



GRAVIDITET OG RØNTGENSTRÅLING

2005



Graviditet og røntgenstråling

Redaktion
Statens Institut for Strålehygiejne
Sundhedsstyrelsen
Knapholm 7
2730 Herlev

Emneord: røntgenundersøgelse, fertile, graviditet.

Sprog: Dansk

URL: <http://www.sis.dk>

Version: 1

Versionsdato: 14. april 2005

ISBN trykt udgave: 87-91437-95-4

ISBN elektronisk udgave: 87-91437-96-2

Format: pdf

Pris: 0,

Udgivet af: Sundhedsstyrelsen, april 2005

Tryk: BM Grafik

3715-170-2002

Indhold

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 1 | Indledning | 1 |
| 2 | Benyttede størrelser | 1 |
| 3 | Henvisning | 2 |
| 4 | Indkaldelsesbrev | 3 |
| 5 | Før røntgenundersøgelse af en gravid/mulig gravid kvinde | 4 |
| 6 | Gennemførelse af røntgenundersøgelse | 5 |
| 7 | Beregning af fosterdosis | 5 |
| 8 | Risici | 6 |
| Bilag 1 | Biologisk effekt | 8 |
| Bilag 2 | Dosisreducerende foranstaltninger | 11 |
| Bilag 3 | Litteratur | 12 |

1 Indledning

I Danmark udføres der hvert år ca. 3 millioner røntgenundersøgelser. Nogle af disse udføres på kvinder, som senere finder ud af, at de på undersøgelsestidspunktet var gravide. Mange af disse kvinder bliver utrygge, og har derfor behov for yderligere information. Hvis de ikke får information, eller informationen gives på et forkert grundlag, kan konsekvensen heraf være, at kvinden vælger invasiv diagnostik (fostervandsundersøgelse og/eller moderkageprøve) eller abort. Denne vejledning er tænkt som en hjælp til røntgenafdelingen, til den henvisende læge samt til andre der skal rådgive patienter inden for området. I bilag 1 gives oplysninger om biologisk effekt af bestråling af et foster.

Røntgenundersøgelser af kvinder i den fertile alder skal udføres med skærpet opmærksomhed på om kvinden er gravid. I vejledningen gennemgås de punkter, der som minimum bør overvejes i forbindelse med undersøgelse af gravide.

Vejledningen dækker kun billeddiagnostiske røntgenundersøgelser, hvor der benyttes ioniserende stråling. Nuklearmedicinske undersøgelser og MR-skanninger er derfor ikke medtaget.

2 Benyttede størrelser

Ækvivalent dosis H angiver den gennemsnitlige absorberede dosis i et organ eller væv vægtet for type og kvalitet af strålingen. Ækvivalent dosis måles i enheden sievert (Sv). Når vi i denne vejledning benytter betegnelsen fosterdosis, menes der ækvivalent dosis til fosteret. Denne størrelse er også benyttet i bilag 1 frem for den i ICRP publikation 84 [1] oprindelige benyttede størrelse absorberet dosis, der måles i enheden gray (Gy). Ved bestemmelse af fosterdosis benyttes den absorberede dosis til uterus som et estimat for denne.

3 Henvisning

For at undgå røntgenbestråling af et foster skal den henvisende læge, ved at udspørge kvinden, sikre sig at hun ikke er eller kan være gravid. I praksis gælder dette alle kvinder i alderen 12 til 55 år. Oplysninger (evt. graviditetsuge post conceptio) noteres på henvisningen. Er kvinden gravid eller planlægger en graviditet i den nærmeste fremtid, skal hun, hvis et foster vil kunne befinde sig i eller tæt på (10 cm) den direkte røntgenstråling (f.eks. røntgenundersøgelse eller CT-skanning af hofte, bækken og abdomen, se tabel 1), informeres om den tilhørende risiko og om de forholdsregler, der træffes ved en evt. gennemførelse af undersøgelsen. Alternative diagnostiske metoder, der ikke er baseret på ioniserende stråling, skal overvejes. Ydermere skal kvinden gøres opmærksom på, at det er vigtigt før undersøgelsen, at oplyse røntgenafdelingen /personalet om hun er eller kan være gravid.

Hvis der er behov for yderligere vejledning af kvinden i forbindelse med en evt. bestråling af fosteret, vurdering af fosterdosis og de hermed forbundne risici for fosterskader, vil det være hensigtsmæssigt, at den henvisende læge kontakter en radiolog.

