

Behandling av akutte stråleskader

Den økte faren for terrorhandlinger, der blant annet radioaktive kilder kan bli tatt i bruk, gjør at vi må være forberedt på at en større stråleulykke kan inntreffe også i vårt land. Med utgangspunkt i en håndbok som nylig er utgitt av Nasjonalt kompetansesenter for NBC-medisin, Oslo universitetssykehus, Ullevål, som er et senter for katastrofemedisin, presenteres de viktigste prinsippene for medisinsk behandling av stråleskader – fra førstehjelp på skadestedet til sykehusbehandling.

Jon-Magnus Tangen
 uxjmta@ous-hf.no
Alicja Jaworska

Eksposering for helseskadelig radioaktiv stråling skjer meget sjelden i vårt land, og til nå er det bare kjent ett tilfelle med alvorlig helseskade som følge av dette (1). Risikoen for en større atomulykke der et stort antall personer kan bli rammet har vært regnet som svært liten, siden det i Norge ikke finnes kjernekraftverk eller atomindustri for øvrig. Det endrede trusselbildet, med økt fare for terrorhandlinger med bruk av radioaktive kilder (2, 3), gjør imidlertid at vi også her i landet må ha klare planer for håndtering av større strålehendelser.

Strålekilder kan bli brukt i terrorhandlinger på forskjellige måter. En mulig variant er å utplassere en skjult strålekilde på et offentlig sted. Dette ble benyttet i en teoriøvelse arrangert av Statens strålevern i 2008, der scenarioet var at medlemmer av en terroristorganisasjon hadde plassert en radioaktiv kilde under et av setene i en T-banevogn. Det ble angitt at kilden hadde ligget skjult i ca. 18 timer, og styrken var beregnet slik at en person som hadde sittet på dette setet og reist hele strekningen på den aktuelle T-banelinjen, ville blitt bestrålt med ca. 5 Gy. Dette er en stråledose som er livstruende, men der overlevelse er mulig med intensiv behandling. I dette tenkte eksemplet ble det opplyst at to personer hadde blitt utsatt for en slik dose. I tillegg antok man at ytterligere 52 passasjerer hadde vært utsatt for helseskadelig bestråling, men med noe lavere stråledoser (Øyvind Gjølme Selnes, Statens strålevern, personlig meddelelse).

En annen mulig anvendelse av en radioaktiv kilde til terrorformål er såkalte skitne bomber, det vil si konvensjonelle bomber tilblandet radioaktivt materiale. Når en slik bombe sprenges, vil personer i nærheten bli eksponert for radioaktivt støv. Hos dem som blir skadet, vil sår kunne bli kontami-

nert. Videre vil eksplosjonsstedet og nærområdet bli radioaktivt forurensset. Detonerer av en skitten bombe vil kunne skape stor frykt, men stråledosene som befolkningen blir eksponert for vil sannsynligvis være langt lavere enn ved utplassering av en radioaktiv kilde (4). Man regner også med at en terrorgruppe med kompetanse innen strålefysikk kan ha en realistisk mulighet til å fremstille og detonere en improvisert kjernefysisk bombe (5).

Retningslinjer for håndtering av stråleskader

I 2012 publiserte Nasjonalt kompetansesenter for NBC-medisin, til daglig omtalt som NBC-senteret (N = nuclear, B = biological, C = chemical), en håndbok for medisinsk håndtering av denne typen hendelser (6). Den delen av håndboken som omhandler skadelig påvirkning av radioaktiv stråling (6, s. 73–101), er i stor grad basert på eksisterende internasjonale handlingsprogrammer (7, 8). I håndboken omtales prinsipper for skadestedsvurdering ved stråleulykker, kriterier for utvelgelse av pasienter med henblikk på behandlingsprioritet (triage), fremgangsmåte for dekontaminering av pasienter som har vært utsatt for radioaktiv forurensning, og retningslinjer for medisinsk behandling. Noen av hovedpunktene i handlingsprogrammet refereres under.

