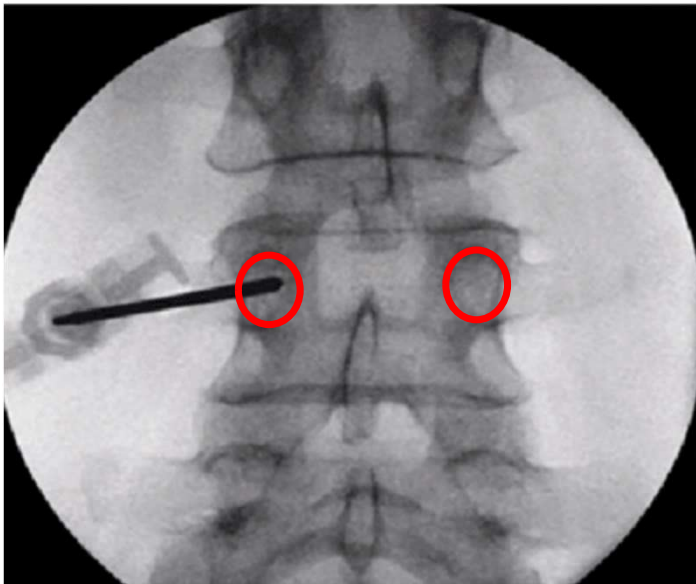
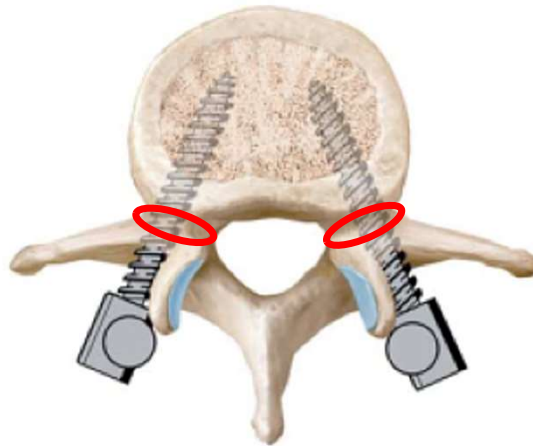


- 2004 Mazor Robot
- 2006 O-arm
- 2013 Airo Mobile Intraoperative CT

Konventionel røntgen (C-arm)



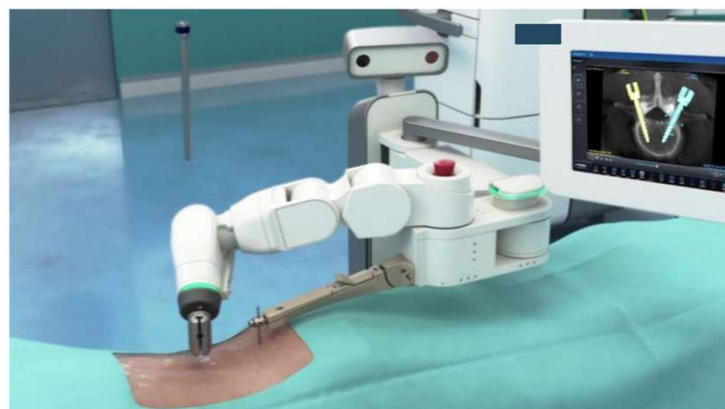




Hvorfor navigere?

- Reducere stråling
- Kar
- Nerverødder
- Rygmarv
- Individuel behandling

Rigshospitalet



Muligheder og udfordringer

- Sundhedsøkonomi
- Evidens
- Oplæring
- Optimering
- Work-flow





Grand Round
29/2 2024

Navigation ved resektion af primære tumorer i columna

- Peter Helmig
- Overlæge, ph.d.
- AUH, Skejby

Ortopædkirurgi, Aarhus Universitetshospital

- ca. **240 ansatte**
- 54 speciallæger
- 12 uddannelseslæger

- **10 fagområder:** hånd, skulder/albue, fod/ankel, knæ, idræt, hofte, tumor, ryg, traume/inf., rekonstruktion

- **48 sengepladser** fordelt på 2 sengeafsnit

- **12-13 operationsstuer** dagligt

- **Afdelingsledelse:** Barbara Dyremose, Sten Larsen, Prof. Martin Lind

- Prof. Maiken Stilling (hånd, RSA), Prof. Thomas Baad-Hansen (tumor/sarkom/3D print), Prof. Bjarne Møller-Madsen (børn), Prof. Inger Mechlenburg (fysioterapi), lektorer, kliniske lektorer.

Publikationer 2022

Hospital	År	Pubmed-listede publikationer	første forfatterskaber	sidste forfatterskaber
Aarhus	2022	110	58	76
Bispebjerg	2022	101	21	35
Hvidovre	2022	89	34	41
Odense	2022	65	26	27
Aalborg	2022	64	27	26
Herlev / Gentofte	2022	34	16	14
Rigshospitalet	2022	32	12	16
Køge	2022	23	12	6
Kolding	2022	22	6	13
Horsens	2022	20	2	8

Jan Døstet Røffing, Assoc. Prof., MD, PhD

jan.roffing@rm.dk



Behandling af onkologiske ryglidelser

Sundhedsstyrelsens specialeplan:

Onkologiske ryglidelser (ej sarkomer) (<500)

Varetages også i neurokirurgi og forudsætter et tæt samarbejde mellem specialerne

Hospitaler:

- Rigshospitalet, Blegdamsvej
- Aarhus Universitetshospital
- Aalborg UH Syd (i formaliseret samarbejde)
- OUH Odense Universitetshospital

Sundhedsstyrelsens specialevejledning 11/12 2023

Ortopædisk onkologi

- 68. Operation af knogle eller bløddelssarkom** Varetages i et multidisciplinært team med fælles retningslinjer og fælles konferencer, jf. pakkeforløb

*Rigshospitalet, Blegdamsvej
Aarhus Universitetshospital*

- 69. Biopsi ved begrundet mistanke om knogle eller bløddelssarkom samt solitær knoglemetastase.** Varetages i et multidisciplinært team med fælles retningslinjer og fælles konferencer, jf. pakkeforløb

*Rigshospitalet, Blegdamsvej
Aarhus Universitetshospital*

- 70. Operation af aggressive benigne knogle og bløddelstumorer, samt perifere nerveskedetumorer (<35)**

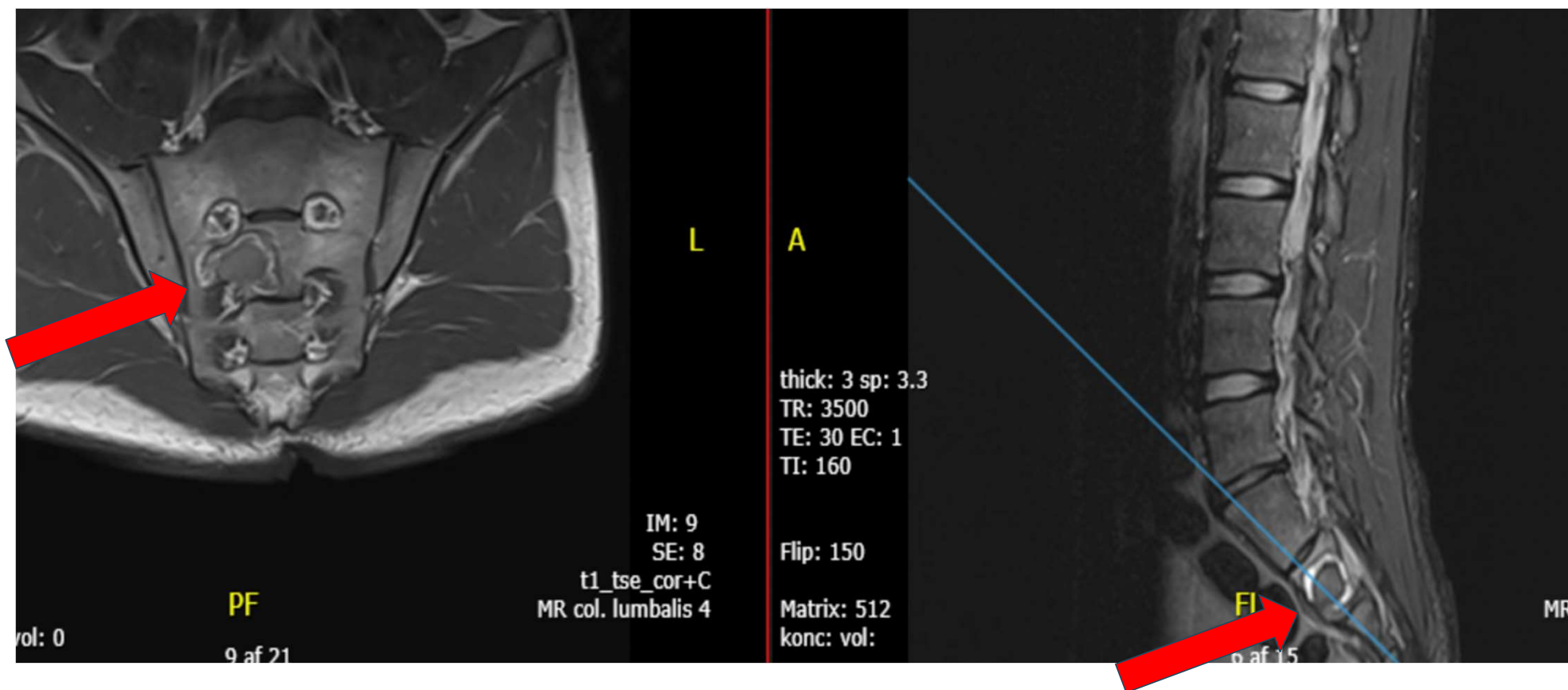
*Rigshospitalet, Blegdamsvej
Aarhus Universitetshospital*

- 71. Operation af avancerede knoglemetastaser med stort knogletab (30)**

*Rigshospitalet, Blegdamsvej
Aarhus Universitetshospital*

Patientcase

- Ung person
- Smerter i lænden og højre ben
- MR viser proces svarende til S2
- I øvrigt sund og rask
- Tager ikke fast smertestillende



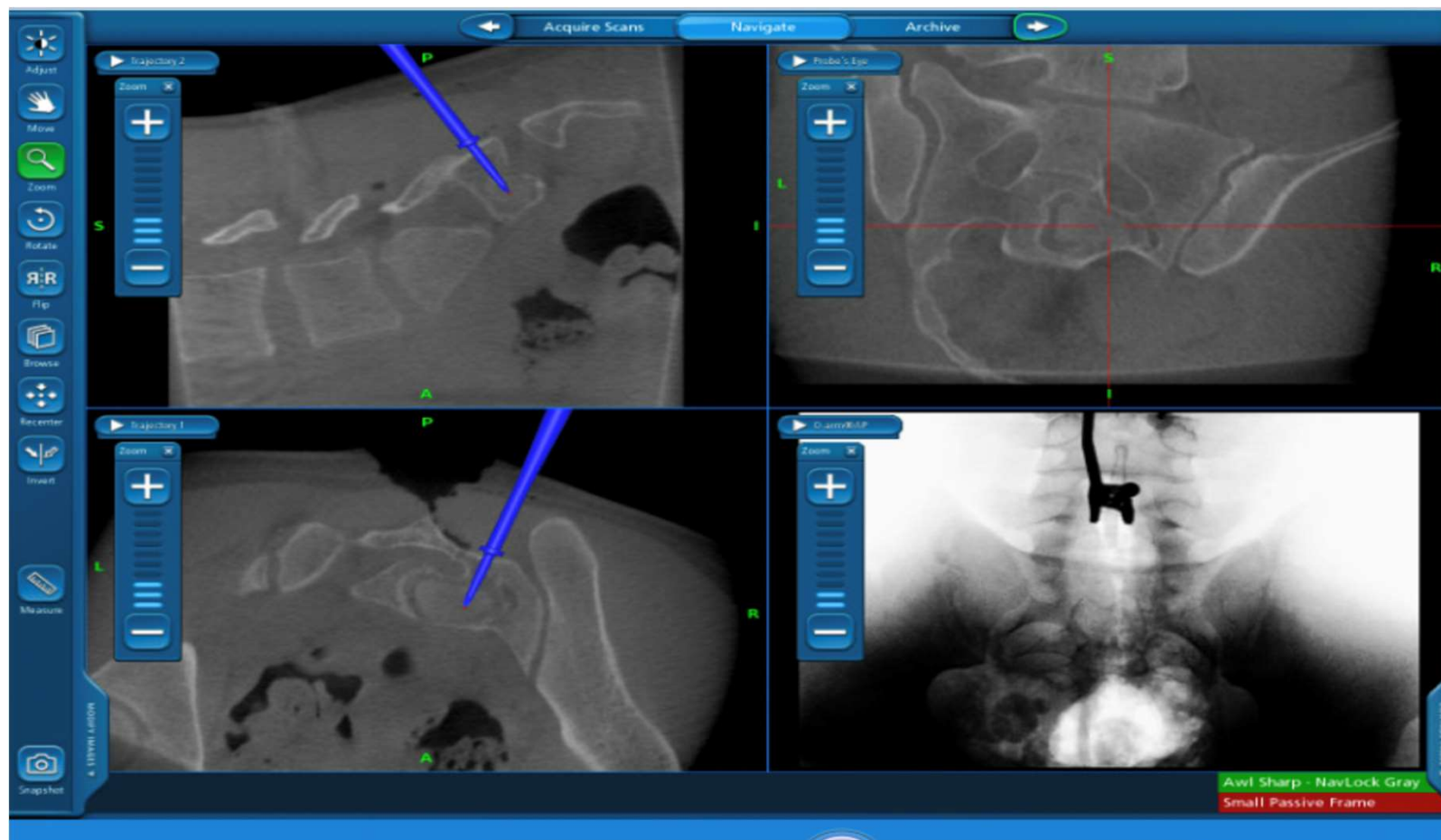
Biopsisvar: Osteoblastom

- Godartet knogletumor, men lokalt aggressiv
- Over 2 cm i diameter
- <2 cm i diameter: osteoid osteom
- Behandling: Curettage og evt. cementering/knogletransplantation

