

HÅNDBOK I

NBC MEDISIN

Versjon 3

NBC-senteret, Akuttmedisinsk avdeling, OUS, Ullevål

Januar 2012

**Foreløpig pdf-fil. Denne vil bli erstattet av en fil med bedre
søkbarhet i løpet av få måneder**

HÅNDBOK I NBC MEDISIN 2011



**FOR KORTFATTET
ORIENTERING OM
MEDISINSKE KONSEKVENSER
AV NBC (CBRN) HENDELSER:**

SE SAMMENFATNING

HÅNDBOK I NBC MEDISIN

Versjon 3 - 2011



Nuclear (Nukleær – ioniserende stråling)



Biological (Biologisk – mikroorganismer/toksiner)



Chemical (Kjemisk – giftige/skadelige agens)

Utgitt av

Nasjonalt kompetansesenter for NBC medisin

Akuttmedisinsk avdeling, Oslo
universitetssykehus (OUS), Ullevål

Innhold

NASJONALT KOMPETANSESENTER FOR NBC MEDISIN VED OUS, ULLEVÅL SYKEHUS (NBC-SENTERET).	10
THE NORWEGIAN CENTER FOR NBC MEDICINE	11
HÅNDBOK I NBC MEDISIN – INNLEDNING, VERSJON 3	12
SAMMENFATNING	15
PASIENTHÅNDTERING PÅ CBRN SKADESTED.....	16
MOTTAK AV CBRN PASIENTER I SYKEHUS	17
MEDISINSKE KONSEKVENSER AV RADIOAKTIV (IONISERENDE) STRÅLING VED AKUTTE HENDELSER. KORTFATTET INFORMASJON.	18
<i>Beskyttelse mot stråling fra punktkilder.</i>	<i>19</i>
<i>Beskyttelse mot radioaktiv støv eller partikler i luften.</i>	<i>19</i>
<i>Typer akutte hendelser som kan utsette kroppen for øket radioaktiv stråling:</i>	<i>19</i>
<i>Måling av radioaktivitet</i>	<i>20</i>
<i>Diagnose av stråleskader</i>	<i>21</i>
<i>Behandling.....</i>	<i>22</i>
SUPPLERENDE INFORMASJON OM STRÅLING.....	23
<i>Typer radioaktiv stråling</i>	<i>23</i>
<i>Generelt om radioaktiv stråling</i>	<i>23</i>
<i>Sykdom og dødelighet som følge av akutte strålehendelser.....</i>	<i>24</i>
<i>Praktisk informasjon</i>	<i>25</i>
FORSETTLIG SPREDNING AV MIKROBIOLOGISKE AGENS OG DERES TOKSINER. KORTFATTET INFORMASJON.	26
<i>Mikrobiologiske agens og sykdom.....</i>	<i>26</i>
AKUTTE KJEMISKE SKADER. KORTFATTET INFORMASJON.....	30
DIAGNOSE OG BEHANDLING	30
GENERELT OM GASSER.....	32
IRRITERENDE GASSER.....	32
HUDGASSER (KAN OGSÅ SKADE LUNGENE).	33
GASSER SOM FORTRENGER OKSYGEN.....	33
GASSER SOM HEMMER TRANSPORT OG OMSETNING AV OKSYGEN.....	33
<i>Cyanid</i>	<i>33</i>
<i>Karbonmonoksid.....</i>	<i>34</i>
<i>Hydrogensulfid</i>	<i>34</i>
NERVEGASSER	34
<i>Arsin</i>	<i>34</i>
<i>Trimetylfentanyl.....</i>	<i>35</i>
<i>Ricin</i>	<i>35</i>
<i>Metanol.....</i>	<i>35</i>
EGENSKAPER FOR TOKSISKE GASSER.....	36

AGENS	36
DEL I. INTRODUKSJON TIL NBC MEDISIN	39
<i>Betydning av ofte forekommende begreper i NBC sammenheng</i>	39
OM NBC MEDISIN	39
TERMINOLOGI OG DEFINISJONER	44
AKTUELLE CBRN SCENARIER MED KJENT AGENS	44
RN HENDELSER (SKADELIG STRÅLING)	44
<i>Kjernefysiske eksplosjoner</i>	44
<i>Ukontrollert kjedereaksjon i reaktorer</i>	44
<i>Bestråling fra uskjermet strålekilde</i>	45
<i>Kontaminering med, eller inntak av, radioaktivt stoff</i>	45
<i>R hendelse - Skitne bomber</i>	46
<i>N hendelser og ressursbehov</i>	46
B HENDELSER	47
<i>Smitte</i>	47
<i>B hendelser med bruk av aerosol og sporer</i>	47
<i>B hendelser og ressurser</i>	48
C HENDELSER	48
<i>Inndeling av giftige kjemikalier</i>	49
<i>Betydning av forskjellige typer eksposisjon</i>	49
<i>C hendelser og sekundær kontaminasjon prehospitalt</i>	49
<i>C hendelser og kontamineringseffekter i sykehus, ressurser</i>	50
AKTUELLE CBRN SCENARIER MED UKJENT AGENS	50
GENERELLE DIAGNOSTISKE PROBLEM	52
BEREDSKAP OG RESSURSER	53
<i>Beredskap</i>	53
<i>Ressursbehov i forskjellige faser av hendelsen</i>	53
YTTERLIGERE INFORMASJON	54
DEL II. FRA CBRN SKADESTED TIL SYKEHUS	55
SKADESTEDET	55
<i>CBRN skadestedets soneinndeling</i>	55
<i>Innsatspersonell på CBRN skadested</i>	56
<i>Skadestedsledelse</i>	58
<i>Kommunikasjon</i>	58
<i>Risiko for hjelpepersonell - verneutstyr</i>	59
INITIAL HÅNDTERING AV SYKE/SKADEDE – FØRSTE VURDERING (TRIAGE)	59
<i>Antidoter og Antidotlagre</i>	65
<i>Annet utstyr</i>	66

BRUK AV DETEKSJONSUTSTYR	68
<i>Enkel bruksanvisning for Automess geigerteller</i>	68
<i>CAM (Chemical Agent Monitor)</i>	70
DEL III. STRÅLESKADER	74
EKSPONERING FOR IONISERENDE STRÅLING	74
STRÅLETYPEN	74
<i>Partikkelstråling (alfastråling, betastråling og nøytronstråling)</i>	75
<i>Elektromagnetisk stråling (gammastråling og røntgenstråling)</i>	75
<i>Kjernefysiske kjedereaksjoner</i>	76
<i>Dosebegreper og enheter for måling av radioaktivitet og stråling</i>	77
<i>Måling av radioaktivitet, doserater og doseberegning</i>	78
<i>Biologiske effekter av stråling</i>	79
<i>Kliniske effekter av stråling</i>	79
<i>Akutt strålesyndrom (Acute Radiation Syndrome, ARS)</i>	80
STRÅLEDOSER OG HELSEMESSIGE KONSEKVENSER	82
<i>Årsaker til øket radioaktiv stråling</i>	83
<i>Terrorhandlinger som involverer strålekilder</i>	85
<i>Ekstern bestråling versus radioaktiv kontaminasjon</i>	86
<i>Opprettelse av sikkerhetssone</i>	91
BESKYTTELSE AV REDNINGSPERSONALE VED DEKONTAMINERING	91
<i>Melding av ulykken</i>	92
<i>Vurdering av strålemengden</i>	92
<i>Retningslinjer for behandling av pasienter i sykehus</i>	92
<i>Ved ankomst sykehus</i>	92
TILTAK FOR VIDERE UTREDNING OG BEHANDLING	93
PRØVETAKING	94
TOLKING AV PRØVERESULTATER	94
BIOLOGISK DOSIMETRI	95
INTERN KONTAMINERING	95
SYMPTOMER PÅ AKUTT STRÅLESYNDROM	96
<i>Nevrovaskulære symptomer (N)</i>	97
<i>Hematologiske utfall (H)</i>	97
<i>Hudforandringer (Kutan klinikk, K)</i>	98
<i>Gastrointestinal klinikk (G)</i>	98
BEHANDLING AV AKUTT STRÅLESYNDROM	99
<i>Hovedmomenter i behandlingen ved benmargssvikt</i>	99
INTERNASJONALT SAMARBEID INNEN STRÅLEMEDISIN	100
DEL IV. BIOLOGISKE HENDELSER	104

BIOLOGISKE AGENS - MIKROORGANISMER OG TOKSINER.....	104
<i>Forsettlig spredning av biologiske agens</i>	105
<i>Generelt om diagnostikk av infeksjoner</i>	106
<i>Viruspåvisning med elektronmikroskop</i>	106
HISTORIKK.....	106
<i>Lærdom fra større utbrudd som ikke skyldes forsettlig spredning</i>	107
BEREDSKAPSPLANER MOT SMITTSOMME SYKDOMMER	109
NASJONAL BEREDSKAPSPLAN FOR PANDEMISK INFLUENSA.....	109
MISTANKE OM FORSETTLIG SPREDNING AV BIOLOGISK AGENS	109
<i>Kategori A</i>	110
<i>Kategori B</i>	110
<i>Kategori C</i>	110
SMITTEVEIER OG SMITTEVERN	111
<i>Kontaktsmitte</i>	111
<i>Luftbåren smitte</i>	111
ISOLERING OG DEKONTAMINERING	112
<i>Isolering</i>	112
<i>Dekontaminering av pasienter og miljø</i>	113
MELDING OG VARSLING: DEFINISJONER.....	113
AKTUELLE AGENS, SYMPTOMER OG BEHANDLING.....	114
<i>Anthrax – miltbrann (Anthrax)</i>	114
<i>Botulisme (Botulism)</i>	117
<i>Pest – svartedauden (Plague)</i>	119
<i>Variola – koppper (Smallpox)</i>	121
<i>Tularemi - harepest (Tularaemia)</i>	124
<i>Viral hemoragisk feber (VHF)</i>	126
<i>Brucellose (Brucellosis)</i>	129
<i>Snive (Glanders) og Pseudosnive (Meliodosis)</i>	131
<i>Q-feber (Q-fever)</i>	132
<i>Toksisk sjokksyndrom (Stafylokokk-enterotoksin B)</i>	133
<i>Virale encefalitter</i>	134
PRE- OG POSTEKSPOSISJONELL PROFYLAKSE VED BIOLOGISKE HENDELSER	134
<i>Mikrobiologisk diagnostikk og risikovurdering ved B-hendelser</i>	135
<i>Aktuell prøvetaking</i>	136
<i>Syndrombasert diagnostikk</i>	138
LITTERATUR/KILDER:.....	140
VEDLEGG (DEL IV).....	141
<i>Klassifisering av smitterisiko</i>	141

<i>Smitteverntiltak</i>	141
DEL V. GIFTIGE OG SKADELIGE KJEMISKE STOFFER	148
GENERELT OM KJEMISKE STOFFERS EFFEKTER PÅ ORGANISMEN	148
<i>Stoffenes fysiske egenskaper påvirker skadepotensialet</i>	151
<i>Giftighet og konsentrasjon</i>	151
GASSER OG FLYKTIGE VÆSKER	152
<i>Praktiske retningslinjer for redningsarbeid ved gasshendelser</i>	153
<i>Praktiske retningslinjer for egenbeskyttelse ved gasshendelser</i>	154
HOVEDGRUPPER GASSER OG FLYKTIGE VÆSKER	154
GENERELL OVERSIKT	155
GENERELLE RETNINGSLINJER FOR BEHANDLING	155
<i>Klorgass</i>	156
<i>Nitrøse gasser</i>	156
<i>Fosgen</i>	157
<i>Svoveldioksid</i>	158
<i>Ammoniakk</i>	158
<i>Kloropikrin</i>	158
<i>Andre tåregasser</i>	159
HUDGASSER	159
GENERELLE RETNINGSLINJER FOR BEHANDLING	159
<i>Sennepsgass</i>	160
<i>Lewisitt</i>	161
<i>Fosgenoksim</i>	162
GASSER SOM FORTRENGER OKSYGEN.....	163
GASSER SOM HEMMER TRANSPORT OG OMSETNING AV OKSYGEN	163
<i>Cyanider</i>	163
<i>Karbonmonoksid</i>	166
<i>Hydrogensulfid</i>	167
GASSER SOM PÅVIRKER LIVSVIKTIGE ENZYMER.....	168
<i>Nervegasser</i>	168
<i>Arsin</i>	174
«SNIFFEGASSER» FRA ORGANISKE LØSEMIDLER	175
BRANNRØYK	175
ANDRE GASSER/AEROSOLER	175
<i>Trimetylfentanyl (Aerosol)</i>	175
PRIMÆRT ORALE GIFTSTOFFER.....	176
<i>Ricin</i>	176
<i>Abrin</i>	177

Metanol.....	177
DEL VI. RENSING (DEKONTAMINERING).....	179
NÅR SKAL MAN RENSE?	180
<i>Ved ukjent agens.....</i>	<i>180</i>
TRIAGE OG DEKONTAMINERINGSLOGISTIKK	180
<i>Initial medisinsk behandling på skadested</i>	<i>181</i>
<i>Dekontaminering ved sykehusets akuttmottak</i>	<i>181</i>
RENS – PRAKTISK TILNÆRMING	182
ANDRE PRINSIPPER.....	183
<i>Gastrointestinal dekontaminering</i>	<i>183</i>
<i>Lungedekontaminering.....</i>	<i>184</i>
SPESIELLE HENSYN	184
RENS VED KONTAMINASJON MED SPESIELLE STOFFER.....	186
<i>Nervegasser.....</i>	<i>186</i>
<i>Hudgasser.....</i>	<i>186</i>
<i>Cyanid</i>	<i>186</i>
<i>Fosgen, klorin, ammonium og andre lungeirritanter</i>	<i>186</i>
<i>Biologiske agens.....</i>	<i>187</i>
REFERANSER.....	188
DEL VII: OVERSIKT OVER ANSVAR OG VARSLING.....	189
<i>Varsling og etablering av beredskap.....</i>	<i>189</i>
<i>Sentrale oversiktsdokumenter:</i>	<i>189</i>
<i>Varsling fra lokalt til nasjonalt nivå.....</i>	<i>189</i>
<i>Varsling fra sentralt til lokalt nivå</i>	<i>190</i>
<i>Varsling innen lokalt nivå.....</i>	<i>190</i>
TELEFONLISTE	194
VEDLEGG 3-6, DEL IV	195
<i>Forsendelse av biologiske prøver – praktisk veileder</i>	<i>195</i>
MELDING OG VARSLING	204
<i>Meldingsplikt.....</i>	<i>204</i>
<i>Varslingsplikt.....</i>	<i>204</i>
<i>Varslingsvei.....</i>	<i>205</i>
FORHOLDSREGLER VED MISTENKELIGE BREV OG PAKKER.....	205
<i>Eksponert område.....</i>	<i>206</i>
<i>Eksponerte personer</i>	<i>206</i>
<i>Håndtering av eksponerte personer.....</i>	<i>207</i>
<i>Påkledning i eksponert område</i>	<i>207</i>
<i>Rengjøring av eksponert område.....</i>	<i>207</i>

<i>Sykehusets rolle overfor eksponerte personer</i>	<i>208</i>
<i>Kommunehelsetjenestens rolle</i>	<i>208</i>
<i>Politiets rolle</i>	<i>209</i>
VURDERING OG EVENTUELL IGANGSETTING AV SMITTEVERNTILTAK.....	209
<i>Rengjøring.....</i>	<i>210</i>
<i>Videre oppfølging</i>	<i>210</i>
INDEKS	211

Nasjonalt kompetansesenter for NBC medisin ved OUS, Ullevål sykehus (NBC-senteret).

NBC-senteret ble opprettet i 2003 ved daværende Ullevål Universitetssykehus som et midlertidig nasjonalt kompetansesenter for medisinsk håndtering av personskade ved hendelser som involverer skadelige effekter av ioniserende stråling (radioaktiv stråling) (N), biologiske (B) og kjemiske (C) stoffer. Opprettelsen kom etter initiativ fra Helsedirektoratet, samtidig ble sykehuset tillagt primæransvaret for å ta hånd om pasienter som ble syke eller skadet som følge av NBC hendelser. Hensikten med å opprette et slikt senter var å styrke sykehusets evne til å løse denne oppgaven, i tillegg skal senteret også øke nasjonal medisinsk kompetanse og bedre sykehusenes evne til håndtere pasienter eksponert for slike hendelser. Senteret fungerte de første årene på provisorisk basis, men ble fra ultimo 2005 etablert som et permanent senter. Det ble først kalt ABC senteret, navnet ble i 2007 endret til NBC-senteret. Senere har forkortelsen CBRN* (se nedenfor) overtatt etter NBC internasjonalt, men senteret har foreløpig valgt å beholde navnet fra 2007.

Også i dag er OUS HF, Ullevål sykehus tillagt hovedansvaret for håndtering av NBC hendelser i Østlandsområdet, administrativt er senteret en integrert del av sykehusets Akuttmedisinske avdeling. Senteret har ultimo 2011 fire overlegestillinger + en senterleder som også er lege, en stipendiat, en spesialsykepleier med spesielt ansvar for verneutstyr, en farmasøyt i halv stilling og en sekretær. Leger med spesiell kompetanse innen hematologi, infeksjonsmedisin, toksikologi og akuttmedisin er tilknyttet senteret. Disse er samtidig engasjert i klinisk arbeid på sine respektive avdelinger (Hematologisk, Infeksjonsmedisinsk, Intensiv- og Akuttmedisinsk avdeling). Den grunnleggende tanken bak organisasjonsmåten er at de spesialister som skal være ansvarlige for retningslinjer og råd om håndtering av CBRN-hendelser også skal ha kontinuerlig oppdatert klinisk kompetanse innen sitt fagområde og bevare en solid forankring i fagmiljøet. Senteret har ingen egne sengeplasser eller laboratoriefasiliteter. Pasienter eksponert for CBRN agens behandles på sykehusets vanlige avdelinger og fordeles etter sykdommens alvorlighetsgrad.

Senteret utarbeider lokale og nasjonale faglige retningslinjer for håndtering av personer som eksponeres for CBRN hendelser, og skal også gi råd til offentlige myndigheter om de medisinske aspekter av slik håndtering.

Ved mistenkte eller bekreftede akutte CBRN hendelser tilbyr senteret mulighet for faglig kontakt og rådgivning for medisinsk personell, nødetatene og relevante myndigheter 24 timer i døgnet. Bakvakten (konfereringsvakten) på Akuttmedisinsk avdeling, OUS Ullevål, fungerer til enhver tid som NBC-senterets representant ved akutte hendelser. Konfereringsvakten kontaktes via Medisinsk intensivavdeling, MIO (22 11 91 24), alternativt OUS Ullevål sentralbord (22 11 80 80 eller 02770) eller Akuttmottaket (22 11 73 50).

* **CBRN** er nå den internasjonalt mest brukte fellesbetegnelse for hendelser som involverer skadelige kjemikalier, biologiske eller strålefarlige stoffer (RN står for Radiation, Nuclear). Denne forkortelsen brukes derfor også i den aktuelle versjonen av håndboken. Da de fleste forsettlige hendelser involverer eksplosiver i en eller annen form, brukes også ofte betegnelsene CBRNe eller CBRN(E) som samlebetegnelser for terror-relaterte hendelser.

Synonymer: **NBC**, i Forsvaret brukes fortsatt **ABC** (A= Atomic, Atom).

Kontaktpunkter for senteret er:

E-mail adresse: nbc sen@ous-hf.no.

Postadresse: NBC-senteret, Medisinsk divisjon, Oslo universitetssykehus HF, Postboks 4950 Nydalen, 0424 Oslo.

Besøksadresse: OUS Ullevål sykehus, Kirkeveien 166 Oslo.

Hjemmeside: www.oslo-universitetssykehus.no/nbc, (inneholder også en link til elektroniske versjoner av håndboken).

The Norwegian Center for NBC medicine (The NBC center)

The center deals with the medical consequences of CBRN incidents; its responsibilities are defined by the Norwegian Directorate of Health. The scope of activities include i) establishment of pre- and in-hospital routines and principles for treatment for victims injured by CBRN agents, ii) information and education for medical personnel and first responders about medical aspects of CBRN agents and iii) advice to government agencies about medical aspects of CBRN incidents. The center also works closely with first responder organizations.

The NBC center is organized as a center of competence within the Department of Acute Medicine in a major emergency and level 1 trauma hospital (Oslo University Hospital, Ullevål). This hospital will also be the main medical facility for victims of CBRN incidents in the most populated central part of Norway. The staff physicians are qualified specialists in pertinent fields of medicine: Acute and Emergency Medicine, Toxicology, Intensive care, Infectious medicine and Hematology. All have also scientific experience, the majority holds a PhD degree. The staff physicians work 50% of the time as clinicians within their respective specialties in order to maintain clinical competence and skills as well as be up to date on general and emergency hospital routines. The center can in addition draw on the medical expertise of the whole hospital. A nurse specialist responsible for equipment, a part-time pharmacist responsible for antidotes and medical intensive care pharmaceuticals, and a secretary completes the staff. The center can be reached round the clock through the senior consultant on call at the Department of Acute Medicine.

One of the main objectives of the center has been to simplify the routines for handling of victims of a CBRN incident at the scene. Due to the geography, population pattern and organisation of emergency services in Norway, it is unrealistic to expect a full-fledged decontamination facility to be operative within the first 1-2 hours after an unexpected incident; the first responders will have to deal with the initial medical emergencies on their own. As an optimal outcome for seriously affected victims of a CBRN incident requires that life-saving emergency treatment starts as early as possible, simplified routines for decontamination before start of medical treatment (emergency or life saving decontamination) that can be carried out by first responders anywhere are recommended.

This handbook describes the medical aspects of CBRN incidents, with recommendations adapted to Norwegian conditions and medical tradition. Suggestions for actions during the acute phase of an incident are not necessarily based on what can be considered optimal, but on what tasks the first responders in most locations in Norway should be able to carry out. As a consequence of the national focus, the handbook is published only in the Norwegian language. The recommendations made by the NBC center are based on both scientific data from the literature and the clinical experience of the medical staff, and does not necessarily reflect the views of the Norwegian government.

Contact by E-mail address: nbc sen@ous-hf.no.

Håndbok i NBC medisin – Innledning, versjon 3

Fokus i denne håndboken er på medisinsk håndtering av personer som blir akutt syke etter å ha blitt eksponert for skadelige radioaktive, biologiske eller kjemiske agens. Sykdomsbildene som fremkalles av de tre gruppene med agens er stort sett ganske forskjellige, både når det gjelder symptomer, hvor raskt disse oppstår etter eksponering, og hvilke behandlingsalternativer som finnes. Felles for dem er imidlertid at *i)* spredning *kan* foregå ubemerket inntil de første personene får symptomer, *ii)* hjelpere som går inn i området hvor agens er spredt også kan bli syke, *iii)* primærbehandling består i evakuering fra fokus for spredningen og at *iv)* hjelpernes kunnskap om agens og bruk av verneutstyr kan redusere risiko betydelig.

Innholdet er først og fremst vinklet mot hendelser der flere personer blir så alvorlig påvirket at de trenger behandling på sykehus. Hensikten med boken er å gi en samlet informasjon om medisinsk håndtering av slike personer, både i akutfasen og under oppfølging på sykehus. Innholdet bygger på faglige synspunkter og vurderinger gjort av NBC-senterets leger og andre faginstanser og -personer disse har konsultert. Det representerer derfor ikke nødvendigvis offentlige helsemyndigheters synspunkter. Som en tilpasning til internasjonal nomenklatur brukes nå forkortelsen CBRN synonymt med NBC i håndboken, mens uttrykket NBC medisin beholdes.

Hovedvekten av innholdet omhandler agens som kan tenkes brukt ved forsettlige handlinger. Sannsynligheten for at naturlig forekommende epidemier/pandemier eller uhell med industrikjemikalier eller lignende skal forårsake sykdom eller skade, er imidlertid langt større enn for at forsettlige B eller C hendelser gjør det samme. Håndteringen av RN, B eller C hendelser, så vel som hendelsenes konsekvenser for enkeltpersoner og helsevesenet, er i stor grad uavhengig av om de utløsende faktorer skyldes forsett, uhell, skjødesløshet eller naturlige årsaker. *I videste forstand omfatter derfor NBC medisin så vel de prehospitalt som de diagnostiske og behandlingsmessige konsekvensene av alle større hendelser hvor slike agens forårsaker skade eller sykdom, med unntak for naturlig spredning av mikroorganismer.* Visse typer agens som har ført til B og C hendelser i de senere år (metanolforgiftning, legionelloseutbrudd, SARS-epidemien) blir omtalt. Selv om disse ikke har vært utløst av terrorhandling, illustrerer de mange av de diagnostiske problemer som også vil være relevante ved forsettlige handlinger. Forgiftninger av enkeltpersoner anses å ligge utenfor bokens fokus.

CBRN hendelser kan nødvendiggjøre tiltak på mange plan, fra primærhelsetjenesten, kommuneleger, lokale og sentrale myndigheter samt fra institutter med spesiell kompetanse og med ansvar for folkehelseaspektet. Disse omtales i begrenset grad, henvisninger til nærmere beskrivelse av varslingsrutiner og overordnede ansvarsområder ved krisetilstander finnes på forskjellige steder i teksten, først og fremst i del IV og VII.

Et stort antall giftstoffer og mikroorganismer kan fremkalle sykdom. Det vil ikke alltid i første fase av en forsettlig CBRN hendelse være klart at det foreligger en slik hendelse eller *hvilket agens* som fremkaller sykdom og symptomer. Bare fantasien setter grenser for antallet teoretisk mulige scenarioer. En håndbok kan ikke gi en fullstendig oversikt over mulige sykdomsfremkallende agens og samtidig ha et omfang som gjør den til et praktisk hjelpemiddel i akutte situasjoner. Det fokuseres derfor på typer hendelser som vurderes som de mest sannsynlige.

En viktig målsetning har vært å forenkle de anbefalte handlings- og behandlingsplaner så langt mulig. Dette gjøres for å unngå at gapet mellom anbefalt situasjonshåndtering og det som er mulig å gjennomføre i uventede akuttsituasjoner ikke skal bli for stort. De anbefalte tiltak er derfor ikke alltid de som antas å være teoretisk optimale i forhold til hvert enkelt mulig scenario. Vi anser dem imidlertid som faglig forsvarlige, realistiske og gjennomførbare på nasjonal basis.

Mange typer hendelser vil ikke bare affisere sykehusene, men også den prehospitalt behandlingskjeden. For hendelser hvor det foreligger et *skadested*, først og fremst av RN og C type, vil nødetatene (Brann og redning, Politi, Ambulansetjeneste), samt eventuelt Sivilforsvaret, være engasjert i arbeidet. Også Legeambulans/Luftambulansetjenesten vil kunne spille en viktig rolle for medisinsk vurdering og prioritering på et skadested. Selv om hver enkelt av disse etater og organisasjoner har sitt fokus på forskjellige elementer av hendelsen, må den *koordinerte innsatsen ha som sin primære målsetning å redde liv og helse hos personer som blir eksponert for farlige agens*. For at samhandling mellom de ovennevnte etater, lokale sykehus og sentral medisinsk ekspertise skal være optimal, må de forskjellige aktører forstå også andre deltakers rolle i forbindelse med CBRN hendelser. Boken omfatter derfor retningslinjer for håndtering av eksponerte personer både prehospitalt og i sykehus.

For di terrorhandlinger har blitt et internasjonalt anliggende med utstrakt samarbeid mht beredskap over grensene, preges CBRN feltet av engelskspråklig nomenklatur og forkortelser. For å gjøre kommunikasjon med andre land så enkel som mulig, har vi valgt å bruke noen av de engelskspråklige uttrykkene, som "hot" (het), "warm" (varm) og "cold (kald) zone" for å beskrive risikobildet på et skadested. Dette er i tråd med de betegnelser som allerede brukes av politiet, og som vi håper også innføres i andre etater.

Selv om hensynet til eksponerte syke personer står sentralt, må risiko for skade eller sykdom hos innsatspersonellet reduseres så langt mulig uten at dette medfører handlingslammelse eller unødig forsinkelse. Økt kunnskap om CBRN hendelser vil avdramatisere risikobildet med hensyn til skade av hjelperne. Dette forsøkes gjort ved å fremheve de relativt få scenarier hvor slik skade *kan* oppstå, beskrive hvordan man kan organisere hjelpearbeidet for å redusere disse farene, og fokusere på riktig bruk av verne- og dekontamineringsutstyr.

Påfølgende sider inneholder en kortfattet oversikt over RN, B og C hendelser.

Oversikten er ment som en forenklet orientering for ikke-medisinsk personell, og kan også danne grunnlag for orienteringer til allmennheten.

Ellers består boken av syv hoveddeler:

Del I: En generell innføring i NBC medisin.

Del II: En praktisk orientert beskrivelse av, og handlingsplan for, skadested/transport /akuttmottak/sykehus og dekontaminering (må tilpasses lokale forhold).

Del III, IV og V: En utdypende beskrivelse av agens som kan utløse en RN (III), B (IV) eller C (V) hendelse samt behandling av eksponerte personer.

Del VI: Dekontaminering av eksponerte personer.

Del VII: En oversikt over etater, myndigheter og andre instanser som skal/kan involveres, eller som mobiliserer ressurser nødvendige for håndtering av hendelsene.

Da boken er tenkt å fungere også som en oppslagsbok i akutsituasjoner, vil enkelte opplysninger og fakta finnes omtalt på flere steder.

Elektroniske versjoner av håndboken er tilgjengelig som lenker via NBC-senterets hjemmeside www.oslo-universitetssykehus.no/nbc. Disse vil bli oppdatert med jevne mellomrom. Elektroniske informasjonskilder er sårbare, ved katastrofepregede hendelser kan internett, intranett og telefonnett falle ut. Sykehusenes datasystemer, hvor PC-enes funksjon er avhengig av kontakt med sentral server, vil heller ikke nødvendigvis fungere normalt. Vi anbefaler derfor at det på alle akuttsykehus/AMK sentraler o.l. finnes en PC som er uavhengig av lokalt nettverk, og som *ikke* er tilknyttet internett på permanent basis (virusfare-datasabotasje). Denne må kunne fungere selv om ekstern strømtilførsel faller ut. Her kan bl. a. en oppdatert elektronisk versjon av håndboken ligge, så vel som en elektronisk versjon av sykehusets beredskapsplan og andre viktige informasjonskilder samt ferdige maler for pasient- og massemedieinformasjon.

Følgende personer er hovedansvarlige for bokens seksjoner:

N delen:

Overlege Jon Magnus Tangen, Hematologisk avd./NBC-senteret, OUS Ullevål.

Seniorforsker, PhD Alicja Jaworska, Statens Strålevern.

B delen:

Overlege dr. med. Elisabeth von der Lippe, Infeksjonsmedisinsk avd./ NBC-senteret, OUS Ullevål (ret.)

Overlege Arne Broch Brantsæter, Infeksjonsmedisinsk avd./NBC-senteret, OUS Ullevål.

Overlege dr. med. Oona Dunlop, Akuttmedisinsk avd./NBC-senteret, OUS Ullevål.

C delen:

Professor dr. med. Dag Jacobsen, Akuttmedisinsk avd. OUS Ullevål.

Overlege, dr. med. Fridtjof Heyerdahl, Kirurgisk Intensivavd/ NBC-senteret, OUS Ullevål

Dekontaminering:

Overlege, dr. med. Fridtjof Heyerdahl, Akuttmedisinsk avd./Anestesiavd. OUS Ullevål.

Generelle oversikter (del I og II), hovedredaksjon, illustrasjoner uten opphavsangivelse og fotos:

Senterleder/overlege dr. med. Helge Opdahl, NBC-senteret, OUS Ullevål.

Andre ressurspersoner

Professor dr. philos. Pål Aas, Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) og Seniorrådgiver dr. philos Vibeke Thrane, Giftinformasjonssentralen, har bidratt med sin ekspertise på C-delen.

Overlege Sten Frøyshov, Akuttmedisinsk avd. OUS Ullevål, har også bidratt til denne delen.

Overlege dr. med. Per Sandven, Folkehelseinstituttet (FHI), og seksjonsoverlege Terje Hoel, Infeksjonsmedisinsk avdeling, OUS Ullevål har gjort det samme for B-delen. Øyvind Selnæs og Morten Sickel, Statens strålevern, har kommet med verdifulle innspill innen R og N delene. Mange andre har også bidratt med råd og klargjøring gjennom tilbakemeldinger på innholdet i den preliminnære utgaven, samt gjennom diskusjoner i forskjellige fora.

For redaksjonen, høsten 2011

Helge Opdahl, overlege, dr. med.

Leder, Nasjonalt kompetansesenter for NBC medisin.

SAMMENFATNING

Pasienthåndtering på CBRN skadested

Det kan i noen situasjoner være vanskelig å avgjøre om skadestedet skal anses som kontaminert. Fagleder Brann og Redning har det endelige ansvaret, men rådfører seg om mulig med andre instanser/kompetansemiljøer.

Sannsynlighet for kontaminering av pasienter/skadested avgjøres på grunnlag av

- *Synlige forhold eller relevante opplysninger på stedet*
- *Direkte målinger (av radioaktivitet, kjemiske stoffer)*
- *Skade-sykdomspanorama hos personer på skadestedet*

Hvis i tvil: Fjern klær, sko og hodeplagg!

Håndtering av pasienter på CBRN skadested hvor kontaminerende agens antas å være farlig også for helperne.

1. Bare personell med adekvat verneutstyr inn i "het" (hot) sone. Hvis deteksjonsutstyr er tilgjengelig, medbringes dette når man går inn i denne sonen.
2. Ved masseskade evakueres de minst syke først (størst helsegevinst, kortest evakueringsdistanse), deretter de mer påvirkede. Personer uten livstegn prioriteres ikke.
3. Evakuering fra kontaminert het sone går foran førstehjelp.
4. Ved ankomst samleplass (i ytre del av varm sone): Livreddende dekontaminering, dvs fjerne klær og om mulig avspyling. Pasientene pakkes inn i tepper.
5. Livreddende behandling startes av helsepersonell iført vernedrakt/gassmaske på samleplass parallelt med dekontaminering.
6. Varsle AMK og/eller ansvarlig lege i akuttmottak om kontaminering (mistanke eller fastslått) og tiltak som gjennomføres på skadested.
7. Rekvirere antidot til skadestedet ved opiat, cyanid eller nervegass påvirkning.
8. Ved transport legg plastflak eller lignende over båren for å hindre kontaminering av bil og båre.
9. Ved kontaminering med gass ha maksimal ventilasjon av pasientrommet under transport.

Kontaktpunkt NBC-senteret:

Bakvakt ("konfereringsvakten") ved Akuttmedisinsk Avdeling, OUS Ullevål, gir råd og formidler kontakt med NBC-senteret hele døgnet. Konfereringsvakten kontaktes via Medisinsk intensivavdeling, MIO (22 11 91 24), *alternativt* OUS Ullevål sentralbord (22 11 80 80 eller 02770) eller Akuttmottaket OUS Ullevål (22 11 73 50).

Mottak av CBRN pasienter i sykehus

Det kan i noen situasjoner være vanskelig å avgjøre om skadestedet skal anses som kontaminert. Kontaminasjon som krever dekontaminering på skadested eller ved ankomst sykehus dreier seg først og fremst om

- *Farlige gasser hvor klær, hudoverflate og/eller hår er fuktige*
- *Spredning av radioaktivt støv eller partikler*
- *Spredning av giftstoffer, smittestoffer eller biologisk materiale (som støv, pulver, partikler, aerosol) hvor inntak av selv små mengder er farlig for hjelperne*

Mottak i sykehus av alvorlig syke CBRN pasienter hvor kontaminerende agens antas å være farlig også for hjelperne.

1. Klargjør sykehusets dekontamineringsutstyr. Undersøk om antidot mot agens (hvis kjent: opiat, cyanid eller nervegass) finnes, få dette til akuttmottaket.
2. Helsepersonell som tar imot pasientene skal være ikledd vernedrakt eller annet verneutstyr inntil faresituasjonen er avklart og pasientene eventuelt er dekontaminert.
3. Ved sikker eller antatt kontaminering fjernes klær før pasientene tas inn i akuttmottaket. Behov for ytterligere dekontaminering vurderes i relasjon til behovet for livreddende medisinsk intervensjon.
4. Ved ukjent agens/uklart hendelsesforløp: Radioaktivitet på kroppsoverflate undersøkes med geigerteller (Automess eller tilsvarende) eller dosimetre med display for aktuell doserate. Hvis gassdetektor finnes klargjøres denne til å "sniffe" luften i akuttmottaket.
5. Personer som dunster gass, men som har tørre klær og tørr hud, trenger ikke dekontaminering. Bestrålte personer er ikke strålefarlige.
6. Radioaktivitet på kroppsoverflaten vil vanligvis være så moderat at ytterligere dekontaminering (unntatt avkledning) ikke skal forsinke livreddende behandling.
7. Konsulter "Håndbok for NBC Medisin" og eventuelt NBC-senteret ved OUS Ullevål for videre strategi og behandling. Lokal støtte av leger fra NBC-senteret kan rekvireres, men vil nødvendigvis ta noe reisetid.
8. Primær behandling og stabilisering skjer lokalt med fordeling som ved andre akutte skader/sykdom. Ved hendelser sentralt i Østlandsområdet fordeles slike pasienter til OUS Ullevål.
9. Overflytting til OUS Ullevål eller regionsykehus skjer når dette er nødvendig av medisinske eller ressursmessige årsaker. Avtales direkte med aktuelt sykehus, NBC-senteret orienteres om overflytninger.

Medisinske konsekvenser av radioaktiv (ioniserende) stråling ved akutte hendelser.

Kortfattet informasjon.

NBC-senteret, Akuttmedisinsk avdeling,

Oslo Universitetssykehus, Ullevål. Oppdatert 2011.

Helseskade ved radioaktiv stråling avhenger av den totale strålemengden cellene i kroppen utsettes for. Skadene kan grovt deles i:

- **Akutt skade**, som spenner fra direkte skade av alle kroppens celler (dødelig stråledose med raskt oppstående symptomer) til skade av visse celletyper hvor uspesifikke symptomer kan oppstå de første timene etter bestråling men hvor svikt i ett eller flere organer viser seg først flere uker senere (akutt stråleskade syndrom, se nedenfor).
- **Seneffekter** som skyldes stråleskade av cellenes gener. Det oppstår ingen symptomer i forbindelse med bestrålingen og man kan heller ikke påvise stråleeffekter på organismen i forbindelse med hendelsen. Stråleskader *kan* imidlertid vise seg flere år senere. For noen slike sykdommer (f. eks. vevsskader etter lokal bestråling) er det en klar sammenheng mellom stråling og sykdomstegn. Andre sykdommer (som f. eks. kreft) forekommer også *uten* at man har vært utsatt for øket stråling, det kan i ettertid være umulig å fastslå sikkert om sykdom hos enkeltpersoner har forbindelse med eventuell bestråling flere år tidligere. Slike sykdomsfremkallende strålingseffekter kan derfor påvises som statistisk sannsynlighet for store grupper, uten at en eventuell sammenheng kan fastslås for enkeltindividet.
- **Intermediære effekter**, hvor moderate stråleeffekter på visse typer celler kan påvises i laboratorier i en kortere periode etter bestrålingen *uten* at dette nødvendigvis fører til sykdom. Risiko for seneffekter (se over) er imidlertid til stede.

Organismen kan utsettes for stråling fra en utvendig strålekilde eller for innvendig stråling, hvor radioaktive stoffer har kommet inn i kroppen.

- Ved **utvendig stråling** kan strålekildene i prinsippet deles i "**punktkilder**" og **radioaktiv forurensing**. I en **punktkilde** er det radioaktive stoffet samlet på ett sted, mesteparten av strålingen mot en person kommer da fra en bestemt retning, og strålingsintensiteten synker raskt når avstanden til kilden øker. Ved **radioaktiv forurensing** er strålekilden radioaktivt støv, partikler eller fragmenter i luft, vann eller jord. Strålingen er vanligvis mindre intens enn fra en punktkilde, men man kan bli utsatt for stråling fra alle retninger. Hvis man ved innånding eller svelging får forurensingen *inn* i kroppen, foreligger det også fare for **innvendig stråling** (se nedenfor). Noen personer kan ha små mengder radioaktivt materiale i kroppen (f. eks. pacemakere eller radioaktive isotoper) pga medisinsk behandling.

Eksposering for utvendig stråling er vanligvis tidsbegrenset, de skadelige virkningene opphører når man kommer i betryggende avstand fra punktkilde (f.eks. etter evakuering) og/eller får et skjermende materiale (f. eks. bly, betong) mellom seg og kilden. Ved **radioaktiv forurensing** opphører strålefare når man kommer ut av forurensede område og får fjernet eventuell radioaktivt støv eller partikler fra klær/hud/hår (ved rensing - ekstern dekontaminering).

Personer som har blitt bestrålt er ikke radioaktive og utgjør ingen fare for andre!

Personer som får større mengder radioaktivt støv eller partikler på klær og hud/hår er (moderat) radioaktive og kan utgjøre en fare for seg selv og andre inntil materialet er fjernet!

- Ved **innvendig stråling** har den radioaktive isotopen kommet inn i kroppen og påvirker cellene fra meget kort avstand så lenge de fortsatt finnes i de indre organer. Prinsippet brukes også i medisinsk behandling, hvor radioaktivt materiale med en nøye beregnet stråledose brukes til å drepe visse celletyper lokalt.

Ved å ånde inn eller svelge radioaktivt støv, gass eller partikler fra radioaktiv forurensing kan isotopene tas opp i blodet og deretter lagres i vevene (intern stråling, intern kontaminering). Radioaktivt stoff kan da forbli i kroppen i lang tid (uker-måneder-år) og gi en kontinuerlig radioaktiv stråling mot cellene.

Personer som har radioaktivt materiale inne i kroppen avgir vanligvis lite stråling og representerer en minimal fare for andre.

Beskyttelse mot stråling fra punktkilder.

- Hvis lokalisasjonen av den radioaktive kilden er kjent, er den beste beskyttelsen å raskt øke avstanden til kilden eller finne ly bak tykke metallplater (bly), jordvoller eller tykke betongvegger.

Beskyttelse mot radioaktivt støv eller partikler i luften.

- **Tett yttertøy** (f. eks. en regnfrakk med hette) og **munnbind** beskytter godt mot at radioaktivt støv og partikler fester seg på kroppsoverflate/klær eller kommer inn i kroppen. Dette beskytter ikke mot radioaktive gasser.
- **Hvis man er innendørs:** Lukke vinduer, stenge av all ventilasjon og holde seg inne inntil nærmere beskjed om reell fare kommer.
- **Hvis man er utendørs** og tror man har vært i nærheten av et område hvor det er frigjort radioaktivt støv/partikler: Komme seg innendørs så raskt som mulig, kle av alt tøy (spesielt yttertøy) og dusje grundig (spesielt grundig for langt hår og skjegg). Klærne man tar av pakkes i plastposer og plasseres på lang avstand (minst 10 meter) fra der man oppholder seg. Senere måling av radioaktivitet på klærne kan avgjøre hvorvidt man har vært utsatt for radioaktiv stråling av betydning

Typer akutte hendelser som kan utsette kroppen for øket radioaktiv stråling:

- **Kjernefysisk eksplosjon.** Selv om strålingen som oppstår ved selve eksplosjonen er voldsom, vil rene stråleskader ha liten betydning sammenlignet med skadene som skyldes trykkbølgen og brannskader. Radioaktivt nedfall kan i tiden etter eksplosjonen gi sekundære helseproblemer fra både utvendig og innvendig stråling hos de som overlevde den akutte hendelsen..
- **Ukontrollert kjedereaksjon i atomreaktorer.** Reaktorer vil ikke gi opphav til kjernefysisk eksplosjon, men ukontrollert reaksjon kan gi en enorm varmeutvikling som kan smelte det radioaktive materialet. Radioaktive nedbrytningsprodukter kan følge med den overopphetete luftstrømmen og etter hvert falle ned over et stort område som radioaktivt nedfall.
- **Nærhet til radioaktivt materiale som ikke er forskriftsmessig beskyttet (kapslet).** Radioaktivt materiale brukes til f. eks sterilisering og i mange typer måleinstrumenter. De som avgir så mye stråling at de kan være en helsefare skal være omgitt av et strålebeskyttende materiale (skjerming, oftest med bly) når de ikke er i bruk eller når mennesker oppholder seg i nærheten. Antallet kjente kilder i Norge

som representerer en betydelig fare hvis de ikke er skjermet er lite, men ett dødsfall har forekommet.

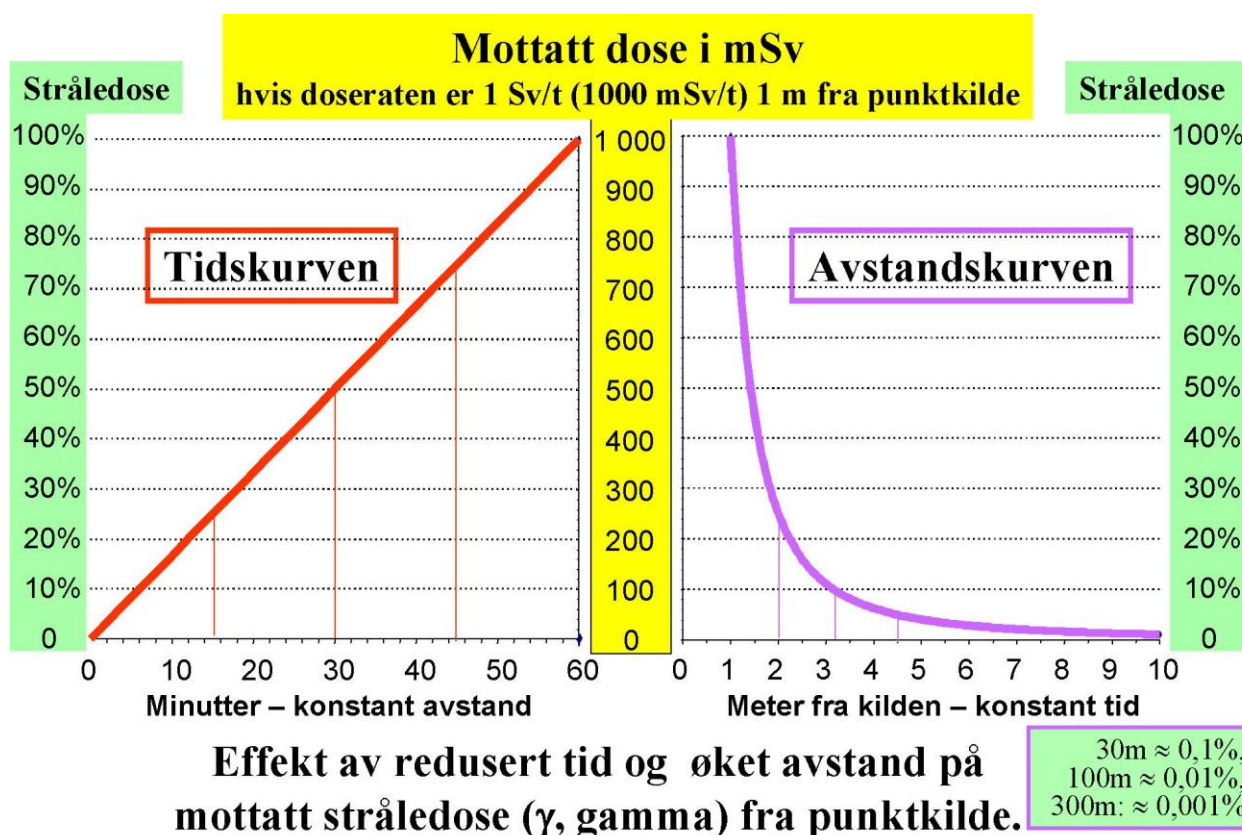
- **Spredning av radioaktivt materiale som støv eller partikler ved brann og eksplosjoner.** Ved voldsom brann eller eksplosjon i kjøretøy som frakter radioaktivt materiale eller i bygning hvor slikt materiale oppbevares kan radioaktivt materiale spres til omgivelsene. Utbredelsen av spredningen vil være begrenset.

Forsettlig spredning av radioaktivt materiale ved terrorhandlinger/sabotasje kan skje som ett eller flere av alternativene ovenfor, f. eks. som sprengning av

- **"Skitne" bomber** (dirty bombs), er en vanlig bombe spekket med radioaktive partikler eller omgitt av radioaktivt metall som spres under eksplosjonen. De akutte helsemessige konsekvensene av radioaktiv stråling vil sannsynligvis være moderate i forhold til skadene fra selve bombeeksplosjonen, miljømessig kan imidlertid større områder få en radioaktivitet som ligger klart over det som er akseptabelt på sikt.

Måling av radioaktivitet

Intensiteten av strålingen fra et radioaktivt materiale måles i **Bequerel (Bq)**. Stråledosen organismen mottar måles i enheten **Gray (Gy)**, effekten på organismen måles i **Sievert (Sv)**. Vanlige måleenheter for Gy og Sv er mikro (μ , en milliondel) og milli (m, en tusendedel). Strålingen angis ofte som **doserate**, dvs. strålemengde pr. år, time eller sekund, **total stråledose** er doseraten multiplisert med tiden man bestråles. Stråledose ved f. eks. en røntgenundersøkelse angis vanligvis som totaldose. I forbindelse med akutte hendelser, hvor man vanligvis utsettes for stråling i bare en kort tidsperiode, vil doserater som måles i mikro (μ Sv eller μ Gy) ha liten betydning mens doserater som måles i milli (mSv eller mGy) kan gi grunn til bekymring (se supplerende informasjon for detaljer).



Figur 1: Figuren viser hvordan den totale strålemengden mot kroppen reduseres når man forkorter tiden man oppholder seg i nærheten av strålefarlig materiale og/eller øker avstanden mellom strålekilden og person. Avstandskurven gjelder for situasjoner hvor strålingen kommer fra ett bestemt sted (punktkilde). Effekten av eventuelle beskyttende elementer (jordvoller, betongvegger, blyskjermer o.l.) inngår ikke i figuren, men vil redusere den totale strålemengden ytterligere.

Strålemengden mot kroppen bestemmes av:

- **Hvor sterk stråling** det radioaktive stoffet sender ut.
- **Avstanden** mellom organismen (cellene) og strålekilden
- **Tiden**, dvs hvor lenge organismen påvirkes av strålingen
- **Del av kroppen** som utsettes for strålingen.

Diagnose av stråleskader

Symptomer - sykdomstegn

Lavere stråledoser (se senere for definisjoner) **gir ingen symptomer**, men stråling over visse nivåer kan gi fosterskade eller øke risiko for utvikling av kreft eller organskade mange år senere. Nøyaktig hvor faregrensene for slike skader går er usikkert, 100 mSv angis ofte som en øvre grenseverdi, Statens Strålevern har for å optimalisere sikkerheten satt 20 mSv/år som øvre grense for yrkesmiljø og 1 mSv som grense for gravide, dette betyr imidlertid ikke at høyere doser nødvendigvis vil fremkalle sykdom eller skader.

Svært høye stråledoser, dvs doser som ligger tett opp til eller over livstruende strålemengde, gir akutte symptomer hos alle. I første fase (prodromalfasen, minutter til timer etter bestråling) inntreffer kvalme, brekninger, diare og hodepine. Dette kan vare fra timer til dager, og kan etterfølges av en symptomfattig eller symptomfri fase på flere uker (latensfasen). Tegn til organsvikt (benmargen rammes lettest, deretter mage-tarmsystemet) kan oppstå etter at det har gått flere uker, tilstanden kalles da **Akutt stråleskade** syndrom (Acute radiation syndrome, ARS). Ved dødelige stråledoser kan prodromalfasen være voldsom og gå direkte over i organsviktfasen. Selv med moderne medisinsk behandling er dødeligheten stor hos de som utsettes for svært høye (dvs over 4 Sv) stråledoser.

Kort etter en hendelse kan det fortsatt være uklart hvor kraftig strålekilden er, tekniske beregninger av sannsynlig dose i nærheten av strålekilden vil også ta noe tid. Selv høye stråledoser (1-2 Sv, se senere) vil ikke nødvendigvis gi klare sykdomstegn eller sikre endringer i blodprøver de første timene etter bestrålingen. På den andre siden kan kvalme og brekninger også være en reaksjon på bekymring for at man kan ha vært utsatt for farlige radioaktiv bestråling. Symptomer kan derfor være et usikkert grunnlag for estimat av stråleskader under de første timer/dager.

Laboratorieprøver:

Ved høye stråledoser (over 0,5-1 Sv) vil antallet lymfocytter (en type hvite blodlegemer) i blodet vanligvis synke i løpet av de første 2 døgn. Ved bestråling med livstruende doser vil fallet av lymfocytter være dramatisk. De første timene etter bestråling kan imidlertid antallet lymfocytter fortsatt være relativt normalt. Da fallet kommer raskere og blir større ved økende stråledoser, kan dette brukes til å estimere sannsynlig stråledose og dermed forventet sykdomsforløp. Ved lavere stråledoser venter man ikke å finne endringer i vanlige blodprøver.

Spesialundersøkelse av kromosomendringer i lymfocytene er sensitiv ved stråledoser ned til 100 mSv. Sistnevnte undersøkelse er ressurs- og tidkrevende, og svar kan ikke forventes før

minst 1 uke etter prøvetaking. Slike prøver vil kunne være viktige for gravide som kan ha blitt utsatt for høye stråledoser.

Sannsynlighet for at man har fått radioaktivt stoff i seg (intern kontaminering) kan undersøkes ved å måle radioaktivitet i prøver tatt fra luftveier (nesehulen eller opphostet slim), slim fra munnen eller mageinnhold, etter hvert også i urin og avføring. Undersøkelse av slike prøver gjøres sikrest i spesiallaboratorier.

Behandling

Rensing (Dekontaminering).

Personer som har fått radioaktivt støv eller partikler på klær, hår eller hud skal dekontamineres. Den totale strålingen fra kroppsoverflaten hos slike personer vil være moderat, direkte strålefare for andre fra slik kontaminering anses for liten så lenge varigheten er kort. For å unngå at pasient eller hjelpere får radioaktivt stoff inn i kroppen, bør dekontaminering imidlertid gjennomføres så raskt som mulig.

Mengden radioaktivt materiale reduseres betydelig (70-80% eller mer) når alle klær og sko tas av, ved vasking og spyling forsvinner mesteparten av stoffet. Behovet for dekontaminering må veies mot pasientens behov for akutt medisinsk behandling, hvis fullstendig dekontaminering må nedprioriteres av medisinske grunner er prosedyren:

1. All bekledning fjernes, helst på skadested og alltid før pasienten kommer inn i sykehuset.
2. Hjelpere/behandlere kles som ved operativ intervensjon eller høyrisiko smitte, dvs. hansker / lang frakk / hette / munnbind / skoovertrekk.

Når livreddende behandling er gjennomført, måles radioaktiviteten på kroppen systematisk. Hvis denne er klart forhøyet, vaskes kroppsoverflate/hår og det gjennomføres nye målinger.

Utvendig radioaktiv bestråling: Det finnes ingen spesifikk behandling som nøytraliserer effekten av utvendig bestråling. Kvalme og brekninger behandles med vanlige kvalmestillende midler. Hvis det senere tilkommer tegn til skade av enkelte organer rettes behandlingen mot denne.

- Personer med alvorlige symptomer, eller hvor det er klart at de har fått en svært høy stråledose, innlegges i sykehus.
- Personer med moderate eller ingen symptomer, og hvor stråledosen i første omgang er usikker, kan reise hjem etter at det er registrert hvor de befant seg i forhold til strålingskilden. Sørg for å få nødvendig informasjon om hvordan de kan kontaktes når sannsynlig stråledose er beregnet.
- I situasjoner hvor det er mange som *kan* ha fått helseskadelige stråledoser, vil sykehus og legevakt ikke ha kapasitet til å følge opp alle. De som har reist hjem tar kontakt med sin allmennlege eller legevakt hvis de får symptomer eller trenger råd.
- Når hendelsen blir kjent vil allmennleger og legevakt så snart som mulig få tilsendt informasjon om hvilke områder som ble ansett som farlige, dvs. mulighet for middels eller høye stråledoser for de som har oppholdt seg i områdene. Disse tar i sin tur kontakt med spesialister på sykehusene for eventuell hjelp til videre vurdering, eller sørger for innleggelse av personer når dette vurderes som nødvendig.

Intern kontaminering: Man kan redusere mengden radioaktivt stoff i kroppen ved å gi stoffer som hindrer opptak i tarm, øker utskillelsen fra kroppen eller som hindrer radioaktivt stoff i å samle seg i bestemte organer. Slik behandling hjelper ikke mot alle radioaktive stoffer, der hvor behandlingen er effektiv har den best virkning når den starter på et tidlig tidspunkt (helst få timer) etter at man har fått i seg stoffet.

Supplerende informasjon om stråling.

(Se også del III)

Typer radioaktiv stråling

Forskjellige radioaktive stoffer avgir ulike stråletyper, de fleste avgir mer enn en type.

Gamma (γ) stråling, den mest gjennomtrengende formen for vanlig radioaktiv stråling, måles med forskjellige dosimetre og med Geigertellere. Røntgenstråler har liknende egenskaper som gamma stråling.

Alfa (α)- og beta (β) stråling har kortere rekkevidde, α -stråler stoppes av huden, av lette klær eller papir mens β -stråler kan trenge inn i ytre lag av huden men stoppes av vanlige klær. De er derfor relativt ufarlige som strålekilder utenfor kroppen, men kan være farlige hvis stoffene som avgir slike stråler kommer inn i kroppen. Slike stråler kan også måles med Geigertellere, men dette krever ekstraustyr og spesiell kompetanse og er vanskeligere enn måling av gamma (γ) stråling.

Nøytronstråling i farlige mengder forekommer bare ved kontrollerte (kjernekraftverk) eller ukontrollerte (atombomber) kjernefysiske kjedereaksjoner, vanligvis i uran eller plutonium. De har gjennomtrengende men ikke så kraftig som gamma (γ) stråler, nøytronstrålingen kan ikke måles med vanlige Geigertellere.

Generelt om radioaktiv stråling

Normal radioaktiv bakgrunnsstråling og hverdagsbestråling.

Radioaktiv stråling er en del av vårt naturlige miljø. Vi utsettes kontinuerlig for lave doser av radioaktiv stråling fra bergarter og gass (Radon) og fra verdensrommet (kosmisk stråling), mange måleinstrumenter avgir også lave stråledoser som er uten helsemessig betydning. I Norge ligger bakgrunnsstrålingen i området 2-3 mSv pr år, delt på antall timer i året tilsvarer dette en doserate på ca 0,25-0,35 μ Sv/time. Vanlige røntgenundersøkelser medfører også bestråling, en enkelt computer tomografi (CT) undersøkelse kan gi høyere doser enn det man vanligvis mottar i løpet av ett år. CT av brysthulen, en relativt vanlig undersøkelse, gir for eksempel en stråledose på 7-8 mSv. Generelt er barn mer følsomme for stråling enn voksne, og fostre er spesielt sensitive for radioaktiv stråling. Hvorvidt stråling skal anses som farlig, avhenger imidlertid ikke av hvor sterk radioaktivitet som måles på et sted, men av den stråledosen kroppen utsettes for.

Måling av radioaktiv strålingsintensitet ved akutte hendelser

Strålingen fra et radioaktivt stoff (som en punktstrålingskilde, støv eller partikler), kombinert med opplysninger om hvor man oppholdt seg og hvor lenge man var der, gjør det mulig å beregne strålingsdosene og dermed sannsynligheten for at personer har vært utsatt for helsefarlig stråling. I Norge gjøres målinger av de vanligste typer stråling av Siviltforsvaret, stålefysikere eller annet spesielt utdannet personell, beregninger av stråledose utføres av medisinsk fysikere med Statens Strålevern som overordnet faginstans. Ved en strålingshendelse kan man på grunnlag av slike beregninger avgjøre sannsynlig stråledose for de som befant seg i området.

Geigertellere finnes på mange sykehus, hos Statens Strålevern, Siviltforsvaret og bedrifter som oppbevarer eller håndterer radioaktivt materiale. Gammastråling og røntgenstråling likner på hverandre, personalet på røntgen- og strålemedisinske avdelinger har personlige dosimetre. Forsvaret disponerer også avansert måleutstyr og dosimetre.

For avansert og nøyaktig måling finnes spesialapparater på større sykehus og hos Statens strålevern, ved Forsvarets Forskningsinstitutt og Institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller finnes også avansert måleutstyr.

