

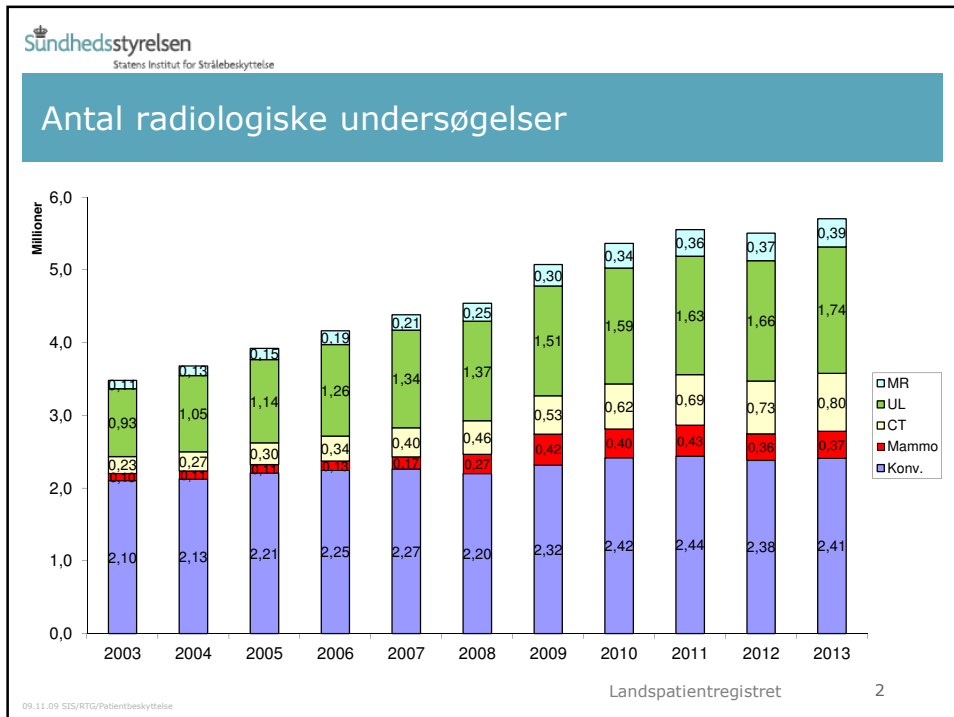
Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

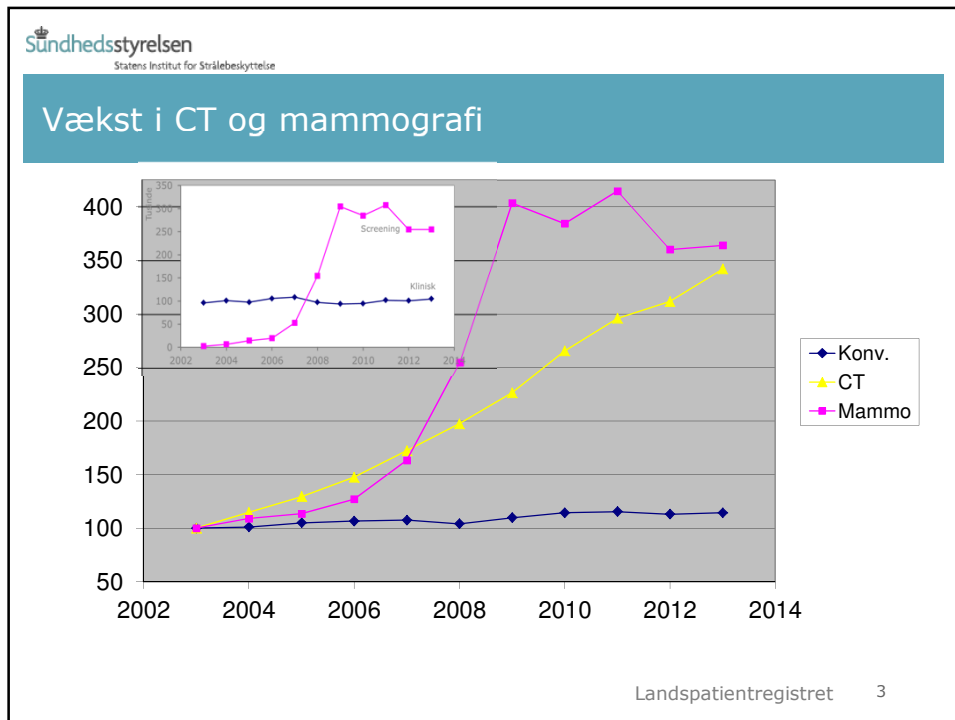


Patientbeskyttelse

A-kursus i Diagnostisk radiologi
Teknik og strålebeskyttelse

Hanne Waltenburg
Statens Institut for Strålebeskyttelse



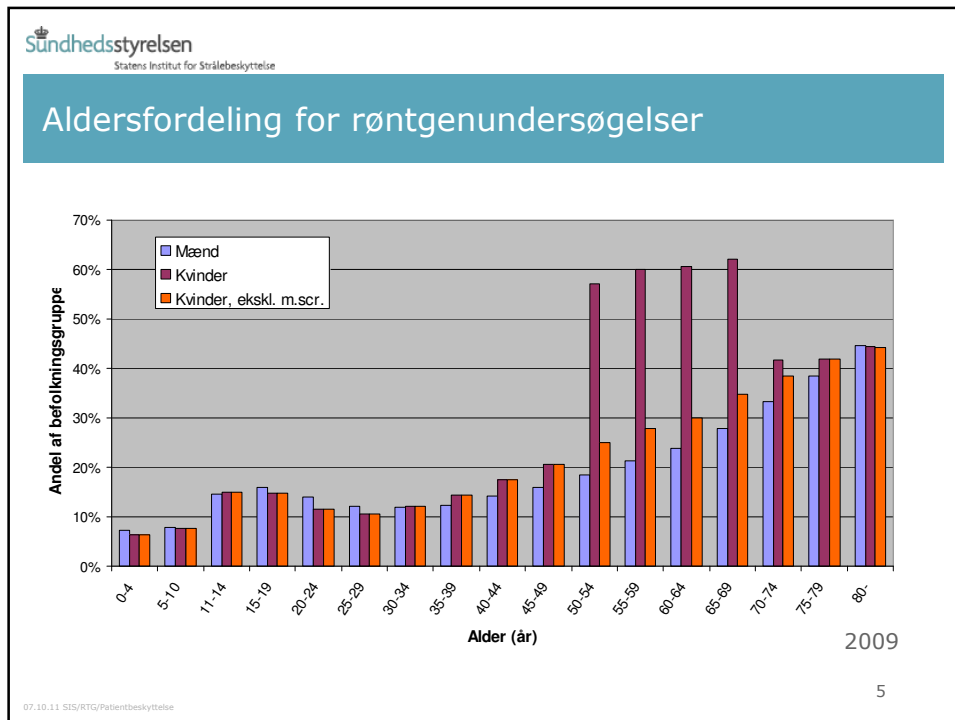


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Antal røntgenundersøgelser pr. dansker (1/2)

Antal us. per år	% af befolkning				
	Alle røntgenus.			CT-us.	
	Mænd	Kvinder inkl. m.scr.	Kvinder ekskl. m.scr.	Mænd	Kvinder
1	8,6	12,8	8,8	2,2	2,4
2	4,1	6,9	5,5	1,1	1,1
3	1,9	3,0	2,5	0,5	0,5
4	1,2	1,9	1,7	0,3	0,3
5	0,7	1,1	1,0	0,2	0,1
>5	2,1	2,8	2,6	0,5	0,5
I alt	18,6	28,4	22,1	4,9	4,9

26.02.13 SIS/RTG/Patientbeskyttelse 4 Landspatientregistret, 2011



5


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Eksempler på patientdoser

Røntgenundersøgelse	Effektiv dosis ca. mSv	Gonadedosis ca. mSv	
		Testes	Ovarie
Arme, ben, tand	0,01	< 0,01	<0,01
Lunger	0,1	<0,03	<0,02
Columna lumbalis	1	1,8	6
Colon	10	5	7
Kranie (CT)	1	0,003	0,002
Abdomen (CT)	10	1	15
Karundersøgelser	>10		

19.09.01 SIS/RTG/Strålebeskyttelse


6


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Stråleudsættelse af patienter

- Berettigelse
 - Særligt for medicinsk anvendelse: både udbytte og risiko kan henføres direkte til patienten
 - Kun stråleudsættelse hvor det giver et positivt udbytte for patienten
- Optimering
 - Lavest mulige dosis foreneligt med det diagnostiske/terapeutiske formål
 - ALARA
- Begrænsning af doser
 - Ingen dosisgrænser for patienter!
 - Referenceniveauer – referencedoser


8.11.07 SIS/Rtg/Strålebeskyttelse 7


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Stråleudsættelse af patienter