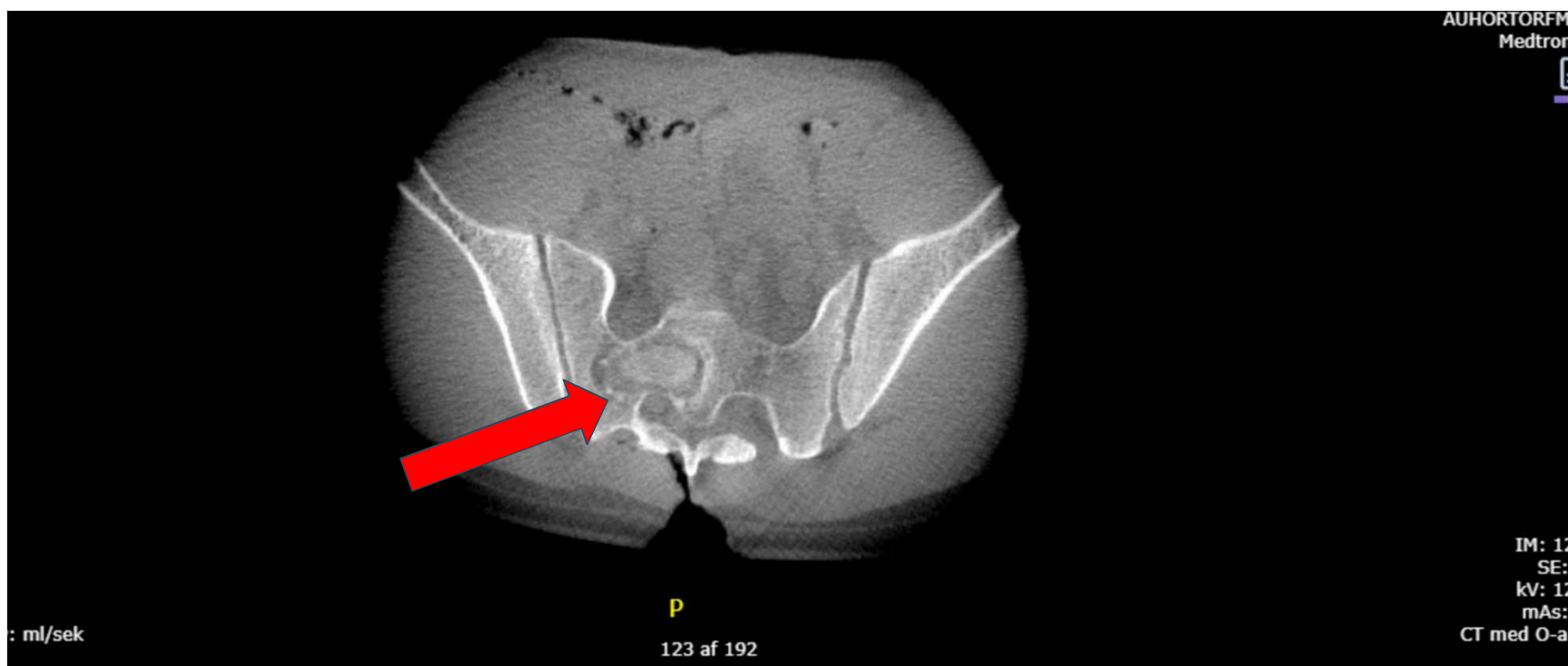
Operation

- Midtlinje-incision
- Referenceramme på processus spinosus L5
- Kaviteten af S2 identificeres
- Oprenses
- Væv til histologi
- Cementering pga. mindre defekt
- Autologt knogletransplantat fra trochanter
- Knivtid 100 min.

Peroperativ navigation



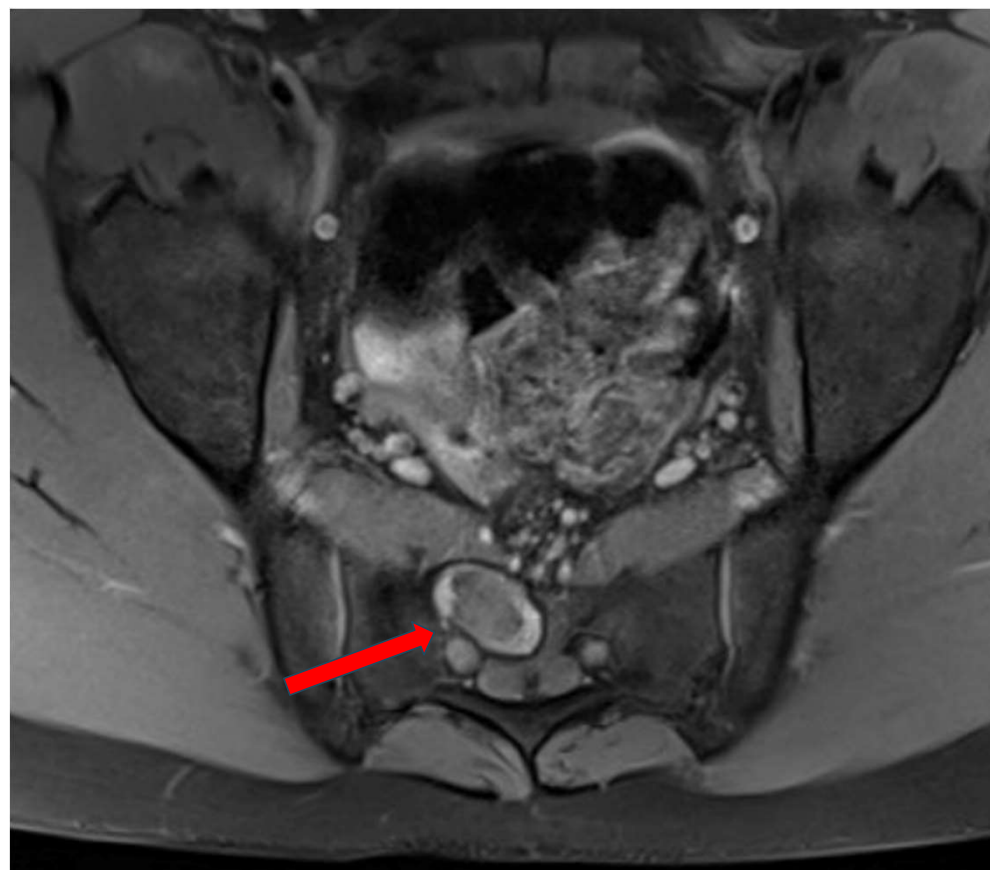
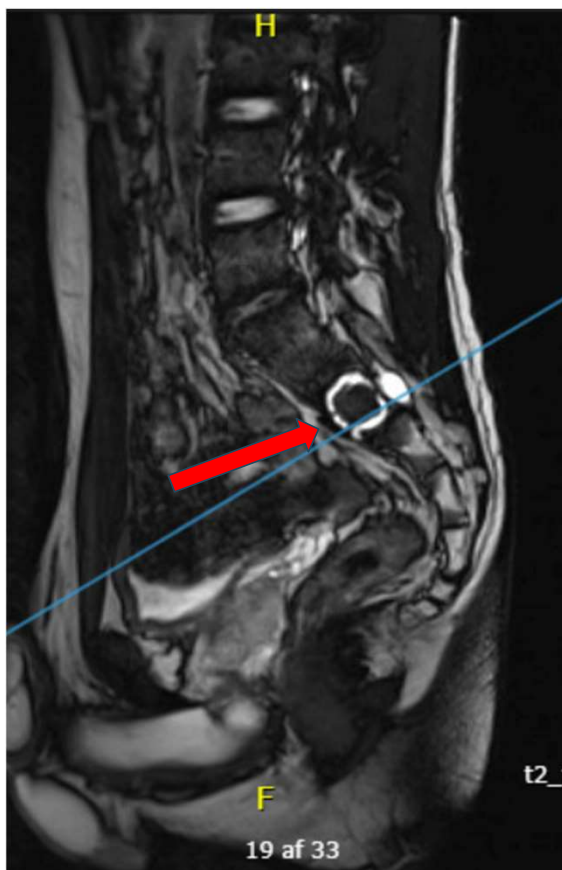
Peroperativ scanning





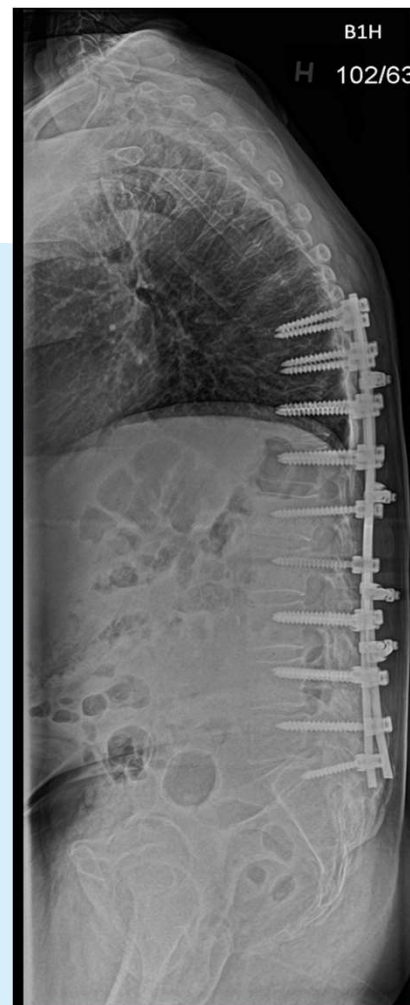


Status 2023



Follow up efter 43 måneder

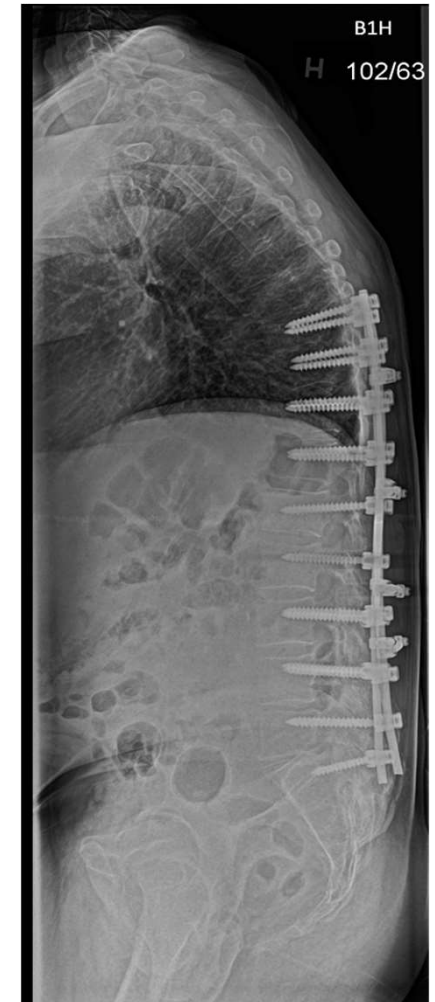
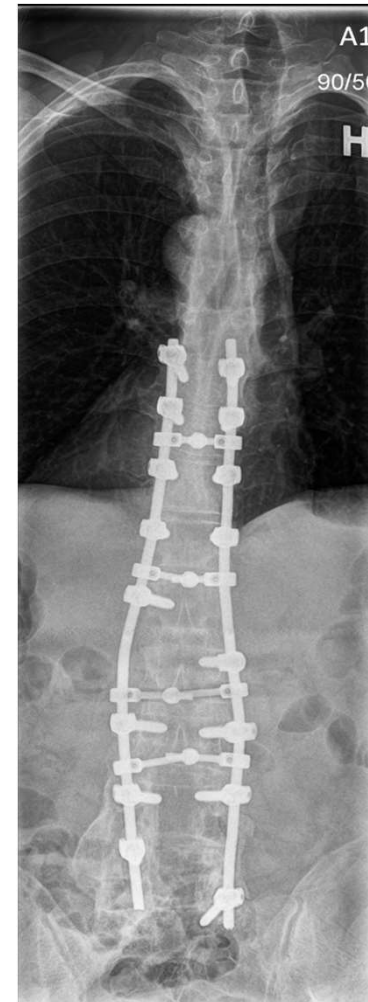
- Velbefindende
- Ingen symptomer
- MR uændret
- Plan om afslutning af forløb efter 5 år



