

Kreft, epidemiologi og kjernekraftulykker

I 2016 er det henholdsvis 30 år og 5 år siden kjernekraftulykkene i Tsjernobyl og Fukushima. I begge tilfeller var konsekvensene for miljøet betydelige, og store befolkningsgrupper ble utsatt for forhøyede stråledoser.

Jon-Magnus Tangen
 uxjmta@ous-hf.no

Massemediene fremsatte mørke spådommer om økt kreftfare etter Tsjernobyl-ulykken i Ukraina. I dag kan vi begynne å trekke konklusjoner om hvordan det har gått, og dette kan hjelpe oss til å si noe om prognosene etter Fukushima-ulykken i Japan.

Overlevende etter atombombesprengningene i Hiroshima og Nagasaki i Japan danner vårt viktigste grunnlag for kunnskap om sammenhengen mellom stråleeksponering og kreft. I Life Span Study er 120 000 overlevende etter atombombeeksplosjonene og 26 000 mennesker i en kontrollgruppe som bodde i de aktuelle byene, men som var fraværende da eksplosjonene skjedde, blitt fulgt fra 1950 og frem til i dag (1). Det er blitt påvist økt forekomst av en rekke kreftsykdommer hos de strålingseksponerte sammenlignet med kontrollgruppen.

Leukemi og solide kreftformer

Bare få år etter atombombeeksplosjonene ble det konstatert en rask økning i forekomst av leukemi og andre maligne blodsykdommer. Økningen av nye leukemifall var størst i de yngste aldersgruppene. For hele gruppen til sammen er det beregnet at det for tidsrommet 1950–1955 var 15 ganger økt risiko for å få leukemi ved en stråledose på 1 Gy hos de overlevende etter atombombeeksplosjonene – sammenlignet med kontrollgruppen (excess relative risk, ERR = 15,2). ERR sank deretter gradvis, men det ble for tidsrommet 1990–2001 fremdeles beregnet to ganger økt risiko for maligne blodsykdommer (ERR = 2,1) per Gy hos den gruppen som var blitt utsatt for stråling (2).

Noen år etter at økningen av akutte leukemier startet, ble det påvist en begynnende økt forekomst av flere typer solid kreft, spesielt brystkreft, lungekreft og kreft i gastrointestinaltraktus. Økningen av insidensen for disse krefttypene har fortsatt å stige jevnt. Risikoen for solid kreftsykdom etter stråling påvirkes av alder, kjønn, type svulst, stråledose og tiden som har gått etter atombombeeksplosjonene. Det er beregnet

at for en person som var 30 år da atombombene eksploderte, vil det etter 40 år være en 35 % økning av risikoen per Gy stråledose for å få en solid kreftsykdom, alle krefttyper sett under ett (ERR = 0,35) (3). Både Life Span Study og resultater fra undersøkelser hos pasienter som har fått stråling som ledd i diagnostikk og behandling i medisinsk sammenheng (4, 5), viser at det er en direkte sammenheng mellom stråling og kreftsykdommer. Data fra disse studiene har senere vært brukt til å utarbeide matematiske modeller for å lage prognoser over antallet potensielle nye krefttilfeller etter en stråleulykke.

Tsjernobyl

Menneskelig feil, kombinert med en svakhet i reaktorens konstruksjon, førte til at kjølefunksjonen i reaktoren i Tsjernobyl sviktet natt til 26. april 1986. Resultatet var en eksplosjon i reaktorkjernen, hvorefter radioaktivt materiale, blant annet store mengder radioaktivt jod og cesium, ble slynget ut. Eksplosjonen ble fulgt av en brann som varte i ti dager. Hoveddelen av det radioaktive materialet falt ned over nærområdene i det nordlige Ukraina, Hviterussland og de vestlige delene av Russland, mens en del ble sugd opp i høyere luftlag og brakt med vinden til fjerntliggende europeiske land, som Tyskland, Frankrike, Norge og Sverige (6). Tsjernobyl-ulykken er den største stråleulykken i fredstid.

Kreft i skjoldkirtelen

Allerede få år etter ulykken rapporterte sykehus i Hviterussland om en betydelig økning av tilfeller med kreft i skjoldkirtelen hos barn (7). Etter hvert kom lignende meldinger også fra Ukraina og Russland. Det ble påvist at økningen hadde direkte sammenheng med eksponisjon for radioaktivt jod, og den var størst hos de aller minste barna. Insidensen av nye tilfeller med kreft i skjoldkirtelen steg gradvis gjennom det neste tiåret, hvorefter den synes å ha holdt seg stabil på samme nivå til nå. ERR er i forskjellige rapporter angitt til mellom 19,0 og 4,5 per Gy, avhengig av alder på barna. Jodmangel i befolkningen, kombinert med inntak av melk som inneholdt radioaktivt jod, har bidratt til den økte forekomsten av skjoldkirtelkreft (8). Heldigvis

har de aller fleste pasientene respondert godt på behandling. I en FN-rapport fra 2006 er det angitt at det til da var blitt påvist omtrent 4 000 nye tilfeller av kreft i skjoldkirtelen hos barn i Hviterussland, Russland og Ukraina i tiden etter Tsjernobyl-ulykken, men det var bare registrert 15 dødsfall blant disse tilfellene (9).