- Berettigelse af medicinsk stråleudsættelse (diagnostik):
 - afvejning af den nytte patienten har af undersøgelsen mod den risiko den medfører både somatisk og genetisk
 - 1. praksis – røntgendiagnostik
 - 2. undersøgelse – CT for given indikation
 - 3. undersøgelse af den enkelte patient – indikation, kontraindikationer mv.
- Normalt ingen risiko for somatiske skader
 - NB: Interventionsradiologi – hudskader
 - NB: Gentagne CT af hovedet – øjelinsen
- Genetisk belastning så lav som muligt => gonadebeskyttelse

8.11.07 SIS/Rtg/Strålebeskyttelse 8




 Sundhedsstyrelsen
 Statens Institut for Strålebeskyttelse

Mammografiscreening – berettigelse

- Beregnet med en $w_T = 0,05$
 (Ny ICRP regner med $w_T = 0,12$)
 pr. million personer

Alder ved us (år)	30	40	50	60
C.mam. fundet	170	700	5000	6200
C.mam. induceret	56	28	11	3
Ratio (fundet/induceret) "positiv udregning"	3	25	455	2067
Ratio (fundet/induceret) "negativ udregning"	0,8	6	170	775

18.01.08 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 9



 Sundhedsstyrelsen
 Statens Institut for Strålebeskyttelse

Observations

- Overutilization is unquestionably present
- Largest factors appear to be
 - Self-referral– 8%-12%
 - Defensive medicine (pt preferences)– 5-25%
 - Lack of knowledge on part of referring physicians– 10-15%
 - Practice variation
 - Lack of systems for decision support/utilization management

William R. Hendee IAEA Workshop: International Workshop on Justification of
 Medical college of Wisconsin Medical Exposure in Diagnostic Imaging, September 2009
10

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Berettigelse af CT – Sverige

- 80 % af CT undersøgelser berettigede
- Alle henvisninger til CT undersøgelser på én dag i 2006
- Evalueret af radiologer og klinikere
- Grad af berettigelse afhængig af:
 - anatomisk region
 - patientens alder
 - henviser

Age group [years]	Brain (%)	Abd. Pelv. (%)	Thorax (%)
0-20	60	50	75
20-30	75	55	75
30-40	70	55	85
40-50	80	65	85
50-60	80	75	90
60-70	85	75	90
70-80	85	75	85
80-100	90	70	85

<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2009/SSM-Rapport-2009-03.pdf>

11

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

For mange undersøgelser ? ... Eller for få ?

Opdateret 11.05.2012 Nyheder: Mediko-teknik

Brugen af ct-scanninger fordoblet på fem år

Danskerne bliver scannet som aldrig før. Brugen af ct er fordoblet på bare fem år, og det skyldes i høj grad det øgede fokus på hurtig kræftudredning. Ledende overlæge giver blandt andet lægers frygt for at overse sygdomme skylden.

Ledende overlæge Edith Nielsen,
neurorad., Aarhus Universitetshospital


Opdateret 11.11.2010 Nyheder

Danskerne dør af mangel på scannere

Danmark foretager et foruroligende lavt antal af nuklearmedicinske undersøgelser af kræftsige organer. Det kan sammen med for få ct-scannere til kræftdiagnostik være en del af forklaringen på Danmarks relativt ringe kræftoverlevelse, mener professor Liselotte Højgaard.

Prof. Liselotte Højgaard
Nukl.med., RH


12


Statens Institut for Strålebeskyttelse

"Køreplan" for røntgenundersøgelse

- Henvisning
 - anmodning om diagnostisk information
 - skal indeholde information om den kliniske problemstilling
 - indikation
 - evt. tidligere undersøgelser
 - graviditetsforhold, når relevant
- Beslutning om berettigelse ligger hos den radiologiske afdeling
 - skal undersøgelsen udføres?
 - hvilken modalitet?
- Korrekt udførelse af undersøgelsen
 - Selve undersøgelsen udføres ofte af radiografer el. lign.
- Beskrivelse / afgivelse af svar

13



Statens Institut for Strålebeskyttelse

Henvisningskriterier

- Beslutningsstøtteværktøj
- Ideelt evidensbaserede
- DRS: Vejledninger vedr. radiologiske procedurer (2006 – ikke gældende – under opdatering)
http://www.drs.dk/Download/vejl_rad_proc_3udg_watermark.pdf
- RCR: Referral guidelines – iRefer
www.rcr.ac.uk/content.aspx?PageID=995
- ACR: Appropriateness Criteria
<http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>
- Western Australia: Diagnostic Imaging Pathways
<http://www.imagingpathways.health.wa.gov.au>


01.06.00 SIS/Rtg/Personalebeskyttelse

14


 Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Informeret samtykke / Information til patienter


- Samme retningslinjer som for sundhedsområdet generelt
 - Vejledning om information og samtykke, 1998
 - <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=21076>
- Fyldestgørende information
 - afpasses efter patientens forudsætninger
- Person der informerer skal have tilstrækkelig faglig indsigt
 - ansvaret for information kan ikke delegeres til henv. afdeling
- Altid ved spørgsmål fra patienten
 - gerne foldere til uddeling
 - skriftlig information kan **aldrig** stå alene
 - personalet skal have adgang til viden om patientdoser/risiko



15

 Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Kvalitetsstyringsystem



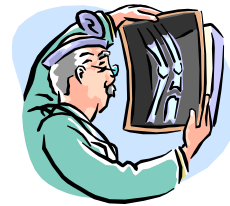
- Hele processen
 - henvisning af patienten
 - fremskaffelse af resultater fra tidligere undersøgelser
 - forberedelse af patienten
 - undersøgelse af patienten
 - beskrivelse af undersøgelsen og afgivelse af svar
- Analyse af afvigende resultater såvel billedmæssige som diagnostiske
- Principperne for korrigerende handlinger
- Oplæring af personale i udførelse af røntgenundersøgelser
- Modtagekontrol og konstanskontrol af apparaturet
- Beskrives i kvalitetshåndbog

10.11.09 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse

16

Ansvarsområder for ansvarlig leder (radiolog)

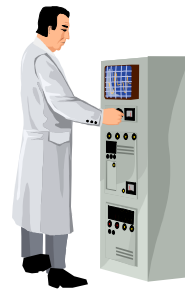
- retningslinjer for henvisning
- henvisninger skal suppleres med oplysninger om tidligere undersøgelser
- afgørelse af om en undersøgelse er berettiget og skal udføres
- information om strålerisiko
- etablering af kvalitetsstyringssystem mv.
 - i samarbejde med fysiker



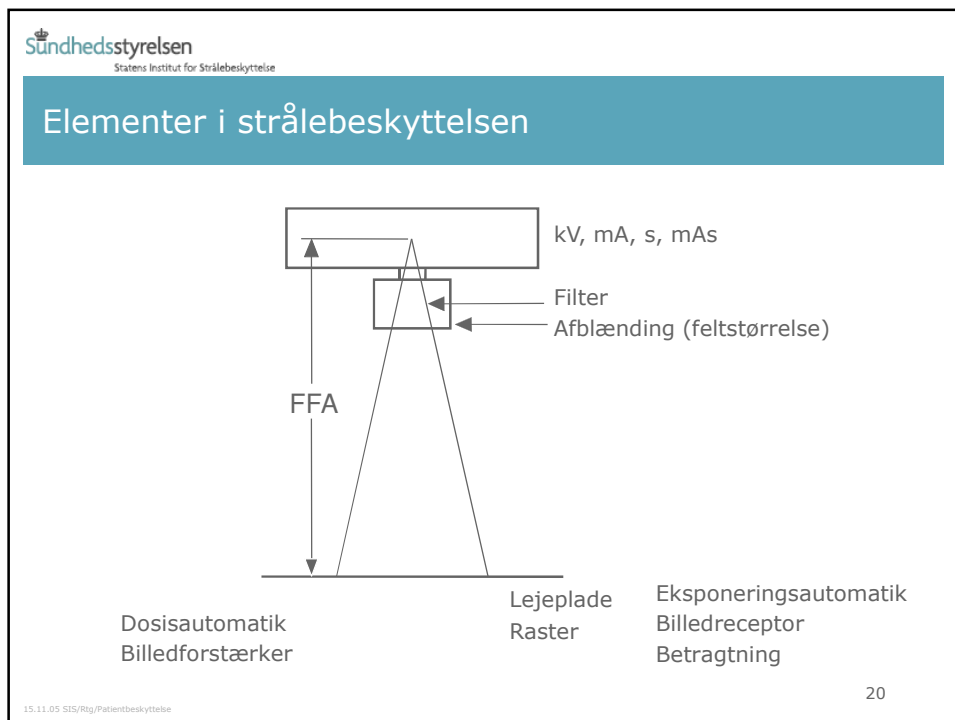
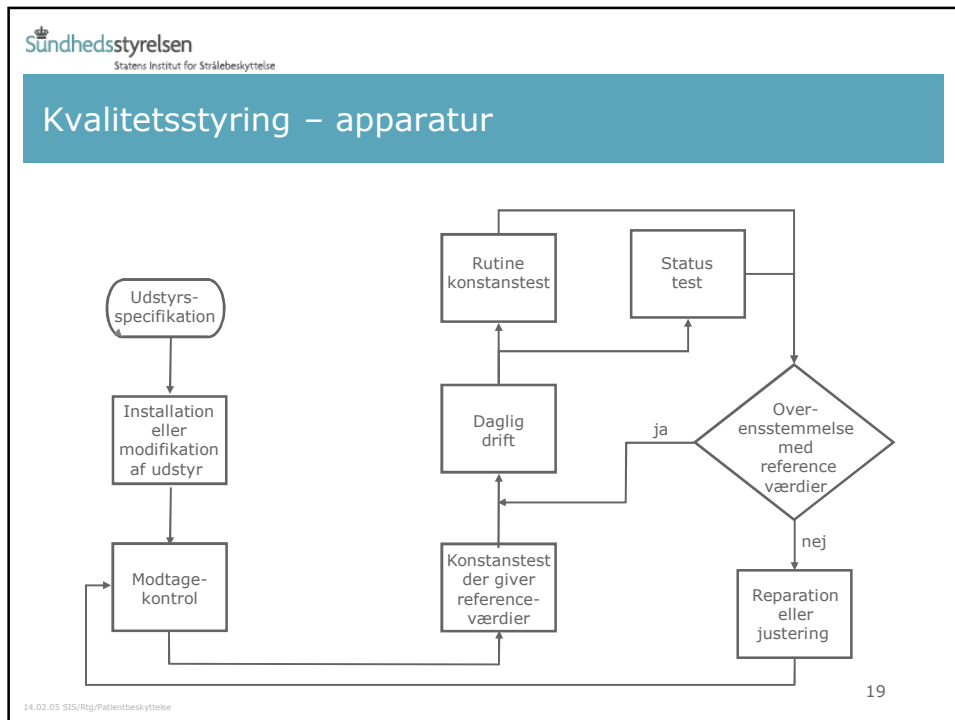
17