Ved en stråleulykke skilles det mellom ekstern bestråling fra en punktkilde og radioaktiv forurensning som beskrevet over. Det er i første rekke ekstern bestråling som kan føre til akutt helseskade. Ekstern radioaktiv forurensning, det vil si deponering av radioaktivt materiale på hud og klær, vil som regel ikke føre til helseskade av betydning hvis det raskt utføres rensing (dekontaminering). Det er ønskelig at dekontaminering utføres før pasienten kommer inn i sykehus, men behandling av livstruende traumer eller andre alvorlige medisinske tilstander vil ha førsteprioritet. I slike akutsituasjoner utføres forenklet dekontaminering ved at alle klær fjernes. I tørt vær vil kontamineringsgraden da bli redusert med ca. 80 % (8).

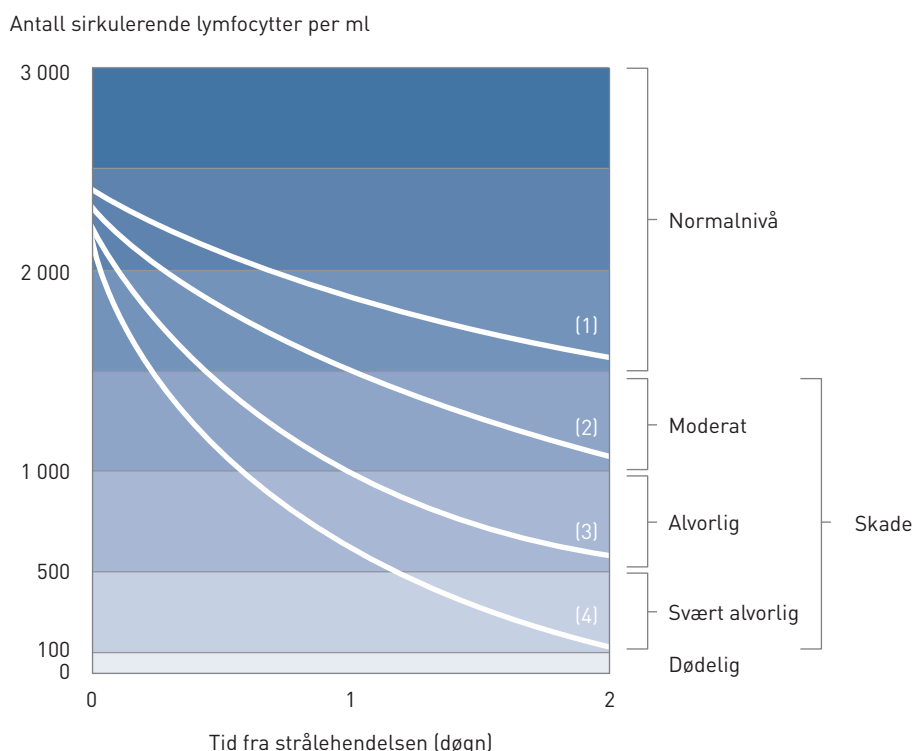
Ved noen stråleulykker kan det foreligge intern kontaminering, det vil si at en strålekilde er kommet inn i kroppen, enten ved svelging, ved inhalasjon eller ved at fragmenter fra en radioaktiv kilde har penetrert huden. Det er i disse tilfellene viktig å komme i gang med behandling med antidoter så snart som mulig. Antidoter er medikamenter som kan fortynde eller nøytralisere den radioaktive kilden for å begrense opptaket i blodbanen eller øke utskillingen. I Norge finnes det et lager med de mest aktuelle antidotene ved NBC-senteret ved Oslo universitetssykehus, Ullevål.

Akutt strålesyndrom

Akutt strålesyndrom (6, s. 93–101) er en klinisk tilstand som oppstår når hele kroppen eller store deler av den blir utsatt for ioniserende stråling med en dose på ca. 1 Gy eller mer (9). I hovedsak vil årsaken være ekstern bestråling, men det er også kjent et tilfelle etter intern kontaminering: Aleksandr Litvinenko utviklet akutt strålesyndrom etter å ha blitt forgiftet med polonium tilblandet i en kopp te (10).