Simulation og specialfremstillede rygimplantater hos voksne patienter

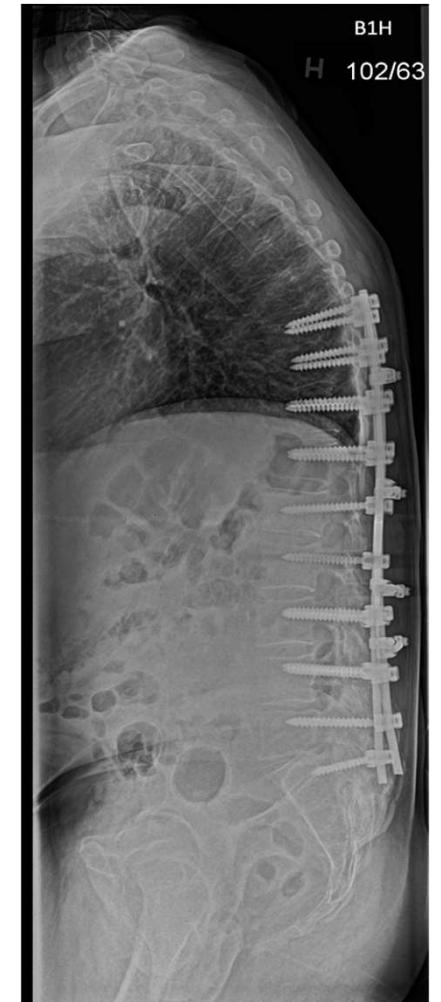
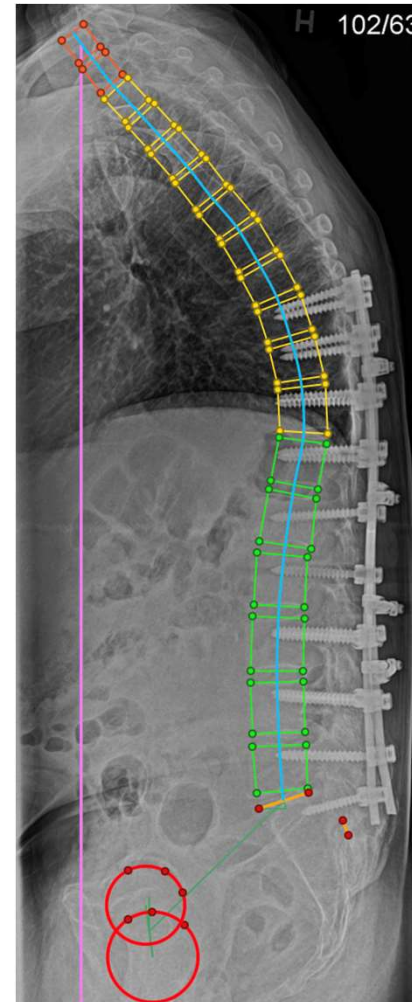
Case

- 47-årig mand
- Opereret i 2004 for diskusprolaps L5/S1
- Adskillige rygoperationer, seneste Th9-S1
- FP, opiodkrævende smerter
- Mobiliseret med krykker
- Neurologisk intakt



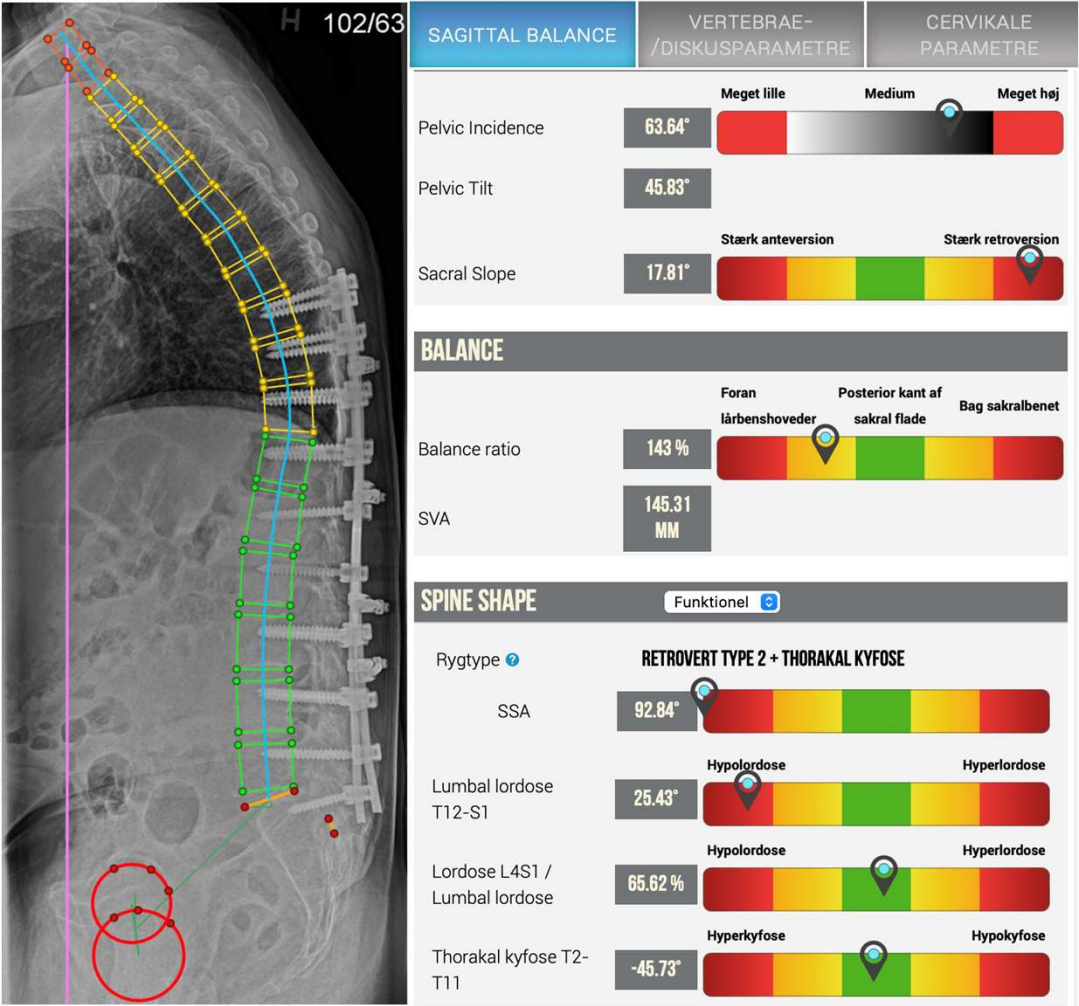
Segmentation

Segmenterer rygsøjlen



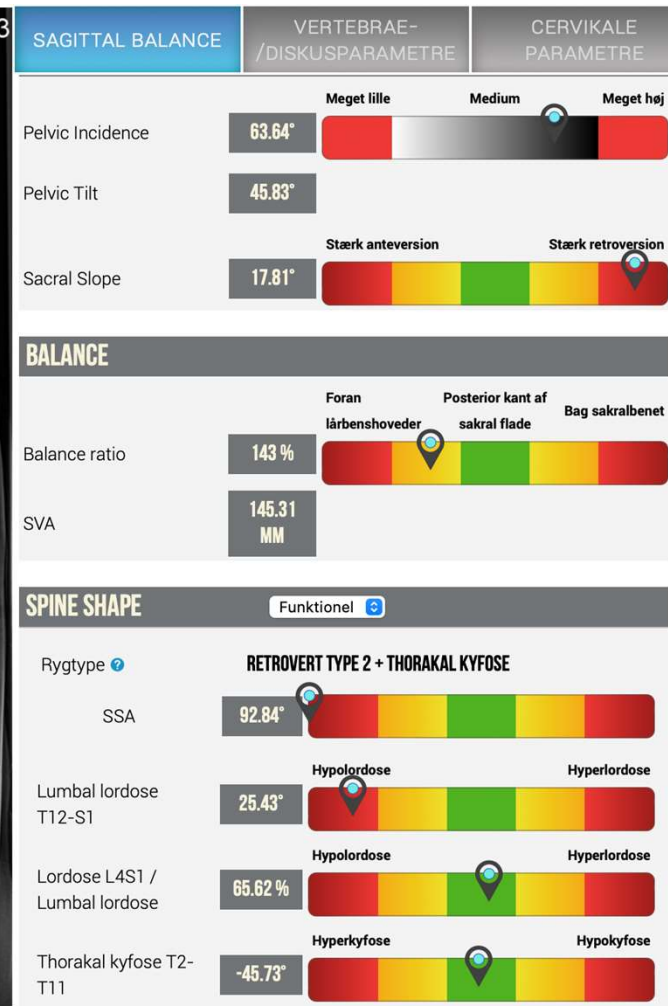
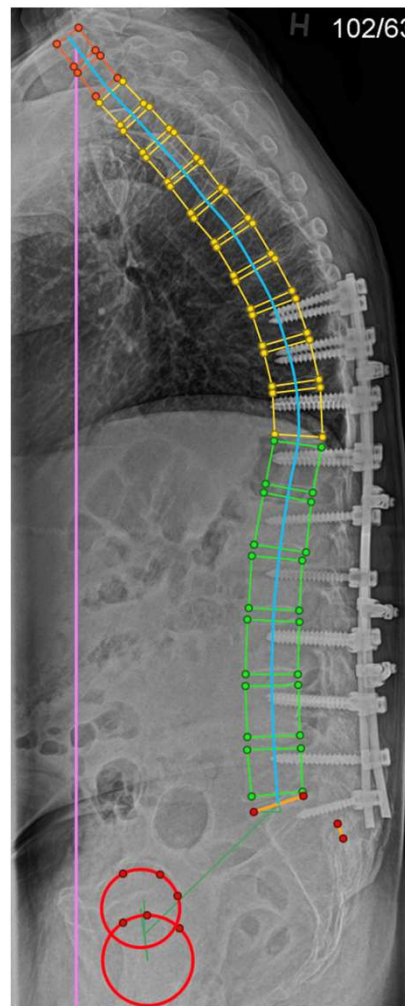
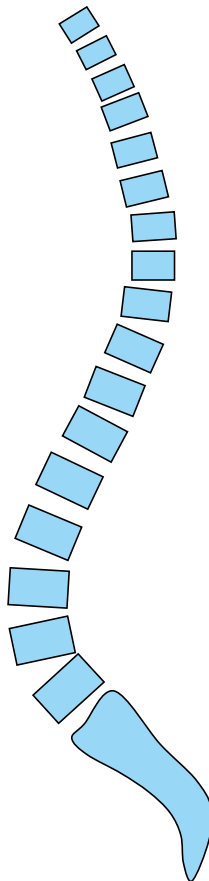
Analyse