4 Indkaldelsesbrev

Det anbefales at der i indkaldelsesbrevet til kvinder i den fertile alder, hvor det er relevant (se f.eks. tabel 1) gøres opmærksom på, at det er vigtigt, at kvinden hurtigst muligt før undersøgelsen kontakter røntgenafdelingen, hvis hun er eller kan være gravid.

Forslag til tekst

Hvis De/du er eller kan være gravid, bedes De/du kontakte røntgenafdelingen, da dette kan have indflydelse på gennemførelse af røntgenundersøgelsen.

Tabel 1 Estimeret dosis til uterus (fosterdosis) for røntgenundersøgelser hvor fosteret kan komme i eller tæt på den direkte stråling.

| Undersøgelse | Dosis til uterus Middel (max) (mSv) | Reference-dosis ^a (mSv) | Konversionsfaktor ^b (mSv/Gy·cm ²) |
|---|---|---------------------------------------|---|
| Columna lumbalis | 3 (31) | 3 | 0,33 |
| Bækken AP | 2 (14) | 2 | 0,40 |
| Hofteled AP + lauenstein | 1 (13) | - | 0,33 |
| Myelografi, lumbal / lumbothoracal | 3 (7) | - | 0,10 |
| Oversigt over abdomen, stående og liggende | 4 (11) | - | 0,32 |
| Oversigt over abdomen, enkeltoptagelse | 1 (4) | - | 0,32 |
| Tyndtarmspassage med kontrast | 8 (38) | - | 0,36 |
| Colon, dobbeltkontrast | 15 (75) | 20 | 0,40 |
| Oversigt over nyrer og urinveje | 3 (17) | - | 0,49 |
| IVU, inklusiv forudgående oversigtsbilleder | 7 (55) | 6 | 0,28 |
| PTA, under ekstremitet inklusiv aa.iliacae | 19 (61) | - | 0,16 |
| CT – abdomen | 8 (49) | - | - |
| CT – bækken | 25 (79) | - | - |
| CT – columna lumbalis ^c | 2 (9) | - | - |

^a Den dosis der gives til uterus ved en typisk veludført røntgenundersøgelse på en standardpatient. Se Sundhedsstyrelsens vejledning om måling af referencedoser. Der er ikke fastsat referencedoser for alle typer røntgenundersøgelser.

^b Omregningsfaktor fra arealdosis til dosis afsat i uterus. Dosis til uterus fås ved at gange arealdosis fra undersøgelsen med den tilhørende konversionsfaktor. Konversionsfaktorerne gælder for en gennemsnitsundersøgelse.

^c Tallene stammer fra »Pregnancy and Medical Radiation«, ICRP, 2000, side 18.

5 Før røntgenundersøgelse af en gravid/mulig gravid kvinde

Hvis et foster vil kunne befinde sig i eller tæt på (10 cm) den direkte stråling, skal røntgenpersonalet spørge kvinden, om hun er eller kan være gravid.

I tvivlstilfælde skal kvinden betragtes som værende gravid.

Hvis kvinden kan betragtes som værende gravid, og dette ikke tidligere er meddelt røntgenafdelingen, skal fosterdosis og risici for fosterskader vurderes.

Kvinden skal informeres¹ om evt. risici, og en radiolog/personalet skal i samråd med kvinden vurdere, om undersøgelsen kan gennemføres som planlagt. Radiologen/personalet vurderer, om der evt. skal ændres i undersøgelsesprotokollen, eller om undersøgelsen skal foretages med en alternativ diagnostisk metode, der ikke er baseret på ioniserende stråling.

På baggrund af anamnese og en vurdering af fosterdosis og de hermed forbundne risici for fosterskader, skal en radiolog i samråd med kvinden og evt. den henvisende læge overveje gennemførelse af den planlagte røntgenundersøgelse, alternative diagnostiske metoder, der ikke er baseret på ioniserende stråling eller en udsættelse af undersøgelsen. Skal kvinden igennem et større udredningsforløb, hvori der er planlagt flere røntgenundersøgelser, bør dette indgå i overvejelserne. Gennemføres undersøgelsen som planlagt, skal radiologen på henvisningen notere, at kvinden er gravid, og en evt. ændret undersøgelsesprotokol skal noteres samme sted. Overvejelserne noteres i patientjournalen. Eksempler på dosisreducerende foranstaltninger findes i bilag 2.