Ansvarsområder for ansvarlig fysiker

- kontrol af apparaturet – må ikke forringes
- skal tage apparaturet ud af drift, når det ikke opfylder driftsbetingelserne
- måling af patientdoser
 - fosterdoser
 - til sammenligning med referencedoser
- optimering af dosis og billedkvalitet
 - i samarbejde med radiologen
- instruktion om apparaternes brug
- rådgivning om strålebeskyttelse



18



Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

kV

- Høj spænding – hård stråling
 - lav dosis
 - lav billedkontrast
- Lav spænding – blød stråling
 - høj dosis
 - høj billedkontrast
- Spændingen
 - må ikke afvige mere end 10% fra den indstillede værdi
 - bør højst afvige 5%

Indgangsdosis:
2,5 mSv ved 75 kV
1,4 mSv ved 120 kV

Gonadedosis:
0,8 mSv ved 75 kV
0,5 mSv ved 120 kV

01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse

21

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

mA, s, mAs

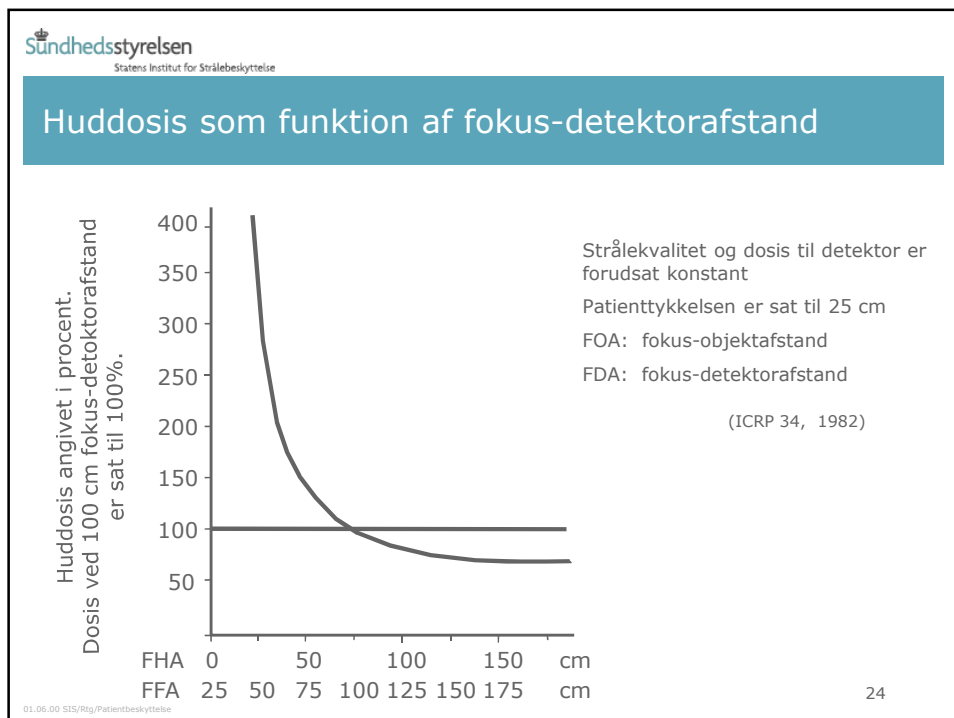
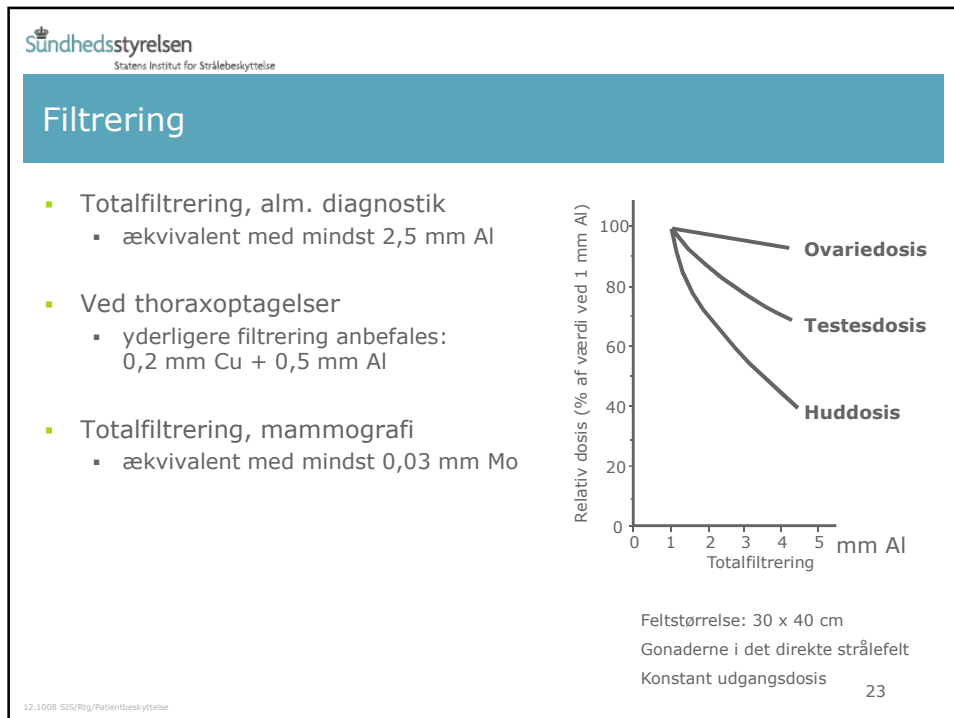
Ved en given kV er:

rørstrøm [mA]	bestemmende for dosishastigheden (Gy/s) dvs. en lav mA giver lang eksponeringstid
mAs-værdi [mAs]	bestemmende for dosis (Gy) til detektoren ("sværtningen"/pixel-værdi)

eksponeringstiden	bør højst afvige 5% fra den indstillede værdi, må ved meget korte tider afvige helt op til 30%
mAs-værdien	bør højst afvige 5% fra den indstillede værdi, må ved små mAs-værdier afvige helt op til 20%

01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse

22



Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Strålefeltet på patienten

Afblænding

- Mængden af spredt stråling ~proportionalt med strålefeltets areal
- Strålefeltet begrænses til det klinisk relevante
 - bedre billedkvalitet
 - lavere dosis til patient (og personale)
- Lysviserblændere: lysfeltet må ikke afvige mere end 1 % fra strålefeltet

Kompression

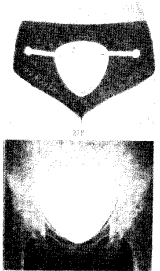
- Reducerer patientdosis
 - forbedrer desuden billedkvalitet
- Standard for mammografi

12.10.08 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 25

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Gonadeafdækning

- Mænd under 50 år
 - Røntgenundersøgelser, hvor strålefeltet kan komme testes nærmere end 10 cm.
 - Gonadebeskytter af kapseltypen
 - Blyækvivalent mindst
 - 0,5 mm til voksne
 - 0,35 mm til drenge
- Kvinder under 50 år
 - Røntgenundersøgelser, hvor strålefeltet kan komme ovarierne nærmere end 10 cm
 - Blyækvivalent mindst 0,5 mm
 - Forskellige størrelser