Af kurverne



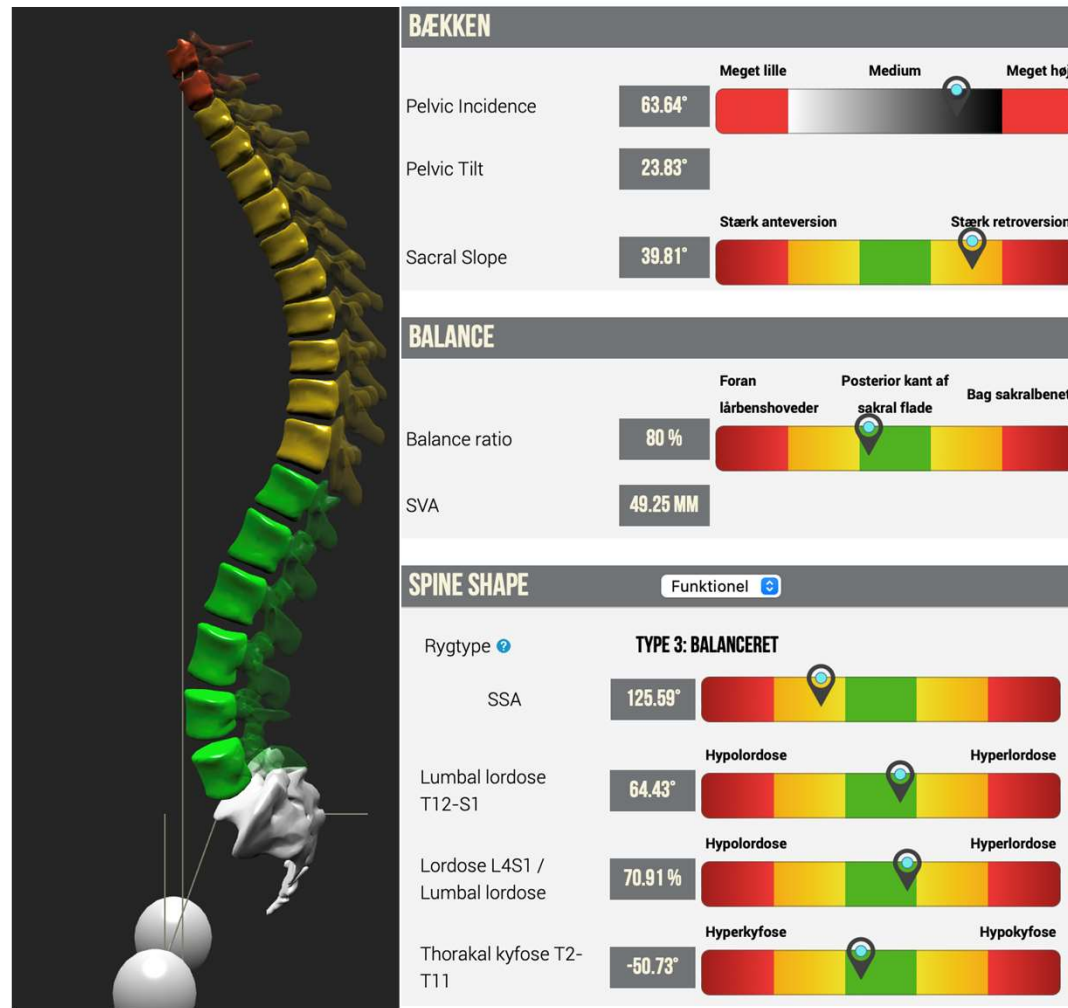
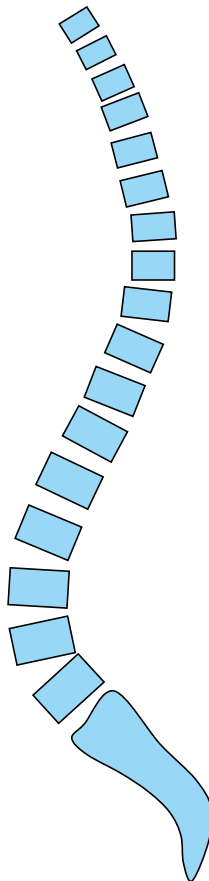
Simulation

Vurderer hvorledes kurverne
burde være



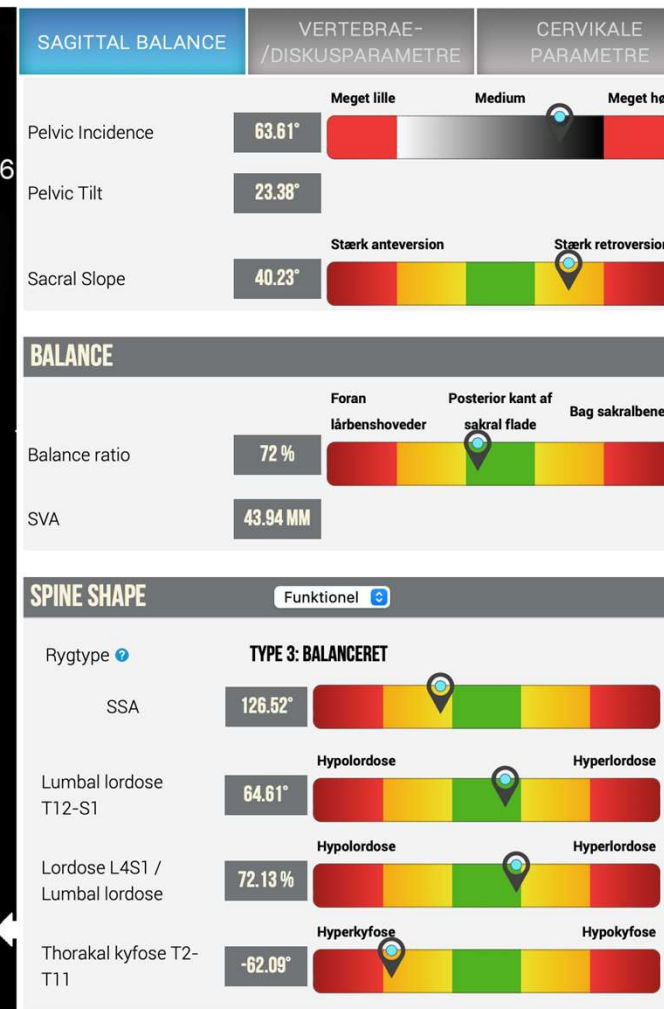
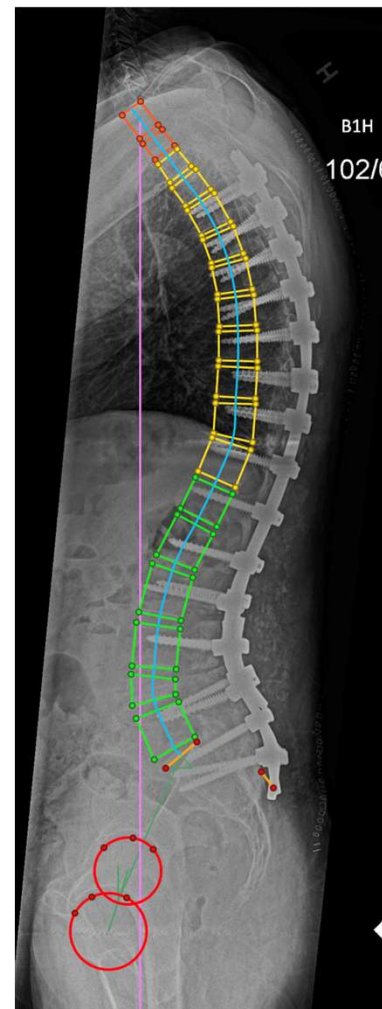
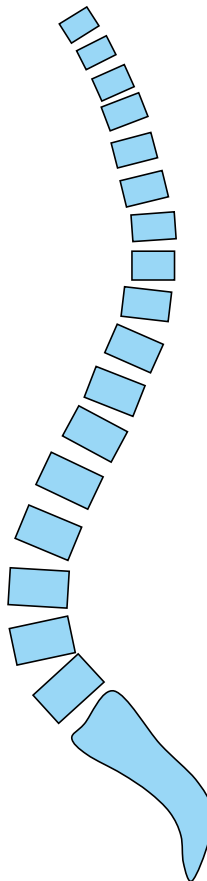
Simulation

Tilpasser kurverne



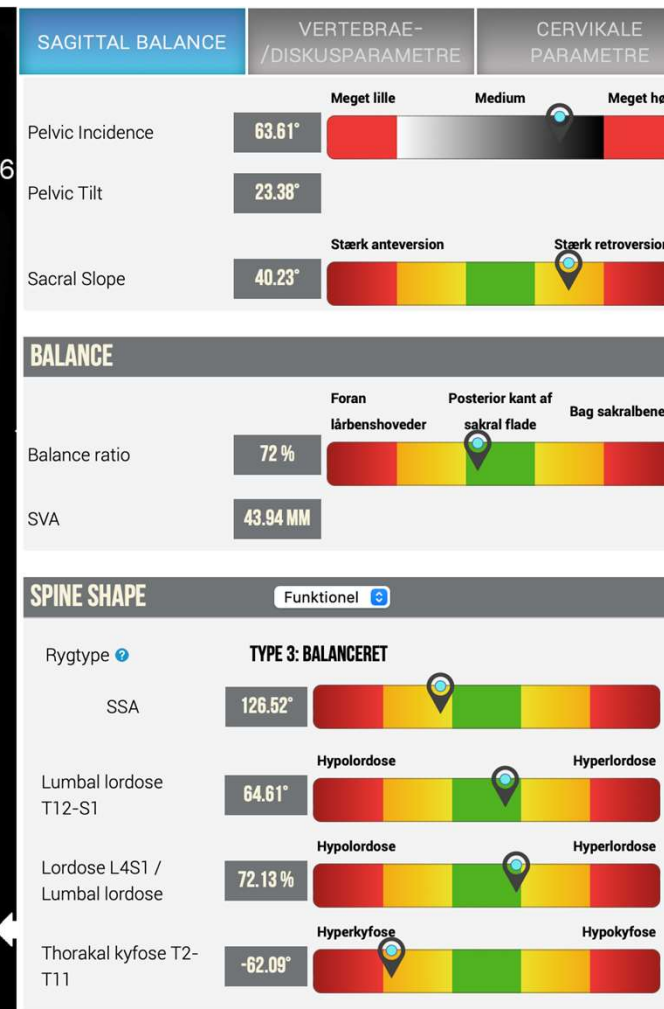
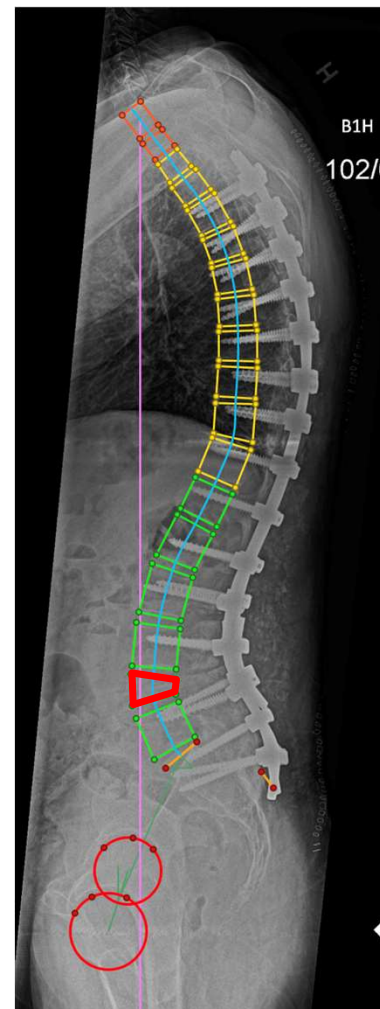
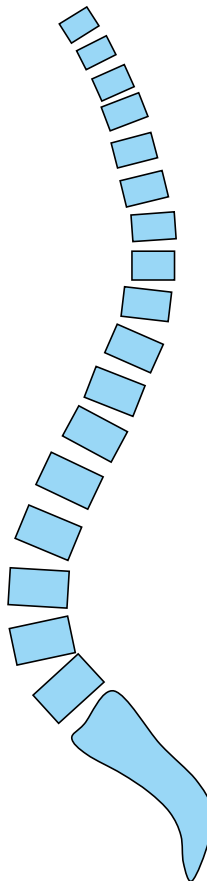
Operation