Det anbefales, at afdelingen med henblik på senere dokumentation og med udgangspunkt i egne procedurer og udstyr udarbejder en standardformular med generel information om risici for fosterskader ved røntgenundersøgelser. Formularen udfyldes i hvert enkelt tilfælde af afdelingen med navn på kontaktperson (den person der har vejledt kvinden), vurderet fosterdosis og risici. Formularen vedlægges patientjournalen eller returneres til henvisende læge. Kopi udleveres til kvinden.

¹ For information af patienter samt videregivelse af helbredsoplysninger gælder lov nr. 482 af 1. juli 1998 om patienters retsstilling og Sundhedsstyrelsens vejledning nr. 161 af 16 september 1998 om information og samtykke og om videregivelse af helbredsoplysninger mv.

6 Gennemførelse af røntgenundersøgelse

Gennemføres røntgenundersøgelsen som planlagt, og vurderes det, at fosterdosis kan være større end 10 mSv (se f.eks. tabel 1), skal personalet for hver enkelt optagelse notere eksponeringsdata (kV, mAs, mA, sek, FFA, snittykkelse, CTDI-værdi, lejevægelse, projektion osv.), så fosterdosis efterfølgende kan beregnes. Forslag til skema til indsamling af relevante eksponeringsdata kan hentes på instituttets hjemmeside (<http://www.sis.dk/>).

7 Beregning af fosterdosis

På baggrund af de indsamlede eksponeringsdata kan fosterdosis efterfølgende beregnes af den ansvarlige fysiker. Hvis det vurderes/beregnes, at fosterdosis kan overstige 50 mSv, skal den ansvarlige fysiker anvende apparatspecifikke målinger fra det pågældende apparat, som er benyttet til den pågældende røntgenundersøgelse eller CT-skanning. Oplysninger om dosis til fosteret og evt. risici vedlægges om muligt patientjournalen og/eller sendes til henvisende læge. Kvinden skal mundtligt informeres om ovenstående oplysninger.

Hvis en graviditet først erkendes efter at en røntgenundersøgelse er gennemført, skal radiologisk ekspertise inddrages ved rådgivning af kvinden. Vurderes fosterdosis at være større end 10 mSv (se f.eks. tabel 1), skal den ansvarlige fysiker på baggrund af et skøn over eksponeringsdata beregne fosterdosis. Hvis fosterdosis kan overstige 50 mSv, gælder samme forhold som ved erkendt graviditet (se ovenfor).

Sundhedsstyrelsen (SIS) orienteres om beregnet fosterdosis, undersøgelsestype og graviditetsuge hvis fosterdosis er større 10 mSv.

8 Risici

Risiko kan udtrykkes på flere forskellige måder, f.eks. relativ eller absolut risiko. Den relative risiko udtrykker risikoen som en funktion af »baggrundsrisikoen« for at udvikle cancer. En relativ risiko på 1,0 betyder, at bestrålingen ikke udgør nogen forøget risiko. En relativ risiko på 1,5 for en given dosis angiver at stråleudsættelsen medfører en forøgelse af risikoen med 50% over »baggrundsrisikoen«. Den absolutte risiko angiver det forøgede antal cancertilfælde i en population som følge af bestråling med en given dosis.

Ved fosterdoser under 100 mSv vil der ifølge ICRP ikke forekomme misdannelser. ICRP angiver dog en forøget risiko for cancer i barnealderen som følge af bestrålingen (0,06 % ved 10 mSv, 0,6 % ved 100 mSv). Hvis bestrålingen sker i perioden 8-15 uge post conceptio, er der ligeledes en risiko for et fald i IQ (3 point pr. 100 mSv).

Kvinden bør som et led i informationen gøres bekendt med den normale frekvens af kongenitte misdannelser, cancer i barnealderen og retardation (se tabel 2). Dette bør gøres for at sikre, at de ovenfor nævnte risici for skader på fosteret, der kan være forbundet med røntgenbestråling, bliver sat i det rette perspektiv.

Tabel 2 Normal frekvens (i procent) for spontan abort, abort eller skade ved amnioncentese og fosterskader

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

^a »Pregnancy and Medical Radiation«, ICRP, 2000, side 10 og 37.

^b Fosterdiagnostik og risikovurdering, Sundhedsstyrelsen, 2003, side 12, 21, 35, 53, 84 og 144.

^c Cancer incidence in Denmark, Sundhedsstyrelsen, 1998.