Epidemiologiske studier og prognostiske modeller

Estimater av kreftforekomst etter kjernekraftulykker kan deles i to hovedtyper: Den første typen er en prognostisk beregning basert på tidligere erfaring med kreftforekomst hos andre grupper som har vært utsatt for stråling. Den andre typen er epidemiologiske undersøkelser hos utvalgte befolkningsgrupper.

Ved hjelp av en prognostisk modell spesielt tilpasset eksponering for lave stråledoser over et lengre tidsrom, er det beregnet at det i alle involverte land i løpet av en 100-årsperiode vil oppstå 40 000 krefttilfeller som følge av Tsjernobyl-ulykken. Halvparten vil være kreft i skjoldkirtelen, og det er beregnet at antallet nye tilfeller i Ukraina, Hviterussland og Russland vil være like stort som i resten av Europa til sammen. Disse 40 000 tilfellene vil likevel utgjøre bare 0,01 % av det totale antall forventede krefttilfeller i denne perioden (10).

Etter Tsjernobyl

Epidemiologiske studier etter Tsjernobyl-ulykken har vært konsentrert om arbeiderne som sto for oppryddingen etter ulykken, såkalte «liquidators», i alt omtrent 600 000 personer som under arbeidet ble utsatt for til dels høye stråledoser. Det er publisert to store internasjonale kasus-kontroll-studier hvor man i begge konkluderer med økt forekomst av maligne blodsykdommer i denne gruppen (11, 12). Selv om pasientseleksjon var en faktor i begge studiene, må konklusjonene tillegges vekt fordi studiene fyller andre kvalitetskrav, som individuell dokumentasjon av stråledose og kvalitets-sikring av diagnose for hver pasient, av et internasjonalt ekspertpanel. Videre er det blitt publisert to store russiske studier hvor man konkluderte med overhyppighet både av maligne blodsykdommer og solide kreftformer hos oppryddingsarbeiderne, sam-



Illustrasjon: Sylvia Stølan

menlignet med befolkningen for øvrig (13, 14). Imidlertid gjør metodologiske problemer vurderingen av disse studiene usikker. Underdiagnostisering og underregistrering av kreftsykdommer i befolkningen generelt i de berørte landene, kombinert med det faktum at det ble innført spesielle screeningprogrammer for diagnostisering og registrering av kreft blant oppryddingsarbeiderne, kan ha ført til at det ble registrert økt andel kreftsykdommer i denne gruppen (screeningeffekt).

Ikke målbar økt kreftforekomst etter Fukushima-ulykken

Jordskjelvet 11. mars 2011 førte til en tsunami som slo inn over Fukushima kjerne-kraftverk. Kraftverket ligger ved sjøen og var beskyttet mot bølger opp til 13 meter, men denne dagen oversteget bølgehøyden dette nivået. Tre av reaktorene var i drift på ulykkestidspunktet. Oversvømmelsen satte kjøleanlegget ut av drift, og temperaturen inne i reaktorene steg gradvis. Beskyttelseskledningen rundt brenselstavene smeltet delvis ned, og det ble frigjort hydrogengass.

Det førte til kjemisk eksplosjon og skade på reaktorbygningene, men selve reaktorene forble intakte. For å motvirke overtrykk og forhindre eksplosjon ble det i flere omganger åpnet for lufting av reaktorene, noe som førte til utslipp av radioaktive gasser til omgivelsene. Utslipet av radioaktivt materiale fra Fukushima-kraftverket var omtrent en tiendedel av utslippet etter Tsjernobyl-ulykken. Videre ble 80 % av dette utslippet ført med vinden ut over sjøen. Nedfallet av radioaktivt materiale over land var derfor betydelig mindre enn etter Tsjernobyl-ulykken og hovedsakelig lokalisert til regionen rundt kraftverket (15).

Det er til nå ikke blitt registrert økt insidens av skjoldkirtelkreft hos barn etter Fukushima-ulykken. Medvirkende faktorer til dette er sannsynligvis at barn i dette området ikke har jodmangel og at distribusjon av lokale melkeprodukter ble stoppet umiddelbart (16). En prognose over kreft-risiko viser at radioaktiv forurensning etter Fukushima-ulykken vil kunne føre til mellom 730–1 700 nye krefttilfeller, altså noe over en hundredel av Tsjernobyl-

ulykken (17). Det var ca. 20 000 arbeidere som deltok i oppryddingsarbeidet etter ulykken, men bare 39 av dem ble utsatt for stråledoser over 0,1 Sv. Blant disse er det beregnet at det vil oppstå rundt 12 tilfeller av kreft som følge av strålingen (18). Det vil ikke være mulig å verifisere denne estimerte minimale økningen av krefttilfeller etter Fukushima med epidemiologiske undersøkelser.

