

# Medisinske virkninger av atomvåpen

Atomvåpen er laget for masseødeleggelse. En middels stor atombombe kan drepe og lemleste hundretusener av mennesker. Mulighetene for effektiv hjelp og behandling etter detonasjonen vil være minimale på grunn av ødelagt helsevesen og sammenbrudd i samfunnsstrukturen. Selv en begrenset atomkrig vil kunne gi globale klimaendringer og dermed hungersnød for milliarder av mennesker.

**John Gunnar Mæland**  
*john.meland@isf.uib.no*  
**Bjørn Hilt**  
**Kirsten Kjelsberg Osen**  
**Jon B. Reitan**

Stadig flere engasjerer seg for et folkerettslig bindende forbud mot atomvåpen. Det er derfor gledelig at regjeringen arrangerer en stor internasjonal konferanse om humanitære konsekvenser av atomvåpen 4.–5. mars 2013 i Oslo.

Forhandlinger om atomnedrustning har tradisjonelt vært dominert av sikkerhetspolitiske spørsmål, men i de senere år har de humanitære konsekvensene kommet sterkere frem. Den internasjonale domstolen i Haag konkluderte i 1996 med at atomvåpen er uforenlig med gjeldende internasjonal humanitær rett. Den internasjonale Røde Kors-bevegelsen vedtok i 2011 å arbeide for et forbud mot atomvåpen på rent humanitært grunnlag. Den norske regjering har i flere år bidratt til såkalt humanitær nedrustning, som sentral aktør i prosessene som ledet til forbudene mot landminer og klasevåpen og ved å støtte forskning på området (1).

Leger har gjennom årene ytt viktige bidrag til forskning og informasjon om atomvåpen (2, 3). International Physicians for the Prevention of Nuclear War (IPPNW) ble stiftet i 1980 og fikk Nobels fredspris i 1985. Organisasjonens fremste oppgave var å opplyse om de enorme menneskelige tap og lidelser som atomvåpen ville forårsake – uten at helsevesenet ville være i stand til å yte adekvat hjelp. Organisasjonen, inkludert Norske leger mot atomvåpen, er blant støttespillerne til International Campaign to Abolish Nuclear Weapons (ICAN), som har som mål å få til et folkerettslig bindende forbud mot atomvåpen (4). Kampanjen arrangerer en stor sivilsamfunnskonferanse i Oslo i forkant av regjeringens konferanse i mars 2013.

Noe av forklaringen på at nedrustningsarbeidet har stagnert, er at den allmenne bevisstheten om de omfattende og gru-

somme følgene av atomvåpen er blitt svekket de siste tiårene. Også blant leger og helsepersonell er det behov for oppdatert kunnskap om atomvåpenes medisinske virkninger og humanitære konsekvenser.

## Hva er atomvåpen?

Selv om atomvåpenarsenalene er mindre enn de var i den kalde krigens dager, er det fortsatt igjen omkring 19 000 våpen – med en samlet sprengkraft 100 000 ganger de to bombene som ble brukt mot Hiroshima og Nakasaki i 1945. To tusen atomvåpen står klare til utskyting på kort varsel, med de farer det innebærer for atomkrig ved et uhell, spesielt i krisesituasjoner (5).

Atomvåpen er basert på energi som frigjøres ved spalting (fisjon) eller sammen-smelting (fusjon) av atomkjerner i en kjedereaksjon. I atomvåpen bruker man enten uran<sup>235</sup> eller plutonium<sup>239</sup> (fisjon) eller

«Den allmenne bevisstheten om de omfattende og grusomme følgene av atomvåpen er blitt svekket de siste tiårene»

hydrogenisotopene deuterium og tritium (fusjon). De fleste av dagens atombomber har en sprengkraft tilsvarende mellom 100 og 300 kilotonn (kT) trinitrotoluen (TNT). Hiroshima- og Nagasaki-bombene var på 15 kT og 21 kT TNT, de drepte henholdsvis 140 000 og 70 000 mennesker og skadet enda flere.