Tabel 3 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 |

Risikoen for kvinden ved ikke at blive undersøgt vil som hovedregel være langt større end risikoen for fosteret, ved at kvinden bliver undersøgt. Risikoen for at inducere strålingsrelaterede effekter har ifølge ICRP en tærskelværdi på 100 mSv eller højere. Denne dosis er højere end hvad der gives i forbindelse med de fleste diagnostiske røntgenundersøgelser.

Invasiv diagnostik og/eller abort bør kun overvejes som en mulighed, hvis dosis vurderes større end 100 mSv, og kun med inddragelse af relevant faglig ekspertise, særlig radiologisk ekspertise.

Bilag 1 Biologisk effekt

Teksten er en oversættelse af kapitel 3 i ICRP publikation nr. 84 »Pregnancy and Medical Radiation«.

Generelt

Både celledød og inducerede neoplasmaer kan forekomme som følge af bestråling af et foster i livmoderen. Strålingsskader kan ske som følge af celledød, fejl- eller ureparerede skader på DNA strukturen. Skader på grund af celledød har en nedre tærskelværdi, hvorunder skader ikke forekommer. Jo højere dosis er over denne tærskelværdi, desto alvorligere er skaden. Leukæmi, kræft og mulige arvelige defekter skyldes fejl- eller ureparerede skader på DNA-strukturen. Sandsynligheden for en sådan skade stiger med dosis, og der eksisterer ingen tærskelværdi, hvorunder risikoen er nul. For en given periode af svangerskabet er der mindre risiko for at inducere skader, når dosis gives over en længere periode (lav dosishastighed), end hvis den samme dosis gives inden for et lille tidsrum (høj dosishastighed).

Når dosis som følge af bestråling i svangerskabet når over en given tærskelværdi, kan den medfølgende celledød give anledning til mange forskellige typer skader på det ufødte barn. Eksempler på sådanne skader er: fosterdød, anormaliteter i centralnervesystemet, stær, væksthæmning, deformiteter og adfærdsforstyrrelser. Da nervesystemet hos fosteret er det mest strålefølsomme og har den længste udviklingsperiode, ses stråleinducerede skader hos mennesker kun sjældent, uden at der samtidigt kan observeres neurologiske ændringer.

Effekten af bestrålingen vil afhænge af fosterets alder ved bestråling samt den absorberede dosis. Når antallet af celler i embryoet er lille, og cellerne endnu ikke er specialiserede, vil en evt. effekt af bestrålingen i de fleste tilfælde være manglende implantation eller en uopdaget abort. Misdannelser er usandsynlige eller meget sjældne. Bestråling af embryoet i de to første uger post conceptio vil højst sandsynligt ikke medføre misdannelser eller abort, idet udviklingen af centralnervesystemet og hjertet først begynder i den tredje uge. I resten af den periode hvor organerne dannes, normalt regnet fra den tredje uge post conceptio, vil misdannelser kun kunne forekomme, i de organer der er under dannelse på bestrålingstidspunktet. Disse effekter har en tærskelværdi på 100-200 mSv eller højere. Denne dosis er højere end hvad der gives i forbindelse med de fleste diagnostiske røntgen- eller nuklearmedicinske undersøgelser. Som eksempel kan det nævnes, at hverken 3 CT-skanninger af bækkenet eller 20 konventionelle diagnostiske billeder af abdomen eller bækkenet vil give fosterdoser over 100 mSv. Ved fosterdoser på 100-200 mSv er risikoen for misdannelser lille, men risikoen stiger med dosis.

Effekter på centralnervesystemet

Stråleskader på det udviklende centralnervesystem vil formodentlig være et resultat af celledød og ændringer i celledifferentieringen i neuronernes migration. Der er rapporteret om lavere intelligenskvotient (IQ) end forventet hos børn, der er blevet bestrålet i fosterstadiet ved bombningerne af Hiroshima og Nagasaki. Der er fundet to principielle kvantitative resultater.

Det første er en reduktion af IQ som funktion af dosis. Denne effekt er meget afhængig af fosterets alder og kan ikke observeres klinisk ved doser under 100 mSv. I perioden 8-15 uger efter undfangelsen vil en dosis på 1.000 mSv (1 Sv) medføre en reduktion af IQ på ca. 30 point. En lignende men mindre reduktion af IQ kan observeres som følge af bestråling i perioden fra 16.- 25. uge.

Det andet resultat er sammenhængen mellem dosis og forøgelsen af antallet af børn, der klassificeres som »svært retarderede«. Dette er forventet, da der ved høje doser vil være et stort fald i IQ og dermed vil antallet af børn, der klassificeres som »svært retarderede« stige. Ved en fosterdosis på 1000 mSv givet i 8.-15. uge (gestationsalder) vil sandsynligheden for denne skade være omkring 40%.

