



Patientdosimetri – børn

Indsamling og vurdering af patientdoser ved
røntgenundersøgelser af børn

For fagfolk



Patientdosimetri – børn

Indsamling og vurdering af patientdoser ved røntgenundersøgelser af børn

© Sundhedsstyrelsen, 2022.
Publikationen kan frit refereres
med tydelig kildeangivelse.

Sundhedsstyrelsen
Islands Brygge 67
2300 København S

www.sst.dk

Elektronisk ISBN: [xx]
Den trykte versions ISBN: [xx]
ISSN: [xx]

Sprog: Dansk
Version: [xx]
Versionsdato: [x.xx.xxxx]
Format: pdf
Foto: [Tekst] – og;

Udgivet af Sundhedsstyrelsen,
[Måned og år]

Indholdsfortegnelse

Introduktion	4
1. Baggrund	5
1.1. Indsamlede doser	5
1.2. Statistiske værdier for datasæt.....	6
1.3. DRL-kurver	6
2. Måling af patientdoser.....	7
2.1. Konventionel røntgen.....	7
2.2. CT-skanning.....	8
2.3. Vurdering og håndtering af resultater.....	8
3. Referencedoser	10
3.1. Konventionel røntgen.....	10
3.2. CT-skanning.....	14
Referenceliste.....	20
Bilag A: Data til DRL-kurver	21

Introduktion

For alle undersøgelser skal der udføres patientdosimetri.¹ Ved undersøgelserne skal doser til patienten holdes så lave som muligt, men tilstrækkelige til at være forenelige med de ønskede diagnostiske resultater. Patientdosimetri er forudsætningen for at kunne arbejde systematisk med billedkvalitet, optimering og referencedosimetri.

Måling af patientdoser er et værktøj til optimering af protokoller og procedurer. Referencedosis er et fastlagt dosisniveau, som en afdelings repræsentative dosis for en given undersøgelsestype forventes at holde sig under.

Denne vejledning omhandler patientdosimetri for røntgenundersøgelser på børn. Børn er som udgangspunkt defineret fra nyfødt til og med 17 år, i det omfang vægt ligger inden for intervallerne angivet nedenfor.

Størrelse og vægt på børn har en meget høj spredning i forhold til voksne. Vægtintervallet spænder fra ca. 400 gram til 80 kg, mens man for voksne taler om en standardpatient på mellem 50-90 kg. Derfor er angivelse af et typisk barn en udfordring. Det kræver derfor noget mere at få gode valide data for børneundersøgelser, og det er kun muligt at sammenligne inden for enten vægt- eller aldersinterval - afhængigt af undersøgelsestype.

De indsamlede doser er ikke direkte patientdoser, men det er den bedste og lettest tilgængelig metode til sammenligning af doserne.

¹ Bek. nr. 669/2019, § 65, stk. 1.

1. Baggrund

1.1. Indsamlede doser

Referencedoserne i denne vejledning er fastsat på baggrund af patientdoser indhentet i et tæt samarbejde mellem Danmark, Sverige, Norge og Island, hvor i alt 31 hospitaler har indsendt data. Hospitalerne blev bedt om at indberette grundlæggende data for mindst 10 patienter (oprindeligt 20 patienter). Der er indsamlet data fra 1722 røntgenundersøgelser for børn mellem 0 og 16 år. Børn indlagt på neonatalafdelinger var ikke inkluderet i indsamlingen.

Patientdoserne for de konventionelle undersøgelser er indsamlet som arealdosis, dvs. indgangsdosis gange areal, såkaldt Air-Kerma-Dose (KAP) i enheden Gy·cm². Patientdoserne for CT-skanningerne er indsamlet som CTDI_{vol} (mGy) og DLP (mGy·cm).

Den største kohorte var på konventionel stående eller siddende thorax optagelse samt oversigt over abdomen (ca. 350 undersøgelser i hver gruppe). Den mindste kohorte var på CT af thorax (121 undersøgelser). De konventionelle siddende/stående thorax-undersøgelser, samt CT af abdomen bestod af de tungeste patienter med en gennemsnitlig vægt på ca. 35 kg. De konventionelle liggende thorax-undersøgelser, samt bækken/hofte optagelserne bestod af de letteste patienter med en gennemsnitlig vægt på omkring 10 kg.

Det var oprindeligt planlagt at indsamle doser for undersøgelser i perioden 1. marts til 1. september 2018, men for at opnå tilstrækkeligt med data i alle 4 lande blev det nødvendigt at forlænge perioden ind i foråret 2019.

Trods den forlængede periode for indsamling af data viste det sig umuligt at opnå tilstrækkelige data for alle de ønskede undersøgelser. For undersøgelsestyperne 'totalskelet' (Battered child) og MCU, miktions-cysto-urethrografi var der for få, eller ingen, data indsamlet. Og for CT-skanninger af ansigtsskelet, lunger og traume-patient var data-grundlag ligeledes enten for småt eller ikke tilstede.

De fuldstændige detaljer om udledning af diagnostiske referencedoser (DRL) for pædiatriske konventionelle røntgenundersøgelser samt CT-undersøgelser såvel i form af vægtbaserede referencedosiskurver som i form af diagnostiske referencedoser for vægtgrupper kan findes i de videnskabelige publikationer om projektet, se Referencer.

I figurerne er Finland brugt som 'sammenligningsland'. Finland har ikke deltaget i det fælles nordiske projekt, da de allerede tidligere havde indsamlet doser for tilsvarende undersøgelser.

Forkortelsen **DRL** (fra engelsk 'Diagnostic Reference Level') vil blive brugt for reference-dosis.

Forkortelsen **ADL** (fra engelsk 'Achievable Dose Level') vil blive brugt for opnåelig dosis.