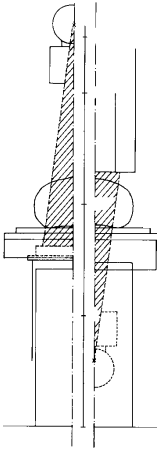


01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 26

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Lejeplader

- Overbordsrør (eks. alm. diagnostik):
 - Maks. dæmpning svarende til 1,2 mm aluminium
 - Undgå madrasser af PVC - dæmper strålingen meget
- Underbordsrør (ofte ved gennemlysning):
 - Lejepladen giver ekstra filtrering
 - NB: spredt stråling
- Kulfiber dæmper mindre end aluminium
 - bruges også til f.eks. rastre



01.06.00 SIS/RTG/Patientbeskyttelse

27

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Brug af rastre begrænses mest muligt

Relativ indgangsdosis ved konstant dosis til detektoren
når der anvendes rastre med forskellige skaktforhold

Skaktforhold	Relativ indgangsdosis		
	70 kV _p	95 kV _p	120 kV _p
intet raster	1	1	1
5 : 1	3	3	3
8 : 1	3,5	3,75	4
12 : 1	4	4,25	5
16 : 1	4,5	5	6

ICRP 34

12.10.08 RTG/Patientbeskyttelse

28

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Eksponeringsautomatik – AEC

Variation mellem dominanter
Spændings-afhængighed
Afhængighed af patienttykkelse
Reproducerbarhed

- Eksponeringsautomatik skal være tilstrækkeligt følsom til den anvendte detektor mv.


08.10.08 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 29

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Gennemlysning med dosisautomatik

0,2 $\mu\text{Gy/s}$
0,4 $\mu\text{Gy/s}$


01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 30


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Doser for billedregistrerende systemer / AEC

- Så følsomt som muligt
 - foreneligt med diagnostiske krav
- Speedklasser Udkoblingsdosis
 - speed 100: 10 μGy
 - speed 200: 5 μGy
 - speed 400: 2,5 μGy
- Gennemlysning
 - 0,2 til 1,0 $\mu\text{Gy/s}$

12.10.08 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 31


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Krav ved gennemlysning

Lavkontrastfølsomhed	bedre end 4% ved gennemlysning
Opløsningsevne	$\geq 1,12$ lp/mm ved gennemlysning
Dosishastighed	$\leq 0,5$ $\mu\text{Gy/s}$
<i>Karundersøgelser</i>	$\leq 1,0$ $\mu\text{Gy/s}$
<i>Andere specialus. (efter tilladelse)</i>	$> 1,0$ $\mu\text{Gy/s}$
Gennemlysningsstrøm	≤ 4 mA ved 1 m FSA

01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 32

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Deterministiske effekter - hud


Effekt	Tærskeldosis (Gy)	Latenstid
Forbigående rødmen	2	2 – 24 t
Rødmen	6	≈ 10 dage
Forbigående hårtab	3	≈ 3 uger
Permanent hårtab	7	≈ 3 uger
Tør afskalning	14	≈ 4 uger
Væskende afskalning	18	≈ 4 uger
Iskæmisk nekrose	18	> 10 uger
Nekrose (forsinket)	> 12	> 52 uger

Typisk normal dosishastighed: 0,02 Gy/min
Typisk høj dosishastighed: 0,2 Gy/min


14.10.08 Generel/SIS 33

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Digital Radiografi

- Billedet kan "overeksponeres" uden konsekvenser for billedkvaliteten
=> unødvendig stråleudsættelse
- Digital gennemlysning
 - meget let at optage (og slette) billeder
 - tendens til at optage flere billeder end nødvendigt
- Krav til data kompression og post-processing skal defineres
 - for forskellige modaliteter
 - for hver type af diagnostisk undersøgelse
- Optimering
 - acceptabelt klinisk billede med en passende dosis
 - lokale referencedoser

25.04.08 SIS/RTG/Digitale systemer 34



Statens Institut for Strålebeskyttelse

Optimering

- Forskellige diagnostiske problemstillinger kræver forskellige grader af billedkvalitet

Klinisk problemstilling	Billedkvalitet	Kommentar
Primær knogle svulst	Høj	Billedet kan måske vise skaden.
Kroniske smerter i ryggen, hvor der ikke er indikationer for infektion eller lignende.	Middel	F.eks. spondylolisthesis.
Lungebetændelse hos voksne: opfølgning	Lav	


25.04.08 SIS/RTG/Digitale systemer 35


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Referencedoser ^(1/4)

- Værktøj til optimering
- Referencedosis gælder for komplet "normal" undersøgelse
 - forventes ikke overskredet ved "normale" undersøgelser
 - nationale referencedoser – fastlægges af SIS
 - lokale referencedoser – kan fastlægges af det enkelte sygehus
- Repræsentativ dosis = afdelingens gennemsnit af doser for standardpatienter
- Referencedosis bruges ikke som mål for den enkelte patient
 - repræsentativ dosis holdes op mod referencedosis

10.11.09 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 36


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Referencedoser (2/4)

- Patientdoser måles hvert andet år
 - for gennemlysningsundersøgelser hvert år
 - senest 6 måneder efter idriftsættelse (CT)
 - repræsentative doser sammenlignes med referencedoser
- Repræsentativ dosis systematisk højere end referencedosis
 - årsagerne til dette fastlægges og ændres
- Repræsentativ dosis væsentligt lavere end reference-doserne
 - den diagnostiske information muligvis ikke tilstrækkelig til at sikre patienten det forventede udbytte

10.11.09 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 37



Statens Institut for Strålebeskyttelse

Referencedoser (3/4)

Konventionelle røntgenundersøgelser

- Voksne, april 2012
 - Vejledning om patientdoser og referencedoser for røntgenundersøgelser (Konventionelle røntgenundersøgelser)
 - http://www.sst.dk/~media/Sundhed%20og%20forebyggelse/Straalebeskyttelse/SIS/Roentgen/Vejledning_referencedoser_konv2012.ashx
 - 5 undersøgelsestyper
 - DAP (Areal dosis)
- Børn, december 2006
 - Vejledning om patientdoser og referencedoser for røntgenundersøgelser (Konventionelle røntgenundersøgelser af børn)
 - http://www.sst.dk/publ/Publ2006/SIS/Vejl_referencedoser_boern/Vejledning_referencedoser_boern.pdf


08.10.08 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 38


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Referencedoser (4/4)


- CT-undersøgelser
 - Ny vejledning, april 2012
<http://www.sst.dk/publ/Publ2012/04apr/RtgusVejlPtodoserCTus.pdf>
 - 10 undersøgelsestyper
+ afdelingens 3 mest benyttede protokoller
 - DLP (Dosis-længdeprodukt)
- Mammografi
 - Vejledning om referencedoser for røntgenundersøgelser, marts 2001
 - Klinisk mammografi
 - MLO og CC
 - Kerma i luft: 10 mGy (Effektiv dosis 0,11 mSv)

08.10.08 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 39


Statens Institut for Strålebeskyttelse


Røntgenundersøgelse af kvinder

- I den forplantningsdygtige alder
- Hvor et eventuelt foster vil kunne komme i den direkte stråling
- Graviditetsforhold afklares
 - Udspørge kvinden
 - Menstruationsforhold
 - Graviditetstest
- Ved usikkerhed
 - bør kvinden betragtes som gravid



GRAVIDITET OG RØNTGENSTRÅLING 2005

01.11.07 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 40


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Risikobetragtninger

Deterministiske skader


- Misdannelser vil ikke forekomme ved fosterdoser under 100 mSv
- Fald i IQ (3 point pr. 100 mSv) ved bestråling i 8. – 15. uge

Stokastiske skader

- Øget risiko for dødelig kræft i de første 15 leveår er vurderet til 0,006% per 1 mSv ækvivalent dosis til fosteret

ICRP 84, Pregnancy and Medical Radiation, 2000

41


Statens Institut for Strålebeskyttelse

Normal komplikationsfrekvens

- Normal frekvens (i procent) for spontan abort, abort eller skade ved amnioncentese og fosterskader

Abort ^a	Invasiv diagnostik ^b (skade ell.abort)	Kongenitte misdannelser ^b	Retardation	Leukæmi/dødelig cancer i barnealderen (0-15 år) ^c
15	1	3	3	0,01-0,02

^a ICRP 84, Pregnancy and Medical Radiation, 2000
^b Fosterdiagnostik og risikovurdering, Sundhedsstyrelsen, 2003,
^c Cancer incidence in Denmark, Sundhedsstyrelsen, 1998.