I den efterfølgende periode (16-25 uger efter undfangelsen) er skaderne mindre markante, og skader er ikke observeret i andre graviditetsperioder. Alle kliniske observationer af signifikante fald i IQ og af svær retardation relaterer til fosterdoser over 500 mSv og høje dosishastigheder.

Det er vigtigt, at relatere frekvensen af skader forårsaget af stråling til frekvensen af de naturligt forekommende skader i en normalbefolkning, der kun udsættes for baggrundsstråling. Den normale forekomst af mental retardation afhænger af, hvilken definition af mental retardation der benyttes. På nuværende tidspunkt er de fleste organisationer enige om at definere en IQ på under 70 som mental retardation. De fleste tal tyder på, at den »normale« forekomst af personer med en IQ på under 70 er ca. 3%. Dette betyder, at hvis fosteret ikke modtager andet end baggrundsstrålingen, vil 3 ud af 100 graviditeter medføre, at barnet fødes som mental retarderet. Svær mental retardation (hvor personen ikke er i stand til at klare sig selv) forekommer spontant i 1 ud af 200 fødsler (0,5%). På nuværende tidspunkt er der konstateret mere end 250 faktorer, der kan medvirke til mental retardation f.eks. underernæring, blyforgiftning, alkoholisme og røde hunde hos moderen under graviditeten. Ved fosterdoser på 100 mSv er den spontane risiko for mental retardation langt større end den potentielle risiko for en reduktion af IQ som følge af bestråling. Ved en dosis på 1000 mSv i perioden 8-15 uger efter undfangelsen stiger risikoen for et signifikant fald i IQ og deraf følgende mental retardation til 40%. Dette er langt højere end den spontane risiko på omkring 3%.

Det skal bemærkes, at stråleinduceret mental retardation nogle gange kan skelnes fra andre former for retardation. Abnormiteter i den grå hjernemasse og udviklingen af hovedet antyder, at årsagen kan være strålepåvirkning eller alkoholisme, hvorimod et barn med cerebral parese, normal hovedstørrelse og en dokumenteret hypoxi episode i forbindelse med fødslen ikke vil have bestråling som sandsynlig ætiologi.

Risiko for leukæmi og børnecancer

Det ser ud til, at bestråling efter undfangelsen og til fødslen medfører en forøget risiko for børnecancer og leukæmi. Den spontane forekomst af børnecancer og leukæmi i alderen 0-15 år uden anden stråleudsættelse end baggrundsstrålingen er omkring 2-3 pr. 1000. Størrelsen af risikoen ved lavdosis stråleudsættelse og hvorvidt risikoen ændres gennem graviditeten har været emnet i mange publikationer. Fortolkningen af disse data er stadig til debat. En type epidemiologisk studie (case-control) har påvist en forøget risiko for børnecancer og leukæmi ved obstetriske røntgenundersøgelser af gravi-

de kvinder. Lignende resultater er ikke fundet i gruppestudier, som er en anden type epidemiologisk studie. Der er nogle resultater, der tyder på en mulig forøget forekomst af leukæmi hos de personer, der blev bestrålet i fosterstadiet ved bombningerne af Hiroshima og Nagasaki (et gruppestudie med højere doser end ved obstetriske røntgenundersøgelser). Der er dog ikke registreret sammenhæng mellem dosis og antal, og de registrerede tilfælde af leukæmi forekom ikke i barndommen.

Risiko kan udtrykkes på flere forskellige måder f.eks. relativ eller absolut risiko. Den relative risiko udtrykker risikoen som en funktion af »baggrundsrisikoen« for at udvikle cancer. En relativ risiko på 1,0 betyder, at bestrålingen ikke udgør nogen forøget risiko, hvorimod en relativ risiko på 1,5 for en given dosis angiver, at stråleudsættelsen medfører en forhøjelse af risikoen med 50% over »baggrundsrisikoen«. Den absolutte risiko angiver det forøgede antal cancertilfælde i en population som følge af bestråling med en given dosis.