1.2. Statistiske værdier for datasæt

Når diagnostisk referencedosis (DRL) fastsættes på baggrund af indsamlede data, sættes den pr. definition til 3. kvartil, kaldes også for øvre kvartil eller Q3.

Når den opnåelige dosis (ADL) fastsættes på baggrund af indsamlede data, sættes den til 2. kvartil, også kaldet medianen eller Q2.

Kvartiler anvendes inden for statistik til at opdele et datasæt i fire lige store dele:

- Første kvartil, også kaldet nedre kvartil eller Q1, er den mindste måling, hvor alle målinger der er mindre end den, udgør mindst 25% af alle målingerne.
- Anden kvartil, eller medianen, er den mellemste måling, hvor alle målingerne der er mindre end den, udgør mindst 50% af alle målingerne.

Tredje kvartil, eller øvre kvartil, eller Q3 er den største måling, hvor alle målingerne der er mindre end den, udgør mindst 75% af alle målingerne.

1.3. Referencedosiskurver

De vægtbaserede referencedosiskurver er en mulig tilgang og kan bruges som et supplement til DRL for vægtgrupper. Den største fordel ved referencedosiskurver er deres anvendelse på de enkelte afdelinger. Når undersøgelsesfrekvensen er lav, kan tid til at indsamle nok data til at fastsætte typiske værdier for en eller flere vægtgrupper være urimeligt lang. Kurven giver en mulighed for at sammenligne dosisniveau hurtigere og med færre datapunkter.

Referencedosiskurverne kan tjene samme formål som en DRL for vægtgrupper. Det vil sige, at et dosisindeks for enkelte patienter over kurven ikke giver anledning til bekymring, men hvis dosisindekset for størstedelen af patienterne er over DRL-kurven, bør der udføres en undersøgelse af årsagen, og hvis muligt, skal dosis reduceres.

2. Måling af patientdoser

Målinger af patientdoser for undersøgelser af børn til sammenligning med referencedoser udføres efter nedenstående metode. Målingerne skal for hver undersøgelsestype helst udføres på mere end 20 patienter og mindst på 10 patienter.

SIS indsamler data ved direkte kontakt til medicinsk-fysisk ekspert tilknyttet afdelingen. Patientmålinger skal ikke indsendes kontinuerligt, men resultaterne skal benyttes lokalt.

SIS modtager gerne patientdoserne indsamlet via automatisk dosisprogrammer.

Kontakt SIS for nærmere aftale.

Alternativt benyttes indtastningsark, som findes på Sundhedsstyrelsens hjemmeside².

Når patientdoserne skal indsendes, benyttes referencedoser@sis.dk.

2.1. Konventionel røntgen

Her anvendes KAP-måling: Areal dosis (Air-Kerma-Dose, tidligere Dose Area Product – DAP).

Målingerne udføres ved hjælp af et arealdosimeter (KAP-meter), der enten kan være indbygget eller sættes på midlertidigt. Et eksternt KAP-meter består af et målekammer, der placeres på skinnerne foran lysviserblænden, og evt. en eksternt aflæsningsenhed. Husk at nulstille KAP-meteret før hver måling på en patient.

Areal dosis er produktet af indgangsdosis og den benyttede feltstørrelse i et givent punkt og måles f.eks. i enheden Gy·cm². Princippet er, at når målestedet flyttes væk fra fokus vil dosis aftage med kvadratet på afstanden, og feltstørrelsen vil tiltage med kvadratet på afstanden. Produktet vil således forblive uændret. Den målte arealdosis er derfor, ved konstante eksponeringsparametre og feltstørrelse, uafhængig af, hvor i strålefeltet der måles.

Røntgenundersøgelsen foretages som normalt efter gældende procedure, og derefter aflæses arealdosis for undersøgelsen på KAP-meteret. Det er arealdosis for den samlede undersøgelse (flere forskellige projektioner), der skal måles. Ud over arealdosis noteres patientens vægt og alder samt evt. højde.

² <https://www.sst.dk/da/Viden/Straaling/Vejledning/Straalingsgeneratorer>

Vær opmærksom på enheden for dosis gange areal kan være angivet lidt forskelligt på de enkelte KAP-metre. I indtastningsarkene skal benyttes Gy·cm².

Se omregningen her:

$$0,001 \text{ mGy}\cdot\text{m}^2 = \mathbf{0,01 \text{ Gy}\cdot\text{cm}^2} = 1\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2 = 10 \text{ mGy}\cdot\text{cm}^2 = 10.000 \mu\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$$

2.1.1. Kontrol af måleinstrumenter

Hvis man bruger røntgenapparaturets egen visning af KAP, skal den angivne værdi kontrolleres og dokumenteres i modtage-/statuskontrollen. KAP-meteret skal kontrolleres³ efter producentens anvisning, normalt hvert andet år.

2.2. CT-skanning

Patientdoser skal måles for de angivne undersøgelser, i det omfang de udføres regelmæssigt på CT-skanneren. Hvis der på en afdeling anvendes flere CT-skannere til samme type undersøgelse, skal der foretages målinger på hver af disse.

Det er CTDI_{vol} for den serie, der giver den højeste værdi, der skal registreres, dog ikke en kontrast tracking serie. Det skyldes, at en kontrast tracking serie ofte har en høj CTDI_{vol}, men da det er et lille område, vil det give et forkert billede af den samlede undersøgelses CTDI_{vol}.

Det er den samlede DLP for hele undersøgelsen, der skal indberettes, dvs. summen af DLP for alle skansekvenserne.