42

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse
GRVIDTET OG RØNTGENSTRÅLING
2005

Sandsynlighed for at få et sundt barn

- Sandsynligheden (i procent) for at få et sundt barn som funktion af fosterdosis

Fosterdosis (mSv)	Sandsynlighed for at få et barn <u>uden</u> misdannelser.	Sandsynlighed for at et barn <u>ikke</u> udvikler cancer (0-14 år)
0	97	99,98
0,5	97	99,98
1,0	97	99,98
2,5	97	99,98
5,0	97	99,98
10	97	99,92
50	97	99,68
100	~97	99,38

43


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Røntgenundersøgelse af (måske) gravid kvinde

- Overvej indikationen igen
 - Kan undersøgelsen vente?
 - Kan undersøgelsen foretages uden ioniserende stråling?
- Hvis undersøgelsen gennemføres – skal fosterdosis vurderes
 - Hvis fosterdosis kan være større end 10 mSv
 - Noter for hver optagelse: kV, mAs, mA, sek. FFA, snittykkelse, CTDI-værdi, lejebevægelse, projektion, udblænding osv.
 - Hvis fosterdosis kan være over 50 mSv
 - skal ansvarlig fysiker anvende apparatspecifikke målinger til beregning af fosterdosis
 - Undersøgelsen udføres under særlig hensyntagen
 - Dokumentation om fosterdosis gemmes i patientjournal og sendes til praktiserende læge

01.11.07 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse


44


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Utilsigtet bestråling af gravid

- Fosterdosis skal vurderes af radiologiske eksperter
- Hvis fosterdosis vurderes til at kunne være større end 10 mSv.
 - Fysiker skal beregne fosterdosis.
 - Hvis fosterdosis kan være over 50 mSv skal ansvarlig fysiker anvende apparatspecifikke målinger til beregning af fosterdosis.
- Dokumentation i patientjournal og sendes til praktiserende læge.
- Kvinden skal informeres om risikoen
- Indberetning til SIS ved fosterdoser over 10 mSv.
 - Fosterdosis – undersøgelsestype - graviditetsuge

45


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Case – Utilsigtet CT af gravid

2011

Anamnese


- 20/6 UL – abdomen
 - Minus patologiske fund
- 23/6 Indlagt akut
 - Smerter gennem 1 år
 - Nu voldsom smerte
 - UL gentages.
 - Nu mistanke om paraumbilical hernie
- 11/7 CT-henvisning skrives i Kir. amb.
- 28/8 CT-skanning af abdomen inkl. peroral kontrast udføres
 - Patienten svarer nej til graviditet
- Indikation: Uafklaret abdominal smerte.
 - Smerter i øvre del af abdomen med udstråling i ryg og imbilicus – ingen galdesten
 - Familiær disposition for nyresten
 - Hernieopereret

46

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Case – Skannings protokol – 64 slice skanner

Protokol	
▪ kV	120
▪ Pitch	0,984
▪ Rot.	0,5
▪ DLP	507 mGy·cm
▪ CTDI _{vol}	10,26 mGy
▪ Scanlængde	45 cm
Patient	
▪ Vægt	ca. 70 kg
▪ Alder	19 år




47

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Case – Foster dosis

- Egen læge henvender sig til røntgenafdelingen et par dage senere
 - Patienten er gravid – 6 uger
- Afdelingen kontakter fysiker som udregner fosterdosis
 - Dosis beregnes på gennemsnits-mA i bækkenområdet
- Fosterdosis beregnes til 24,6 mSv
- Øget risiko på 0,15 % for at udvikle kræft (0-15 år)
- Indberetning til SIS og egen læge



48

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Risiko ved bestråling af gravide

- For de fleste patienter
 - undersøgelsen berettiget
 - risikoen for fosteret minimal
- Manglende viden
 - skaber unødigt frygt
 - medfører sandsynligvis unødvendige aborter



08.10.08 SIS/Rtg/diverse 49

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Utilisgtede hændelser

- SIS skal underrettes om alle hændelser
 - hvor utilisgтет bestråling af personer er sket eller kan være sket
- SIS skal underrettes om systematiske fejl med indflydelse på den generelle strålebeskyttelse
- Utilisgtede hændelser, som kun involverer patienter
 - SIS skal kun underrettes, hvis der er risiko for akutte skader
 - Øvrige hændelser rapporteres til DPSD

DPSD Dansk Patient-Sikkerheds-Database

Forside

Rapporter hændelse

Udskriv blanket

Om rapportering

Publikationer

Velkommen til Sundhedsvæsenets rapporteringssystem

I dette system kan du rapportere utilisgtede hændelser.

Ved utilisgtede hændelser forstås på forhånd kendte og ukendte hændelser og fejl, som ikke skyldtes patientens sygdom, og som enten er skadevoldende eller kunne have været skadevoldende. En utilisgтет hændelse omfatter en

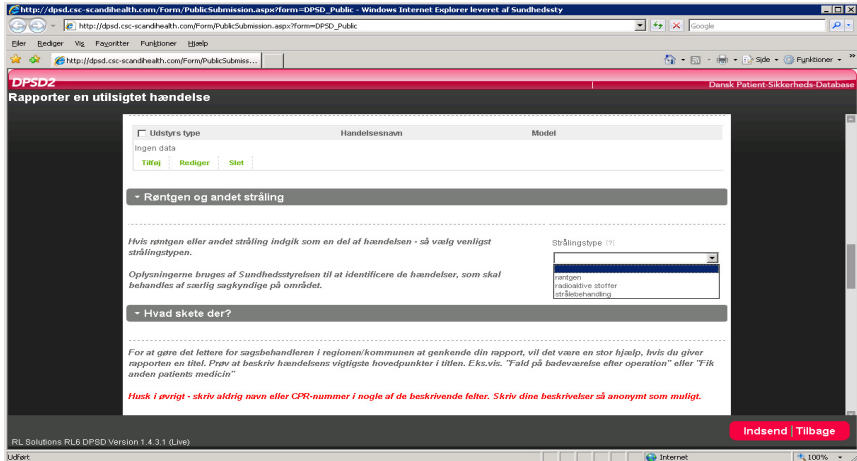
Nyhedsbrev

Nr. 3, maj 2012
DPSD nyhedsbrev
[Læs mere...](#)

50
Temadag om medicineringsprocessen

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

SIS har fået sit eget felt ☺

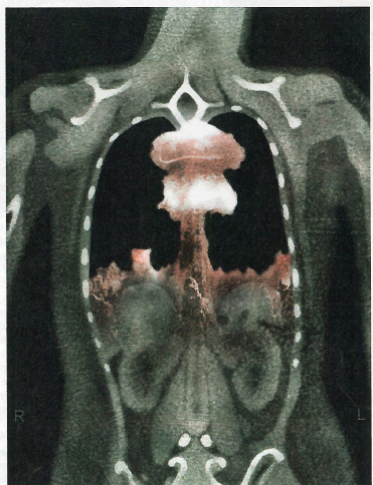


The screenshot shows a web browser window displaying the DPSD2 (Danish Patient Safety Database) interface. The page title is "Rapporter en utilsigtet hændelse". It features a form for reporting incidents with sections for "Rentgen og andet stråling" and "Hvad skete der?". A red button labeled "Indsend" is visible at the bottom right of the form area.

51

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Strålebeskyttelse ved CT



Scientific American,
Juli 2013, pp 24 - 25

Do CT Scans Cause Cancer?

52

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Situationsanalyse

- CT fortsætter med at udvikle sig kraftigt
 - på trods af en stor udvikling indenfor andre modaliteter
- En af de vigtigste radiologiske undersøgelsestyper
- Andelen af CT stiger

	Antal us.	Dosis
≈1995	4 %	37 %
2013	22 %	≈70 %

- Patient doserne ved CT er svagt faldende
 - modsat konventionel røntgen, hvor man har oplevet i et fald på næsten 30% de sidste 15 år