Målinger kan bare påvise om det er øket radioaktivitet i et område eller om det finnes radioaktivt materiale på klær, hud, hår/skjegg eller gammastråling fra innsiden av kroppen. Slike målinger kan ikke fastslå om man har vært bestrålt fra en utvendig strålekilde på et tidligere tidspunkt, sannsynligheten for at man har blitt bestrålt må derfor bygge på målinger av stråleintensitet på stedet man eventuelt ble utsatt for bestråling og beregninger av sannsynlig dose basert på målingene, hvor man oppholdt seg og hvor lenge man var på stedet.

Stråledoser mot hele kroppen kan grovt sett deles i følgende hovedgrupper (se del III for detaljer):

- **Svært lave** (5-10 $\mu\text{Sv/t}$) og **lave doserater** (10-100 $\mu\text{Sv/t}$) tilsvarer henholdsvis ca 15-30 og ca 30-300 ganger den naturlige bakgrunnsstråling.
- **Middels høye** (100 $\mu\text{Sv/t}$ -100 mSv/t) **doserater** tilsvarer ca 300-300 000 ganger naturlig bakgrunnsstråling i Norge pr time. Strålingen gir ikke symptomer og kan ikke påvises i ettertid.
- **Høye doserater** (100 – 1000 mSv/t) gir vanligvis ikke akutt sykdom, men er forbundet med øket risiko for at sykdom kan oppstå senere. Totaldoser over 100 mSv kan bare aksepteres når dette er nødvendig for redde liv eller avverge katastrofe, innsats i slike områder bør derfor gjøres på frivillig basis. Tidsfaktoren blir kritisk, og innsattpersonell må roteres for å redusere risiko så langt mulig.
- **Svært høye doserater** (fra 1000 mSv/t, dvs 1 Sv/t, og oppover) kan være forbundet med livsfare, totaldosen blir likevel bare 100 mSv hvis man utsettes for 1 Sv/t i 6 minutter. **Totaldoser** fra 1-2 Sv og oppover kan gi akutte sykdomstegn, oftest kvalme, brekninger, diaré og hodepine etterfulgt av organsvikt og ARS (se diagnose).

Sykdom og dødelighet som følge av akutte strålehendelser.

Risikoberegninger for sykdom ved lave stråledoser

Ved lave stråledoser snakker man om stokastiske effekter av radioaktiv stråling. Skader og sykdom som kan skyldes lave stråledoser forkommer også spontant, dvs. uten at man har blitt bestrålt. Sammenheng mellom sykdom og stråling avgjøres av om man statistisk finner en høyere frekvens av f. eks fosterskade eller kreft blant personer som blir utsatt for stråling enn i befolkningen for øvrig. Det er imidlertid ikke mulig å forutsi hos hvem det oppstår sykdom som er forbundet med bestrålingen, eller i ettertid å påvise sikre strålingseffekter. Det er betydelig usikkerhet forbundet med risikoberegningene, da forskjellige studier varierer både når det gjelder metoder og størrelsen av pasientantallet. Det er ikke påvist noen sikker helserisiko for voksne ved lave til moderate stråledoser, i Norge regnes doser opp til 20 milliSievert (mSv) i løpet av et år som akseptable for personer som utsettes for en viss stråling i yrkessammenheng, i USA er tilsvarende grense 50 mSv. Internasjonalt aksepteres den risiko som representeres av totaldoser opp til 500 mSv ved innsats som er nødvendig for å avverge katastrofer

Risiko for sykdom og død ved høye stråledoser

Ved høye doser snakker man om deterministiske effekter av radioaktiv stråling, dvs at det er en direkte sammenheng mellom størrelse av stråledosen og alvorligheten av sykdom.

Mens dødelighet med moderne medisinsk behandling er lav ved doser på 1-2 Sv, er overlevelse lite sannsynlig ved doser over 7-8 Sv. Utvikling av sykdomstegn og gjentatte blodprøver, hvor man teller antallet av forskjellige hvite blodlegemer eller analyserer endringer i de enkelte blodlegemer, kan indikere om man har mottatt høye stråledoser.

Svært forenklet kan man si at total stråledose ved akutt bestråling mot hele kroppen

- **under 20 mSv** regnes som relativt trygge (lavere grenser for barn og gravide).
- **mellom 20 og 100 mSv** regnes som rimelig trygge, fare for senskader kan ikke helt utelukkes med sannsynlighet for at senskader oppstår er svært liten.
- **over 100 mSv og opp til 1 Sv** kan gi påviselige endringer av hvite blodceller, disse går oftest tilbake uten at det medfører sykdom. Fosterskader kan forekomme.
- **over 1 Sv** kan gi betydelig og alvorlig sykdom.
- **over 10 Sv** regnes som dødelige til tross for maksimal intensivmedisinsk innsats.

Praktisk informasjon

NBC-senteret og helsevesenet for øvrig er ansvarlige for håndtering av akutte helsemessige effekter av bestråling, og er i krisesituasjoner (se under) også en av rådgiverne for Statens strålevern.

Statens strålevern er statens kompetanseorgan for radioaktiv stråling og har som leder av Kriseutvalget for atomberedskap nasjonalt koordineringsansvar ved NR hendelser og ulykker. Strålevernet er også det nasjonale varslingspunktet for strålingsulykker, og samarbeider med internasjonale organisasjoner mht informasjonsutveksling og beredskap.

I Osloområdet er Oslo universitetssykehus HF, Ullevål, hovedsykehus for mottak og vurdering av personer med mistenkt stråleskade. Da sykehuset ved en større hendelse må prioritere de som er skadet eller har symptomer, kan det i akutfasen ikke være kapasitet til å tilby individuell vurdering eller rådgivning for personer hvor potensielt farlige stråledoser er lite sannsynlige.

Utenfor Osloområdet undersøkes og behandles pasientene i første omgang lokalt etter prinsipper angitt i "Håndbok i NBC Medisin" og telefonisk kontakt med lege fra NBC-senteret. Vanlige prinsipper for pasientfordeling følges ved stor pasienttilstrømming. Overflytting til regionssykehus eller OUS Ullevål etter avtale når dette er medisinsk indisert.

Statens Strålevern beregner sannsynlig strålefare på grunnlag av målinger og ut fra hvor man befant seg i forhold til strålekilden, dette vil vanligvis ta noen timer.

Statens Strålevern og helsemyndighetene v. **Helsedirektoratet** er i fellesskap ansvarlige for informasjon til befolkningen.

Ytterligere informasjon om stråleskader på internett:

Håndbok i NBC medisin, del III (se www.oslo-universitetssykehus.no/nbc)

Strålevernets hjemmesider (se www.nrpa.no)

TMT handbook (engelskspråklig, detaljert oversikt over mange forskjellige aspekter av stråleeksponering først og fremst ved forsettlige hendelser) (www.tmthandbook.org)

Forsettlig spredning av mikrobiologiske agens og deres toksiner. Kortfattet informasjon.

NBC-senteret, Akuttmedisinsk avdeling,
Oslo Universitetssykehus, Ullevål. Oppdatert 2011.

Mikrobiologiske agens og sykdom

Organismen utsettes for kontinuerlig angrep fra forskjellige mikroorganismer som kan fremkalle sykdom hvis de kommer inn i kroppen. De fleste organismer som klarer å passere naturlige barrierer (hud, slimhinner) bekjempes av kroppens immunsystem, eventuelt støttet av antibiotika. I situasjoner hvor agens er spesielt aggressive, immunforsvaret er svekket og/eller medikamenter har dårlig effekt, kan det oppstå alvorlig sykdom. Dersom mange blir smittet fra samme kilde eller sykdommen kan smitte mellom mennesker, kan oppstå utbrudd og epidemier. Kun dersom disse er et resultat av overlagt spredning av et mikrobiologisk agens regnes dette som en NBC hendelse.

Biologiske våpen

Under kriger og ved terrorhandlinger har forsettlig spredning av mikroorganismer vært brukt som et våpen. Mange kan bli syke som følge av en slik handling, omfanget vil bestemmes av hvor effektiv spredningen blir, både i startfasen og senere. Man kan tenke seg spredning av

- **Svært farlige agens**, dvs mikroorganismer (bakterier og virus) som fremkaller alvorlig eller dødelig sykdom hos de smittede.
- **Mindre farlige, men svært smittsomme agens** slik at mange blir syke og trenger behandling uten at dødeligheten nødvendigvis er stor.
- **Bakteriegifter (toksiner)**, som ikke smitter men som kan spres innenfor et begrenset område og hvor svært små mengder av giftstoff fra enkelte bakterier kan gi livstruende sykdom.

Slike hendelser kan også være rettet mot dyr eller planter for å ramme samfunnet generelt, sykdom hos disse kan sekundært få store konsekvenser for også menneskene i området. Aktuelle agens inkluderer naturlige mikrobiologiske agens med varierende evne til å gi sykdom, forårsake død og smitte mellom mennesker, men inkluderer også agens som er genetisk manipulert for å omgå naturlige immunitet, gjøre dem motstandsdyktige mot medikamenter, mer smittsomme eller aggressive.

Videreutvikling og produksjon av biologiske våpen er nå forbudt ved internasjonale konvensjoner, likevel finnes kunnskap og kompetanse på dette området og man kan aldri være sikker på at grupperinger i hemmelighet vil prøve å fremstille biologiske våpen.

Ut fra tidligere erfaringer, forskning og forsøk med å fremstille biologiske våpen er det utarbeidet oversikter over hvilke typer agens som kan tenkes spredt med forsett i terrorsammenheng. Man er spesielt bekymret for spredning av muterte mikroorganismer, dvs organismer som er genetisk endret i laboratorier slik at den naturlige immuniteten er lite effektiv og/eller at organismene er blitt motstandsdyktige mot medikamenter.

Uansett agens er det viktig å være klar over at disse ikke gir symptomer før det har gått flere timer, ofte flere dager, etter at man har blitt utsatt for dem. Med mindre de som sprer slike agens informerer om hva de har gjort for å spre frykt og panikk, vil hendelser med forsettlig spredning oppdages først i ettertid, når man ser at mange blir syke med likt symptom-bilde men av uventet type for lokalisasjon og årstid. Hvis man da ikke vet hvilken mikroorganisme eller toksin man skal lete etter, kan de gå flere dager før årsaken (og agens) er klarlagt.

Spredning av sykdom ved forsettlige hendelse kan oppstå ved

- **Spredning av mikroorganismer som smitter fra person til person** (som kontakt- eller luftsmitte, mat eller drikke).
- **Spredning av sporer fra farlige bakterier eller mikroorganismer med svært giftig toksiner uten vesentlig smittefare mellom mennesker** (partikler, aerosol, mat eller drikke).
- **Spredning av toksiner fremstilt fra mikroorganismer** (aerosol, mat eller drikke)

Pr i dag (2011) anses spredning av **athrakssporer** ("hvitt pulver") eller av **botulinumtoksin** (som aerosol) som de mest aktuelle hendelser. Sannsynligheten for forsettlig bruk av slike agens er imidlertid svært liten. Oppdyrking av større mengder mikroorganismer eller renfremstilling av deres toksiner er teknisk og kunnskapsmessig krevende, og man anser det lite sannsynlig at terrorgrupper pr i dag har kompetanse eller ressurser til å sette i verk slike tiltak. Et generelt problem med forsettlig spredning av smittsomme sykdommer er at de også kan ramme de som står bak spredningen, og deretter spres blant deres landsmenn og sympatisører.

Metoder for forsettlig spredning av biologiske agens

Mennesker kan smittes gjennom inhalasjon til luftveiene, gjennom tarmen (mat/vann) eller gjennom hud eller slimhinner ved direkte kontakt med en smittekilde. Særlig mange vil kunne rammes direkte av overlagt spredning om agens spres gjennom aerosol, som kan spre seg over store avstander, eller gjennom mat og drikke.

Beskyttelse ved mistanke om spredning av farlige mikrobiologiske agens, håndtering av eksponerte personer

Tiltak som beskytter mot smitte i vanlige situasjoner er stort sett effektive også ved forsettlig spredning av biologiske agens. De fleste sykehus har detaljerte instruksjoner for hvordan man skal forholde seg ved mistanke om høyrisikosmitte.

For allmennheten gjelder at man tar de samme forholdsregler som ved pandemi: Holde seg inne, bruke munnbind ute hvis dette er tilgjengelig, god hygiene, håndvask/spritvask, ikke drikke vann direkte fra springen inntil drikkevannet er undersøkt og eventuelt klarert.

For hjelpere/behandlere som er i nærkontakt med syke: Inntil situasjonen er avklart antas at det dreier seg om smittespredning via luft (virus, sporer, bakterier, aerosol) eller kontaktsmitte. Det brukes spesielt verneutstyr som ved høyrisikosmitte hvis dette er tilgjengelig, ellers vil vanlig smittevern påkledning, dvs hansker / lang frakk / hette / munnbind (fortrinnsvis P3 klasse) og skoovertrekk gi god beskyttelse. Filteret i gassmaskene som tilhører CBRN verneutstyret som er tilgjengelig for personalet i akuttmottak og ambulanser holder samme kvalitet mht beskyttelse mot luftsmitte som utstyret som brukes ved høyrisikosmitte på sykehus.

Dekontaminering ved mistanke om sporer eller toksiner følger primært vanlige prinsipper (avkledning og spyling), eventuelt også grundig såpevask og eventuelt profylaktisk antibiotika/antitoksin (se del IV) hvis biologisk materiale påvises.

Diagnose og behandling

Forsettlig spredning bør mistenkes hvis flere personer utvikler sykdom med uvanlige symptomer, ved påvisning av et uvanlig/sjeldent agens eller toksin, ved uvanlig resistensprofil, atypisk forløp av en epidemi eller ved at sykdommen rammer personer uten kjent risiko for smitte (f.eks. uvanlig rask stigning i antall syke eller sykdom på feil årstid).

Symptomer: Avhenger av hvilken type agens det dreier seg om (se del IV), og kan ikke forutses.

Laboratorieprøver: Vanlige blodprøver vil vanligvis være uspesifikke og viser bare at det foreligger en betennelsestilstand. Mikrobiologiske prøver vil gi endelig diagnose, dette kan ta flere dager og være vanskelig ved uvanlige smittestoffer. Hvis det er bakteriegifter som fremkaller sykdommen kan blodprøver være helt normale og mikrobiologiske prøver negative.

Behandling: Avhenger av om det finnes virksomme midler mot agens. I første omgang behandler man etter råd fra infeksjonsmedisinere, basert på mistenkt diagnose. Både antibiotika, antivirale medisiner og vaksinerings kan være aktuelle, rasjonell behandling forutsetter imidlertid at man kjenner, eller har en berettiget mistanke til, type agens.

Akutte kjemiske skader. Kortfattet informasjon.

NBC-senteret, Akuttmedisinsk avdeling,
Oslo Universitetssykehus, Ullevål. Oppdatert 2011.

Kjemiske stoffer kan utgjøre en fare på tre forskjellige måter:

- **Direkte toksisitet**, hvor naturlig forekommende (inkludert biologiske) eller syntetiske kjemiske giftstoffer skader en eller flere typer celler og dette gir konsekvenser for hele organismen.
- Ved lokal irritasjon / etsing / skade av hud, slimhinner og luftveier.
- Ved å fortrenge oksygen fra innåndingsluften, slik at organismen skades av oksygenmangel.

Ved høye konsentrasjoner av giftige gasser kan man se flere av effektene samtidig! Brannfarlige/eksplosive gasser kan gi eksplosjonsskader, brannskader og røkinhalasjonsskader i tillegg.

De fleste kjemiske stoffer som er aktuelle i masseskadesammenheng vil sannsynligvis spres i gass-, damp- eller aerosolform. Spredning innendørs eller innen begrensede rom vil vanligvis gi høyere konsentrasjoner av gass/damp, og dermed større sannsynlighet for personskader, enn utendørs spredning

De mest sannsynlige scenarioer for masseskade er

- **Lekkasje** (mer eller mindre massiv) av **giftige industrigasser** fra stasjonære tanker, rørledninger eller under transport. Dette kan skje som følge av uhell/ulykker, eller ved en forsettlig handling (sabotasje/terror).
- Spredning av giftige **gasser som dannes ved brann eller eksplosjoner**, uansett årsak.
- **Forsettlig spredning av spesielt giftige gasser** (nervegasser, cyanidgass mm).

Kjemiske masseskader *kan* også oppstå ved spredning av giftige stoffer i form av pulver over folkemengder, forurensning av drikkevann etc.

Diagnose og behandling

Symptomer: Hvis mange personer innenfor et begrenset område raskt blir dårlige med samme type symptomer uten en rimelig forklaring, er gassforgiftning sannsynlig. Hvilke symptomer man kan forvente varierer fra gass til gass, mange av de mest aktuelle gassene vil gi irritasjon av øyne og luftveier mens andre kun påvirker bevisstheten. Til en viss grad kan man ane hvilken gruppe en gass tilhører ved å observere symptomene hos de som er påvirket (se tabell motstående side).

Laboratorieprøver: Gasser som først og fremst virker irriterende vil gi et bilde av betennelsesforandringer. Se ellers under de enkelte gasser.

Behandling: Initialt oksygen og generell støttebehandling, spesifikke antidoter der dette finnes (mot nervegasser, cyanid og opiataerosol), kortikoider ved alvorlig lungeaffeksjon. Se ellers de enkelte gassene.

Typiske symptomer ved gass eksposisjon: Skjematisk oversikt

Organsystem								
Agens <i>(Antidot)</i>	Tid til symptome	Øyne	Øvre luftveier	Lunger	Hud	Hjerne	Mage/tarm	Andre
Nervegass <i>(Atropin/oxim)</i>	Kort	Små pupiller, uskarpt syn	Spytt- og nesesekretasjon, mye slim i luftveier	Tung pust, hoste, slim. Kan likne lungeødem.	-	Hodepine, nedsatt bevissthet, evt kramper.	Kvalme, oppkast, magesmerter, diaré, inkontinens	Muskelsvakhet, muskelrykninger
Hud- og lunge gasser	Kort (Lewisitt, Fosgen oxim) Forsinket (senneps- gass)	Smerte, rødhet, øyelokk- spasme	Irritasjon hoste, heshet	Obstruktiv hoste med slim (alvorlig eksposisjon)	Rødhet, blærer, sår	-	Kvalme, oppkast	Evt sjokk i alvorlige tilfeller (som ved brannskade)
Lokal- irriterende gasser	Umiddelbar	Irritasjon	Irritasjon	Tungpust, (event tørrhoste irritasjon)	-	-	-	-
Cyanid <i>(Cyanokit, NaThiosulfat)</i>	Kort	Store pupiller (alvorlig forgiftn.)	-	Rask pust (etter hvert ingen pust)	-	Uro, nedsatt bevissthet, evt kramper	-	-
Opiat Aerosoler <i>(Naloxone)</i>	Kort	Små pupiller	-	Langsom p	-	Nedsatt bevissthet	-	-

Dekontaminering aktuelt for de 3 øverste gruppene av gasser.

Generelt om gasser

Skadelige gasser deles ofte i toksiske industrigasser (toxic industrial chemicals, TIC) og stridsgasser (chemical war agents, CWA). Noen industrigasser har også vært brukt som stridsgasser, spesielt under første verdenskrig. De fleste giftige gasser er tyngre enn luft, og vil samle seg i fordypninger i landskapet dersom det ikke er vind. Unntak er ammoniakk, karbon monoksid (CO), hydrogencyanid og nitrogen monoksid (NO), som er lettere enn luft. I det slike gasser fordampes fra flytende fase vil de være svært kalde, og derfor i første omgang synke ned mot bakken inntil de oppvarmes av luften omkring.

De fleste gasser er i væskeform ved svært lave temperaturer. Væskens **kokepunkt** bestemmer hvor mye av stoffet som er i damp- eller gassfase i forhold til flytende form ved en gitt temperatur. Stoffet som har kokepunkt lavere enn temperaturen i omgivelsene vil i løpet av kort tid være i gassform. Stoffet med høyt kokepunkt vil være i både væske- og dampfase, damptrykket øker med temperaturen og lufttemperatur er derfor viktig for damp- eller gasskonsentrasjonen.

Damp kan kondensere tilbake til væske når temperaturen synker, mens temperaturøkning fører til at væsken igjen fordampes og damptrykket øker (viktig ved stoffer med høyt kokepunkt f.eks. nervegasser). **Smeltepunktet** bestemmer om stoffet er i fast eller flytende form. Både væske og fast stoff avgir damp, mengden fordampet stoff (og dermed luftkonsentrasjonen) er avhengig av temperaturen. Et stoff med høyt damptrykk vil lettere pustes inn og gi skade på lungene, og øker eventuelt systemisk opptak i kroppen.

Vannløselighet er en annen viktig egenskap. Høy vannløselighet medfører at innåndet gass primært løser seg og reagerer med vannfasen i slimhinnene i øyne og de øvre luftveier, slik at mindre mengder når helt ned til lungene. Lite vannløselige gasser får større virkning dypt ned i lungene (i alveolene), og gir dermed større systemisk opptak. Under eksponering for gasser med høy vannløselighet vil pusting gjennom en fuktig klut kunne begrense innåndet gassmengde. Se tabell *Egenskaper for toksiske gasser*.

Antidoter: Effektive antidoter finnes bare mot nervegasser, cyanid og opiat aerosol (se de enkelte gasser). Disse er tidskritiske, dvs at de må gis så raskt som mulig for å ha god effekt. Andre antidoter kan ha en viss effekt (se omtale av enkelte gasser). Kortikosteroider kan dempe irritasjonseffekter i luftveiene.

Irriterende gasser

Slimhinner, lungevev

I denne gruppen finnes både vanlige industrigasser og stridsgasser. Typisk er at de virker etsende på slimhinnene, og forårsaker irritasjoner av øyne, sårhet i hals, pustebesvær, hoste, bronkospasme, evt lungeødem. Eksempler på slike gasser er:

Klorgass, Ammoniakk, Nitrose gasser, Fosgen, Svoveldioksid, Kloropikrin og andre tåregasser.

Behandling

Lunger: Det går ofte en viss tid fra eksponering og milde symptomer til alvorlige symptomer fra lunger utvikler seg. Alle som har symptomer bør derfor observeres med SpO₂ i sykehus i minst ett døgn. Pasientene skal ha ro, unngå fysiske anstrengelser. Gi inhalasjoner med bronkodilaterende midler, kodeinfosfat mot hoste og oksygen ved behov. Glukokortikoider kan ha effekt ved alvorlige lungesyntomer, for eksempel metylprednisolon 20-250 mg x 3 iv. Bruk tidlig inhalasjonssteroider.

CPAP eller respirator kan bli nødvendig.

Øyne: Fjerne kontaktlinser, skylle godt i 10-20 min. Særlig ammoniakk er alkalisk etsende, og langvarig skylling er viktig.

Hudgasser (kan også skade lungene).

Hudgasser er egentlig væsker i dampform, de er oljeaktige og lite vannløselige (unntatt fosgenoksim). Primæreffekt er skader på hud og øyne, men disse stoffene vil også medføre lungeskade ved innånding og mage- tarmskade ved svelging. Damp kan kondensere på klær og gjenstander, og fordampe igjen ved bevegelse eller varme. Dette gir utfordringer mtp dekontaminasjon og sekundærkontaminasjon.

De viktigste hudgassene er **Sennepgasser, Lewisitt og Fosgenoksim**.

Sennepgassene har flere timers latenstid, mens lewisitt og fosgenoksim gir umiddelbare symptomer. Fosgenoksim gir i tillegg vable-liknende utslett.

Behandling

Rensing er viktig, væske på hud må bort, helst med absorberende materiale før såpevask og skylling. Oljeaktige flekker skrapes bort med spatel.

Skadet hud behandles som brannskader. Flamazinsalve kan benyttes. Hudavskraping er et behandlingsalternativ.

Øyne skal skylles grundig, deretter kloramfenikol øyesalve, atropin øyedråper ved kolinerge effekter (smertefull miose), steril vaselin under øyelokk for å hindre sammenvoksninger. Bandasje.

Luftveier behandles som ved irriterende gasser.

Ved Lewisitt kan man prøve kelator, DMPS. Må gis så raskt som mulig etter eksponering. Gis både systemisk og som salve eller øyedråper, men effekten er usikker.

Gasser som fortrenger oksygen

Mange gasser kan fortrenge oksygen, enten fordi de er tyngre enn oksygen eller hvis gassen brått slippes ut fra høyt trykk. Eksempler på slike gasser er **CO₂, nitrogen, metan og propan**.

Klinikken består av tegn på oksygenmangel, som svimmelhet, hodepine, slapphet, til mer alvorlige som infarkter, koma og død.

Behandling er oksygen og evakuering (obs redningsarbeider må ha overtykksluft), samt symptomatisk behandling for øvrig.

Gasser som hemmer transport og omsetning av oksygen

Cyanid

Cyanider omfatter hydrogencyanid (cyanidgass), cyanidsalter og cyanogener (bla cyanogenklorid og cyanogenbromid). Cyanidforgiftning kan bla skje ved brannrøykinhalasjon, industriulykker og peroralt inntak av cyanidsalt (suicidal hensikt).

Cyanid blokkerer utnyttelsen av oksygen i cellene. Resultatet av blokkeringen er manglende energiproduksjon, og anaerob metabolisme.

Klinikk: Hodepine, brekninger, mydriasis, dyspnø, nedsatt bevissthet, kramper, arrytmier, koma. Blodprøver viser høy oksygenmetning i veneblod (nær arteriell metning), høy laktat.

Behandling

Pasienten fjernes fra eksponering. Oksygen! Eventuelt respirasjonshjelp (ikke munn-til – munn). **Antidot:** Hydroksykobalamin (cyanokit) og/eller natriumtiosulfat

Karbonmonoksid

CO er smak og fargeløs, ikke-irriterende gass. Kommer fra ufullstendig forbrenning. Blokkerer hemoglobins bindingssted for oksygen, høye konsentrasjoner kan også redusere utnyttelsen av oksygen i cellene. CO stimulerer hvite blodceller til lipid peroksydering av hvit substans i hjernen med potensielle senskader.

Symptomer og tegn er hodepine, svimmelhet, uro, hyperventilering, takykardi, nedsatt bevissthet, arytmier og evt koma og kramper. Diagnose stilles med blodgass med HbCO. Ta i betraktning lengden fra eksponering og evt oksygenbehandling når resultatet tolkes.

Behandling:

Oksygen! Bevisstløse intuberes for å optimalisere oksygenbehandlingen. For øvrig symptomatisk behandling. Trykktank kan vurderes, se hovedtekst.

Ved brann, vurder eventuell samtidig cyanidforgiftning.

Hydrogensulfid

Dannes ved forråtnelsesprosesser og som biprodukt ved en rekke kjemiske prosesser i bla oljeindustri. Virker irriterende på slimhinner og blokkerer cellenes utnyttelse av oksygen (som cyanid).

Klinikken er både irritasjon av slimhinner og sløvhet, kramper, plutselig koma ved høye konsentrasjoner. Laktacidose.

Behandling:

Oksygen! Evt nitritt dersom kortere enn 15 min fra eksponering. Ellers symptomatisk behandling. Irritasjonsfenomener (luftveier) behandles som ved irriterende gasser.

Nervegasser

Nervegasser er organofosfater som hemmer nedbrytningen av acetylcholin i synapser. Effekter kan inntre etter få sekunder ved inhalasjon. Kommer også inn i kroppen gjennom hud/slimhinner, effekten oppstår da langsommere.

De viktigste agens er: **Sarin, Tabun, Soman og VX**

Klinikk: Synsforstyrrelser, miose, rennende nese og øyne, økt spytt og bronkialsekresjon, bradykardi, svette, hoste, lungeødem. Nikotinerge fenomener med fascikulasjoner, kramper og paralyse. CNS effekter består av uro, forvirring, ataksi og epileptiform aktivitet.

Behandling

Består initialt av atropin og obidoxim (reaktivator) som finnes som autoinjektorer for bruk på skadested, diazepam mot kramper. Dekontaminering.

Atropin motvirker slimsekresjon (evt. lungeødem) og gjentas til lungene er tørre. Pralidoxim infusjon eller i.v/i.m. Ved kramper må disse stilles med diazepam eller andre benzodiazepiner. Intubasjon og ventilering kan bli nødvendig.

Arsin

Arsin er en arsenforbindelse og brukes industrielt. Den er brennbar og kjemisk ustabil, og lukter som hvitløk. Den tas opp ved inhalasjon, og forårsaker hemolyse.

Behandling:

Fjerning fra eksponering. Symptomatisk behandling (respirasjon- og nyresvikt). Alkalinisering av urinn. Evt utskiftningstransfusjon ved uttalt hemolyse.

Trimetylfentanyl

Sterktvirkende opioid som har vært brukt i aerosol-form (Moskva).

Klinikk og behandling som ved andre opioider. Naloxon.

Ricin

Plantegift fra castorbønner. Lett tilgjengelig og lett å utvinne. Ca 1-5 vekt-% ricin i bønnene. Utvinnes som væske eller pulver. Ødelegger ribosomalt RNA, og forstyrrer proteinsyntesen. Meget giftig ved injeksjon eller inhalasjon, noe mindre giftig ved peroralt inntak pga dårlig opptak fra tarm.

Klinikk avhengig av inntaksform: magesmerter, kvalme, brekninger, diarè. Dyspnø, hoste, lungeødem. Generelt massiv kapillærlekkasje, blødninger, multiorgansvikt. Død inntreffer eventuelt etter noen dager.

Behandling:

Væskebehandling. Behandling som ved sepsis. Vaksine er under uttesting, men ennå ikke kommersielt tilgjengelig.

Metanol

Toksisk alkohol. Det er med ujevne mellomrom utbrudd som følge av forurenset illegal sprit. Metanol er ikke toksisk i seg selv, men maursyren som er et resultat av nedbryting er toksisk. En viktig del av toksisiteten skyldes også acidosen som maursyre forårsaker.

Klinikk: Latenstid på 15-25 timer, samtidig inntak av etanol forsinker symptomene ytterligere. Kvalme, magesmerter, hyperventilering (kompensasjon av acidose) og synsforstyrrelser, CNS-depresjon, koma.

Diagnose: Metabolsk acidose. Økt osmolalt gap i tidlig fase, økt anion gap etter hvert. S-metanol (kun enkelte sykehus analyserer dette).

Behandling:

Fullkorrigering av metabolsk acidose. Blokkering av videre nedbrytning med enten etanol eller fomepizol. Dialyse av metanol og maursyre.

Egenskaper for toksiske gasser

Kategori	Agens	Stoffets fase ved normale temperaturer	Smeltepunkt	Kokepunkt	Damptrykk*	Flyktighet **	Egenvekt= densitet (gass) relativt til luft	Tetthet væske (vann =1 g/ml)	Vannløslighet	AEGL 1 (10 min)	AEGL 2 (10 min)	AEGL 3 (10 min)	IDLH***
		S-V-G-D-A	°C	°C	kPa v/20°C	g/m ³ v/25°C	(luft=1)	g/ml		ppm			ppm
Slimhinne-irriterende (lunger og slimhinner)	Klorgass	G	-101	-34	650	g	2,5	1,4	+	0,5	2,8	50	10
	Ammoniakk	G	-78	-33	883	g	0,59		++	30	220	2700	300
	Nitrøse gasser (repr. v/ NO ₂)	V/D/G	-11	21	96	>500	1,5	1,45	++	0,5	20	34	20
	Fosgen	V/D/G	-118	8	162	4300*	3,5	1,4	-	i.a.	0,6	3,6	2
	Svoveldioksid	V/D/G	-75	-10	340	g	2,25	1,4	++	0,2	0,75	30	100
	Klorpikrin	V/A	-64	112	2,4	210	5,7	1,7	-	0,05	0,15	0,2	2
Hudgasser (Hud og slimhinner)	Sennepegass (HD) (sulfur mustard)	V/D	14	217	1,2x10 ⁻²	0,6	5,4	1,3	-	0,06	0,09	0,59	i.d.
	Sennepegass (HN-3) (nitrogen mustard)	V/D	-4	256	1,4x10 ⁻³	0,1	7,1	1,2	-	i.a.	1,6x10 ⁻²	0,26	i.d.
	Lewisitt (L)	V/D	0	190	5x10 ⁻²	4,5	7,1	1,9	-	i.a.	0,08	0,46	i.d.
	Fosgenoksim (CX)	S/V/D	40	128	1,4	1,8	3,9	i.d.	++	0,04	0,1	7,7	i.d.
Fortrenger oksygen	Metan	G	-183	-162	4490	g	0,6	0,4	+	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
	Karbon dioksid	G	-	-78	5730	g	1,5	0,77	-	i.d.	i.d.	i.d.	40000
	Inerte gasser	G											

Effektiv antidot finnes		Stoffets fase ved normale temperaturer	Smeltepunkt	Kokepunkt	Damptrykk*	Flyktighet **	Egenvekt av gass relativt til luft	Egenvekt av væske (vann =1 g/ml)	Vannløslighet	AEGL 1 (10 min)	AEGL 2 (10 min)	AEGL 3 (10 min)	IDLH***
Kategori	Agens	S-V-G-D-A	°C	°C	kPa v/20°C	g/m ³ v/25°C	(luft=1)	g/ml		ppm			ppm
Hemmer transport av oksygen	Hydrogencyanid	V/D/A/G	-13	26	84	1080	0,94	0,7	++	2,5	17	27	50
	Cyanogenklorid	V/D/A/G	-6	13	135	2600*	2,16	1,2	+	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
	Cyanogenbromid	S/V/D/G	52	61	12	500	3,4	2,0	+	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.
	Hydrogensulfid	G	-86	-61	1760	g	1,18	1,4	+	0,75	41	76	100
	Karbon monoksid	G	-205	-191	3500	g	0,97	0,81	-	i.d.	i.d.	i.d.	1200
Nervegasser	Sarin	V/D/A	-57	147	0,28	22	4,8	1,1	++	1,2x10 ⁻³	1,5x10 ⁻²	6,4x10 ⁻²	i.d.
	Soman	V/D/A	-42	198	5x10 ⁻²	3,9	6,3	1	-	4,6x10 ⁻⁴	5,7x10 ⁻³	4,9x10 ⁻²	i.d.
	Tabun	V/D/A	-50	240	5x10 ⁻³	0,5	5,6	1,1	+	1x10 ⁻³	1,3x10 ⁻²	0,11	i.d.
	VX	V/D/A	-51	298	9x10 ⁻⁵	0,01	9,2	1	+	5x10 ⁻⁵	7x10 ⁻⁴	2,7x10 ⁻³	i.d.
Hemolyse	Arsin	G	-117	-62	1440	g	2,7	3,5	-	i.a.	0,3	0,91	2
Opioid	Trimethyl fentanyl	A	i.d.	83	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.

S-V-G-D-A = Fast stoff(solid)-væske-gass-damp-aerosol. i.a. = ikke anbefalt. i.d = ikke data. g = i gassform ved vanlige temperaturer, flyktighet ikke relevant. *Damptrykk er det trykket som gassen vil oppta i et lukket rom ved 20°C når det er i likevekt med stoffets væskefase. I fri luft vil man ikke kunne få mer enn 101 kPa (ved 0 moh). I tilfelle med så høyt trykk av gassen vil den fortrenge luft og utgjøre 100% konsentrasjon. **For stoffer med kokepunkt 0-25 grader angis flyktighet ved temperatur rett under kokepunktet. For kokepunkt under normale temperaturer for omgivelsene vil stoffet være i gassform, flyktigheten meget høy og verdien ikke relevant i tabellen.

AEGL 10 min = Acute Exposure Guideline Levels ved 10 minutters eksponering. Verdier over AEGL 1=milde symptomer, verdier over AEGL 2=moderate symptomer, og verdier over AEGL 3 = alvorlige, evt livstruende symptomer. Det finnes AEGL-verdier for andre eksponeringsvarigheter, se <http://www.epa.gov/oppt/aepl/pubs/chemlist.htm>

IDLH = Immediately Dangerous To Life or Health Concentrations, for utfyllende liste over alle typer agens, se <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>

***IDLH og EAGL er to forskjellige systemer laget for å gi informasjon om hvilke konsentrasjoner av gasser som vil utgjøre en helsefare. EAGL tar eksponeringstid i betraktning, det gjør ikke IDLH. De gir litt forskjellige verdier som uttrykk for at det er en viss usikkerhet knyttet til slike beregninger. Like fullt gir begge systemer en pekepinn på når man kan forvente helseproblemer.

Del I. Introduksjon til NBC medisin

- ***Om NBC medisin***
- ***Aktuelle CBRN scenarier med kjent agens***
- ***Aktuelle CBRN scenarier med ukjent agens***
- ***Sannsynlige scenarier i terrorsammenheng***
- ***Beredskap og ressurser***
- ***Kortfattet informasjon om NR, B og C hendelser***

Betydning av ofte forekommende begreper i NBC sammenheng

Agens: Stoff (kjemisk, radioaktivt) eller mikroorganisme/toksin, *skadelige* agens kan forårsake sykdom eller død.

Eksposisjon: Å bli utsatt for (potensielt helseskadelige) effekter av et agens.

Kontaminasjon: Å bli forurensset med (potensielt helseskadelige) agens. Både mennesker, dyr, gjenstander, bygninger og landområder kan bli kontaminerte.

Dekontaminering: En prosess hvor skadelige agens fjernes eller uskadeliggjøres slik at de ikke lenger utgjør en helse- eller miljøfare.

Triage: Sortering av syke/skadede, brukes vanligvis om vurdering/sortering etter tilstandens alvorlighetsgrad.

Om NBC medisin

Bakgrunn for militær og sivil beredskap

Bokstavkombinasjonen ABC eller NBC (nå stort sett avløst av CBNR, se innledning) har lenge vært brukt i militær sammenheng som en samlebetegnelse for bruk av smittsomme eller skadelige agens som våpen. Slike agens omtales også som masseødeleggelsesvåpen på grunn av sitt potensial for å fremkalle masseskader. Hensikten med spredning av slike agens kan være å gjøre fiendens soldater syke og stridsdyktige, eventuelt også drepe dem. En militær strategisk hensikt kan også være å forurense områder på en slik måte at fiendtlige tropper ikke kan rykke frem gjennom dem eller oppholde seg der. I flere land har det gjennom mange år vært drevet avansert forskning på slike våpen, mye av denne forskningen har vært strengt hemmelig og noe av den er i liten grad tilgjengelige via åpne informasjonskilder. Vi antar derfor at det finnes en del mer detaljert informasjon om CBRN agens enn det som er kjent for oss, likevel gir oversikter over beredskapstiltak og klassifikasjoner (av f.eks mikroorganismer) en pekepinn om hvilke agens man har funnet å representere en fare.

CBRN begrepet innbefatter ioniserende stråling fra kjernefysiske eksplosiver og kjedereaksjoner samt fra radioaktivt materialer (radionukleær (RN) stråling), mikroorganismer og deres giftstoffer (toksiner) (B) eller kjemiske stoffer (C). Sistnevnte forbindes først og fremst med stoffer i gassform, gassangrepene under første verdenskrig viste hvilke ødeleggende effekter kjemiske stridsmidler kan ha. Giftige stoffer i fast eller flytende form kan være like farlige som gasser, men spres ikke like effektivt. Forsvaret har miljøer med spesiell kompetanse mht. effektene av slike agens og beskyttelse mot disse, det er også utarbeidet handlingsplaner for hvordan militære styrker skal forholde seg ved bruk av slike agens i krig. Handlingsplaner for militære styrker i felt kan imidlertid ikke uten videre overføres til sivil bruk.

Historisk har CBRN agens vært brukt ved krigshandlinger flere tusen år tilbake i tid. Forgiftning eller mikrobiologisk forurensing av drikkevann (ved å spre giftstoffer eller å kaste dyre- eller menneskelig i fiendens vannkilder) eller vin var vel kjente metoder i oldtiden. Forsøk på biologisk krigføring ble også gjennomført ved å kaste pestbefengte lik inn i beleirede byer og sende besmittede gjenstander eller ulltepper til fiender. I mellomkrigstiden ble mye ressurser brukt på å forske på mer sofistikerte metoder for biologisk krigføring, spesielt Japan drev aktiv forskning på dette feltet og brukte biologiske våpen under krigen med Kina. Etter andre verdenskrig hadde flere av de større land et aktivt program for forskning på, og fremstilling av, biologiske våpen. Dette ble forbudt ved en konvensjon 1972., men en viss aktivitet fortsatte i hemmelighet. Spredning av antraxsporer som aerosol fra fabrikk for biologisk krigføring i Sovjetunionen (Sverdlovsk) ved et uhell i 1981 viste hvor farlig slike agens kan være: 96 personer ble syke og 64 døde. I forbindelse med Anthraxsporer i brev i USA 2001 ble 22 syke, 11 inhalerte sporer hvorav 5 døde.

Kjemisk krigføring med arsenikk- eller svovelholdig røk, analogt med senere gassangrep, ble brukt mot fiendtlige festninger under kriger i Hellas i oldtiden og senere i Kina og flere europeiske land. På 1900-tallet ble giftige gasser brukt i stor skala av flere krigførende parter under første verdenskrig, man brukte kjente industrigasser som klorgass men også flere nye gasstyper som ble syntetisert utelukkende for å brukes som kjemiske våpen (Chemical war agents, CWA). Gassangrepene førte til store tap mht død men enda mer til sykdom med varig helseskade. Siden har giftige gasser vært brukt ved mange mindre kriger og også ved terrorhandlinger (se nedenfor) eller for å uskadeliggjøre terrorister. For detaljer mht historie for biologisk og kjemisk krigføring, se Szinicz L: History of chemical and biological warfare agents. Toxicology 2005; 214: 167-181.

De skadelige effektene av strålefarlig materiale ble allment kjent først i mellomkrigstiden, den enorme sprengkraften ved en ukontrollert kjernefysisk kjedereaksjon ble først brukt i bombene over Hiroshima og Nagasaki i Japan i slutten av andre verdenskrig. De fleste kjente dødsfall eller skader pga radioaktiv stråling har vært en følge av disse hendelsene, av uhell og ulykker i kjernekraftverk (Tsjernobyl, Fukushima) eller –reaktorer, flere dødsfall og alvorlig sykdom har også vært forårsaket av uforstandig håndtering av sterke radioaktive kilder. Bare ett dødsfall etter forsettlig forgiftning er dokumentert (Litvinenko, se del V). Da påvisning av årsaken viste seg å være svært vanskelig kan man ikke utelukke at det kan ha forekommet flere slike episoder uten at årsaken har blitt påvist. En sterk økning av mengden radioaktivt materiale i mange land gjør imidlertid at frykten for at terrorister kan få tak i materiale og i verste fall sette sammen en improvisert kjernefysisk bombe er økende.

Etter at angrep i form av terrorhandlinger rettet mot sivilpersoner er blitt vanligere, har man sett at CBRN agens kan være et potent våpen også i slik sammenheng. Utslipet av nervegass på T-banen i Tokyo i 1995 (se senere) er dessverre et godt eksempel på dette. CBRN agens er ikke bare farlige for enkeltindividers helse. Forsettlig bruk kan også skape frykt og panikk, sinne og aggresjon kan rettes mot både de som står bak handlingene, de som assosieres med disse og mot myndigheter som ikke klarte å avverge dem. Dette kan føre til store ringvirkninger i samfunnet. Det er derfor flere grunner til at man må ha god beredskap mot slike agens også i det sivile samfunn. I mange land er det utarbeidet planer for et tett sivilt-militært samarbeid ved større CBRN hendelser og i andre krisesituasjoner. Noen har også opprettet team som er spesielt trent i deteksjon, håndtering og dekontaminering av farlige stoffer (Hazardous Materials, "HazMat Teams"). Også i Norge er det et godt sivilt-militært samarbeid på det faglige plan. Den praktiske akuttinnsatsen i fredstid må imidlertid primært håndteres av de sivile nødetatene (brann og redning, ambulanse, politi eventuelt med støtte av Sivildforsvaret), og av akuttsykehusene.

Stor variasjon i scenarier ved forsettlige NBC hendelser

De tre elementene NBC begrepet består av kan alle medføre alvorlig sykdom og død. Det er imidlertid vesentlige forskjeller i hvor raskt de fremkaller sykdom og symptomer. Et viktig skille går mellom i) scenarier hvor fare oppstår brått og flere blir akutt syke i løpet av kort tid

(minutter) innenfor et begrenset område (analogt med et skadested), og der hvor 2) symptomer som skyldes samme agens oppstår på forskjellige tidspunkt og med geografisk spredning. Hvilke scenarioer man kan forvente vil være forskjellige for ulike agens. Sykdomsbildet som fremkalles av et bestemt agens kan i tillegg også variere med spredningsmåte, konsentrasjon og hvor lenge man er eksponert. Mens svært giftige gasser kan gi symptomer i løpet av sekunder, kan sykdom etter eksposisjon for mikroorganismer oppstå etter timer, dager eller uker. Det kan også være vanskelig å finne utgangspunktet for smitte, å fastslå om det dreier seg om naturlig eller forsettlig spredning kan kreve store ressurser både mht epidemiologisk og politimessig etterforskning.

Symptombildet kan være uklart

Enkelte symptomer, som f.eks. kvalme, brekninger og diaré, kan oppstå i forbindelse med eksposisjon for så vel B og C som RN agens. Andre symptomer vil være mer spesifikke for enkelte agens (se del III-V). I forbindelse med forsettlige handlinger kan de som står bak hendelsen noen ganger se seg tjent med å offentliggjøre hva som har hendt eller er planlagt for å skape frykt og panikk. Man kan imidlertid ikke stole på at de opplysninger som gis til myndigheter eller media er riktige. Personer kan også hevde at de - eller en gruppe de representerer - står bak sykdomsutbrudd som i virkeligheten skyldes naturlige årsaker. Selv om symptomene ved RN, B og C hendelser kan ha flere likhetspunkter, og agens i startfasen kan være ukjent, er det likevel rasjonelt å dele opp N, B og C elementene etter hva slags medisinske, ressurs- og samfunnsmessige problemer de sannsynligvis vil forårsake.

Hvis eksplosiver brukes for å spre agens, eller effekten av giftstoffer forårsaker trafikk-, fall- eller andre ulykker, kan man se kombinerte sykdom/skade tilstander hvor ofrene har behov for både kirurgisk og annen medisinsk behandling. Når traumatiske skader er alvorlige, vil disse naturlig nok stå i sentrum og symptomer som skyldes NBC agens kan overses i første omgang.

Symptomer som starter samtidig med eksposisjon

Gasser som irriterer slimhinnene gir først symptomer som svie i øyne og luftveisirritasjon med hoste og pustebesvær. Ved høye gasskonsentrasjoner kan slimhinne- og vevsskade føre til alvorlig sykdom eller død (pga. lungesvikt) i løpet av minutter, timer eller dager. Ved inhalasjon av giftige gass eller damp går giftstoffene direkte over i blodet med en gang de kommer ned i lungene. For noen gasser er irritasjonseffektene lite fremtredende eller fraværende, skademekanismen er da gifteffekter på organismen som helhet. Enkelte gasser (nervegasser, cyanidgass) kan føre til bevisstløshet og i verste fall død i løpet sekunder eller få minutter.

C hendelser med spredning av svært giftig gass/damp/aerosol er derfor de som i et akuttmedisinsk perspektiv likner mest på konvensjonelle ulykker, dvs. at de vil kreve en betydelig akuttinnsats fra nødetatene på stedet hvor eksposisjonen skjer (skadestedet, se del II) og medføre liknende logistiske problemer. Den store forskjellen fra et vanlig skadested er at gasskonsentrasjonen på skadestedet i første fase er like farlig for hjelperne som for pasientene, og at verneutstyr derfor er obligatorisk for de som skal inn i et område hvor personer er alvorlig syke.

Symptomstart som er forsinket i forhold til eksposisjon

I den andre enden av tidsspekteret ligger agens som vanligvis ikke gir akutteffekter, og hvor tidsintervallet mellom eksposisjon og symptomer på sykdom kan variere betydelig. Symptomene på stråleskader er ofte uspesifikke de første dagene. Selv ved mer alvorlige stråleskader kan opp til 40 % av affiserte personer være uten klare symptomer i første fase. Raskt oppstående og alvorlig sykdom ses først ved store, ofte dødelige, stråledoser. Ved bruk av "skitne bomber" (se senere) vil skadepanoramaet i første omgang preges av eksplosjonsskader, mens symptomer på eventuelle stråleskade inntreffer senere.

Selv svært alvorlige smittsomme sykdommer har en inkubasjonstid på minst ½ -1 døgn, ofte betydelig lenger. Forgiftning med mange kjemiske stoffer kan også ha en symptomfri periode på mange timer før effektene viser seg. Symptomer på så vel stråleskade som forgiftning og infeksjonssykdommer kan altså oppstå mange timer eller dager etter at personene ble eksponert. Dette gjør sammenhenger mellom eksponisjon for agens og senere sykdom vanskeligere å oppdage.

Prehospital håndtering

NBC medisin handler om håndteringen av de medisinske konsekvensene av slike hendelser uansett tidsperspektiver. Den innbefatter ikke bare problemer relatert til diagnose og behandling på sykehus, men i videste forstand alle forhold som er bestemmende for den behandling eksponerte personer får. Da rask evakuering og tidlig behandlingsstart er kritiske faktorer for videre prognose, er rask og riktig skadestedshåndtering med evakuering, førstehjelp, antidotberedskap, transport, dekontaminasjonsrutiner ol. alle viktige elementer for et best mulig resultat for de skadede .

Hele behandlingskjeden, fra skadested til og med sykehus, må fungere optimalt også ved CBRN hendelser for at eksponerte personer skal få rask og riktig behandling.

Personellsikkerhet prehospitalt og i sykehus

Konsentrasjoner av farlige agens som skader pasientene kan også skade hjelperne. Faren for slik skade vil avta proporsjonalt med avstand fra fokus for frigjøring av slike agens, men for visse typer agens kan væske eller stoff som sitter igjen på klær, hud eller hår hos evakuerte personer fortsatt utgjøre en fare for innsatspersonalet, både prehospitalt og i sykehus (se også del II). En integrert del av NBC medisinen er derfor hensynet til innsatspersonalets sikkerhet, noe som igjen er avhengig av at disse kjenner årsaken til farene, disponerer adekvat verneutstyr (se del II til V) og er øvet i bruk av dette. På skadested med mistenkt forurensning (kontaminasjon, se senere) av området og eksponerte personer bør det også finnes mulighet for å påvise radioaktivitet eller identifisere C agens ved hjelp av bærbart analyseutstyr (se del II). I situasjoner hvor innsatspersonell må gå inn i kontaminert eller strålefarlig område for å avverge katastrofer eller redde liv kan disse utsettes for høyere konsentrasjoner av skadelige agens enn det som anses forsvarlig i yrkesmedisinsk sammenheng (se nedenfor). anbefalte rutiner og handlingsplaner for håndtering av CBRN hendelser må bygge på en vel gjennomtenkt avveining mellom hensyn til de syke/skadede og til innsatspersonellens helse.

Risiko for helseskader: Arbeids- og miljømedisin kontra akuttsituasjoner

Både i arbeidssituasjon og fritid er vi omgitt av stoffer som har et potensial for å skade organismen. Uansett hvor vi befinner oss, er vi omgitt av mikroorganismer og lave konsentrasjoner av stoffer og gasser som i høyere konsentrasjoner kan ha helseskadelige effekter, organismen mottar også kontinuerlig en viss mengde radioaktiv stråling (såkalt bakgrunnsstråling). I visse områder er stråling betydelig høyere enn andre steder pga øket mengde radongass eller andre forhold, vanlige røntgenundersøkelser innebærer også en øking av strålebelastningen.

Hvor vidt skader oppstår, avgjøres i stor grad av *hvilke konsentrasjoner* man utsettes for, *hvor lenge* man påvirkes, i hvilken grad organismen kan nøytralisere stoffene (inaktivere dem, bryte dem ned eller skille dem ut), og kroppens evne til å reparere "mikro"skader som følge av stoffenes effekt (det siste kan delvis bestemmes av genetiske forskjeller). Der hvor vi har mulighet til å påvirke hvilke konsentrasjoner vi utsettes for, gjelder **ALARA** prinsippet (As Low As Reasonable Achievable), det vil si at konsentrasjonen av potensielt skadelige stoffer skal holdes så lav som det er praktisk mulig.

I yrkesmedisinsk og miljømedisinsk sammenheng, hvor personer kan være utsatt for lave konsentrasjoner av kjemiske eller strålefarlige stoffer daglig, er man ikke bare opptatt av effekter som gir akutt sykdom eller ubehag, men også av risiko for utvikling av kreft, fostermisdannelser eller andre sykdommer hos mennesker og av miljøeffekter i videste forstand. Vurderingsgrunnlaget for effekter av lavgradig påvirkning på mennesker er ofte sparsomt, og bygger på epidemiologiske studier, studier av isolerte celler eller av forsøksdyr (hvor relevansen til helseeffekter hos mennesket ikke alltid er like klar). Konklusjonene med hensyn til hva som er helt trygt kan derfor være usikre, grenseverdiene for yrkeseksposisjon eller miljø settes derfor vanligvis så lavt at man kan være rimelig sikker på at eksposisjonen ikke medfører helserisiko selv ved langvarig påvirkning.

I forbindelse med akutte CBRN hendelser hvor hard skadede eller alvorlig syke personer må evakueres, eller hvor innsats i kontaminert område er nødvendig for å hindre eskalering av en katastrofe, kan hjelpemannskaper utsettes for eksposisjon som går langt utover de grenseverdiene man vanligvis forholder seg til i yrkes- og miljømedisin. Dette betyr ikke nødvendigvis at de konsentrasjonene man utsettes for, vil fremkalle sykdom, men at man ikke kan utelukke at de kan ha helsemessige konsekvenser. Det er imidlertid betydelige forskjeller mellom daglig eksponering for stoffer og de konsentrasjoner som kan tolereres hvis man utsettes for dem over en kort periode og kanskje en gang i livet ("once in a lifetime exposure"). For eksempel kan en omfattende computer tomografi (CT) undersøkelse medføre en strålebelastning som i løpet av noen få minutter gir 2-5 ganger høyere totalstråling enn gjennomsnittlig norsk årlig bakgrunnsbelastning, og tilsvare 30-70% av øvre grense for akseptert yrkesbelastning i løpet av ett år. Kunnskap om farepanoramaet og den beskyttende effekten av verneutstyr samt hvordan man reduserer eksposisjon av hjelpemannskaper for skadelige agens er derfor svært viktig for å kunne håndtere slike hendelser på en optimal måte.

Multidisiplinært fagfelt

B feltet omfatter store deler av det infeksjonsmedisinske fagområdet. Ved forsettlig spredning av mikroorganismer eller deres giftstoffer kan imidlertid sykdomsmanifestasjoner og tidsrelasjoner få et annet preg enn det man er vant til. Genetisk endrede mikroorganismer kan endre både smitteveier og resistensmønstre. Sykdoms- og skadepanoramaet innen NR-feltet er godt beskrevet, men etter 2 verdenskrig er strålingshendelser som medfører personskade sjeldne, og få eller ingen leger i vårt land har vesentlig egen erfaring innen dette området. Både diagnose og risikovurdering kan derfor være vanskelig. C feltet inneholder betydelige elementer av kjemi, klinisk toksikologi og yrkesmedisin. Også kompetanse innen meteorologi og fysikk er viktig for å beregne spredning av f. eks. aerosoler, gass og radioaktivt støv.

Teamarbeid og samhandling

Flere elementer kan blandes i samme hendelse. Det kan brukes eksplosiver både for å spre farlige agens og for påføre direkte traumatisk skade. NBC medisin er et sammensatt felt hvor fagpersoner med spesiell kunnskap innen hematologi, strålemedisin, infeksjonsmedisin, klinisk toksikologi, epidemiologi samt ikke-medisinske fagfelt må samarbeide og utfylle hverandres kunnskaper. For håndtering av alvorlige effekter på lungefunksjon og sirkulasjon, uansett agens, har akuttmedisinsk og intensivmedisinsk kompetanse også stor betydning. Kirurger og anestesiloger med erfaring innen traumatologi vil også være sentrale når eksplosiver eller andre hendelseselementer fremkaller direkte eller indirekte skader. Nødetater, Siviltforsvar, sentrale og lokale myndigheter, kommune- og primærhelsetjenesten samt redningssentralene kan under forskjellige omstendigheter og på forskjellige tidspunkt ha viktige roller. God kommunikasjon, både når det gjelder ressurser, prioriteringer og målsetninger, er viktig for vellykket samhandling.

Erfaring og fleksibilitet

De fleste elementene i vår beredskap bygger på erfaringer fra tidligere hendelser. Den eller de CBRN hendelser som oppstår i fremtiden kan imidlertid være svært forskjellig fra de scenarioer man er forberedt på å møte og har øvet på. Evnen til å håndtere uvante og uventede situasjoner vil likevel bedres betydelig hvis grunnleggende CBRN kunnskap og beredskap er tilfredsstillende og man har øvet elementene i beredskapen regelmessig. Skrivebordsøvelser (table top exercises) kan være verdifulle når formålet er å øve administrative strukturer og ansvarsforhold, men kan ikke erstatte øving av grunnleggende praktisk samhandling og problemhåndtering på grunnplanet.

Terminologi og definisjoner

For definisjoner av skadested og skadestedsarbeid, samt retningslinjer og terminologi for dekontaminering (rensing), se del II og VI.

Aktuelle CBRN scenarier med kjent agens

(se del III-V for detaljer og sidene *før del I* for forenklet fremstilling)

RN hendelser (skadelig stråling)

Kan forårsakes av:

1. **Kjernefysiske eksplosjoner**, hvor trykkbølgen og varmeutviklingen fra eksplosjonen representerer et mye større medisinsk problem enn strålingsfaren i akutfasen.
2. **Ukontrollerte kjedereaksjon i reaktorer** hvor kjedereaksjonen kommer ut av kontroll med overoppheting av den radioaktive kjernen og spredning av materiale fra atomspaltingen som radioaktivt nedfall.
3. **Eksposisjon for uskjermet strålekilde**, hvor radioaktivt materiale ved uhell/ulykker eller forsett plasseres slik at personer i nærheten utsettes for sterk ioniserende stråling.
4. **Utvendig eller innvendig eksposisjon for radioaktivt materiale** (kontaminering), som følge av reaktoruhell, brann, eksplosjoner ol eller forsettlige handlinger (terror). Et spesialtilfelle av sistnevnte er **skitne bomber** ("dirty bombs") som skyldes detonerings av konvensjonelle eksplosiver (bomber) tilsatt radioaktivt materiale. Skadene som skyldes eksplosjonen antas i slike sammenhenger å være langt farligere enn strålingen.

Kjernefysiske eksplosjoner

Sannsynligheten for kjernefysiske eksplosjoner i Norge i fredstid er svært liten. Å sette sammen en improvisert kjernefysisk sprengladning er en komplisert oppgave, men er teoretisk mulig også i Norge. Kjernefysiske bomber eller sprengladninger avgir store mengder stråling (nøytroner) med stor gjennomtrengingskraft i eksplosjonsøyeblikket. Denne strålingen er kortvarig, men blir etterfulgt av nedfall av radioaktive spaltingsprodukter som kan avgi forskjellige former for ioniserende stråling i lang tid etterpå. En omfattende beskrivelse av sannsynlig skadepanorama ved detonasjon av en improvisert kjernefysisk bombe ("Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation") finnes på internett.

Ukontrollert kjedereaksjon i reaktorer

Renheten av det kjernefysiske materialet (uran eller plutonium) i atomreaktorer er vanligvis for lav til at materialet kan brukes til å fremkalle en kjernefysisk eksplosjon. Ved svikt i kontrollsystemene i en reaktor kan det imidlertid oppstå en ukontrollert kjedereaksjon hvor nøytronstrålingen og mengden av radioaktive spaltningsprodukter øker dramatisk, og hvor den samtidige varmeutviklingen i materialet kan øke så mye at dette kan føre til nedsmelting. Hvis reaktorens beskyttelsesvegger ødelegges, kan den intense varmen føre de radioaktive

spaltingsproduktene opp i høyere luftlag med betydelig spredning både lokalt og til fjernere områder (konf. Tsjernobyl og Fukushima, del III). Norge har ingen atomkraftverk, forskningsreaktorene på Kjeller og i Halden anses for relativt ufarlige i slik sammenheng. Reaktorulykker i naboland kan imidlertid affisere oss, dette vil ikke gi opphav til akutt sykdom men kan helsemessige konsekvenser på lengre sikt. En slik hendelse får derfor mer karakter av et folkehelseproblem enn et akuttproblem.