Iterativ rekonstruktion angives med forskellige navne afhængig af producenten, men fælles er, at der er tale om en dosisreducerende algoritme, hvor de opsamlede skandata bliver matematisk optimeret, inden selve billedet dannes. Overordnede oplysninger om dosisreduktion angives på fanen med skanneroplysninger, mens oplysninger om niveauet for iterativ rekonstruktion angives under protokoloplysninger.

2.2.1. Kontrol af måleinstrumenter

CTDI_{vol} skal kontrolleres ved statuskontrol på CT-skanneren. Pencilkammer eller tilsvarende skal kontrolleres³ efter producentens anvisning, normalt hvert andet år.

2.3. Vurdering og håndtering af resultater

Når patientdoser for børn skal sammenlignes inden for forskellige grupper, giver vægtgrupper i langt de fleste tilfælde det bedste resultat. Kun for undersøgelser af hovedet er gruppering efter alder en fordel.

³ Bekendtgørelse 669/2019, § 56

Medianen i afdelingens fordeling af doser for patienter for en given undersøgelse inden for en vægtgruppe/aldersgruppe kaldes afdelingens repræsentative dosis for denne undersøgelsestype og gruppe.

Afdelingens repræsentative dosis for en given vægtgruppe (aldersgruppe for undersøgelser af hovedet) sammenlignes med referencedosis, og hvis repræsentativ dosis i væsentlig grad **overskrider** referencedosis, skal årsagen fastlægges og om muligt fjernes. Dette kan f.eks. ske ved optimering eller korrigerende handlinger.

Hvis afdelingens repræsentative dosis i væsentlig grad er **lavere** end referencedosis, skal den diagnostiske billedkvalitet vurderes.

Et alternativ er at sammenligne patientdoser med referencedoser ved hjælp af referencedosiskurver. Dette gøres ved at afbilde referencedosiskurver for den aktuelle undersøgelse sammen med data for de enkelte patienter. Herefter vurderes placeringen af datapunkterne i forhold til kurverne. Hovedparten af datapunkterne bør ligge under DRL-kurven (Q3).

Data til opsætning af referencedosiskurver til vurdering af patientdoser for børn mod referencedoser er data givet i bilag A.

3. Referencedoser

Referencedoser fastsat ud fra de nordiske data præsenteres nedenfor i tabeller over værdier for vægtgrupper/aldersgrupper samt som referencedosiskurver, hvor relevant.

I tabellerne er angivet median af vægt/alders i den patientgruppe, som ligger til grund for den fastsatte referencedosis.

I referencedosiskurverne er referencedosis for aldersgrupperne indsat for sammenligning. Medi-anvægten af den bagvedliggende patientgruppe er brugt til at placere DRL-punktet i figurene.

3.1. Konventionel røntgen

Der er indsamlet tilstrækkeligt data til fastlæggelse af referencedoser for følgende typer af undersøgelser.

Tablet 1 Konventionelle røntgenundersøgelser

SKS-kode	Undersøgelse	Bemærkning
UXRC00	Røntgenundersøgelse af thorax	Stående eller siddende
UXRC00	Røntgenundersøgelse af thorax	Liggende
UXRD00	Oversigtsoptagelse abdomen	Oversigt AP/PA eller AP/PA + LAT
UXRG10	Bækken	F.eks. dysplasi eller metastaser
UXRG15	Bækken og hofter (-/+ lauenstein)	Smerter, patologisk gang eller kontrol

De nye referencedoser erstatter tidligere referencedoser⁴ for røntgenundersøgelser af børn.

⁴ Vejledning om patientdoser og referencedoser for røntgenundersøgelser - konventionelle røntgenundersøgelser af børn (2006)

Oversigt over referencedoser (DRL) for hver vægtgruppe.