23.09.10 SIS/RIS/CT

53

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Udvikling i CT

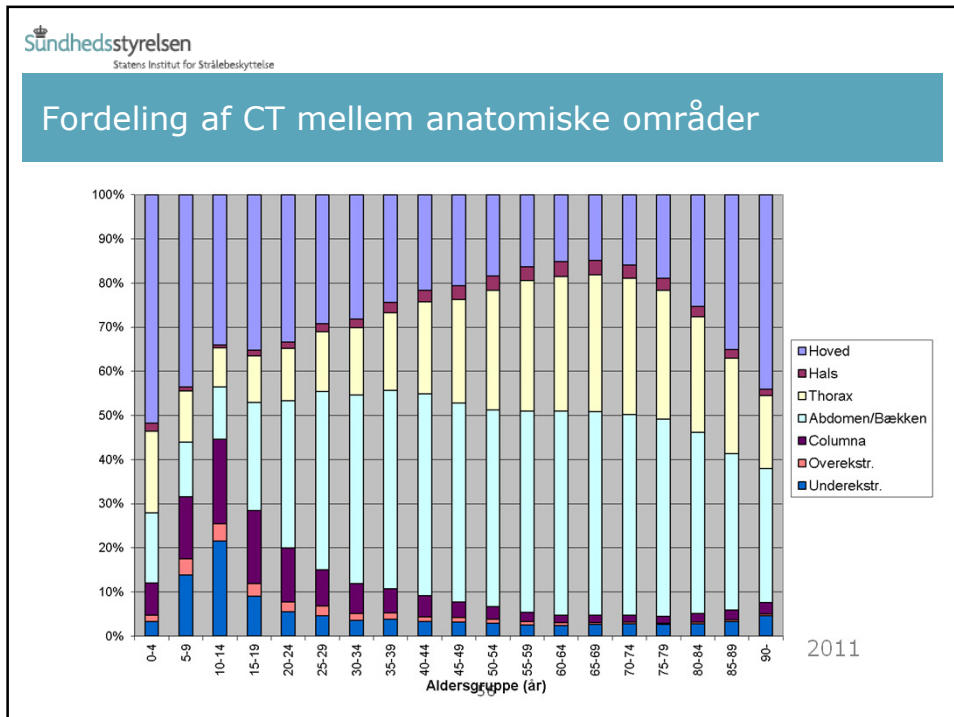
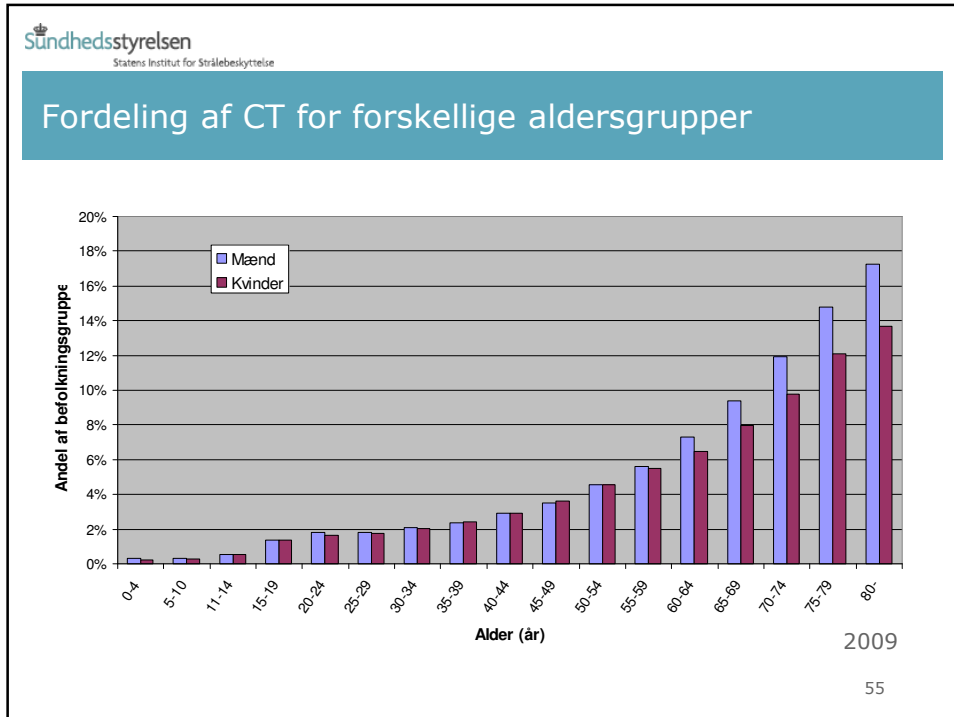
1970
nøgle beam
single detector

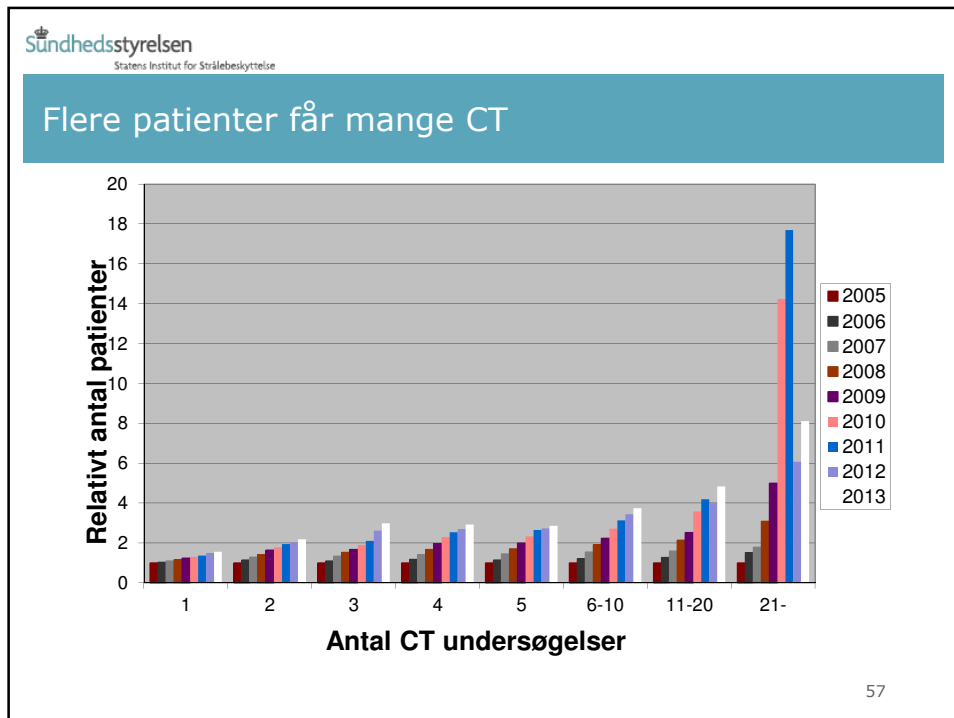
1978
(partial) fan beam
one slice detector

1998
multi-fan beam
multi-slice detector

64 slices and more
cone beam
area detector

54





Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Hvorfor stiger antallet af CT undersøgelser ...

- Standard CT af f.eks. lungerne
 - tog flere minutter for 25 år siden
 - kan i dag på en tid svarende til et åndedrag
- ☞ attraktivt at benytte CT
- Udviklingen i CT teknologi
 - gennemlysning med CT
 - interventions procedurer ved brug af CT
- ☞ interventions procedurer der før blev udført med ultralyd, kan nu foretages med CT
- CT i forbindelse med planlægning og kontrol af kræft-behandling

22.02.10 SIS/Rbj/CT

58


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Høje doser ved CT undersøgelser

THE RADIATION BOOM
After Stroke Scans, Patients Face Serious Health Risks
By WALT BOGDANICH
Published: July 31, 2010
The New York Times

When Alain Reyes's hair suddenly fell out in a freakish band circling his head, he was not the only one worried about his health. His co-workers at a shipping company avoided him, and his boss sent him home, fearing he had a contagious disease.

RECOMMEND
TWITTER
COMMENTS (191)



U.S. Department of Health & Human Services
www.hhs.gov

FDA U.S. Food and Drug Administration
A-Z Index Search

Home | Food | Drugs | Medical Devices | Vaccines, Blood & Biologics | Animal & Veterinary | Cosmetics | Radiation-Emitting Products | Tobacco Products

Medical Devices
Home > Medical Devices > Medical Device Safety > Alerts and Notices (Medical Devices)

Medical Device Safety
Alerts and Notices (Medical Devices)
Information About Heparin
Luer Misconnections
Safety Communications

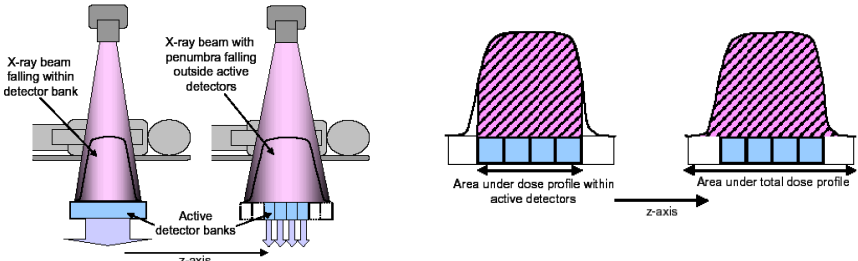
Safety Investigation of CT Brain Perfusion Scans: Update 11/9/2010
Date Issued: Nov. 9, 2010
Audience: CT facilities, Emergency Medicine Physicians, Radiologists, Neurologists, Neurosurgeons, Radiologic Technologists, Medical Physicists, Radiation Safety Officers
Medical Specialties: Emergency Medicine, Radiology, Neuroradiology

http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/ucm185898.htm 59

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Overbeaming – Geometrisk effektivitet

- Den reelle bredde af beamet > nominal bredde
 - 2 - 3 mm større i MDCT



X-ray beam falling within detector bank
X-ray beam with penumbra falling outside active detectors
Active detector banks
z-axis

Area under dose profile within active detectors
Area under total dose profile
z-axis

$$\text{Geometrisk effektivitet} = \frac{\text{Areal af dosisprofil ud for aktive elementer}}{\text{Areal under total dosisprofil}}$$

60

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Måling af geometrisk effektivitet

Total thickness	Z-Efficiency
2 mm	32.1 %
4 mm	50.9 %
8 mm	69.7 %

- Overbeaming af størst betydning for lille nominal bredde

61

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Automatisk eksponerings kontrol (AEC)