Akutt strålesyndrom er en veldefinert sykdomsenhet som utvikler seg gjennom flere kliniske stadier i en dynamisk prosess. Sykdommen manifesterer seg først med såkalte prodromalsymptomer, i første rekke kvalme og oppkast i tillegg til magesmerter, diaré og andre symptomer. Prodromalsymptomene er reversible, og det antas at de skyldes eksitasjon av det autonome nervesystemet (7). Tiden til start av prodromalsymptomene og alvorlighetsgraden av disse reflekterer den mottatte stråledosen. I øvelsesscenarioet referert over ble det antatt at prodromalsymptomene hos de to personene som var blitt utsatt for den høyeste stråledosen ville ha startet etter omtrent en time.

Det er antatt at radioaktiv stråling kan affisere alle kroppens organer (11), men det er hovedsakelig i de mest strålesensitive organsystemene, i beinmargen og i mage-tarm-kanalen, at strålepåvirkningen får de største kliniske konsekvensene. Tiden til symptomene starter er avhengig av doserate



Figur 1 Forandringer i lymfocytaltallet de to første dagene etter helkroppsbestråling som uttrykk for alvorlighetsgraden av forventet stråleskade [12]

og stråledose. I det refererte øvelsesscenariot ble det beregnet at symptomer på beinmargssvikt med granulocytopeni (infeksjon) og trombocytopeni (blødning) hos de to mest bestrålte pasientene ville ha startet ca. 10–14 dager etter strålehendelsen.

Modne lymfocytter er blant de cellene i kroppen som er mest følsomme for stråling. Selv ved moderate stråledoser kan det påvises fall i lymfocytaltallet i blodet i løpet av 1–2 døgn. Dette fenomenet anvendes i første rekke som en faktor i beregningen av mottatt stråledose i akutfasen (fig 1) (12). Ved stråledoser på over ca. 2–3 Gy vil man vanligvis se symptomer på beinmargssvikt. Dyrestudier har vist at raskt innsettende behandling med granulocyttkolonistimulerende faktor, ved å stimulere gjenværende hematopoetiske stamceller, reduserer fall i nøytrofile granulocytter og forkorter tiden i granulocytopeni etter stråling. Dette er derfor ansett som standardbehandling ved akutt strålesyndrom (13).

Allogen hematopoetisk stamcelletransplantasjon vurderes i tilfeller der det er usannsynlig at beinmargen vil regenerere spontant og der det ikke foreligger livstruende affeksjon av andre organsystemer (14). Ved stråledoser over ca. 5 Gy vil det i tillegg til beinmargssvikt også komme symptomer fra andre organer, i første rekke fra mage-tarm-kanalen, deretter fra hud, sentralnervesystemet og andre organer (7). Med unntak av bruk av beinmargsstimule-

rende medikamenter er det bare støttende behandling som er aktuelt – blant annet empirisk antibiotikabehandling, profylaktiske trombocyttransfusjoner for å forhindre blødninger, kontroll av væske-elektrolyttbalansen, bruk av antiemetika mot kvalme og oppkast og annet.

Det er påvist at affeksjon av ett eller flere organsystemer i tillegg til det bloddannende systemet betyr en betydelig forverring av tilstanden (15), og det vil i mange tilfeller utvikle seg et endestadium med flerorgansvikt på lik linje med det som ses hos for eksempel multitraumatiserte pasienter. Denne observasjonen var i sin tid opphavet til en endring i oppfatningen av de patofysiologiske mekanismene ved akutt strålesyndrom. Mens man tidligere betraktet hvert organsystem for seg, er det nå blitt klart at akutt strålesyndrom er et uttrykk for en generalisert prosess, der det foregår et samspill mellom flere affiserte organer, mediert av cytokiner og andre signalmolekyler (16). Det er per i dag ingen tilgjengelig etablert behandling som kan påvirke mekanismen bak flerorgansvikt.

