

Ioniserende stråling

Fokus for vejledningen	Fokus for denne vejledning er rådgivning og risikovurdering af gravide der har været udsat for ioniserende stråling uvidende at de har været gravide, eller arbejder med ioniserende stråling og har behov for vejledning ifm. hermed.
Definitioner	Stråling er overførsel af energi, og kan være naturlig eller kunstigt dannet. Jo højere energi, jo mere kan strålingen påvirke det materiale, den rammer.
Ioniserende stråling og radioaktivitet	<p>Nogle typer stråling er så energirige, at de kan løsrive elektroner fra atomer og molekyler i det materiale de rammer, og dermed ændre de kemiske egenskaber i materialet. Stråling med sådanne egenskaber kaldes ioniserende stråling. Radioaktivitet er betegnelsen for ioniserende stråling fra ustabile former af grundstoffer. Radioaktive stoffer kan udsende alfa-, beta- og gammastråling, hvor sidstnævnte er mest gennemtrængende.</p> <p>Gennemtrængelighed defineres som den fraktion af stråling der passerer gennem et objekt, og afhænger af strålingens energi og objektets beskaffenhed. Jo længere afstand mellem strålekilden og objektet, jo lavere energi.(1) Røntgenstråling er stråling der dannes kunstigt vha. elektricitet og har de samme fysiske egenskaber som gammastråling.(2, 3)</p>
Ikke-ioniserende stråling	Ikke-ioniserende stråling er betegnelsen for typer af stråling der ikke er så energirige som ioniserende stråling. Det drejer sig bl.a. om synligt lys, signaler fra mobiltelefoner og WIFI netværk samt mikrobølgeovne.
Enheder og begreber	Absorberede stråling måles i Gray (Gy). Den absorberede dosis tager ikke højde for at den biologiske virkning af stråling i væv/organer også afhænger af typen og energien af strålingen. Den ækvivalente dosis tager højde for typen og energien af strålingen. For at tage højde for at væv/organer har forskellig strålefølsomhed (se afsnit om stråleskader) ganges en vævsvægtningsfaktor på. Ved at summere de vægtede ækvivalente doser, beregnes den effektive dosis.(3, 4)
Stråleskader	<p>Strålingens biologiske virkning, målt som ækvivalent og effektiv dosis, udtrykkes i enheden Sievert (Sv). De doser, mennesker udsættes for, er normalt meget små og angives i enheden millisievert (mSv). $1 \text{ mSv} = 0,001 \text{ Sv}$.(2)</p> <p>Væv med mange celler i deling er mere strålefølsomme end væv med få celler i deling (hæmatopoietiske celler vs. muskelceller). Ioniserende stråling kan skade molekyler direkte (bl.a. DNA og proteiner), men også indirekte ved dannelsen af frie radikaler.</p> <p>Strålings skadevirkninger inddeles i deterministiske skader (akutte skader, ses typisk ved høje doser) og stokastiske skader (senskader, ses typisk ved lave doser).</p> <p>Ved de deterministiske skader (akutte skader) er skadevirkningen celledød og nekroser i væv/organer grundet en høj afsætning af energi i vævene. Fx forbrænding af huden.</p> <p>Ved de stokastiske skader (senskader) er mekanismen direkte eller indirekte</p>