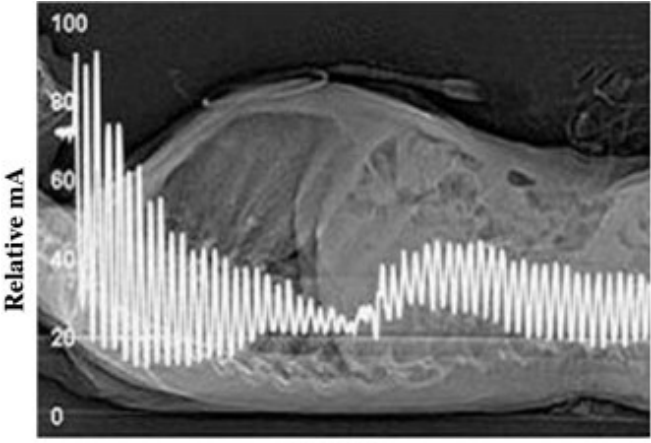
- Vinkelafhængig (x-y-planet)
 - variation i dæmpning i forskellige retninger (eks. AP ift. LAT)
 - konstant foton-flux til detektorer
- I længderetning (z-aksen)
 - variation i dæmpning mellem forskellige anatomiske regioner
 - tilstræber samme billedkvalitet
- Kombineret (x,y,z)
- Implementeret forskelligt af forskellige skannerproducenter
 - kræver forståelse af f.eks. støj-indeks

07.10.07 SIS/Rbj/CT

62

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Eksempel på brug af AEC (x,y,z)



24.04.08 SIS/Rtg/CT

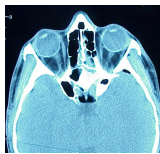
63

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

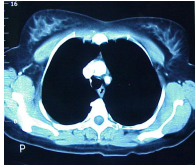
Høje organdoser ved CT undersøgelser

- Organer i den direkte stråling selv om de ikke er en del af det område der har diagnostisk interesse
 - øjets linse ved CT af hjernen
 - thyroidea ved CT af hjerne eller lunger
 - gonaderne ved CT af bækkenet
- Eks. Dosis til brystvævet op til 30-50 mGy
- Muligheder for sænkning af organdoser
 - Kipping af rør
 - Vinkling af patientens hoved
 - Partiel rotation

Øjets linse



Brystvævet



27.01.04 SIS/Rtg/CT

64

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Optimering - CT

- Højeste billedkvalitet er ikke nødvendig i alle tilfælde
- Nødvendig billedkvalitet må defineres for forskellige kliniske problemstillinger
- Forskelle i skannerdesign mellem fabrikanter
 - Meget stor forsigtig ved overførsel af protokoller

07.10.07 SIS/Rtg/CT

65

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Børneradiologi



PAEDIATRIC X-RAY EXAMINATIONS
Practical advice for protection


- 1 Have parents and child been properly informed about the procedure?
- 2 Is the child's ID, date, and position marker etc. correct?
Do the markers cover any important parts of the image?
- 3 Is the child immobilised by device or parent?
- 4 Is the field size correct and centering appropriate?
Not too large, not too small!
They should be set by hand, not automatically!
Correct centering point?
Correct film-focus distance?
- 5 Has necessary shielding been applied?
With the edge within a centimetre of the field edge?
Gonad shielding applied?
Has thyroid shielding been applied?
- 6 Are the exposure settings correct?
Is the exposure time shortest possible?
Is the kVp above 50, when possible?
Can you add more filtration?
Is the anti-scatter grid necessary?
- 7 Can you reduce the number of exposed films?
If films are rejected, they should be collected and analysed.

ICRP
www.icrp.org

ISF&S
www.isfands.com

29.09.05 SIS/Rtg/Børneradiologi


66


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Risikobetragtninger ved børneundersøgelser

- Børn gennemsnitligt tre gange så strålefølsomme som voksne
 - en eventuel skade har længere tid at udvikle sig i
 - flere celler i deling
- Strålefølsomhed afhængig af organ/væv
 - anderledes fordeling end for voksne
- Samme strålefølsomhed – 25 % af tumortyper, f.eks.
 - Nyre
 - Blære

15.02.05 SIS/Rtg/Børneradiologi 67


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Risikobetragtninger ved børneundersøgelser

- Mere strålefølsomme – 30 % af tumortyper, f.eks.
 - Leukæmi
 - Risiko mange gange større for børn end for resten af befolkningen
 - Rød knoglemarv spredt over et større volumen i knoglerne
 - Thyroidea
 - Hud
 - Hjerne
 - Bryst
 - størst hos yngre kvinder, da brystvævet her er under udvikling
 - falder gennem livet, for helt at forsvinde efter menopause
- Mindre strålefølsomme – 10 % af tumortyper, f.eks.
 - Lunger

UNSCEAR 2013 68

15.02.05 SIS/Rtg/Børneradiologi

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Udstyr

- De mindste patienter kræver det kraftigste udstyr!
- Eksponeringstiden så kort som muligt
 - eksponeringstider ned til 3 millisekunder
 - krav til generator
 - problemer med lange kabler ved meget små eksponeringstider
- AEC skal undgås
 - med mindre det benyttede kammer er velegnet til undersøgelse af børn
- Særlige krav til uddannelsen af personalet

07.10.07 SIS/Rtg/Børneradiologi 69


Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Udfordring: stor variation i størrelse

Alder (år)	Vægt (kg)	Højde (cm)
0	3,6	52
1	10,5	77
5	19,0	112
10	30,4	138
15	53,0	166

Kilde: Vækstkurver for danske børn, Dansk Pædiatrisk selskab

- Relevant for røntgenundersøgelser: tykkelse af den undersøgte del



10.11.09 SIS/Rtg/Børneradiologi 70

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Substitut for tykkelse – ækvivalent diameter

Ækvivalent diameter: $d = 2 \cdot \sqrt{\frac{m}{\pi \cdot h \cdot 1g \text{ cm}^{-3}}}$

Alder (år)	Vægt (kg)	Højde (cm)	Diameter (cm)
0	3,6	52	9,4
1	10,5	77	13,1
5	19,0	112	14,7
10	30,4	138	16,7
15	53,0	166	20,2

10.11.09 SIS/Rtg/Bærneradiologi 71

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Tykkelser vs. ækvivalent diameter

Legend:


- Thorax AP (Pink square)
- Thorax LAT (Yellow triangle)
- Bækken AP (Red circle)
- Bækken LAT (Blue triangle)
- Lineær (Bækken LAT) (Blue line)
- Lineær (Thorax LAT) (Yellow line)
- Lineær (Thorax AP) (Pink line)
- Lineær (Bækken AP) (Red line)

07.10.07 SIS/Rtg/Bærneradiologi 72

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Fremgangsmåde – måling af børnedoser

- Projekt fælles med sygehusene i:
 - Glostrup, Hillerød, Odense, Skejby og Aalborg Nord
- Resultater
 - 1092 patienter
 - 1766 optagelser, heraf 1149 Thorax
- Databehandling
 - Gruppering efter sygehus, undersøgelse og projektion
 - Inden for hver af disse grupper afbildes indgangsdosis som funktion af ækvivalent diameter
 - Fittet med eksponentialfunktion

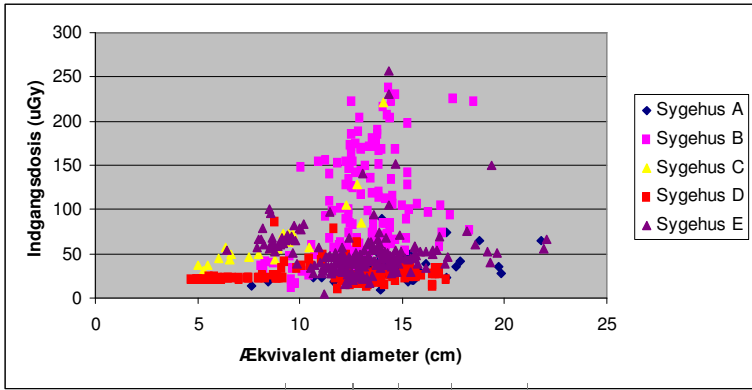


10.11.09 SIS/Rtg/Børneradiologi

73

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Thorax AP – opdelt efter sygehus



Indgangsdosis (uGy)

Ækvivalent diameter (cm)

0 5 10 15 20 25

0 5 10 15 år for et "standard" barn

◆ Sygehus A
■ Sygehus B
▲ Sygehus C
■ Sygehus D
▲ Sygehus E

24.04.08 SIS/Rtg/Børneradiologi

74

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Referencedoser for børn (1/2)

Indgangsdoser (ESD):

	$D_{REF, 5 \text{ år}}$ ($d_0 = 14,7 \text{ cm}$)	μ cm^{-1}	European guidelines
Bækken AP	375 μGy	0,23	900 μGy
Thorax AP/PA	80 μGy	0,085	100 μGy
Thorax LAT	95 μGy	0,13	200 μGy

Størrelsesafhængighed: $D_{REF} = D_{REF,5\text{år}} \cdot e^{\mu \cdot (d - d_0)}$

Ækvivalent diameter: $d = 2 \cdot \sqrt{\frac{m}{\pi \cdot h \cdot 1 \text{ g cm}^{-3}}}$