Tildanner kurverne

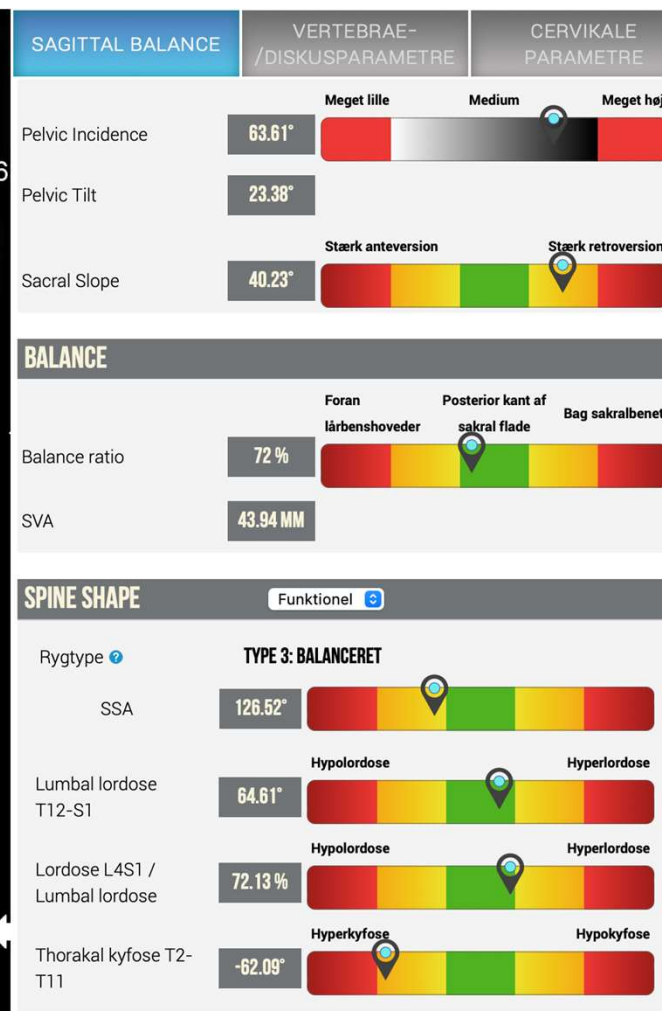
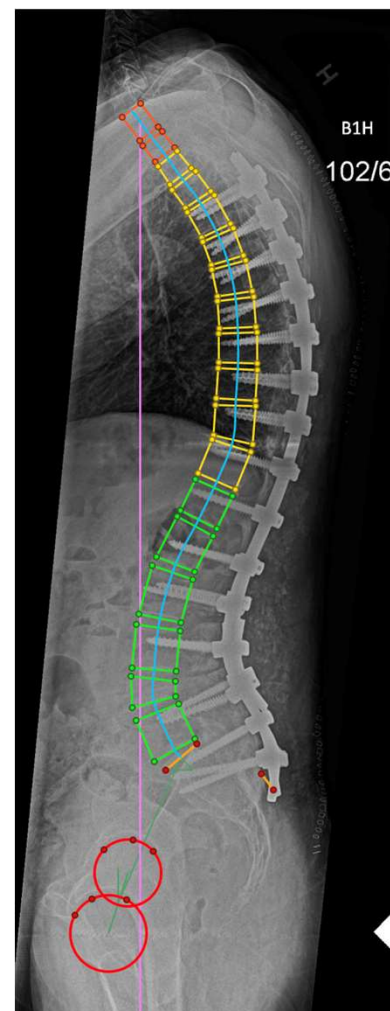
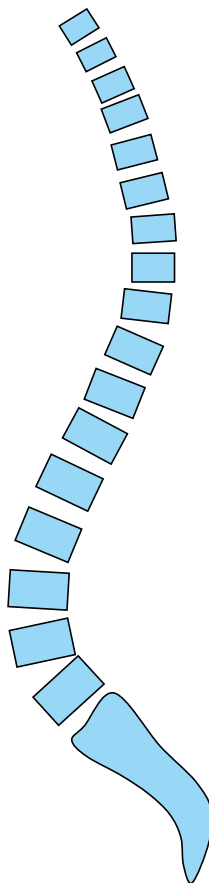
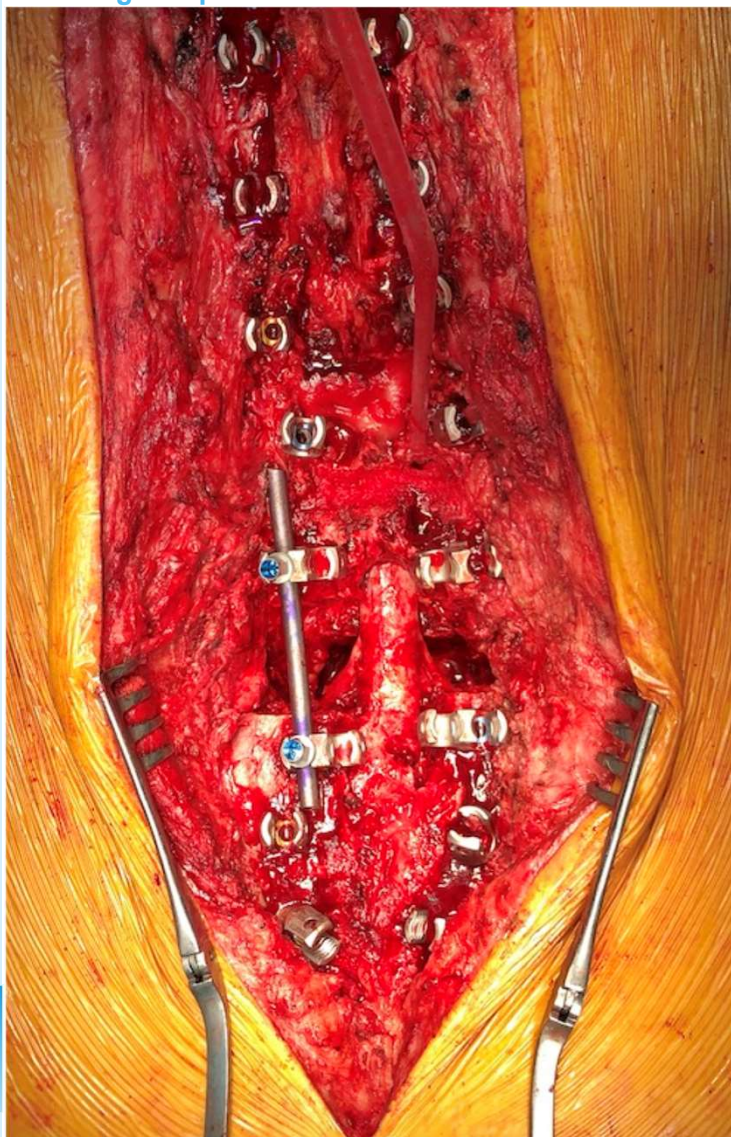


Operation

Kile osteotomi

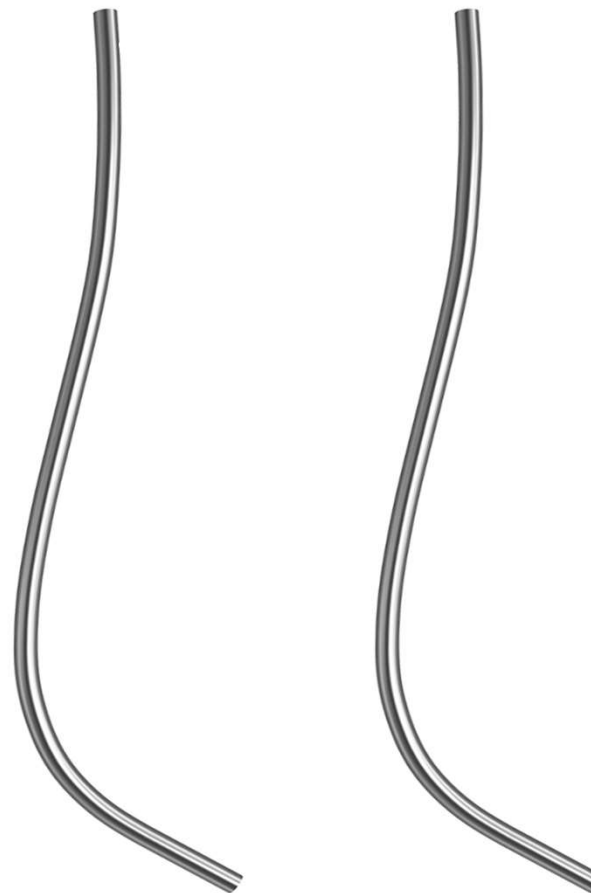


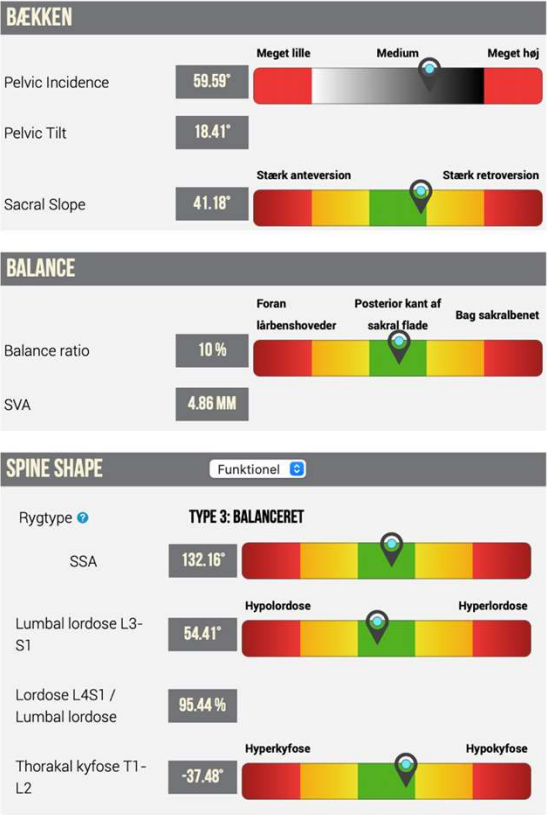
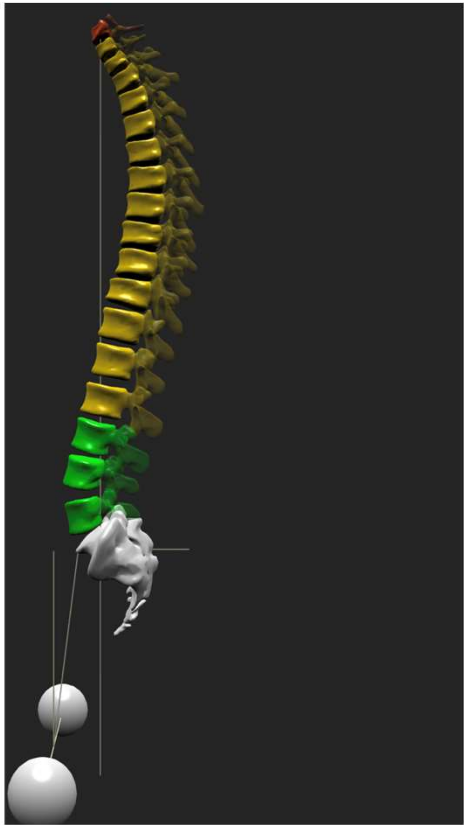
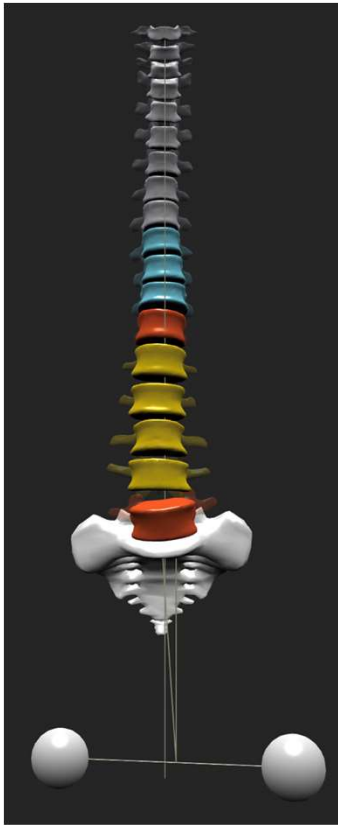
Rigshospitalet

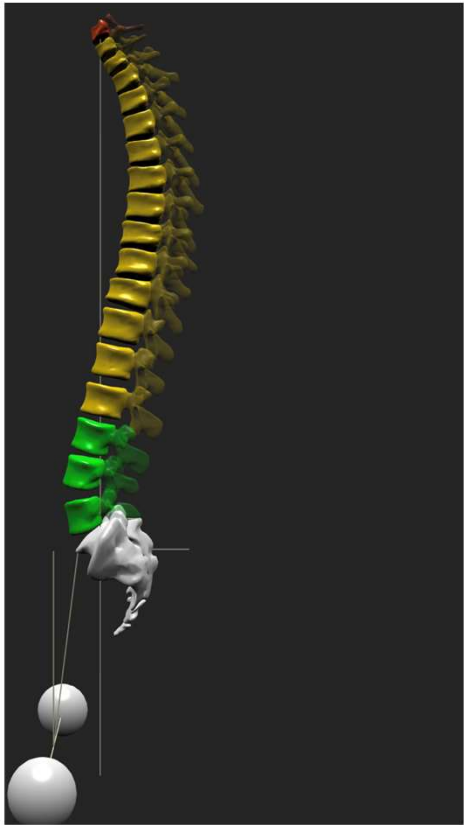
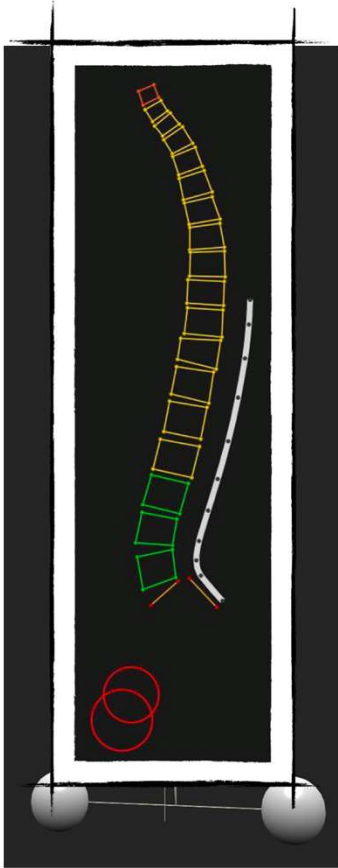


Patient Specific Rods PSR

- Skabelon
- Sparer tid







BÆKKEN

		Meget lille	Medium	Meget høj
Pelvic Incidence	59.59°			
Pelvic Tilt	18.41°			
Sacral Slope	41.18°	Stærk anteversion Stærk retroversion		