Bestråling fra uskjermet strålekilde

Dette kan oppstå ved et uhell. Kilden vil vanligvis være kjent og kun et fåtall personer forventes eksponert for farlige strålemengder. Beregning av strålingsdose, og dermed sannsynlig prognose, kan gjøres relativt nøyaktig. Forsettlig utplassering av en skjult, uskjermet strålekilde på et sted hvor mange personer oppholder seg over tid, kan føre til sykdom hos langt flere personer. Sammenheng mellom symptomer og strålingsskade er da ikke nødvendigvis innlysende i starten, stråledosenes størrelse blir usikre og må estimeres ut fra symptomer og laboratorieprøver. **Bestrålte personer er ikke en strålekilde, og representerer derfor heller ingen fare for andre.**

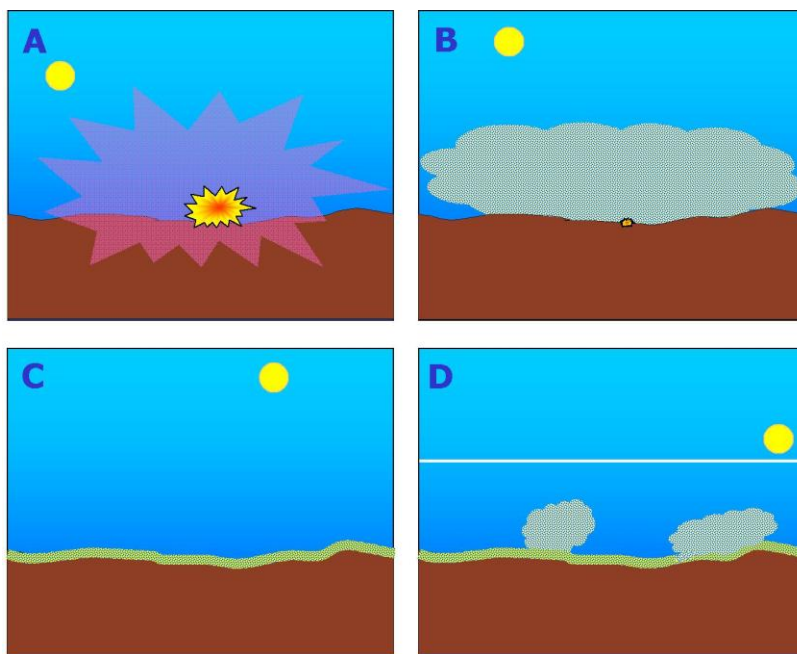


Fig. 1 (I) Skitten bombe / radioaktivt nedfall og kontaminasjonsfare.

- A. Ved brann-eksplosjon slynges mer eller mindre radioaktive partikler / støv / bombefragmenter i alle retninger
- B. Små radioaktive partikler (radioaktivt støv) spres som en sky i området, mens store faller raskt ned i nærheten.
- C. Små partiklene faller også etter hvert ned og legger seg på bakken og alle overflater.
- D. Ved turbulens (vind, kjøretøyer som skaper luftvirvler) kan radioaktivt støv virvles opp.

Kontaminering med, eller inntak av, radioaktivt stoff

Radioaktivt støv eller partikler på klær eller kroppsoverflate (*ekstern kontaminering*) som følge av brann/eksplosjoner, spredning fra fly eller sprenglegemer vil oftest representere en moderat fare for både den eksponerte personen og omgivelsene hvis rensing (dekontaminering) kan foretas raskt. Radioaktivt stoff som kommer inn i kroppen med mat, drikke eller via luftveier (*intern kontaminering*) kan representere et større problem. Strålemengden, først mot epitelceller i mage-tarm, eventuelt luftveier, og deretter mot alle vevstyper når stoffet absorberes til blodbanen, blir stor når det radioaktive stoffet har nær

kontakt med sensitive celler (avstand mellom strålekilde og celler blir tilnærmet lik 0, se del III). Radionuklider tilsatt mat eller drikke kan teoretisk føre til sykdom hos svært mange, massiv spredning av slikt materiale er imidlertid ansett som ressurskrevende og teknisk vanskelig å gjennomføre

R hendelse - Skitne bomber

Et spesielt faremoment oppstår ved bruk av eksplosiver som under sprengning også sprer radioaktivt materiale (skitne bomber, eng "dirty bombs"). Eksponerte personer kan da ha kombinerte skader, dvs. konvensjonelle skader som trenger kirurgisk behandling samtidig som de kan ha blitt utsatt for stråling og fått kroppsoverflaten (klær, sko, hår, skjegg og hud, ekstern kontaminering) forurensset med radioaktivt materiale. Metallfragmenter som trenger inn i kroppen kan være radioaktive, og gi lokal tilleggsskade av omkringliggende vev hvis de ikke fjernes. Både personer som var i nærheten ved eksplosjonen og hjelpere kan utsettes for intern kontaminering ved inhalasjon eller svelging av radioaktivt materiale.

For å redusere farene for hjelpepersonalet og for å hindre at radioaktivt materiale forurenser ambulanser og sykehus er tidlig dekontaminering av pasientene viktig. Strålefare for hjelpepersonell ved håndtering av eksternt kontaminerte personer etter evakuering fra skadestedet er imidlertid liten, og blir enda mye mindre etter fjerning av ytterklær og sko. Ved intern kontaminering er risiko for andre minimal. **Frykt for stråling skal derfor ikke hindre at livreddende intervensjoner (som f. eks. evakuering, førstehjelp, større kirurgiske inngrep) settes i verk.** Gravide bør likevel ikke komme i nærkontakt med personer som mistenkes for å være kontaminert med radioaktivt materiale før disse er dekontaminerte.

N hendelser og ressursbehov

En kjernefysisk eksplosjon kan forårsake skader av et omfang som det lokale helsevesenet ikke er dimensjonert for. I første omgang vil imidlertid stråleskadene utgjøre en prosentvis liten del av det totale skadebildet hos personer som trenger akutt medisinsk hjelp. Ved en bestrålingssituasjon vil sannsynligvis relativt få motta en livstruende stråledose. Flere ha mer moderat påvirkning og svært mange kan ha behov for undersøkelse for å klarlegge om de har vært utsatt for skadelig stråling (se nedenfor). Radioaktivt stoff som inhaleres eller svelges kan gi alvorlig og i verste fall dødelig sykdom (Litvinenko-saken i London 2006, se del III). Hvis noe lignende skulle skje i stor skala kan antallet personer som trenger isolering og/eller intensivbehandling overstige dagens kapasitet.

Skitne bomber antas å kunne skade flest som en følge av selve eksplosjonen. Skadestedsarbeidet kan bli komplisert av kontaminasjonsproblematikk. Hvis kontaminasjon av pasienter er påvist eller mistenkt må vernebekledning og åndedrettsvern (event. munnbind) brukes i "hot" og "warm" sone (se del II) og i arbeid med pasienter inntil disse er dekontaminerte. I tillegg til sykehus vil også nødetatene og eventuelt Siviltforsvaret bli involvert. Det kan være nødvendig å etablere dekontaminering i større skala av personer som er eksternt forurensset med radioaktivt materiale.

Langt flere enn de som virkelig har fått skadelige stråledoser, er de som *kan* ha blitt utsatt for stråling eller ha fått radioaktivt materiale på seg. Disse må også kunne undersøkes for eventuell kontaminasjon, registreres, og vurderes mht. behov for blodprøvetaking og nærmere medisinsk vurdering. Uheldig fremstilling av RN hendelser i massemedia kan føre til overdreven bekymring eller i verste fall panikk også hos personer hvor kontaminering eller strålingsskade er usannsynlig. Disse personene må også kunne henvende seg til en faginstans for råd og risikovurdering, og eventuelt tas hånd om av helsevesenet. I slike situasjoner må alle medisinske ressurser innen regionen informeres og mobiliseres til innsats. Rask presentasjon av saklig informasjon via massemedia om hvilke farer som er reelle, og hvor man kan henvende seg for å få mer informasjon, kan dempe bekymringen. **Eksempel på kortfattet informasjon finnes før del I (sider med farget marg).**

B hendelser kan oppstå ved spredning av mikroorganismer eller deres toksiner ved kontakt, som luftbåren smitte eller gjennom mat og vann.

En hendelse som skyldes en naturlig smittekilde regnes ikke som en B-hendelse i CBRN sammenheng. Det kan imidlertid i første omgang være umulig å avgjøre med sikkerhet om et uvanlig sykdomsutbrudd skyldes naturlige årsaker, uhell eller forsettlig spredning, da epidemiologisk utredning er tid- og ressurskrevende (konf. utredning av E Coli smitte med utvikling av hemolytisk-uremisk syndrom i Norge (2006) og Nordtyskland (2011)).

I CBRN sammenheng klassifiseres agens ofte i kategorier på følgende måte (se også del IV for andre klassifikasjonsmåter):

- a. Mikrober og toksiner som *spres lett, enten fra person til person eller på andre måter* (sporer, aerosol, mat og drikke). Sykdommen fører til *høy dødelighet* med mindre effektiv behandling kan innsettes umiddelbart. Utbrudd kan føre til panikk og sosial uro i befolkningen.
- b. Mikrobielle agens med *moderat spredningsrisiko*, moderat morbiditet, men *lav dødelighet*. Også slike sykdommer krever stor ressursbruk fra helsevesenet.
- c. Nyere mikrobielle agens og mikroorganismer som ved *genetisk modifikasjon* kan være programmert til *stor spredningsrisiko* eller *endret resistens*. Denne gruppen agens anses å ha betydning i fremtiden og krever utvikling av ny/bedret diagnostikk og spesialkompetanse for påvisning og behandling. Potensial for høy morbiditet og mortalitet med sannsynlig behov for store ressurser fra helsevesenet.

B hendelser

Smitte

Ved biologisk terrorisme (dvs. forsettlig spredning av bakterier eller virus med høy smitterisiko og/eller høy sykkelighet/dødelighet) vil helsevesenet møte symptomer og problemstillinger som delvis er kjente. Diagnose (dvs. identifikasjon av sykdomsfremkallende agens) så vel som årsaken til, og omfanget av, sykdomsutbruddet kan imidlertid være ukjent i første fase. Flere (men ikke alle) av de mikroorganismer som kan tenkes brukt i terrorsammenheng er svært smittsomme (Fig 2). De representerer derfor ikke bare en fare for pasienten, men også for helsepersonell. Behandling av alvorlig syke pasienter med smittsomme sykdommer, inkludert bruk av verneutstyr for å unngå smittespredning, er imidlertid noe både ambulansetjenesten og sykehus per i dag forutsettes å ha kompetanse til å håndtere. Det er imidlertid ikke sikkert at man i forbindelse med transport og mottak av de første pasientene er klar over at disse representerer "fortroppen" av en større pasientpopulasjon med stor smitterisiko, og dermed har tatt de forholdsregler som skal gjelde ved transport, mottak og behandling av slike pasienter (se del II og IV).

B hendelser med bruk av aerosol og sporer

I konvensjonell sammenheng oppstår luftbåren smitte som en følge av at man er i nærheten av en smittekilde, vanligvis en infisert person. Bakteriegifter (f. eks. botulinustoksin) kan imidlertid bli forsøkt spredd med luften i form av aerosol. Bakteriesporer (f. eks. anthraks) kan også spres på samme måte, eller som støv og lignende materiale ("hvitt pulver"). Legionella smitten som forårsaket utbrudd i Stavanger og i Østfold ble forårsaket av bakterier som ble spredd i aerosolform, via henholdsvis ventilasjonsanlegg og industrielle rensesanlegg.

B hendelser og ressurser

Massesykdom ved forsettlig spredning av biologiske agens kan i verste fall kreve ressurser av samme type og størrelsesorden som en pandemi, og kan fort overstige de tilgjengelige personal- og plassmessige reserver. På avdelinger hvor en stor prosentandel av innleggelsene allerede representerer akuttinnleggelser, vil ikke disse pasientene slutte å

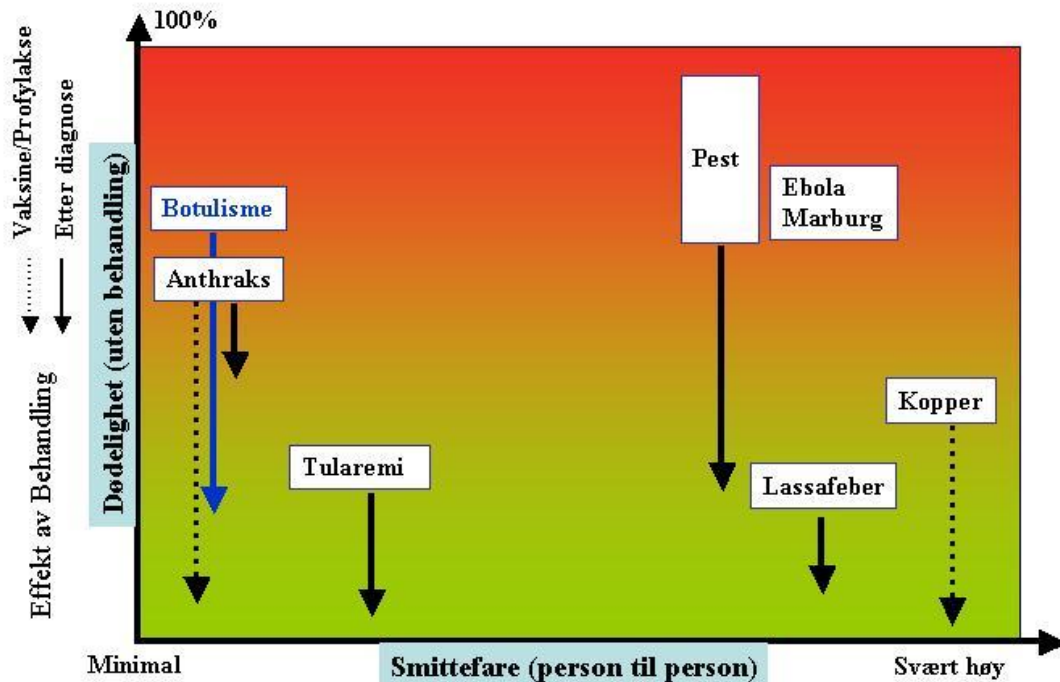


Fig 2 (I): Dødelighet og smittefare ved noen agens aktuelle ved bioterror. Agens markert med blått gjelder bakterietoksin

komme selv om antallet syke pga. smitte øker. Mulighetene for effektiv isolasjon av alvorlige syke som trenger intensivmedisinsk behandling er begrensede, og kapasiteten for behandling av slike pasienter kan fort blir overskredet. I motsetning til situasjonen ved f. eks. eksplosjonsulykker eller gassulykker vil imidlertid antallet pasienter i behov av sykehusbehandling oftest øke over et tidsintervall på flere dager, slik at helsevesenet får tid til å legge opp strategi for øket behov for personale, forbruk av medikamenter og utstyr, samt for fordeling av pasienter mellom sykehus. På den annen side må man vente at behovet for sykehusbehandling hos de pasienter som blir alvorlig syke, kan strekke seg over uker.

C hendelser

Kan forenklet deles i:

1. Oralt inntak av giftstoffer i forbindelse med ulykker, uhell, skjodesløshet eller i (masse)suicidal hensikt, eventuelt også som følge av forsettlig spredning av giftstoffer i mat, luft eller vann. Sykdomsbildet ligner det som ses ved "klassiske" forgiftninger, selv om det kan være vanskelig å fastslå agens i startfasen. I slike situasjoner vil kunnskap om klinisk toksikologi og epidemiologi være svært viktig. *Forgiftninger av enkeltpersoner med medikamenter, rusmidler, giftig sopp eller planter regnes ikke som C-hendelser i CBRN sammenheng.*

2. Akutte forgiftninger som skyldes inhalasjon eller direkte hud/slimhinne kontakt med stoffer (i form av væske, damp, gasser og aerosoler) som skader organismen ved å forårsake direkte vevsskade (f. eks. etseskader), fremkalle betennelsesprosesser, hemme livsviktige enzymesystemer eller hindre oksygenforsyningen til organismen (se del V).

Inndeling av giftige kjemikalier

Grovt sett kan disse klassifiseres etter de effektene de har på organismen (del V) eller i hvilken hensikt de fremstilles. Sistnevnte kan f. eks. være

- Stoffer som er utviklet spesielt for militært bruk, dvs for å uskadeliggjøre, skade eller drepe (stridsgasser, "chemical warfare gases" eller "chemical warfare agents" – CWA) og
- Stoffer som inngår i produksjons- eller renseprosesser i industrien og som er giftige i relativt lave konsentrasjoner (giftige industrikjemikalier, "toxic industrial chemicals" – TIC).

Det er ikke alltid klare grenser i slik klassifisering, flere stoffer som fortsatt brukes i industriell sammenheng, har også vært brukt som stridsgasser (f. eks. klorgass og fosgen under 1ste verdenskrig).

Betydning av forskjellige typer eksposisjon

Noen gasser fremkaller akutt sykdom, mens effekten av andre først viser seg etter timer. Flere svært giftige agens (nervegasser, sennepsgass) har et høyt kokepunkt og er derfor først og fremst i væskeform ved temperaturer i området 10-25°C. Når disse fordampes, oppfører dampen seg som en giftig gass. Kontakt med væsken, enten direkte eller som kondensert damp, kan forgifte både ved direkte hud- og slimhinnekontakt, hvis de svelges og når de går over i dampform (i forbindelse med at oppvarming øker fordampningen). Som en generell regel vil effekten av å inhalere gasser gi en mye raskere gifteffekt enn når stoffet svelges eller tas opp gjennom huden. Et eksempel på dette er de aktive bestanddelene i nervegassene, som inhalert gir rask gifteffekt. Den samme type stoff finnes i visse plantevernmidler (organofosfater) som har vært drukket ved uhell eller i suicidal hensikt. Her kommer forgiftningsbildet langsommere, mens effekten varer i mange timer/dager (se del V). Væsker som har kokepunkt langt under 0° C (f. eks. ammoniakk, klor) avkjøler omgivelsene når de fordampes, når fordampning fra væskefasen starter vil dampen være kald og dermed holde seg langs bakken. Kontakt med slike væsker kan, i tillegg til kjemisk skade, også gi frostskaader.

C hendelser og sekundær kontaminasjon prehospitalt

Noen av de gasser som kan tenkes brukt i forbindelse med terrorhandlinger, først og fremst stridsgasser, kan utgjøre en betydelig forgiftningsfare også for hjelperne. Hvis slike gasser mistenkes, må kun personell med avansert verneutstyr og egen trykklufforsyning (kjemikaliedykkere, røykdykkere eller trenet industrivern) gå inn i sonen hvor personer har blitt syke. Det kan fortsatt finnes farlige konsentrasjoner av væske eller damp kondensert på hud, behåring, klær og sko etter evakuering. Hvis personene som er sterkt affisert også er fuktige på klærne, hud eller hår må også ambulansepersonell og annet medisinsk personell som håndterer pasientene, være iført adekvat verneutstyr inntil pasientene er dekontaminerte (se senere). Dette gjelder ikke for de fleste industrigasser (se del V og VI). Når dekontaminering er gjennomført, kan pasientene håndteres av personell iført vanlig arbeidstøy.

C hendelser og kontamineringseffekter i sykehus, ressurser

Ved masseskade kan flere tusen personer bli eksponert for giftig gass og bli syke i løpet av få minutter. Ved nervegassangrepet med Sarin på T-banen i Tokyo i 1995 søkte ca. 5 500 personer medisinsk assistanse, ca. 1 000 hadde objektive symptomer på forgiftning og 12 døde. Ca. 10 % av brannmennene som deltok i redningsarbeidet ble kontaminerte. 13 av 15 leger involvert i behandlingen av dårlige pasienter på ett sykehus fikk selv symptomer på forgiftning. På et annet sykehus fant man at 23 % av personalet hadde symptomer. Pasientene ble imidlertid ikke avkledd eller dekontaminert før de kom til sykehus eller inn i akuttmottaket. Frekvensen av symptomer hos det medisinske personalet var høyest der hvor pasientene ble plassert i rom hvor ventilasjonen viste seg å være dårlig.

Nødetatenes ressurser kan i en slik situasjon bli utilstrekkelige. Behov for dekontaminering av pasienter før de kan komme inn i sykehusene vil også forsinke behandlingen. Fremskaffelse av tilstrekkelig verneutstyr for personale i nødetater og i akuttmottakene samt kapasitet for dekontaminering kan også være en flaskehals, men et større antall vernedrakter er nå innkjøpt og fordelt til akuttsykehus og ambulansetjenesten i løpet av 2011. I akuttfasen av en krisesituasjon, hvor fullstendig dekontaminering vanligvis ikke lar seg gjennomføre, vil fjernelse av fuktige klær og sko, eventuelt også langt hår og skjegg hos sterkt affiserte (minimums- eller livreddende dekontaminering, se del II), gi en betydelig reduksjon av fare for ytterligere skade av pasienten og for kontaminering av hjelpepersonell.

Aktuelle CBRN scenarier med ukjent agens

Ved akutte CBRN hendelser hvor flere personer innenfor et begrenset område blir dårlige og eventuelt faller om uten kjent årsak og uten at det observeres eksplosjon, brann ol, kan det i første omgang være uklart hva som har utløst sykdom og symptomer. Hvis symptomer oppstår i løpet av kort tid vil det sannsynligvis dreie seg om en luftbåren forgiftning, og bare giftige gasser gir raskt oppstående symptomer. I lukkede rom kan slike situasjoner også oppstå ved spredning av gasser som fortrenger vanlig luft, og dermed oksygen. I andre situasjoner kan sammenhengen mellom mer uspesifikke symptomer som oppstår hos flere personer, og det agens som utløste symptomene, være uklar i første omgang.

En annen måte å klassifisere CBRN hendelser på er derfor å definere hvordan hendelsen presenterer seg og hvilke ressurser som primært blir involvert. I relasjon til scenarioer og medisinske håndtering av eksponerte personer kan slike hendelser deles inn i tre hovedtyper:

Skadestedsrelaterte: Hendelse hvor skade, sykdom og/eller symptomer oppstår akutt hos flere personer innenfor et begrenset område, et skadested (mer om skadested og skadestedsorganisering i del II). Et skadestedsscenario uten synlig årsak er mest sannsynlig ved en C (gass) hendelse, ved en R hendelse (skitten bombe) vil man forvente at det også har forekommet en eksplosjon.

Ikke skadestedsrelaterte: Hendelser hvor personene utsettes for skadelig påvirkning av et agens som er spredd til forskjellige steder. Symptomer kan oppstå raskt (timer) eller over tid (dager). Mest sannsynlig ved RN, B og C (ikke gass) hendelser.

Hendelsesfokus funnet i ettertid: Hendelser hvor personene ble eksponert for et skadelig agens på samme lokalisasjon, men i ettertid utvikler symptomer på forskjellige steder og til forskjellig tid – en blanding av 1 og 2. Både R, B og C hendelser kan mistenkes.

1. Skadestedsrelaterte hendelser

Årsak til hendelsen kan være lett synlig (eks. spredning av giftstoffer gjennom ulykke, brann, eksplosjon) eller være kjent (eks. gasslekkasje). Personer i området har da vanligvis symptomer som står i rimelig forhold til hendelsen. Hvis flere personer har tilleggssymptomer som ikke forklares av den kjente hendelsen, kan det foreligge en blandet hendelse (for eksempel eksplosjonsskade og en gass- eller stråleskade av ukjent årsak).

En hendelse kan også vise seg ved at flere personer innenfor et begrenset område får akutte symptomer av samme type uten kjent grunn (forgiftning ved gasslekkasje, forsettlig spredning av giftig gass, hurtigvirkende giftstoffer i vann eller næringsmidler). Årsaken til hendelsen, så vel som agens, kan i første fase være ukjent (som ved spredningen av Sarin på T-banen i Tokyo).

I begge tilfeller representerer situasjonen primært et akuttmedisinsk problem, eventuelt også et sekundært ressursproblem. Det vil stilles store krav til samarbeid mellom nødetatene, og mellom disse og lokal/sentral medisinsk ekspertise. Behov for dekontamineringstiltak avgjøres av hvilke agens man tror hendelsen skyldes, det samme gjelder behov for antidot. Hvis årsaken til hendelsen eller type skadelig agens ikke er kjent, er derfor rask tilgang til kvalitativ analyse på stedet (gassdeteksjon, deteksjon av ioniserende stråling) svært viktig. Symptombasert diagnostikk kan utgjøre basis for antakelse om sannsynlig agens og eventuell antidotbehandling, men forutsetter ofte tilgang til klinisk toksikologisk eller CBRN medisinsk kompetanse. Radioaktive partikler i luft eller på overflater gir ingen akutsymptomer, og måling med Geigertellere eller tilsvarende utstyr er eneste mulighet for rask påvisning.

I situasjoner med ukjent agens er det også viktig å sikre materiale til senere laboratorieanalyser av luft, jord, mat, drikke, mm., samt å få undersøkt eventuell spredningsapparat for å finne årsakssammenhenger. Svarene på slike analyser vil imidlertid ofte foreligge lenge etter at den primære, symptombaserte behandlingsfasen er over, og for sent til å avgjøre om behov for verneutstyr eller dekontaminering foreligger eller om spesifikk antidotbehandling er indisert. *Laboratorie analyser og undersøkelser kan derfor ikke erstatte en preliminær kvalitativ analyse på skadestedet i akuttfasen.*

2. Ikke skadestedsrelaterte hendelser

Symptomer og sykdomstegn hos de affiserte personer vil være relativt like, men oppstå på forskjellige steder og til forskjellig tid. Flere personer på hvert sted kan bli akutt syke ("clustere"), men ikke alle blir nødvendigvis like syke (som ved den norske metanol forgiftningsepidemien i 2002-04). Bare noen av personene som blir syke har vært/oppholdt seg på samme sted, men kan ha inntatt mat eller drikke som kommer fra samme kilde eller produsent.

Hvis sykdomsårsaken ikke er kjent, er diagnose vanskelig og man kan i starten bare behandle symptomene. I slike situasjoner er god kommunikasjon mellom behandlende instanser, samt mellom behandlende instanser og sentrale miljøer for epidemiologisk analyse, viktig for at man skal innse at det kan finnes en felles bakenforliggende årsak til sykdomstegnene. *De som identifiserer det utløsende agens har et spesielt ansvar for å meddele dette videre, ikke bare til offentlige myndigheter og institutter, men også til andre sykehus og primærhelsetjenesten i området.*

3. Hendelsesfokus i ettertid

De diagnostiske og behandlingsmessige problemer er som for type 2 problematikk. Forskjellen er at alle affiserte personer på et eller annet tidspunkt har oppholdt seg på en bestemt lokalisasjon, og gjerne innenfor ett bestemt tidsintervall. Å finne ut om personer med for eksempel kvalme, brekninger og diaré har blitt påvirket av en uskjernet strålekilde, mikroorganismer eller giftige stoffer kan kreve samarbeid mellom klinikere, laboratorier og politi.

Sannsynlige scenarier i terrorsammenheng

B og C elementer har vært brukt som et ledd i krigføring i flere tusen år. Under første verdenskrig ble hud- og luftveisskadelige stridsgasser brukt i stor skala. I de siste tiår har vi flere eksempler på forsettlige B hendelser (spredning av Anthrax pr brev og bakteriell forurensning av matvarer i USA) og C hendelser (nervegassangrepene (Sarin) i Matsumoto i 1994 og Tokyo i 1995, flere episoder med gassangrep i Midtøsten). Gjennomføring av

forsettlige N hendelser med konsekvenser for mange personer i løpet av siste tiårene er ikke kjent, men en enkelthendelse med oral tilførsel av radioaktiv isotop (se Litvinenkosaken, del III) er vel dokumentert, og illustrerer så vel de diagnostiske vanskeligheter som dødeligheten ved slike hendelser. Antallet mulige agens og scenarioer er stort, det fokuseres derfor på de hendelser som ut fra dagens situasjon og tidligere erfaring anses mest sannsynlige.

Eksploder og håndvåpen er mest vanlig

Ved de fleste større terrorhandlinger rettet mot sivilbefolkningen de siste tiårene har det vært brukt håndvåpen eller eksplosiver (konvensjonelle bomber, "menneskelige bomber", bilbomber, raketter og fly som "flyvende bomber") for å skade, drepe og dermed skape frykt blant befolkningen. I terrorsammenheng begynner det derfor å bli vanlig å snakke om CBRNE, hvor E står for Eksplosiver).

De medisinske problemer slike hendelser forårsaker likner i sin natur det skadepanorama man ser ved trafikkulykker, eksplosjoner, brannskader og skuddskader. Både prehospitalt innsatspersonell og sykehuspersonell er kjent med denne type sykdomsbilder, og håndtering av slike pasienter representerer i seg selv ingen spesiell fare for hjelperne i eller utenfor sykehus. Antallet skadede kan imidlertid i akuttfasen langt overstige både ambulanse transportkapasitet og de lokale sykehusenes kapasitet for medisinsk behandling.

Eksplosiver kan imidlertid også brukes for å spre RN, B eller C agens. Åstedet for en eksplosjon uten kjent årsak bør derfor ideelt sett screenes for N og C kontaminasjon før redningsarbeidet begynner (vi har pr. i dag ikke tilgang til robust og lett bærbart utstyr for rask påvisning av patogene B-agens).

C hendelser mest sannsynlige

Store mengder toksiske industrigasser fraktes i flytende form i tanker på vei og jernbane gjennom eller i nærheten av tettbebygd strøk. Ved uhell, ulykker eller tankskader av andre årsaker kan slike gasser spres over et større område med store helsemessige konsekvenser.

Bruk av helsefarlige gasser er ansett som ett av de mer sannsynlige scenarioer ved en terrorhandling. Giftig gass av typen nervegass har vært fremstilt og brukt av terrorister tidligere, andre giftige gasser kan også fremstilles med relativt enkle midler eller skaffes på illegalt vis. Sabotasje av tanker eller tankvogner som inneholder toksiske industrigasser er ett mulig scenario.

Sykdomsbildet som fremkalles av de forskjellige giftige gassene varierer med deres kjemiske egenskaper (se del V) og helsepersonell vil ofte være uten eget erfaringsgrunnlag når det gjelder diagnose og behandling. Symptomene, og hvor raskt effekten setter inn, varierer også i forhold til luftkonsentrasjonen ved eksponering og lengden av eksponeringen

Det er lettest å finne noe når man vet hva man skal lete etter. Det er derfor viktig at kjernegrupper av medisinsk personell er kjent med de forventede symptomer som kan fremkalles av forskjellige gasser (biologisk eller symptombasert deteksjon, del II og V). Spesielt viktig er det å kunne gjenkjenne effektene av de gasser hvor gifteffekten kan nøytraliseres eller lindres med motgift (antidot), eller hvor gassforurensing av pasientene kan skade hjelpere også etter at personene er evakuert ut av faresonen (se skadested, del II).

Generelle diagnostiske problem

Kvalme/oppkast/diaré som de første symptomer kan oppstå etter eksponisjon for radioaktivt materiale eller spredning av mikroorganismer, men kan også skyldes påvirkning av giftstoffer i mat eller drikkevann. Hvis man ikke har opplysninger som gjør at man er spesielt på vakt, vil leger og annet helsepersonell i begynnelsen lett tolke slike uspesifikke symptomer som matforgiftning eller mage/tarm infeksjoner. Andre giftstoffer kan fremkalle mer diffuse symptomer, eller være dødelige i løpet av kort tid uten at sammenhengen blir klar før man ser at mange personer fremviser det samme sykdomsbildet. I visse situasjoner kan både pasientens sykdomsbilde og faremomentene for prehospitalt innsatspersonale eller

sykehuspersonalet være utenfor de flestes erfaringsverden, og så uvanlige at kun et fåtall spesialister vil gjenkjenne dem.

Det er derfor viktig at det foregår en **utveksling av informasjon** mellom de forskjellige deler av helsevesenet om uvanlige/uforklarlige sykdomsbilder. Primærhelsetjenesten er ofte den som ser pasientene først, men hver enkelt allmennlege ser kanskje bare en eller et fåtall pasienter. Legevaktene vil se flere, de som er dårligst vil passere sykehusenes akuttinntak. Ved forekomst av flere personer med relativt like, men uvanlige, sykdomsbilder er derfor gjensidig informasjonsdeling mellom primærhelsetjeneste, sykehus og epidemiologiske overvåkingsorganer (f. eks. Folkehelseinstituttet, Mattilsynet) svært viktig både for å stille diagnose og få overblikk over problemets omfang.

Ved masseforgiftning via mat eller drikkevann vil man stå ovenfor de samme kapasitetsproblemer som ved masseskader og massesykdom. Mange scenarioer med sofistikert metodikk i forbindelse med forsettlig angrep mot sivilbefolkningen kan tenkes. Det er imidlertid lite sannsynlig at den nødvendige kunnskap og tekniske ekspertise for å kunne benytte seg av alle disse er tilgjengelig for terroristgrupper.

Beredskap og ressurser

Beredskap

Norske sykehus har beredskapsplaner for store ulykker og katastrofer. Beredskap for CBRN hendelser skal, så langt mulig, integreres i disse. Beredskap for håndtering (registrering, prøvetaking, informasjon, plassering i ventesituasjon mm.) av potensielt eksponerte og bekymrede personer ved massetilstrømning til helsevesenet bør inngå som en del av planleggingen. Likeledes bør elektroniske maler for informasjon til både media og lokalbefolkningen forberedes, slik at man raskt kan sette sammen en basis "informasjonspakke" som kan oppdateres etter hvert som nye opplysninger/ny informasjon blir aktuell(e).

En forutsetning for at beredskapsplaner skal fungere i praksis er at

1. De er enkle nok til å være gjennomførbare ved hjelp av tilgjengelige og raskt mobiliserbare ressurser.
2. De elementer som inngår i planen er operative/tilgjengelige og personalet har den nødvendige kompetanse.
3. Samhandling mellom de personalgrupper som inngår i planen øves regelmessig.

Ressursbehov i forskjellige faser av hendelsen

Fokus for innsatsen, og dermed hvilke ressurser som er viktigst, endres med hendelsens tidsakse. Etter akuttfasen, hvor all innsats konsentreres om å gi livreddende behandling til syke og skadede, kommer fasen for definitiv diagnostikk (dvs. hvilket agens som har forårsaket sykdom) og langsiktig behandling. Parallelt med dette utredes eventuelle bakenforliggende årsaker.

I forbindelse med hendelser som resulterer i mange akutt syke på et skadested er nødetatens innsats, kombinert med akuttmedisinsk kompetanse, den mest sentrale i første fase. Nødetatens mulighet for å kunne gjøre en kvalitativ påvisning av skadelige agens på stedet vil være viktig både for effektiv håndtering av syke/skadede og hjelpepersonalets sikkerhet. Relativt avansert bærbart utstyr for påvisning av giftige strids- og industrigasser er utviklet, disse er pr i dag (2011) tilgjengelig i akuttsituasjoner bare i visse områder. Små bærbare Geigertellere har vært på markedet i mange år, Sivilforsvaret har mange av disse og personale som er trent i praktisk bruk. Da Sivilforsvaret ikke kan påregnes å stille med mannskaper før det har gått 2 timer (se del II), er heller ikke disse pr i dag tilgjengelige for rask skadestedsbruk utenfor de største byene. Forsvaret har persondosimetre med automatisk avlesningsdisplay og lydalarmer, det pågår nå forsøk med slikt utstyr også til bruk

av nødetatene på skadested. Måleinstrumenter for rask og direkte påvisning av biologisk materiale er under utvikling, men er foreløpig (i 2011) ikke i bruk i Norge.

Hendelser uten skadested, eller hvor agens, spredningsmekanismer eller begge deler fortsatt er uklare etter initialfasen, vil være en stor utfordring ikke bare for sykehusene, men også for institusjoner og organisasjoner som disponerer avansert måle- og laboratorieutstyr og epidemiologiske utredningsverktøy. Alt etter type CBRN hendelse vil derfor forskjellige etater og institusjoner bli involvert, men deres hovedinnsats kan kreves på forskjellige tidspunkt i forhold til hendelsens start.

Uansett om det foreligger et skadested eller ikke, vil CBRN hendelser som involverer mange syke/skadede representere en stor belastning for sykehusene. *Belastningsprofilen* vil variere med årsak. Fra hendelser med et skadested (se ovenfor) kan mange pasienter forventes å komme til sykehus innen en kort tidsperiode, dette vil representere den største *akuttbelastning* på sykehusenes mottakssystemer (inkludert anestesivdeling, røntgen- og laboratoriekapasitet) og eventuelt også på overvåkings- og intensivavdelinger. I situasjoner hvor sykehusenes kapasitet overskrides må alle helseressurser i området (primærhelsetjeneste, legevakter, institusjoner, laboratorier) mobiliseres.

Hendelser uten konvensjonelt skadested kan forventes å gi opphav til enda større pasienttilstrømning. Disse vil imidlertid komme mer spredt i tid, og akuttbelastningen mht. mottaksfunksjonene vil ikke bli like stor. Ved masseskader eller massesykdom (forurensning av drikkevann, alvorlig pandemi, omfattende utbrudd av svært smittsom sykdom) kan det oppstå situasjoner hvor dagens medisinske ressurser ikke strekker til. Ved rask utbredelse av smittsomme sykdommer må man også påregne sykdom blant både ambulanse- og sykehuspersonell. Det kan oppstå mangel på personale, så vel som på sengeplasser, medisinsk utstyr, medikamenter og smittevernutstyr (konferer SARS epidemien, se del IV). Realistisk sett må man da regne med at kvaliteten på medisinsk behandling kan bli redusert i perioder hvor pasientbelastningen langt overstiger den sykehusene pr. i dag er dimensjonert for.

Kommunenes og sykehusenes beredskapsansvarlige må sammen planlegge hvordan man håndterer tilstrømning av et stort antall personer som ikke nødvendigvis er syke, men som *kan* ha blitt eksponert for farlige mengder av det aktuelle agens. Disse vil ha behov for registrering samt eventuell undersøkelse og prøvetaking, samtidig må denne virksomheten ikke må gå på bekostning av de som allerede er blitt syke og trenger akuttbehandling.

Ytterligere informasjon

For de som ønsker å fordype seg i NBC medisin, anbefales bl.a.

Critical Care Clinics 2005; 21: 641-839.

Fundamentals of Disaster Management, second edition (Society of Critical Care Medicine)

Disaster Medicine 2006, Ciotto GR ed, Elsevier/Mosby.

CBRN incidents: clinical management & health protection. Health Protection Agency, London, England, 2006, revisjon sept 2008.

Elektronisk informasjon om NBC agens finnes på mange hjemmesider, f. eks sidene til:

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) www.cdc.gov

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) www.atsdr.cdc.gov

Federation of American Scientists (FAS) www.fas.org

For C-delen er også *Giftinformasjonssentralen* tilgjengelig via www.helsebiblioteket.no/forgiftninger

Del II. Fra CBRN skadested til sykehus

- **Skadested: Definisjoner, organisering, akuttbehandling**
- **Dekontaminering: Når og hvordan**
- **Transport og transporthensyn**
- **Akuttmottak av syke/skadede og potensielt påvirkede**
- **Organisering av sykehusets innsats**

Skadestedet

Ved ulykker med personskade omtales lokalisasjonen for hendelsen som *skadestedet*. Ved CBRN hendelser (ulykker, eksplosjoner, brann, utslipp av giftige gasser eller andre skadelige agens) hvor man kan koble (eller spore) personskadens årsak til en bestemt lokalisasjon, kalles også dette et skadested. I situasjoner hvor mange blir akutt syke i løpet av få minutter innenfor et begrenset område uten en synlig årsak, er det overveiende sannsynlig at symptomene fremkalles av forgiftning med gass eller aerosol, *eller* at en gass (først og fremst innendørs) fortrenger luften og dermed oksygenet.

Skadestedet kan være lokalisert både utendørs og innendørs, den praktiske organisering av skadestedsarbeidet vil avhenge av hendelsens natur, lokale forhold og ressurser samt vær og lufttemperatur. Visse typer CBRN agens kan stille helt spesielle krav til håndtering av både situasjonen i seg selv og av syke/skadede. Hovedelementene i organisering av skadestedsarbeidet er imidlertid like uansett ytre forhold. Det formelle ansvaret for håndtering av hendelsens medisinske og praktiske konsekvenser påligger kommunen hvor skadestedet ligger. Denne kan imidlertid søke hjelp hos andre etater, institutter og overordnede myndigheter ved behov. I praksis vil nødetatene som er tilgjengelig på stedet alene måtte løse akutte problemer mht liv og helse i startfasen, ofte forsterket med medisinsk kompetanse fra de som vanligvis rykker ut på akuttoppdrag (se Innsatspersonell nedenfor).

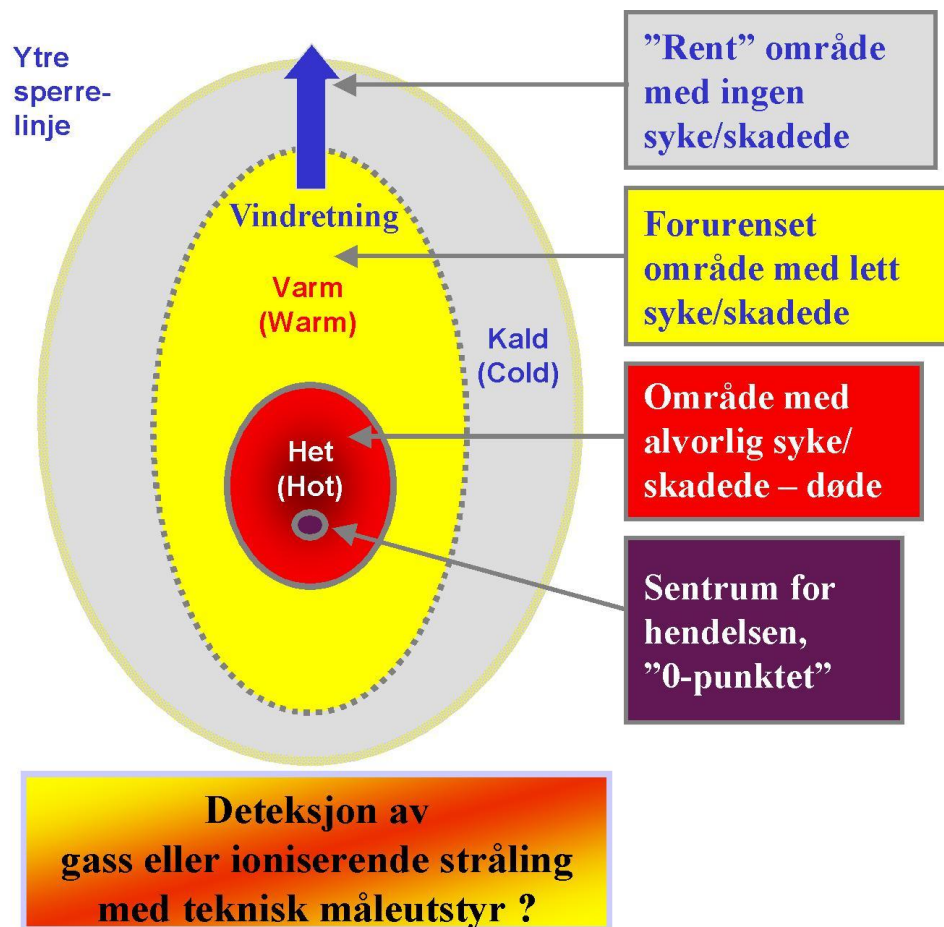
CBRN skadestedets soneinndeling

Skadestedets sentrale del kan, spesielt ved brann med eksplosjonsfare og/eller ved spredning av CBRN agens, være et farlig sted å oppholde seg (*Fig 1*). I denne **hete sonen** ("*hot zone*" eller "*red zone*") skal derfor kun personell med adekvat verneutstyr (kjemikalierøkydykkere med overtrykksluft ved giftige gasser, vernedrakt med åndedrettsvern ved skitne bomber/spredning av mikroorganismer i luften) begi seg inn og oppholde seg inntil faresituasjonen er avklart. I denne sonen vil man også finne de personer som er mest påvirket (døde/alvorlig syke/skadede) av den eller de faktorer (eksplosiver, giftige gasser eller andre agens) som utløste hendelsen.

Når avstanden til skadestedets sentrum er så stor at man regner med at det ikke foreligger noen fare, og hvor det anses trygt å oppholde seg (ingen av personene som befant seg i området sonen er syke/skadede), kalles området den **kalde sonen** ("*cold zone*"). Mellom disse sonene vil det være et område hvor faren er redusert, men hvor man likevel kan bli eksponert for helseskadelige stoffer. Her vil de som er lett eller lite påvirket, og som oftest selv kan gå ut av sonen, befinne seg. Denne sonen kalles den **varme sonen** ("*warm zone*" eller "*yellow zone*"). Også her skal kun personell med riktig verneutstyr gå inn. Samleplass for evakuerte etableres på grensen mellom varm og kald sone (se senere).

Ofte vil grensen mellom sonene være flytende, og inndelingen settes med en viss sikkerhetsmargin. Da evakueringsdistansen påvirker hvor raskt skadede kan evakueres ut av farlige soner før de får førstehjelp eller livreddende behandling, kan sikkerhetsmarginene ikke være for store. Sonenes utstrekning kan også endres underveis ved forandring i vindretning eller andre forhold. Sonenes utbredelse bestemmes av lederen for brann- og redningsetaten (fagleder Brann, se nedenfor). Under usikre forhold vil bærbart utstyr for

deteksjon av gasstype og – konsentrasjon samt strålingsintensitet ved radioaktive hendelser ha stor betydning for fastsettelse av sonegrensene. I trygg avstand utenfor *varm sones* yttergrense, dvs. i *kald sone*, etableres en sperring for publikum (ytre perimenter). Innenfor denne sperringen har kun autorisert personell og kjøretøyer adgang.



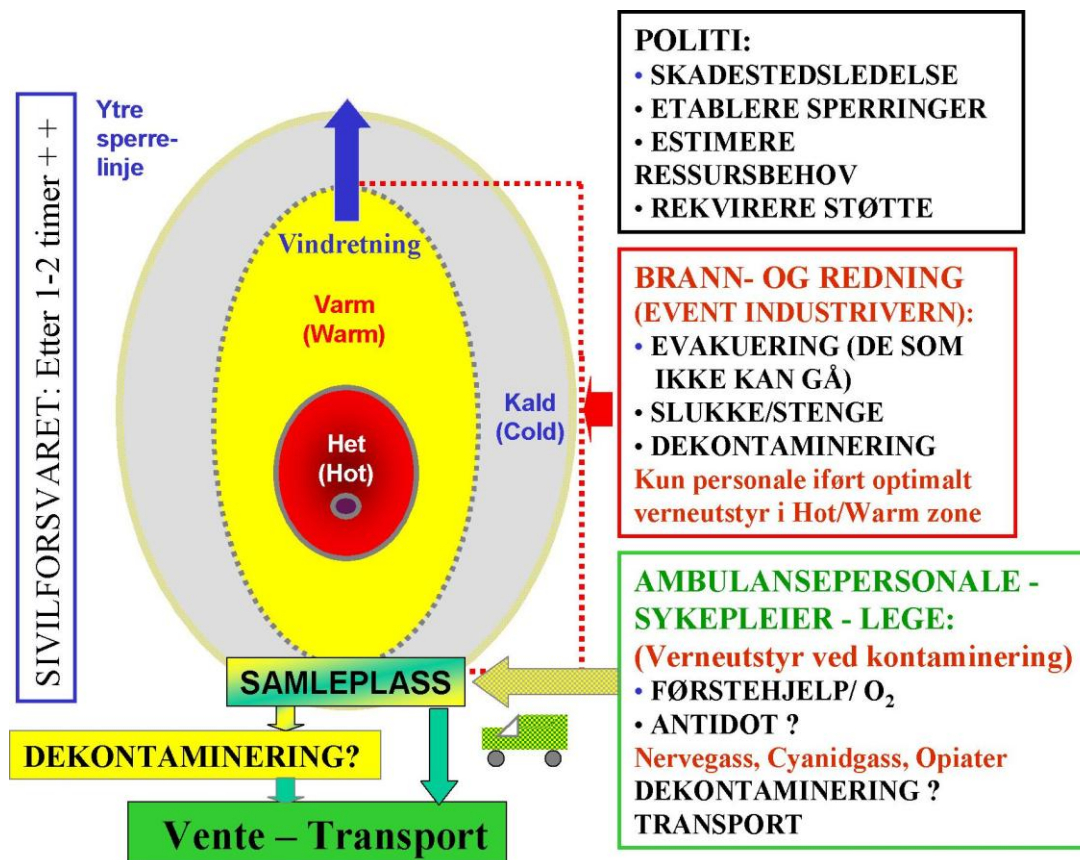
Figur 1 (II): Skadested og soner (skjematisk), spesielt med hensyn til kontaminering. Ytre gul-grå linje markerer ytre sperring, stiplet linje markerer indre sperring (grense for verneutstyr).

Innsatspersonell på CBRN skadested

I de fleste sammenhenger er det personell fra **Nødetatene** som i første rekke blir involvert på et CBRN skadested. Disse er Brann- og Redningsetaten, Ambulansetjenesten og Politi (Fig 2). De må i fellesskap skaffe seg oversikt over situasjonen på skadestedet og eventuelle syke/skadede, og så ta stilling til hvordan hendelsen skal håndteres. Medisinsk vurdering og behandling skal etter gjeldende regler (2011) gjøres av legevaktslege eller kommunelege. Ved større CBRN hendelser med mange syke/skadede vil det være naturlig å tilkalle akuttmedisinsk støtte fra luftambulanse, redningshelikopter eller legeambulanse for å bistå med medisinsk vurdering, akuttmedisinsk behandling og pasientlogistikk. De fleste leger i denne tjenesten er vant til å håndtere medisinske akuttsituasjoner i samarbeid med nødetatene, og har også gode rutiner for kommunikasjon med mottakende sykehus.

Unntak fra hovedregelen kan foreligge ved uhell på store kjemiske bedrifter, hvor bedriftens eget industrivern kan være de første som kommer til stede. Disse er vel kjent med skadevirkningene av de kjemiske stoffer som finnes på bedriften, og har formålstjenlig verneutstyr. Leger som arbeider i områder hvor slike bedrifter ligger, kan også ha spesiell kompetanse mht. håndtering av kjemikalieskader.

Nødetatene har flere forskjellige oppgaver på skadestedet, og forskjellig fokus for sin innsats. Forenklet kan man beskrive **nødetatenes rolle ved en CBRN hendelse** mht. å redde *liv og helse* slik:



Figur 2 (II): Personellgrupper involvert i det akutte arbeidet på farlig/kontaminert CBRN skadestedet.

Brann- og redningsetatens personell disponerer utstyr (kjemikaliedykkere, røykdykkere) for å kunne gå inn i farlig område (*het sone*). De har to hovedoppgaver:

1. Utføre **Første vurdering** (*primær Triage*, se nedenfor) og **evakuering** av personer som ikke selv kan komme seg ut av sonen, eventuelt etablere **enkel dekontaminering (avkledning og spyling med vann)** i ukanten av varm sone.
2. Slukke brann og/eller om mulig stoppe utslipp av giftstoffer

Ambulansepersonell (som ved behov raskt skal ha tilgang til verneutstyr og åndedrettsvern) har også to hovedoppgaver:

1. Yte **akutthjelp** og **livreddende** behandling (inkludert antidot), assistere og utføre **Andre vurdering** (*sekundær Triage*)
2. Assistere ved **enkel dekontaminering** og sørge for **transport** til sykehus eller andre institusjoner under betryggende forhold.

Om mulig skal man også orientere AMK-sentralen og ansvarlig lege på mottakende sykehus om hendelsen og sannsynlig antall pasienter.

Politiets hovedoppgaver (i samråd med de andre etatene) er:

1. **Lede innsatsen** på skadestedet (**Skadestedsleder/Innsatsleder**), sette sperringer, holde orden og organisere trafikkforholdene.

2. Sørge for **kommunikasjon** med overordnede instanser samt vurdere behov for å innkalle **forsterkninger** fra andre etater, Sivilforsvaret, Forsvaret og lignende.

Lege er ikke rutinemessig tilknyttet nødetatenes utrykningsenheter, og vil ofte komme til skadestedet noe senere enn disse. Hovedoppgavene er

1. Delta i **organisering og medisinsk behandling** og være rådgiver for Innsatsleder.
2. Sørge for at mottakende sykehus får tidlig og korrekt **informasjon** om situasjonen (dvs. mistenkt agens, antall syke/skadede, påvist eller mistenkt kontaminering, behov for ytterligere dekontaminering o. l.)

Leger med bred akuttmedisinsk erfaring vil antakelig være de som er best egnet til å kunne takle slike situasjoner (se ovenfor).

Forsterkningsressurser: **Sivilforsvaret** disponerer mye utstyr og trenede mannskaper, disse har imidlertid ikke vaktberedskap. Assistanse fra Sivilforsvaret kan derfor selv i sentrale områder ikke påregnes før etter 1-2 timer. Heimevernet har opprettet tropper trent for innsats ved CBRN hendelser. Assistanse fra slikt personell kan foreløpig (2011) ikke påregnes på kort varsel. Det samme gjelder assistanse fra Forsvarets ABC-enheter.

Skadestedsledelse

Første person fra nødetatene som kommer til stedet fungerer som skadestedsleder. Brann og redning rangerer over ambulanse mht. ledelse. Ved politiets ankomst overtar disse ledelsen av skadestedsarbeidet. Den fra politiet som har lederfunksjonen kalles **Skadestedsleder** eller **Innsatsleder**. Det opprettes en **skadestedsleders kommandoplass** (SKLKO) i kald sone. Skadestedsleder skal organisere arbeidet på skadestedet i samråd med høyst rangerte brannmann (**Fagleder Brann**) og ambulansepersonell (**Operativ Leder Ambulanse**), eventuelt også med lege (**Fagleder Helse**) som rådgivere. Ved større hendelser opprettes en **lokal redningssentral** (LRS) som koordinerer innsatsen fra forskjellige myndigheter og organisasjoner (se del VII). Ved behov kan også en av **hovedredningssentralene** (HRS) overta den øverste ledelse av innsatsen. Se også del VII, fig 4 og 5.

Kommunikasjon

Direkte kommunikasjon mellom medisinsk ledelse på skadested og ansvarlig lege på mottakersykehus er viktig. Operativ Leder Ambulanse eller Fagleder Helse er ansvarlig for at de sykehus som skal ta i mot pasienter fra skadestedet så raskt som mulig får opplysninger om:

- Sannsynlig agens (Gass? Radioaktiv stråling? Bioterror?)
- Hvilket antall pasienter som kan forventes (Preliminært)
- Pasientenes medisinske tilstand (Preliminært)
- Behov for dekontaminering (Sannsynlig – ikke sannsynlig)
- Dekontaminering utført på skadestedet?

Det siste punktet er avgjørende for om de pasienter som ankommer sykehus, kan tas rett inn i akuttmottak eller om de ved ankomst til sykehus først må gjennomgå dekontaminering. I så fall må sykehuset klargjøre sitt eget dekontamineringsutstyr og avsette personale ikledd verneutstyr til dette arbeidet. I kommunikasjonen bør det også gå klart frem om overordnede organer og myndigheter (se del IV og VII) har blitt varslet om hendelsen.

Ved en større hendelse kan kommunikasjonen svikte. Mobiltelefonnett kan gå ned når hendelsen blir kjent i massemedia og mange forsøker å ringe hverandre. Kommunikasjonen mellom ambulansene og AMK sentralen regnes som mer robust, og kan representere en alternativ kommunikasjonsmulighet. Et bedre sambandsnett (nødnett) er nå (2011)

operativt i deler av landet. Internettforbindelse kan gå ned, slik at man ikke kan få tilgang til elektronisk informasjon via netter via bærbare PC-er på stedet.

Risiko for hjelpepersonell - verneutstyr

Hvis situasjonen tyder på at det kan finnes helseskadelige agens (oftest i form av gass eller radioaktiv støv) i *het sone* skal kun personell med verneutstyr tilpasset situasjonen gå inn i området for å evakuere syke/skadede. Fagleder Brann har ansvaret for risikovurderingen, og har relativt enkle "håndregler" å forholde seg til når det gjelder situasjoner hvor farebildet er kjent. Ingen av nødetatene har verneutstyr som gir effektiv beskyttelse mot radioaktiv stråling. Da mottatt stråledose bestemmes av avstand fra stålekilden og tiden man er utsatt for stråling, er den beste beskyttelsen å sørge for at mannskapene befinner seg i områder med kraftig stråling så kort tid som mulig (kontrollert rotasjon, se også kortversjonen av NR hendelser før del I og del III for risikovurdering). Dosimetre og geigertellere (Automess) vil kunne avklare om eventuell stråling skal anses helsefarlig.

Helsevesenets akuttfunksjoner (akuttmottak og ambulanseavdelinger) har i løpet av vår og sommer 2011 fått utlevert nytt verneutstyr. Landets akuttsykehus har hatt vernedrakter siden 2001, mens ambulanseavdelingene først nå har fått tilgang til slikt materiell. Organiseringen av opplæring og plassering tilpasses lokale forhold i ambulansetjenesten, og inkorporeres i de lokale planverk.

Vernedrakten er av engangstypen. Den anbefales å brukes i en time i innsats, deretter byttes personell, utbyttet personelles dekontamineres og drakten kastes i medfølgende avfallspose. Drakten skal benyttes sammen med en vernemaske av industritypen, og forsvarets kullfilter (NM 179). Dette filteret er også effektivt mot høyrisikosmitte (P3 standard). Vernemateriellets bruksområde og begrensninger er distribuert til alle ambulanse og brann- og redningsavdelinger. Ansvarlig leder helse avgjør, i samarbeid med innsatsleder og fagleder brann, om vernedrakt skal benyttes på skadestedet.

Vernedraktene må være raskt tilgjengelig når behov for egenbeskyttelse oppstår. På sykehusene er ikke dette et problem, men det kan være en utfordring i ambulansetjenesten. Det er derfor avgjørende for draktens tilgjengelighet at man lokalt kommer fram til gode løsninger for bruk og oppbevaring av vernedrakten.

Ved mistanke om giftige gasser av ukjent type er vurderingen vanskeligere. Bærbar analyseapparat som kan påvise de fleste vanlige industri- og giftgasser (se Ressurser, del I), vil i slike situasjoner være til stor hjelp. Hvis slikt utstyr ikke er tilgjengelig, må vurderingen bygge på sykdomstegn (symptomer) og allmenntilstand hos syke/skadede (se del V). I situasjoner hvor flere personer har falt om eller er tydelig påvirket uten sikker ytre årsak, må man gå ut fra risiko også for hjelpepersonell er svært høy. Kun personell iført gasstett vernedrakt og med egen trykkluft (brann og redning, bedriftsvern) skal da gå inn i den sonen for å evakuere de som ikke klarer å ta seg ut ved egen hjelp.

Man skiller mellom risiko på skadested og risiko i forbindelse med fare for sekundær kontaminering. Mens førstnevnte i verste fall kan påføre hjelperne livstruende skade, er sannsynligheten for at disse får alvorlig skade i forbindelse med sekundær kontaminering minimal så lenge vanlige retningslinjer for personlig beskyttelse (frakk, hansker, munnbind) følges. Unntak fra dette er kontakt med personer hvor klær og/eller hud er tilsølt med giftig gass i flytende form (se senere).

Initial håndtering av syke/skadede – Første Vurdering (Triage)

Logistikk på skadestedet ved mistenkt eller bekreftet CBRN hendelse kan være mer komplisert enn ved vanlige ulykker. Hvis man tror eller vet at *het sone* (*hot zone*) er forurensset med giftig gass/damp/aerosol, må personell med optimalt verneutstyr (se ovenfor) først evakuere syke/skadede som selv ikke er i stand til å komme seg ut av den sonen.

Evakuering skjer til samleplass i et område hvor man antar at omgivelsene ikke lenger representerer en fare (overgang mellom varm (*warm*) og kald (*cold*) sone). I mangel av egnet måleutstyr vil *kald sone* pragmatisk sett kunne defineres som det område hvor ingen personer viser symptomer eller tegn til sykdom og skade. I en virkelig situasjon vil plassering av samleplassen bli et *kompromiss* mellom ønsket om *absolutt sikkerhet* på den ene siden og *evakueringsdistanse* samt *antall personer* som må evakueres på den andre. En slik måte å sette grenser på vil imidlertid ikke være egnet for hendelser hvor effekten av helsefarlige agens viser seg lenge etter eksposisjon (oftest B og N agens).

Kjemikaliedykkere/røykdykkere har begrenset kapasitet for evakuering av personer som må bæres eller slepes over lengre strekninger for å komme ut av faresonen. I tillegg må man gå ut fra at konsentrasjonen av giftige stoffer hvor slike personer ligger er så høy at også hjelpepersonell kan komme i livsfare hvis de skulle besvime pga varme/belastning/dehydrering eller hvis verneutstyret svikter (rifter i drakt, svikt i trykklufttilførsel ol).

Hvis mange er syke/skadede, kan det allerede under evakueringsfasen være nødvendig å prioritere etter sannsynlighet for å kunne overleve uten øyeblikkelig behandling.

Første Vurdering (*Triage*, Fig 3) gjøres under slike forhold av **brann- og redningsetatens personale**. Ved mistanke om **svært giftige gasser** vil prioriteringen være annerledes enn under andre forhold.