Den frigjorte energien fra en atombombe er fordelt med 50 % på trykk, 35 % på varme og 15 % på ioniserende stråling, hvorav en tredel er gamma- og nøytronstråling direkte fra ildkulen (initialstrålingen) og resten etterfølgende stråling fra de flere hundre radioaktive isotopene som

dannes, med halveringstider fra sekunder til mange tusen år (5). Bomber kan sprenges på bakken eller i luften. Virkningen avhenger bl.a. av den frigjorte energien, sprengningshøyde og terreng.

## Helseeffekter

### Lys og varmestråling

Ved en atomvåpensprengning dannes det en gigantisk radioaktiv ildkule med en temperatur som den på solen. Varmestrålingen, som brer seg med lysets hastighet, antenner branner over store avstander og gir stråleforbrenning på ubeskyttet hud. Brannene flyter sammen til brannstormer, og et stort antall mennesker vil dø. Brannskadene forårsaker store lidelser og livstruende væsketap. Kombinasjonen av brannsårl og ioniserende stråling er spesielt farlig. I Hiroshima var forbrenninger den viktigste dødsårsaken de første døgnene. Lyset er intenst og kan gi varige skader på netthinnen hvis man ser rett mot ildkulen.

### Trykkbølge

Det skapes et enormt overtrykk som brer seg med lydens hastighet. Trykkbølgen knuser bygninger, som til dels allerede er antent, og menneskene begraves og brennes levende. Mange skades av flygende gjenstander eller blir selv slengt av gårde. Glass fra knuste vinduer er et spesielt problem. Lunger og ører kan sprenges, men ellers er mennesker relativt motstandsdyktige mot trykkendringer. I nærheten av sprengningspunktet vil trykket kunne knuse og skade indre organer.

### Vind

Trykk og varme skaper luftbevegelser, som nær nullpunktet er av tornados styrke. De bidrar til ødeleggelsene, samtidig som de gir næring til branner. Undertrykket omkring den slukende ildkulen suger senere luft tilbake og tar med seg store mengder partikler opp i soppskyen. Partiklene adsorberer radioaktive isotoper og gir opphav til radioaktivt nedfall. Utbredelsen av nedfallet er avhengig av vind og nedbør.



Illustrasjon © Supernøtt popsløyd

### *Ioniserende stråling*

Initialstrålingen fra ildkulen varer omkring ett minutt. Totalstrålingen fra nedfallet avtar raskt, mest den aller første tiden. Etter et par døgn er den nede i 1 % av hva den var en time etter eksplosjonen, men den kan fortsatt være dødelig. Generelt vil en bakkesprengning gi mer nedfall enn en luftsprengning. Ved en luftsprengning stiger det radioaktive materialet høyt til værs og kan bli ført hundrevis av kilometer av sted før det faller ned. En del når stratosfæren og sirkulerer rundt jordkloden. Fortsatt kan man registrere radioaktivt nedfall over hele den nordlige halvkule etter atmosfæriske tester i 1950–60-årene (6).

Symptomene ved akutt strålesyke varierer med stråledose, hvorvidt hele eller bare deler av kroppen er bestrålt og er avhengig av celledelingshastigheten i forskjellige organer.

Først kommer prodromalsymptomer i form av kvalme, tretthet, diaré og huderytem. Jo høyere stråledosen er, desto hurtigere opptrer de. Etter store doser kommer det tidlig symptomer fra sentralnervesystemet. Ved noe mindre doser kommer de øvrige symptomene etter et kortere eller lengre fritt intervall. Særlig blir beinmarg og tarmslimhinne affisert, men ved større strålingsdoser fremstår et bilde av multiorgansvikt (7). Beinmargssvikt viser seg som hudblødninger, feber og andre tegn på infeksjon. Tynntarmsaffeksjonen gir diaré, blødninger og infeksjoner.

Bestråling tidlig i fosterlivet vil kunne gi abort, misdannelser, skader på sentralnervesystemet og reduserte intellektuelle funksjoner (8). Barn med slike skader har også økt risiko for kreft (9). Genetiske skader er ikke sikkert påvist i de japanske studiene, men er kjent fra dyrestudier.