BALANCE

		Foran	Posterior kant af	Bag sakralbenet
		lårbenshoveder	sakral flade	
Balance ratio	10 %			
SVA	4.86 MM			

SPINE SHAPE Funktionel

Rygtype

SSA

132.16°

TYPE 3: BALANCERET

Lumbal lordose L3-S1

54.41°

Hypolordose Hyperlordose

Lordose L4S1 / Lumbal lordose

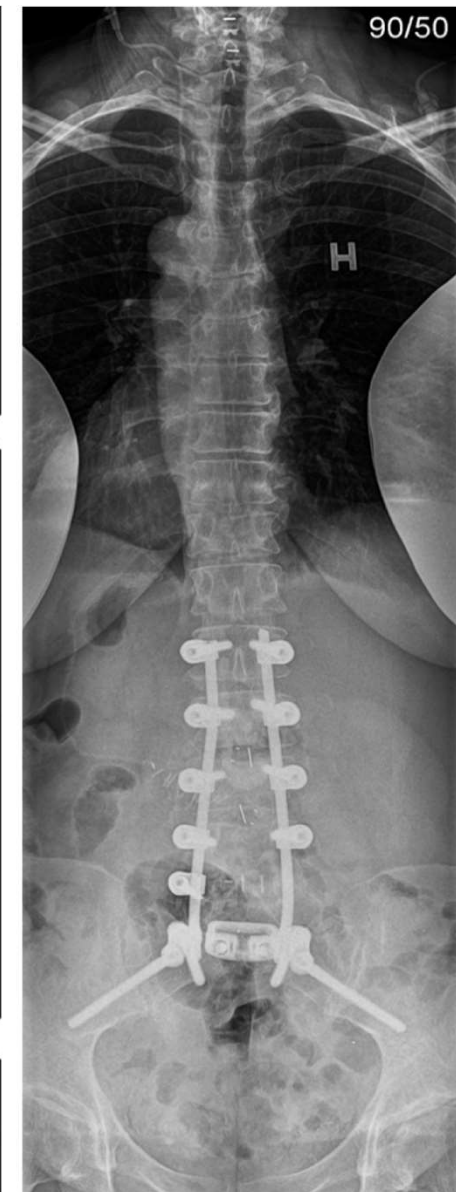
95.44 %

Thorakal kyfose T1-L2

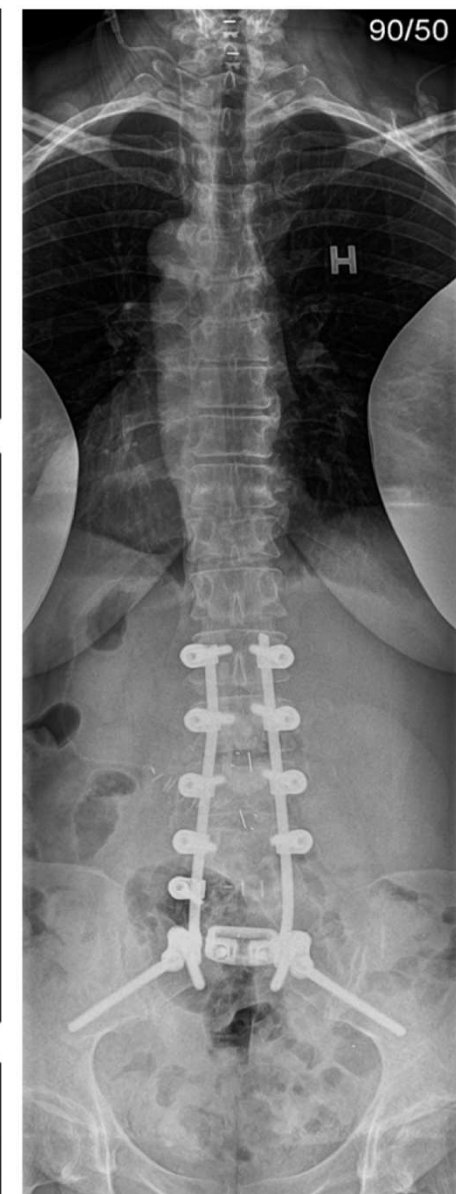
-37.48°

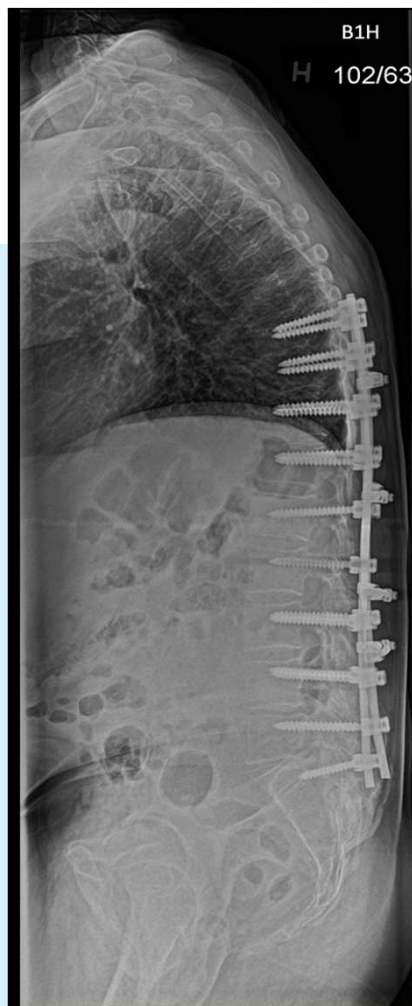
Hyperkyfose Hypokyfose

Rigshospitalet



Rigshospitalet





Simulation og specialfremstillede rygimplantater hos voksne patienter



STRÅLEREDUKTION OG NAVIGATION I RYGKIRURGI

Søren Eiskjær

Ledende overlæge

Klinisk lektor

Rygkirurgisk sektion

Ortopædkirurgisk afdeling

Aalborg Universitetshospital





Hvorfor anvende Navigation i rygkirurgi?

- 1) Forbedret sikkerhed ved placering af pedikelskruer.
- 2) I det hele taget færre intraoperative komplikationer.
- 3) Mindre stråledosis end ved anvendelse af røntgengennemlysning (C-arm).
- 4) Nedsætter operationstiden.
- 5) Forbedret workflow/sikkerhed ved komplekse deformiteter, tumorresektioner, reoperationer.



Hvordan skaffer man 5×10^6 kr?

- Accept fra sygehusledelsen
- MTV (2006)
- O-arm afprøvning (2007/2008)
- Region Nord garanterer økonomi (2007/2008)
- Sundhedsstyrelsen (2008)
- O-arm installeres (marts 2008)
- Statens Institut for Strålebeskyttelse (2009)





Hvordan får vi anvendt O-armen?

Hvis brugerne tror at:

- a) det er besværligt at anvende teknologien (usability)
- b) der ikke tilføres nogen værdi til deres job ved at anvende teknologien (performance expectancy)

er det højst sandsynlig at brugerne vil forkaste den nye teknologi



Det er godt nok en stor maskine



Lord of the Ring

Kan jeg sælge dem en til?



Radioaktiv stråling?
Fukushima ?
Tjernobyl?
Hvor er kølevandet ?

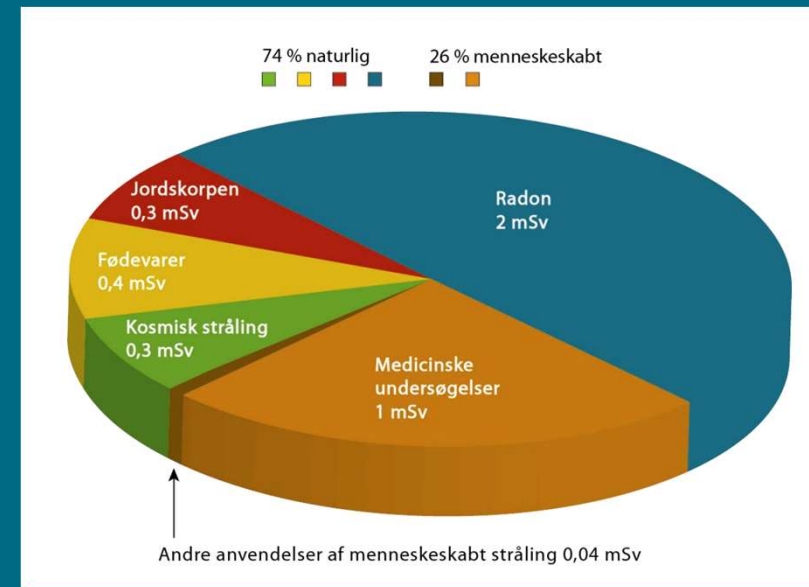
n Stråledosis – hvor farligt er det?

Enheder og begreber:

- Sievert (Sv) – produktet af absorberet stråledosis (væv) x strålevægtningss-faktor som er 1 for rtg. stråling.
- Effektiv dosis (E): Sum af ækvivalente doser for alt bestrålet væv og organer H_T multipliceret med specifikke organ- og vævsvægte w_T (ICRP). $E = \sum w_T H_T$

Stråledosis – hvor farligt er det?

- Baggrundsstråling DK: 3-4 mSv/år.
- Fly DK – Australien: 0,5mSv
- Tjernobyl t = 30 min.: 300 Sv per time
- SIS (Statens Institut for Strålebeskyttelse): Højeste tilladte effektive stråledosis per år 20mSv i forbindelse med arbejdsudøvelse.





Patienten – hvor farligt er det?

- 3D scandoser ved scanning med O-arm svarer med default værdierne til mellem 0.6-0.9 gange dosis med alm. CT-scanner.
- Systematisk review viser, at for røntgengennemlysningsvejledt isættelse af pedikelskruer er effektiv dosis for patient og kirurg større end ved navigation med O-arm/Airo (Caelers, NASSJ 2023).
- Imidlertid kan vi yderligere nedsætte stråledosis ved at indstille kV og mA.



Hvordan nedsætter vi stråledosis og hvor meget?

- Vi ønsker at nedsætte stråledosis til de børn, der opereres for skoliose i børne- og ungdomsårene ved hjælp af ALARA (As Low As Reasonably Achievable) dosis princippet .
- Specielt børn og unge er i risiko ved udsættelse for ioniserende stråling – længere levetid og dermed større risiko for cancerudvikling i løbet af nogle årtier.

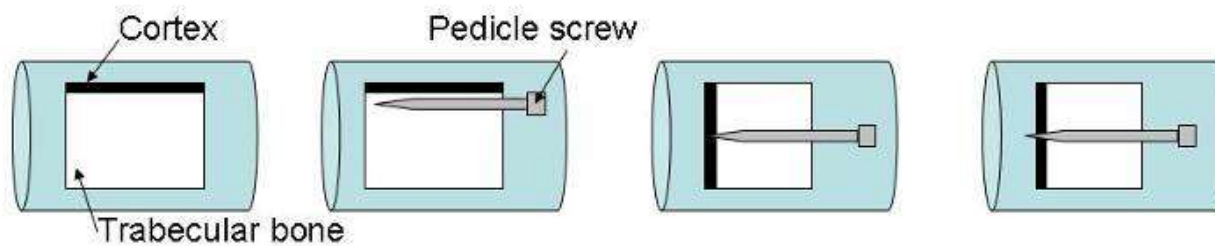
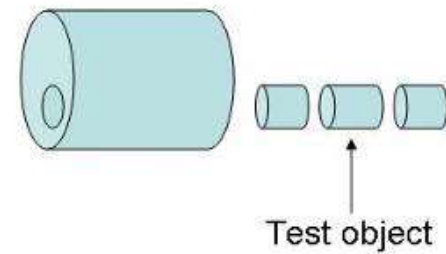
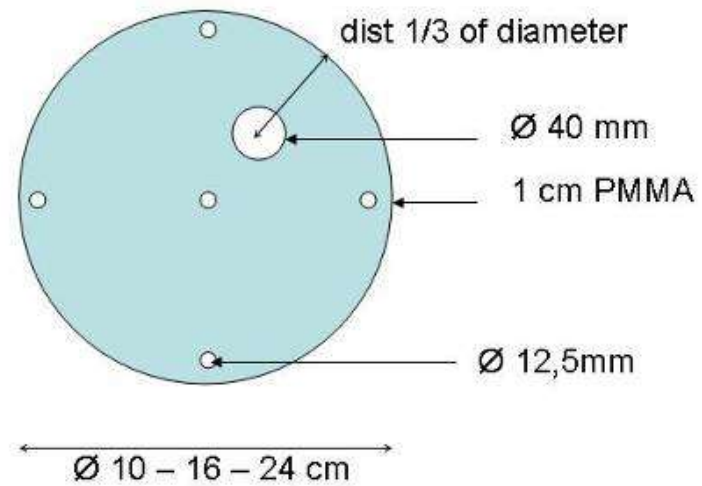


Hvordan finder vi lavest mulige stråledosis?