Prinsipp for Første Triage ved spredning av svært giftig gass:

1. *Tilstanden til de som er moderat påvirket vil forverres proporsjonalt med den tiden de oppholder seg i faresonen. De har imidlertid gode muligheter for å overleve hvis de evakueres raskt. Disse bør derfor evakueres først. Da de vil befinne seg mest perifer i forhold til sentrum for spredning av agens (nullpunktet), vil de også ha kortest evakueringsdistanse, og man kan derfor hjelpe flest mulig i løpet av kortest mulig tid.*
2. *Deretter henter man ut de som er dårligere, men som fortsatt viser livstegn.*

Personer som er livløse når de finnes på skadested vil sannsynligvis ikke overleve uansett hvilken behandling som gis, og har derfor laveste prioritet.

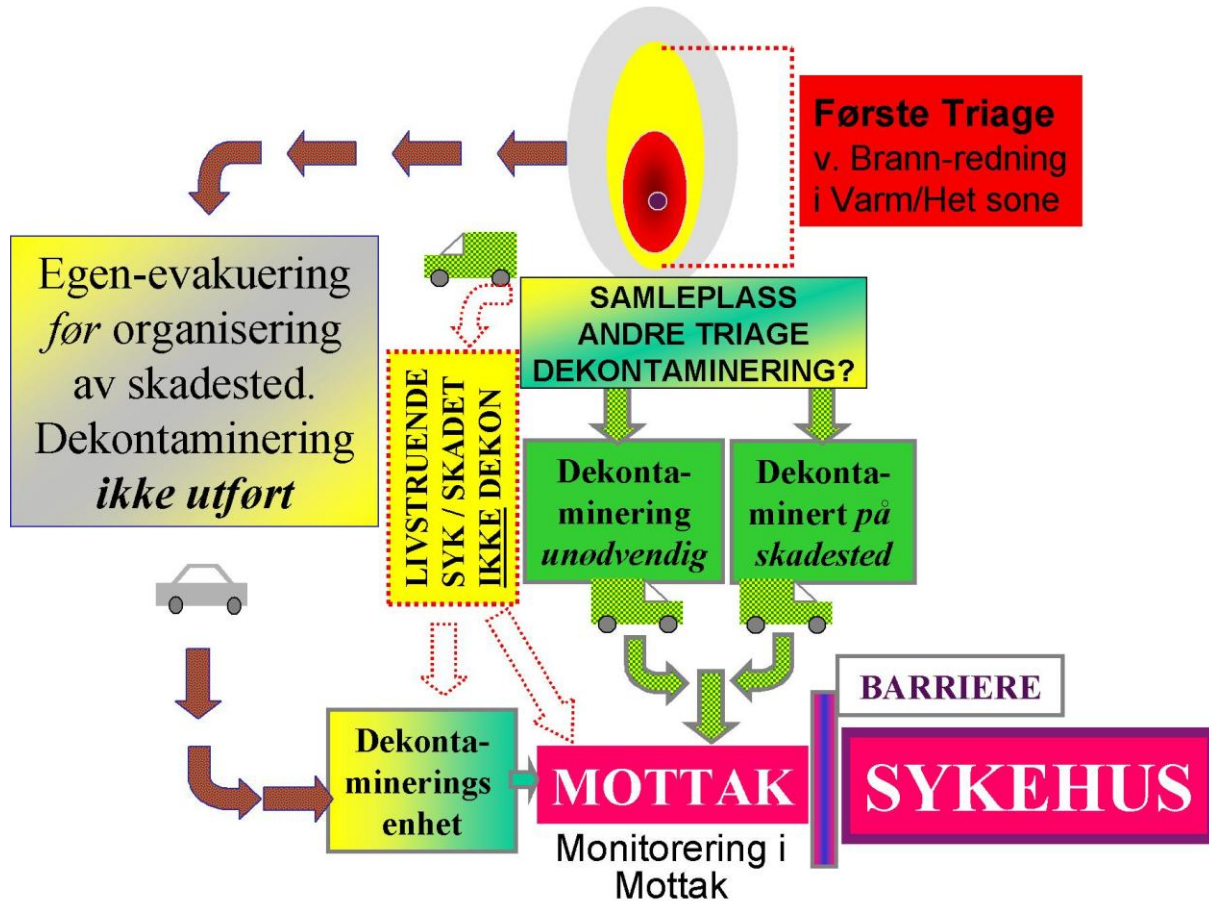
Samleplass

Der hvor man anser det sikkert (i overgangen mellom *warm* og *cold zone*) opprettes en samleplass for syke/skadede. Ved behov også en dekontamineringsstasjon (se nedenfor) utenfor denne (Fig 4). På samleplass vil det ikke være farlig å puste inn luften, men væske/damp/gass fra de evakueres klær, sko, behåring eller kroppsoverflate kan fortsatt utgjøre en fare for helperne. Ambulanse- og annet helsepersonell (iført *verneutstyr*, se tidligere) tar her videre hånd om pasientene, gjør en ny vurdering (*Andre Triage*) og gir førstehjelp, eventuelt antidot (se del V). NB: Bruk av oksygen fra kolber må klareres med fagleder Brann!.

Andre vurdering (*sekundær triage*) gjøres etter vanlige triageprinsipper, dvs. at personer med livstruende tilstander har første prioritet for eventuell dekontaminering og transport til sykehus.

- Pasienter som er forgiftet med industrigasser (klor, nitrøse gasser mm) trenger vanligvis ikke dekontaminering, men klær tilsølt med væske må fjernes og hudoverflaten vaskes av (spyles). Når dette er gjort, representerer slike pasienter ingen fare for hjelpepersonellet selv om man fortsatt kan lukte gasser med sterk lukt.
- Hvis pasientene mistenkes å være kontaminerte (med konvensjonelle stridsgasser, nervegasser eller radioaktivt materiale) skal *klær, sko, langt hår og skjegg fjernes så raskt som mulig* (bruk saks/tøykutter i stedet for å dra klær forbi munn/nese!).

- Slik *minimums-* eller *livreddende dekontaminering* skal gjennomføres så raskt som mulig, og *alltid før transport*. Pasientene pakkes inn i porøst materiale (tepper, se transport).
- All håndtering av, og medisinsk hjelp til, kontaminerte personer på samleplass (eller sykehus) *før* pasientene er dekontaminerte gis av personell iført verneutstyr tilpasset det aktuelle agens.



Figur 3 (II): Triage og transport av eksponerte personer.

Bruk av verneutstyr reduserer behandlingsmulighetene, bl.a. vil vernehansker gjøre det *litt* vanskeligere å legge inn i. v. kanyler og trekke opp medikamenter. Antidot mot nervegasser finnes som autoinjektorer og er lette å administrere, andre medikamenter vil være mer kompliserte. I situasjoner med mange syke/skadede skal derfor kun livreddende behandling gis før dekontaminering. Det opprettes en ny oppsamlingsplass for de som er ferdig dekontaminerte, her gjøres registrering av pasienter og herfra organiseres videre transport

Antidotbehandling er mest effektiv når den påbegynnes tidlig etter eksposisjon for giftstoffer. De antidoter det er livsviktig å kunne administrere så raskt som mulig, og helst allerede på skadestedet, er:

- *atropin/oxim* (i Autoinjektorer) ved nervegass (organofosfat) forgiftning,
- *naloxon* (Narcanti®) ved opiatforgiftning (se del V) og
- *hydroksycobalamin* (Cyanokit®) ved forgiftning med cyanidgass eller andre cyanidforbindelser.

I tillegg trenger man større kvanta med *diazepam* eller beslektede medikamenter for eventuell krampebehandling.

Dekontaminering

(Fig 4 og 5, se også del VI for detaljer mht. indikasjoner og tiltak som er spesifikke for de enkelte agens).

Dekontaminering av påvirkede personer skal utføres ved bruk av

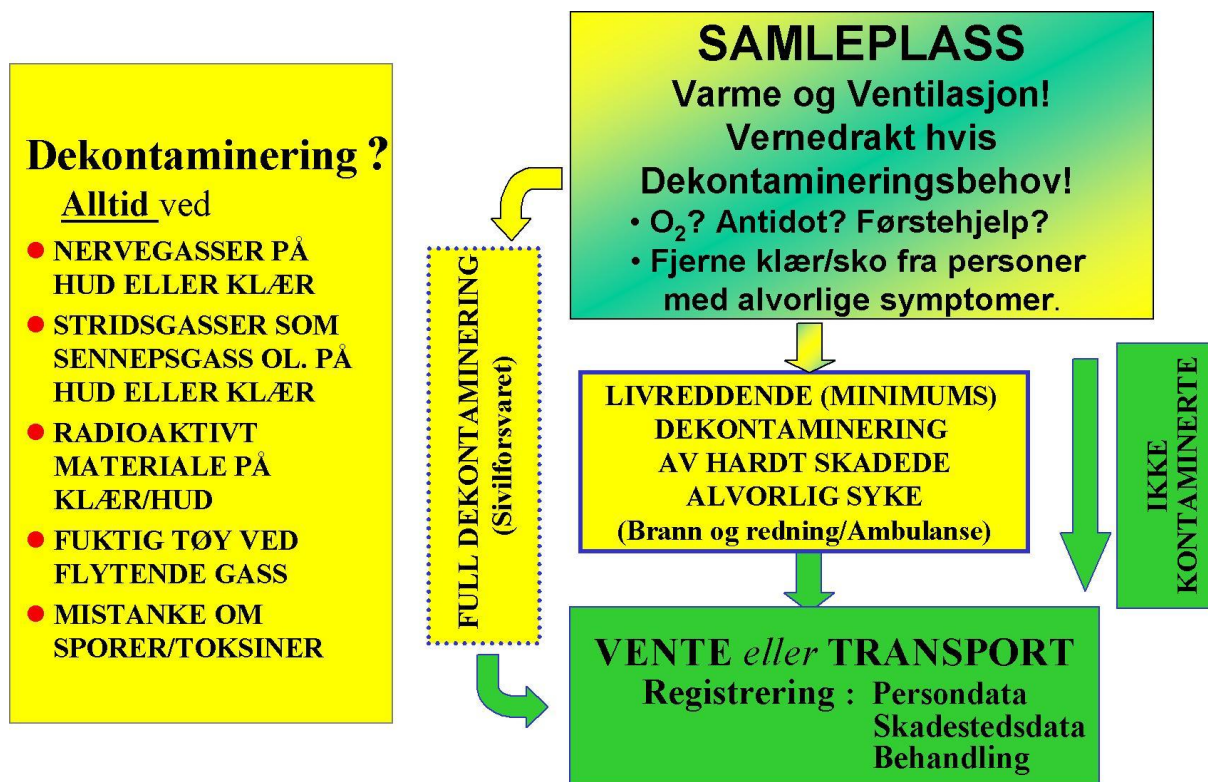
- **Nervegasser og konvensjonelle stridsgasser (hos personer med symptomer og/ eller våt hud/våte klær/sko)**
- **Industrikjemikalier hvis klærne eller huden er våt**
- **Radioaktive partikler spredd gjennom luften**
- **Bakterier/toksiner som aerosol eller sporer**

Dekontaminering er ikke nødvendig ved eksposisjon for vanlige industrikjemikalier i gassform (klor, ammoniakk og lignende, se del V), men klær skal tas av og huden spyles hvis klærne er fuktige.

Ved behov for dekontaminering av et større antall personer varsles Siviltforsvaret så raskt som mulig!!

Standard dekontaminering brukes ved massesykdom/skade. Denne består av:

- Fjerne klær, sko, smykker/andre eiendeler (*minimums- eller livreddende dekontaminering*). Hos svært dårlige som har fuktig langt hår og skjegg fjernes også dette.
- Tørk bort (absorberende materiale, ikke gni) eventuell væske på huden
- Vask med såpe og vann i 3-6 minutter, spyling av irriterte øyne med rent vann eller helst isotont saltvann samt av eventuelle sår med sterilt saltvann
-

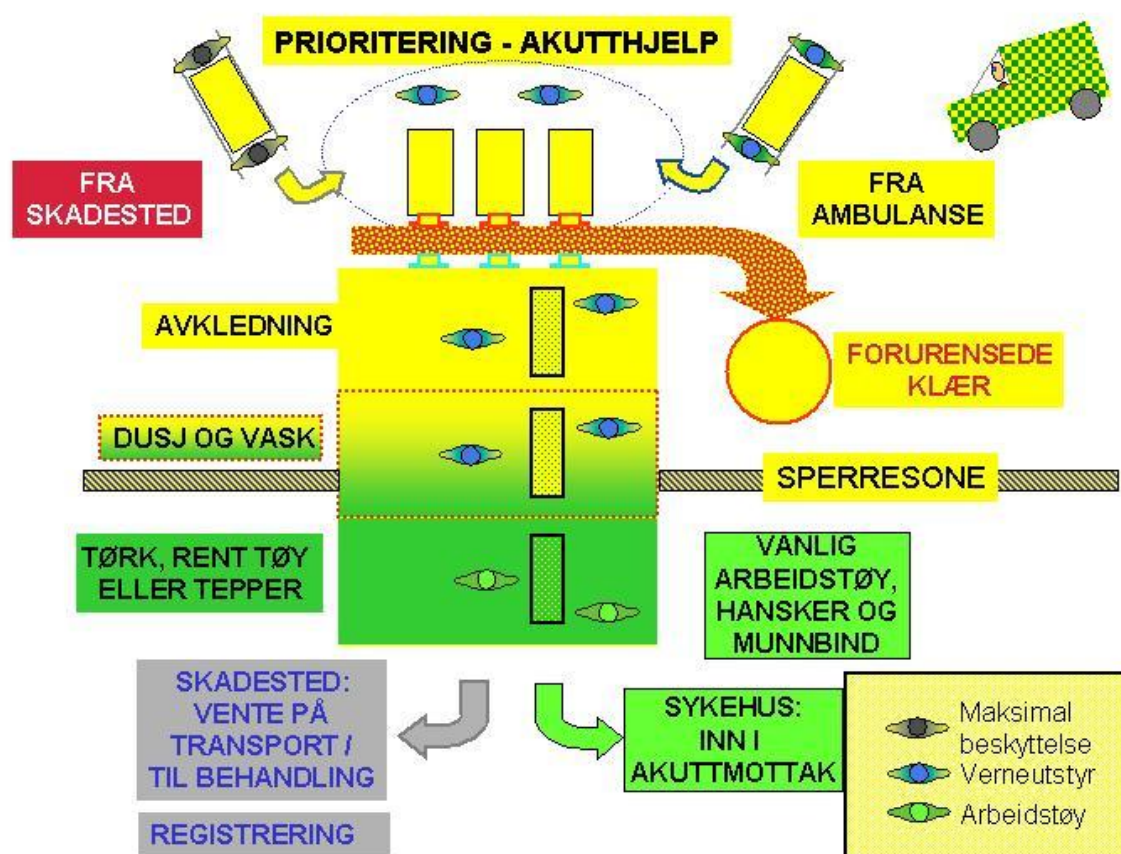


Figur 4 (II): Oversikt over samleplass og dekontaminering

For fullstendig dekontaminering trenger man i tillegg til dusj med vann og såpe:

- Vernedrakter for de som skal inn til samle plass/delta i dekontaminering
- Grov saks for rask oppklipping av klær, saks for hår/skjegg
- Tørre sykehusklær eller ulltepper
- Plastflak og laken for tildekning av bårer
- Laken og ulltepper for transport
- Plastposer/sekker for pakking av tøy og verdigjenstander, merkelapper for disse
- Pasientmerkelapper for i.d. og markering av kontaminert/dekontaminert før transport

Dekontaminering bør ideelt skje på skadested. Dette reduserer risiko for at ambulansene blir kontaminerte, og gjør at pasientene kan tas direkte inn i akuttmottak ved ankomst til sykehus. Sivildforsvaret og enkelte sykehus har mobilt dekontamineringsutstyr med god kapasitet, man må imidlertid påregne at kan gå en til flere timer før disse enhetene er operative på et skadested. Flere sykehus har imidlertid mindre dekontamineringsenheter som kan klargjøres i løpet av få minutter.



Figur 5 (II): Prinsipper for dekontaminering: Skadested og ved Akuttmottak.

Livreddende dekontaminering (minimumsdekontaminering). Personer som er i en livstruende tilstand på samle plass kan ikke vente på at større dekontamineringsfasiliteter etableres på skadested (Fig 3). Brann og redningsetaten har ofte mulighet for å etablere enklere rensing (spyling med lunkent vann). Selv for personer i overhengende livsfare er *minimumsdekontaminering* (total avkledning, se ovenfor) et *absolutt krav* før transport. Samtidig må mottakende sykehus få beskjed om at ikke-dekontaminert pasient er underveis. Personer som pga livstruende tilstander gjennomgår minimumsdekontaminering kan fortsatt representere en viss fare for hjelperne. Ved en C hendelse som krever dekontaminering skal

disse derfor kun håndteres av personell iført verneutstyr inntil de har gjennomgått full dekontaminering. Ved en N hendelse er faren for hjelperne betydelig mindre, og vanlig smittebeskyttelsesutstyr (frakk, hansker, munnbind) vil være tilstrekkelig. Det samme gjelder for de fleste B hendelser.

Erfaring fra større ulykker og terrorhandlinger viser at mange personer forlater skadestedet (autoevakuerer) før skadestedsledelsen har fått oversikt over situasjonen og etablert sperringer og/eller registrering av syke/skadede (Fig 3). Noen av disse kan i løpet av kort tid, eller etter at hendelsen blir kjent via massemedia, søke hjelp hos lege, legevakt eller sykehus på egen hånd. For personer som har oppholdt seg på, eller i nærheten av, skadested hvor man vet eller mistenker at det foreligger kontaminasjonsrisiko, kan disse representere en fare for seg selv eller omgivelsene. Det er derfor viktig at alle helseinstitusjoner og primærhelsetjenesten i området øyeblikkelig varsles om hendelsen, og at sykehusenes akuttmottak klargjør deteksjonsutstyr for gass/stråling samt aktiverer sitt dekontamineringsutstyr.

Transport

Personer som er dekontaminert på skadested, eller hvor hendelsen ikke medfører behov for dekontaminering, transporteres etter ambulansetjenestens vanlige retningslinjer. Ved CBRN hendelser kan det ved masseskader/massesykdom være behov for transportressurser som er større enn eksisterende kapasitet. Ved transport av pasienter som mistenkes for å være kontaminert med giftige gasser skal minimums dekontaminasjon (se ovenfor) *alltid* utføres før transport, og pasienten pakkes inn i porøst materiale (laken eller teppe) slik at avdampning fra huden kan fortsette. Båren beskyttes med plastflak eller lignende, og det må være god utlufting i ambulansen under transport. Det samme gjelder hvis pasienten mistenkes for å være kontaminert med radioaktivt materiale. Her er imidlertid avdampning ikke viktig, men vekt legges på å pakke pasienten inn i flere lag tøy for å unngå radioaktiv kontaminering av bære og ambulansen. Slikt tøy regnes som kontaminert, og samles i spesielle beholdere (kontainere) ved ankomst sykehus.

Også ved situasjoner uten skadested, men hvor sannsynlig smitte er involvert, er planlegging for å unngå kontaminering av ambulanser viktig. Transportmidler (ambulanser, privatbiler, drosjer og lignende) som har vært brukt til å frakte personer fra skadested direkte til sykehus kan også være kontaminerte uten at dette erkjennes i første omgang.

Sykehusets Akuttmottak ved hendelser som krever dekontaminering

Pasienter som kommer til sykehus fra skadested hvor det foreligger risiko for kontaminering, skal som hovedregel allerede være dekontaminert. Ved kommunikasjon med ledelse på skadested må man imidlertid alltid spørre spesifikt om det dreier seg om en hendelse som kan kreve dekontaminering. Ved positivt svar skal dekontamineringsfasiliteter klargjøres for bruk, og det personale som skal betjene dette ifører seg verneutstyr.

Pasienter som kommer fra skadested hvor effektiv dekontaminering ikke har vært mulig, eller som kommer direkte til sykehuset (se tidligere) skal dekontamineres utenfor akuttmottaket før de tas inn i sykehuset (Fig 5). *Lege iført verneutstyr tilser pasienter som ankommer med ambulanse eller på annen måte før de tas inn i akuttmottak, og avgjør om de kan gå direkte inn i mottak, må dekontamineres og/eller trenger livreddende behandling med en gang.*

Uansett allmenntilstand skal ingen pasienter komme inn i sykehusets akuttmottak uten at alt yttertøy er fjernet.

Personer som vurderes å være i livsfare tas deretter inn i akuttmottaket. Hvis man mistenker *konvensjonelle stridsgasser eller nervegasser* og huden er fuktig skal personalet ha verneutstyr under videre behandling inntil dekontaminering kan gjennomføres. Ventilasjon i akuttmottaket optimaliseres ved å øke ventilasjonsanleggets effekt (om mulig) eller ved å improvisere for å skape økt luftgjennomstrømming. Ingen slike pasienter skal sendes fra akuttmottak til andre deler av sykehuset før dekontaminering er gjennomført.

Hvis man mistenker kontaminering med *radioaktivt materiale*, vil risiko for personalet være liten etter at minimumsdekontaminering er utført. Nødvendig akuttbehandling prioriteres da foran ytterligere dekontaminering. Flere større sykehus har radioaktivitetsmålere (Geigertellere, Automess) og røntgen- eller stråleterapiavdelingene større sykehus har medisinsk fysikere som er vant til å bruke slikt utstyr. Sivilforsvaret på mange steder i landet har også slikt måleutstyr og personale som er opplært til å gjøre slike målinger.

Forsettlig eller naturlig spredning av svært smittsomme sykdommer (B-hendelse) vil føre til stor tilstrømming av pasienter uten at det foreligger et skadested. Slike pasienter skal i prinsippet ikke tas imot i Akuttmottaket, men kanaliseres direkte til enheter med isolasjonsmulighet. I situasjoner hvor mistanke om alvorlig smittsom sykdom ikke foreligger initialt, vil likevel de første pasientene som kommer til sykehuset sannsynligvis passere gjennom akuttmottaket. Infeksjonsmedisinsk ekspertise gir råd om isolasjonsbehov, prøvetaking og videre håndtering (se del IV). Folkehelseinstituttet har døgnvakttelefon (del VII), og skal også varsles sammen med kommunelegen/smittevernlege. Hvis forsettlig spredning av agens mistenkes, skal Fylkesmannen også varsles.

Sykehusets akuttberedskap

Ved melding om en større CBRN hendelse er det viktig at man skaffer seg nok informasjon til å avgjøre om man må innkalle mer personale, eller om sykehuset skal settes i fullt katastrofeberedskap. På OUS Ullevål avgjøres dette av medisinsk personell til stede på vakt på sykehuset. I en CBRN situasjon vil det ikke bare være antall pasienter som er viktig, men også behov for dekontaminering, isolasjon, respirator- og intensivbehandling samt kirurgisk behandling. Medisinsk bakvakt (på OUS Ullevål bakvakten på akuttmedisinsk avdeling, "konfereringsvaken") vil oftest være den som har best oversikt over sannsynlig ikke-kirurgisk ressursbehov. Konfereringsvakt og kirurgisk teamleder samarbeider om vurdering av det totale ressursbehov. For øvrig følger man hovedtrekkene i sykehusets beredskapsplan, ved B-hendelser med massesmitte forholder man seg til de planer som gjelder for håndtering av pandemier.

Hvis man innser at pasientantallet og/eller – kompleksiteten overstiger det man kan klare å ta hånd om på eget sykehus, tas kontakt med andre sykehus for å finne frem til hvordan pasientene skal fordeles. Hvis det dreier seg om en hendelse hvor dekontaminering anses for viktig, er de forskjellige sykehusenes dekontamineringsberedskap en viktig faktor i en slik fordelingsnøkkel.

Man må også forsikre seg om at sykehusets ledelse og overordnede helsemyndigheter, i første rekke det regionale helseforetaket og helsedirektoratet, har blitt varslet. Disse vil kunne hjelpe med mobilisering og fordeling av ressurser på et overordnet nivå, slik at leger, sykepleiere og annet personale med medisinsk kompetanse kan fokusere på pasientbehandlingen.

Antidoter og Antidotlagre

Noen antidoter er rimelige, slik at det ikke er noen stor økonomisk belastning forbundet ved å ha lager. Andre er mye dyrere. Da de fleste antidoter (bortsett fra atropin og naloxon) ikke har annen anvendelse enn ved forgiftning vil rullering av disse ikke kunne forhindre at mange dyre medikamenter går ut på dato og må kastes.

Selv om antidoter i prinsippet bør finnes der hvor pasienten først henvender seg, vil utplassering av fullstendige antidotlager på alle sykehus medføre store utgifter. I tett befolket område med flere sykehus innen rimelig avstand fra hverandre bør ett av akuttsykehusene (fortrinnsvis det som tar imot flest akuttpasienter under normale forhold) ha et lager som også står til disposisjon for andre sykehus i området. Terrorhandlinger må anses for mest sannsynlige i sentrale, folkerike områder (størst PR-effekt for terrororganisasjonen). Terroraksjonen mot skolen i Beslan i 2004 og mot Utøya i Norge 22 juli 2011 viser imidlertid at unntak forekommer. Geografiske avstander må også tas med i bildet når man tar

avgjørelser om antidotdepoter, likeledes avstand til militære installasjoner hvor det finnes lager med antidot mot stridsgasser (forutsatt avtaler med Forsvaret om nødhjelp).

Akuttmedisinsk avdeling, OUS Ullevål, har et mindre lager av mange av mest aktuelle antidoter, inkludert medikamenter ved mistanke om intern kontaminering med radioaktive stoffer (se del III). Disse kan eventuelt avgis til andre sykehus ved akutt behov når medikamentene ikke kan skaffes på annen måte (kontakt medisinsk intensivavdeling (MIO), OUS Ullevål).

Annet utstyr

Så å si alt av medisinsk utstyr, medikamenter eller smittevernutstyr importeres fra land utenfor Norge. Mye kommer også fra land utenfor Europa. I forbindelse med pandemier eller internasjonale krise- eller krigstilstander kan man ikke regne med at forsyninger av medikamenter og utstyr vil foregå på samme måte som under normale forhold. Tidligere erfaringer viser også at befolkningen hamstrer medikamenter når massemedia forteller om farlige infeksjonssykdommer. Dette kan medføre at sykehusenes medikamenttilgang reduseres selv om beholdningen på landsbasis i utgangspunktet var tilfredsstillende.

Det er derfor av beredskapsmessige grunner behov for bufferlagre av medikamenter, verneutstyr og medisinsk engangsutstyr. Slike lagre vil i stor grad representere en engangsutgift, da dette er ting man har et jevnt forbruk av i daglig drift. En forutsetning for at dette skal fungere hensiktsmessig er imidlertid at man avsetter de personalressurser som er nødvendige for at rullering av medikamenter og utstyr kan organiseres effektivt.

Slike bufferlagre bør så langt mulig samordnes med de som opprettes i andre sammenhenger. Behovene for visse typer verneutstyr, medikamenter, isolater mm. vil ligne de man vil få ved en alvorlig pandemi, og samme prinsipper for størrelsesorden og medikamenter/utstyr vil derfor kunne legges til grunn.

Bruk av deteksjonsutstyr

Enkel bruksanvisning for Automess geigerteller

Automess geigerteller kan brukes til å fastslå radioaktiviteten i området, eller om det er øket en person er kontaminert med radioaktivt materiale. Telleren består av en måleenhet, som kan brukes alene ved påvisning av gammastråling, og en føler (probe) som brukes ved påvisning av alfa- og beta stråling (se også del III). For å kontrollere et område føres måleren eller proben over det området som skal undersøkes uten at disse får direkte kontakt med materialet som skal undersøkes. Det er svært viktig at man ikke forurenses måleren eller proben med radioaktivitet ved direkte kontakt med forurensete klær, hår, gjenstander og lignende fordi dette vil føre til alt for høye verdier ved målingene.



1. Slå apparatet på ved å trykke 1 gang på knappen



Etter 2 sekunder viser displayet **doseraten**. Dette er stråling per tidsenhet, med benevnelse **mikro (μ)** eller **milli (m) Gy/time (h)**. Den dosen man mottar vil alltid være doseraten ganger tiden man blir utsatt for den strålingen (se også del III).

2. Bruk først apparatet *uten* proben tilkoblet

Med måleapparatet *uten* proben tilkoblet måler man gammastråling, man kan måle både eksternt og intern kontaminering. Det vil alltid registreres noe naturlig bakgrunnstråling på opp til ca 0,5 μ Gy/h, når målingene avviker klart fra dette har man unaturlig radioaktivitet til stede. *Apparater som tenkes brukt innen bestemte områder bør på forhånd testes på disse områdene for å sikre at bakgrunnsstrålingen er innenfor normalområdet.*

3. Hold måleren i nærheten av det området som skal kontrolleres

Som huskeregel ved hendelser med mistenkt kontaminering kan man si at

- Måleresultater med prefiks μ (mikro) betyr at helsefaren er helt minimal.
- Ved måleresultater med prefix m (milli) kan helsefare oppstå.
- Ved målinger over 10mGy/h skal klærne tas av, legges i en plastsekk og merkes før egen *renseprosedyre* utføres.

4. Når det ikke registreres noe dose *uten* probe kobles proben på

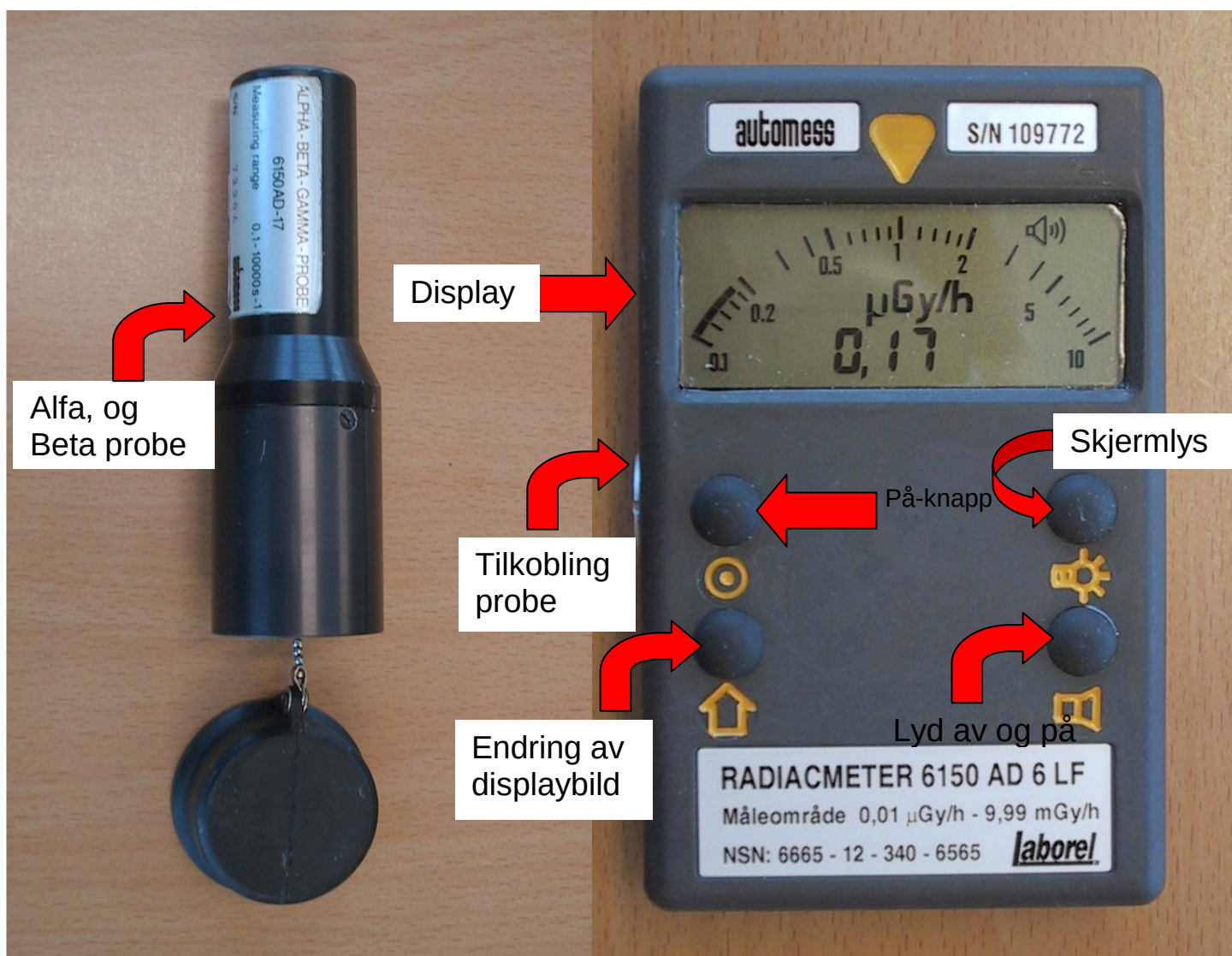
Med proben kan man oppdage eksternt kontaminasjon i form av alfa og beta stråling. Når proben kobles til måleren registreres strålingsaktiviteten som tellinger pr. sekund (counts pr second).

5. Ta av plasthetten på proben og hold proben 0,5-3 cm fra pasienten

Ikke rør gitteret på proben da det fort kan gå i stykker. Før proben over pasienten. Ved verdier over $1s^{-1}$ må *renseprosedyre* utføres.

6. Slå av: trykk 2 ganger på knappen:





CAM (Chemical Agent Monitor)

(Skal etter hvert fases ut til fordel for nyere teknologi, men er foreløpig (2011) den enheten som er tilgjengelig de fleste steder).

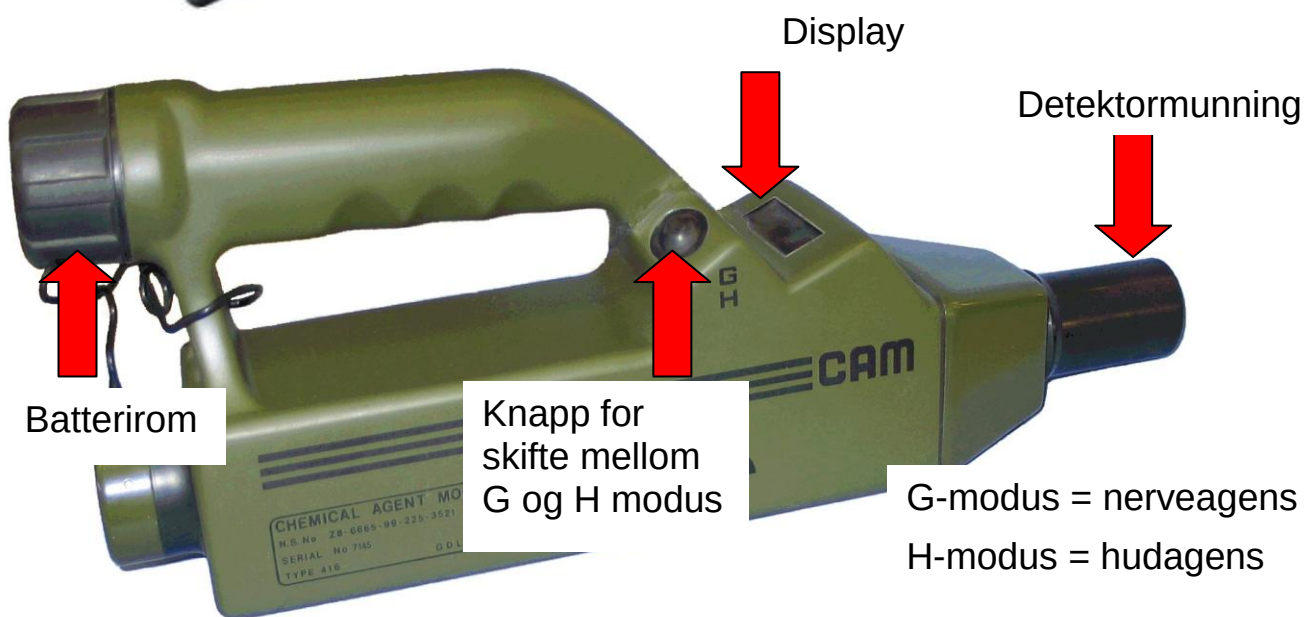
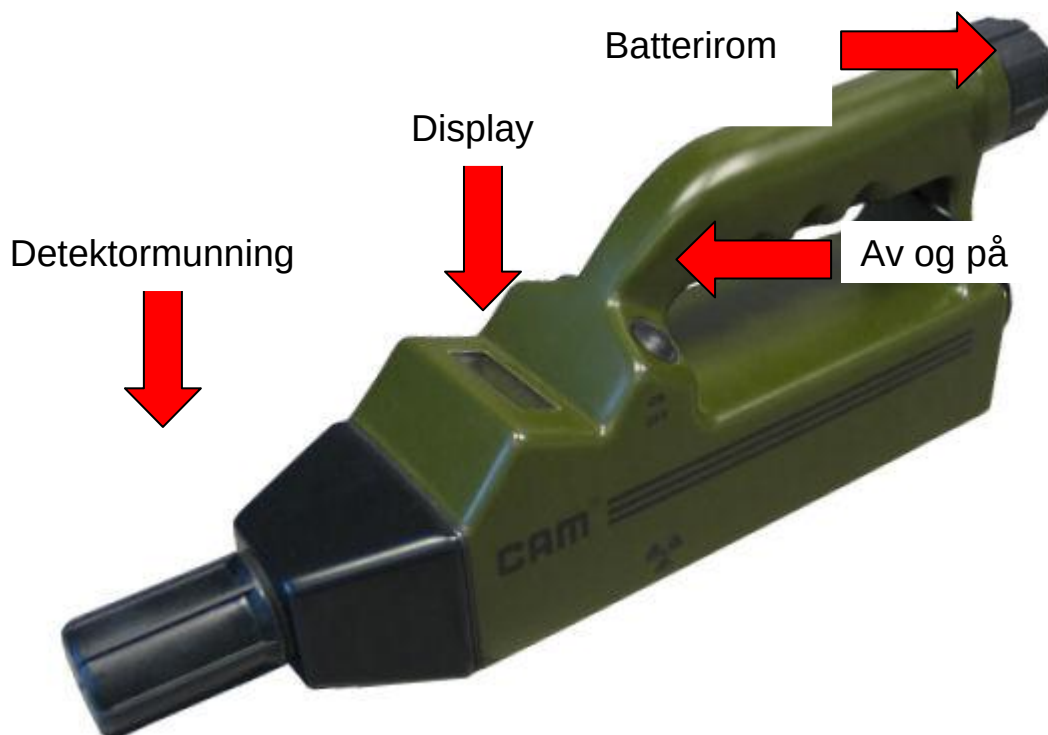
CAM brukes til å påvise visse typer gasser (nervegasser og hudgasser, samt fosgen, klorgass og hydrogencyanid) som kan anvendes som stridsgasser. Disse gassene kan også tenkes brukt i forbindelse med terrorangrep mot sivile. Enheten er avhengig av fungerende batteri. For tilfredsstillende funksjon må den startes opp *minst* en gang hver 3. måned og deretter gå kontinuerlig i minst 10 timer.

Enheten er først og fremst tenkt brukt som en hurtig påvisningsmetode for gasser i felt eller på skadested. I tillegg til Forsvaret, har også Sivilforsvaret og enkelte enheter innen Brann- og redningsetaten CAM. Enkelte sykehus (som OUS, Ullevål) har også CAM. Innenfor sykehus er monitoren tenkt brukt til å overvåke luften inne i akuttmottaket kontinuerlig, slik at man kan kontrollere at dekontamineringsrutinene er effektive nok til at denne ikke inneholder skadelige gasskonsentrasjoner.

- NB: CAM påviser ikke alle gasstyper og kan ikke identifisere enkeltgasser!
- NB: Hvis den blir brukt for å undersøke enkeltpersoner og gass i flytende form smitter over på monitoren kan denne fortsette å gi utslag selv når luften omkring ikke inneholder gass.

Bruksanvisning (Beregnet på brukere som har hatt opplæring i bruk av CAM)

1. **CAM** brukes til generell monitorering av miljøet i behandlingsrom og skal plasseres sentralt i rommet
2. Sett batteri i enheten og start opp med **on/off knappen**. (Dette for å sette ned responstiden)
 - **Ekstra batteri** finnes i bærevesken
 - Enheten utfører en selvtest (tid for dette varierer noe, indikeres med **"wait"** i displayet)
3. Klargjør enheten med **filter** (*ekstra filter* finnes i bærevesken).
 - Plasser den sorte nesebeskytter bak på enheten
4. Velg med funksjonsvelgeren hvilken gasstype det skal søkes på (merket **G: nervegasser** og **H: hudgasser**). I **Pluss**-modus reagerer den på **fosgen, klorgass** og **hydrogencyanid**)
5. Økende forgiftning av innemiljøet vises i displayet som rektangler. Displayet kan maks vise 8 rektangler, men en alarm vil lyde ved 4 rektangler (moderat forgiftningsfare)
6. For å slå av **CAM**, først fjern filteret på tuppen før du setter på beskyttelseshetten
7. Når displayet viser 0 rektangler: slå av ved å bruke **on/off knappen**



Batteri til CAM



Del III

Stråleskader



Del III. Stråleskader

Se også **Sammendrag** for forenklet kortversjon

- **Eksponering for ioniserende stråling**
- **Stråletyper og måling av ioniserende stråling.**
- **Biologiske effekter av stråling**
- **Stråledoser og helsemessige konsekvenser**
- **Ulykker med radioaktiv stråling**
- **Ekstern bestråling vs. kontaminering**
- **Retningslinjer for behandling**
- **Akutt strålesyndrom**
- **Internasjonalt samarbeid**

Eksponering for ioniserende stråling

Cellene i kroppen kan skades av ioniserende (radioaktiv) stråling. Svak stråling kan gi celleskader som er ubetydelige og raskt bli reparert av kroppens iboende evne til å restituere seg, mens svært sterk stråling kan gi uopprettelig skade, noen ganger av så mange celler at hele organismen dør. Mellom disse ytterligheter finnes mange grader av celleskade, grovt sett kan man skille mellom 1) skader som gir sykdomstegn i løpet av minutter, dager eller måneder, og 2) skader som kan fremkalle sykdom hvor symptomene oppstår først mange år etter at bestrålingen fant sted (f. eks. kreft og genetiske forandringer).

Det er mengden ioniserende stråling cellene våre utsettes for, og ikke styrken på strålekilden i seg selv, som avgjør risiko for celleskade. Uansett om det dreier seg om en svært kraftig radioaktiv kilde eller små mengder radioaktive molekyler eller partikler er det avstanden mellom strålekilden og cellene som avgjør om det oppstår skade. Strålingsintensiteten fra en ytre kilde avtar raskt med avstanden mellom kilden og den bestrålte personen (se senere), på samme måte som det er stor forskjell på å legge hånden på en varm ovn og å stå noen meter fra. Hvis man får radioaktive isotoper inn i kroppen og de tas opp i blod og vev, blir avstanden mellom strålekilde og vevsceller tilnærmet null og strålingen fortsetter å påvirke cellene over lang tid. Grovt sett kan man derfor si at en ytre strålekilde er farlig først og fremst for de som er nært kilden, mens radioaktiv nedfall (som partikler, støv eller molekyler) vil være farlig for alle de som får det i seg, enten ved å ånde inn luft som inneholder slike produkter eller å svelge mat eller drikke som inneholder radioaktive isotoper. En oversikt over typer eksposisjon for strålefarlige agens og beskyttelse mot slike finnes i sammendragsdelen (før del I).

Stråletyper

Stråling kan defineres som en mekanisme for overføring av energi fra en strålekilde til et annet materiale. Stråling som kan slå løs elektroner fra molekyler i det mottakende materialet kalles "ioniserende". Ioniserende stråling representerer en helsefare fordi den kan forårsake direkte skader i genstrukturen og dannelsen av frie radikaler (dvs. reaktive molekyler) intracellulært med påfølgende skade av cellenes funksjon og genetiske materiale (se nedenfor).

Uansett hvor vi oppholder oss, utsettes vi for kontinuerlig lavgradig stråling fra verdensrommet, berggrunnen og andre kilder. Dette kalles bakgrunnsstråling, denne kan variere fra sted til sted med f. eks. høyde over havet, radonmengde osv.

Det finnes to hovedtyper ioniserende stråling: **Partikkelstråling** og **Elektromagnetisk stråling**.

Partikkelstråling (alfastråling, betastråling og nøytronstråling)

Alfa(α)stråling: Hver enhet består av to nøytroner og to protoner (= en heliumkjerne). Disse har meget liten penetrasjonsevne og trenger ikke gjennom huden, men det kan oppstå livstruende indre skader hvis en slik strålekilde kommer inn i kroppen gjennom munnen, ved inhalasjon eller gjennom sår i huden. Plutonium-236, polonium-210, radium-226, uran-238, mfl. avgir alfastråler.

Beta(β)stråling: består av elektroner, og har en noe større penetrasjonsevne. De kan trenge inn til de nedre lag av huden og forårsake stråleskader der. Cesium-137, jod-131, kobolt-60, teknesium-99 mfl. avgir betastråler.

Både alfa- og beta stråling kan påvises med Geigerteller (Automess), men bare hvis det er påmontert spesiell probe (se tidligere).

Nøytron(n)stråling: Dette er nøytrale partikler fra en atomkjerne. I motsetning til alfa- og betastråler har nøytronstråling ingen ladning, men de overfører energi og ioniserer atomer på sin vei. Nøytroner har meget stor penetrasjonsevne og kan forårsake betydelig skade av indre organer, Nøytroner frigjøres først og fremst ved kjernefysiske reaksjoner, og kan, i motsetning til andre stråletyper, gjøre andre stoffer radioaktive. NB: **Nøytroner kan ikke detekteres med Geigerteller.**

Elektromagnetisk stråling (gammastråling og røntgenstråling)

har bølgekarakter. Ioniserende elektromagnetisk stråling er høyfrekvent og høyenergetisk. Denne type stråling har stor penetrasjonsevne i hele kroppen og kan skade indre organer. Cesium-137, jod-131, kobolt-60, plutonium-236, teknesium-99, radium-226, uran-238 mfl. avgir gammastråler. **Strålene detekteres lett med Geigerteller.** Mange stoffer avgir flere typer stråling samtidig, dvs *både* elektromagnetisk og partikkelstråling.

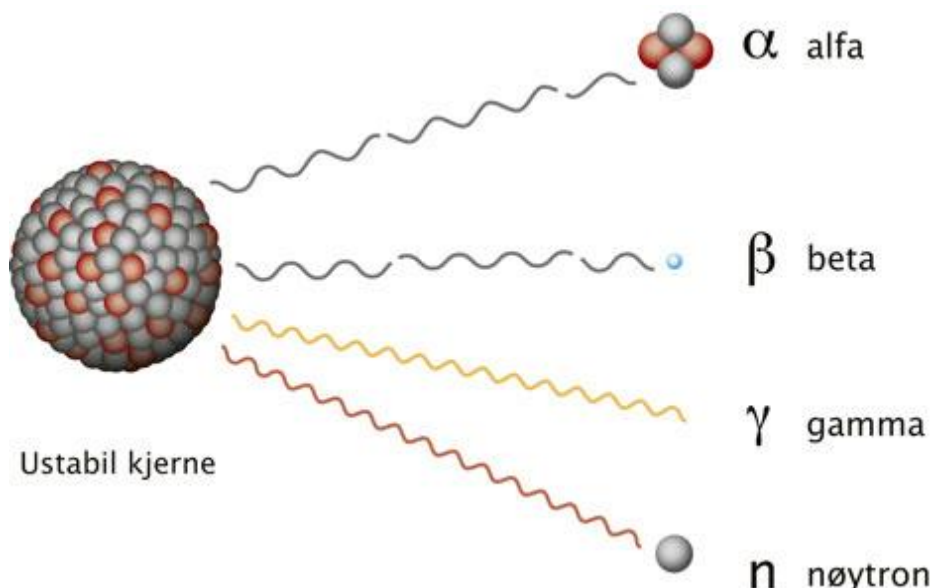
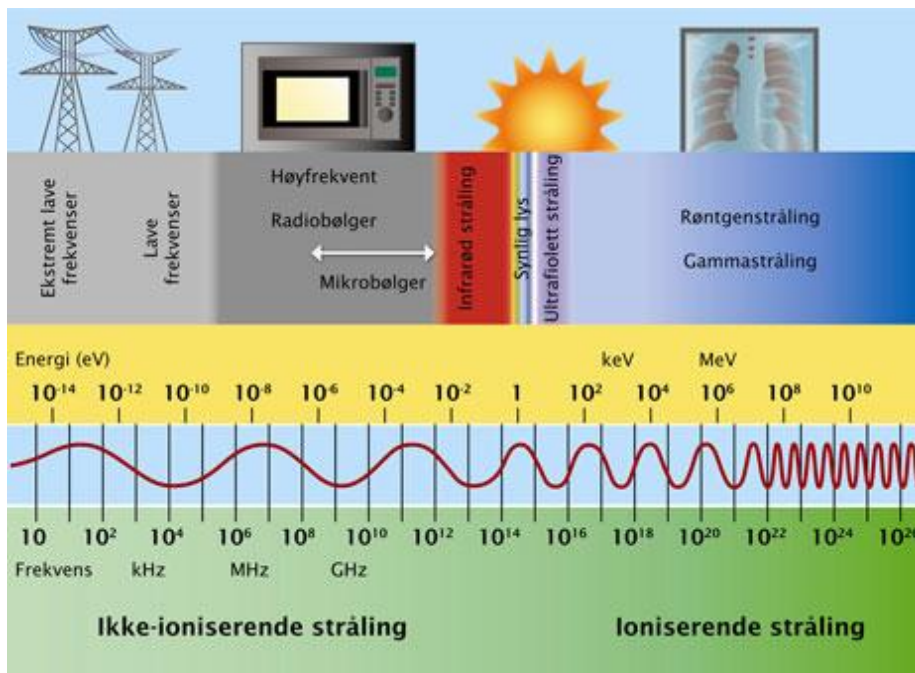
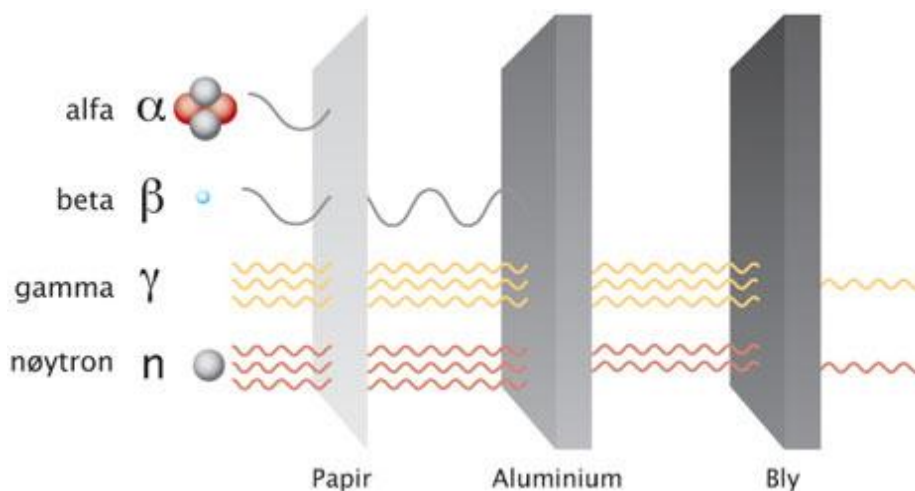


Fig 1 (III): Forskjellige typer ioniserende stråling. Alfa, beta og nøytronstråling har partikkelkarakter, mens gammastråling er en elektromagnetisk stråletype og har bølgekarakter. (Bilde: Statens strålevern).



Figur 2 (III). Skjematisk framstilling av forskjellige typer elektromagnetisk stråling. For beskrivelse - se ovenfor. (Bilde: Statens strålevern).



Figur 3 (III). De forskjellige stråletypers penetrasjonsevne. Alfastråling har meget liten penetrasjonsevne og kan stoppes av papir. Betastråling kan trenge opp til 1 cm ned i huden. Stoppes av aluminium. Gammastråling og nøytronstråling penetrerer alle typer levende vev og aluminium, bly skjermer mot gammastråling men er mindre effektivt mot nøytronstråling (Bilde: Statens strålevern).

Kjernefysiske kjedereaksjoner

Ved kjernefysiske reaksjoner kan atomkjerener, vanligvis uran eller plutonium, spaltes (fisjon). Reaksjonen produserer energi (som varme) og sender ut nøytroner. Produktet av spaltingen

er nye grunnstoffer med lavere atomnummer, de isotopene som dannes ved en slik reaksjon er også radioaktive og sender ut alfa, beta og/eller gammastråler.

Ved høyt innhold (høy anrikning) av de mest radioaktive isotopene av uran eller plutonium ("weapons grade", brukes til bomber/stridshoder) kan reaksjonene skje som ukontrollert kjedereaksjon i løpet av brøkdeler av sekund. Dette gir en voldsom eksplosjon ("atombombe") samtidig som de radioaktive spaltningsproduktene spres til luften og etter hvert faller ned som radioaktivt støv eller partikler (radioaktivt nedfall).

Ved langt lavere anrikning, som er vanlig i kjernekraftverk, skjer reaksjonene mye langsommere og reaksjonen går ikke så fort at det radioaktive stoffet vil eksplodere. Varmeutviklingen brukes til å skape damp for strømproduksjon, og hastigheten av fisjonsreaksjonen kan kontrolleres. Ved svikt av kontrollsystemene kan spaltningsprosessen akselerere, varmeutviklingen kan da bli så sterk at reaktoren eventuelt smelter og bygningen som omgir den skades. En ukontrollert kjedereaksjon kan føre til at det dannes hydrogengass, som når den blandes med oksygen blir svært eksplosiv, eksplosjoner kan da ødelegge beskyttelsesveggene. De radioaktive spaltningsproduktene kan da slynges opp med varmluften og gi radioaktivt nedfall. Inntil spaltningsproduktene faller ned kan de finnes i luften i så høye konsentrasjoner at man kan få i seg vesentlige mengder radioaktivt materiale med innåndingsluften.

Radioaktive isotoper kan også spres på andre måter enn ved en kjernefysisk reaksjon, f. eks. ved brann eller eksplosjoner hvor radioaktivt materiale som finnes på stedet eller i/rundt en bombe (*skitten bombe*, se senere) spres til omgivelsene. Spredningen av radioaktivt materiale er da langt mindre omfattende.

Dosebegreper og enheter for måling av radioaktivitet og stråling

Mengden radioaktivitet i en strålekilde måles i **Becquerel (Bq)**.

- Én Bq er en desintegrasjon av en atomkjerne pr. sekund. Radioaktiv forurensning angis i Bq pr enhet masse, volum eller overflate. Strålingsmengden som avgis fra samme vektmengde av forskjellige radioaktive stoffer, samt forholdet mellom partikkel- og elektromagnetisk stråling, varierer betydelig.

Stråledosen kroppen utsettes for avhenger ikke bare av strålingsmengden som avgis fra kilden, men også av **i)** avstand fra kilden (omvendt proporsjonalt med kvadratet av avstanden) og **ii)** tidsintervallet for eksposisjonen (lineært med tiden).

Mengden av mottatt (og absorbert) stråling (dvs. absorbert dose) hos et individ måles i enheten **Gray (Gy)**.

Forskjellige typer stråling varierer i de effektene de har på kroppens celler. Den biologiske virkning av absorbert stråling måles i **Sievert (Sv)**.

- For gamma- og betastråling er $1\text{ Sv} = 1\text{ Gy}$. For nøytroner og alfastråling er $1\text{ Gy} = 5\text{--}20\text{ Sv}$, avhengig av en omregningsfaktor.
- I eldre litteratur, og fortsatt i publikasjoner fra f. eks. USA, er stråledoser ofte angitt i andre enheter, som Curie (Ci), rem og ram. En eldre enhet er Røntgen (R), som tilsvarer ca 10 mSv. En oversiktstabell med konverteringsfaktorer mellom de forskjellige måleenhetene finnes på neste side
- Det finnes ingen standard omregningsfaktor fra Bq til Gy eller Sv. Hvis man vet hvilken isotop det dreier seg om, og kjenner Bq verdien og avstanden mellom strålekilden og personen, kan man estimere sannsynlig gammastrålings dose i Sv.

Eldre enheter

Standard enheter

Rad	1		0,01	Gray (Gy)	1		100	Rad
milliRad (mRad)	1		0,01	milliGray (mGy)	1		100	milliRad (mRad)
Rem	1		0,01	Sievert (Sv)	1		100	Rem
milliRem (mRem)	1		0,01	milliSievert (mSv)	1		100	milliRem (mRem)
Curie (Ci)	1		37×10^9	Bequerel (Bq)	1		27	picoCurie (pCi)
milliCurie (mCi)	1		37	MegaBequerel (MBq)	1		27	microCurie (μ Ci)

For beregning av Sv når Bq og isotop er kjent: www.radprocalculator.com/Gamma.aspx

Enheter for størrelser

milli (m)	$= 10^{-3}$	kilo (k)	$= 10^3$
micro (μ)	$= 10^{-6}$	mega (M)	$= 10^6$
nano (n)	$= 10^{-9}$	giga (G)	$= 10^9$
pico (p)	$= 10^{-12}$	tera (T)	$= 10^{12}$

Måling av radioaktivitet, doserater og doseberegning

Bakgrunnstråling og grenser for yrkesmessig eksponering angis vanligvis som *totaldose pr. år*, stråling ved undersøkelse og behandling angis som *totaldose i forbindelse med prosedyren*. De bærbar måleinstrumenter som er mest utbredt og enklest å bruke er forskjellige typer Geigertellere. Den vanligste typen i Norge, "Automess", måler på en enkel måte strålingen fra materiale som avgir **gammastråler** som dose pr time, dvs **doseraten Gy/time**. Den kan også måle alfa- og betastråling (angis som tellinger pr. sekund, se beskrivelse sist i del II) ved hjelp av en ekstra føler (probe). Dette er imidlertid teknisk mer krevende. Alle typer målinger blir villedende og fører lett til feiltolkninger hvis føleren blir forurenset med radioaktivt materiale.

- **Total mottatt dose** er **doseraten multiplisert med antall timer eller fraksjon av time**. Å oppholde seg 2 timer i et område hvor doseraten er 500 mGy/time gir en radioaktiv totalbelastning på (500 mGy x 2), dvs. 1000 mGy (1 Gy), mens opphold i 10 min gir en belastning på (500 mGy x 10/60), dvs ca 83 mGy. Se også fig 7 (III).

Punktkilder og diffus spredning

En radioaktiv kilde hvor det strålefarlige materialet finnes som et fast stoff eller som pulver/partikler/væske i en beholder er en "punktkilde", dvs all radioaktivitet stråler ut fra ett begrenset sted. Det er da relativt enkelt å gjøre målinger av radioaktivitet og beregne sannsynlig stråledose.

Ved diffus spredning av radioaktive isotoper blir områder forurenset (kontaminert) med radioaktivt materiale, som igjen kan inhaleres og/eller feste seg på klær eller kroppsoverflate hos mennesker og dyr. Radioaktivt materiale som legger seg på bakken vil sive ned i jorden og tas opp av planter. Den opprinnelige spredningen bestemmes av bl.a. varmeutvikling (eventuelt eksplosiv kraft), vær- og vindforhold, men radioaktivt stoff kan også spres videre med vann, mennesker, kjøretøyer, matvarer og lignende. Man er derfor avhengig av målinger innen mange geografiske områder for å avgjøre hvor farlig strålingen er, eventuelt må det gjennomføres dekontamineringsprosedyrer for å hindre slik spredning.

Skadelige effekter av **bestråling** fra
uskjernet radioaktiv kilde *eller*
radioaktiv forurensing utenfor kroppen
avhenger av stråledosen mot kroppen.
Fra **punktkilde** bestemmes denne av:



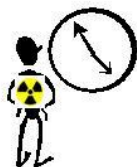
- Materialets (radionuklidens) strålingsegenskaper

Intensiteten og stråletype varierer mellom forskjellige materialer, strålingsintensiteten angis ofte i Becquerel.



- Avstand mellom strålekilde og person

Stråledosen reduseres med kvadratet av avstanden til strålekilden ($1/m^2$)



- Tiden personen er utsatt for stråling

Stråledosen øker proporsjonalt med tid for eksponering

- Hvor stor del av kroppen som blir bestrålt

Figur 4 (III): Stråling, avstand og tid. Mens avstanden mellom person og punktkilde er lett å definere, er effekten av avstanden fra et forurensset område vanskeligere å beregne.