Incidens/prævalens	<p>beskadigelse af cellernes DNA. Konsekvenserne heraf er en øget risiko for kræft og/eller øget risiko for genetiske skader i næste generation. Sidstnævnte er primært baseret på dyrestudier, og er jf. Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålebeskyttelse) ikke påvist ved mennesker.(2) Der er stigende evidens for at ioniserende stråling øger risikoen for hjerte-kar-sygdomme med en mulig tærskelværdi på 0,5 Sv (500 mSv).(3)</p> <p>Omkring 74 % af den stråling, indbyggere i Danmark udsættes for, er af naturlig oprindelse (radon, kosmisk stråling, fødevarer, jordskorpen) og 26 % er menneskeskabt (hovedsagligt medicinske undersøgelser, med et meget lille bidrag fra industri (fx kontrol af svejsninger)).</p>
Arbejdsrelateret ætiologi	<p>En indbygger i Danmark modtager i gennemsnit 4 mSv/år fra naturlig og menneskeskabt stråling.(2)</p> <p>Medicinske og veterinære diagnostiske undersøgelser, operationspersonale (gennemlysning), forskere, undervisere, piloter og kabinepersonale (kosmisk stråling).</p>
Anden ætiologi	<p>Eksempler på effektive doser ved forskellige diagnostiske undersøgelser af mennesker:(2, 5)</p> <p>Rtg. tænder, arme og ben: 0,01 mSv</p> <p>Rtg. thorax: 0,1 mSv</p> <p>PET-scanning: 6 mSv</p> <p>HRCT thorax (for interstitiel lungesgd.): 10 mSv</p> <p>CT thorax eller abdomen: 12 mSv</p> <p>En flyvetur over Atlanterhavet medfører en effektiv dosis på typisk 0,05 mSv.(6)</p>
Udredning og rådgivning	
Eksponeringsart og omfang	<p>Typen af stråling (alpha-, beta-, gamma-/røntgenstråling) og kilden til strålingen (røntgenrør, radioaktivt materiale). Afstand til kilden. Hyppigheden af eksponeringen.</p> <p>Brug af værnemidler (forklæde, handsker og thyroideabeskytter af blygummi, blygalsbriller, sprøjtebeskyttere, lange katetre og tænger til håndtering af radioaktivt materiale).</p> <p>De typiske radioaktive kilder der bruges i undervisningen på folkeskoler og gymnasiale uddannelser, er forhåndsgodkendte af Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålebeskyttelse). Listen kan findes i den relevante vejledning.(7)</p>
Rådgivning af gravide	<p>I AT-vejledning A.1.8-5 Gravides og ammendes arbejdsmiljø er der angivet at: "Fosteret må ikke udsættes for en belastning på mere end 1 mSv. Hvis det vurderes, at fosterets stråledosis overstiger 1 mSv, skal den gravide flyttes til andre arbejdsopgaver, hvor der er mindre udsættelse for stråling."</p> <p>Kan det ikke med sikkerhed garanteres at fosteret eksponeres for mindre end 1 mSv, skal der foretages individuel dosismåling af den gravide. (4, 8)</p> <p>Dosis forventes at være højere end 1 mSv ved arbejde i lokaler med</p>

røntgenapparater (fx gennemlysning ved operationer). I korrekt afskærmede rum hvor der benyttes røntgenapparater (inkl. CT), vil den effektive dosis ikke overstige 0,3 mSv/år for personer der opholder sig udenfor rummet.(9) Det vurderes således ikke at udgøre et problem for den gravide.

Flypersonale I praksis giver mange luftfartsselskaber flyveforbud for gravide besætningsmedlemmer når graviditeten meddeles. Alternativt skal den gravides arbejdsplan tilpasses så eksponeringen for kosmisk stråling holdes under 1 mSv (obs andre arbejdsmiljømæssige eksponeringer (natarbejde, langvarig stående-gående arbejde, tunge løft).

Undervisere på folkeskoler og gymnasier I vejledningen om brug af radioaktive kilder på folkeskoler og på gymnasiale uddannelser er det angivet at ved normal brug af de godkendte radioaktive kilder, så vil de effektive doser elever og lærere kunne modtage i undervisningen, være helt ubetydelige. De "vil aldrig kunne medføre effektive doser, der overstiger 1 mSv/år. Der skal derfor ikke tages særlige forholdsregler for elever og lærere i forbindelse med brug af godkendte radioaktive kilder i undervisningen og heller ikke for gravide elever og lærere."(7)

Administrative forhold

Grænseværdier Arbejdstagere i almindelighed må ikke udsættes for helkropsbestråling på mere end 20 mSv/år. Dosisgrænsen for indbyggere i Danmark er 1 mSv/år. I disse grænser medregnes ikke de 4 mSv/år som indbyggere i Danmark i gennemsnit modtager. (4)