Omfattende oppfølgingsstudier av omkring 200 000 overlevende etter atombombene over Hiroshima og Nagasaki har vist at det er en overdødelighet av kreft og delvis også av kardiovaskulære sykdommer (10, 11). Få år etter bombingene kom det en økt forekomst av leukemi, senere også av andre kreftformer. Likevel utgjør andelen krefttilfeller som antas å skyldes strålingen bare en mindre del av krefthyppigheten i befolkningen.

### **Psykologiske og sosiale konsekvenser**

Øyevitneskildringer og de få fotografiene fra Hiroshima og Nagasaki forteller om grusomme opplevelser for de overlevende – i form av kroppslige lidelser, sterke sanseinntrykk, tap av familie, forvirring og mangel på effektiv hjelp. Apati og sjokk preget de fleste.

En atomvåpensprengning vil ha enorme følger for samfunnsfunksjonene, både lokalt og i større områder. Det lokale helsevesenet settes ut av spill. Sykehus blir ødelagt og helsepersonell omkommer eller skades. Dertil kommer sammenbrudd i elektrisitetsforsyning, kommunikasjon, transport og i sanitæranlegg, i tillegg til mangel på medisiner, rent vann og mat. Simuleringsstudier viser at 65 % av det elektroniske medisinske utstyret i nærheten av en sprengt atombombe blir ødelagt (12).

Organisering av førstehjelp vil også by på en rekke vansker. Radioaktivitet og fysiske hindringer som branner, ødelagte veier og bygninger vil hindre hjelpepersonell i å komme inn i området, akkurat som det vil være vanskelig for overlevende å komme ut. Antall skadede vil langt overskride kapasiteten til det gjenværende hjelpeapparatet. I mangel på hjelp vil enhver bli overlatt til seg selv.

### Miljø og klima

En atomkonflikt vil kunne føre til globale endringer i miljø og klima – med dramatiske implikasjoner. Sprengning av atomvåpen på eller nær bakken vil virvle store mengder støv og sot høyt opp i atmosfæren, og dette vil bli spredd over store deler av kloden. Ifølge beregninger med moderne klimamodeller vil partiklene i stratosfæren absorbere og reflektere sollyset og dermed forårsake et fall i global gjennomsnittstemperatur som starter få dager etter angrepet og varer i minst et tiår (13). I sin ytterste konsekvens kjenner vi dette som «kjernefysisk vinter». Men selv etter en begrenset regional krig med bruk av hundre mindre atomvåpen, vil temperaturfallet være nok til å gi avlingssvikt – med global matmangel og sult med dødelige konsekvenser for inntil en milliard mennesker (14).

### Produksjon og testing

Atomvåpen skader ikke bare ved detonasjon. Urangruver, atomvåpenproduksjon, radioaktivt avfall og atomtester har påført urbefolkninger og andre svake grupper betydelige helseskader. Det brukes store ressurser på å vedlikeholde og modernisere atomvåpnene og deres leveringsmidler og på å opprettholde infrastrukturen som skal til for å utvikle og bygge nye. Ressursene kunne vært anvendt for å løse de mange oppgavene verdenssamfunnet står overfor. Ved å flytte én promille av de samlede utgiftene til kjernevåpen over til helsesekto-

ren, kunne for eksempel innsatsen mot neglisjerte tropiske sykdommer tidobles (15).

### Konklusjon

Atomvåpen er i sin virkning helt forskjellig fra alle andre våpen. Det er bare atomvåpen som på få timer kan utsette hundretusener eller millioner av mennesker, lamme nasjoners infrastruktur, ødelegge basale ressurser for de overlevende og endre klimaet på jorden. En atomkrig har potensial til å utrydde livet på jorden slik vi kjenner det. Derfor er avskaffelse av atomvåpen et medisinsk og humanitært imperativ.

#### John Gunnar Mæland (f. 1947)

er professor emeritus i sosialmedisin ved Institutt for global helse og samfunnsmedisin ved Universitetet i Bergen. Han er styreleder i Norske leger mot atomvåpen og ICAN Norge. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir følgende interessekonflikter: Har fått dekket reiseutgifter til møter i International Physicians for the Prevention of Nuclear War (IPPNW) av Norske leger mot atomvåpen.