Biologiske effekter av stråling

Det skilles mellom **direkte** og **indirekte** effekter. Ved **direkte effekt** menes direkte skade av cellenes DNA molekyler pga. ioniserende stråling. Disse skadene vil som oftest ikke få betydning for cellens funksjoner umiddelbart, men vil bli manifeste seg i celledelingsfasen. Akutte stråleskader vil derfor vise seg først i organer med hyppig celledeling, slik som benmarg, tarmslimhinne og hud. Det vil være en latenstid fra bestråling skjer til de kliniske effektene av DNA skadene kommer til syne. Latenstiden kan vare fra noen dager til flere uker og er kortere jo høyere stråledosen har vært.

Ved **indirekte effekt** menes dannelse av frie radikaler inne i cellene, noe som vil påvirke cellenes struktur og signalsystemer men som også vil føre til DNA skade.

Hovedparten av virkningen av svak ioniserende stråling er knyttet til den indirekte effekten. Ved sterk ioniserende stråling, for eksempel knyttet til alfa stråling og nøytronstråling, vil den direkte effekten bli mer dominerende.

Kliniske effekter av stråling

Ioniserende stråling er farligere for barn og gravide enn hos voksne generelt. Grovt sett kan man dele helsemessige konsekvenser av øket ioniserende stråling mot hele kroppen inn i tre hovedgrupper (se også senere for detaljer mht stråledoser og helsemessige konsekvenser):

- Svært høye stråledoser kan gi akutte sykdomstegn i løpet av minutter til få timer, oftest kvalme, brekninger, diarè og hodepine. Etter noen uker kan det oppstå Akutt stråleskade syndrom (ARS - Acute Radiation Syndrome) hvor en eller flere organer

svikter og kan gi livstruende sykdom. Ved høyere doser (3-4 Sv og oppover) oppstår organskade tidligere, ved dødelige stråledoser kan organskade oppstå i løpet av timer.

- Middels høye stråledoser gir ingen akutte symptomer, men man kan se forbigående endringer i visse cellers funksjon uten at dette trenger å føre til sykdom. Risiko for fosterskade eller senere utvikling av kreft er imidlertid statistisk øket.
- Lave stråledoser gir ingen akutte symptomer, man kan heller ikke se endringer i cellefunksjon. Risiko for fosterskade er minimal, og for senere utvikling av kreft svært liten.

Man skiller mellom stokastisk (dvs. en sannsynlighetsberegnet) effekt og deterministisk (dvs. direkte årsak-og-virknings) *effekt av ioniserende stråling*

Med begrepet **stokastisk effekt** menes at eksposisjon for strålingen *kan* medføre økt risiko for fosterskade eller å utvikle sykdom (oftest kreftsykdom) på lang sikt. En slik sammenheng, dvs. økt sannsynlighet for at noen i en gruppe vil bli syke, er påvist både i grupper som har vært utsatt for en høy strålemengde, som for eksempel overlevende etter atomeksplosjonene i Hiroshima og Nagasaki, og hos personer som lever i områder med høy bakgrunnsstråling. Man har pr i dag imidlertid ingen mulighet til å forutse hvem som kommer til å bli syke, eller til å avgjøre om en gitt sykdom er forårsaket av tidligere stråling.

Med begrepet **deterministisk effekt** menes de umiddelbare skadevirkninger som oppstår hos de fleste personer som har blitt eksponert for en stråledose over et visst nivå.

Det skilles videre mellom **lokale stråleskader** og **generelle stråleskader**.

Lokal stråleskade er en tilstand som er forårsaket av en stor stråledose rettet mot et begrenset område på kroppen. Det vil da gradvis utvikles skader av hud og underliggende vevsstruktur. Tilstanden har et svingende men progressivt forløp og kan føre til dype, ofte invalidiserende nekroser. Prinsippet utnyttes også i behandling av kreft, hvor man ved å bestråle en svulst fra mange forskjellige vinkler kan gi svulsten en lokal stråleskade mens omkringliggende vev og hud utsettes for langt mindre stråling.

Generelle stråleskader grupperes i **kronisk strålesyndrom** og **akutt strålesyndrom**.

Kronisk strålesyndrom er en tilstand karakterisert av benmargssvikt og økt tretthet. Tilstanden er beskrevet hos en befolkningsgruppe i Ural i Russland der mange personer i en årrekke arbeidet i atomindustrien før tilstrekkelig beskyttelse av personalet mot stråling var etablert. I tillegg har en del av befolkningen vært utsatt for økte strålemengder på grunn av utbredt radioaktiv forurensing.

Akutt strålesyndrom (Acute Radiation Syndrome, ARS)

(detaljer mht diagnose og behandling i slutten av del III).

Dette er en tilstand som kan utvikle seg hos en person som har vært utsatt for helkroppsbestråling (eller partiell bestråling mot en stor kroppsoverflate) med total stråledose større enn 0,5 -1 Gray. Ved akutt strålesyndrom skilles mellom **tre kliniske stadier**:

a. Prodromalperioden

Karakterisert først og fremst av kvalme, oppkast, hodepine og feber.

Prodromalsymptomene skyldes sannsynligvis aktivering av det autonome nervesystemet.

Symptomene kan opptre fra noen minutter til 12-24 timer etter strålehendelsen. Varigheten kan være fra noen minutter til 2-3 dager.

NB! Ut fra prodromalsymptomene kan man hos mange få de første holdepunkter for hvor stor strålemengde en pasient har vært utsatt for. Man kan imidlertid få stråledoser som gir alvorlig sykdom også uten å få klare prodromalsymptomer (se senere).

b. Latensperiode (symptomfrei) periode

Perioden preges av ingen eller svært moderate symptomer. Den er kortere jo større den mottatte stråledose har vært, og kan være helt fraværende ved store stråleskader (dvs prodromalsymptomer går direkte over i klinisk organsviktfase).

c. Klinisk organsviktfase

Benmargen er det organet som er mest følsom for stråling. Affeksjon av benmargen med påfølgende perifer leukopeni og trombocytopeni kan vise seg ved stråledose fra 0,5-1,0 Gray og oppover.

- Hvis mottatt stråledose har vært over ca. 4- 5 Gray vil det i tillegg komme manifestasjoner fra andre organer, i første rekke fra *mage-tarm traktus og hud*. Disse komplikasjonene vil som regel opptre noe senere enn benmargssymptomene.
- Ved svært høye stråledoser kan det også komme symptomer fra *sentralnervesystemet, det kardiovaskulære systemet, lungene* og fra andre organer.

Akutt strålesyndrom er derfor ofte en meget komplisert klinisk tilstand med affeksjon av flere organsystemer samtidig. På bakgrunn av 1) *symptomer*, 2) *tidspunktene* når de først opptrådte i forhold til strålehendelsen, 3) deres *styrke og varighet* og 4) *endringer i hvite blodlegemer* de første dagene (se senere) kan man få holdepunkter for prognosen tidlig i sykdomsforløpet

AKUTT STRÅLESKADE SYNDROM (Acute Radiation Syndrome, ARS)

Symptomer på helkroppsbestråling med doser som gir ARS har 3 faser, som deles opp etter tiden for når de opptrer:

-  **Akuttfasen (prodromalperioden)**– starter minutter til timer etter bestråling, og varer opp til 3 døgn: *Kvalme, brekninger, diarre, hodepine*
-  **Latensfasen** – ukene etter bestråling : *Lette eller ingen symptomer*
-  **Akutt strålesyndrom (ARS):** *Symptomer som skyldes skade i, og sviktende funksjon av, bestrålte organer.*



Skala for varierende følsomhet for stråleskader i forskjellige organer:
1=mest følsom, 4=minst følsom
1⇒ Benmarg, 2⇒ Mage-tarm, 3⇒ Hud, 4⇒ Hjerne-nerver-blodkar.

Figur 5 (III): Skjematisk tidsakse for akutt strålesyndrom

Stråledoser og helsemessige konsekvenser

Stråledoser mot hele kroppen kan grovt sett deles i:

- **Svært lave** (5-10 $\mu\text{Sv/t}$) og **lave doserater** (10-100 $\mu\text{Sv/t}$) tilsvarer henholdsvis ca 15-30 og ca 30-300 ganger den naturlige bakgrunnsstråling. Påvirkning av slike doser over kortere tid (timer, få dager) gir ingen symptomer, og kan ikke påvises ved blod- eller andre prøver i ettertid. Bestråling med slike doserater kan fastslås ved hjelp av tekniske målinger (personlige dosimetre eller målinger av radioaktivitet på stedet). Sannsynlighet for fosterskade er liten, og for senere sykdomsutvikling minimal. Strålevernets øvre grense for stråleraten på en arbeidsplass hvor det er øket stråling, og hvor man oppholder seg 1700-2000 timer pr år (yrkeseksposisjon), er 7,5 $\mu\text{Sv/t}$.
- **Middels høye** (100 $\mu\text{Sv/t}$ -100 mSv/t) **doserater** tilsvarer ca 300-300 000 ganger naturlig bakgrunnsstråling i Norge pr time. Totaldosen avhenger av tiden, kroppen mottar like mye stråling i løpet av 1 time med den høyeste dosen som etter 1000 timer med den laveste dosen. Stråling opp til totaldose på 100 mSv gir ikke symptomer og kan ikke påvises i ettertid.
- **Høye doserater** (100 – 1000 mSv/t) gir vanligvis ikke akutt sykdom, men er forbundet med øket risiko for at sykdom kan oppstå senere. Totaldoser i størrelsesorden 100-1000 mSv gir vanligvis heller ingen symptomer, men totaldoser over 100 mSv *kan* gi påvirkning av visse sensitive kroppsceller, endringer kan påvises ved blod- eller andre prøver. Mulighet for fosterskade er til stede, for senere sykdom (først og fremst kreft) er den liten, men øker med stigende stråledose. Å utsettes for totaldoser over 100 mSv kan bare aksepteres når dette er nødvendig for redde liv eller avverge katastrofe, innsats i slike områder bør derfor gjøres på frivillig basis. Tidsfaktoren blir kritisk, er man eksponert for en doserate på 100 mSv/t i 15 minutter blir totaldosen 25 mSv (dvs. litt over total yrkesdose pr år), blir man eksponert i totalt 10 timer vil man få en totaldose på 1 Sv.

Svært høye doserater (fra 1000 mSv/t, dvs 1 Sv/t, og oppover) kan være forbundet med livsfare, totaldosen blir likevel bare 100 mSv hvis man utsettes for 1 Sv/t i 6 minutter.

Totaldoser fra 1-2 Sv og oppover kan gi akutte sykdomstegn, oftest kvalme, brekninger, diarè og hodepine etterfulgt av organsvikt og ARS (se diagnose).

Sykdom og dødelighet som følge av akutte strålehendelser

Risikoberegninger for sykdom ved lave stråledoser

Det er ikke påvist noen sikker helserisiko for voksne ved lave til moderate stråledoser. I Norge regnes doser opp til 20 milliSievert (mSv) i løpet av et år som akseptable for personer som utsettes for en viss stråling i yrkessammenheng, i USA er tilsvarende grense 50 mSv.

Risiko for sykdom og død ved høye stråledoser

Mens dødelighet med moderne medisinsk behandling er lav ved doser på 1-2 Sv, er overlevelse lite sannsynlig ved doser over 7-8 Sv. Utvikling av sykdomstegn og gjentatte blodprøver, hvor man teller antallet av forskjellige hvite blodlegemer eller analyserer endringer i de enkelte blodlegemer, kan indikere om man har mottatt høye stråledoser.

Svært forenklet kan man si at total stråledose

- **under 20 mSv** regnes som relativt trygge (lavere grenser for barn og gravide).
- **mellom 20 og 100 mSv** regnes som rimelig trygge, fare for senskader kan ikke helt utelukkes med sannsynlighet for at senskader oppstår er svært liten.
- **over 100 mSv og opp til 1 Sv** kan gi påviselige endringer av hvite blodceller, disse går oftest tilbake uten at det medfører sykdom. Fosterskader kan forekomme, det er en liten økning i risiko for senere kreftsykdom.

- **over 1 Sv** kan gi betydelig og alvorlig sykdom.
- **over 10 Sv** regnes som dødelige til tross for maksimal intensivmedisinsk innsats.

Ioniserende stråling og gravide

Endringer i celledeling som følge av radioaktiv stråling skjer oftere i vev hvor frekvensen av celledeling er høy. Da celledeling skjer i høyt tempo under fosterutviklingen, er fostre spesielt sensitive for slik stråling. Skader på fosteret ved radioaktiv stråling kan deles i:

- **abort**
- **fosterskade med synlige misdannelser eller funksjonshemming**
- **øket risiko for senere kreftsykdom** (først og fremst leukemi i barneårene).

Som for andre effekter av radioaktiv stråling, har risiko for skadeeffekter sammenheng med hvilken stråledose fosteret utsettes for. Strålefølsomheten, og hva slags skade som er mest sannsynlig, avhenger også av hvilken fase av utviklingen fosteret er i (dvs hvor langt graviditeten er kommet) på det tidspunktet det utsettes for økt stråling.

Kunnskap om hvilke stråledoser som gir helsemessige konsekvenser bygger først og fremst på erfaringer fra atombombesprengningene over Hiroshima og Nagasaki samt undersøkelser av hvilke effekter strålebehandling, eller røntgenbestråling generelt, har hatt på gravide. Dyreeksperimentelle studier gir også verdifull informasjon, da skadeeffektene av en gitt stråledose ikke nødvendigvis er like for mennesker og forskjellige dyrearter, kan ikke kunnskap fra forsøk med bestråling av dyr uten videre overføres til forhold hos mennesker.

Datagrunnlaget når det gjelder skadeeffekter er ikke alltid fullstendig, epidemiologiske studier kan inneholde mange feilkilder og forskjellige eksperter kan derfor fremheve varierende synspunkter. Oversikten nedenfor er basert på opplysninger hentet fra *Statens strålevern* (StrålevernInfo 2005:15) og websidene til *Center of Disease Control* og *Duke University*.

Generelt om stråledoser:

- **Fosterdød:** Stråledoser i området 200-500 mSv kan gi fosterdød i graviditetsuke 2-7, tilsvarende tall for tidsrommet 7-21 uker og for 21 uker til termin er henholdsvis over 500 mSv og over 1000 mSv.
- **Fosterskader:** Stråledoser under 10 mSv til fosteret er ikke vist å fremkalle misdannelser. Doser i området 10-100 mSv *kan* gi fosterskade avhengig av tidspunkt i graviditeten, den prosentvise risikoen er imidlertid svært liten. Risiko for fosterskade ved stråledoser over 100 mSv er øket, og øker videre med stigende stråledose.
- **Senfølger:** En risikoøkning for kreft senere i livet foreligger. Denne er minimal ved lave doser, men øker med strålingsdosen.

Betydning av svangerskapets lengde:

- **Første 2 uker av svangerskapet:** "Alt eller intet". Større fosterskade fører til spontanabort, risiko for misdannelser er minimal hvis fosteret overlever.
- **Uke 2-18:** Fosteret kan utvikle synlige misdannelser, spesielt i tidsrommet mellom uke 8 og 18. Påvirkning av hjernens utvikling kan gi mentale handicap.
- **Uke 18-25:** Som for uke 8-18, men mye høyere stråledoser (doser som ofte også fremkaller sykdom hos moren) er nødvendig for å gi slike fosterskader.
- **Uke 25-fødsel:** Organene er ferdig utviklet, faren for misdannelser er over men stråling kan redusere veksten av fosteret.

Årsaker til øket radioaktiv stråling

Det skilles mellom *kjernefysiske katastrofer* og *stråleulykker*.

En kjernefysisk katastrofe er karakterisert av følgende faktorer:

1. Store deler av landet der ulykken skjer er involvert
2. Ulykken får konsekvenser også for andre land
3. Ulykken krever internasjonal innsats i tillegg til landets eget hjelpeapparat
4. Ulykken fører til akutte stråleskader og langtidsvirkninger for et stort antall personer
5. Radioaktivt utslipp fra katastrofen fører til betydelige konsekvenser for miljøet både nasjonalt og internasjonalt

I fredstid er det bare ulykken i **Tsjernobyl** i Ukraina i 1986 som har hatt et så stort omfang som her er skissert. Ulykken ved kjernekraftverket i **Fukushima** i Japan i mars 2011 var også en alvorlig hendelse, men ser ut til å få langt mindre konsekvenser enn Tsjernobyl-katastrofen. En viktig forskjell var mindre ekstrem varmeutvikling i Fukushima, noe som kan ha gitt mindre spredning av radioaktive spaltningsprodukter opp til høyere luftlag.

I krigstid har det vært to tilfeller av angrep med **kjernefysiske våpen** (Hiroshima og Nagasaki). Disse sprengningene over tett befolkete områder utløste enorme materielle skader og tap av menneskeliv gjennom en rekke forskjellige mekanismer (eksplosjon, trykkbølge, sammenrasing av bygninger, brannskader osv.), slik at de akutte strålingsskadene representerte bare en liten del av dødsårsakene.

Tiltak i tilfelle atomangrep vil være meget omfattende. Det er utarbeidet egne handlingsprogram for dette internasjonalt, for eksempel i regi av NATO. Tiltak i forbindelse med atomangrep er derfor ikke berørt i denne boken, selv om sprengning av en improvisert kjernefysisk bombe aldri kan utelukkes helt. Mens atombombene over Hiroshima og Nagasaki eksploderte i ca 500 m høyde over bakken, vil en improvisert kjernefysisk bombe sannsynligvis detonere på bakkeplan eller inne i en bygning. Beregnede konsekvenser av slike detonasjoner er grundig beskrevet i dokumentet "Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation, second edition 2010" (se under <http://www.hps.org/hsc/documents>).

I Norge er det ingen atomanlegg som kan tenkes å føre til en kjernefysisk katastrofe, mens det i flere av våre naboland finnes atomkraftverk der slike ulykker kan tenkes å forekomme.

En stråleulykke eller - hendelse har et mer begrenset omfang.

Slike ulykker kan finne sted innen *kjernefysisk industri*, i *reaktorer* som brukes til *vitenskapelige formål*, i industri som benytter strålingskilder som *kontroll av produksjonsprosessen*, og ved strålekilder som blir brukt til *diagnostikk og behandling* i helsevesenet. De kan også være en følge av en *forsettlig handling*.

- Ved slike ulykker er innsats fra det regionale hjelpeapparatet som regel tilstrekkelig, eventuelt med støtte fra nasjonale instanser.
- Antallet skadede vil være begrenset, men det kan være behov for medisinsk ekspertise på nasjonalt plan.
- Konsekvensene for folkehelsen vil vanligvis være små, men det vil ofte være et stort behov for informasjon og psykologisk støtte til befolkningen.
- Forholdsvis små ulykker kan også ha betydelige økonomiske konsekvenser.

I Norge har det bare forekommet en stråleulykke med dødelig utfall. (P.Stavem et al. *Tidsskr Nor Lægeforening* 1983; 103:2240-2).

Forskjellige typer stråleulykker – etter lokalisasjon

1. **Ulykke i et kjernefysisk produksjonsanlegg**, bestråling fra åpen kilde i anlegget, begrenset kjedereaksjon på grunn av feil i produksjonsprosessen, osv.
I Norge finnes det ingen kjernefysiske produksjonsanlegg.
2. **Ulykke i en kjernefysisk reaktor**, atomkraftverk eller lignende

I Norge finnes to atomreaktorer for forskningsformål, en i Halden og en på Kjeller. Effekten i disse reaktorene er relativt liten og risikoen for at det skal komme en eksplosjon i disse installasjonene er minimal. Det kan imidlertid være en strålefare for personer som befinner seg inne i reaktorbygningene om det skulle skje et teknisk uhell eller om sikkerhetsinstruksene ikke følges. Ved direkte skade av reaktorene (naturkatastrofer, forsettlig sabotasjehandling eller ulykker), kan imidlertid nærområdet utsettes for økt stråling.

3. **Ulykke** i forbindelse med **industriell radiografi**, i et **blodbestrålingsanlegg** eller i et **industrianlegg** som bruker strålekilder til kontroll av produksjonsprosessen. Som oftest involverer dette kapslete kilder (kilder som til vanlig oppbevares i en sikkerhetsbeholder) og som ved en feil ikke er ført tilbake til kapslet posisjon etter bruk. *Kildene som brukes ved industriell radiografi og ved blodbestråling er relativt sterke og eksponering for disse kildene bare over et kort tidsrom (minutter) kan føre til stråleskade.* Kilder som blir brukt i kontroll av produksjonsprosesser har som regel begrenset strålestyrke og kan gi stråleskader kun ved lang eksponeringstid.
4. Ulykke med en **radioaktiv kilde på avveier**. Dette kan være gjenglemte kilder i for eksempel i nedlagte sykehus, kilder som er stjålet fra ved sivile eller militære anlegg uten tilstrekkelig sikring osv.

Strålingshendelser i forbindelse med **transport av radioaktive kilder**, i det vesentligste på grunn av dårlig sikring av kildene under transporten.

5. **Ulykker i helsevesenet:**

- For høy dose gitt ved strålebehandling eller røntgenundersøkelse, enten på grunn av feilkalkulering av stråledosen eller på grunn av apparatfeil.
- Ulykker på grunn av bruksfeil eller teknisk feil i radioaktive kilder innen diagnostikk, terapi og vitenskap

6. **Reaktorulykker i atomdrevne ubåter**

Det har i alt vært rapportert 11 slike ulykker, åtte i russiske fartøyer, tre i amerikanske fartøyer. Atomdrevne ubåter besøker av og til norske havner.

Flere hendelser av de overnevnte typer har også skjedd i Norge (se Strålevernets hjemmeside, www.nrpa.no)

Terrorhandlinger som involverer strålekilder

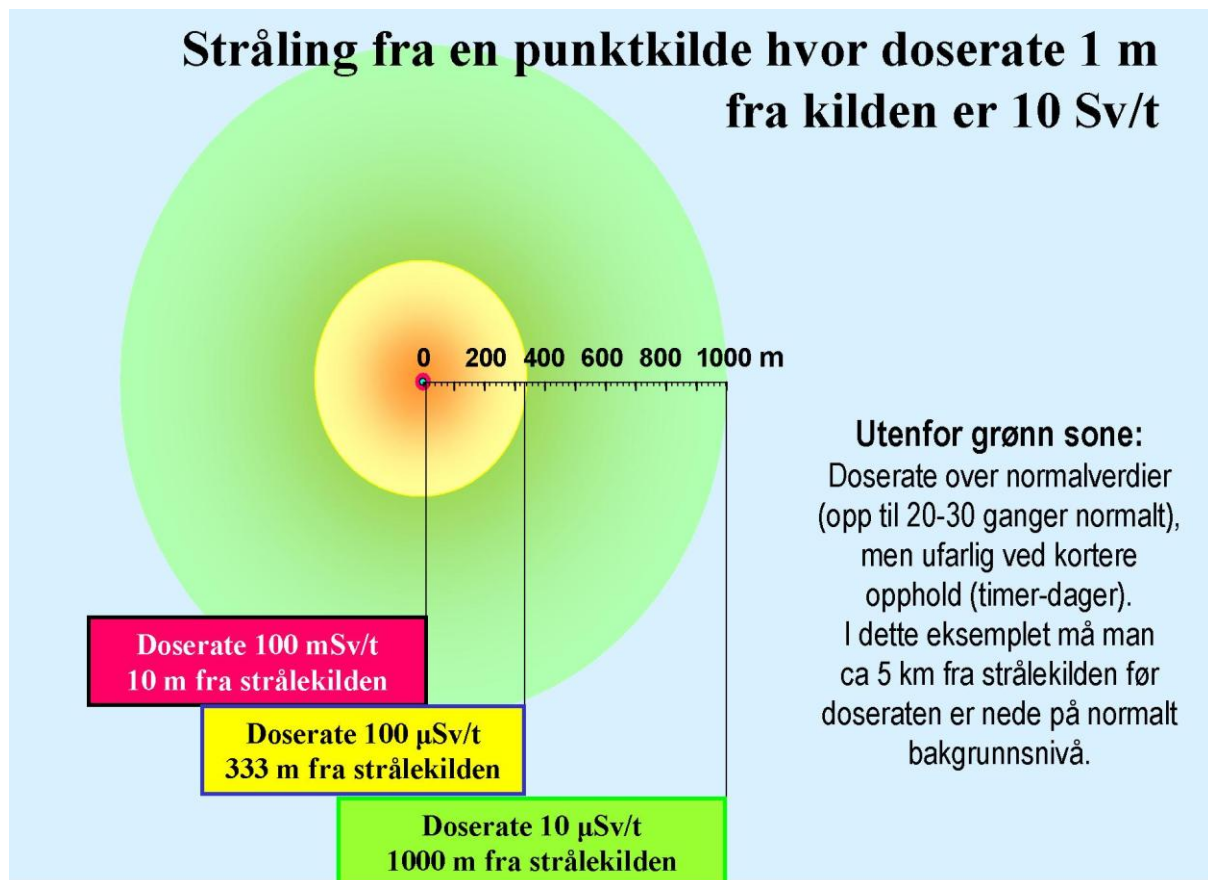
Forgiftning med radioaktivt stoff: Til nå er kun én slik hendelse allment kjent, forgiftningen av den russiske statsborgeren Aleksander Litvinenko i London med polonium tilsatt i en kopp te. Imidlertid må vi i en tid der terrorfaren synes økende være forberedt på også andre typer forsettlig handlingen som involverer strålekilder.

Denne hendelsen med en dødelig utgang illustrerer de diagnostiske vanskene som kan oppstå ved intern kontaminering. Litvinenko hadde til å begynne med symptomer på alvorlig gastroenteritt, deretter på en septisk tilstand av usikker årsak. Han ble behandlet på et engelsk universitetssykehus, likevel ble årsaken funnet først etter at han hadde blitt kritisk syk.

Følgende scenarier som omfatter forsettlig bruk av radioaktive kilder kan tenkes:

- Skjult utplassering av åpen radioaktiv kilde (Teknisk terminologi: Radiation Exposure Device (RED)).
- Spredning av radioaktivt materiale ved sprengning av en konvensjonell bombe tilblendet radioaktivt stoff ("Dirty Bomb") (Teknisk terminologi: Radiation Dispersion Device (RDD)).
- Angrep eller sabotasje mot et kjernekraftverk

- Sprengning av en stjålet eller "hjemmelaget" kjernefysisk bombe
- Forgiftning med radioaktivt materiale (kfr. Litvinenkosaken)

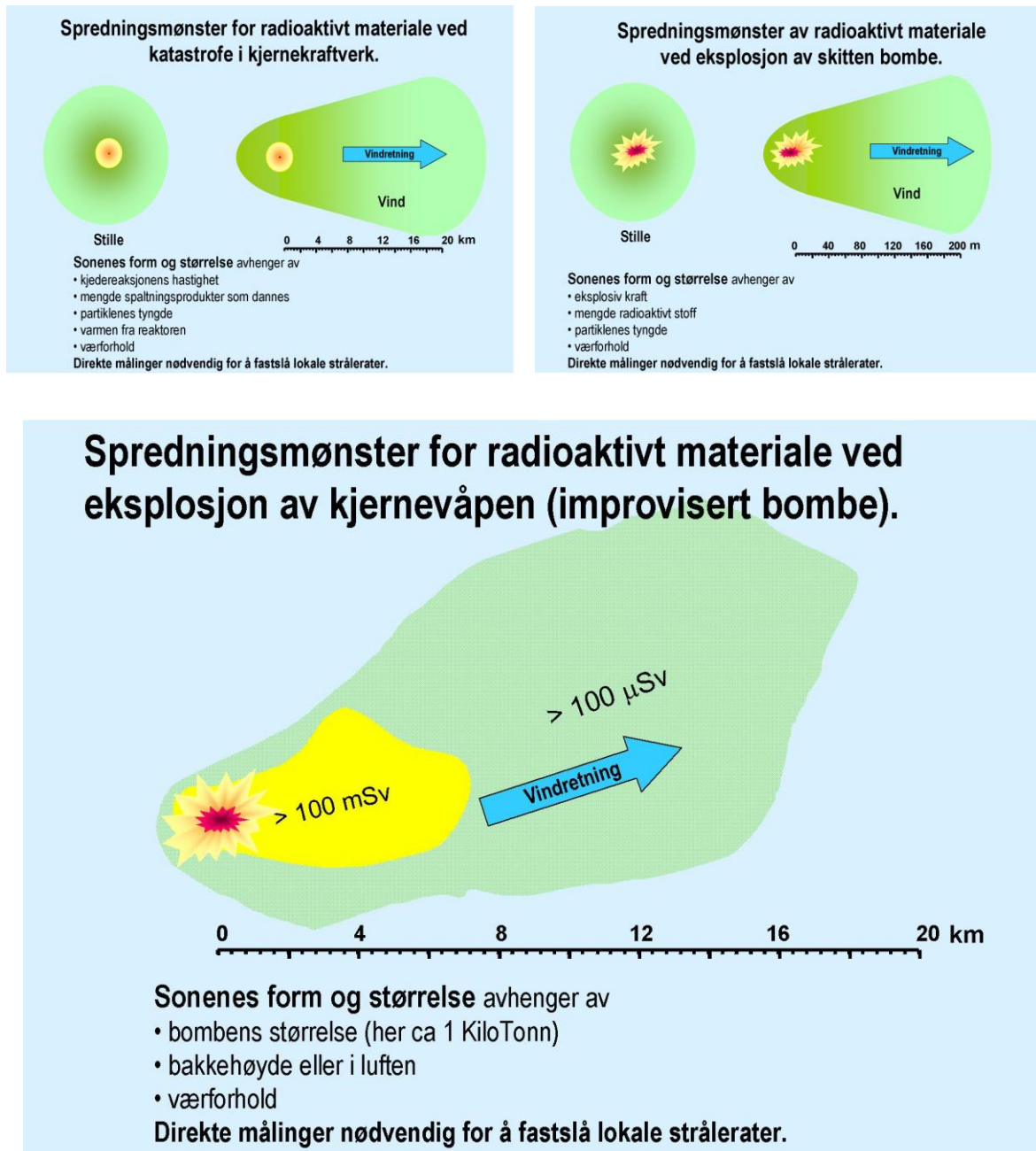


Figur 6 (III): Forventet doserate i forhold til avstanden fra en punktkilde.

Ekstern bestråling versus radioaktiv kontaminasjon

1. **Ekstern bestråling** skjer ved at en eller flere personer blir eksponert for penetrerende stråling fra en kilde som sender ut gammastråler, røntgenstråler eller nøytroner (betastråler over svært korte avstander). Pasienter som har vært utsatt for ekstern bestråling er i seg selv ingen strålekilde og representerer ingen strålefare for omgivelsene.
2. Ved **radioaktiv kontaminering** menes forurensing av radioaktivt materiale på klær, hår og hud (ekstern kontaminering), og/eller forurensing med slikt materiale gjennom inhalasjon eller inntak per os (intern kontaminering). I slike tilfeller *kan* pasienten selv være en strålekilde, selv om strålingen utgjør liten fare for andre.
3. Det er i første rekke **ekstern kontaminering** som utgjør en **strålefare for omgivelsene**. Faren er imidlertid **moderat**, og må **ikke hindre livreddende behandling**. Kontaminering med radioaktivt materiale kan vanligvis lett påvises ved hjelp av geigerteller, nødetatene og medisinsk personale kan beskytte seg mot strålingsfaren ved å følge enkle prosedyrer. Disse pasientene skal bli tatt hånd om etter de samme retningslinjer som gjelder ved annen type kontaminering, for eksempel kjemisk kontaminering (se del V og VI).
4. **Intern kontaminering** utgjør til vanlig ingen strålefare for omgivelsene med mindre den inntatte radioaktive kilden er svært sterk. Utskillede avfallstoffer (urin, avføring, brekninger og luftveissekret) kan likevel inneholde så mye radioaktivitet at forsiktighet må utvises (kan

måles med Geigerteller, se del II). Alvorlighetsgraden av en stråleskade er avhengig av *stråleintensiteten*, *type av stråling*, *type stoff* og om en person har vært utsatt for *helkroppsbestråling*, *delkroppsbestråling*, *ekstern* eller *intern kontaminering* samt *bestrålingstid*. Ekstern bestråling, ekstern og intern kontaminering kan foreligge hos samme person.



Figur 7 (III): Skjematisk spredningsmønster av radiaktivt materiale ved kjernekraftverk, sprengning av skitten bombe og detonasjon av improvisert kjernefysisk bombe.

Best mulig kartlegging av eksponeringssituasjonen, i første rekke av mottatt dose og type stråling, er viktig for å kunne estimere prognose og iverksette riktig behandling. Hvis pasienten er kontaminert internt med en kilde som produserer alfastråling (for eksempel plutonium, uran, americum eller polonium) og ikke kan flyttes for spesialundersøkelser, kan det være problematisk å kartlegge radioaktiviteten i kroppen ut fra eksterne målinger. Dosen kan da bestemmes på grunnlag av stråling målt i kroppsvesker og avføring.

VANLIGE RADIONUKLIDER (alfabetisk) og Antidoter			Vanlige fisjonsprodukter fra kjernereaktor				
Ambisjonsnivå antidot: 10 personer i 3 dager.			Strålingstype		Halv. tid		Antidot/Behandling v. intern kontaminasjon
	Atomnr.	Bruksområde	α	β	γ	n	
Americium-241	²⁴¹ Am	95 Industri, måleinstrumenter	•		LITT		DTPA
Californium-252	²⁵² Cf	98 Neutronkilde, medisin, måleinstrument	•			•	DTPA
Cesium-137	¹³⁷ Cs	55 Medisinsk strålebehandling, målere		LITE	•		Berlinerblått
Fosfor-32	³² P	15 Elektronikk		•			Fosfortilførsel
Iridium-192	¹⁹² Ir	77 Strålebehandling		•	•		DTPA
Jod-129	¹²⁹ I	53 Medisinsk strålebehandling, diagnostikk		•	•		KJ (innen 12 timer)
Jod-131	¹³¹ I	53 Medisinsk strålebehandling, diagnostikk		90 %	10 %		KJ (innen 12 timer)
Kadmium-109	¹⁰⁹ Cd	48			•		DMSA
Kobolt-60	⁶⁰ Co	27 Medisinsk strålebehandling, målere		•	•		DTPA, Penicillamin (?)
Mangan-54	⁵⁴ Mn	25		•			DTPA
Palladium-103	¹⁰³ Pd	46 Strålebehandling		•			Penicillamin, DTPA
Plutonium-238	²³⁸ Pu	94 Kjernevåpen, reaktorer	•			•	DPTA
Plutonium-239	²³⁹ Pu	94 Kjernevåpen, reaktorer	•		•	•	DPTA
Polonium-210	²¹⁰ Po	84 Industri	•				DMPs, DMSA, Penicillamin
Radium-226	²²⁶ Ra	88 Industri, tidl. Medisin	•		•		Aluminium hydroxid, CaCl ₂
Radon-222	²²² Rn	86 Naturlig gass fra bergarter - urandegrad	•				
Selen-75	⁷⁵ Se	34			•		Hemodialyse?
Strontium-90	⁹⁰ Sr	38 Kraftkilde, radioakt. Merking		•			Alginat, Ammonium Cl
Technesium-99	⁹⁹ Tc	43 Radioakt. Merking		•	•		Kalium perklorat
Thorium-232	²³² Th	90 Industri (reaktorer?)	•		•		DTPA (?)
Tritium	³ H	1 Kjernevåpen		•			Vannndiurese
Uran-235	²³⁵ U	92 Kjernevåpen, reaktorer	•		•	•	Alkalisert diurese
Uran-238	²³⁸ U	92 "Urtarmet" uran	LITT	•			Alkalisert diurese
Yttrium-90	⁹⁰ Y	39 Fra fisjonsreaksjoner		•	•		DTPA
Finneres OUS Ullevål: Ca-DTPA (1ste dogn, har 10 g): Ditridentat-Heyl[®], Zn-DTPA (videre, har 30 g): Zink-Trinatrium-pentetat[®], begge 1 g/dogn i.v.							
Berlinerblått: Antidotum Thallii Heyl [®] , 1 g x 3 p.o (vi har 90 g). DMPs: Dimaval 250 mg i.v. x 4-8 akutt, deretter 100 mg p.o. x 1-flere. Har 0,1 g kapsler x 20.							
DMPs: inj 250 mg x 35. DMSA: Succinacaptal 10 mg/kg x 3, har 200 mg kapsl x 90 Penicillamin: Atamir 250 mg x 4 p.o., har 250 mg kapsler x 200.							
KaliumJodid: Har 30 x 10 x 65 mg. Tabl 65 mg, voksne 130 mg, unge 65 mg, små barn 32 mg, baby 16 mg.							
A. jour mai 2011							

Figur 8 (III): Vanlige radionuklider, stråletype og antidot ved intern kontaminering

Retningslinjer for behandling av personer med stråleskade i forbindelse med en ulykke, eksplosjon eller lignende

De aller fleste stråleulykker involverer relativt få personer og er forbundet med lite dramatikk. I mange tilfeller har strålehendelser blitt påvist først etter at en eller flere personer har blitt syke og har tatt kontakt med helsevesenet. Det er imidlertid tenkelig med en stråleulykke i større omfang også i vårt land. I den siste tiden har dette emnet blitt aktualisert blant annet gjennom muligheten for terrorhandlinger som involverer strålekilder. Det er derfor nødvendig å planlegge for behandling av stråleskader i forbindelse med en ulykke av større omfang.

Nedfor skisseres hovedtrekkene i anbefalt handlingsmønster ved slike situasjoner.

På skadestedet

Skadestedsorganiseringen følger de allmenne prinsipper som gjelder ved ulykker, modifisert ut fra strålingsforholdene. Når man går inn i et område som kan være kontaminert (forurenset) med radioaktivt materiale bør man ideelt sett gå med vindretningen.

På skadestedet kan oppgavene deles opp i følgende punkter (se også del II)

- a. Bringe de(n) skadde i sikkerhet
- b. Pasientbehandling, dekontaminering (eventuelt) og skadestedsorganisering.
- c. Melding av ulykken til sykehus, myndigheter og hjelpeapparat
- d. Vurdering av strålemengde - utføres av teknisk personell

Bringe de(n) skadde i sikkerhet

Det er viktig å bringe de(n) skadde bort fra strålefarlig område så snart som mulig for å redusere bestrålingstiden. *For industrikilder er få meters avstand til kilden vanligvis nok til at strålingen er relativt ufarlig når eksponeringen skjer over en kort tidsperiode.*

I de fleste tilfeller vil redningsarbeidet kunne foregå uten fare for redningsmannskapets helse. Evakuering av de skadde fra strålefarlig område er derfor en oppgave som kan og bør utføres umiddelbart av ikke-medisinsk personale som befinner seg på stedet der ulykken skjer (for eksempel av andre ansatte på en arbeidsplass, osv). Som hovedregel skal hjelpemannskaper likevel oppholde seg i potensielt farlig sone så kort tid som mulig.

Som hovedregel gjelder at mistanke om stråling eller kontaminering ikke bør hindre livsviktige tiltak.

(Det har til nå bare forekommet én stråleulykke (Tsjernobyl) der redningsmannskap har fått alvorlige skader. I Fukushima ble 6 av redningsmannskapene eksponert for over 250 mSv og 39 for over 100 mSv, ingen har (høsten 2011) utviklet tegn til sykdom.

Pasientbehandling, vurdering av ekstern og intern kontaminering

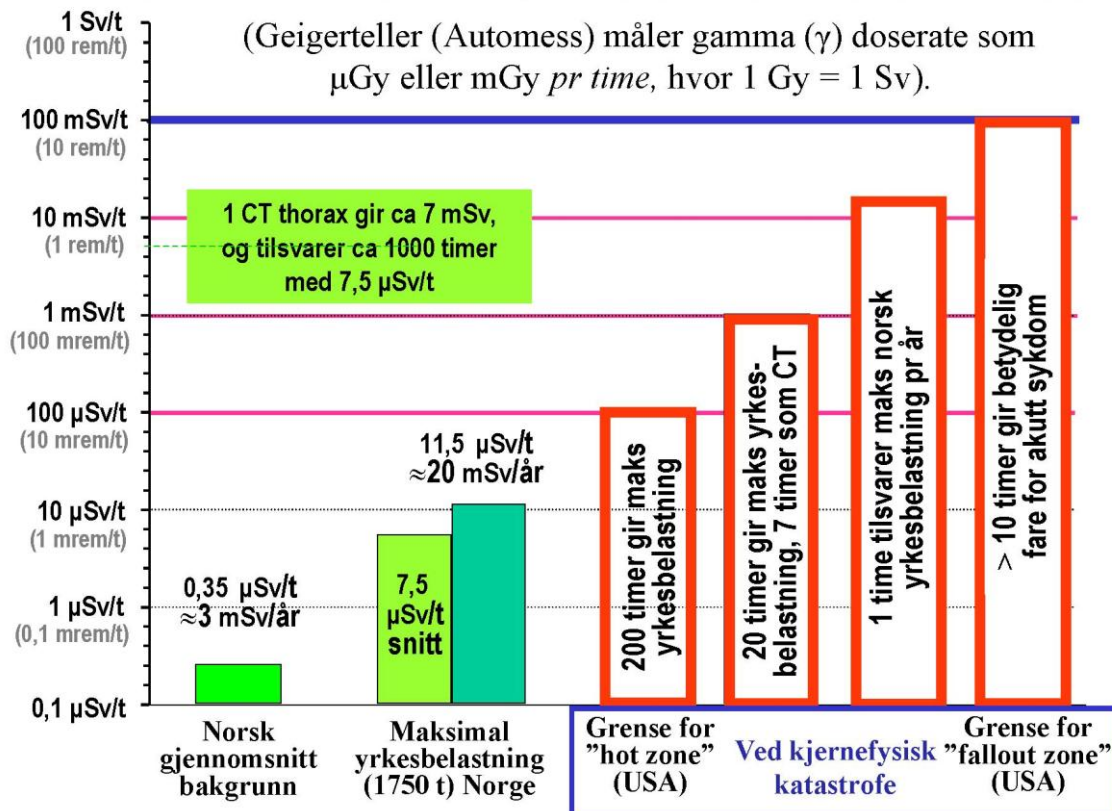
Ved **ekstern kontaminering** foreligger radioaktive partikler på klær og hud som avgir stråling og som kan påvises ved hjelp av egnet måleutstyr (Geigerteller). Den eksternt kontaminerte pasienten er selv en strålekilde inntil partiklene er fjernet (dekontaminering). Strålemengden varierer med type og mengde radioaktivt materiale. Over et kortere tidsrom vil slik stråling neppe representere noen vesentlig fare for helperne, minimumskontaminering (dvs avkledning og spyling) skal likevel alltid foretas så raskt som mulig og gravide skal ikke delta i håndtering av pasientene før dette har skjedd.

Ved **intern kontaminering** er det radioaktive stoffet opptatt i kroppen, slik kontaminering (spesielt med stoffer som avgir hovedsakelig alfa- og beta stråler) kan være vanskelig å påvise. Sjekking av intern kontaminering via luftveiene kan utføres ved å ta prøve med vattpensel i begge nesebor og undersøke radioaktiviteten i disse.

Triage (vurdering og sortering av pasienter etter behandlingsprioritet). Personer som har vært involvert i ulykken kan inndeles i følgende hovedgrupper:

- Pasienter med *livstruende skader* (vanligvis andre årsaker enn selve strålingen: Eksplosjon, brann, ulykker). Disse skal transporteres til sykehus så raskt som mulig. Undersøkelse med hensyn på eventuell stråleskade og/eller kontaminering utsettes midlertidig. Disse pasientene bør imidlertid anses som potensielt kontaminerte og det gjøres "minimumsdekontaminering" (del II) før transport. I tillegg forsøker man å begrense eventuell kontaminering av ambulanse og andre omgivelser under transporten.
- Personer som frembyr symptomer som kan tolkes som prodromalsymptomer ved *akutt strålesyndrom* (kvalme, oppkast, diaré, feber og hudutslett osv) etter å ha blitt bestrålt. Disse pasientene skal fraktes til sykehus med vanlig ambulansetransport for videre undersøkelse og behandling.
- Personer med mistenkt eller påvist *intern kontaminering* kan transporteres til sykehus uten spesielle forholdsregler. På sykehus vurderes om blokkerende eller utskillende behandling (se nedenfor) vil gagne pasienten.
- Personer med påvist eller mistenkt *ekstern kontaminering uten tegn til skader* for øvrig. Disse personene skal registreres men kan reise hjem etter dekontaminering, med avtale om oppfølging av helsepersonale på et senere tidspunkt.
- Personer som har vært innblandet i ulykken men som *ikke har tegn til skader eller kontaminering og som ikke framviser prodromalsymptomer*. Det kan ikke utelukkes at disse personene likevel kan utvikle akutt strålesyndrom. De bør derfor registreres og få avtale om medisinsk undersøkelse + lab.us. senest 1-2 dager etter strålehendelsen.

HVOR FARLIG ER EKSTERN STRÅLING?



Figur 9 (III): Farepanorama i forbindelse med helkroppsbestråling

Opprettelse av sikkerhetssone

Dette organiseres etter de samme prinsipper som gjelder for masseskader/katastrofer, men skal også ta hensyn til lokal strålefare.

Ved masseskade og stort evakueringsbehov kan optimal sikkerhetsstrategi måtte vike for hensynet til å gjennomføre evakuering av alvorlig skadede. Dette kan være spesielt vanskelig inntil målinger av radioaktivitet kan etableres. I slike situasjoner er det viktig å fokusere på at alt personell må oppholde seg så kort som mulig i nærheten av det antatte fokus for spredningen av radioaktivt materiale, og at sikkerheten både for pasienter og personale øker med kvadratet av avstanden fra en punktkilde (men ikke fra eksplosjonsstedet for en skitten bombe).

Den medisinske ansvarlige på skadestedet har et spesielt ansvar for triage, ta stilling til behov for dekontaminering (se nedenfor) og kommunikasjon med medisinsk personell på nærmeste sykehus.

På skadestedet skal det opprettes en sikkerhetssone med kontrollposter for å begrense spredning av kontaminert materiale og regulere tilgangen til skadeområdet. *Sikkerhetssonen* skal strekke seg like utenfor den grensen der radioaktiviteten måles klart forhøyet i forhold til bakgrunnsnivået, i praksis over 0.1 mGy/time . Dette forutsetter at det foreligger mulighet for slik måling på skadested i løpet av få minutter etter nødetatens ankomst. Ideelt sett skal den også hindre at kontaminerte personer forlater området uten at behovet for dekontaminering, nærmere undersøkelse eller medisinsk behandling er undersøkt av strålevern- og medisinsk kyndig redningspersonale.

Dekontaminering

Dekontaminering bør så langt mulig utføres på skadestedet for å hindre spredning av det radioaktive materialet. Man starter med å fjerne pasientens klær og sko, eventuelt langt hår. Klærne som vanligvis trekkes over hodet bør klippes/ skjæres opp og deretter tas av pasienten på en slik måte at minst mulig av det radioaktive materialet kommer i kontakt med hud eller nese-munn (fare for inhalasjon/svelging av radioaktivt materiale!). Fjerning av tørre klær vil redusere kontamineringen med 70- 80 %, mindre hvis klærne er våte. Klærne pakkes i plastsekker og oppbevares for senere ny sjekk av radioaktivitet.

Hos kontaminerte pasienter med livstruende skader utsettes videre dekontaminering, pasienten transporteres direkte til sykehus etter å ha blitt pakket inn i flere lag med laken for å hindre spredning av kontamineringen under transporten og ved ankomst til akuttmottak.

Hos personer uten andre alvorlige skader inspiseres huden og monitoreres med måleinstrument. Ved øket radioaktivitet vaskes uskadd hud med såpevann. Hvis kontamineringen er homogen vaskes også sår med såpevann. Hvis sår ikke er kontaminerte forbindes de før dekontamineringen. Når radioaktiviteten på huden er redusert til et akseptabelt nivå pakkes pasienten inn i laken og tepper for transport til sykehus.

Beskyttelse av redningspersonale ved dekontaminering

Personale som behandler kontaminerte pasienter kan bruke det samme antrekket som ved kirurgiske operasjoner, det vil si hette, munnbind, hansker og skoovertrekk. Hanskene festes med tape på frakkeermene og skoovertrekkene tapes fast i buksene. For bedre beskyttelse bør det brukes to frakker, den ene over den andre. Ved dekontaminasjon av for eksempel væskende sår bør det brukes plastforkle og ansiktsskjerm.

Melding av ulykken

Ulykken blir vanligvis meldt direkte til lokalt *politi*, *brannvesen* og til *AMK sentral*. I tillegg varsles *akuttmottak ved nærmeste sykehus* og *Statens Strålevern* (se del VII). Hvis sykehuset har egen strålefysisk kompetanse varsles denne (vanligvis via rtg. avdelingen). Ved ulykker med større omfang og/eller behov for måleteknisk assistanse varsles også *Sivildforsvaret*. *NBC-senteret* kan gi råd om medisinsk håndtering og dekontaminasjonsbehov.

Meldingen til sykehus og Strålevernet om stråleulykken bør være så utførlig som mulig og skal helst inneholde *følgende opplysninger*:

1. Sannsynlig *antall personer* involvert i ulykken og *tidspunkt* for ulykken.
2. For *ekstern bestråling*: Type *radioaktiv kilde* som er involvert (hvis kjent), hvilke *deler av kroppen* som har blitt eksponert og *hvor lenge* eksponeringen har vart.
3. For *radioaktiv kontaminering*: Type *radioaktiv kilde* og i hvilken *kjemisk form* den foreligger. Det er også viktig å få fram om materialet er deponert på pasientenes hud, klær øyne osv, og om det er mistanke om at radioaktivt materiale kan ha blitt inhalert eller inntatt per os.
4. Eventuelle *faremomenter* det må tas hensyn til i *redningsarbeidet* (utvikling giftige gasser, ueksplodert materiale, osv.).
5. Uansett om alle opplysninger er kjent i første fase, må AMK sentral og sykehusets akuttmottak snarest mulig få beskjed om hvor vidt:
 - a. Personer som kan ventes til sykehus anses for *kontaminerte*
 - b. Primær *dekontaminasjon* vil bli utført på skadested.

Ved vesentlige endringer i forhold til initial beskjed gis korrigerende informasjon så snart denne er verifisert.

Vurdering av strålemengden

Denne vurderingen baserer seg på opplysningen om den involverte strålekilden. Ved ulykker i industribedrifter, forskningslaboratorier, sykehus og lignende vil ansatte ofte kunne gi opplysninger om strålekilden og grad av fare. Oversikt i akuttsituasjonen er avhengig av at nødetatene disponerer måleutstyr, da verken Sivildforsvar eller Strålevernet kan forutsettes å komme til et skadested på under 1-2 timer selv i Oslo-området. I tillegg må det gjøres separate målinger på ulykkesstedet av medisinsk fysiker og/ eller representanter for Statens Strålevern så snart som mulig.

Retningslinjer for behandling av pasienter i sykehus

I denne generelle handlingsplanen omtales bare kort de viktigste punktene som har betydning for behandling av pasienter med stråleskade.

Det er viktig at sykehuset raskt får så fullstendig informasjon som mulig om omstendigheten rundt ulykken, spesielt om antallet pasienter som ventes og om behov for dekontaminering ved ankomsten. Når estimerer vedrørende stråledosen foreligger skal disse umiddelbart meddeles sykehuset, både av hensyn til individuell prognose og beregning av fremtidig ressursbehov.

Ved ankomst sykehus

Når de skadde ankommer sykehuset, utføres ny triage etter de samme retningslinjer som på skadestedet for å bestemme nærmere behovet for dekontaminering og for å avgjøre behandlingsprioriteten. Også her gjelder prinsippet om at ved kombinasjon av traumatisk skade og mistenkt stråleskade skal *vanlig traumebehandling ha prioritet foran utredning/behandling av stråleskade*.

Ved livstruende skader som krever rask kirurgisk intervensjon skal dekontaminering innskrenkes til fjerning av klær/sko/langt hår/skjegg. Akutte blodprøver skal inkludere leverfunksjonsprøver og hematologisk status m. diff.telling av hvite (se også nedenfor).

Tiltak for videre utredning og behandling

Klinisk vurdering

Ved ankomst til sykehuset og etter eventuell dekontaminering gjøres anamneseopptak og fullstendig klinisk undersøkelse med særlig vekt på kartlegging av strålehendelsen. Det er spesielt viktig å få fram *pasientens posisjon og avstand i forhold til strålekilden*. Pasienten undersøkes med hensyn på *prodromalsymptomer* for akutt strålingssyndrom. Det er *viktig å fastlegge tidspunktet for start av kvalme og oppkast i forhold til strålehendelsen*, for dermed å kunne gjøre et klinisk estimat av mottatt stråledose (se tabell nedenfor).

Internasjonalt prognostisk scoringssystem for de første 48 timer basert på prodromalsymptomer og lymfocyttnålinger (se nedenfor).

	Score 1 (< 3 Gy)	Score II (3-5 Gy)	Score III (> 5 Gy)
Tid til symptomer*	< 12 timer	< 5 timer	< 30 min
Erytem	0	+/-	+++
Asteni	+	++	+++
Kvalme	+	++	+++
Oppkast	1 gang	1 – 10 ggr	> 10 ggr
Avføring/ diaré	2-3 formet	2-9 bløt	> 10 vandig
Magesmerter	minimale	mer kraftige	Intense
Hodepine	0	++	overveldende
Feber	< 38	38 – 40	> 40
BT	normalt	Periodevis hypotoni	< 80 systolisk
Lymfocytter	>1500	>1500	>500
24t / 48 t	>1500	<1500	<100
Oppfølging	Poliklinisk	Vanlig avd. eller poliklinisk	Intensiv avd.

Adaptert fra: Gorin N_C, Fliedner TM, Gourmelon P et al: Consensus conference on European preparedness for haematological and other medical management of mass radiation accidents. *Ann Hematol* 2006; 85: 671-679.

* 40 % av personer som ble eksponert for ≈ 2 Gy hadde ikke sikre prodromalsymptomer, denne dosen kan likevel gi alvorlig benmargsdepresjon.

Prøvetaking

(spesielt viktig at nøyaktige prøvetakingstidspunkt registreres)

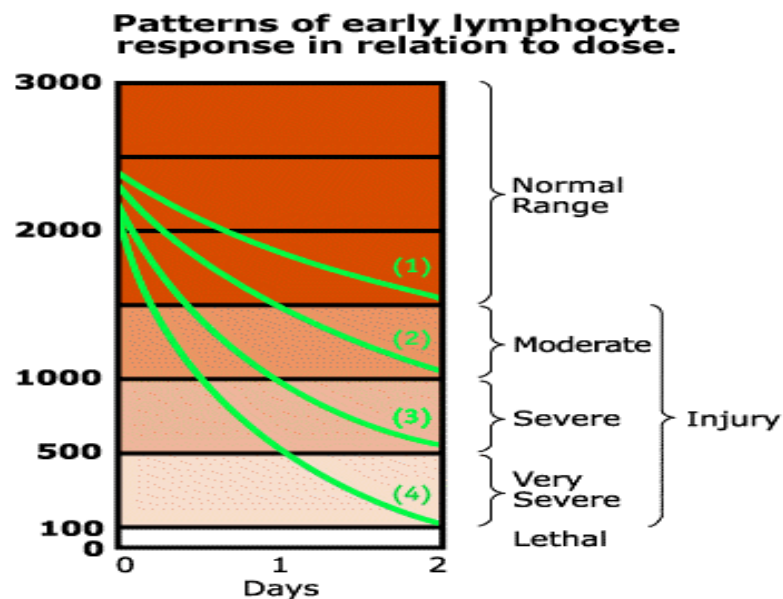
Generelle prøver: Så raskt som mulig tas blodprøver for telling av røde blodlegemer, hvite blodlegemer med differensialtelling (lymfocytallet er spesielt viktig), blodplater, leverenzymmer, INR, nyrefunksjonsprøver, elektrolytter, albumin og totalprotein. Eventuelt tas også andre blodprøver vurdert ut fra den kliniske situasjonen.

Vevstyping: Det tas blodprøver til vevstyping med tanke på eventuell senere stamcelletransplantasjon (2 glass fullblod og 3 glass ACD). Det skal også tas blod og bemargaspirat til kromosomanalyse.

Kroppsvæsker: Ved mistanke om intern kontaminering skal urinen samles, emballeres og merkes med dato og klokkeslett slik at hver vannlating lagres for seg (Avføring/ diaré, ekspektorat og oppkast bør også samles for nærmere undersøkelse).

Det tas prøve med vattpensel fra hvert nesebor for undersøkelse av radioaktivitet. Prøvene oppbevares i vanlig glass med kork inntil målingen finner sted.

Biologisk dosimetri. (spesialprøver for bestemmelse av kromosomendring i lymfocytter). Det tas 10 ml heparinblod for cytogenetisk doseestimat (denne prøven tas vanligvis 24 timer etter eksponering). Hvis alvorlige prodromalsymptomer eller – tegn observeres kort tid etter ulykken tas prøven umiddelbart (se nedenfor).



Figur 10 (III). Lymfocytallet de to første dager etter helkroppsbestråling som uttrykk for alvorlighetsgraden av forventet stråleskade. Fra Andrews G. Medical Management of Accidental Total Body Irradiation. In: The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness. KF Hubner, SF Fry, eds. Elsevier North Holland Inc. 1980, 297-310.

Tolking av prøveresultater

Lymfocytter. Som anført ovenfor er målinger av lymfocytallet også til stor nytte for å vurdere stråledosen. En eventuell reduksjon av lymfocytallet vil vise seg innen 48 timer etter strålingshendelsen (mens granulocytallet ofte øker i denne perioden). Hvis lymfocytallet innenfor denne perioden er $\geq 1,2 \cdot 10^9$ vil behovet for videre medisinsk overvåking og hjelp sannsynligvis være minimalt. Den kliniske vurderingen og lymfocytellingen er meget viktig initialt fordi dette kan gi et estimat av stråleskaden (se figur 4 og 5 nedenfor).

Biologisk dosimetri

Stråledosen reflekteres også i antall disentrisk kromosomer påvist i lymfocytter (figur 6). Dette er såkalte "random" forandringer, dvs at hvilket som helst av de 23 kromosomparene har like stor sjanse for å utvikle slike forandringer etter at cellen har blitt eksponert for stråling. Denne undersøkelsen er meget følsom og kan påvise stråledoser ned mot 0,1 Gy. Det er imidlertid en resurskrevende analyse som tar ca. en uke å utføre. Resultatet vil få stor betydning for beslutninger som tas om behandlingen etter den akutte fasen. Analysen utføres i den finske strålevern sin institusjon. Statens Strålevern i Norge formidler kontakt. Analysekapasiteten for slik undersøkelse er begrenset – bør forbeholdes situasjoner hvor eksposisjonsgrad er spesielt viktig å fastslå (mistanke om svært alvorlig skade, gravide ol.).

Intern kontaminering

Med intern kontaminering menes inntak av radioaktiv materiale i kroppen, via inhalasjon, per os eller gjennom huden. I mage-tarmkanalen og luftveiene er avstanden mellom isotopene og epitelcellene tilnærmet null, slik at også stoffer som avgir alfastråling kan gi store skader. Inntatte radionuklider som er lett løselige bli raskt en del av kroppens metabolisme. De kan enten bli utskilt eller lagret i kroppen, avhengig av type radioaktivt element, kjemisk form, vannløselighet og partikkelstørrelse (for kontaminering via inhalasjon). Utskillelse av inntatt stoff og dets skadevirkninger avhenger både av biologisk halveringstid for den aktuelle kjemiske forbindelsen og av halveringstid for den aktuelle isotopen.

Intern kontaminering påvises gjennom undersøkelse med henblikk på radioaktivitet i urin og avføring, dernest bestemmelse av type radioaktiv isotop som er involvert. Prognose og sykdomsforløp bestemmes ut fra påvist strålemengde i kroppssekreter, samt på grunnlag av kunnskap om distribusjon og utskillelse av den aktuelle isotopen og den kjemiske forbindelsen den inngår i.

Intern kontaminering vil også i noen tilfeller kunne påvises ved ekstern scanning av abdomen, lunger, etc., eventuelt ved helkroppsscanning. Et spesialtilfelle av intern kontaminering er opptak av radioaktivt jod i skjoldbruskkjertelen, enten via inhalasjon, per os eller ved penetrasjon gjennom huden.

Medikamentell behandling for å motvirke opptak og øke utskillelsen ved intern kontaminering

Blokkerende behandling

- Blokkerende behandling mot opptak av Jod¹³¹.

Behandlingen bør helst gis innen 1-2 timer etter eksponering

Kaliumjod tabletter (dosering voksne 300 mg x 1, barn 3-12 år 65mg x 1), blokkerer opptak av radioaktivt jod i thyroidea. Behandlingen iverksettes hos barn hvis beregnet strålemengde over thyroidea overstiger 0,05 Gray. For voksne 18-40 år er grensen for behandlingsstart 0,1 Gy, og for personer over 40 år er grensen 5 Gy.