Kategorisering af stråleudsatte arbejdere Stråleudsatte arbejdere kategoriseres i tre kategorier afhængig af de effektive doser man forventer de kan modtage (eller tilsvarende grænser i ækvivalente doser for hhv. øjelinsen, hud og ekstremiteter): Kategori A (>6 mSv/år, aflæsning hver mdr.), kategori B (>1 men ≤6 mSv/år, aflæsning hver 3. mdr.) eller C (≤1 mSv/år). Stråleudsatte arbejdere i kategori A og B skal være omfattet af individuel dosisovervågning.(4) I tillæg hertil skal kategori A arbejdere gennemgå en årlig lægeundersøgelse.(10)

Flybesætningers eksponering for kosmisk stråling kontrolleres vha. et beregningsprogram. Den gennemsnitlige dosis for de ca. 4000 besætningsmedlemmer der fik indrapporteret beregnede doser i 2010 var 2 mSv/år; sjældent mere end 6 mSv/år.(6)

Grænseværdier gravide Et foster må ikke udsættes for en stråling på mere end 1 mSv. (4, 8) Det er et krav at stråleudsatte arbejdstagere skal være instrueret i tidligt at underrette om graviditet og amning mhp. forebyggelsesmæssige tiltag.(4)

Dokumentation

Referencer: 1. Perry Sprawls. Radiation Penetration. [cited 2020-02-18]. In: Physical Principles of Medical Imaging [Internet]. 2. [cited 2020-02-18]. Available from:

<http://www.sprawls.org/ppmi2/RADPEN/>.

2. Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålebeskyttelse). Strålingsguiden – ioniserende stråling. 2012.

<https://www.sst.dk/da/Udgivelser/2013/Straalingsguiden---ioniserende-straaling>.

3. T. Sigsgaard, K. Ulbak. Miljø- og arbejdsmedicin, kap. 9 Stråling. 4 ed:

FADL's Forlag.

4. Sundhedsstyrelsen. BEK nr 669 af 01/07/2019

(Strålebeskyttelsesbekendtgørelsen).

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=209405#id1f9d1e53-cc9b-43ae-85ad-2b322bc61a40>.

5. Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålebeskyttelse). CT referencedoser - Indsamling og vurdering af patientdoser ved CT. 2015.

<https://www.sst.dk/da/Udgivelser/2013/Straalingsguiden---ioniserende-straaling>.

6. Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålebeskyttelse). Orientering om kosmisk stråling. 2012. <https://www.sst.dk/da/Udgivelser/2013/Straalingsguiden--ioniserende-straaling>.

7. Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålebeskyttelse). Regler for brug af

ioniserende stråling i undervisningen - i folkeskolen og på gymnasiale

uddannelser. 2015. <https://www.sst.dk/-/media/Udgivelser/2015/Regler-for-brug-af-ioniserende-str%C3%A5ling-i-undervisningen---i-folkeskolen-og-p%C3%A5-gymnasiale-uddannelser.ashx>.

8. Arbejdstilsynet. At-vejledning A. 1.8-5 om gravides og ammendes arbejdsmiljø (VEJ nr 10718 af 01/10/2015). 2009 (opdateret oktober 2015).

<https://at.dk/regler/at-vejledninger/gravides-ammendes-arbejdsmiljoe-a-1-8-5/>.

9. Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålebeskyttelse). Vejledning om afskærmning af røntgenanlæg 2009.

https://www.sst.dk/da/straalebeskyttelse/straalingsgeneratorer/vejledninger/-/media/Udgivelser/2009/Publ2009/SIS/Afskaermning/Afskaermning_roentgenanlaeg_170809,-d-.pdf.ashx.

10. Arbejdstilsynet. At-vejledning D.7.3-1 Ioniserende stråling (VEJ nr 9093 af 31/01/2019). 2002 (opdateret januar 2019). <https://at.dk/regler/at-vejledninger/gravides-ammendes-arbejdsmiljoe-a-1-8-5/>.

Forfatter: Sorosh Tabatabaeifar

Review: Jens Peder Haahr/Ole Carstensen, Arbejdsmedicin Herning

Dato 25-05-2020

Revideres 25-05-2023