Prognosevurdering i akutfasen

Ved en akutt strålehendelse er det viktig at man så snart som mulig får en oversikt over hvor store stråledoser pasientene har vært utsatt for, for å kunne forutsi sykdomsforløpet og vurdere hvilken medisinsk hjelp hver pasient vil trenge. Ved en større strålehen-

delse med mange involverte er det også essensielt å kunne vurdere hvilke ressurser som vil være nødvendig, hele situasjonen sett under ett. Vurderingen i akutfasen er hovedsakelig basert på såkalt klinisk dosimetri, det vil si data vedrørende prodromalsymptomer samt forandringer i lymfocytaltallet gjennom de første to døgnene (fig 1).

Til hjelp i en slik situasjon har en internasjonal arbeidsgruppe utarbeidet et skåringsystem, der pasientene tentativt er fordelt i tre prognosegrupper, basert på en samlet vurdering (tab 1) (17). I tillegg til klinisk dosimetri er den initiale dosevurderingen også basert på såkalt biologisk dosimetri, det vil si undersøkelse av spesifikke kromosomforandringer i sirkulerende lymfocytter. Andelen affiserte kromosomer reflekterer stråledosen (18). I Norden utføres denne undersøkelsen ved den finske strålevernorganisasjonen. Det tar omtrent fem døgn før svaret foreligger.

NBC-håndboken er utarbeidet dels som retningslinjer for senterets eget arbeid og dels som en støtte til leger og annet medisinsk personell som skal vurdere tilstanden til personer som har vært utsatt for strålepåvirkning. I slike situasjoner er det også anledning til å kontakte NBC-senteret direkte for konferering. Innholdet i NBC-håndboken representerer senterets egne synspunkter. Et forslag til et nasjonalt handlingsprogram for NBC-medisin er under utarbeiding.

Tabell 1 Prognostisk skåringssystem for de første 48 timene basert på prodromalsymptomer og lymfocyttnålinger. I gruppe 1 finnes pasienter som ut fra symptomene antas å ha mottatt en stråledose på mindre enn 3 Gy. Disse vil ikke trenge sykehusinnleggelse. Gruppe 2 har symptomer svarende til bestråling på ca. 3–5 Gy. Disse trenger sykehusbehandling, men i vanlig sengepost eller poliklinisk. Pasienter i gruppe 3 antas å ha mottatt en stråledose på over ca. 5 Gy, en potensielt livstruende dose. Disse pasientene bør behandles i intensivavdeling. Etter Gorin og medarbeidere (17)

	Gruppe 1 (< 3 Gy)	Gruppe 2 (3–5 Gy)	Gruppe 3 (> 5 Gy)
Tid til symptomer	< 12 timer	< 5 timer	< 30 min
Erytem	Intet	Moderat	Uttalt
Asteni	Litt	Moderat	Uttalt
Kvalme	Litt	Moderat	Uttalt
Oppkast	En gang	1–10 ganger	> 10 ganger
Avføring/diaré	2–3 ganger formet	2–9 ganger bløt	> 10 ganger vandig
Magesmerter	Minimale	Mer kraftige	Intense
Hodepine	Ingen	Moderat	Uttalt
Feber (°C)	< 38	38–40	> 40
Blodtrykk	Normalt	Periodevis hypotoni	< 80 systolisk
Lymfocytter/ml			
24 t	> 1 500	> 1 500	> 500
48 t	> 1 500	< 1 500	< 100
Oppfølging	Poliklinisk	Vanlig avdeling/poliklinisk	Intensivavdeling

Jon-Magnus Tangen (f. 1945)

er lege og ansatt ved NBC-senteret, Oslo universitetssykehus, Ullevål.
Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Alicja Jaworska (f. 1954)

er seniorforsker ved Statens strålevern.
Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Litteratur