- Ved inntak av strontium (Str90) anbefales antacidatabletter / mixtur 2 g x 3 i en uke for å blokkere opptak fra magesekken.

Utskillende behandling

Enkeltepreparater kan også brukes for å øke utskillelsen ved intern kontaminering av radioaktive isotoper. Se figur III-7 for oversikt over medikamenter ved forskjellige typer intern kontaminering. Mengde medikament som finnes på *antidotlageret ved Akuttmedisinsk avdeling, OUS Ullevål* er også angitt på figuren, på antidotlageret finnes også fortegnelse over beholdningen i andre skandinaviske land

Kilde: "Strålningsulykker. Undersökning och vård av personer som utsatts för strålning". Strålsäkerhetscentralen. Social-og helsovårdsministeriets publikasjoner. Helsingfors. 2008:15 med mer.

Liste over slike stoffer og hvor de kan skaffes finnes på, OUS Ullevål.

Akutt strålesyndrom: Vurdering, prognose, behandling.

Ved akutt homogen helkroppsbestråling vil i hovedsak følgende organsystemer bli affisert: Blod/ benmarg, hud, gastrointestinaltraktus, hjerte og sentralnervesystemet. Det kliniske bildet vil følge et bestemt mønster. Symptomene og tidspunktet de opptrer på i forhold til strålehendelsen kan på et tidlig stadium indikere hvilken stråledose pasienten har vært utsatt for, og antyde prognosen.

Symptomer på Akutt strålesyndrom

(dvs. etter latensfasen)

Dose (Gy)	Debuttid uker etter stråling	Klinikk	Varighet uker etter debut	Prognose
<2	-	Ingen	-	Meget god
3-4	2-4	Blødninger/ Infeksjon	12-20	God
5-7	1-3	Som ovenfor + diaré/ erytem/ stomatitt	12-30	Tvilsom
8-10	0,5- 1	Som ovenfor + pneumonitt	>30	Meget tvilsom
11-20	<0,5	Som ovenfor + bullae/ hjernesymptomer	-	Letal dose
>20	<0,1	Dør i prodromalfasen		

Modifisert etter: Tanum G, Bruland ØS, Hjelle D, Reitan JB.: Pasientbehandling ved strålingsulykker. *Tidsskr Nor Læreforen* 1999;119;1446-50

Vurdering av pasienter med akutt strålesyndrom

Akutt strålesyndrom er et resultat av direkte og indirekte ioniserende stråling mot flere organsystemer. I den første tiden vil komplikasjoner fra det hematopoietiske systemet og fra gastrointestinaltraktus dominere på grunn av stråleindusert celledød.

Lenger ut i forløpet vil imidlertid virkningene på cellenes metabolisme og de immunologiske virkningene spille en avgjørende rolle. Stråling fører til økt frigjøring av en rekke proinflammatoriske cytokiner fra flere organer. Dette kan føre til generell systemisk inflammasjon og multiorgansvikt, denne arten seg klinisk som multiorgansvikt av andre årsaker (f. eks. ved septisk sjokk). Behandlingen vil i dette stadiet være symptomatisk.

Som det framgår er forløpet ved akutt strålesyndrom en dynamisk prosess der affeksjon av forskjellige organsystemet vil opptre på forskjellige tidspunkter og påvirke hverandre gjensidig. Det er derfor viktig å registrere symptomer og laboratoriefunn hos pasientene systematisk gjennom hele forløpet. *Til hjelp for dette er det laget et internasjonalt scoringssystem, **METREPOL scoringssystem**.* (Fliedner TM, Friescke I, Beyrer K. Medical management of radiation accidents. Manual on the acute radiation syndrome. London 2005: The British Institute of Radiology.)

Nevrovaskulære symptomer (N)

Symptomer	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Kvalme	Mild	Middels	Uttalt	Meget uttalt
Oppkast	1 gang daglig	2-5 ganger daglig	6- 10ganger daglig	Mer enn 10 ganger daglig
Anoreksi	Lett redusert matinntak	Moderat redusert matinntak	Sterkt redusert matinntak	Intet matinntak per os
Fatigue	Lett	Moderat	Sterk	Meget sterk
Feber	38-38,5 grader	38,5-40 grader	Over 40 grader i under 24 timer	Over 40 grader i 24 timer
Hodepine	Minimal	Tolerabel	Intens	Meget intens
Hypotensjon	BT> 100/70	BT <100/70	BT <90/60 forbigående	BT < 90 systolisk konst.
Nevrologiske Symptomer	Lette	Mer uttalte	Mer uttalte	Meget uttalte, bevissthetstap
Kognitiv funksjon	Lett nedsatt orienteringsevne	Moderat nedsatt orienteringsevne	Sterkt nedsatt orienteringsevne	Konfusjon/ delir

Hematologiske utfall (H)

Utfall/ Symptomer	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Lymfocytter (10 ⁹ /l)	> 1,0	1,0-0,5	0,5-0,2	<0,2
Granulocytter (10 ⁹ /l)	>2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	<0,5
Trombocytter (10 ⁹ /l)	>100	100-50	50-20	<20
Infeksjon	Lokal, ikke antibiotikabeh.	Lokal, lokal antibiotikabeh.	Systemisk infeksjon, p.o. antibiotikabeh.	Systemisk infeksjon, i.v. antibiotikabeh.
Blødninger	Petechier	Lett blodtap, < 10 % reduksjon av Hb	Større blodtap, 10-20% reduksjon av Hb	Stort blodtap, > 20% reduksjon av Hb

Hudforandringer (Kutan klinikk, K)

Symptomer	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Erythem	Minimalt og forbigående	Moderat, isolerte områder, < 10 cm hver, < 10 % av kroppsoverflaten	Markert, isolerte eller konfluerende < 40% av kropps-overflaten	Meget uttalt, > 40% av kroppsoverflaten, erythem
Smerter. Kløe	Kløe	Lette og intermitterende smerter	Moderate og persisterende smerter	Alvorlige og persisterende smerter
Hevelse. Ødem	Til stede, asymptomatisk	Symptomatisk, sprengende følelse	Symptomatisk, nedsatt funksjon	Total dysfunksjon
Vesikler, bulla	Enkelte vesikler, steril væske	Enkelte vesikler, hemorragisk væske	Bulla med steril væske	Bulla med hemorragisk væske
Løsning av hud	Ikke til stede	Isolerte områder, tørt	Isolerte områder, væskende	Konfluerende områder, væskende
Ulcus. Nekrose	Kun epidermal	Dermal	Subkutan	Nekrose som involverer muskler og ben
Hårtap	Håruttykning	Hårtap i isolerte områder	Komplett hårtap, sannsynligvis reversibelt	Komplett hårtap, sannsynligvis irreversibelt
Negleforandringer	Ikke til stede	Lette	Moderate	Uttalte

Gastrointestinal klinikk (G)

Symptomer	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Diaré, hyppighet. Konsistens	2-3 avføringer / dag, fast	4-6 avføringer / dag, løs	7-9 avføringer / dag, grøtaktig	> 10 avføringer/dag, vanntynn
Tap av mucosa	Intermitterende	Intermitterende, stor mengde	Vedvarende	Vedvarende med stor mengde
Blødning	Okkult	Manifest	Persisterende	Betydelig blødning
Abdominale kramper	Minimale	Tolerable	Intense	Meget intense

For hvert klinikkompleks gis pasienten en score som tilsvarer det delfenomenet som har størst alvorlighetsgrad. *Tilstanden som helhet graderes ut fra den høyeste score som oppnås, alle symptomkomplekser sett under ett.*

Eksempel:

En pasient får følgende score: $N_2 H_3 K_1 G_2$. Tilstanden klassifiseres totalt som Akutt strålesyndrom, Grad 3 ut fra symptomet med høyest alvorlighetsgrad, som i dette tilfellet er registrert fra det hematopoietiske organsystemet.

Behandling av akutt strålesyndrom

Hvor skal pasienten behandles?

Initialt vil en stråleskadet pasient kunne bli tatt hånd om på et sykehus uten spesialfunksjoner (i samarbeid med for eksempel NBC-senteret, OUS Ullevål, eller andre instanser med spesiell kompetanse).

Da benmargssvikt senere i forløpet vil være det dominerende syndromet, er det naturlig at en pasient med akutt strålesyndrom blir behandlet på en hematologisk spesialavdeling i oppfølgingsfasen.

Kravene til grad av isolasjon vil avhenge av graden av benmargsaplasti. Hvis pasienten har mottatt en stråledose på over ca 5 Gray kan det forventes en dyp, livstruende aplasi. Pasienten bør da behandles med et strengt isolasjonsregime i rom med overtrykksventilasjon etter de samme retningslinjer som for pasienter ved allogen stamcelletransplantasjon.

Hos pasienter som har mottatt en høy stråledose vil det etter hvert også utvikles komplikasjoner fra andre organsystemer, slik som anført ovenfor. Det vil derfor med tiden ofte utvikle seg en kompleks klinisk tilstand som vil trenge bistand fra en rekke spesialiteter.

Hovedmomenter i behandlingen ved benmargssvikt

Benmargsstimulerende behandling / transfusjon

Behandling med et medikament som stimulerer granulopoiesen, enten G-CSF eller GM-CSF (som er standard) bør gis til alle pasienter hvor benmargssvikt kan forventes.

Effekten av andre cytokiner (trombopoietin, IL-3 og IL-11) er ikke dokumentert og behandlingen er å betrakte som eksperimentell.

Trombocyttransfusjon anbefales ved trombocytall under $10 \times 10^9/l$. Hvis det er nødvendig med kirurgisk inngrep anbefales at trombocytallet holdes over $50 \times 10^9/l$. Det kan også være aktuelt å prøve behandling med en trombopoietin reseptor agonist (rombiplostim eller eltrobopag)

Erytropoesen er som regel velbevart, selv etter betydelig stråledose. Behandling med Epo regnes derfor ikke å være indisert som rutine.

Anemi er som regel forårsaket av GI blødning og ikke av stråling. Erytrocyttransfusjon gis etter vanlig klinisk vurdering.

NB! Det skal kun benyttes bestrålte blodprodukter for å redusere risikoen for transplantat- mot vert sykdom.

Nytten av tidlig *allogen stamcelletransplantasjon* (SCT) er usikker. I flere tilfeller er det rapportert at denne behandlingen har ført til transplantat- mot – vert (graft versus host) – sykdom. Dette har forverret affeksjonen av andre organsystemer, for eksempel fra gastrointestinal traktus, hud og lunger. SCT bør likevel vurderes hvis det er sannsynlig at autolog regenerasjon ikke vil være mulig, med mindre den mottatte stråledosen har vært så stor at det er overveiende sannsynlig at pasienten uansett ikke vil kunne overleve.

Blodprøve fra pasienten og fra potensielle familiegivere av hematopoietiske stamceller sendes til Vevstypelaboratoriet, Immunologisk Institutt, 0027 OUS Rikshospitalet. Videre utredning med henblikk på SCT, herunder også eventuell beslutning om søk etter ubeslektet giver, gjøres i samarbeid med Gruppe for Allogen Stamcelletransplantasjon, Rikshospitalet.

Antibiotikabehandling

Ved manifest eller forventet benmargsaplasi startes antibiotikabehandling på empirisk grunnlag ved feber og følger vanlige retningslinjer med vekt på dekning mot både gram positive og gram negative bakterier. Ved persisterende feber etter ca. fem dager skal antifungal behandling gis i tillegg. Det er også aktuelt med antiviral behandling hvis symptomer og tegn på systemisk infeksjon persisterer.

De fleste forfattere anbefaler selektiv tarmdekontaminasjon med et peroralt gram negativt middel, som for eksempel ciprofloxacin, hos alvorlig nøytropene pasienter.

Ernæring, væske og elektrolyttbalanse

Ved forventet eller manifest affeksjon av gastrointestinal traktus bør det gis parenteral ernæring etter vanlige retningslinjer. Likeledes korrigeres væske- og elektrolyttforstyrrelser.

Kvalmebehandling

Gis også etter vanlige prinsipper:

Lavgradig kvalme: Antihistaminer, metoklopramid (Afipran) 10 mg x 2, evt som supp. eller som infusjon.

Høygradig kvalme: Serotoninantagoister, som for eksempel ondansetron, eventuelt supplementert med deksametason 10 – 20 mg x 2.

Viktig referanseverk mht stråleskader og håndtering av stråleskadede:

TMT handbook (engelskspråklig, detaljert oversikt over mange forskjellige aspekter av stråleeksponering, først og fremst ved forsettlige hendelser) (www.tmthandbook.org)

Internasjonalt samarbeid innen strålemedisin

International Atomic Energy Authority (IAEA)

IAEA har en enhet som rykker ut ved atomulykker over alt i verden. Gruppen består både av medisinsk fysikere og strålemedisinere. Hjemmeside: www.iaea.org

WHO (Verdens helseorganisasjon)

WHO har opprettet et internasjonalt nettverk for sentre som er engasjert i strålemedisin-REMPAN (Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network). Norsk kontaktperson: Alicija Jaworska, Statens Strålevern. Hjemmeside: www.who.int

EBMT (European Society for Blood and Bone Marrow Transplantation). EMBT har opprettet en "Nuclear Accident Committee". Hjemmeside: www.ebmt.org

Statens strålevern (NRPA - Norwegian radiation protection agency) har et vidt internasjonalt kontaktnett, og vil kunne besørge kontakt med relevante institusjoner både innen Europa og i resten av verden. Hjemmesider: www.stralevernet.no, www.nrpa.no. Telefon: 67 15 25 00, **vakttelefon for strålehendelser:** 67 16 26 00.

IAEAs liste over hendelser/ uhell / ulykker som kan medføre stråleskade:

- Påvisning av medisinske symptomer som kan skyldes radioaktiv eksponering fra en ukjent strålekilde.
- Tap av strålekilde
- Tyveri av strålekilde
- Funn av ukjent strålekilde
- Funn av tidligere tapt strålekilde
- Funksjonsfeil ved røntgenapparat
- Røntgenapparat involvert i brann
- Skade på innkapslet strålekilde for industriell bruk
- Nedfall av satellitt som inneholder strålekilde
- Uhell under arbeid med kjernefysisk våpen
- Transportulykker der en radioaktiv strålekilde er involvert
- Overeksponering av stråler fra røntgenapparat eller terapeutisk strålemaskin
- Sannsynlig eller bekreftet terroristangrep
- Rykte om terroristangrep
- Bombe som inneholder radioaktivt materiale
- Bevisst forurensing av vannforsyning
- Bevisst forurensing av mat
- Påvisning av forhøyet bakgrunnstråling
- Melding om radioaktivt utslipp i et annet land

Del IV

Biologiske agens



Del IV. Biologiske hendelser

Se også **Sammendrag** for forenklet kortversjon

- **Mikroorganismer og toksiner**
- **Nasjonale og internasjonale spredningsscenarioer**
- **Klassifisering av agens**
- **Mistanke om forsettlig spredning av biologisk agens**
- **Smitte, smitteveier, smittevern og dekontaminering**
- **Aktuelle agens, symptomer og behandling**
- **Pre- og posteksposisjonell profylakse**
- **Differensialdiagnoser**
- **Referanser**

- Vedlegg 1: Klassifisering av smitterisiko
- Vedlegg 2: Smitteverntiltak

Se også flere vedlegg lengst bak i boken:

- Vedlegg IV-3: Forsendelse av biologiske prøver – praktisk veiledning
- Vedlegg IV-4: Meldings- og varslingsplikt for smittsomme sykdommer
- Vedlegg IV-5: Håndtering av situasjoner med mulig eksponering for biologiske agens i brev og pakker
- Vedlegg IV-6: Smittevernansvarlig kommunelege og hendelser med mulig eksponering for biologiske agens

Biologiske agens - Mikroorganismer og toksiner

Kroppen er til en hver tid omgitt av mikroorganismer som bakterier, virus og forskjellige sopparter, man antar at det under normale omstendigheter finnes 10 ganger flere bakterier enn menneskeceller på og i kroppen. Vanligvis blir mikroorganismenes patogene egenskaper balansert av kroppens barriere- og immunsystem som hindrer at det oppstår sykdom. Balansen kan endres når

- **barrierene (hud, slimhinner) svekkes eller skades,**
- **immunsystemet er svekket eller**
- **vi angripes av mikroorganismer som er spesielt aggressive eller som kan unngå å aktivere immunsystemet.**

Hvis en eller flere av disse faktorene inntreffer, kan det oppstå infeksjonssykdommer.

De fleste mikrobiologiske agens som er aktuelle ved overlagt spredning overlever kun kort tid utenfor kroppen. Visse typer bakterier (f.eks *Bacillus anthracis* som forårsaker miltbrann) er **sporedannende**, dvs at de i stedet for å tørke ut og dø når omgivelsene er ugunstige omdanner seg til hardføre, sovende bakterieformer som kan overleve i opp til mange tiår utenfor kroppen. Når sporene kommer i et varmt og fuktig miljø kan bakteriene våkne til liv,

begynne å dele seg og fremkalle sykdom. Visse virustyper kan også overleve utenfor kroppen over lengre tid (måned/år) og aktiveres når omgivelsene igjen blir gunstige.

Et av bakteriene viktigste våpen er produksjon av **giftstoffer** som skader eller dreper vevsceller i nærheten, noen av giftstoffene kan påvirke hele organismen og sette livsviktige organer ut av spill selv i meget lave konsentrasjoner. Ved å dyrke opp mikroorganismer som danner slike bakteriegifter i laboratorier kan man renfremstille stoffer som skader eller dreper uavhengig av om selve bakterien er til stede i kroppen. Slike gifter kan vanligvis ikke trenge gjennom intakt hud, men må svelges, inhaleres eller injiseres for å få effekt. **Biovåpen omfatter derfor ikke bare levende patogene mikroorganismer, men også sporer og visse typer bakteriegifter.**

Uansett hvilke typer agens som inngår i et bioterrorangrep, vil eksponerte personer ikke bli syke eller vise klare symptomer før det har gått timer eller dager etter eksponering. Det finnes derfor ikke noe "skadested" for hendelsen, selv om man i ettertid kan finne ut hvor eksponeringen for agens fant sted.

Øket forekomst av smittsomme sykdommer: Definisjoner

Utbrudd: *Enten høyere forekomst av en sykdom enn forventet i løpet en tidsperiode, eller to eller flere tilfeller med antatt felles kilde*

Epidemi: *Høyere forekomst av en sykdom enn forventet, vanligvis om store utbrudd*

Pandemi: En verdensomfattende epidemi

Forsettlig spredning av biologiske agens

Planlagt spredning av biologiske agens (biovåpen) i Norge er lite sannsynlig, men kan aldri utelukkes. Medisinske aspekter ved biovåpen har tidligere vært vurdert vesentlig fra et militært synspunkt. Risiko og behandlingsaspekter for det sivile samfunn har først de senere årene kommet i søkelyset. Mange land er derfor i ferd med å utvikle praktiske og realistiske handlingsprogrammer for å hindre sykdom og død som følge av bioterrorisme.

Utbrudd av sykdom som følge av planlagt spredning av biologiske agens vil sannsynligvis ikke skille seg fra situasjoner som skyldes naturlig smitte eller uhell. Man må imidlertid også forvente at kjente sykdommer kan ha atypiske trekk, og at tilstandene kan være så sjeldne at få eller ingen klinikere i Norge har erfaring med disse. Noen av de aktuelle sykdommene er omtalt i denne håndboken.

Ved tilsiktet spredning av et infeksiosøst agens eller toksin vil det kunne oppstå en situasjon som ligner på et ordinært utbrudd av en infeksjonssykdom med mange akutt syke. Det kan forventes å oppstå behov for store ressurser mht. personell, isolater, intensivbehandling, verneutstyr og smitteverntiltak. Behovet for ressurser i helsevesenet vil være tilnærmet likt enten det dreier seg om naturlig smittespredning eller en tilsiktet biologisk hendelse, og de samme etatene og de kommunikasjonslinjene vil bli involvert. Infeksjonsmedisinere, infeksjonsavdelinger, mikrobiologer og epidemiovervåkningsorganer vil ha de samme rollene som ved naturlig spredning, det er derfor hensiktsmessig å tilpasse eksisterende beredskapsplaner til å kunne håndtere både forsettlig og naturlig spredning av infeksjonssykdommer. Ved spredning av bakterietoksiner foreligger det ikke smittefare i vanlig forstand etter at pasientene er dekontaminert, slike pasienter trenger derfor ikke isolasjon. Angst og bekymring blant befolkningen kan imidlertid ventes å få øket omfang hvis media rapporterer om at man mistenker forsettlig spredning.

Større sykehus må være forberedt på å kunne motta og behandle et stort antall pasienter på kort varsel. Mikrobiologiske og andre laboratorier må være i stand til å opprettholde diagnostisk aktivitet, også når det er mistanke om høyrisiko smitte. Godt smittevern må ivaretas fra starten av ved mulig/sannsynlig utbrudd av smittsom sykdom. Samordning av funksjoner med klare ansvarslinjer mellom primærhelsetjenesten og sykehusene er viktig.

For optimal diagnostikk og koordinering av ressurser må varslings- og melderutiner til helsemyndigheter følges.

Ved mistanke om spredning av f. eks. anthrax-sporer skal dekontaminering gjennomføres etter rutiner tilsvarende de som gjelder for andre kontaminerende agens, se vedlegg IV- 6. Ved "pulverbrev" gjør politiet en vurdering av sannsynlighets- og konsekvensanalyse før omfanget av tiltak bestemmes, tiltakene revurderes når svar fra analyse av materialet foreligger.

Generelt om diagnostikk av infeksjoner

Direkte metoder

- mikroskopi (lys- og elektronmikroskopi)
- antigenpåvisning – påvisning av strukturelle deler av smittestoff ved hjelp av spesifikt antistoff
- PCR (polymerase chain reaction) – påvisning av genmateriale i mikroorganismer.
- dyrking og identifikasjon.
- toksinpåvisning

Indirekte metoder

- antistoff ("serologi")
- toksineffekt på forsøksdyr

Det lokale laboratoriet vil gi råd om hvilke undersøkelser som er aktuelle i en gitt problemstilling.

Det foregår også utvikling av metoder som kan identifisere bakterier på stedet (dvs uavhengig av laboratorier) i løpet av noen få timer. Disse er foreløpig ikke (2011) utprøvet i Norge, men *kan* bli viktige verktøy i løpet av få år.

Viruspåvisning med elektronmikroskop

(bl.a. ved OUS)

Ved elektronmikroskopi (EM) kan man raskt identifisere virus. Det finnes et 20-tall virusfamilier med humanpatogene varianter. Alle disse er karakterisert morfologisk ved EM og kan gjenkjennes i et egnet prøvemateriale. Siden EM ikke er avhengig av spesifikke reagenser, har metoden et åpent blikk også for uventede infeksiose agens. Morfologisk identifikasjon av virusfamilie kan være til uvurderlig hjelp i situasjoner med ukjent infeksionstypen. Hovedindikasjonen for EM i B-sammenheng er mistanke om kopper.

Historikk

Biovåpen ble brukt allerede i romertiden. Soldater kontaminerte vannforsyningslinjer med lik og dyrekadavre. Kopper ble spredd som planlagt aksjon både av engelske, spanske, franske og amerikanske tropper i flere kriger ved å sende kontaminert utstyr over til motparten. Under den annen verdenskrig gjennomførte japanerne utstrakte forsøk med biologiske våpen. Mer enn 10 000 fanger døde som følge av eksperimenter på mennesker. En rekke kinesiske byer ble angrepet med *Bacillus anthracis*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella* og *Shigella*. Lopper infisert med *Yersinia pestis* ble sluppet fra fly. *Francisella tularensis* ble brukt mot tyske soldater i Stalingrad.

Etter den annen verdenskrig arbeidet flere land med utvikling av biologiske våpenprogrammer. En rekke mikroorganismer ble dyrket opp (oppformert) og lagret, og behandlingsmetoder, motgifter og vaksiner som kunne beskytte egne tropper og egen befolkning ble forsøkt utviklet. I 1972 ble Biologivåpenkonvensjonen (BTWC) undertegnet og trådte i kraft i 1975. 103 nasjoner undertegnet overenskomsten om "aldri å utvikle,

produsere, lagre eller på annen måte erverve eller holde tilbake mikrobielle eller andre biologiske agens eller toksiner..... av en art eller mengde som ikke kan rettferdiggjøre anvendelse for profylakse, beskyttelse eller annen fredelig anvendelse". To av landene, USA og Irak, har offisielt innrømmet at de siden har drevet med forskning, utvikling og produksjon av biologiske våpen. Slik forskning kunne være svært farlig: I 1979 skjedde det spredning av antraxsporer som aerosol fra fabrikk for biologisk krigføring i Sovjetunionen (Sverdlovsk) ved et uhell. Minst 96 personer ble syke og 64 døde (tallene kan ha vært høyere).

Når det gjelder ikke-militære, planlagte aksjoner med biologiske agens, er postforsendelsen av *B. anthracis* sporer til ulike adressater i USA mest kjent. I 2001 døde 5 pasienter mens 17 andre ble syke som følge av spredning av miltbrannsporer ("hvitt pulver") med brev. I startfasen mistenkte man at utenlandske terrorister stod bak, men senere etterforskning konkluderte med at én person, som hadde arbeidet med *B. anthracis* som et ledd i vaksineutvikling på et laboratorium i USA, var gjerningsmannen.

Lærdom fra større utbrudd som ikke skyldes forsettlig spredning

Et utbrudd av sykdom vil kunne arte seg likt, i alle fall i tidlig fase, enten det skyldes naturlig smitte, uhell (f.eks i laboratorium eller fra tekniske installasjoner) eller en overlagt handling. Selv om man i Norge ikke har erfaring med forsettlig spredning av biologiske agens, finnes ekspertise og erfaring med utbruddsetterforskning, smittevern og behandling av flere pasienter enn normal kapasitet tilsier. Erfaring fra slikt arbeid har overføringsverdi til håndtering av situasjoner med mistanke om forsettlig spredning av biologiske agens, både når det gjelder utredningsarbeid og begrensnings av smitteutbredningen. Utbruddet av legionellose i Østfold i 2005 og det globale utbruddet av SARS i 2003 beskrives som eksempler nedenfor. Den epidemiologiske etterforskningen av disse hendelsene, og også av utbruddene av *E. coli* bakterier med spesielt farlig toksinproduksjon med utvikling av hemolytisk-uremisk syndrom i Norge (2006) og Nordtyskland (2011) viser imidlertid at epidemiologisk utredning kan være tid- og ressurskrevende. I begge disse tilfellene tok det flere uker fra man oppdaget at det hadde oppstått uvanlige sykdomstilfeller som skyldtes farlig smittestoff til man kunne fastslå en sannsynlig årsak til smittespredningen, i denne tidsperioden kan det være vanskelig eller umulig å være helt sikker på at det *ikke* dreier seg om forsettlig spredning.

Legionellose

Legionella-utbruddet i Østfold i 2005 resulterte i totalt 56 tilfeller, hvorav 10 dødsfall. Det illustrerer mange av de utfordringer man kan bli stilt over ved sykdomsspredning hvor man initialt ikke kjenner årsaken, og hvor også overlagt spredning er teoretisk mulig.

Det ble i mai 2005 i løpet av få dager ble innlagt et uvanlig høyt antall pasienter med lungebetennelse på sykehuset i Fredrikstad. Kapasitetsproblemer gjorde at pasienter fra Fredrikstad-området måtte fordeles til flere andre sykehus på Østlandet. I starten var årsaken ukjent, men tre av pasientene fikk snart påvist legionellose som er en sjelden årsak til pneumoni i Norge. Da denne bakterien stort sett spres som en aerosol fra et smittereservoar måtte man *i)* identifiserer smitekilden og *ii)* eliminere denne

En koordinerende gruppe med representanter fra bl.a. kommunehelsetjenesten, det lokale sykehuset og Folkehelseinstituttet foretok utspørring av de syke og deres pårørende. Dette avslørte i første omgang ingen sikker felles smitekilde. Kjøletårn og klimaanlegg er kjente kilder for spredning av *Legionella*-bakterier. Tenkelige smitekilder ble oppført i et geografisk informasjonssystem, og pasienter ble systematisk utspurt om hvor de hadde vært seg i inkubasjonsperioden. Bakterier dyrket fra pasientprøver ble genetisk undersøkt for å se om disse var identiske, noe man ville forvente dersom pasientene hadde en felles smitekilde. Bakteriologiske prøver fra kjøletårn og andre innretninger ble undersøkt på samme måte. I

tillegg ble det gjort geografiske beregninger av aerosolspredning fra mulige kilder basert på meteorologiske data for den aktuelle perioden.

På basis av disse undersøkelsene konkluderte man i første omgang med at smitekilden var en såkalt industriell "luftskrubber" som renser luft for støvpartikler. Denne konklusjonen bygget på flere forhold: i) Genetisk lik bakterie ble påvist både i luftskrubberen og hos de smittede pasientene, ii) risiko for smitte avtok med avstanden fra skrubberen og iii) modeller for spredning av aerosol og vekstforhold i skrubberen talte i samme retning. Noen pasienter som ikke hadde vært nærmere den antatte kilden enn 10 km, ble smittet.

Senere undersøkelser har imidlertid betvilt at luftskrubberen var kilden, og tyder på at kilden både i 2005 og et senere utbrudd i 2008 var biodegrasjonsdammer og sekundær spredning via elven Glomma. *Legionella*-utbruddet illustrerte bl.a. at:

- Et uvanlig høyt antall pasienter med en uvanlig sykdom bør gi mistanke om at et man står over for et utbrudd og man bør tenke på muligheten av en felles smitekilde
- Tverrfaglig samarbeid mellom en rekke etater kan være nødvendig for raskt å finne smitekilden
- Smittestoff kan spre seg over store avstander fra kilden dersom ytre forhold ligger til rette for det

SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome)

Det internasjonale utbruddet av SARS i 2003 satte WHO og hele verdenssamfunnets beredskap mot smittsomme sykdommer på prøve. SARS artet seg som en lungebetennelse med høy dødelighet. Utbruddet startet i det sørlige Kina høsten 2002, men ble sent varslet av kinesiske myndigheter. Dette bidro sannsynligvis til at spredningen i den første perioden kom ut av kontroll. Totalt ble over 8000 mennesker syke i 27 land, og nesten 800 døde.

Allerede tidlig ble det klart at smittsomheten var høy, og mange helsearbeidere ble syke. WHO varslet verdenssamfunnet om sykdommen 12. mars 2003, men årsaken til sykdommen var fortsatt ukjent. Som følge av et intenst internasjonalt samarbeid kunne WHO allerede en drøy måned senere erklære at årsaken til SARS var et hittil ukjent virus (et coronavirus).

Samtidig med at det ble igangsatt intens forskning på årsaken til sykdommen, ble det i Kina gjennomført strenge infeksjonskontrolltiltak som inkluderte isolering av syke, karantene av nærkontakter, reiserestriksjoner, stenging av skoler og screening av reisende på flyplasser. Slike tiltak ble i varierende grad tatt i bruk også i andre land.

Under epidemiens tidlige fase var det uklart hvordan viruset smittet. WHO valgte å anbefale at landene isolerte pasienter på luftsmitteregime der det var praktisk mulig. I ettertid har vi lært at SARS hovedsakelig smitter ved kontakt- og dråpesmitte, men at luftsmitte over lengre avstander også er mulig.

I juli 2003 erklærte WHO at SARS-utbruddet var over. Det er sannsynlig at de samlede tiltak mot sykdommen bidro sterkt til å få kontroll på epidemien.

Følgende lærdom kan bl.a. trekkes:

- Årvåkenhet for opphopning av alvorlig sykdom og nye smitemønstre er viktig
- Tidlig varsling og åpenhet er avgjørende for at man skal kunne treffe effektive tiltak mot en smittsom sykdom
- Internasjonal samordnet innsats er viktig for bekjempelse av smittsomme sykdommer
- Ved uklarhet om smitemåte i tidlige fase av utbrudd med en alvorlig infeksjonssykdom må strenge infeksjonskontrolltiltak gjennomføres

Beredskapsplaner mot smittsomme sykdommer

Beredskap mot smittsomme sykdommer skal inngå i kommunenes og spesialisthelsetjenestens beredskapsplaner. Denne beredskapen vil også danne grunnlaget for håndtering av utbrudd av sykdom som følge av uhell eller overlagt spredning av biologiske agens. For kopper og influensa er det utarbeidet nasjonale beredskapsplaner. Det vises til kapittelet om kopper for mer informasjon om koppeplanen.

Nasjonal beredskapsplan for pandemisk influensa

En influensapandemi er en verdensomspennende epidemi som skyldes en ny subtype av influensavirus. Slike pandemier opptrer typisk med intervaller på 20-40 år og er assosiert med betydelig økt sykkelighet og dødelighet, fordi ingen eller bare få personer har immunitet mot viruset. Både selve influensasykdommen og de sekundære komplikasjoner har ofte et mer alvorlig forløp enn ved vanlig sesonginfluensa. En betydelig andel av verdens befolkning kan bli smittet i løpet av en sesong og medføre omfattende ressursbehov, mangel på helsepersonell og svikt i vesentlige samfunnsfunksjoner.

I Nasjonal beredskapsplan for pandemisk influensa inngår bl.a. informasjon om helsetjenestens ansvar ved utbrudd av en pandemi og de tiltak som da skal settes i verk. Dette inkluderer bl.a bruk av vaksine, antivirale midler og smittevern. Den legger også opp til at det utarbeides spesifiserte mottaks- og behandlingsindikasjoner, kriterier for innleggelse og utskrivning og etablering av samarbeid mellom primær- og spesialisthelsetjenesten.

I juni 2009 erklærte WHO at verden stod over for en pandemi med en ny subtype av influensa A H1N1, det såkalte svineinfluensavirus. Dette førte til intensivering av beredskapsarbeidet i hele samfunnet, inkludert helsetjenesten. Heldigvis viste det seg at dette viruset var en relativt mild variant, som førte til beskjedne dødelighet sammenlignet med scenarioer som var skissert i planen. Likevel medførte pandemien en betydelig belastning på helsetjenesten. Beredskapsplanen var til stor støtte for beslutningstakere da pandemien var et faktum, men man gjorde seg også erfaringer som vil bidra til bedret fremtidig beredskap.

Mistanke om forsettlig spredning av biologisk agens

I likhet med naturlig oppståtte epidemiske infeksjonssykdommer vil en forsettlig biologisk hendelse vanligvis følges av sykdom først dager eller uker etter at eksponering for det aktuelle agens har skjedd. Forsettlig spredning bør mistenkes ved påvisning av et uvanlig/sjeldent sykdomsagens eller toksin, ved uvanlig resistensprofil, atypisk forløp av en epidemi eller ved at sykdommen rammer personer uten kjent risiko for smitte (f.eks uvanlig rask stigning i antall syke eller sykdom på feil årstid).

Det vil sannsynligvis være helsepersonell som akuttmedisinere, infeksjonsmedisinere, smittevern- eller laboratoriepersonell som først fatter mistanke om at en sykdom kan skyldes bioterror. Melding og varslings til MSIS (Meldingssystem for smittsomme sykdommer) kan også fange opp en slik hendelse. Rask respons før endelig mikrobiologisk påvisning kan redusere smittespredning, og dermed hindre sykdom og død.

Klassifisering av aktuelle agens ved forsettlig spredning

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) i USA har satt opp en mye benyttet liste over de mest aktuelle biologiske agens ved forsettlig spredning. Her er disse inndelt i kategoriene A, B og C på basis av bl.a. annet smittsomhet, alvorlighetsgrad av sykdom, tilgjengelighet av smittestoff, mulighet for smitte av mange, evne til å skape panikk og krav til spesiell beredskap. Listen bygger sannsynligvis delvis på erfaringer gjort under tidligere forskning på biovåpen, og er ikke fullstendig med tanke på agens som kan tenkes benyttet ved overlagt spredning.

Kategori A

Mikrober og toksiner med høyeste prioritet fordi de medfører den største risiko for individer og folkehelse/samfunn fordi de

- Enkelt kan spres *og/eller* overføres fra person til person
- Fører til sykdom med høy dødelighet og store konsekvenser for folkehelsen
- Kan føre til panikk og sosial uro i befolkningen
- Krever spesiell helseberedskap

Kategori B

Agens med den nest høyeste prioritering pga.

- Moderat spredningsrisiko
- Moderat sykkelighet, men lavdødelighet
- krav til styrket diagnostisk kapasitet og overvåking

Kategori C

Agens med tredje høyeste prioritet inkluderer nye mikrobielle agens som potensielt kan bli manipulert for å muliggjøre massiv spredning fordi de er

- Lett tilgjengelig
- Kan dyrkes og spres på en lettvinnt måte
- Har potensial for å fremkalle høy sykkelighet og dødelighet, og påvirkning av folkehelsen.
- *For klassifikasjon av smittefare i Forskrift om vern mot eksponering for biologiske faktorer , se vedlegg 1*

Tabell 1(IV). Mikroorganismer/toksiner med egenskaper som er særlig aktuelle ved overlagt spredning.

Sykdom	Agens
Kategori A <i>Miltbrann, anthrax</i> <i>Kopper</i> <i>Pest</i> <i>Harepest/tularemi</i> <i>Viral hemoragisk feber (VHF): Ebola, Marburg, Lassa, Krim-Kongo</i> <i>Botulisme</i>	Bacillus anthracis Variola major Yersinia pestis Francisella tularensis Filovirus, arenavirus, bunyavirus. Clostridium botulinum-toksin
Kategori B <i>Q-feber</i> <i>Brucellose</i> <i>Snive</i> <i>Pseudosnive</i>	Coxiella burnetii Brucella spp Burkholderia mallei Burkholderia pseudomallei

Flekktyfus	Rickettsia prowazekii
Psittakose	Chlamydia psittaci
Viral encefalitt	Alfavirus (Venezuelan, Eastern, and Western equine encephalitis)
Toksin-sykdommer	Epsilon-toksin (fra Clostridium perfringens) Stafylokokk-enterotoksin B
Mat- og vannbårne sykdommer	f.eks Salmonella, E.coli O157:H7, Shigella, Vibrio cholera, Cryptosporidium parvum
Kategori C	
Nye sykdommer	f.eks Nipahvirus og Hantavirus

Smitteveier og smittevern

Smittsomme sykdommer kan spres på forskjellig vis, og smitemåten kan forenklet inndeles i kontaktsmitte (direkte, indirekte og fekal-oral), dråpe - luftbåren smitte (inkludert dråpesmitte) og inokulasjonssmitte. Sistnevnte smittevei er lite sannsynlig ved forsettlig smittespredning, og omtales ikke nærmere. Flere av de agens som kan tenkes brukt ved bioterror, smitter ikke fra person til person (se senere). Mht smitteverntiltak følges generelle infeksjonsforebyggende tiltak – (standardtiltak: Håndvask og vanlig forsiktighet, se også vedlegg 2) – for alle pasienter. For noen sykdommer er det nødvendig med "kontaktsmittetiltak". *For noen få sykdommer: lungepest, kopper og viral hemoragisk feber - gjelder strengere tiltak.*

Detaljer mht forskjellige tiltaksnivåer er beskrevet i vedlegg 2.

Kontaktsmitte

- **Direkte kontaktsmitte**

Smittestoffet overføres ved direkte kontakt mellom smittebærer og mottakelig person. Da smittestoffer generelt ikke trenger gjennom intakt hud, blir smitteveien via direkte slimhinnekontakt eller fra personalets hender til sår i egen hud, egen munn, nese eller andre slimhinner.

- **Indirekte kontaktsmitte**

Smitteoverføring skjer fra en smittebærer via et forurenset mellomledd til en mottakelig person, f. eks. at kontaminering av hender skjer ved kontakt med utstyr, tøy, bandasjer eller instrumenter.

- **Fekal-oral smitte**

Smittestoff fra avføring overføres via forurenset hender eller mat eller drikke til munnen hos mottakelig person.

Smittevern: Kontaktsmitte (hansker + stellefrakk ved direkte kontakt)

Luftbåren smitte

Luftbåren smitte kan skje på tre måter, enten som dråper eller som støvpartikler/sporer som virvles opp eller med dråpekjerner fra pasienter eller mekaniske innretninger.

- **Dråpesmitte**

Små dråper med en diameter ned til ca. 100 µm kan produseres ved hoste, nysing eller brekning, søl eller sprut av flytende kroppsvæsker. Disse holder seg svevende i luften bare noen sekunder pga sin tyngde, men kan i denne tiden smitte til slimhinner i øyne, nese eller munn hos en mottakelig person som har nær kontakt med en syk person.

Smittevern: Kontaktsmitte + kirurgisk munnbind for personer som skal oppholde seg innenfor en avstand av ca 1 meter fra pasienten (se vedlegg 2). Beskyttelse av øyne (skjerm, vernebriller) ved prosedyrer med risiko for sprut.

- **Støvparkler og sporer**

Støvparkler kan være bærere av smittsomme agens, både bakterier og virus. Normalt vil de falle ganske raskt til gulvet, men kan holde seg svevende lengre hvis luften er i bevegelse. Mikrober som forblir infeksiose ved inntørking kan på denne måten overføre smitte til en mottakelig person. Inntørkede sporer (f. eks. ved anthrax) kan oppføre seg på samme måte som støvparkler dersom de virvles opp med vind eller annen turbulens.

- **Dråpekjerner**

Ved hoste, nysing, snakking, søl og sprut av kontaminerte væsker kan det dannes aerosoler. Disse inneholder små dråper som fordampes til en størrelse < 10 µm og kalles da dråpekjerner. Dråpekjerner er så lette at de kan holde seg svevende i luften i mange timer og kan spres over større avstander- fra rom til rom, over korridorer etc. Størrelsen gjør at de uhindret av forsvarsmekanismene i luftveiene kan inhaleres direkte med åndingsluften til bronkier og alveoler. Dråpekjerner inneholder relativt lite fuktighet, men kan spre bakterier og være bærere av bakterier og virus som tåler uttørking.

Smittevern: Kontaktsmitte + åndedrettsvern (f. eks. tettsittende P3 maske, se vedlegg 2)

Ved antatt eller bekreftet høyriskosmitte brukes spesielle vernedrakter med full beskyttelse av all hud og slimhinner samt luftfiltrering.

Isolering og dekontaminering

For å beskytte personalet og andre personer mot smitte som følge av sykdom hos pasienter, kan det være nødvendig å benytte isolering. Dekontaminering kan være aktuelt både av personer og miljø ved forurensing som følge av uhell eller overlatt spredning av biologiske agens.

Isolering

Tabell IV-2 viser anbefalte isoleringstiltak ved mistenkt eller påvist sykdom som følge av biologiske agens. Det vises til vedlegg 2 for detaljer om de forskjellige isoleringsregimer.

Tabell IV-2. Isoleringstiltak ved mistenkt sykdom med biologiske agens

(se vedlegg 2 for definisjoner og detaljer)

Sykdom	Standard tiltak	Kontakt-Smitte	Dråpe-smitte	Luftsmitte	Høyrisiko smitteisolat ved OUS
Anthrax	X	ved hudsår		Evt. før dekontaminering ved uhell/overlagt spredning	

Botulisme	X				
Brucellose	X				
Melioidose	X	ved hudabsess			
Pest		ved ukontrollert sekresjon fra sår/absess		ved lungepest: luftsmitte i 72 timer etter start av effektiv behandling	
Q-feber	X				
Kopper		X	X	X kontakt infeksjonsmedisiner/ koppeteam for ev. flytting til høyriskosmitte isolat	
Tularemi	X	ved ukontrollert sekresjon fra sår/absess			
Hemoragisk feber		X	X	X kontakt infeksjonsmedisiner, for ev. flytting til høyriskosmitte isolat	

Dekontaminering av pasienter og miljø

Ved uhell eller forsettlig spredning av biologiske agens (mikroorganismer og toksiner), kan pasientens hud, sko, klær, hår og skjegg representere et reservoar av det aktuelle agens, og utgjøre en fare for ytterligere skade av pasient og for smitte eller forgiftning av andre.

Ved mistanke om slik eksponering må pasientene dekontamineres før innleggelse i sykehus. De dekontamineringsprinsipper som gjelder ved kontaminering med skadelige gasser (full avkledding, fjerne langt hår/skjegg, såpevask av hud og hår, avdusjing), kan brukes også i slike situasjoner. Som for kjemisk/radioaktiv kontaminering må personalet som assisterer under dekontaminering, være iført verneutstyr (se del II, VI).

For dekontaminering av miljø ved uhell eller overlatt spredning, vises det til omtalen av enkelt sykdommer og vedlegg 5: "Håndtering av situasjoner med mulig eksponering for biologiske agens i brev og pakker".

Melding og Varsling: Definisjoner

Melding er i denne sammenheng en rutinemessig meddelelse, f. eks melding som kan sendes elektronisk eller med post til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) ved Folkehelseinstituttet. **Varsling** er en meddelelse som skal skje raskt og direkte (vanligvis pr. telefon), varsleren må forvise seg om at varslet er mottatt.

NB: Ved mistanke om overlatt spredning skal Kommunelegen, Fylkesmannen og Folkehelseinstituttet varsles direkte. Folkehelseinstituttet varsles ved å ringe den døgnåpne Smittevernvakten (tlf. 21 07 63 48).

Også i situasjoner hvor det ikke er mistanke om overlatt spredning, kan det ved mistenkt eller påvist sykdom være meldingsplikt og varslingsplikt i henhold til MSIS- og

tuberkuloseforskriften. Det vises til Vedlegg 4 og Folkehelseinstituttets nettsider på www.fhi.no (klikk smittsomme sykdommer, sykdommer a-å).

Aktuelle agens, symptomer og behandling

Det finnes mange smittsomme agens som kan tenkes å bli benyttet ved planlagt spredning. Bare de mest aktuelle omtales her. Engelsk skrivemåte er satt i parentes.

I tabell 4 har man satt opp en gruppering av kliniske tegn som kan være et hjelpemiddel til raskt å komme frem til aktuelle sykdommer (syndrombasert diagnostikk).

Anthrax – miltbrann (Anthrax)

Årsak

Bakterien *Bacillus anthracis*. Sporedannende aerob, grampositiv stav. Sykdomsfremkallende stammer har kapsel og toksinproduksjon. Sporene kan inhaleres som støv eller aerosol.

Epidemiologi og smitteveier

Kan smitte fra dyr til menneske (zoonose) gjennom direkte kontakt eller via kontaminerte dyreprodukter som f.eks lær og skinn. Smitte mellom mennesker er ikke dokumentert bortsett fra enkelte tilfeller med hudanthrax etter direkte kontakt med sår. Sykdommen finnes blant husdyr og ville dyr i Asia, Afrika, Sør- og Mellom-Amerika, Karibia og deler av Øst- og Sør-Europa. Siste tilfelle hos dyr i Norge var i 1993 da en okse døde av sykdommen. Fra 2009 til 2010 var det et utbrudd av anthrax blant heroinmisbrukere i Skottland (47 tilfeller, 13 døde) og England (5 tilfeller, 4 døde).

Mulighet for biologiske hendelser

Sporer kan overleve i flere tiår og har egenskaper og størrelse som gjør det mulig å spre dem i forstøvet form. Sporene er luktfrie, og sluppet fra fly kan de spres over flere kilometer. Anthrax-sporer ble forsket på og lagret som biologisk våpen av flere land under og etter den andre verdenskrig. Etter et uhell ved en sovjetisk bioåpenfabrikk i Sverdlovsk i 1979 ble det påvist 94 tilfeller og 64 dødsfall. I 2011 forårsaket anthraxsporer sendt med brev i USA 22 tilfeller av anthrax, hvorav 11 med inhalasjonsanthrax (5 døde) og 11 hudtilfeller.

Inkubasjonstid

Fra under ett døgn til ca 2 måneder. Sykdomsmanifestasjonen vil avhenge av smitteveien; hudanthrax etter kontakt med bakterier eller sporer på skadet hud, gastrointestinal anthrax ved inntak av infisert mat, inhalasjonsanthrax ved inhalasjon av sporer.

Klinikk

- **Hudanthrax:** Utgjør 95% av globale tilfeller av anthrax. Inkubasjonstid 12 timer -12 dager. Etter direkte kontakt mellom sporer/bakterier og skadet hud tilkommer lokal kløe. Deretter skjer suksessivt en utvikling fra papel til vesikkel som deretter i løpet av 7-10 dager blir et svart, nekrotisk, ikke smertefullt sår (eschar). Uttalt ødem i området rundt såret som følge av toksinproduksjon. Feber kun ved sekundærinfeksjon eller systemisk spredning. Dødelighet < 1% med behandling, ca 20% uten behandling.
- **Inhalasjonsanthrax:** Inkubasjonsperiode opp til 2 måneder etter inhalasjon av sporer. Ofte tofasert forløp, men symptomer kan utvikles rask.
 - Prodrromalfase: Uspesifikke symptomer som feber, uproduktiv hoste, tretthet, myalgi, profus svette og brystmerter. Sparsomme funn ved lungeauskultasjon.

- Sykdomsfase: 1-5 dager etter debut av initialsymptomer. Akutt høy feber, alvorlig dyspné, ødem og venestuvning på halsen. Sjokk og død i løpet av 1-2 døgn. Dødelighet: 45-86%.

Prognose er avhengig av at diagnose stilles tidlig, noe som er vanskelig uten at man har mistanke på forhånd. Røntgen thorax: Breddeøket mediastinum (mediastinit, pericardvæske, glander og ødem rundt bronkier). Pleuraeffusjon. Infiltrater.

- **Gastrointestinal/orofaryngeal anthrax:** Inkubasjonsperiode 2-7 dager. Halssmerter, kvalme, oppkast og feber. Sår ved tungebasis, kan bli nekrotiske. Ødem kan true luftveiene. Hematemese, diaré (oftest blodig) og akutt abdomen med ascites. CT abdomen viser mesenterieell adenopati. Sjokk og død i løpet av 2-5 dager. Dødelighet > 50%.
- **Meningitt:** Ses som komplikasjon til ca 50% av tilfellene når utgangspunkt er lunger eller gastrointestinaltraktus.

Differensialdiagnoser

Hudanthrax: Karbunkel, cellulitt, bulløs erysipelas, tularemi og edderkoppbitt (utenlands).

Inhalasjonsanthrax: Pneumoni og sepsis.

Gastrointestinal anthrax: Akutt abdomen, blodig diaré/sykdom.

Mikrobiologisk diagnostikk

Avtal med det lokale laboratorium fremgangsmåte for taking, pakking og transport av biologiske prøver. (Se vedlegg 3, Prøvetaking og Emballering og Relevante prøver).

Mistanke om diagnose ved påvisning av *gram positive staver* i

- blodkultur
- ascitesvæske
- halsprøve
- spinalvæske
- vevsprøve

Dyrkning og realtime polymerase chain reaction (PCR), gjøres ved Folkehelseinstituttet (FHI).

Behandling

	Behandling	Varighet
Voksne	Ciprofloxacin 400 mg x 2 i.v. eller doxycyclin 100 mg x 2 i.v. Ved inhalasjonsanthrax og gastrointestinale former: i tillegg clindamycin 600 mg x 4 ± rifampicin 300 mg x 2 (alternative midler inkluderer, penicillin, ampicillin, vancomycin, kloramfenikol, meropenem, gentamicin, clindamycin, claritromycin). Viktig at minst ett middel har god overgang til CNS.	Initialt i.v. behandling. Ved klinisk bedring gå over til p.o. behandling. Ciprofloxacin 500 mg x 2 eller doxycyclin 100 mg x 2 i totalt 60 dager (i.v. eller p.o.). 7-10 dager ved hudanthrax, 60 dager hvis smittet som følge av bioterror (kan også ha inhalert sporer).

Barn	Ciprofloxacin* 10 mg/kg x 2 i.v. eller doxycyclin* >8 år og >45 kg: 100mg x 2, < 8 år og/eller < 45kg: 2,2 mg/kg x 2 i.v. Ved inhalasjons- og gastro-intestinal anthrax i tillegg + clindamycin 7,5 mg/kg (opp til 600mg) i.v. x 4 ± rifampicin 10 mg/kg x 2 (max 600mg/d). For alternative midler se over. Viktig at minst ett middel har god overgang til CNS.	Initialt i.v. behandling, skift til p.o .ved klinisk bedring, enten ciprofloxacin 15mg/kg (opp til 500 mg) x 2 eller doxycyclin 2,2 mg (opp til 100mg) x 2. Total behandlingstid 60 dager, 7-10 dager ved hudanthrax, 60 dager hvis smittet som følge av bioterror (kan også ha inhalert sporer). .
Gravide og ammende	Samme behandling som voksne*.	

* Ved eksposisjon for sporer er risiko betydelig, og det er derfor indisert med medikamenter som ellers ikke brukes hos barn/gravide/ammende. Om mulig bør amming opphøre.

Smittevern

Kontaktsmitte ved sår, smitter ellers ikke mellom mennesker.

"Pulverbrev" og dekontaminering

Etter hendelsen i USA i 2001 har det vært en rekke episoder med "pulverbrev" også i Norge. Til dels dreier deg seg om pulver som har vært spredt med hensikt for å true og skape angst. Det har hittil ikke vært påvist B anthracis eller annet smittsomt materiale i disse.

Ansvar for håndtering av slike hendelser påhviler først og fremst politi, redningsetater og kommunehelsetjeneste. Disse må ha retningslinjer for håndtering av dette lokalt, inkludert prøvetaking og transport til laboratorium, dekontaminering av eksponerte personer og bygninger, og oppfølging av mulig eksponerte. Dersom det ikke raskt sannsynliggjøres at pulveret ikke inneholder smittestoff, bør eksponerte tilbys medikamentell profylakse, som kan avsluttes ved negativt prøvesvar.

Dekontaminering av eksponert område

- Personalet bruker engangsdress som dekker klær og sko, hette, hansker, visir og åndedrettsvern under prosedyren, de nye vernedraktene kan også brukes.
- Synlig, mulig infisert materiale fjernes med klut fuktet i vaskevann bestående av 1 dl husholdningsklorin og 9 deler vann, alternativt 10% hypokloritt, 10-30% formalin (tilsvarende 4-12% formaldehyd) eller pereddiksyre (Perasafe)
- Sluttrensjøring av gulv og flater med kloramin vaskevann
- Utstyr som ikke kan desinfiseres eller autoklaveres skal dobbeltemballeres før destruksjon ved forbrenning

Dekontaminering av eksponerte personer

Se dekontaminering av pasienter og miljø (over). Man vil i første fase ikke vite om det virkelig dreier seg om anthrax eller om andre stoffer (mel, talkum, ol.) i pulverform, sannsynligheten for anthrax regnes i Norge for svært liten. Anthrax-sporer gir ingen akutteffekter. Hvis man vurderer trusselen om anthrax som reell, skal eksponerte personer snarest fjerner klær og sko (som dobbeltemballeres), deretter dusje med såpe og vann eller spyles med vann. Da såkalte "pulverbrev" uten biologisk innhold forekommer med jevne mellomrom, vil man

vanligvis avvente med behandling til materialet er undersøkt. Av samme grunn vil man vanligvis ikke klippe opp klær, men la potensielt eksponerte personer puste ut når klesplagg må tas over ansiktet. Klær kan da vaskes/renses på vanlig måte hvis mistanken om anthrax blir avkreftet.

For detaljer vises til vedlegg 5: *Håndtering av situasjoner med mulig eksponering for biologiske agens i brev og pakker* og vedlegg 6: *Smittevernansvarlig kommunelege og hendelser med mulig eksponering for biologiske agens*.

Profylakse etter mistenkt eller sikker eksponering

	Posteksposisjonell profylakse	Varighet
Voksne	Ciprofloxacin 500 mg x 2 p.o. <i>eller</i> doxycyclin 100 mg x 2 p.o., <i>eller</i> (hvis sensitiv) amoxicillin 500 mg x 3 p.o.	60 dager. Revurder profylakse når svar på dyrkning/resistensbestemmelse foreligger.
Barn	Ciprofloxacin* 15 mg/kg (opp til 500 mg) x 2 p.o. <i>eller</i> (> 8 år) doxycyclin* 2,2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 p.o., <i>eller</i> (hvis sensitiv) amoxicillin 25 mg/kg (opp til 500 mg) x 3 p.o.	60 dager. Revurder profylakse når svar på dyrkning/resistensbestemmelse foreligger.
Gravide og ammende	Samme behandling som voksne*.	

* Ved eksposisjon for sporer er risiko betydelig, og det er derfor indisert med medikamenter som ellers ikke brukes hos barn/gravide/ammende. Om mulig bør amming opphøre.

Vaksinering før eller like etter eksposisjon reduserer behovet for antibakteriell posteksposisjonell profylakse til 28 dager. *For tiden (2011) er anthraxvaksine ikke tilgjengelig i Norge.*

Botulisme (Botulism)

Årsak

Syndrom med nevromuskulær og autonom blokkade forårsaket av nevrotoksin fra den grampositive, sporedannende, anaerobe bakterien *Clostridium botulinum*. Sykdommen oppstår enten som følge av toksinproduksjon hos menneske etter infeksjon med bakterien (hos spedbarn og i sår) eller ved inntak av bakterietoksinet produsert av bakterier i matvarer (vanligst).

Epidemiologi og mulighet for bioterror

Bakterien har globalt meget stor utbredelse. De fleste tilfeller av botulisme er rapportert i forbindelse med hjemmetilberedt mat: kjøtt, rakfisk (spesielt i Skandinavia) og hermetiserte grønnsaker. Påvist etter inntak av honning hos spedbarn og i forbindelse med infiserte sår. Botulisme er sett i Norge hos intravenøse stoffmisbrukere. Toksinet har tidligere blitt produsert som biologisk våpen av flere nasjoner, blant annet Irak, Japan og Sovjetunionen.

Overlagt spredning av aerosolisert toksin eller toksinkontaminering av næringsmidler er mulig.

Toksinet

Toksinet blokkerer frigjøring av acetylcholin i synapsene (motsatt av nervegasseffekter) og forårsaker derved botulisme. Toksinet er svært potent og en mengde på 0,001 mg er letalt for voksne. Nedbryting av aerosolisert toksin er beregnet til 1-4 % /minutt, alt toksin kan påregnes å være inaktivert etter 2 døgn. Toksinet er forholdsvis varmeresistent, men destrueres ved koking eller oppvarming til 80 °C i 30 min. (Sporene ødelegges imidlertid *ikke* ved koking).

Inkubasjonstid

Inkubasjonstiden etter eksposisjon for toksin varierer fra under 1 time (ved massiv inhalasjon) til 36 timer, vanligvis 10-12 timer. Ved sårbotulisme oppstår symptomer fra 4-18 dager (gjennomsnitt 7,5 dager) etter skade eller stikk, ved matbåren infeksjon vanligvis etter 12-36 timer.

Smittevei

Inntak av kontaminert mat eller drikke. Infeksjon i sår. Inhalasjon av toksin (bioterror).

Klinikk

Tre hovedformer: Næringsmiddeloverført botulisme, sårbotulisme og spedbarnsbotulisme. Ved de to første formene affiseres **hjernenervene først** og gir synsforstyrrelser, svelg- og talevansker. Ved undersøkelse kan det påvises *diplopi, dysfagi, dysartri, tørre slimhinner i munnen, ptose, oftalmoplegi og dilaterte pupiller*.

Videre utvikles **muskelsvakhhet** i *truncus og ekstremiteter*, etter hvert med bilaterale **lammelser** og respirasjonssvikt. Normale dype senereflekser er typisk funn.

Pasienten er vanligvis *afebril og bevissthet er ikke påvirket*.

Ved spedbarnsbotulisme ses *obstipasjon* ofte som første symptom, deretter følger *dieproblemer, hypotoni, muskelsvakhhet og lammelser*.

Diagnose

Vanlige laboratorieprøver er til liten hjelp. Forekomst av flere tilfeller blant personer som har spist samme mat, gir mistanke om smitte gjennom mat, mens flere tilfeller blant personer som ikke har spist samme mat, men oppholdt seg i samme område, bør gi mistanke om tilsiktet spredning av toksin gjennom luft.

Bakterien kan påvises ved dyrkning (anaerob dyrkning) ved sårbotulisme.

Toksin kan påvises i *matvare, sårsekret, ventrikkelaspirat, fæces eller blod* (minst 10 ml serum fryses). Analyseres ved Norges veterinærhøgskole etter avtale (telefon 22 96 48 40). *Elektrofysiologiske undersøkelser* kan gi karakteristiske forandringer.

Forløp/komplikasjoner

Respirasjonssvikt oppstår hos 20-35 % av pasientene, med behov for respiratorbehandling i opptil flere uker. Dødelighet var tidligere opptil 70 %, men med intensivbehandling er den redusert til 9-25 %. Vanligvis ses ingen sekveler.