- Plexiglas fantomer så dosis kan beregnes.
- 10cm (1y), 16cm (5y) and 24cm (12y) fantomer.
- Dosis måles med 100mm ion-kammer.
- Effektiv dosis beregnes med PCXMC Monte Carlo dose simulationsprogram (ICRP 103 vævsvægte).

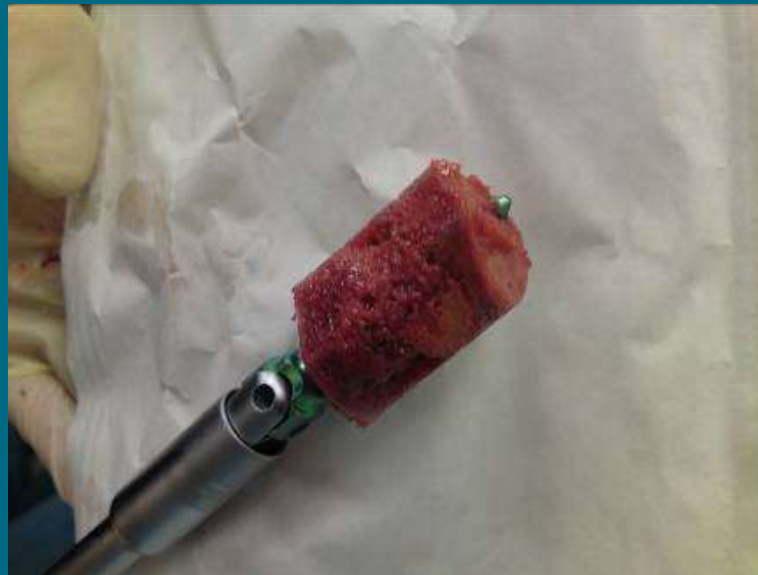


Fantom design:





Forskning i praksis:





Fantomerne scannes





Fantomerne scannes



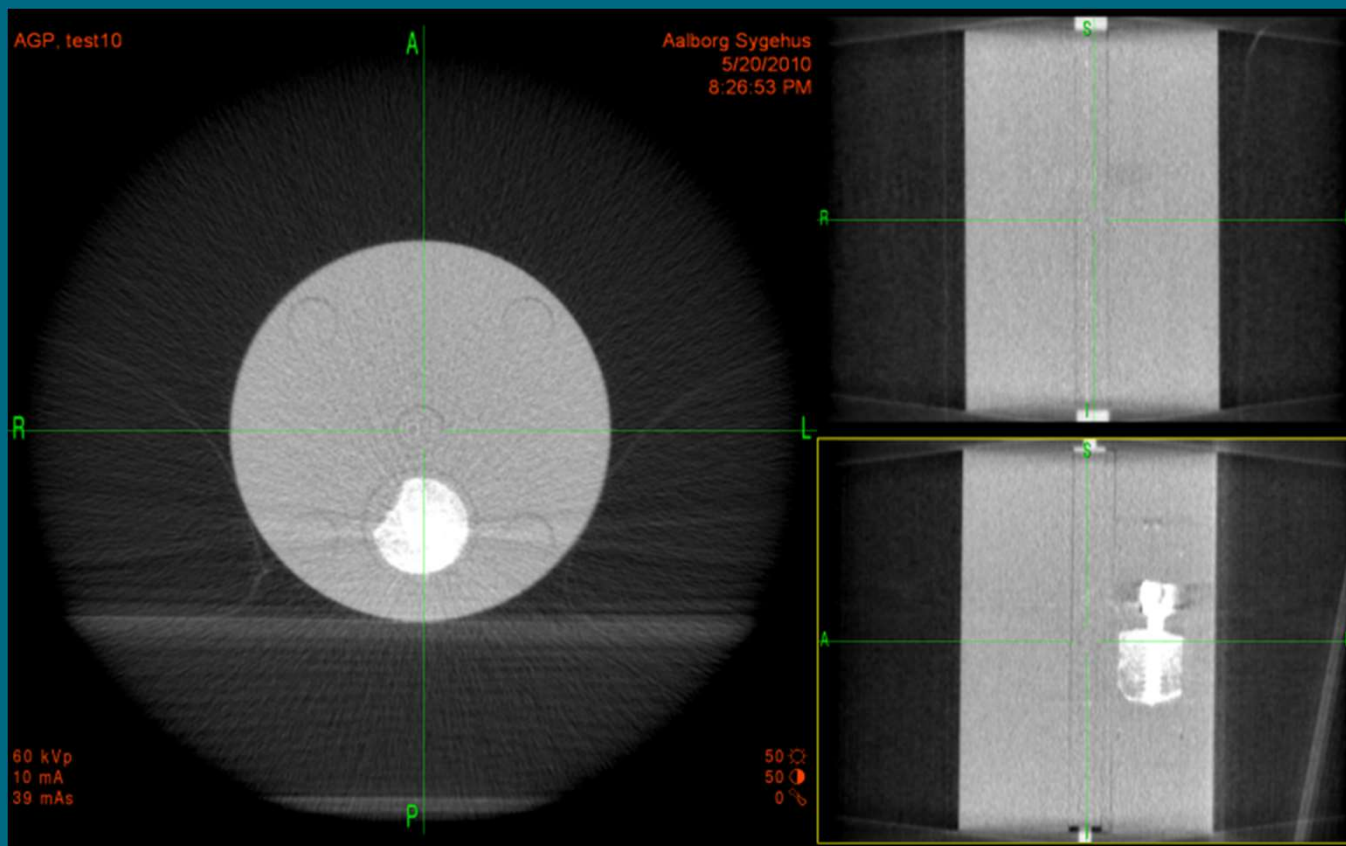


Hvordan finder vi lavest mulige stråledosis ifølge ALARA:

- Dosis optimering idet først strømstyrken i røntgenrøret (mA) og derefter spændingen reduceres (kV).
- Billedkvalitet vurderes af to rygkirurger.
- Case study: 15 pt. med gennemsnitsalder på 11,5 år.
- I gennemsnit blev 9.7 vertebra scannet (3-16 niveauer), og i gennemsnit blev der anvendt 2.5 scan.

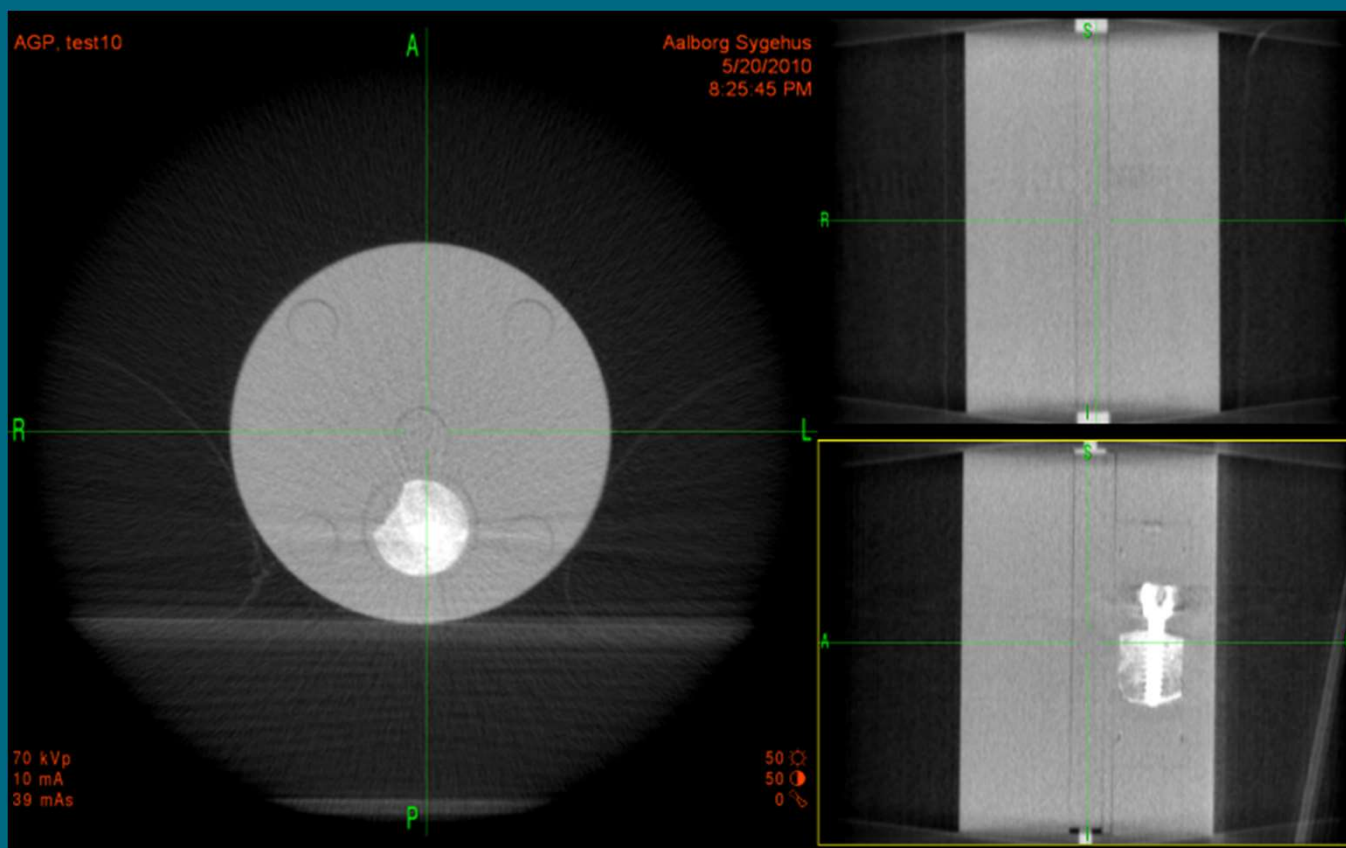


10 cm – not acceptable





10 cm – just acceptable





Hvor langt ned kunne stråledosis reduceres?

Nye forbedrede kVp- og mA-protokoller for peroperativ 3D scanning med O-armen:

- **10cm fantom (1y): 70kVp and 10mA**
- **16cm fantom (5y): 80kVp and 10mA**
- **24cm fantom (12y): 70 kVp and 20mA**

Dose optimization for intraoperative cone-beam flat-detector CT in pediatric spinal surgery.
Petersen AG, Eiskjær S, Kaspersen J. Pediatr Radiol. 2012 Aug;42(8):965-73.



Var vi enige om, hvad der var acceptabelt?

- Der var betydelig enighed mellem de to observatører
- Kappa-værdier
- Total: 0.73
- 10cm fantom: 0.64
- 16cm fantom: 0.72
- 24cm fantom: 0.70



Hvor langt ned kunne stråledosis reduceres?

Effektive dosis med de optimerede protokoller:

- Ca. 0.5 mSv/scan
- Dosis reduction 92% - 95%.

Case study:

- I alle tilfælde kunne de nye protokoller anvendes uproblematisk.



Konklusion:

- For børn bør default værdierne ikke benyttes, men derimod de nye børneprotokoller:
- 10cm fantom (1y): 70kVp and 10mA
- 16cm fantom (5y): 80kVp and 10mA
- 24cm fantom (12y): 70 kVp and 20mA



Kan vi og producenten gøre det endnu bedre?

Stadig nødvendigt med indstilling for hvert enkelt scan hos børn.

Hardware: Tube current $< 10\text{mA}$, bow-tie filter, slot beam CT configuration.

Software: Automated current modulation, adaptive statistical iterative reconstruction.

Stadig mulighed for forbedring!



Vi bygger stadig!