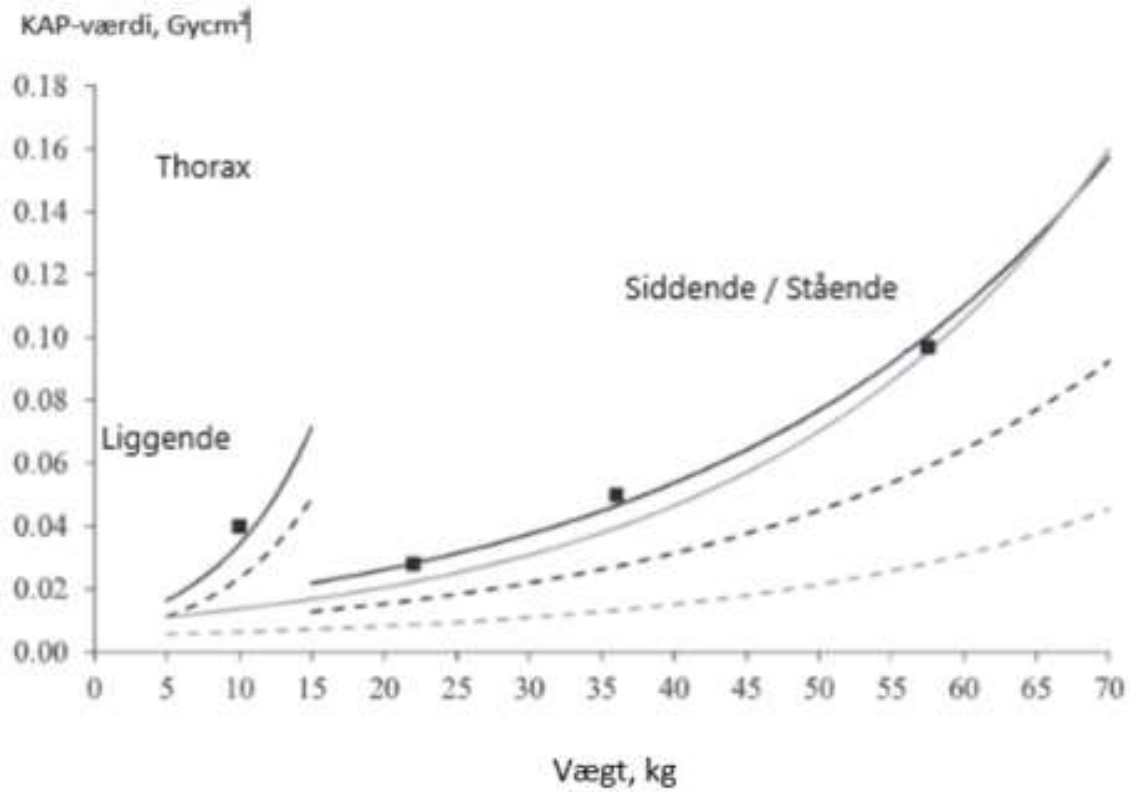
Tabel 2. DRL, konventionel røntgen

Undersøgelse Vægtgruppe	Medianvægt [kg]	Referencedosis (Q3) KAP [Gy·cm ²]
Thorax liggende		
[<5 kg]	3	0,013
[5-<15 kg]	10	0,030
[15-<30kg]	16	0,055
Thorax stående eller siddende		
[15-<30 kg]	22	0,028
[30-<50 kg]	36	0,050
[50-<70 kg]	57,5	0,097
Abdomen⁵		
[5-<15 kg]	10	0,073
[15-<30kg]	20,9	0,237
[30-<50 kg]	35	0,534
[50-<70 kg]	52	1,54
Bækken		
[5-<15 kg]	11	0,041
[15-<30kg]	20	0,130
[30-<50 kg]	39	0,330
[50-<70 kg]	54	0,646
Bækken og hofter		
[5-<15 kg]	10	0,048
[15-<30kg]	15,5	0,088

Kilde: Reference 3 og 4

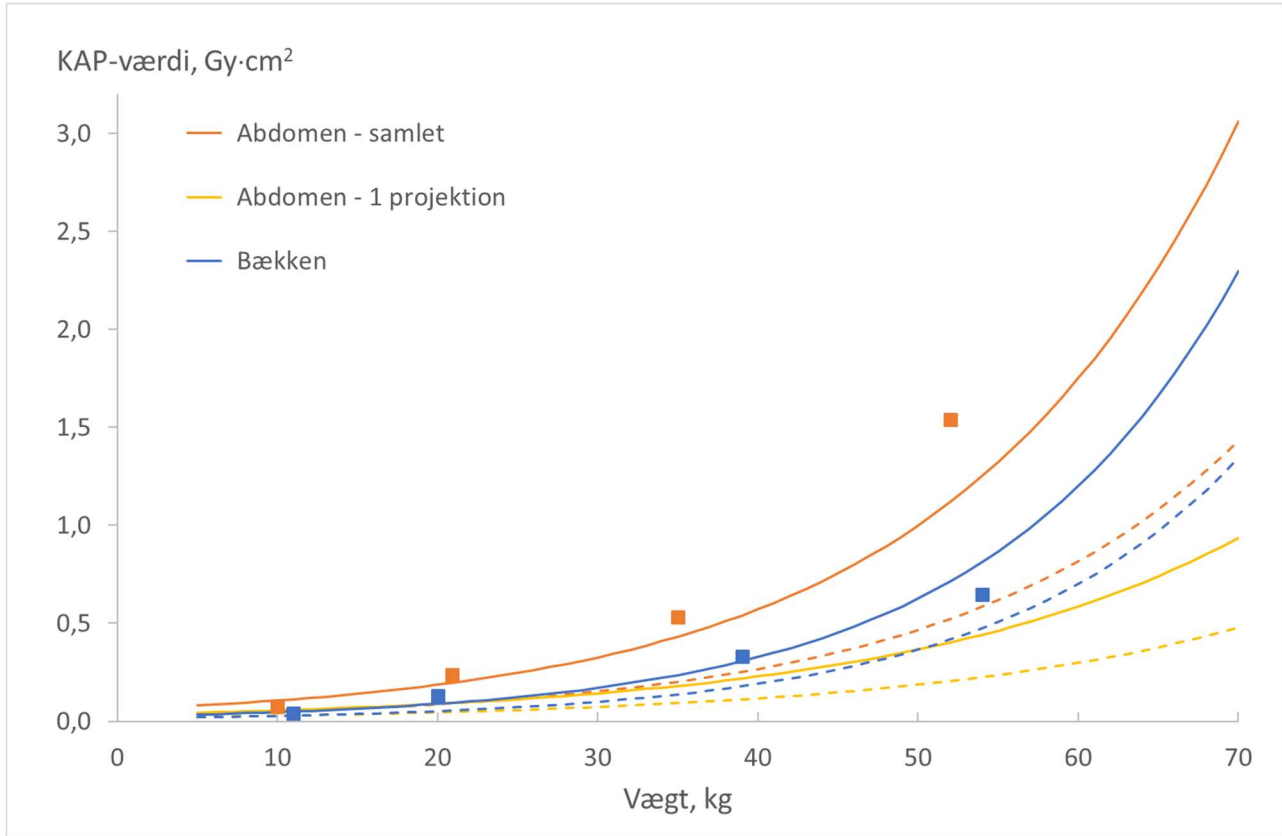
⁵ Referencedosis er fastsat på baggrund af et datasæt med fortrinsvis undersøgelser med to projektioner, hvor der i Danmark som regel anvendes én projektion.

Figur 1. Referencedosiskurver for konventionelle liggende, siddende og stående thorax-optagelser.