Differensialdiagnoser

- Polyradikulitt (Guillain-Barré syndrom) utvikler seg oftest mer langsomt og er mest uttalt i underekstremitetene. Ved Miller-Fisher varianten, som har flere fellestrekk med botulisme, er det ofte forhøyet spinalvæskeprotein.

- Atropin- og metanolforgiftning, men disse gir ikke affeksjon av ytre øyenmuskler.

Se tabell IV- 4 for andre differensialdiagnoser.

Behandling

- Symptomatisk behandling med ventilasjonsstøtte (respirator) er helt avgjørende. Ved sårbotulisme skal det gjøres kirurgisk debridement.
 - Botulinum antitoksin finnes på Folkehelseinstituttet, og kan leveres fra Vitus apotek, Jernbanetorget. Gis snarest mulig til alvorlig syke pasienter, helst innen 24 timer, men et mildere forløp er beskrevet hvis gitt innen 4 døgn. Antitoksinet benyttes vanligvis ikke ved spedbarnsbotulisme pga. god prognose og potensielle bivirkninger.
- Pasienten må ha nøye overvåkning med tanke på utvikling av alvorlig anafylaksi eller serumsykdom.
- Penicillin G kan gis ved sårbotulisme, men nytten er usikker. Ingen effekt av antibiotika ved matforgiftning og neonatal botulisme.

Posteksposisjonell behandling

Ingen.

Smittevern/dekontaminering

Botulisme smitter ikke fra menneske til menneske. Ved mistanke om overlagt spredning i form av aerosol, kan pasientene ha toksin på hud og klær. Pasienten bør i så fall dekontamineres: Dusj med såpe og vann, autoklaver klær eller vask ved 80 °C.

Pest – svartedauden (Plague)

Årsak

Yersinia pestis, gramnegativ, aerob stavbakterie, ikke-sporedannende.

Epidemiologi og mulighet for bioterror

Bakterien forekommer naturlig mange steder i Asia, Afrika og Amerika, og er årsak til sykdom hos gnagere. Leilighetsvis smittes mennesker ved loppebitt eller direkte kontakt med gnagere eller katter. Mindre epidemier forekommer fortsatt. Smitte mellom mennesker skjer sjelden, men smitte kan skje ved direkte kontakt med sår og som dråpesmitte ved lungepest. Som biologisk våpen ble pestbakterien brukt av japanere i Kina under den andre verdenskrig, der lopper ble infisert og sluppet fra fly over sivile boområder. Overlagt spredning i form av bakterieholdig aerosol er mulig. Bakteriene påregnes å ha en overlevelse i aerosol på ca. 1 time.

Inkubasjonstid

2-4 dager.

Klinikk

Sykdommen karakteriseres av feber, frostanfall, hodepine, sykdomsfølelse, brystmerter og gastrointestinale smerter. Høyt antall hvite blodlegemer. Det er *tre hovedformer*, ved aerosolspredning vil lungepest være den vanligste manifestasjon:

- **Byllepest:** den vanligste naturlige formen (80-95%) er knyttet til loppebitt, med frysninger, hodepine, smerter og hevelse i en lymfeknuteregion. Er ofte ledsaget av erytem i overliggende hud. Lyskere regionen er oftest affisert, deretter aksillære og cervikale lymfeknuter. Dødelighet 50-90% ubehandlet, 10-20% ved behandling.

- **Septisk form:** klinisk svært medtatte, høyfebrile pasienter, der det kliniske bilde ofte er dominert av kvalme, brekninger og abdominalsmerter. Hypotensjon og DIC kan ofte føre til nekroser av fingre, tær og ører.
- **Lungepest** som skyldes hematogen spredning fra primærfokus eller dråpesmitte fra en annen pasient eller dyr med sykdommen (evt inhalasjon av aerosol ved bioterror). I løpet av få timer til få dager utvikles hoste, feber, hemoptyse, lobær pneumoni med svær lungesvikt (ARDS utvikling) og disseminert intravaskulær koagulasjon (DIC). Dersom antibiotika ikke startes innen 24 timer, er primær lungepest nesten alltid dødelig.
- Andre manifestasjoner: meningitt, tonsillitt, faryngitt, purpura.

Smittevern

Pasienter med lungepest bør isoleres med luftsmittetiltak de første 72 timer etter start av effektiv antibiotikabehandling. Standardtiltak er tilstrekkelig ved byllepest dersom sekresjon lar seg kontrollere med tildekking av bandasjer. Klær og bagasje som kan inneholde lopper bør prinsipielt destrueres, i spesielle tilfeller saneres (gass, effektiv spray).

Dekontaminering

Dekontaminering av eksponerte personer som for anthrax. Y pestis overlever kun kort tid utenfor kroppen, og dekontaminering av eksponert miljø er derfor som hovedregel ikke nødvendig.

Diagnose

Avtal med laboratorium for adekvat pakking og transport av biologiske prøver (Folkehelseinstituttet). (Se vedlegg 3 *Prøvetaking og emballering, Relevante prøver*).

- Dyrkning av *Yersinia pestis* fra sårsekret, luftveissekret, blodkultur
- Realtime PCR
- Antistoffpåvisning

Behandling

Yersinia pestis er følsom for en rekke antibiotika. Total behandlingstid 14 dager.

	Behandling	Alternativ
Voksne	Gentamicin 5 mg/kg i.v.	Ciprofloxacin 400 mg x 2 i.v. /500 mg x 2 p.o. <i>eller</i> doxycyclin 100 mg i.v./p.o. x 2 <i>eller</i> kloramfenikol 25 mg/kg i.v./p.o. x 4 (førstevalg ved meningitt).
Barn	Gentamicin 5 mg/kg x 1 i.v.	ciprofloxacin 10 mg/kg (opp til 400 mg) x 2 i.v. <i>eller</i> ciprofloxacin 15 mg/kg (opp til 500 mg) x 2 p.o. <i>eller</i> doxycyclin 2,2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 p.o. <i>eller</i> kloramfenikol 25 mg/kg i.v./p.o. x 4 (førstevalg ved meningitt).

Posteksposisjonell profylakse

Ved ubeskyttet direkte kontakt med pasienter som har lungepest og ikke er blitt behandlet i minst 72 timer eller etter annen eksponering for pest-aerosol:

Voksne	ciprofloxacin 500 mg x 2 p.o. i 7 dager. <i>eller</i> doxycyclin 100 mg x 2 p.o. i 7 dager
Barn	ciprofloxacin* 15 mg/kg (opp til 500 mg) x 2 p.o. <i>eller</i> doxycyclin* 2.2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 p.o i 7 dager
Gravide og ammende	Samme behandling som ikke-gravide.*

* Ved eksposisjon er risiko betydelig, og det er derfor indisert med medikamenter som ellers ikke brukes hos barn/gravide/ammende. Ommulig bør amming opphøre.

Vaksine

Pestvaksine er ikke tilgjengelig i Norge

Variola – kopper (Smallpox)

Årsak

Orthopoxvirus. Viruset er svært stabilt og kan forbli infeksiosøst opp til ett år utenfor kroppen. Det finnes prinsipielt to forskjellige varianter av koppevirus; *variola major* (dødelighet ca 30%) og *variola minor* (dødelighet ca 1%).

Epidemiologi og mulighet for bioterror

WHO erklærte kopper utryddet i 1980. Det siste tilfellet av naturlig koppesmitte var i Somalia i 1977. Året etter var det ett tilfelle av kopper etter laboratoriesmitte i England. Sannsynligheten for naturlig reintroduksjon av kopper er svært lav. WHO har imidlertid godtatt fortsatt lagring av koppevirus i ett laboratorium USA og i ett laboratorium i Russland. Man kan allikevel ikke utelukke at det også finnes lagret andre steder. Det er i dag mulig å gjenskape virus i et avansert laboaratorium ved hjelp av syntetisk biologi. Dette gjør at koppevirus fortsatt står på listen over mulige bioterroragens.

Inkubasjonstid

7-17 dager, pasienten er ikke smittsom før symptomer opptrer.

Klinikk

Den følgende kliniske beskrivelse omhandler variola major.

- **Prodrom-fase** (dag 1-3): akutt innsettende feber og influensalignende sykdom. De fleste personer blir for syke til å utføre vanlige aktiviteter.
- **Tidlig utslett** (varighet ca. 4 dager): Utslett, først som små røde prikker på tunge og i munn, disse utvikler seg til åpne sår. Når sårene i munnen blir mindre, kommer det utslett på hud, som oftest først i ansiktet, deretter på armer og ben og til slutt på hender og føtter. Vanligvis har utslettet spredt seg til alle deler av kroppen innen 24 timer. Når utslettet tilkommer, pleier feberen å falle, og personen begynner å føle seg bedre. Tredje dag blir utslettet papuløst. Fjerde dag fylles paplene med tykk, blakket væske, og papelen blir ofte **navlet** sentralt. Feberen stiger gjerne igjen på dette tidspunkt.
- **Pustuløst utslett** (varighet ca. 5 dager): utvikling av skorper med varighet ca. 10 dager. Paplene blir nå pustler, de kjennes som om det er små faste, subkutane

knuter. Feber kan nå stige igjen. Mot annen uke etter at utslettet kom, har de fleste pustler blitt dekket med skorper.

- **Avtagende skorper** (varighet ca. 6 dager): skorpene faller av etter hvert og etterlater dype arr. Pasienten er potensielt smittsom til alle skorpene har falt av.

I motsetning til vannkopper er utslettet i samme utviklingsstadium over hele kroppen og mest uttalt i ansikt og på ekstremitetene

- **Komplikasjoner:** blødning, encefalitt, keratitt, multiorgansvikt.
- Kopper har generelt høy **dødelighet** (30 %).

I tillegg til det typiske utslettet ved *variola major* er det også beskrevet to andre former: flat type og hemoragisk type. Pasienter med flat type var septiske og hudlesjonene utviklet seg mer langsomt, konfluerte og var myke ved berøring. Dødelighet 97%. Hemoragisk type var sjelden og også nesten alltid dødelig.

Smittsomhet

- Ingen smittsomhet i inkubasjonstiden
- Lite smittsom i feberfasen før utslettet starter
- Svært smittsomt i første uke med utslett, pga rikelig virusutskillelse i munnslimhinne
- Smittsomheten synker rask og er beskjedent i skorpestadiet
- Smittefri når siste skorpe er borte

Smitte skjer mest effektivt ved nærkontakt med den syke ved inhalasjon av dråper eller direkte kontakt med hudlesjoner, kroppsvæsker og infisert utstyr som sengetøy eller klær. Smitte over lengre avstand som følge av aerosoldannelse er imidlertid også beskrevet. Pasienter som hoster eller har hemoragisk utslett, anses å være mest smitteførende. Kopper er kun beskrevet hos mennesker og kan ikke smitte via insekter eller dyr.

Isoleringstiltak for pasienter med mistenkt/verifisert koppesykdom og behov for sykehusbehandling

Pga. smittsomhet og alvorlige konsekvenser ved sykdom for den enkelte pasient og samfunnet, finnes særlig strenge retningslinjer for isolering ved denne og visse andre sykdommer. Om mulig skal pasienten behandles i luftsmitteisolat når diagnosen først mistenkes på sykehus, inntil pasienten kan overføres til høysmitteenheten ved OUS, Ullevål sykehus. Om pasienten befinner seg i sitt hjem, bør man om praktisk mulig legge pasienten direkte inn på Ullevål sykehus.

Et stort utbrudd med mange alvorlig syke vil kunne kreve modifikasjoner av tiltakene. For eksempel vil behovet for luftsmitteisolering med undertrykksventilasjon være vanskelig eller umulig å gjennomføre ved en større epidemi. Alternative isoleringsmåter, som plassering i enerom, kohortisolering eller isolering i egen bygning, vil i så fall være aktuelt. Det overordnede prinsipp vil da være å begrense smittespredning så langt råd er ved vaksinasjon, karantene og adekvat personlig beskyttelsesutstyr for helsearbeidere.

Sykehus bør ha en plan for eventuell flytting av pasienter til egnet behandlingsenhet.

(For mer om smitteverntiltak, isoleringstiltak og pasienttransport, se vedlegg 2).

Diagnose

Identifikasjon av orthopox-virus i klinisk prøve ved *elektronmikroskopi* (EM). Påvisning av orthopox virus ved EM taler for at det kan foreligge et tilfelle av kopper, men er ikke diagnostisk. Hvis EM viser orthopoxvirus, har Norge avtale med WHO smallpox reference laboratory, Smidtskyddsinstitutet, Stockholm for mottak og analyse av prøver for endelig identifikasjon av koppevirus ved PCR.

Blodprøver viser lymfocytose eller overvekt av lymfocytter med mange atypiske lymfocytter og aktiverte mononukleære celler. Ved hemoragisk sykdom ses forutgående fall i trombocytter.

Differensialdiagnoser

En rekke andre årsaker til vesikulær og pustulær utslettsykdom: varicella, herpes simplex, medikamentelle reaksjoner, erytema multiforme.

Behandling

Det er i dag ingen etablert spesifikk behandling for koppper utenom tidlig vaksine (se nedenfor). Antibiotika ved sekundære bakterielle infeksjoner.

- Cidofovir (Vistide), som benyttes i behandlingen av cytomegalovirus-infeksjon, viser effekt in vitro og i dyremodeller, men man har ingen klinisk erfaring fra behandling av koppper. Dose: Voksne (>18 år, < 60 år): Induksjonsbehandling: 5 mg/kg x 1/uke i.v. i 2 uker, deretter 5 mg/kg hver 2. uke. Ikke registrert eller lagret med tanke på koppeberedskap i Norge, men vil normalt kunne skaffes fra NMD.

Pre- og posteksposisjonell profylakse (vaksinasjon)

Koppevaksine ble tidligere laget av levende vacciniavirus ved dyrkning på egg.

Vacciniavirus er beslektet med variolavirus og gir kryssimmunitet mot koppper. Frem til 1976 var denne vaksinen obligatorisk for alle barn under to år, og menn ble revaksinert i miltæret frem til 1979. I 1980 opphørte all koppevaksinasjon. Vaksine før smitte gir fullstendig beskyttelse. Vaksine gitt innen 3 dager etter eksposisjon vil hindre eller redusere alvorlighetsgraden av koppper hos de fleste, den kan ha noe effekt opp til en uke etter eksponering. Vaksinen beskytter ikke pasienter som allerede har fått utslett. Vaksinen gir meget god effekt i 5 år, men antas å gi en viss beskyttelse i 10 år. Som del av beredskapen mot koppper er det lagret en betydelig mengde av den tidligere brukte vaksinen i Norge. Denne vaksinen har en del bivirkninger, spesielt hos voksne som ikke har blitt vaksinert tidligere. En ny vaksine med mindre bivirkninger er nå tilgjengelig: **Imvamune®** (Bavarian Nordic) er en 3. generasjonsvaksine som har gunstigere bivirkningsprofil, og et lite lager finnes ved Folkehelseinstituttet.

Vaksine *før* smitte gir fullstendig beskyttelse. Vaksine gitt *innen 3 dager* etter eksposisjon vil hindre eller redusere alvorlighetsgraden av koppper hos de fleste, den kan ha noe effekt opp til en uke etter eksponering. Vaksinen *beskytter ikke pasienter som allerede har fått utslett*. Vaksinen gir meget god effekt i 5 år, men antas å gi en viss beskyttelse i 10 år.

Kontraindikasjon mot vaksinerings

Personer med eksem, personer med nedsatt infeksjonsforsvar. Nærkontakter til personer i disse grupper. Disse kontraindikasjoner gjelder ikke Imvamune®.

Vaccinia immunglobulin (VIG)

Spesifikt immunglobulin til behandling mot alvorlige komplikasjoner etter vaksinerings. I Norge finnes et lager ved Folkehelseinstituttet.

Nasjonal beredskapsplan mot koppper

Nasjonal beredskapsplan mot koppper (HOD, juli 2008) er for tiden under revisjon.

Varsling

Ved sikker eller mistenkt utbrudd av koppper skal *Kommunelegen* og *Folkehelseinstituttet* varsles direkte (se vedlegg IV-4). *Folkehelseinstituttet* vil umiddelbart kontakte

infeksjonsmedisinsk bakvakt, OUS Ullevål (tlf. 02770) og sikre at henvendelsen blir vurdert i samråd med medisinskfaglige hovedansvarlige. Teamleder fra Folkehelseinstituttet og medisinskfaglige hovedansvarlige tar sammen stilling til videre aktivisering av utrykningsteam. Folkehelseinstituttet informerer Helsedirektoratet direkte via deres beredskapstelefon.

Tularemi - harepest (Tularaemia)

Årsak

Sykdom som kan smitte fra dyr (zoonose), forårsaket av *Francisella tularensis*, en gramnegativ liten ubevegelig, aerob og fakultativ anaerob stavbakterie.

Epidemiologi og mulighet for biologiske hendelser

I Norge forårsakes tularemi av *F. tularensis* type B (*subsp. holarctica*) som har vid utbredelse på den nordlige halvkule.

F. tularensis type A (*subsp. tularensis*) forekommer i tillegg til type B i Nord-Amerika.

Bakterien kan overføres naturlig til mennesker via infiserte dyr (spesielt gnagere og hare), insekter eller flått, kontaminert vann/mat og ved inhalasjon av kontaminert støv (gnagerekskrementer). Det er stor risiko for laboratoriesmitte.

Bakterien kan egne seg som biologisk stridsmiddel. Da *F. tularensis* type A gir mer alvorlig sykdom enn type B, regnes den som mest aktuell ved bioterror. Overlagt spredning av bakterier via aerosol eller vann regnes som mest sannsynlig. Ved inhalasjon vil 10 bakterier kunne være nok for å fremkalle pneumoni. Tularemi smitter ikke mellom mennesker.

Inkubasjonstid

Varierer fra 2 til 20 dager, vanligvis 3 dager.

Klinikk

Ulike sykdomsbilder som avspeiler bakteriens inngangsport og kan inndeles i følgende sykdomsformer som ofte er ledsaget *feber, frysninger, hodepine og tretthet*.

- **Orofaryngeal.** Smitte gjennom vann/mat. Gir sår hals og regional smertefull lymfeknuteforstørrelse på halsen. Ofte også magesmerter, oppkast og diaré.
- **Ulceroglandulær/glandulær.** Etter direkte kontakt med infisert materiale, for eksempel syk hare eller gnager. Kan også oppstå etter smitte fra insekt eller flått. Et kraterformet sår oppstår vanligvis på inngangsstedet for bakteriene, og regionale lymfeknuter svulmer opp og blir smertefulle. I noen tilfeller oppstår lymfeknuteforstørrelse uten sår i området og dette kalles glandulær form.
- **Okuloglandulær.** Etter smitte gjennom konjunktiva, f.eks via forurensede fingre eller sprut fra kontaminert materiale. Regionale lymfeknuter blir også smertefulle og store.
- **Pneumonisk.** Etter smitte via luft, vanligvis gnagerkontaminert støv, evt. etter aerosolisering ved forsettlig spredning.
- **Septisk** (tyføs) – etter per oralt inntak eller spredning fra primærfokus.

Forløp/komplikasjoner

Ubehandlet kan tularemi være langvarig, ofte i uker, for deretter å bli etterfulgt av en tilstand med tretthet og sykdomsfølelse som kan vare i flere måneder. Ubehandlet har *F. tularensis* type A en gjennomsnittlig dødelighet på 8 %, betydelig høyere ved tyføs og pneumonisk form. Dødsfall er sjelden ved type B.

Smittevern

Standardtiltak. For laboratorier gjelder spesielle tiltak.

Diagnose

St. Olavs hospital, Trondheim, er referanselaboratorium for mikrobiologisk diagnostikk. For å forhindre laboratoriesmitte er det viktig at remissen er merket tydelig ved mistanke om tularemi.

- Dyrkning (blod, sår, biopsier)
- Vanskelig å påvise ved direkte mikroskopi av prøvemateriale
- PCR direkte fra prøvemateriale og oppvekstkultur
- Antistoffpåvisning
- Histopatologisk undersøkelse av lymfeknute viser i typiske tilfeller granulomatøs betennelse
- Bakterien er vanskelig å påvise ved direkte mikroskopi av prøvemateriale

Differensialdiagnoser

Tuberkulose, atypiske mykobakterier, toxoplasmose, cat-scratch disease, syfilis, malignitet, lymfadenopati, tonsillitt, pneumoni.

Behandling

Det er viktig å få stilt diagnosen tularemi med sikkerhet fordi *F. tularensis* er resistent mot betalaktamantibiotika som penicilliner og cefalosporiner. Tetracyklin og kloramfenikol per os har vært brukt, men begge har gitt residiv med mindre behandlingen har vært langvarig. Økende erfaring med ciprofloxacin som et godt behandlingsalternativ.

	Førstevalg	Alternativ
Voksne	Gentamicin 5 mg/kg i.v. x 1 i 10 dager	Ciprofloxacin 400 mg x 2 i.v. (eller 750 mg x 2 p.o.) i 14-21 dager. Skift til p.o. når mulig. Kloramfenikol bør legges til ved mistanke om meningitt (i minst 21 dager).
Barn	Gentamicin 2.5 mg/kg x 3 i.v/ i 10 dager	Ciprofloxacin 10 mg/kg (opp til 400 mg) x 2 i.v. eller ciprofloxacin 15 mg/kg (opp til 750 mg) x 2 p.o , i 14 dager. <i>Alternativ</i> for barn > 8 år: Doxycyclin 2,2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 i 14 dager. Kloramfenikol bør legges til ved mistanke om meningitt (i minst 21 dager).
Gravide og ammende	Som ikke-gravide.	Som ikke-gravide.

Posteksposisjonell profylakse

	Førstevalg	Alternativ
Voksne og barn > 12 år	Ciprofloxacin 500 mg x 2 p.o. i 14 dager.	Doxycyclin 100 mg x 2 p.o. i 14 dager.
Barn < 12 år:	Ciprofloxacin 15 mg/kg (opp til 500 mg) x 2 p. o . i 14 dager	Doxycyclin 2,2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 p.o. i 14 dager.
Gravide og ammende	Som ikke-gravide om stor risiko. Evt. stoppe amming	Som ikke-gravide om stor risiko. Evt. stoppe amming

Vaksine

Forsvaret har en amerikansk vaksine mot tularemi som leveres av US Army Medical Research Institute for Infectious Diseases, Fort Detrick, Frederick, Maryland 21702-5012, USA. Det er en levende svekket *F. tularensis* stamme, LVS *F. tularensis* code no NDBR Batch 11. Vaksinen appliseres på huden og prikkes gjennom til intradermal deponering som ved koppevaksinasjon. Vaksinen er ikke registrert legemiddel i Norge.

Viral hemoragisk feber (VHF)

(Ebola-, Marburg-, Lassa-, Krim-Kongovirus hemoragisk feber)

Årsak

Forårsakes av flere virus som gir lignende sykdomsbilde og bare noen omtales her. Ebola-virus og Marburg-virus er *filovirus*. Lassafeber-virus er et *arenavirus*. Krim-Kongo-virus er et *bunyavirus*.

Epidemiologi

Hemoragisk febvirus med alvorlig prognose er endemisk i Afrika, deler av Sør-Amerika, Asia og noen i Øst-Europa.

- **Ebola-virus** ses epidemisk som alvorlig og ofte dødelig sykdom hos aper og mennesker og finnes i flere varianter. Aerosolsmitte er sett fra ape til ape med såkalt Ebola Reston-virus, men dette virus er ikke kjent å gi klinisk sykdom hos mennesker til tross for serokonversjon. Ebolavirus har gitt flere epidemier i Afrika siden 1976. Smitteoverføring fra person til person er vanlig under epidemier og skjer vesentlig ved kontaktsmitte. Dråpesmitte eller luftbåren smitte ved aerosoler antas å ha mindre betydning mellom mennesker. Nosokomiale tilfeller forekommer. Mortalitet 40-80 % ved epidemisk forekomst.
- **Marburg-virus** ble importert til Europa i 1967 med grønne aper som skulle brukes til vitenskapelige forsøk. Alle apene døde, også sju av personalet som tok hånd om apene. I alt 25 primære og seks sekundære tilfeller ble rapportert. Senere har det vært sporadiske tilfeller i Afrika. Smitte skjer oftest ved nærkontakt med blod eller kroppsvæsker fra syke personer eller aper. Dødelighet 70 %, mindre hos pasienter etter hospitalisering.
- **Lassafeber:** For lassafebvirus er reservoaret gnagere i slekten *Mastomys*. Person til person smitte skjer leilighetsvis. Sannsynligvis eksisterer flere smittemåter; kontakt med smittede dyr eller inhalasjon av støv med deres ekskrementer, eller inokulasjon/kontakt med vevsvæske fra smittede personer. Lassafeber er først og

fremst en sykdom i Vest-Afrika. Det er trolig ca 400 000 tilfeller årlig med en total dødelighet på ca. 1 % og 15-20% hos hospitaliserte pasienter.

- **Krim-Kongofeber:** Overføres via bitt av infisert flått eller kontakt med blod/vev fra infiserte dyr. Sykdommen er endemisk i Øst- og Vest-Afrika, Sentral-Asia og tidligere Sovjetunion. Også påvist i Sør-Afrika, Pakistan, Bulgaria, Hellas, Tyrkia, Albania, Kosovo, Afghanistan og India. Smitter av og til mellom mennesker. Dødelighe < 10-50%.

Mulighet for biologiske hendelser

Tidligere studert og utviklet som biovåpen både av Sovjetunionen og USA. Spredning ved aerosolisering er mulig.

Inkubasjonstid

3-21(35) dager, i gjennomsnitt fra 5 til 10 dager.

Klinikk

Sykdommen kan arte seg på forskjellig vis. Typiske symptomer inkluderer:

- Blødningsmanifestasjoner, petekkier, ekkymoser og blødning fra slimhinner komplisert med disseminert intravaskulær koagulasjon (DIC),
- Influensalignende symptomer: feber, myalgi, arthralgi og hodepine, slapphet
- Kvalme og oppkast, magesmerter og diaré
- Brystsmerter, hoste, faryngitt
- Lymfadenopati
- Makulopapuløst utslett

Ved alvorlig sykdomsforløp kan det oppstå sentralnervøs affeksjon med dysartri, somnolens, delirium og koma.

I andre sykdomsuke blir pasienten merkbart bedre, eller dør under bilde av sjokk med multiorgansvikt, disseminert intravaskulær koagulasjon (DIC), anuri og leversvikt. Ikterus og lavt antall hvite blodlegemer er vanlig.

Diagnose

Diagnosen stilles på grunnlag av sykehistorie, reiseanamnese (spesielt kontakt med syke i epidemisk område), mistanke om tilsiktet spredning og klinisk undersøkelse. Aktuelle differensialdiagnoser bør utelukkes så rask som mulig (se under).

Prøvetagning

Avtal med det lokale laboratorium fremgangsmåte for taking, pakking og transport av biologiske prøver. (Se vedlegg 3, *Prøvetaking og Emballering og Relevante prøver*).

Prøver reduseres til det mest nødvendige:

- Hemoglobin, hvite, trombocytter, Na, K, kreatinin, leverenzymmer, koagulasjonsprøver
- Tykk og tynn dråpe (malariadiagnostikk)
- Blodkulturer
- Blodtyping
- Blodgass

Prøver til identifikasjon av virus sendes til Smittskyddsinstitutet i Stockholm via regionslaboratoriet eller Folkehelseinstituttet. (Se vedlegg 3, *Prøvetaking og emballering*,

Relevante prøver). Aktuelle prøvematerialer er serum, evt. EDTA-blod, evt. urin. Kontakt Smittskyddsinstitutet for nærmere avtale før prøven sendes..

- Viruspåvisning (PCR, dyrkning, elektronmikroskopi)
- Antistoffpåvisning (IgM, eller IgG titerstigning, nøytralisasjonstest)

Differensialdiagnoser

Etter reise i endemisk område for viral hemoagisk feber er sannsynligheten generelt langt større for at tilstanden er forårsaket av "vanlige" importsykdommer. Undersøkelse for å bekrefte/ utelukke malaria og andre importsykdommer som tyfoidfeber, rickettsiose, leptospirose, dengue- og gulfeber, bør derfor utføres så rask som mulig. Andre relativt vanlige sykdommer som meningokokk-, pneumokokk- og streptokokksepsis, bør også vurderes.

Smittevern

Behandling av alvorlig viral hemoragisk feber krever betydelig kompetanse innen infeksjonsmedisin, intensivbehandling, mikrobiologi og smittevern. Overflytting til høysmitteenheten ved infeksjonsmedisinsk avdeling, OUS Ullevål skal vurderes. Kontakt infeksjonsmedisinsk bakvakt. Transport av en alvorlig syk pasient med viral hemoragisk feber kan imidlertid representere en stor smittevernmessig utfordring.

Behandling

Det finnes ingen spesifikk behandling for *Ebola- eller Marburg-virus*.

Symptomatisk behandling inkluderer

- Væsketilførsel
- Korrigering av elektrolyttforstyrrelser
- Blodtransfusjon
- Sjokkbehandling
- Respiratorbehandling
- Tilføring av koagulasjonsfaktorer

Ved Lassa- og Krim-Kongo-feber:

Ved bekreftede tilfeller av Lassafeber anbefales ribavirin i.v. (Virazole®inj.). Ribavirin til injeksjon er ikke registrert eller lagret i Norge, men kan skaffes via Sykehusapoteket Oslo etter egen bestillingsrutine. Ring sentralbordet ved Oslo universitetssykehus, tlf 23 07 00 00, for å kontakte vaktfarmasøyten ved Sykehusapoteket Oslo.

Ved mindre alvorlige tilfeller eller i påvente av leveranse av ribavirin til injeksjon bør man ved Lassafeber starte med ribavirin p.o. (Copegus®, Rebetol®). Ribavirin kan også vurderes ved Krim-Kongo hemoragisk feber, men dokumentasjonen er her dårligere enn for Lassafeber. Behandlingen bør startes så snart som mulig, helst første uke av sykdommen. Ribavirin er kontraindisert ved graviditet og amming, ved etablert eller overhengende fare for sykdom må disse risikofaktorer vurderes mot faren ved sykdom.

Dosering ved behandling av viral hemoragisk feber :

Ribavirin i.v. Voksne: 33 mg/kg (første dose), deretter 16 mg/kg x 4 i 4 dager, deretter 8 mg/kg x 3 i 6 dager (pakningsvedlegg ribavirin injeksjon).

Ribavirin p.o. Voksne: Første dose 2 g, deretter, 1 g x 4 i 4 dager, deretter 500 mg x 4 i 6 dager. Barn: Første dose 30 mg/kg (opp til 2 g), deretter 15 mg/kg (opp til 1 g) x 4 i 4 dager, deretter 7 mg/kg x 4 (opp til 500 mg i 6 dager) (WHO Modell formulary for Children 2010).

Posteksposisjonell profylakse

Ved Lassa- og Krim-Kongo-feber bør ribavirin tilbys nærkontakter med høy risiko for smitte (*Clinical Infectious Diseases* 2010; 51(12):1435–1441). Definisjon av høy risiko (minst én av følgende): (1) penetrasjon av huden med forurenset skarpt instrument (for eksempel stikkskade) (2) forurensing av slimhinner eller skaded hud med blod eller kroppsekret (3) deltagelse i nødprosedyre (f.eks resusitering etter hjeretestans, intubering eller suging av luftveier) uten bruk av personlig beskyttelsesutstyr, og (4) langvarig (flere timer) kontinuerlig kontakt i et trangt rom uten bruk av personlig beskyttelsesutstyr (f.eks helsearbeider under medisinsk evakuering). Ved mistenkt overlagt spredning må det foretas en risikovurdering av om profylakse er indisert.

Dosering av ribavirin p.o. til profylakse (voksne): 35-mg/kg metningsdose (opp til 2.5 g), etterfulgt av 15 mg/kg (opp til 1 g) 3 ganger daglig i 10 dager.

Ribavirin er kontraindisert ved graviditet og amming. Alle nærkontakter, også de med lavere risiko, skal vurderes av infeksjonsmedisiner og rapportere om feber i inkubasjonsperioden.

Brucellose (Brucellosis)

Årsak

Forårsakes av *Brucella* bakterier (i > 90 % av tilfellene *B. melitensis*), liten, obligat intracellulær gramnegativ stavbakterie. Kan overleve utenfor kroppen i opp til to år.

Epidemiologi og smitteveier

Sykdommen er en zoonose, overføres med upasteurisert geite- eller sauemelk og ost eller ved direkte kontakt med infiserte dyr eller deres sekreter via små hudlesjoner eller inhalasjon. Sykdommen er endemisk i store områder av verden. Utryddet i Norge, men ses av og til hos innvandrere (bl.a. fra Tyrkia og Midtøsten). Risiko for laboratoriesmitte.

Mulighet for biologiske hendelser

Japanerne eksperimenterte med brucellose som biovåpen på fanger under andre verdenskrig. Spredning som aerosol er mulig. Utviklet som biologisk våpen både i USA og Sovjetunionen etter andre verdenskrig. Bare 10-100 bakterier er tilstrekkelig for smitte. Sykdommen har imidlertid lav dødelighet og relativt lang inkubasjonstid, noe som reduserer dens effekt som biovåpen.

Klinikk

Inkubasjonstid vanligvis 5-30 dager, men kan være inntil 12 måneder. Langvarig feber avløst av kortere perioder med feberfrihet ("febris undulans"). Fokale symptomer kan ses fra nært sagt alle kroppens organer (artritt, spondylitt, sacroileitt, epididymitt, endokarditt, akutt ileitt, hepatitt, meningitt, encefalitt, hjerneabsess, depresjon, miliære lungeabsesser, nefritt, abort, hudlesjoner/utslett, uveitt). Selv om det er en Potensielt alvorlig sykdom, er dødeligheten lav (< 2 %) også uten behandling.

Smitteregime

Standardtiltak. Smitte mellom mennesker er meget sjelden og kun beskrevet seksuelt, via brystmelk og organtransplantasjon. Dekontaminering aktuelt ved bioterror.

Diagnose

- Blodkultur og dyrking av vevsbiopsier (NB! *Brucella* spp. vokser langsomt på vanlige medier).
- PCR fra blodkultur eller vevsprøve er meget spesifikk.
- Spesifikk serologi (agglutinasjon) utføres ved Folkehelseinstituttet.

Histologisk undersøkelse av vevsbiopsier viser ofte små granulomer uten sentrale nekrose.

Mistanke om brucellose skal påføres remissen (fare for laboratoriesmitte).

Behandling

Alltid kombinasjon av minst 2 antibiotika !

	Førstehåndvalg	Alternativ
Voksne og barn > 8 år	Doxycyklin 100 mg x 2 p.o. (barn 2,2 mg/kg x 2) i 6 uker + gentamicin 5 mg/kg/d i.v. x 1 i 1 uke	Doxycyklin 100 mg x 2 p.o. + rifampicin 600-900 mg/d p.o. (barn: 10-15 mg/kg/d) i 6 uker.
Barn < 8 år	Trimetoprim-sulfa (trimetoprim-sulfa (3-4/15-20 mg/kg) x 2 p.o. i 6 uker + gentamicin 5 mg/kg/d i.v i 2 uker	Trimetoprim-sulfa (3-4/15-20 mg/kg) x 2 p.o. + rifampicin 10-15 mg/kg/d p.o. i 6 uker.
Gravide*	Trimetoprim-sulfa 2 tabletter x 2 i 6 uker + rifampicin 600-900 mg/d p.o. i 6 uker.	

*God dokumentasjon fra Midt-Østen på at dette er et trygt regime

Posteksposisjonell profylakse

	Profylakse
Voksne	Doxycyclin 100 mg x 2 + Rifampicin 600-900 mg/d i 3 uker Gravide: bare rifampicin.
Barn	Barn > 12 år: Doxycyclin 2,2 mg/kg x 2 p.o. + Rifampicin 10-15 mg/kg/d p.o. Barn < 12 år: trimetoprim-sulfa 3-4/15-20mg/kg x 2 + rifampicin 10-15 mg/kg/d p.o. i 3 uker.
Gravide	rifampicin

Vaksine

Ingen tilgjengelig.

Snive (Glanders) og Pseudosnive (Melioidosis)

Årsak

Forårsakes av henholdsvis *Burkholderia mallei* og *B. pseudomallei*, som er aerobe, fakultativt intracellulære, gramnegative stavbakterier.

Epidemiologi og smitteveier

B. mallei er adaptert til hovdyr og overlever ikke i naturen. Bakterien er utryddet fra de fleste land. Finnes en sjelden gang i deler av Europe, Afrika, Asia, Midt-Østen, Mellom- og Sør-Amerika.

B. pseudomallei er en saprofytt i jord og vann i endemiske områder, reservoaret er ulike husdyr. Mennesket infiseres når hud med små eller større sår kommer i direkte kontakt med kontaminert jord og vann eller ved inhalasjon av kontaminert støv. Sykdommen er endemisk i tropiske strøk, hovedsakelig i Sørøst-Asia, Afrika, India, Midtøsten og nordlige Australia. Soldater og gårdsarbeidere er særlig utsatt for sykdommen, som også sporadisk rammer turister til endemiske områder. Sykdommen ses av og til som importsykdom i Norge.

Mulighet for biologiske hendelser

Inhalasjon er den mest sannsynlige smittemåte. Både USA, Japan og Sovjetunionen har tidligere forsket på disse bakterier med tanke på biologisk krigføring. Brukt som biologisk våpen (mot hester som skulle sendes til de allierte) under 1. verdenskrig, blant annet i Norge.

Inkubasjonstid

Vanligvis 2-14 dager, men det er rapportert tilfeller flere år etter eksponering.

Klinikk

Begge sykdommer kan debutere med akutt pneumoni og alvorlig sepsis. Lokalisert infeksjon forekommer også. Inngangsport er da oftest lesjon/sprekk i hud. Spesielt utsatte grupper er HIV-positive, pasienter med terminal nyresvikt eller diabetes mellitus. Symptomer er avhengig av infeksjonens utgangspunkt: Respirasjonssvikt, feber, diaré, pussfylte lesjoner i hud og mental uklarhet. Ubehandlet har systemisk sykdom med disse bakterier nesten 100% dødelighet.

Smittevern

Standardtiltak. Eventuell kontaktsmitte ved sår. Smitte fra person til person er sjeldent, men kan forekomme. Fare for laboratoriesmitte. Dekontaminering aktuelt ved bioterror.

Diagnose

Dyrkning av *B. mallei* og *B. pseudomallei* fra blod, sputum og hudlesjon. (Se vedlegg 3, *Prøvetaking og emballering og Relevante prøver*). Påvisning av antistoff.

Behandling

B. pseudomallei: Ceftazidim 40 mg/kg (opp til 2 g) x 3 i.v. eller meropenem 20 mg/kg (opp til 1 g) x 3 eller imipenem 20 mg/kg (opp til 1 g) x 3 i.v. i minst 14 dager.

Ved bedring skift til peroral kombinasjonsbehandling med doxycyklin 2,2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 kombinert med trimetoprim-sulfa 3-4/15-20 mg/kg x 2 i 3-5 måneder. Residiv er sett etter opptil flere år.

B. mallei er følsom for de samme antibiotika som *B. pseudomallei*, men i tillegg også gentamicin. Generelt sett anbefales behandling som ved *B. pseudomallei*.

Posteksposisjonell profylakse

Se tabell IV-3.

Vaksine

Vaksine ikke tilgjengelig.

Q-feber (Q-fever)

Årsak

Coxiella burnetii, som er en intracellulær, gramnegativ bakterie i rickettsia-familien.

Epidemiologi og smitteveier

Endemisk over det meste av verden. Finnes ikke naturlig i Norge. Siden 2007 har det vært et stort utbrudd i Nederland med utgangspunkt i geitebesetninger. De viktigste smitekildene for mennesker er storfe, sau og geiter, men mikroben har også flere dyrereservoar, bl.a. fugler, kaniner, hunder, katter og flått. Motstandsdyktig mot varme og uttørking. Bare 1-10 bakterier er nødvendig for smitte. Luftsmitte fra kontaminerte omgivelser vanligst, men kan også smitte gjennom upasteurisert melk. Risiko for laboratoriesmitte. Gravide er spesielt utsatt.

Mulighet for biologiske hendelser

Inhalasjon er sannsynlig smitemåte. Det er da forventet lav mortalitet, men høy akutt sykkelighet.

Klinikk

Inkubasjonstiden er 7-30 dager, vanligvis rundt 20 dager. Kronisk infeksjon kan oppstå fra 6 måneder til flere år etter smitte. Infeksjonen kan gi flere sykdomsbilder:

Akutt sykdom

- Selvbegrensende febril sykdom med tørrhoste, hodepine, diaré, myalgi, oppkast
- Atypisk pneumoni, ledsaget av kraftig hodepine og feber er hyppigste kliniske manifestasjon
- Perikarditt/myokarditt
- Meningitt, encefalitt, demens, ekstrapyramidale symptomer
- Granulomatøs hepatitt
- Osteomyelitt

Kronisk sykdom

- Endokarditt, oftest på skadde klaffer
- Hepatitt
- Osteomyelitt

Smittevern

Standardtiltak. Ingen risiko for smitte mellom mennesker. Dekontaminering aktuelt ved bioterror.

Diagnose

Påvisning av antistoff og PCR ved Smittskyddsinstituttet.

Behandling

Ved akutt sykdom:

Voksne og barn 12 år: Doxycyclin 100 mg x 2 i 14 dager.

Gravide, diegivende: Trimetoprim-sulfa (160/800mg) x 2. Varighet til nedkomst for gravide, 14 dager for diende. Ved alvorlig sykdom gis doxycyclin.

Barn < 12 år: Trimetoprim-sulfa (3-4/15-20 mg/kg) x 2 i 14 dager. Ved alvorlig sykdom gis doxycyclin.

Kinoloner bør benyttes til pasienter med nevrologiske symptomer.

Ved kronisk sykdom: Kinoloner eller doxycyclin kombinert med rifampicin. Ved endokarditt bør pasienten behandles i minst 4 år, eventuelt kombinert med hydroxyklorokin, behandling kan da begrenses til 1,5 til 3 år.

Posteksposisjonell profylakse

Som behandling, men varighet 7 dager. Start dag 8-12 etter eksponering. Tidligere profylakse er ikke effektiv og kan forlenge inkubasjonsperioden. Se også tabell IV-3.

Vaksine

Vaksine mot Q-feber er ikke tilgjengelig i Norge.

Toksisk sjokksyndrom (Stafylokokk-enterotoksin B)

Årsak

Stafylokokk-enterotoksin B, ett superantigen, forårsaker normalt matforgiftning, men kan også forårsake toksisk sjokksyndrom.

Epidemiologi

Gule stafylokokker tilhører menneskets normalflora, men er også en vanlig årsak til lokal og systemisk infeksjon. Gule stafylokokker kan også produsere en rekke toksiner. En av disse er stafylokokk enterotoksin B, som er en vanlig årsak til matforgiftning, men som også kan gi alvorlig systemisk sykdom kalt toksisk sjokksyndrom. Bakteriestammer med mulig enterotoksin B-produksjon kan kolonisere og infisere sår, lunger, hel hud og slimhinner. 40-60% av ikke-menstruasjonsrelaterte toksisk sjokksyndromtilfeller skyldes enterotoksin B.

Mulighet for enterotoksin som bioterroragens

USA produserte stafylokokk-enterotoksin B som del av sitt offensive våpenprogram på 1960-tallet. Toksinet er svært potent og kan spres som aerosol. Produksjon av toksinet vil kreve betydelig spesialkompetanse og laboratoriefasiliteter. Spredning av toksin til en frisk befolkning vil kunne ha betydelige konsekvenser, avhengig av eksponeringsmåte.

Klinikk

Inhalasjon:

Feber, hoste, dyspné, retrosternale smerter, abdominalsmerter

Alvorlig forgiftning resulterer i lungeødem, ARDS, sjokkutvikling og dødelig utgang.

Forgiftning med mat eller drikke:

Symptomer på matforgiftning innen 6 timer etter inntak, starter med akutt økt spytt-sekresjon, kvalme og brekninger, med påfølgende abdominale kramper og diaré.

Kontakt av toksin med konjunktiva:

Konjunktivitt med puss-sekresjon, hevelse rundt øyet.

Diagnose

Antistoffpåvisning i rekonvalesenstiden.

Behandling

Penicillinastabilt penicillin (cloxacillin/dicloxacillin) kombinert med clindamycin ved pågående infeksjonproduksjon i kroppen, for øvrig symptomatisk behandling (matforgiftning, inhalasjon av toksin/bioterror)

Differentialdiagnose

Streptokokk toksisk sjokk syndrom, sepsis, meningitt, annen forgiftning.

Virale encefalitter

Det finnes en rekke virusfamilier som kan gi encefalitt og som kan tenkes benyttet som biovåpen ved spredning som aerosol. De fleste av disse overføres naturlig med artropoder eller gjennom smitte fra gnagere. Alfavirus (Eastern equine, Western equine og

Venezuelan equine) regnes som kanskje de mest sannsynlige virus for overlagt spredning. Man vet at disse virus smitter lett som aerosol, bl.a. i laboratorier, og det har lav infeksjonsdose. For nærmere omtale av disse virus, se Bossi P et al. Bichat guidelines for the clinical management of bioterrorism-related viral encephalitis. Eurosurveillance 2004 Vol 9 Issue 12.

Pre- og posteksposisjonell profylakse ved biologiske hendelser

Både vaksiner og antimikrobielle midler kan være aktuelle ved sykdommer som skyldes forsettlig spredning av biologiske agens. Disse tiltak er omtalt under de enkelte sykdommer, for bedre oversikt gjengis de også som tabell.

Tabell IV-3. Pre- og posteksposisjonell profylakse – oversiktsstabell

Sykdom/ Agens	Pre- eksposisjonell vaksine	Posteksposisjonell profylakse, voksne	Varighet	Posteksposisjonell profylakse, barn
Anthrax	Vaksine finnes, ikke tilgjengelig i Norge.	Ciprofloxacin 500 mg x 2 p.o. <i>eller</i> Doxycyclin 100 mg x 2 p.o. eller hvis sensitiv amoxicillin 500 mg x 3 p.o.	60 dager. Vaksinering like etter eksposisjon reduserer post-eksposisjonell profylakse til 28 dager.	Ciprofloxacin 15 mg/kg (opp til 500 mg) x 2 p.o. <i>eller</i> Doxycyclin 2.5 mg/kg x 2 p.o. (>8 år), <i>eller</i> hvis sensitiv amoxicillin 25 mg/kg (opp til 500 mg) x 3 p.o.
Botulisme	Nei.	Ikke aktuelt.		
Brucellose	Nei.	Doxycyclin 100 mg x 2 + Rifampicin 600-900 mg/d Gravide: bare rifampicin.	3 uker	Barn > 12 år: Doxycyclin 2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 p.o. (>8 år), + Rifampicin 10-15 mg/kg/d (opp til 900 mg) p.o.

				Barn < 12 år: trimetoprim-sulfa 3-4/15-20mg/kg x 2 + rifampicin 10-15 mg/kg/d /p.o. i 3 uker.
Snive og pseudosnive	Nei.	Doxycyclin 100 mg x 2 eller trimetoprim-sulfa 2 tabl. x 2 p.o.	7 dager.	Trimetoprim-sulfa 3-4/15-20 mg/kg x 2 p.o.
Pest	Ikke tilgjengelig i Norge	Doxycyclin 100 mg x 2 p.o. <i>eller</i> ciprofloxacin 500 mg x 2 p.o.	7 dager.	Doxycycline 2.5 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 p.o. (>8 år), <i>eller</i> Ciprofloxacin 15 mg/kg (opp til 500 mg) x 2 p.o.
Q-feber	Ikke tilgjengelig i Norge	Doxycyclin 100 mg x 2 p.o. <i>eller</i> Trimetoprim-sulfa 2 tabl. x 2 (spesielt for gravide/ammende) eller claritromycin 500 mg/d p.o.	7 dager Start 8-12 dager etter eksposisjon.	Trimetoprim-sulfa 3-4/15-20 mg/kg x 2 p.o., <i>eller</i> claritromycin 7,5 mg/kg x 2 (opp til 500 mg/d).
Kopper	Ja	Vaksine gitt umiddelbart eller svært raskt etter eksposisjon mildner forløp av sykdom eller hindrer sykdom.		
Tularemi	Kan skaffes.	Ciprofloxacin 500 mg x 2 p.o. <i>eller</i> doxycyclin 100 mg x 2 p.o.	14 dager.	Ciprofloxacin 15 mg/kg (opp til 500 mg) x 2 p.o. <i>eller</i> Doxycyclin 2.2 mg/kg (opp til 100 mg) x 2 p.o. (>8 år),
Viral hemoragisk feber	Nei.	Ribavirin p.o. kan være aktuelt, avhenger av agens. (for detaljer se over). Kontraindisert ved graviditet og amming.	10 dager.	Ingen anbefalinger.

Mikrobiologisk diagnostikk og risikovurdering ved B-hendelser

Påvisning av det aktuelle agens er nødvendig for målrettet behandling, profylakse og hensiktsmessig smittevern ved B-hendelser. Ved sykdom forårsaket av agens i kategori A vil majoriteten av pasientene være akutt og alvorlig syke. Behandling og mikrobiologisk

diagnostikk må startes raskt. Sykdommer i kategori B og C vil kunne ha et mer snikende forløp.

Ved et definert klinisk sykdomsbilde følges etablerte diagnostiske prosedyrer. Undersøkelse av "miljøprøver" fra for eksempel innhold i pakker, pulvere, luftfiltre, klær, gulvflater etc. er vanskelig, spesielt når det ikke foreligger noen konkret mistanke om hvilken type smittestoff det kan dreie seg om. Ofte vil slike prøver bestå av flere ulike mikroorganismer som er vanlige i miljøet og som er ufarlige. Det kan likevel være en utfordring raskt å skille disse fra mikroorganismer som kan fremkalle sykdom. Undersøkelse av slike prøver krever stor erfaring, og er tidkrevende. I påvente av endelig resultat kan det være vanskelig å vurdere hvilke tiltak som skal iverksettes i form av varsling, avstengning av område, profylaktisk behandling osv. Mikrobiolog, infeksjonsmedisiner og smittevernlege bør delta i risikovurdering og avgjørelse om tiltak.

Aktuell prøvetaking

Gruppe A

Prøvemateriale	Anthrax	Botulisme	Pest	Tularemi	Kopper	VHF
● diagnostisk, rutineprøve ■ ved klinisk indikasjon ▲ eksklusjon av differensial diagnose						
Agens: smitterisiko 1-4 (se vedlegg 1)	3	2	3	3	4	4
Blodkulturer	●		●	●	Prøvetaking i samråd med lokalt mikrobiologisk laboratorium eller infeksjonsmedisinsk bakvakt, UUS	
Serumpar: akutt + etter 10-14 d.	●	●	●	●		
Penselprøve fra hudlesjon til mikroskopi/bakteriologi/resistens	●		●	●		
Nasofaryngealt aspirat: virus	●▲		▲	▲		
Sputum: mikroskopi/bakteriologi	●		●	●		
Sputum: syrefaste staver	▲		▲	▲		
Bronkoalveolar lavage	■	■	■	■		
Urin: dyrkning	▲		▲	▲		
Urin: pneumokokk/legionella ag.	▲		▲	▲		
Fæces	■	●				
Oppkast/ventrikkelskyllevæske	■	●				
Spinalvæske	■		■	■		
Andre aktuelle prøver kan være pleuravæske, vevsprøver, biopsier						

Gruppe B

Prøvemateriale	Brucellose	Pseudosnive	Q-feber	Psittakose
● diagnostisk, rutineprøve				

■ ved klinisk indikasjon ▲ eksklusjon av differensial diagnose				
Agens: smitterisiko 1-4	3	3	3	3
Blodkulturer	•	•	•	
Serumpar: akutt + 10-14 d.	•	•	•	•
Penselprøve fra hudlesjon: mikroskopi/bakteriologi/resistens		•		
Sårsekret/biopsi	•	•		
Nasofaryngealt aspirat: virus			▲	
Sputum: mikroskopi/bakteriologi		•	•	▲
Sputum: Ziehl-Nielsen	▲	▲	▲	▲
Bronkoalveolar lavage		■	■	■
Urin: dyrkning	•	•		
Urin: pneumokokk/legionella ag.		▲	▲	▲
Spinalvæske	•			
Benmarg	■			

Gruppe C

Prøvemateriale • diagnostisk, rutineprøve ■ ved klinisk indikasjon ▲ eksklusjon av differensial diagnose	Nipah encefalitt	Hemoragisk feber	Gulfeber	Ukjent, uvanlig sykdom
Agens: smitterisiko 1-4		4	3	3
Blodkulturer	▲	▲	▲	•
Serumpar: akutt + 10-14 + 21d.	•	•	•	•
Prøve fra hudlesjon: mikroskopi/bakteriologi/resistens				■
Hals/nese/nasofaryngealt aspirat: virus		■		•▲
Sputum: mikroskopi/bakteriologi				■
Sputum: Ziehl-Nielsen				▲
Bronkoalveolar lavage				■
Urin: dyrkning				▲
Urin: pneumokokk/legionella ag.				▲
Spinalvæske	•	•	•	■
Benmarg		▲	▲	

(Omarbeidet etter tabell i Health Protection Agency: CBRN incidents: clinical management & health protection Biological incident action guide, 2008)

Konferer også med laboratoriet for adekvat prøveforsendelse (se vedlegg 3).

Syndrombasert diagnostikk

De mest aktuelle sykdommene som følge av overlagt spredning vil være sjeldne i Norge. De færreste leger kan derfor forventes å stille diagnosen raskt på basis av tidligere erfaring. Tabell 4 er ment som et diagnostisk hjelpemiddel basert på en sammensetning av kliniske kjennetegn (syndrombasert diagnostikk)

Tabell IV-4. Differensialdiagnoser for viktige syndrompresentasjoner

Kursiv angir sykdommer som omtales i håndboken.

Symptomer	Differensialdiagnoser
<i>Nevrologiske symptomer:</i> Symmetriske, descenderende, slappe pareser	Gullain-Barré syndrom Virale infeksjoner i CNS, poliomyelitt Myastenia gravis Psykiatrisk lidelse Cerebralt insult Toksiner og kjemikalier: <i>organofosfater, karbonmonoksyd, sopp, thallium, alkohol</i> <i>Botulisme og nervegasser</i>
<i>Feber og</i> symptomer fra thorax	KOLS eksacerbasjon (ofte <i>Haemophilus</i>) Lobær pneumoni (pneumokokker; rustfarget sputum, herpes utbrudd) Atypisk pneumoni (<i>Mycoplasma pneumoniae</i> , <i>Chlamydia pneumoniae</i> , <i>Chlamydia psittaci</i> , <i>Legionella pneumonia</i> , <i>influenza</i> , respiratorisk syncytialvirus, vannkopper, <i>Q-feber</i>) Lungeabscess, empyem Tuberkulose <i>SARS, pulmonal anthrax, lungepest, tularemi, snive(glanders), pseudosnive (meloidosis), ricin, stråleskade</i>
<i>Feber og</i> generalisert utslett	<u>Erytematøst/makulopapuløst utslett:</u> røde hunder, meslinger, parvovirus B19, enterovirusinfeksjoner, skarlagensfeber, tyfoid (rose spots), dengue og arbovirale infeksjoner, syfilis og <i>kopper</i> <u>Vesikulært/pustuløst utslett:</u> vannkopper, disseminert herpes simplex infeksjon, disseminert herpes zoster, hand foot and mouth disease, molluscum contagiosum, apekopper, legemiddeleksantem, impetigo,

	kontaktdermatitt, erythema multiforme, Stevens-Johnson syndrom, skabb, akne, komplikasjoner til koppevaksine, <i>kopper</i>
<i>Feber og</i> lokaliserte hudtegn <i>og/eller</i> lokal lymfadenopati	Impetigo, erysipelas Fixed drug eruption, lokalreaksjon til vaksine/BCG Orf, kukopper, herpes simplex infeksjon (forkjølelsessår) Lymphogranuloma venereum, granuloma inguinale, chankroid, <i>byllepest</i> , edderkoppbitt, infisert insektstikk/flåttbitt <i>Kutan anthrax, tularemi, pseudosnive, snive</i>
<i>Feber og...</i> sjokk <i>og/eller</i> blødningstendens eller DIC	Grampositiv sepsis (pneumokokker, streptokokker, stafylokokker) Gramnegativ sepsis (meningokokker, Haemophilus influenzae, andre) <i>Toksisk sjokksyndrom (Staphylococcus aureus)</i> Malaria, tyfoidefeber, leptospirose, rickettsiose (tyfus, flekktyfus), dengue, hemolytisk uremisk syndrom (E. coli); <i>viral hemoragisk feber, anthrax, pest, tularemi, snive, pseudosnive, kopper, ricin</i> Andre årsaker til DIC, inkludert leukemi, solide tumores, intrauterin død, leversvikt

(Referanse: Omarbeidet etter tabell i Health Protection Agency: CBRN incidents: clinical management & health protection Biological incident action guide, 2008)

Litteratur/kilder:

1. Håndbok for Infeksjonsmedisinsk avdeling, UUS, 3. utgave 2009.
2. Tularemia as a Biological Weapon. JAMA 285:2763-2773, 2001.
3. Terrorism and Critical Care: Chemical, biologic, radiologic, and nuclear weapons. Crit Care Clin 21 2005, 641-52 & 747-783.
4. The Sanford Guide to Antimicrobial Therapy 2008, Thirty-Eighth Edition.
5. EMEA/CPMP Guidance document on use of medicinal products for treatment and prophylaxis of biological agents that might be used as weapons of bioterrorism. CPMP/4048/01.Last update 1 June 2007
6. Mandell, Douglas, and Burnett's Principles and Practice of Infectious Diseases, Elsevier. Sixth edition, 2005.
7. Case Definitions for Infectious Conditions Under Public Health Surveillance. Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR) 1997 May 2nd; 46 (RR10): 1 – 55.
8. JAMA, August 6, 1997, Vol 278, No. 5, en serie artikler om biologisk krigføring/terror.
9. Smittevern boka (Smittevern 18), Folkehelseinstituttet, 2009.
10. Forskrift om vern mot eksponering for biologiske faktorer på arbeidsplassen. FOR 1997-12-19 nr 1322.
11. Heptonstall J, Gent N. CRBN incidents: clinical management & health protection, London, v 4.0 september 2008.
http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947377166
12. Nasjonal beredskapsplan for pandemisk influensa. Helse- og omsorgsdepartementet, 2006.
http://www.regjeringen.no/nb/dep/hod/dok/rapporter_planer/planer/2006/nasjonal-beredskapsplan-for-pandemisk-in.html?id=102132
13. Cheng AC. Melioidosis: epidemiology, pathophysiology, and management. Clin Microbiology Reviews, April 2005, 383-416.
14. Health Protection Agency. www.hpa.org.uk
15. Centeres for Disease Control and Prevention. www.cdc.gov
16. Anthrax vaccine immunization program. www.anthrax.osd.mil
17. Updodate. www.uptodate.com
18. Bichat clinical guidelines for bioterrorist agents. Eurosurveillance, Volume 9, Issue 12, 01 December 2004. <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=499>

Vedlegg (Del IV)

Vedlegg 1

Klassifisering av smitterisiko

I henhold til Forskrift om vern mot eksponering for biologiske faktorer (bakterier, virus, sopp m.m.) på arbeidsplassen § 6, inndeles biologiske faktorer i fire smitterisikogrupper i forhold til den infeksjonsfare de representerer:

Smitterisikogruppe 1 innbefatter agens som vanligvis ikke forårsaker infeksjonssykdom hos mennesker

Smitterisikogruppe 2 innbefatter agens som kan forårsake infeksjonssykdom hos mennesker og som *kan* representere en fare for smittede personer. Det er usannsynlig at den vil spre seg til samfunnet og det finnes vanligvis effektive forebyggende tiltak eller behandling

Smitterisikogruppe 3 innbefatter agens som kan forårsake alvorlig infeksjonssykdom hos mennesker og som utgjør en alvorlig fare for smittede personer. Det kan være risiko for spredning til samfunnet, men det finnes vanligvis effektive forebyggende tiltak eller behandling

Smitterisikogruppe 4 innbefatter agens som forårsaker alvorlig infeksjonssykdom hos mennesker og utgjør en alvorlig fare for smittede personer. Det kan være stor risiko for spredning til samfunnet og det finnes vanligvis ingen effektive forebyggende tiltak eller behandling.