<https://byghospitalsbyen.rn.dk/>



Navigation ved operation af medfødte børnerygdeformiteter

Case

- 4 år gammel pige
- Medfødt halvhvirvel L3-L4
- Tilfældigt opdaget
- Ingen andre misdannelser, MR normal
- Asymptomatisk

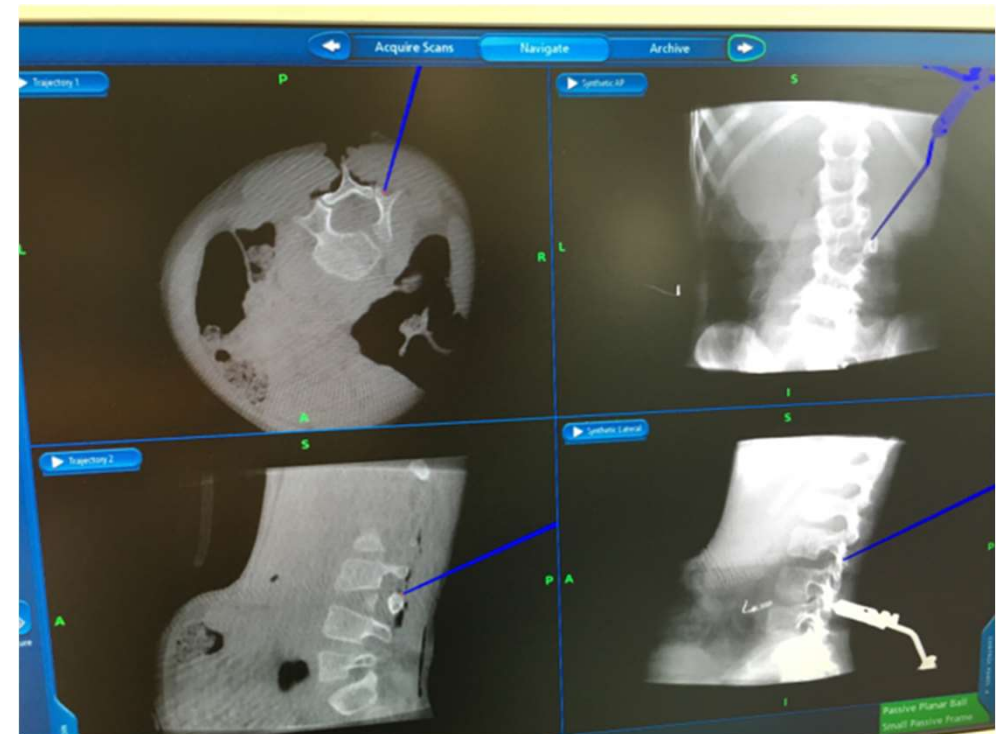
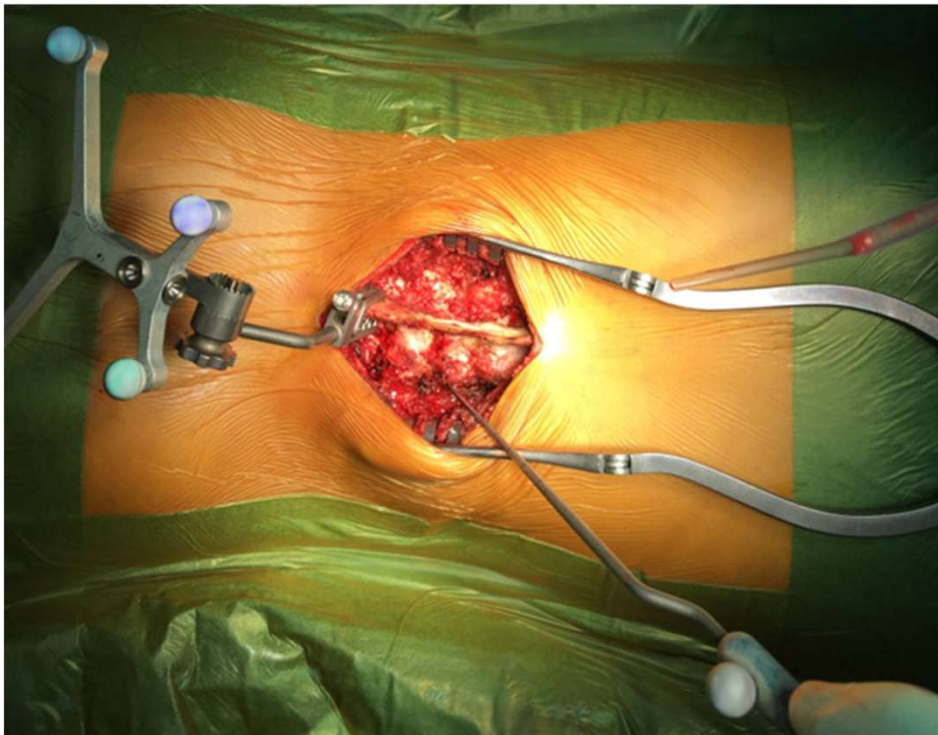


Foretrukken teknik

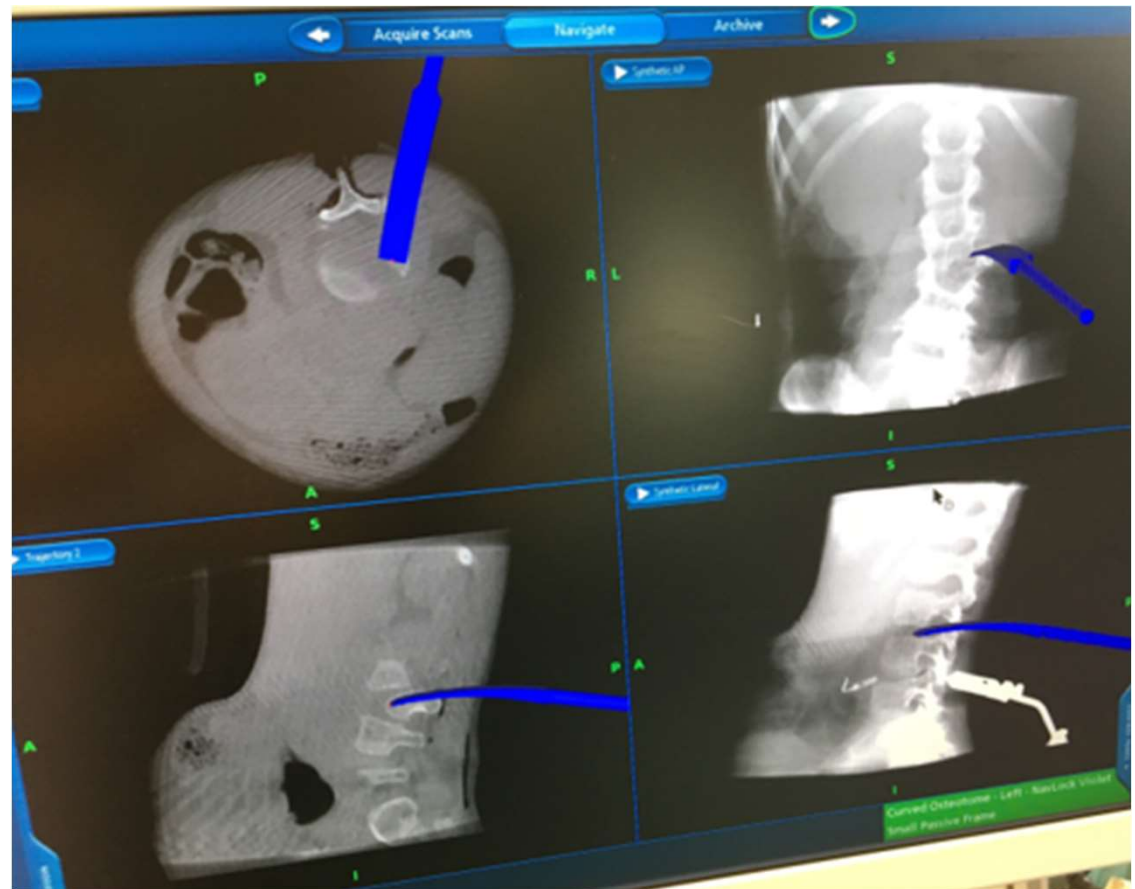
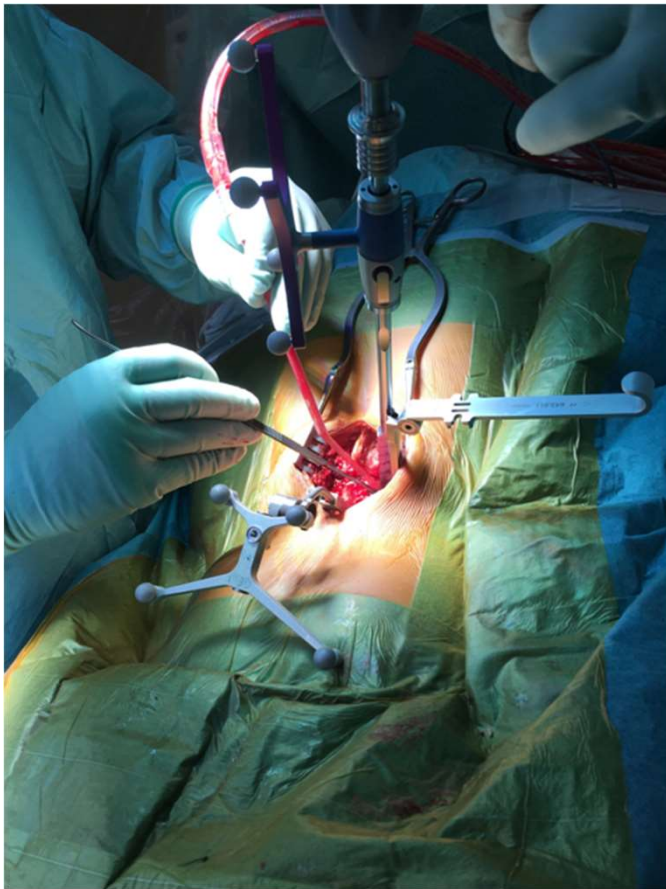
- Kirurgi inden der udvikles strukturelle kurver over og under deformiteten
- Især deformitet på den lumbosacrale overgang

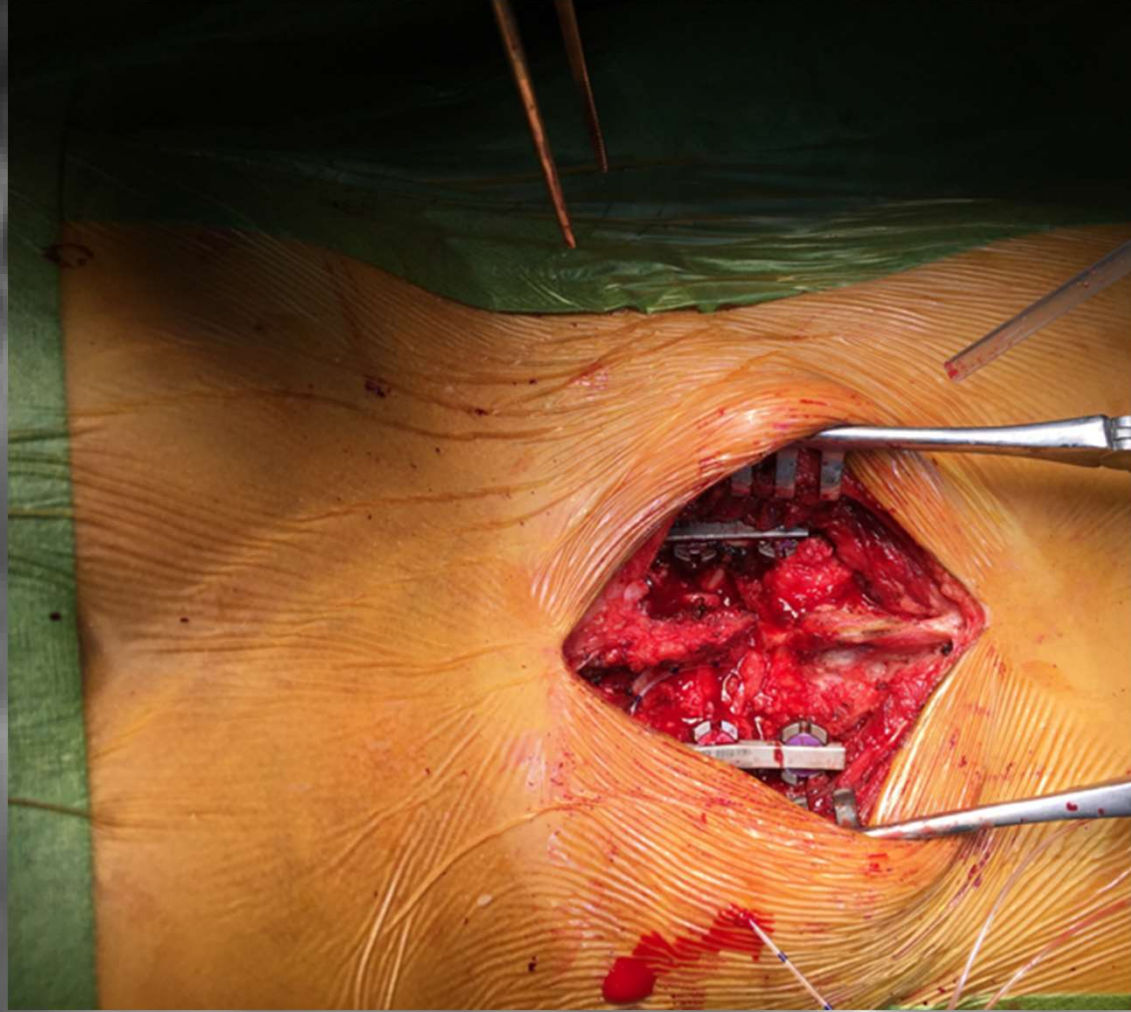


Navigationsvejledt excision



Navigationsvejledt excision





Take-home messages

- Reduceret strålerisiko for personale og patient
- Større præcision
- Individuel behandling

Grand Rounds

Rigshospitalet

Paneldebat



Grand Rounds

Rigshospitalet

Paneldebat

rigshospitalet.dk/grandrounds

Grand Rounds

Rigshospitalet

Tak for i dag