Kilde: Reference 4

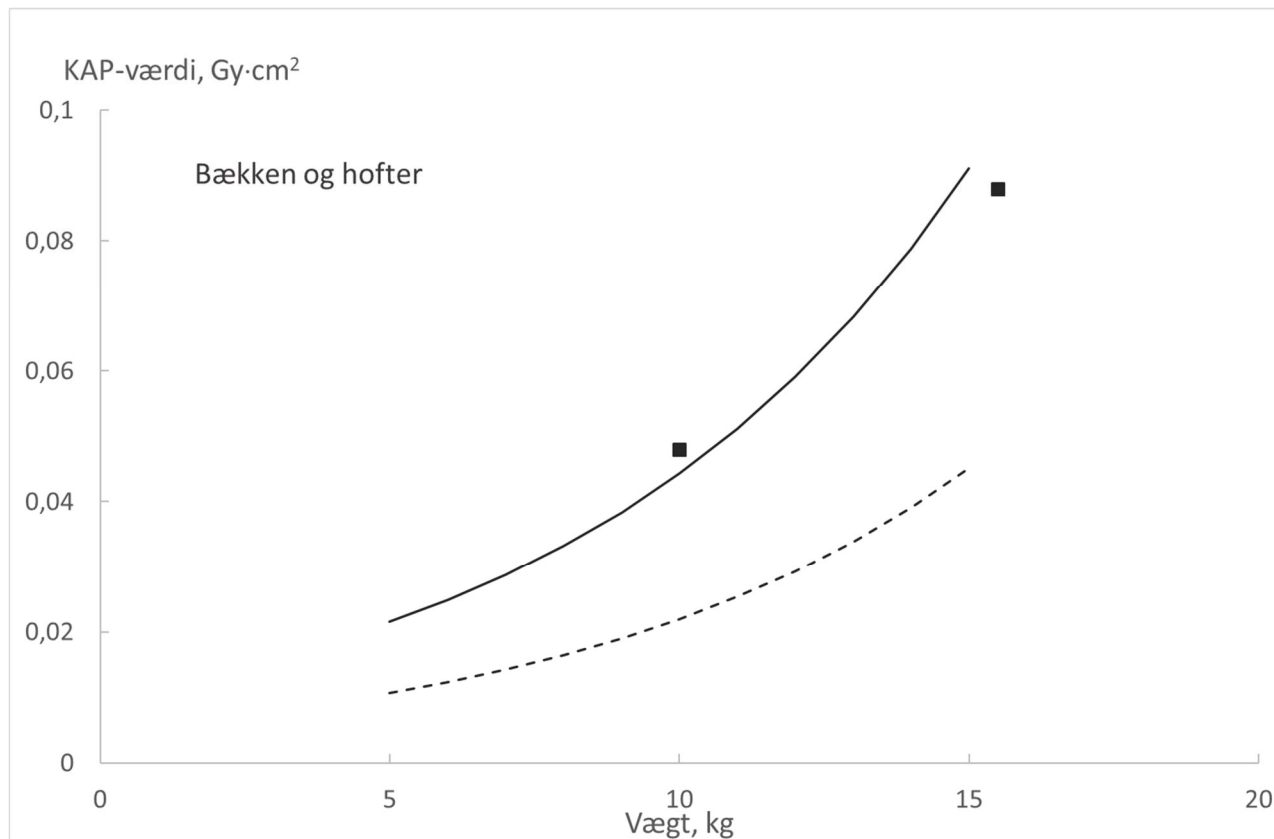
Referencedosis (DRL) (sort fast linje) sammenlignet med referencedosis (DRL) fra Finland (grå fast linje). DRL for vægtgrupper (firkanterne) er medtaget til sammenligning. Kurve for opnåelig dosis (ADL) (sort stiple linje) sammenlignet med kurve for opnåelig dosis (ADL) fra Finland (grå stiple linje) er inkluderet.

Figur 2. Referencedosiskurver for konventionel røntgen af abdomen og bækken

Kilde: Reference 4

Kurve for referencedosis (DRL) (fast linje) og kurve for opnåelig dosis (ADL) (stiplet linje) for konventionel røntgen af abdomen (orange og gul) og bækken (blå). For abdomen er vist kurver baseret både på samtlige undersøgelser (orange) og på undersøgelser med én projektion (gul).

DRL for vægtgrupperne, abdomen (orange firkanter) og bækken (blå firkanter), er inkluderet for at kunne sammenligne.

Figur 3. Referencedosiskurver for konventionelle bækken og hofter undersøgelser.

Kilde: Reference 4

Kurve for referencedosis (DRL) (fast linje) og kurve for opnåelig dosis (ADL) (stiplet linje) for konventionelle bækken og hofter undersøgelser. DRL for vægtgrupperne (firkanter) er inkluderet for sammenligning

3.2. CT-skanning

Der er indsamlet tilstrækkeligt data til fastlæggelse af referencedoser for de følgende typer af undersøgelser.