Vejledning om patientdoser og referencedoser for røntgenundersøgelser
Konventionelle røntgenundersøgelser af børn
December 2006 75

07.10.07 SIS/Rtg/Barnradiologi

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Anvendelse af referencedoser, Thorax AP

Indgangsdosis (μGy)

Ækvivalent diameter (cm)

D_{REF}

02.05.07 SIS/Rtg/Barnradiologi

76

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

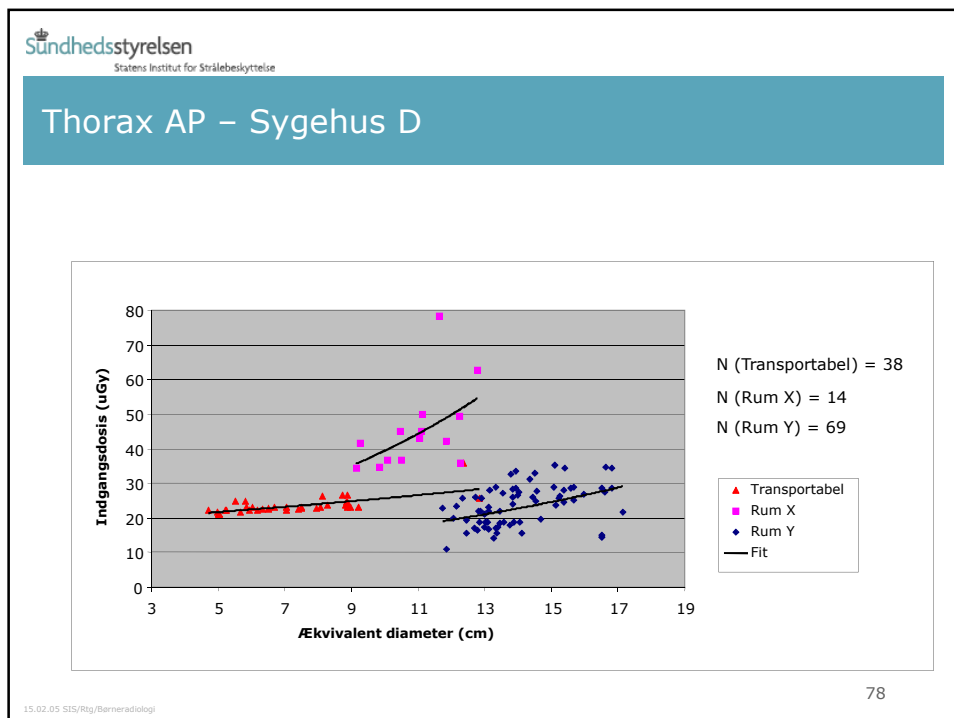
Referencedoser for børn (2/2)

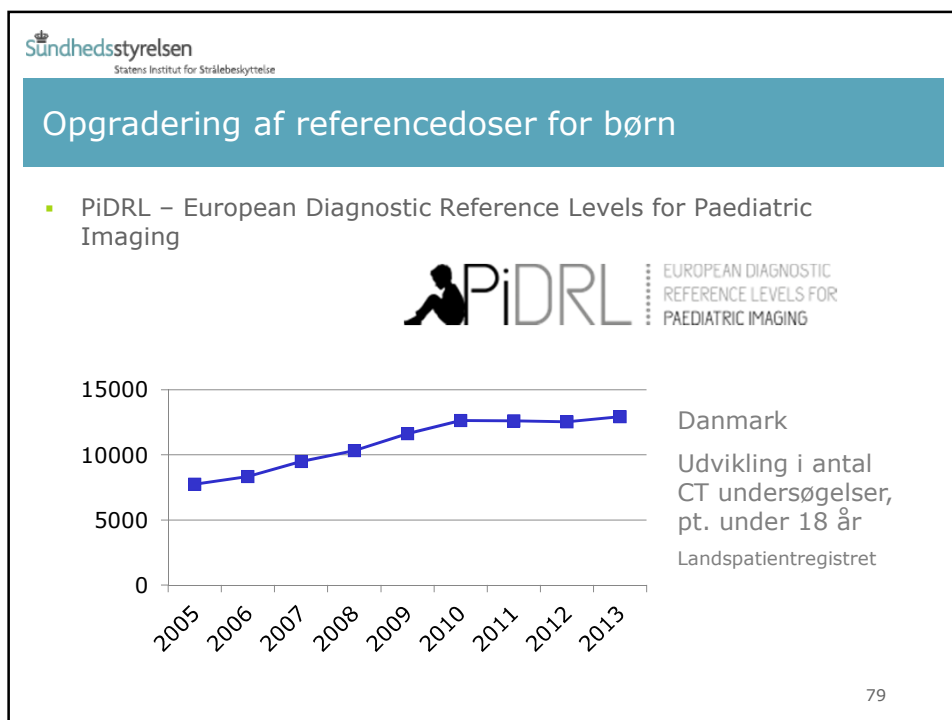
Undersøgelser, der hovedsagelig udføres for bestemte aldersgrupper

	Aldersgruppe	Dosisstørrelse	D _{REF}
Oversigt over abdomen	< 1 år	Indgangsdosis (ESD)	375 µGy
Mictionscystour etrografi (MCU)	< 1 år	Arealdosis (DAP)	300 mGy·cm ²
	1 - 5 år	Arealdosis (DAP)	900 mGy·cm ²

Vejledning om patientdoser og referencedoser for røntgenundersøgelser
Konventionelle røntgenundersøgelser af børn
December 2006

77






Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Effektive patientdoser og risiko ^(1/4) (konventionelle røntgenundersøgelser)

Undersøgelse	Kode	Middeldosis (mSv)	Risiko
Colon efter indhældning af kontraststof og luft	6162	5,7	1 af 3.000
Urografi, intravenøs incl. forudg. oversigtsbilleder	8130	5,5	
Bækken med begge hofter, frontalt	3060	1,3	1 af 10.000
Myelografi, lumbal/lumbo-thoracal	4131	2,4	
"Akut abdomen", stå. og ligg. (jf. 7010, 8010)	6010	2,6	
Ventrikel med kontraststof og luft	6141	3,2	
Tyndtarm med indgift af kontraststof peroralt	6150	3,0	
Nyrer og urinveje (jf. 6010, 7010)	8010	1,6	
Hystero-salpingografi (HSG)	8161	1,2	

01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse

80




 Sundhedsstyrelsen
 Statens Institut for Strålebeskyttelse

Effektive patientdoser og risiko ^(2/4)
(konventionelle røntgenundersøgelser)

Undersøgelse	Kode	Middel-dosis (mSv)	Risiko
Columna thoracalis	2011	0,57	1 af 30.000
Columna lumbo-sacralis	2012	0,86	
Hofteled	3068	0,85	
Abdomen, enkeltopt.	6011	0,80	
Oesophagus med kontraststof og luft	6132	0,73	

01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 81



 Sundhedsstyrelsen
 Statens Institut for Strålebeskyttelse

Effektive patientdoser og risiko ^(3/4)
(konventionelle røntgenundersøgelser)

Undersøgelse	Kode	Middel-dosis (mSv)	Risiko
Columna cervicalis (flere projekt.)	2010	0,21	1 af 100.000
Klinisk mammografi, (uden kontraststof jf. 2138, 2139)	2058 +2059	0,31	
Skulderled	3038	0,15	
Femur	3072	0,32	
Flebografi af ue (jf. 5281)	3258	0,18	
Thorax indtil 2 projektioner	5010	0,11	1 af 300.000

01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse 82

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Effektive patientdoser og risiko ^(4/4)
(konventionelle røntgenundersøgelser)

Undersøgelse	Kode	Middeldosis (mSv)	Risiko
Knæled. patella	3074	0,0056	1 af 3 mill.
Albueled	3046	0,0029	1 af 10 mill.
Crus	3078	0,0015	
Ankelled	3088	0,0015	
Calcaneus fodrod	3092	0,0016	
Håndled	3052	0,00038	1 af 30 mill.
Fod/tæer	3098	0,00053	
Hånd/fingre	3054	0,00026	1 af 100 mill.

01.06.00 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse

83

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse

Effektive patientdoser og risiko
(ved CT-undersøgelser)

Indikationstype	Middeldosis (mSv)	Risiko
Abdomen, øvre og nedre	15	1 af 1.000
Nedre abdomen	12	
Thorax, øvre og nedre abdomen	17	
Bækken	8,0	1 af 3.000
Thorax	9,2	
Øvre abdomen	10	
Columna thor	4,4	
Ansigtsskelet	1,3	1 af 10.000
Cerebrum	2,3	

22.04.04 SIS/Rtg/Patientbeskyttelse

84

Litteratur og links

- Digitale systemer
 - ICRP 93 – Managing patient dose in digital radiology
- Interventionsradiologi
 - ICRP 85 - Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures
- CT
 - ICRP 87 - Managing patient dose in computed tomography
 - ICRP 102 - Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT)
 - <http://www.msct.eu>
- IAEA - Radiation Protection of Patients
 - rpop.iaea.org