En sammenligning af forskellige epidemiologiske undersøgelser af sammenhængen mellem røntgenundersøgelse af gravide og børnecancer peger på, at den relative risiko som følge af en fosterdosis på 10 mSv er 1,4 (40% over »baggrundsrisikoen«). De bedste systematiske undersøgelser antyder dog, at risikoen formentlig er lavere. Selv om den relative risiko skulle være så høj som 1,4, ville den individuelle sandsynlighed for at udvikle cancer som følge af bestråling i livmoderen være meget lav (omkring 0,3-0,4%), da baggrundsrisikoen for at udvikle børnecancer er lav (0,2-0,3%). Nye estimater for den absolutte cancerisiko (for alderen 0-15 år) som følge af bestråling i livmoderen angives til 600 ud af 10.000, hvor hver person har modtaget 1.000 mSv (eller 0,06% pr. 10 mSv). Dette svarer til et 1 cancerdødsfald ud af 1.700 børn, der i livmoderen er blevet udsat for doser på 10 mSv.

En forøgelse af cancertilfælde som følge af bestråling i livmoderen er ikke klart observeret hos de overlevende fra Hiroshima og Nagasaki, selv om man har fulgt denne gruppe i ca. 50 år. Da antallet af bestrålede gravide kvinder er lille, kan det ikke udelukkes, at en forøgelse vil kunne observeres ved en større population.

Bestråling af forældre før undfangelsen

Som et resultat af dyreforsøg og tidlige studier af insekter blev det antaget, at genetiske skader udgjorde den største potentielle risiko ved bestråling. I de sidste 30 år har man ikke kunnet påvise en sammenhæng mellem bestråling af forældrene før undfangelsen og misdannelser hos det nyfødte barn. Intensive studier af børn og børnebørn af de overlevende fra Hiroshima og Nagasaki har ikke påvist nogen arvelige sygdomme, der kan henføres til bestråling. Nye studier af børn der er behandlet for børnecancer med radioterapi, viser heller ingen genetiske skader hos deres afkom.

Det har på trods af ovenstående været anbefalet, at kvinder skulle undgå at blive gravide i de følgende måneder efter radioterapibehandling. Disse anbefalinger var baseret på eksperimenter med mus, der viste, at modne oocyter var mere følsomme overfor bestråling end umodne oocyter. Dette vil for det meste kun være af teoretisk interesse og ikke praktisk anvendeligt. Patienter, der modtager høje doser, vil for det meste have enten en udpræget endokrin dysfunktion eller cancer og vil ofte blive bedt om at undgå graviditet af ikke-strålingsmæssige årsager (for det meste på grund af risiko for tilbagefald).

Bilag 2 Dosisreducerende foranstaltninger

Konventionel røntgen og gennemlysning

Høj kV.

Lav mAs.

Brug af dosisautomatik.

Reduceret antal optagelser.

God indblænding.

Følsom billedreceptor.

Begrænsning af gennemlysningstid.

Pulset gennemlysning (med så få billeder pr. sekund som foreneligt med de diagnostiske krav).

Begrænset brug af forstørrelse.

Brug af afdelingens »bedste« udstyr.

Erfarent personale.

CT

Lav mAs.

Reduktion af scanfelt og antal snit.

Snittykkelse, undgå meget tynde snit.

Øget snitafstand.

Høj pitch faktor.

Brug af Z-filter.

Erfarent personale.

Optimerede protokoller.

Valg af skanner.

Bilag 3 Litteratur

1. ICRP, Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84, Annals of the ICRP Vol. 30 No.1. (2000), ISBN 008 043 9012.
2. European Commission, Guidance for protection of unborn children and infants irradiated due to parental medical exposures. Radiation Protection 100. Official Publication of the European Communities, Luxembourg (1999), ISBN 92-828-5175-3.
3. Sundhedsstyrelsen Statens Institut for strålehygiejne, Dosis til den danske befolkning fra røntgendiagnostik (ikke publiceret).
4. Sundhedsstyrelsen, Cancer Incidence in Denmark 1998. Sundhedsstatistikken 2002:1. ISSN 0109-5749 (cancer Incidence in Denmark) ISSN 0909-4156 (Sundhedsstatistikken) (2002).
5. Sundhedsstyrelsen, Sundhedsstatistik, personlig kommunikation med Steen Rasmussen.
6. Sundhedsstyrelsen, Fosterdiagnostik og risikovurdering (2003), ISBN 87-91232-89-9.
7. Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for strålehygiejne, Vejledning om refencedoser for røntgenundersøgelser (2001).

www.sis.dk

Statens Institut for Strålehygiejne
Sundhedsstyrelsen
Knapholm 7
2730 Herlev
Telefon 44 54 34 54
Telefax 44 54 34 50
sis@sis.dk