Tabel 3. CT-undersøgelser

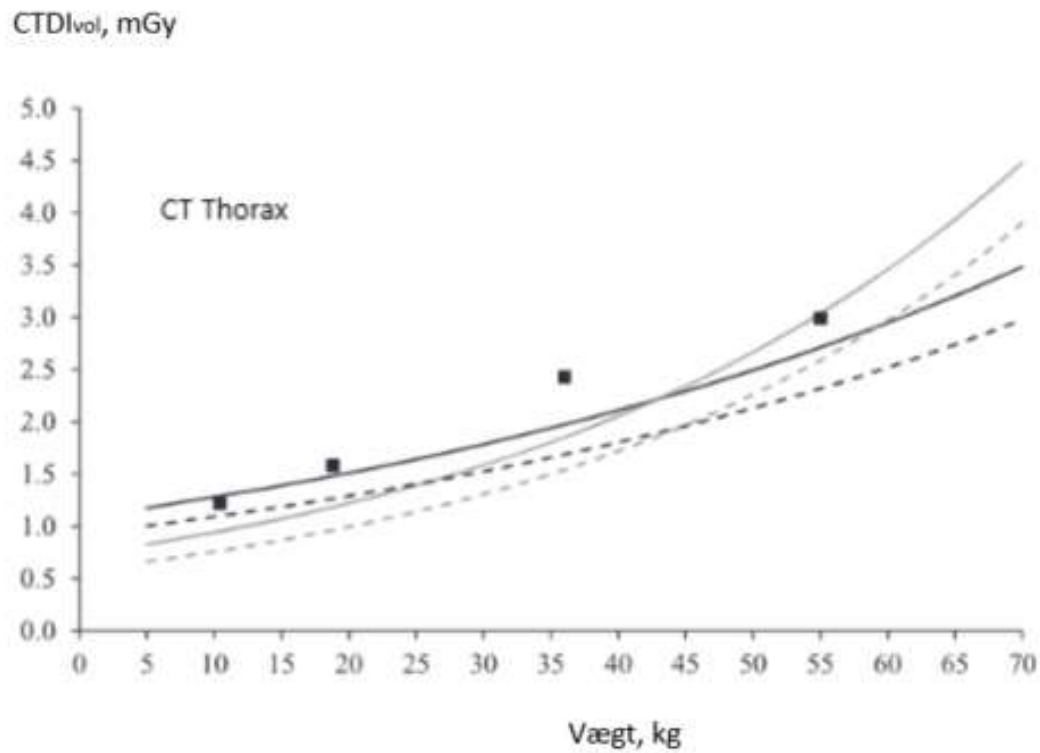
SKS-kode	Undersøgelse	Indikation	Bemærkning
UXCA00	CT cerebrum	Blødning/infarkt	Uden kontrast
UXCC00	CT thorax	Tumor, metastaser	Med kontrast
UXCD00	CT abdomen	Tumor eller infektion	Uden kontrast

Oversigt over referencedoser (DRL) for hver aldersgruppe/vægtgruppe.

Tabel 4. CT-undersøgelser

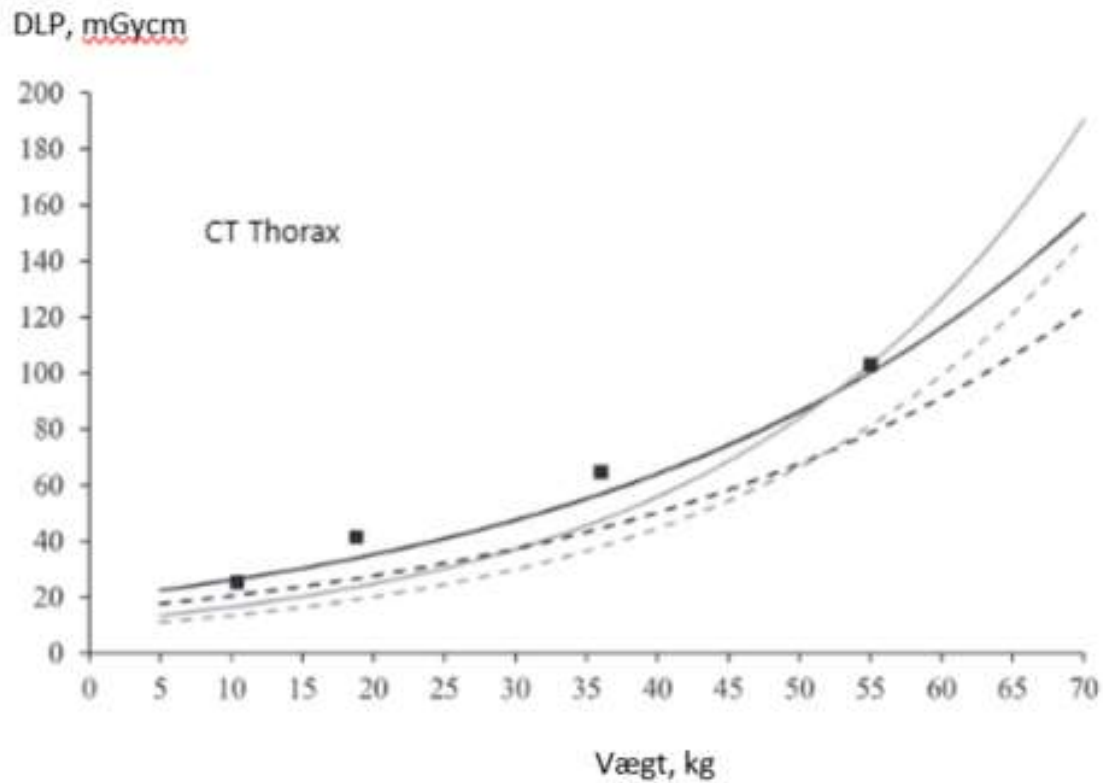
Undersøgelse Alders-/Vægt- gruppe	Median Alder [år] vægt [kg]	Referencedosis (Q3) <i>CTDI_{vol}</i> , [mGy]	Referencedosis (Q3) <i>DLP</i> [mGy·cm]
CT Cerebrum			
[0-<3 måneder]	0,1	28	403
[3 måneder-<1 år]	0,5	27	398
[1-<6 år]	3,6	31	516
[>=6 år]	11,2	39	679
CT Thorax			
[5-<15 kg]	10	1,2	25
[15-<30kg]	19	1,6	41
[30-<50 kg]	36	2,4	64
[50-<70 kg]	55	3,0	103
CT Abdomen			
[15-<30kg]	24	2,6	92
[30-<50 kg]	40	3,4	150
[50-<70 kg]	58	5,0	247