1. Stavem P, Brøgger A, Devik F et al. Stråleulykke med dødelig utgang. Tidsskr Nor Lægeforen 1983; 103: 2240–2.
2. Sky News. Dirty Bomb attack in UK a real threat. 1.11.2012. <http://news.sky.com/story/1005641/dirty-bomb-attack-in-uk-a-real-threat> [1.5.2013].
3. Statens strålevern. Roller, ansvar, krisehåndtering og utfordringer i norsk atomberedskap: oppfølging av Kriseutvalget for atomberedskaps trusselvurdering. Strålevernrapport 2012: 5. Østerås: Statens strålevern, 2012.
4. United States Nuclear Regulatory Commission. Backgrounder on Dirty Bombs. www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/Fact-sheets/dirty-bombs-bg/html [1.5.2013].
5. Ferguson CD, Potter WC. red. Improvised nuclear device and nuclear terrorism. Stockholm: The weapons of mass destruction commission, 2006. www.un.org/disarmament/education/wmdcommission/files/No2.pdf [1.5.2013].
6. Opdahl H, red. Håndbok i NBC medisin. Versjon 4/2012. Oslo: Nasjonalt kompetansesenter for NBC-medisin, Oslo universitetssykehus, Ullevål, 2012.
7. Flidner TM, Friescke I, Beyrer K. red. Medical management of radiation accidents. Manual on the acute radiation syndrome. London: British Institute of Radiology, 2001.
8. Rojas-Palma C, Liland A, Jerstad AN et al, red. Triage monitoring and treatment of people exposed to ionizing radiation following a malevolent act. Østerås: Statens strålevern, 2009.
9. International Atomic Energy Agency. Diagnosis and treatment of radiation injuries. IAEA Safety report series no 2. Wien: IAEA, 1998.
10. Miller CW, Whitcomb RC, Ansari A et al. Murder by radiation poisoning: implications for public health. J Environ Health 2012; 74: 8–13.
11. Brooks AL. From cell to organism: the need for multiparametric assessment of exposure and biological effects. BJR Suppl 2005; 27: 139–45.
12. Andrews G. Medical Management of Accidental Total Irradiation. I: Hubner KF, Fry SF, red. The medical basis for radiation accident preparedness. Amsterdam: Elsevier, 1980: 297–310.
13. Smith TJ, Khatcheressian J, Lyman GH et al. 2006 update of recommendations for the use of white blood cell growth factors: an evidence-based clinical practice guideline. J Clin Oncol 2006; 24: 3187–205.
14. Dainiak N, Gent RN, Carr Z et al. First global consensus for evidence-based management of the hematopoietic syndrome resulting from exposure to ionizing radiation. Disaster Med Public Health Prep 2011; 5: 202–12.
15. Flidner TM, D Dörr H, Meineke V. Multi-organ involvement as a pathogenetic principle of the radiation syndromes: a study involving 110 case histories documented in SEARCH and classified as the bases of haematopoietic indicators of effect. BJR Suppl 2005; 27: 1–8.
16. Agay D, Chancerelle Y, Herodin F et al. The inflammatory response plays a major role in the acute radiation syndrome induced by fission radiation. Radioprotection 1997; 32: C47–9.
17. Gorin NC, Flidner TM, Gourmelon P et al. Consensus conference on European preparedness for haematological and other medical management of mass radiation accidents. Ann Hematol 2006; 85: 671–9.
18. Alexander GA, Swantz HM, Amundson SA et al. Bidos EPR-2006 Meeting: Acute dosimetry Consensus Committee. Recommendations on biodosimetry applications in events involving uses of radiation by terrorists and radiation incidents. Radiat Meas 2007; 42: 972–96.

Mottatt 22.2. 2013, første revisjon innsendt 6.5. 2013, godkjent 13.8. 2013. Redaktør Kristin Viste.



Engelsk oversettelse på www.tidsskriftet.no