#### Bjørn Hilt (f. 1949)

er spesialist i arbeidsmedisin og arbeider ved Arbeidsmedisinsk avdeling, St. Olavs hospital, og ved Institutt for samfunnsmedisin, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Han er medlem av styret i Norske leger mot atomvåpen, var i perioden 2006–12 styreleder for International Physicians for the Prevention of Nuclear War (IPPNW) og er fra 2012 Deputy Speaker for det internasjonale rådet i IPPNW. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

#### Kirsten Kjelsberg Osen (f. 1928)

er anatom og spesialist i patologi. Hun er professor emeritus ved Avdeling for anatomi, Institutt for medisinske basalfag, Universitetet i Oslo, og rådsmedlem i Norske leger mot atomvåpen. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

#### Jon B. Reitan (f. 1944)

er pensjonert onkolog med særinteresse for strålemedisin, senest ved Kreftsentret Ullevål. Han var i flere år avdelingsoverlege ved Statens strålevern inntil Avdeling Strålemedisin ble nedlagt. Han er nestleder i Norske leger mot atomvåpen. Forfatter har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

### Litteratur

1. Borrie J, Randin M. Disarmament as humanitarian action: from perspective to practice. New York: FN, 2006. [www.unidir.org/bdd/fiche-ouvrage.php?ref\\_ouvrage=92-9045-182-3-en](http://www.unidir.org/bdd/fiche-ouvrage.php?ref_ouvrage=92-9045-182-3-en) [28.1.2013].
2. Mæland JG, Osen KK, Lie M. Den ultimate forebygging – leger mot atomvåpen. Tidsskr Nor Lægeforen 2007; 127: 2558–61.
3. Lown B. Prescription for survival. A doctor's journey to end nuclear madness. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers, 2008.
4. International Campaign to Abolish Nuclear Weapons. [www.icanw.no](http://www.icanw.no) [28.1.2013].
5. Mærlti MB. Atomvåpen. Det du ikke vet, det du ikke vil vite. Oslo: Pax, 2009.
6. Church BW. US atmospheric nuclear weapons testing. 2009. [www.falloutradiation.com/johnwayne](http://www.falloutradiation.com/johnwayne) [28.1.2013].
7. Reitan JB, Brinch L, Beiske K. Multi-organ failure aspects of a fatal radiation accident in Norway in 1982. BJR Suppl 2005; 27: 36–40.
8. Fattibene P, Mazzei F, Nuccitelli C et al. Prenatal exposure to ionizing radiation: sources, effects and regulatory aspects. Acta Paediatr 1999; 88: 693–702.
9. Preston DL, Cullings H, Suyama A et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors exposed in utero or as young children. J Natl Cancer Inst 2008; 100: 428–36.
10. 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.
11. Little MP. Cancer and non-cancer effects in Japanese atomic bomb survivors. J Radiol Prot 2009; 29 (2A): A43–59.
12. Vandre RH, Klebers J, Tesche FM et al. Electromagnetic pulse (EMP), Part I: Effects on field medical equipment. Mil Med 1993; 158: 233–6.
13. Robock A, Oman L, Stenchikov G et al. Climatic consequences of regional nuclear conflicts. Atmos Chem Phys 2007; 7: 2003–12.
14. Helfand I. Nuclear famine: a billion people at risk. Global impacts of limited nuclear war on agriculture, food supplies, and human nutrition. Boston/Washington D.C.: International Physicians for the Prevention of Nuclear War/Physicians for Social Responsibility, 2012. [www.ippnw.org/pdf/nuclear-famine-ippnw-0412.pdf](http://www.ippnw.org/pdf/nuclear-famine-ippnw-0412.pdf) [28.5.2012].
15. Hotez PJ. Nuclear weapons and neglected diseases: the «ten-thousand-to-one gap». PLoS Negl Trop Dis 2010; 4: e680.

Mottatt 14.12. 2012, første revisjon innsendt 29.1. 2013, godkjent 31.1. 2013. Medisinsk redaktør Are Breen.