Kilde: Reference 3 og 4

Figur 4. Referencedosiskurver for CT af thorax, CTDI_{vol}

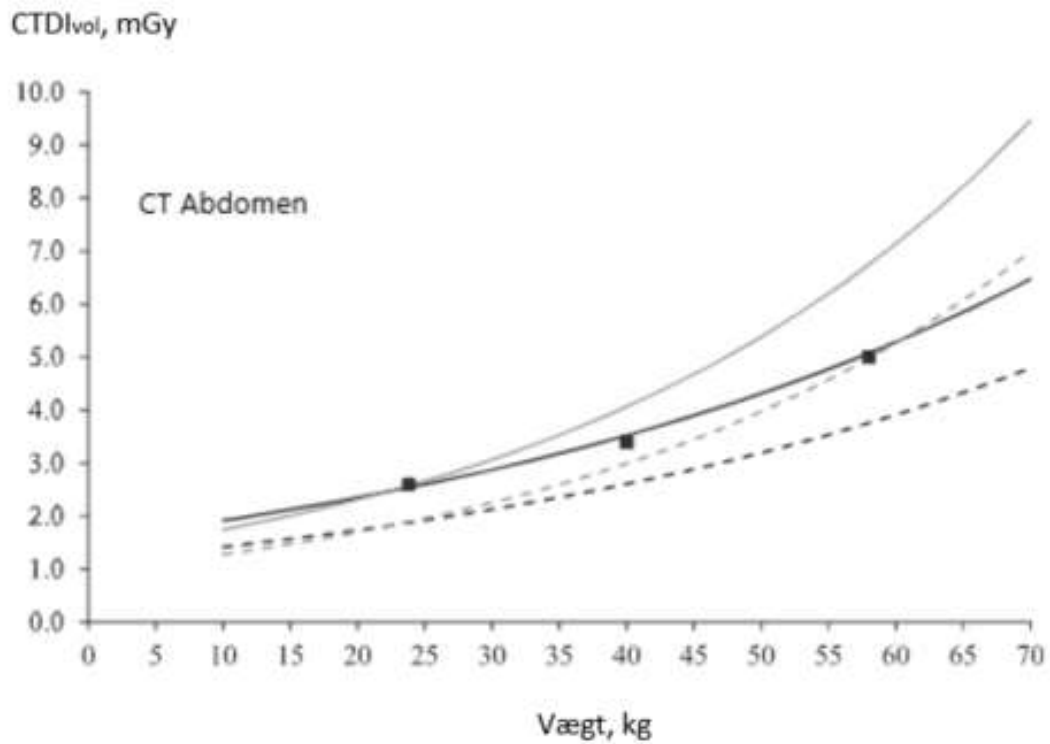
Kilde: Reference 4

Figuren viser DRL-kurve (sort fast linje) sammenlignet med DRL fra Finland (grå fast linje). DRL for vægt grupperne (firkanterne) er inkluderet for at kunne sammenligne. Kurven for opnåelig dosis (ADL) kurven (sort stiplede linje) sammenlignet med ADL fra Finland (grå stiplede linje) er også inkluderet.