Moderat kreftisiko etter Tsjernobyl-ulykken

Økning av kreft i skjoldkirtelen hos barn etter Tsjernobyl-ulykken er til nå den eneste sikkert påviste sammenhengen mellom kreft og stråleeksposisjon etter en kjerne-kraftverksulykke. I tillegg er det påvist en sannsynlig økning av forekomsten av maligne blodsykdommer hos redningsarbeiderne i Tsjernobyl. Selv om epidemiologiske undersøkelser omkring kreftisiko etter kjernekraftulykker er forbundet med metodologiske problemer, viser studiene som er utført, at økningen av kreftisikoen etter Tsjernobyl-ulykken var moderat.

Det var altså ikke dekning for de dystreste spådommene som ble fremført på dette området i massemediene etter ulykken.

Jon-Magnus Tangen (f. 1945)

er overlege ved Nasjonal behandlingstjeneste for CBRNE-medisin, Avdeling for akuttmedisin, Oslo universitetssykehus, Ullevål. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Litteratur

1. Douple EB, Mabuchi K, Cullings HM et al. Long-term radiation-related health effects in a unique human population: lessons learned from the atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki. *Disaster Med Public Health Prep* 2011; 5 (suppl 1): S122–33.
2. Hsu WL, Preston DL, Soda M et al. The incidence of leukemia, lymphoma and multiple myeloma among atomic bomb survivors: 1950–2001. *Radiat Res* 2013; 179: 361–82.
3. Preston DL, Ron E, Tokuoka S et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958–1998. *Radiat Res* 2007; 168: 1–64.
4. Ivanov VK, Kashcheev VV, Chekin SY et al. Estimating the lifetime risk of cancer associated with multiple CT scans. *J Radiol Prot* 2014; 34: 825–41.
5. Roychoudhuri R, Evans H, Robinson D et al. Radiation-induced malignancies following radiotherapy for breast cancer. *Br J Cancer* 2004; 91: 868–72.
6. Saenko V, Ivanov V, Tsyb A et al. The Chernobyl accident and its consequences. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2011; 23: 234–43.
7. Kazakov VS, Demidchik EP, Astakhova LN. Thyroid cancer after Chernobyl. *Nature* 1992; 359: 21.
8. Ron E. Thyroid cancer incidence among people living in areas contaminated by radiation from the Chernobyl accident. *Health Phys* 2007; 93: 502–11.
9. Bennett B, Repacholi M, Carr Z. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes. Report of the UN Chernobyl forum expert group «health». Geneva: World Health Organization, 2006. www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/who_chernobyl_report_2006.pdf [18.3. 2016].
10. Cardis E, Krewski D, Boniol M et al. Estimates of the cancer burden in Europe from radioactive fallout from the Chernobyl accident. *Int J Cancer* 2006; 119: 1224–35.
11. Kesminiene A, Evrard AS, Ivanov VK et al. Risk of hematological malignancies among Chernobyl liquidators. *Radiat Res* 2008; 170: 721–35.
12. Romanenko AY, Finch SC, Hatch M et al. The Ukrainian-American study of leukemia and related disorders among Chernobyl cleanup workers from Ukraine: III. Radiation risks. *Radiat Res* 2008; 170: 711–20.
13. Ivanov VK, Tsyb AF, Khait SE et al. Leukemia incidence in the Russian cohort of Chernobyl emergency workers. *Radiat Environ Biophys* 2012; 51: 143–9.
14. Kaschcheev VV, Chekin SY, Maksimov MA et al. Incidence and mortality of solid cancer among emergency workers of the Chernobyl accident: assessment of radiation risk for the follow-up period of 1992–2009. *Radiat Environ Biophys* 2015; 54: 13–23.
15. Tangen JM, Jaworska A, Mattsson H. Fukushima-ulykken – helsemessige konsekvenser. *Tidsskr Nor Legeforen* 2011; 131: 2342–3.
16. Steinhauser G, Brandl A, Johnson TE. Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: a review of the environmental impacts. *Sci Total Environ* 2014; 470–471: 800–17.
17. Evangelou N, Balkanski Y, Cozic A et al. Global and local cancer risks after the Fukushima Nuclear Power Plant accident as seen from Chernobyl: a modeling study for radiocaesium ([134]Cs & [137]Cs). *Environ Int* 2014; 64: 17–27.
18. Ten Hoeve JE, Jacobson MZ. Worldwide health effects of the Fukushima Daiichi nuclear accident. *Energy Environ Sci* 2012; 5: 8743–57.

Mottatt 17.9. 2015, første revisjon innsendt 3.2. 2016, godkjent 18.3. 2016. Redaktør: Martine Rostadmo.



Engelsk oversettelse på www.tidsskriftet.no

Publisert først på nett.