Figur 5. Referencedosiskurver for CT af thorax, DLP

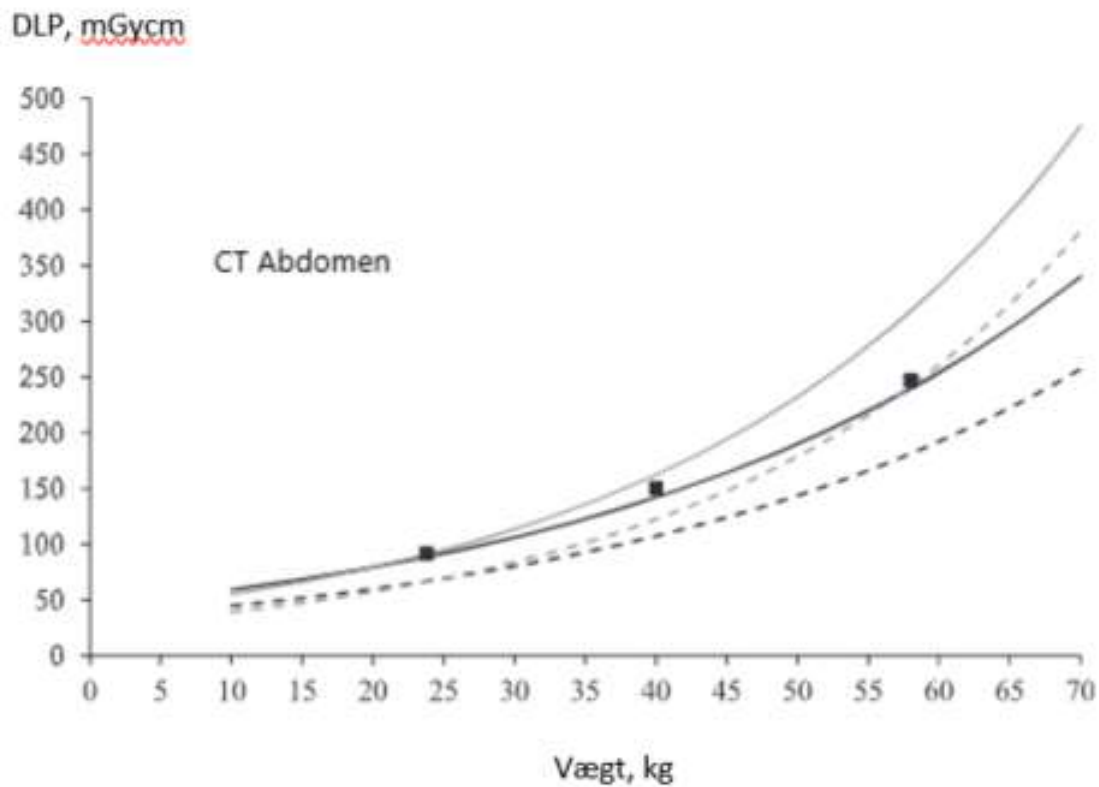
Kilde: Reference 4

Figuren viser DRL-kurve (sort fast linje) sammenlignet med DRL fra Finland (grå fast linje). DRL for vægtgrupperne (firkanterne) er inkluderet for at kunne sammenligne. Kurven for opnåelig dosis (ADL) kurven (sort stiplede linje) sammenlignet med ADL fra Finland (grå stiplede linje) er også inkluderet.

Figur 6. Referencedosiskurver for CT af abdomen, CTDI_{vol}

Kilde: Reference 4

Figuren viser DRL-kurve (sort fast linje) sammenlignet med DRL fra Finland (grå fast linje). DRL for vægtgrupperne (firkanterne) er inkluderet for at kunne sammenligne. Kurven for opnåelig dosis (ADL) (sort stiple linje) sammenlignet med ADL for Finland (grå stiple linje) er også inkluderet.

Figur 7. Referencedosiskurver for CT af abdomen, DLP

Kilde: Reference 4

Figuren viser DRL-kurve (sort fast linje) sammenlignet med DRL-kurve fra Finland (grå fast linje). DRL for vægtgrupperne (firkanterne) er inkluderet for at kunne sammenligne. Kurven for opnåelig dosis (ADL) kurven (sort stiple linje) sammenlignet med ADL for Finland (grå stiple linje) er også inkluderet.

Referenceliste

- 1. ICRP Publication 135 Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging.**
ICRP (2017)
- 2. Radiation Protection No. 185: European guidelines on diagnostic reference levels for paediatric imaging**
2018
- 3. Paediatric diagnostic reference levels for common radiological examinations using the European guidelines**
A. Almén, J. Guðjónsdóttir, N. Heimland, B. Højgaard, H. Waltenburg, A. Widmark; Br J Radiol, (2021), doi.org/10.1259/bjr.20210700
- 4. Establishing paediatric diagnostic reference levels using reference curves – A feasibility study including conventional and CT examinations**
A. Almén, J. Guðjónsdóttir, N. Heimland, B. Højgaard, H. Waltenburg, A. Widmark; Physica Med, 87 (2021), pp. 65-72,
doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.05.035

Bilag A: Data til Referencedosis-kurver

Referencedosiskurverne er givet ved formlerne:

$$DRL(w) = D_{Q3} \cdot e^{(k \cdot w)}$$

$$ADL(w) = D_{Q2} \cdot e^{(k \cdot w)}$$

hvor D er dosisindeks, dvs. enten KAP, CTDI_{vol} eller DLP, og w er patientens vægt.

I nedenstående tabeller angiver D_{Q3} den værdi, som skal anvendes til kurve for referencedosis (DRL), mens D_{Q2} angiver den værdi, som skal anvendes til kurven for opnåelig dosis (ADL). Samme k anvendes til begge kurver.

Kurverne er kun gældende for det vægtinterval, som er angivet i sidste kolonne i tabellen.

Tabel A1. referencedosiskurver, konventionel røntgen

Undersøgelse	k [kg ⁻¹]	D _{Q2} [Gy·cm ²]	D _{Q3} [Gy·cm ²]	Vægtinterval [kg]
Thorax, liggende	0,143	0,0054	0,0078	5-15
Thorax stående eller siddende	0,036	0,0075	0,0128	15-70
Abdomen				
Samlet	0,056	0,0284	0,0608	5-70
En projektion	0,047	0,0178	0,0349	
Bækken	0,065	0,0142	0,0243	5-70
Bækken og hofter	0,144	0,0052	0,0105	5-15

Kilde: Reference 4

Koefficienter og konstanter til referencedosiskurver for både ADL (Q2) og DRL (Q3)

Tabel A2. referencedosiskurver, CT

Undersøgelse	k [kg ⁻¹]	$CTDI_{vol}$ [mGy]		Vægtinterval [kg]
		D_{Q2}	D_{Q3}	
CT thorax	0,017	0,93	1,08	5-70
CT Abdomen	0,020	1,16	1,56	10-70
CT thorax	0,030	15,2	19,3	5-70
CT Abdomen	0,029	33,5	44,3	10-70

Kilde: Reference 4

Koefficienter og konstanter til referencedosiskurver for både ADL og DRL.

Ved sammenligning af målte patientdoser med referencedoser ved hjælp af Referencedosiskurver afbildes kurverne for den aktuelle undersøgelse sammen med data for de enkelte patienter, og placeringen af datapunkterne vurderes i forhold til kurverne.

Excel-skema med referencedosiskurverne er tilgængeligt på Sundhedsstyrelsens hjemmeside⁶.

⁶ Link vil blive tilføjet i den endelige version af publikationen.

Rådgivning om strålebeskyttelse

Sundhedsstyrelsen
Strålebeskyttelse
Knapholm 7
2730 Herlev

Tlf.: 44 54 34 54
Tlf.: 44 94 37 73 (døgnvagt)
Fax: 72 22 74 17
E-post: sis@sis.dk
Web:

Spørgsmål vedrørende persondosimetri

Sundhedsstyrelsen
Strålebeskyttelse
Persondosimetri
Knapholm 7
2730 Herlev

Tlf.: 44 54 34 56
Fax: 72 22 74 21
E-post: pl@sis.dk
Web: www.sis.dk