Vedlegg 2

Smitteverntiltak

Flere agens som kan tenkes brukt ved bioterror, smitter **ikke** fra person til person. Risikoen for aerosoldannelse av smitteførende mikrobielle agens er generelt sett ikke stor, og få mikrober spres ved luftsmitte (se tabell). Prinsipielt følges generelle infeksjonsforebyggende tiltak ("standardtiltak" – se nedenfor) som for alle pasienter. For noen sykdommer er det nødvendig med "kontaktsmittetiltak". *For noen få sykdommer: lungepest, kopper, viral hemoragisk feber - gjelder spesielle tiltak.*

1. Standardtiltak som infeksjonsprofylakse

Standardtiltak tar sikte på å redusere risikoen for overføring av sykdomsfremkallende mikrober fra kjente og ukjente smitekilder og brukes i all pasientbehandling uavhengig av diagnose eller mulig infeksjonstilstand. Tiltakene skal gi beskyttelse mot smitte gjennom ikke intakt hud og fra blod, sekreter og ekskrementer.

Håndvask/hånddesinfeksjon

Utføres alltid etter kontakt med blod, kroppsvæsker, sekreter og forurensede gjenstander. Hender vaskes/desinfiseres (hånddesinfeksjonssprit) også etter at hansker er tatt av, mellom kontakt med pasienter og mellom prosedyrer, når hender kan ha blitt kontaminerte. Når hendene ikke er synlig forurensede, er hånddesinfeksjon mer effektivt enn håndvask med såpe og vann. Ved synlig forurensing, vaskes hendene med vann og såpe etter gjeldende retningslinjer.

Hansker

Ta på hansker før berøring av slimhinner og hud som ikke er intakt. Bruk hansker ved kontakt med blod, sekreter, kroppsvæsker og forurensede gjenstander. Skift hansker mellom arbeidsoppgaver dersom de er kommet i berøring med områder der det er høy konsentrasjon av mikroorganismer. Ta av hanskene og vask/desinfiser hendene umiddelbart etter at arbeidsoppgaven er avsluttet, før berøring av rene flater og gjenstander og før kontakt med andre pasienter.

Munnbind, åndedrettsvern

Bruk munnbind for å beskytte slimhinner i nese og munn ved prosedyrer der det kan oppstå sprut av blod, sekreter eller annet flytende materiale som kan inneholde mikroorganismer. Små dråper i en størrelse av 10 – 100 µm kan være bærer av bakterier. Bruk av **kirurgisk munnbind** er tilstrekkelig for å forhindre at dråpene inhaleres til luftveiene.

For beskyttelse mot luftbårne infeksjoner og inhalasjon av dråpekjerner, med størrelse < 10 µm, (f.eks. hemoragisk feber, kopper, tuberkulose) brukes **åndedrettsvern (P3 munnbind)**.

Øyebeskyttelse, visir

Brukes for å beskytte øynene ved prosedyrer der det kan oppstå sprut av blod, sekreter eller annet flytende materiale som kan inneholde mikroorganismer.

Beskyttelsesfrakk, smittefrakk

Brukes for å beskytte hud og arbeidstøy ved prosedyrer der det kan oppstå sprut av blod, sekreter eller annet flytende materiale som kan inneholde mikroorganismer eller annen forurensing av arbeidstøyet. Ved store mengder søl eller vann bør vannbestandig frakk eller tillegg av plastforkle brukes. Ta av brukt/tilsølt frakk umiddelbar etter bruk og vask/desinfiser hendene etterpå.

Utstyr

Brukt, potensielt forurenset utstyr må håndteres slik at det ikke kommer i kontakt med hud eller slimhinner, tøy eller rent utstyr. Flergangsutstyr må rengjøres og eventuelt desinfiseres før det kan brukes på nytt. Engangsutstyr brukes ikke om igjen og skal kastes, eventuelt som smitteavfall.

Renhold

Senger, inventar, berøringspunkter og forurensete flater må regelmessig rengjøres og eventuelt desinfiseres. Flekkdesinfeksjon utføres ved søl av kontaminert materiale. Vanlig rengjøring er tilstrekkelig for pasienter som ikke er isolert pga. smittsom sykdom.

Sengetøy og tekstiler

Sengetøy og tekstiler som er forurenset med blod, sekreter eller ekskreser, må emballeres og transporteres som smittetøy på en slik måte at det ikke kommer i direkte kontakt med hud eller slimhinner.

Andre tiltak

Følg retningslinjer ved bruk av kanyler og skarpe gjenstander. Ta deg tid til den aktuelle prosedyren. Kast brukte nåler/kniver i engangsbeholdere som forsegles før transport. Bruk munnstykker eller desinfiserbart ventileringsutstyr ved resuscitering istedenfor munn-til-munn-metoden så langt som mulig.

2. Isolering av pasienter

Plasser pasienter som kan forventes å spre smittestoff ved kontakt, dråper eller luftsmitte, i enerom. Når agens ikke er kjent og situasjonen uavklart, som kort tid etter en tilsiktet biologisk hendelse, bør forholdsregler uansett og som minimum inkludere bruk av hansker, smittefrakk og munnbind. Ved mistenkt eller verifisert smittsom sykdom følges institusjonens retningslinjer for isolering av pasienter.

Tabell IV-5 Oversikt over isolerings- og smitteverntiltak ved forskjellige typer smitteveier (for kopper og hemoragisk feber, se egne beskrivelser under)

Tiltak	Kontaktsmitte	Dråpesmitte	Luftsmitte
Isolat med kontrollert ventilasjon og forgang, eget toalett, dusj og dekontaminator	Ikke nødvendig	Ikke nødvendig	Ja
Kontaktsmitte-isolat: Enerom (uten kontrollert ventilasjon) med forgang, eget toalett, dusj og dekontaminator	Ønskelig	Ønskelig	Ikke optimalt, brukes bare når isolat med kontrollert ventilasjon ikke er tilgjengelig
Enerom med eget toalett, tilgang til hyller /kurver til beskyttelses-utstyr nær pasientrommet	Ikke optimalt. Kun når kontaktsmitteisolat ikke tilgjengelig	Ikke optimalt. Kun når kontaktsmitteisolat ikke tilgjengelig	Ikke optimalt, brukes bare når isolat med kontrollert ventilasjon ikke er tilgjengelig
Smittefrakk	Ved direkte kontakt med pasienten	Ved nærkontakt med pasienten (<1 m)	Alle som skal gå i pasientrommet
Hansker	Ved all kontakt med pasient/seng/utstyr på rommet		Alle som skal gå i pasientrommet
Munnbind	Ved fare for sprut	Ved nærkontakt med pasienten(<1 m)	Ikke tilstrekkelig (bruk åndedrettsvern)
Åndedrettsvern	Nei	Nei	Ja
Visir	Ved fare for sprut		
Lue/hette	Sjelden nødvendig. Brukes bare ved fare for direkte tilsøling av håret med infeksjøst materiale		
Skobytte	Bare ved mye søl av infisert materiale på gulvet		
Håndhygiene	Hånddesinfeksjon/håndvask etter bruk av hansker og før rommet forlates		
Bestikk/service	Vanlig bestikk brukes forutsatt at det varmedesinfiseres etter bruk		
Utstyr	Nødvendig undersøkelsesutstyr oppbevares i pasientrommet under pasientens opphold, varmedesinfiseres før det tas ut av rommet, ev. pakkes i plastpose og bringes til desinfeksjonsrom for dekontaminering		

Dokumenter	Kurve, journal, rekvisisjoner tas ikke inn i isolatet		
Lab. Prøver	Prøvetakingsutstyr oppbevares i pasientrommet. Prøveglass desinfiseres, merkes og legges i transportbeholder i forgang/sluse		
Avfall	Stikkende og skjærende avfall i tett kanyleboks. Annet avfall legges i plastposen, lukkes forsvarlig og kastes som smitteavfall. Dobbelemballering bare ved forurensing på utsiden av posen		
Rengjøring	Rengjøringspersonalet bruker de samme retningslinjer som pleiepersonalet. Rengjøringsutstyr skal dekontamineres etter bruk og helst være rombundet		
Transport	Alle sår skal være godt tildekket og nylig skiftet på. Pasienten skal ha rent tøy og ny, ren seng før transport.	Alle sår skal være godt tildekket og nylig skiftet på. Pasienten skal ha rent tøy og ny, ren seng før transport.	Transport innen sykehus unngås i størst mulig utstrekning. Ved klar indikasjon: Alle sår skal være godt tildekket og nylig skiftet på. Pasienten skal ha rent tøy og ny, ren seng før transport. Pasienten utstyres med kirurgisk munnbind (evt. P3 åndedrettsvern med filter for utluft) før transport.

Innleggelse av mange pasienter med **isoleringsbehov** kan overskride kapasiteten for optimal isolering i enerom. I en slik situasjon kan det være aktuelt å isolere flere pasienter med samme sykdom sammen (kohortisolering). Aktuelle løsninger:

- Isolering i flersengsrom
- Isolering på egen post eller deler av en post
- Isolering i egen bygning

Den valgte løsningen må muliggjøre adekvat pasientmottak, behandling og smitteverntiltak. Avstanden til essensielle serviceavdelinger må være akseptabel. Tilfredsstillende forhold med hensyn til ventilasjon, tilgang på luft/oksygen, avfallsbehandling og andre tekniske behov bør diskuteres med den tekniske stab på sykehuset.

Spesielle isoleringstiltak ved kopper og hemoragisk feber

Kopper og hemoragisk feber smitter hovedsakelig ved kontakt- og dråpesmitte, og tiltak rettet mot disse smittemåter vil gi god beskyttelse. Smitte med aerosol kan allikevel ikke utelukkes, og sekundær smittespredning vil kunne ha fatale konsekvenser. Derfor velges i de fleste vestlige land langt mer omfattende smitteverntiltak, som beskrevet under kopper.

Pasienten skal innlegges direkte på isolat, døren skal holdes lukket med adgang kun for behandlingsansvarlig personell. Pasienter med mistenkt kopper eller hemoragisk feber skal om praktisk mulig overflyttes til høysmitteisolat ved UUS så raskt som mulig (se under om transport). Ved andre sykehus benyttes:

- *Luftsmitteisolat*
 - Bestående av sluse, pasientrom, kombinert bad/WC med dekontaminator med adkomst fra pasientrommet
 - Inngang til isolatenheten/pasientrom fortrinnsvis via terreng
 - Undertrykksventilasjon i forhold til korridor

- Hepafiltrert inn-og utluft. Ikke felles ventilasjon med andre rom/arealer i sykehuset
- Forriglete dører (bare én dør i slusen kan åpnes av gangen)
- *Beskyttelsesutstyr skal brukes av alle som går inn i rommet:*
 - Engangsmittefrakk, virustett
 - Hette
 - Åndedrettsvern (P3) som må sitte tett og uten lekkasje mot huden
 - Beskyttelsesbriller/visir
 - Hansker som slutter godt om mansjettene
 - Rombundne sko
- *Håndhygiene*
 - Håndvask utføres av alle etter at beskyttelsesutstyr er tatt av og før isolatet forlates
- *Dokumenter, utstyr*
 - Dokumenter, journal etc skal ikke bringes i pasientrommet
 - Det brukes engangsutstyr så langt det er mulig
 - Flergangsutstyr forblir i pasientrommet til sluttrensjøring/desinfeksjon kan utføres
- *Skittentøy*
 - Smitte via kontaminert tøy er beskrevet. Så langt mulig, bør det brukes engangsutstyr og tøy som kan kasseres. Dobbelemballering og destruksjon av mulig kontaminert tøy etter bruk hvis adekvat dekontaminering ikke er tilgjengelig.
- *Laboratorieprøver*
 - Kun nødvendig prøvetaking. Blodprøvetakingsutstyr oppbevares på pasientrommet. Prøveglass dekontamineres på utsiden sluses ut av pasientrommet og transporteres etter gjeldende retningslinjer (se vedlegg 3)
- *Avfall*
 - Alle kroppsvæsker dekontamineres
 - Flergangsutstyr dekontamineres så langt mulig. Lar adekvat dekontaminering seg ikke gjøre, må utstyret destrueres
- *Rengjøring*
 - Rombundet rengjøringsutstyr
 - Rengjøringspersonalet bruker smittevernustyr som annet helsepersonell
 - Rengjøringsutstyret dekontamineres etter bruk
- *Sluttdeinfeksjon*
 - Rommet rengjøres
 - Flergangsutstyr kasseres i størst mulig utstrekning, dobbeltemballeres og sendes til destruksjon hvis annen adekvat dekontaminering ikke er tilgjengelig
 - Fast inventar, veggflater og gulv klores

Pasienttransport

Transport som høyrisikosmitte (praktisk gjennomføring er under evaluering – kontakt infeksjonsmedisinsk avdeling, Oslo universitetssykehus, Ullevål sykehus. Foreløpig gjelder:

- Til sykehus: Pasienten påføres munnbind, evt. P3 åndedrettsvern med filtrasjon av ut-luft. Helsepersonell benytter åndedrettsvern og utstyr som ved luftsmitte (hansker, smittefrakk, øyebeskyttelse). Om mulig benyttes smitteambulans, tilgjengelig på OUS, Ullevål sykehus.
- På sykehus: Om mulig skal pasienten behandles i luftsmitteisolat på sykehuset der diagnosen mistenkes inntil pasienten kan overføres til OUS, Ullevål sykehus for høysmitteisolering. Om pasienten befinner seg i sitt hjem, bør man om mulig planlegge direkte innleggelse ved OUS, Ullevål sykehus. Så langt som mulig skal all pasientbehandling foregå på isolatet.

Prøvetaking/emballering (se også vedlegg 3)

- Prøver sendes vanligvis til det lokale laboratoriet som undersøker eller videresender prøvematerialet til et laboratorium som utfører de aktuelle analyser. Gi telefonisk forhåndsvarsel og innhent råd om prøvetaking og forsendelse.
- Bruk hansker og smittefrakk som minimumsstandard.
- Bruk i tillegg doble hansker, åndedrettsvern, øyebeskyttelse ved risiko for aerosolisering.
- Fyll ut remisser korrekt og med klinisk relevante opplysninger. Anfør også eventuell antibiotikabruk og merk prøveglassene på forhånd. Påfør varsel som "risikoprøve" eller "høyriskoprøve" (eget symbol).
- Bruk plastglass hvis tilgjengelig.
- Unngå søl på utsiden av prøveglasset, sprit av utsiden.
- Emballer hvert prøveglass forskriftsmessig.
- Vanlig postgang kan ofte ikke benyttes (se vedlegg IV-3)..

Stell av døde

Den døde stelles som anbefalt i sykehusets prosedyrer. NB: Ved stell av døde som har vært isolert pga smittsom sykdom, bruker personalet de samme forholdsregler som ved pasientbehandling. I slike tilfeller foretas stellet fortrinnsvis på pasientens rom i avdelingen.

Referanse: Isoleringsveilederen. Smittevern 2004:9, Nasjonalt folkehelseinstitutt.

Del V

Kjemiske/Toksiske agens



Del V. Giftige og skadelige kjemiske stoffer

Se også **Sammendrag** for forenklet kortversjon

- **Generelt om kjemiske stoffers effekter**
- **Eksponering og effekter på organismen**
- **Klassifisering av gasser og flyktige væsker**
- **Gassforgiftning og forholdsregler**
- **Hovedgrupper av gasser og flyktige væsker**
 - **Gasser som irriterer slimhinner**
 - **Hudgasser**
 - **Gasser som fortrenger oksygen**
 - **Gasser som hemmer transport og omsetning av oksygen**
 - **Gasser som påvirker livsviktige enzymer**
 - **Sniffegasser, Brannrøyk, Aerosoler**
- **Primært perorale gifter**

Generelt om kjemiske stoffers effekter på organismen

Skadelige kjemiske forbindelser kan være naturlig forekommende, være et produkt av biologiske prosesser eller fremstilt (syntetisert) ved kjemiske prosesser. De kan skade organismen på mange forskjellige måter, likevel kan skademekanismene grovt sett deles i tre hovedgrupper:

- **Direkte toksisitet**, hvor naturlig forekommende (inkludert biologiske) eller syntetiske kjemiske giftstoffer induserer skade eller funksjonshemming i en eller flere typer celle, og hvor dette igjen får konsekvenser for hele organismen. Skaden eller funksjonshemmingen kan, avhengig av giftstoff og mulighet for spesifikk behandling, være forbigående eller bli permanent.
- **Lokal irritasjon eller skade** (etse- eller andre skader) av hud, slimhinner, mage-tarm systemet og luftveier. Betydelig vevsskade vil sette i gang reaksjoner som sekundært kan true hele organismen, skader og inflammatoriske prosesser lokalt i luftveiene kan i tillegg føre til livstruende respirasjonssvikt.
- **Fortrengning av oksygen**. Gasser som ikke er giftige i seg selv kan i høye konsentrasjoner fortrenge oksygen, skadene skyldes da generell oksygenmangel i organismen.

Ved høye konsentrasjoner av giftige gasser kan man se flere av effektene samtidig! Brannfarlige/eksplosive gasser kan i tillegg gi brannskader og røkinhalasjonsskader.

Den vanligste årsaken til skade er forgiftning hvor enkeltpersoner ved uhell eller med hensikt svelger giftstoffer eller overdose av medikamenter, eller injiserer/inhalerer forskjellige rusmidler. Slike hendelser regnes ikke som en C-hendelse i denne sammenheng, og omtales ikke nærmere.

De fleste C-agens som er aktuelle i masseskadesammenheng vil være i gass-, damp- eller aerosolform. De mest sannsynlige scenarioer for masseskade er

- **Lekkasje** (mer eller mindre massiv) **av større volum giftige industrigasser** fra stasjonære tanker, rørledninger eller under transport. Lekkasjen kan oppstå som følge av uhell/ulykker, men kan også skyldes en forsettlig handling (sabotasje/terror).
- Spredning av giftige **gasser som dannes ved brann eller eksplosjoner**, uansett årsak.
- **Forsettlig spredning av spesielt giftige gasser** (nervegasser, cyanidgass mm).

Spredning innendørs eller innen begrensede rom vil vanligvis gi høyere konsentrasjoner av gass/damp, og dermed større sannsynlighet for personskader enn utendørs spredning

Men man kan også tenke seg spredning av giftige stoffer i form av pulver over folkemengder, eller forurensning av drikkevann etc.

Spredning av giftige stoffer med innåndingsluft (som gass, damp, aerosol eller giftige partikler) over et større område har potensial for å skade mange personer samtidig, ved høy giftighet og konsentrasjon kan effektene vise seg i løpet av sekunder eller få minutter. Spredning via vann eller matvarer kan også gi massesykdom, gifteffekten viser seg vanligvis først etter mange minutter, timer eller dager. Effekten av giftige eller skadelige kjemiske stoffer (agens) på organismen avhenger ikke bare av hvor giftig/farlig agens er i seg selv, men også av mengden man får i seg.

Giftige stoffer kan spres med næringsmidler eller drikkevann og tas opp i mage-tarmkanalen. Noen kan også absorberes direkte gjennom slimhinner, skadet eller intakt hud.

Uansett skademekanismer vil gifteffekten avgjøres av følgende faktorer:

1. **Stoffets gifteffekt (eller skadepotensiale).**
2. **Hvordan stoffet kommer inn i kroppen.**
3. **Mengden skadelig stoff organismen utsettes for (konsentrasjon og varighet).**
4. **Organismens evne til å bryte ned eller inaktivere stoffet.**
5. **Tilførsel av eventuelle medikamenter eller motgifter (antidoter) som kan nøytraliserer stoffets effekt helt eller delvis.**
6. **De eksponerte individers helsetilstand (asthma, andre sykdommer).**

Klassiske gifter (f. eks. cyanid) skader ved at de selv i lave konsentrasjoner hemmer eller endrer viktige kroppsfunksjoner. Andre kjemiske stoffer (f. eks. klor) har moderat gifteffekt i seg selv, men kan likevel være livsfarlige fordi de gir store betennelsesforandringer og lokale skader når de kommer i kontakt med hud eller slimhinner. Disse kan igjen påvirke kroppens funksjonsevne sekundært. Noen stoffer har imidlertid en forsinket effekt, og alvorlig respirasjonssvikt kan oppstå mange timer etter eksponisjon.

Andre kjemiske stoffer kan skade organismen gjennom direkte effekter på vevet de kommer i kontakt med. Sterke syrer eller baser (etsende stoffer) i flytende form skader øyne, hud, slimhinner og underliggende vev. De tas i liten grad opp blodet, og skaden blir derfor først og fremst lokal. Noen kjemiske forbindelser, først og fremst kjemiske stoffer utviklet for krigsbruk, kan i tillegg til eventuell lokal skade av hud også trenge gjennom huden og tas opp i blodet, de spres da med blodstrømmen og kan påvirke indre organer.

Hvis etsende eller vevsirriterende C-stoffer innåndes som gass, damp eller aerosol, vil de skade slimhinner og selve lungevevet samtidig som varierende mengder av stoffet tas opp i blodet som passerer lungene. Andre stoffer i gassform kan ha små eller ingen effekter på vevet i selve lungene, men skader kroppen først når de tas opp i blodet. Oksygenmangel kan oppstå ved at innåndede stoffer 1) skader lungevevet, 2) fortrenger oksygen fra innåndingsluften, 3) påvirker evnen til å puste eller 4) hindrer oksygentransporten fra blodet til cellene eller i cellene.

Effekten av en giftig gass avgjøres av mengden (dvs antall molekyler) man får i seg. Mengden skadelig stoff lungene utsettes for pr tidsenhet bestemmes ikke bare av gassens

konsentrasjon i innåndingsluften men også av pustemønster (ventilasjonens dybde og frekvens). Gass- konsentrasjonen i innåndingsluften avhenger av stoffets kokepunkt og fordampningsevne, stoffer med kokepunkt betydelig lavere enn vanlig lufttemperatur i omgivelsene (klor, ammoniakk) oppfører seg som en ekte gass. I første fase av et utslipp, når slike stoffer går over fra flytende form til gass, vil fordampningsvarmen imidlertid kjøle ned omgivelsene, slik at det kan dannes underkjølt damp på utslippsstedet.

Stoffer med kokepunkt høyere enn lufttemperaturen (f. eks nervegasser) oppfører seg som en damp, hvor damptrykket øker med stigende temperatur. Temperaturen i omgivelsene og gass- eller dampfasens egenvekt i forhold til luft bestemmer hvordan dampen spres. Spredningen kan til en viss grad beregnes ved stabil luftstrøm og vindretning eller i stillestående luft, men kan være vanskelig å forutse ved turbulent luftstrøm. For gasser med lavt kokepunkt vil gasskonsentrasjonen ved vanlig utetemperatur alltid være høy, for gasser som har kokepunkt i området 0-30°C vil temperaturen i omgivelsene ha stor betydning for konsentrasjonen (dvs. damptrykket). Lette gasser vil utendørs raskt stige til værs, mens tyngre gasser samler seg i fordypninger i terrenget. I fordampningsfasen kan imidlertid også lette fasser oppføre seg som en kald damp, og i første omgang holde seg langs bakken. Vind (dvs. luftturbulens) vil minske effekten av spesifikk vekt, ved spredning av gass innendørs vil forskjeller i spesifikk vekt av gassen ha liten betydning.

Stoffer i dampform kan kondensere på klær, hår og hudoverflaten som væske, for så å fordampe igjen når temperaturen i omgivelsene stiger. Dette har betydning spesielt for gasser som er giftige selv ved svært lavt damptrykk, personer som tas inn i varme rom kan da avgi så mye giftstoff gjennom fordampning at gassen kan skade hjelperne. Gasser som også kan tas opp gjennom huden representerer en spesiell fare både for pasienter og hjelpere.

Gasser med lavt kokepunkt vil i liten grad kondensere på klær og kroppsoverflater, mengden gass som finnes i klærne vil derfor sjelden være farlige. Hvis klær eller hud er fuktige av gass i flytende form, kan både hudkontakt og avdamping være farlig for hjelperne. Fuktige klær skal derfor alltid fjernes så raskt som mulig.

For giftige gasser gjelder at den totale tiden, dvs hvor lenge man puster inn det skadelige stoffet, har betydning for den totale gifteffekten. Habers regel (etter den tyske kjemikeren Fritz Haber) sier at konsentrasjon (C) og eksponeringstid (t) har like stor betydning for den totale giftbelastningen for organismen: $C \times t = k$ (en konstant). Denne sammenhengen er sannsynligvis riktig for relativt lave til middels giftige konsentrasjoner, ved høye konsentrasjoner vil imidlertid konsentrasjonen ha mye større betydning enn tiden.

I yrkesmessig sammenheng, hvor personer kan være utsatt for lave konsentrasjoner av kjemiske stoffer daglig, er man ikke bare opptatt av effekter som gir akutt sykdom eller ubehag, men også av effekter som risiko for utvikling av kreft eller fostermisdannelser. Da vurderingsgrunnlaget for slike effekter ofte er sparsomt blir konklusjonene usikre, og grensene for yrkeseksposisjon settes derfor vanligvis så lavt at man kan være rimelig sikker på at eksposisjonen ikke medfører helserisiko selv ved langvarig påvirkning.

I forbindelse med gassutslipp som skyldes uhell, ulykker eller forsettlige handlinger kan dette for de involverte ses som engangshendelser, dvs man utsettes for påvirkning av skadelige mengder gass kanskje bare en gang i livet og da for en kort tidsperiode. Både for pasienter og hjelpere er da risikoberegningen annerledes. Med utgangspunkt i dette har man utarbeidet et system hvor faregrensene for eksposisjon for kjemiske stoffer ikke bare vurderes i forhold til konsentrasjonen i innåndingsluften, men også i forhold til tidsrommet man eksponeres for stoffene. Slike vurderinger gjennomføres i AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) systemet, hvor sannsynlighet for lette, forbigående symptomer (AEGL-1), mere alvorlig sykdom (AEGL-2) og livstruende effekter eller død (AEGL-3) ses i relasjon til både konsentrasjon i innåndingsluft og tiden man utsettes for konsentrasjonen (10 og 30 min, 1,4 og 8 timer).

Stoffenes fysiske egenskaper påvirker skadepotensialet

Kjemiske stoffer både i fast form og som væske avgir damp. Konsentrasjonen av dampen i luften omkring avgjøres under vanlige atmosfæriske trykkforhold av omgivelsenes temperatur og stoffets kokepunkt. Stoffer hvor kokepunktet ligger lavere enn temperaturen i omgivelsene vil raskt gå over i gassform slik at luften blir mettet med damp (se tabell V-1 for oversikt over kokepunkt, damptrykk med mer). *Under slike betingelser kalles dampen gass.* Stoffer som har høyt kokepunkt samt lavt damptrykk ved normal temperatur (20-25°C) skader først og fremst ved kontakt med hud og slimhinner ("hudgasser"). De som har høyere damptrykk kommer lettere inn i kroppen med innåndingsluften, og gir skade av lungevev ("lungegasser", gasser som skader slimhinnene i luftveiene) eller rask overgang av giftstoffer til blodet via lungene (nervegasser ol). Hvis stoffer med lavt damptrykk spres som en aerosol kan effekten likne den som ses for gasser. Aerosoler består av små partikler som kan være i flytende eller fast form. Deres egenskaper avhenger både av partiklenes størrelse og vekt.

Egenvekten av damp eller gass i forhold til luft avgjør hvor konsentrasjonen blir høyest. De som er tyngre enn luft samler seg i fordypninger i terrenget/langs gulvet. De som har en vekt tilnærmet luft vil fordele seg relativt jevnt i luftfasen, og de som er lettere enn luft vil stige opp fra terrenget eller samle seg opp mot taket (*figur 1*). Når damp kommer inn i luftveiene oppfører den seg, for alle praktiske formål, som en gass. *I den videre fremstilling brukes betegnelsen gass for enkelhets skyld om både ekte gass og damp.*

Irriterende gasser kan danne betennelsesfremkallende væsker, sterke syrer eller baser når de løses opp i vannfasen på slimhinnenes overflate. Hvor raskt de løser seg i vannfasen bestemmer bl.a. om effekten blir størst i øvre eller nedre luftveier, og om å puste inn gjennom f. eks. et fuktet tøyestykke gir noen form for beskyttelse.

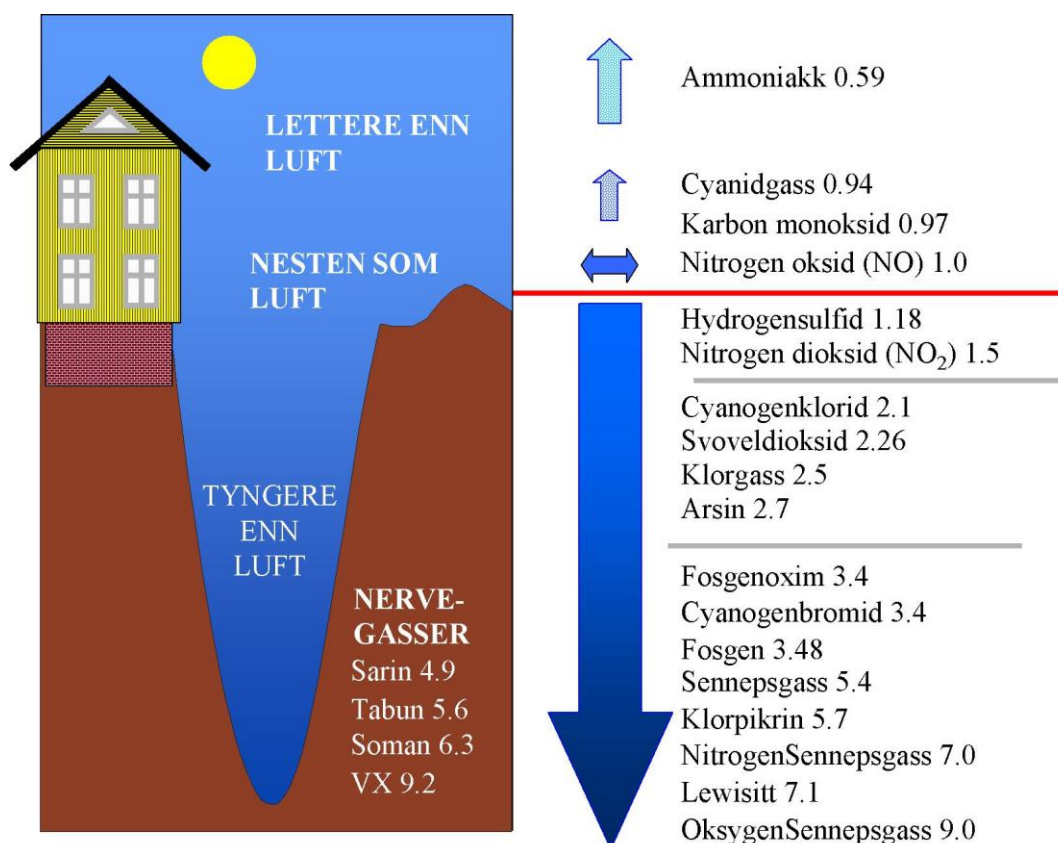
Giftighet og konsentrasjon

Giftigheten av forskjellige kjemiske forbindelser kan angis som dødelig dose ("Lethal dose = LD"), den dosen eller konsentrasjonen hvor man forventer tilnærmet 100% dødelighet blant de eksponerte. Ofte angis også dosen eller konsentrasjonen hvor 50% av de eksponerte forventes å dø (henholdsvis "Lethal dose, 50%" = LD₅₀ og "Lethal concentration, 50%" = LC₅₀), eller kombinasjonen av konsentrasjon og tid som vil drepe 50% ("Lethal concentration & time 50%" = LCt₅₀). Dosen eller konsentrasjonen av stoffer i damp- eller gassform angis vanligvis enten som vekt av stoffet pr volumenheter (f. eks. milligram pr kubikkmeter luft, mg/m³) eller som relativ molekyltetthet, hvor konsentrasjonen av gassen angis i ppm = partikler (parts) per million. 10.000 ppm = 1 % og tilsvarer et damptrykk på 1,01 kPa (7,6 mm Hg) ved normalt barometertrykk. Konvertering mellom enheter for gasstrykk og for mengdeangivelse av en gass kan gjøres med formlene nedenfor.

Konverteringstabell

1 atmosfære (atm) = 760 mmHg (Torr) = 101,3 kPa = 1,013 Bar = 10,133 m H₂O = 14,7 psi.
1 kPa = 7,5 mmHg = 10 cm H₂O
1 mmHg = 0,133 kPa = 1,33 cm H₂O
1 cm H₂O = 0,1 kPa = 0,75 mmHg
<i>For konvertering mellom ppm og mg/m³ må man kjenne gassens molekyllvekt:</i>
mg/m³ = (ppm x gram molkylvekt av gassen) / 24,45 (romtemperatur)
ppm = (mg/m³ x 24,45) / gram molkylvekt av gassen

Kalkulator for konvertering finnes bl.a. på: www.cdc.gov/niosh/docs/2004-101/calc.htm



Figur 1 (V): Egenvekt av farlige agens i gass/damp form. De fleste har en egenvekt som gjør at de vil synke ned i fordypninger i terrenget eller laveste del av et hus. Vind, turbulens eller luftstrømmer kan imidlertid lett virvle dem opp.

Eksponeringsmåtenes betydning

Effekten av agens som tas opp fra mage-tarmkanalen, og dermed også symptomene, er ofte forsinket i forhold til inntaket. Dette kan gi diagnostiske problem. Selv om flere personer fikk giftstoffet i seg på samme sted, kan symptomene som oppstår senere vise seg når personene er spredd til forskjellige steder. Giftstoffer som spres som gass, damp eller aerosol kan få en svært raskt innsettende effekt da de kan gå over i blodet nesten like raskt som om de ble injisert. Eksposisjon vil da oppdages raskt.

Gasser og flyktige væsker

Gasser og flyktige væsker som spres til omgivelsene ved lekkasjer, brann, eksplosjoner eller transportulykker kan være irriterende, skadelige eller dødelige, og vil ofte affisere mange personer. Spredningen av gass kan være planlagt og legalt (lokalirriterende gasser som tåregass), ulykke (industrigass) eller terrormotivert (nervegasser, cyanid, irriterende gasser). Selv om situasjonen ved en eventuell terrorhandling vil være forskjellig fra en sivil ulykke, er prinsippene for redningsarbeid og behandling ofte de samme. En viktig forskjell er at man ved ulykker ofte har et lokalt industrivern å støtte seg til når det gjelder type gass og fareprofil. Uhell eller ulykker under transport av gasser kan imidlertid skje hvor som helst langs jernbanespor eller viktige veiforbindelser. Identifikasjon av gass må da bygge på god merking og gassenes lukt. Ved terrorhandlinger vil man i første fase ikke forvente å ha noen informasjon om hva slags gass som er brukt, og står derfor overfor et diagnostisk problem.

Enkelte gasser som anses sannsynlige i terrorsammenheng, har imidlertid effekter som er lette å kjenne igjen (se senere). En terrorhandling med utgangspunkt i sabotasje- og/eller eksplosjonsutløst spredning av industrigasser (tanker, tankbiler, jernbanevogner) anses også som et mulig scenario. Både Forsvaret, Sivilforsvaret, enkelte sykehus og nødetater har utstyr for påvisning av visse gasser (irriterende gasser, nervegasser) (CAM). Mer sofistikert bærbart utstyr for påvisning av mange forskjellige industrielle gasser så vel som stridsgasser er nå i ferd med å bli tilgjengelig.

Ved utslipp/spredning som medfører personskade er hovedregelen å:

- fjerne pasientene fra eksponeringskilden på en rask og trygg måte,
- gi livreddende førstehjelp (event behov for verneutstyr, se del II) og
- eventuelt gi spesifikk behandling med motgift (se også del II)
- sørge for dekontaminering hvis nødvendig (se også del II)

Praktiske retningslinjer for redningsarbeid ved gasshendelser

Uansett lokalisasjon, gasstype eller årsak gjelder følgende praktiske hovedpunkter for redningsarbeid ved gassulykker:

1. *Gassmaske* (filtermaske, vernemaske) beskytter ikke mot alle typer og konsentrasjoner av gasser. De hjelper heller ikke hvis gasser som er tyngre enn luft har fortrenget oksygenet. Da kan man kveles selv om filteret i gassmasken tar opp giftgassen.
Redningsarbeid i område med antatt høy gasskonsentrasjon forutsetter derfor fullt røyk- eller gassdykkerutstyr (trykkluft + gasstett bekledning). Slikt utstyr har det lokale brannvesen/ industrivern. I åpent lende kan man gå inn til utkanten av gassfarlig område med verneutstyr av lavere sikkerhetsgrad. *Dette må imidlertid klareres med brannvesen/ industrivern* (fagleder brann), se også del II.
2. Ved gassulykker i *lukkede eller delvis avstengte rom* (tanker) bør man om mulig først skaffe ventilasjon inn til de affiserte (kan luker åpnes, vinduer knuses, hull lages?) fremfor å gå inn i området uten trykkluftutstyr. Redningspersonell kan selv omkomme i forsøk på å berge andre som befinner seg i tanker/siloer med giftig gass hvor oksygenmangelen ofte er hovedproblemet. Samme problemstilling gjelder ved utløsning av anlegg med brannslukkende gass, selv om gassen i seg selv ikke er giftig.
3. Ved *henting av skadede* i gassområdet bør transport skje på tvers av vindretningen i størst mulig grad (eventuelt gå inn *med* vinden hvis fokus for gassutslipp er kjent). Hovedregelen er at gassen vil spre seg fra utslippsstedet i en sektor på 30-60° med vinden. Dette modifiseres av vindhastighet og lokal topografi (åpent lende/ bygater).
4. *Røyking eller bruk av ild* må ikke forekomme da mange gasser er eksplosive, bruk av rent oksygen må klareres med fagleder brann.
5. Betydningen av *dekontaminering* (rensing) av eksponerte pasienter er oftest overdreven. Hovedregelen er at pasienter som bare er utsatt for toksisk agens i gassform, *ikke* trenger dekontaminering. Klær hos personer som har symptomer på forgiftning, bør imidlertid fjernes så snart pasienten er ute av gassfarlig område. Personer som har fått tilsølt klær/sko/hud med giftige stoffer ("gass" i flytende form) *må* dekontamineres. I praksis vil det oftest si de personer som var nærmest en eksponeringskilde (som kan være en beholder/tank/tankbil) som inneholdt "gassen" i flytende form.

Praktiske retningslinjer for egenbeskyttelse ved gasshendelser

1. Nesten alle giftige gasser (se *fig V.1*) er tyngre enn luft. Disse gassene vil derfor synke ned i fordypninger i terrenget eller i de lavest liggende deler av et hus. Slik sjikting av gass skjer bare ved relativt stillestående luft, som på en helt stille dag eller inne i et rom uten vesentlig ventilasjon eller luftsirkulasjon.
2. Vind, luftkondisjoneringsanlegg, vifter i elektrisk apparatur, luft som stiger opp i rommet pga. varmeovner eller personer som beveger seg raskt vil skape bevegelse eller turbulens i luften. Dette kan virvle gass/damp opp fra bakken eller gulvet og spre denne.
3. Ved frigjøring av giftige gasser utendørs er det sikreste å evakuere til et område tilstrekkelig langt bort fra gassutslippet. Hvis gassen allerede har spredd seg i området, kan man risikere at passering gjennom fordypninger i terrenget under evakuering representerer en øket fare.
4. Hvis evakuering i tide ikke er mulig eller praktisk gjennomførbart, vil det i de fleste tilfeller være tryggest å holde seg rolig innendørs med alle vinduer og lufteventiler lukket. Eventuelt luft-kondisjoneringsanlegg og elektrisk apparatur med vifte stenges av. Ved utslipp av gasser som er tyngre enn luft er det en fordel å oppholde seg i den høyeste delen av huset (dog ikke loft, som ofte er mindre tett enn vanlige rom).
5. Selv et relativt lite, tett lukket rom uten noen ventilasjon inneholder betydelige mengder oksygen. I et rom på 3 x 4 m og en takhøyde på 2,5 m er det 30 kubikkmeter (m^3) luft. Hver kubikkmeter luft ved havoverflaten inneholder ca 210 liter oksygen. En normalperson i hvile forbruker ca. 250 ml oksygen pr. minutt eller 15 liter pr. time. Et fall i O_2 innholdet med 15 liter/ m^3 til 195 liter/ m^3 vil knapt merkes. En person kan ideelt sett puste i ett døgn i et lite rom helt uten ventilasjon uten at det oppstår oksygenmangel. 4 personer i samme rom har nok O_2 i minst 6 timer. Karbon dioksid (CO_2) innholdet i luften vil imidlertid øke med vel 1% innen samme tidsrom, og gjøre at man må puste dypere. Panikk, uro og muskelaktivitet øker oksygenforbruk og CO_2 utskillelse.

Hovedgrupper gasser og flyktige væsker

Gasser og flyktige væsker kan deles i 5 hovedgrupper etter virkningsmekanismen. Klinik og behandling av eksponerte personer vil hovedsaklig være felles innen hver gruppe (listen nedenfor er ikke fullstendig). Damp fra organiske løsemidler **kan gi rusfølelse, men også medføre skader på organismen**. Brannrøk som dannes ved brann og eksplosjoner inneholde en blanding av gasser fra forskjellige grupper. Disse omtales derfor som egne samlegupper

Gasser som irriterer slimhinner

Klorgass, ammoniakk, nitrøse gasser, fosgen, svoveldioksid, kloropikrin

Hudgasser

Sennepsgass, lewisitt, fosgen oxim

Gasser som fortrenger oksygen

Karbondioksid, metan, inerte (reaksjonsløse, "ufarlige") gasser

Gasser som hemmer transport og omsetning av oksygen

Cyanid, karbonmonoksid, hydrogensulfid

Gasser som påvirker livsviktige enzymer

Nervegasser, arsin

«Sniffegasser» fra organiske løsemidler

Brannrøyk

Gasser som irriterer slimhinner

Generell oversikt

Gassene i denne gruppen («kvelegasser, choking agents») reagerer med væsken på overflaten av fuktige slimhinner og danner irriterende/etsende forbindelser (se ovenfor). Avhengig av hvor «tørr» gassen er og hvor lett den reagerer med væske, ses irritasjon i henholdsvis nedre eller øvre deler av luftveiene. Det finnes **intet antidot** mot effekten av slike gasser.

Tåregassene er mest vannløselige og virker derfor først og fremst på øyne og øvre luftveier. De er derved mindre farlige og kan brukes til å kontrollere demonstrasjoner og opprør. Ved ekstreme eksponeringer kan imidlertid disse gassene få så høye konsentrasjoner i de nedre luftveier at de kan gi skade også her. Av tåregasser anses *kloropikrin* for å være mest aktuell som terroragens.

De viktigste irriterende gasser er *klor*, *svoveldioksid*, *ammoniakk* og *nitrose gasser*. De som trenger langt ned i luftveiene før de reagerer med fuktighet i slimhinnene - for eksempel *nitrose gasser*, *klor* og *fosgen* - representerer større fare med hensyn på utvikling av lungeødem enn de mer vannløslige gassene *ammoniakk* og *svoveldioksid*. Lungeødemet skyldes direkte skade/irritasjon av både luftveisepitel og endotelet i lungenes mikrosirkulasjon, og har derfor en annen mekanisme enn lungeødem ved hjertesvikt.

Andre gasser i denne gruppen er *hydrogenfluorid* (i vannløsning flussyre), *fenol-damper* (karbolsyre), *metylisocyanat* og *formaldehyd*. Metylisocyanat fremkalte i 1984 den største industriulykken i historien med flere tusen dødsfall og nærmere 200 000 affiserte i den indiske byen Bhopal. Andre kvelegasser som har vært diskutert brukt som stridsmidler - og dermed som potensielle terrormidler - er *difosgen*, *kloridtrifluorid*, *disvovelddekafluorid* og *perfluorisobutylene* (PFIB).

Generelle retningslinjer for behandling

- Alle pasienter eksponert for irriterende gasser og som har symptomer fra luftveiene, **skal observeres i sykehus** (eventuelt overvåkes av kyndig personell) i 24-48 timer da utvikling av lungeødem kan komme flere timer etter eksponering. Ødem i øvre luftveier med delvis respirasjonshinder kan også forekomme. Alle eksponerte pasienter med symptomer bør holdes i ro under observasjonstiden og overvåkes med SpO₂ måling.
- Pasienter med irritasjon av **øynene** skal fjerne eventuelle kontaktlinser, og øynene skal skylles grundig (10-20 min om mulig) med isoton NaCl (helst) eller lunkent vann. Ved alvorlig etseskade på øynene bør det skyldes lenger, med påfølgende antiinflammatorisk behandling med steroidholdig øyesalve.
- Pasienter med **bronkospasmer og/eller stridor** gis bronkodilaterende midler. Kodeinfosfat kan gis mot hoste. O₂ tilførsel etter behov.
- **Glukokortikoider** kan ha effekt ved alvorlige lungesymptomer eller lungeødem og bør forsøkes, eksempelvis *metylprednisolon* i doser fra 20-100 mg x 3 i.v. og oppover. Steroider gis også som inhalasjonsaerosol (Becotide), om mulig allerede på skadestedet og under transport. Noen vitenskapelig dokumentasjon for bruk av steroider finnes ikke, men etter vår mening er indisiene på effekt så sterke at de bør gis til alle pasienter med uttalte luftveisfenomener etter eksponering for irriterende gasser. Årsaken til at man kanskje er blitt mer liberal med bruk av glukokortikoider

ved gasser med lokalirriterende effekt, er de gode erfaringer man gjorde i Bhopal (se ovenfor).

- Profylaktisk bruk av **antibiotika** anbefales vanligvis ikke.
- **CPAP** eller **respiratorbehandling** kan bli nødvendig ved ventilasjonssvikt og/eller utvikling av lungeødem. Vurder lokal kapasitet.

Klorgass

Klor (Cl_2) er en gulgrønn gass med en karakteristisk stikkende lukt. Den ble benyttet som stridsgass under første verdenskrig. Gassen er 2,5 ganger tyngre enn luft og kondenserer lett til en lettflytende oransjerød væske. Klorgass alene representerer ingen brann eller eksplosjonsfare. Sammen med hydrogen blir den derimot eksplosiv. Klor er et av de viktigste grunnstoffene i industrien og brukes blant annet som basisråstoff i plastproduksjon (PVC), som desinfeksjonsmiddel (drikkevann) og som blekemiddel i treforedlingsindustri. Klor produseres og lagres ofte på brukerstedet, men transport f.eks. i tankvogner forekommer også. I slike tilfelle lagres klor som væske under trykk. Lavt kokepunkt (-34°C) gjør at flytende klor i løpet av kort tid fordamper til gass: En liter flytende klor gir omtrent 430 liter gass ved 25°C . Ved kontakt med væske på slimhinner dannes vesentlig saltsyre og frie oksygenradikaler som trolig er ansvarlig for de toksiske effekter. Klor er noe vannløselig og vil derfor også påvirke de øvre luftveiene.

Data

Administrativ norm (dvs øvre grense) for klor i luft i arbeidslokaler er angitt til 1 ppm. Klorgass kan luktes fra 0,2 ppm, og 1-3 ppm gir lettere irritasjonsfenomener. Ved verdier over 25-30 ppm vil man være kraftig påvirket (slimhinneskader). *100 ppm kan gi dødelige skader, ved 1000 ppm er det fare for livet etter bare noen få innåndinger.*

Klinikk

Lettere tilfelle gir irritasjon fra øyne og luftveier med renning fra nese/øyne, sårhet i hals med hoste og eventuelt lettere pustebesvær og smerter i brystet. Høye gasskonsentrasjoner medfører hoste, brekninger som kan være blodige, dyspné og bronkospasmer. Uro og hodepine kan forekomme. Etter hvert utvikles larynx- og lungeødem. Hudkontakt kan gi etseskader, disse behandles som brannsårr.

Behandling: Spesielt for klorgass (se også ovenfor)

Gassmaske eller fuktig klut foran nese/ munn er nyttig (klorgassen reagerer på denne i stedet for på slimhinnen). Dekontaminering er ikke nødvendig etter eksponering for klor som gass. Personer tilsølt med klor i væskeform må dekontamineres. Ta av tilsølte klær og skyl med varmt vann og såpe. Unngå å ta av klær over hodet. Klipp opp og fjern gensere, T-skjorter og lignende.

Nitrøse gasser

Nitrøse gasser (NO_x) er biprodukter ved en rekke industrielle prosesser, og er samlebetegnelse for flere nitrogenoksider hvorav NO_2 , NO og N_2O_2 regnes for å være de viktigste. Gassene dannes først og fremst ved høy temperatur under sveising, skjærebrenning av spesielle materialer, under brann eller i forsiloer. Kokepunkt er ved ca romtemperatur (21°C), gassen kan derfor kondensere til syre ved lavere temperaturer. Gassene virker etsende, men er også tyngre enn luft slik at oksygen fortreges. Når innåndingsluften inneholder for lite O_2 oppstår livstruende hypoksi. Ved «silodødsfall» har flere omkommet samtidig, fordi den ene forsøker å redde den andre ved å klatre ned i stedet for å skaffe bedre utlufting av siloen. I tillegg til den etsende effekten ved kontakt med slimhinner, dannes det frie radikaler som skader respirasjonsepitetet. Dessuten kan det

dannes nitritter som kan gi vasodilatasjon og en lett methemoglobinemi (reduserer hemoglobinetts evne til å transportere O₂).

Data

Administrativ norm i luft i arbeidslokaler er angitt til 5 ppm (NO₂). Nivåer over 50 ppm gir alvorlige forgiftninger. 100 ppm fører til utvikling av lungeødem og er dødelig etter 60 min eksponering. 1000 ppm gir umiddelbare lungefenomener og er dødelig etter 15 min.

Klinikk og behandling

Er hovedsakelig som for klor. Spesielt for nitrøse gasser er at de er lite vannløselige og trenger ofte langt ned i luftveiene før den virker irriterende. Det kan derfor gå flere timer før eventuelt lungeødem utvikles. Alvoret i situasjonen kan derfor lett undervurderes i første omgang.

Fosgen

Fosgen (karbonyl diklorid, CG) var den stridsgass som forårsaket flest dødsfall under første verdenskrig. Kokepunkt er ved kjølig utendørstemperatur (8° C), gassen kan kondensere ved lavere temperaturer. Gassen er lite vannløselig og trenger derfor dypt ned i lungene ved inhalasjon. Fosgen induserer en betennelsesprosess i lungevevet, øker permeabiliteten i lunge-kapillærene og kan forårsake lungeødem.

Virkningsmekanismen er uklar, men fosgen binder seg til aminogrupeer, hydroksylgrupper og sulfhydrylgrupper i cellenes makromolekyler og forstyrrer deres funksjon. Fosgen medfører også lipidperoksidering og starter en kaskadereaksjon hvor inflammatoriske cytokiner er involvert. Vann hydrolyserer fosgen til saltsyre. Ved høye konsentrasjoner av fosgen kan mengden av saltsyre som dannes være stor nok til å ha en innvirkning på toksisiteten.

Sannsynlig eksponering for fosgen er via inhalasjon av gass. Fosgen har få effekter på huden og dermal absorpsjon er ikke ansett for å utgjøre noen risiko.

Data

Fargeløs gass som lukter som søt, råtnende frukt eller som nyslått høy. Fosgen kan ha effekter ved lavere konsentrasjoner enn det som kan oppdages ved lukt. Sykdom kan oppstå ved 2-3 ppm, men trenede arbeidere kan lukte helt ned i 0,4 ppm. Lungeskader kan oppstå fra 30 ppm, *LCT₅₀ er 500 ppm*.

Klinikk

Ved eksponering ses irritasjon i øyne (brennende følelse), tåreflod, sår hals, hoste, følelse av å kveles, pustebesvær, kvalme og hodepine. Etter kortvarige eksponering for lave konsentrasjoner forsvinner disse symptomene raskt når eksponeringen opphører. Ved høyere eksponeringer kan det være en symptomfri latensperiode på 30 min - 48 timer før alvorlige lungeskader inntreffer. Lengden på latensperioden avtar med økende konsentrasjoner av gassen. Etter latensperioden utvikler pasienten dyspné, cyanose, og smertefull hoste med utvikling av lungeødem.

Alvorligheten av de initiale symptomene sier lite om hvor alvorlige de senere skadene på lungene kommer til å bli. Lungeskade kan også oppstå uten at de initiale symptomene er registrert. Ved mistenkt eksponering bør derfor personer observeres i 48 timer.

Behandling

Det finnes ingen motgift, all behandling er **symptomatisk** (se ovenfor).

Svoveldioksid

Svoveldioksid (SO₂) er en fargeløs gass med ubehagelig, stikkende lukt. Koepunktet er lavt (-10° C), kondensasjon vil sjelden forekomme og gassen er tyngre enn luft. Gassen er meget vannløselig og vil derfor stort sett affisere slimhinnene i de øvre luftveier (irriterende/etsende effekt). Først ved høygradig eksponering vil SO₂ nå ned i lungene. Gassen er 2,3 ganger tyngre enn luft. Svoveldioksid brukes som blekemiddel og i framstilling av svovelsyre.

Data

Administrativ norm for luft i arbeidslokaler er satt til 2 ppm. Gassen kan kjennes fra 0,3 ppm. Verdier over 50 ppm gir tydelige symptomer raskt. Ved 400-500 ppm er det øyeblikkelig fare for livet.

Klinikk og behandling

Øvre luftveier er hovedsakelig affisert. Behandlingen er **symptomatisk** (se ovenfor).

Ammoniakk

Ammoniakk (NH₃) er en fargeløs gass med en karakteristisk, stikkende lukt (salmiak). Gassen er lettere enn luft og medfører liten brann- og eksplosjonsfare. Koepunktet er lavt (-33° C), væsken fordampes raskt til gass. Ammoniakk brukes blant annet i produksjon av kunstgjødsel, i landbruket til «luting» av halm og i større kjøleanlegg. Ved kontakt med slimhinner dannes salmiakkspiritus som er *sterkt etsende* (alkalisk). Gassen har relativt høy vannløselighet slik at øvre luftveier hovedsakelig affiseres.

Data

Luktgrensen går ved 50 ppm og de fleste får irritasjonsfenomener ved konsentrasjoner over dette. Alvorlig sykdom med hoste, laryngospasmer og ødem i strupehodet er sett ved 1700 ppm mens 2500-4500 ppm kan være dødelig etter 30 min. Konsentrasjoner over 5000 ppm gir raskt respirasjonsstans.

Klinikk og behandling

Er som for klorgass. Ved sprut av flytende ammoniakk i øyne må man skylle raskt og særlig nøye, da dette er en alkalisk etsing som oftest går dypere enn ved syrer. Kontroll hos øyelege.

Kloropikrin

Kloropikrin (triklornitrometan) er en tåregass som virker irriterende på slimhinner, både i øyne og i øvre og midtre deler av luftveiene. Koepunktet er høyt (112° C), damptrykket blir derfor lavt. Kloropikrin brukes som insektmiddel (pesticid) og finnes derfor lett tilgjengelig. Kloropikrin ble brukt som stridsgass under første verdenskrig og har senere blitt brukt ved terrorhandlinger. Det er imidlertid vanskelig å oppnå tilstrekkelig høye konsentrasjoner til at gassen kan brukes som masseødeleggelsesvåpen, spredning er mest effektivt som en aerosol. Kloropikrin ble tidligere brukt som tåregass, men dette gjøres nå i liten grad da gassen anses å være for toksisk.

Kloropikrin er en oljeaktig, flyktig væske ved normale temperaturer. Den er lite vannløselig og hydrolyserer i alkaliske løsninger. Kloropikrin har en intens lukt og blir brukt som tilsetning til gasser for at lekkasjer skal kunne oppdages. Kloropikrin kan dekomponere ved høye temperaturer og danne giftige gasser som fosgen, hydrogenklorid, nitrogenoksider og karbonmonoksid.

Data

7000 ppm gir øyeblikkelig død, men dødsfall er sett ved doser på ca 120 ppm i 30 min og ca 300 ppm i 10 min. Symptomer og affeksjon av helsetilstand begynner imidlertid ved langt lavere konsentrasjoner, under 1 ppm.

Klinikk og behandling

Behandlingen er symptomatisk. Affiserte øyne skylles med isoton NaCl (helst) eller lunkent vann i 10-15 minutter. Det finnes **ingen antidot** mot tåregasser. I ekstreme tilfelle blir klinikk og behandling som for klorgass.

Andre tåregasser

Eksempler på andre tåregasser/irriterende gasser er *acrolein*, *omega-kloracetofenon (CN)*, *dibenzo (b,f)-1,4-oxazepin (CR)*, *orto-klorobenzylidin malononitril (CS)*, *adamsit (DM)*, *difenylklorarsin (DA)*, *difenylcyanoarsin (DC)*, *halogenerte estere*, *halogenerte ketoner*, *xylyl bromid*, *Oleoresin Capsicum (OC, pepperspray)*.

Disse gassene virker irriterende på øyne og luftveier. Symptomer og tegn på forgiftning omfatter røde øyne, tåreflod, smerter i øynene, synsforstyrrelser, rhinnore, smerter i nese og munn, svelgvansker, kløe, tetthet i brystet, hoste, pustebesvær, pipelyder ved pusting, kvalme og oppkast.

Behandling

Hvis konsentrasjonen av tåregassene ikke er meget høy vil det være tilstrekkelig å fjerne pasientene fra kontaminert område og skylle øynene i minst 15 minutter. Se forøvrig behandling for kloropikrin.

Hudgasser

Hudgasser ("blister agents") er kjemiske stridsmidler som har sin hovedeffekt på hud og øyne, men som også kan påvirke slimhinner, for eksempel i luftveiene ved inhalasjon (symptomer lik de ved slimhinneirriterende gasser), og i gastrointestinaltraktus ved peroralt inntak. Inhalasjon av høyere doser kan medføre benmargsskade. Spesielt sennepsgass kan gi toksiske effekter på øyne og immunsystem som vedvarer i årevis.

Betegnelsen gass er noe misvisende fordi alle hudgassene har høye kokepunkt (100-250° C) og derfor er væsker ved normale forhold. De viktigste hudgassene er *sennepsgasser*, *lewisitter* og *fosgenoksim*. Andre hudgasser er *metyldiklorarsin*, *etyldiklorarsin*, *diklormetyleter* og *dimetylsulfat*, men disse er lite egnet som stridsgasser/terroragens.

Blandet med hverandre eller med egnede løsemidler endres de fysikalsk-kjemiske egenskaper til hudgassene slik at de spres lettere. En blanding av sennepsgass og lewisitt gir først skader som følge av lewisitt mens skader av sennepsgass inntreffer flere timer senere. Blandingen medfører også dypere og mer smertefulle hudskader enn sennepsgass alene.

Det finnes **intet effektivt antidot**, men chelator (motgift som binder seg til giftstoffet) kan ha en viss effekt ved eksponering for *lewisitter* (se nedenfor).

Kondensert eller flytende gass på gjenstander, klær, hud eller hår kan lett skade også behandlerne. I slike situasjoner er det svært viktig at man *ikke berører pasientene med ubeskyttede hender* innen dekontaminering er foretatt. Kontaminerte personer må heller ikke bringes inn i varme eller lukkede rom, da avdamping fra disse kan skade annet personell og kontaminere omgivelsene.

Generelle retningslinjer for behandling

Kondensert eller flytende gass på hud gir hudskader. Hvis man ser oljeaktig væske på huden kan væsken absorberes med Fullers jord, mel, pulversåpe el., eller en kompress (uten å gni).

Forøvrig renses med såpe og vann så skånsomt som mulig da huden allerede kan være skadet.

Skadet hud behandles i prinsippet som ved brannskader. Symptomatisk behandling av lukkede blemmer og åpne sår med flamazinsalve forebygger infeksjon (ikke til personer med sulfaallergi). Hudkløe kan behandles med antihistaminer eller glukokortikoider.

Pasienter med irritasjon av **øyne** skal fjerne eventuelle kontaktlinser, og øynene skal skylles grundig (10-20 min) med isoton NaCl (helst) eller lunkent vann.

Øyne kan behandles med kloramfenikol mot konjunktivitt, atropin øyedråper ved kolinerge effekter, steril vaselin under øyelokk for å hindre sammenvoksninger, tildekking av øyne/mørke briller og smertelindring med lokale eller systemiske analgetika.

Luftveissymptomer behandles som angitt for slimhinneirriterende gasser (se ovenfor).

Profylaktisk bruk av **antibiotika** anbefales vanligvis ikke.

CPAP eller **respiratorbehandling** kan bli nødvendig ved ventilasjonssvikt og/eller utvikling av lungeødem. Vurder lokal kapasitet.

Sennepsgass

Militære betegnelser på aktuelle sennepsgasser er HD (destillert sennepsgass), T (oksygen sennepsgass), HT (blanding av HD og T) og HN-3 (nitrogensennepsgasser). Sennepsgass (H) blir også kalt Yperitt etter Ypres, stedet i Belgia der sennepsgass først ble tatt i bruk.

Sennepsgassene er oljeaktige væsker som forblir i det forurensede området i lang tid, spesielt ved lave temperaturer. Sennepsgass i gassform er tyngre enn luft og samles i dalbunner, groper, og kløfter utendørs eller langs gulv eller i kjellere innendørs.

Sennepsgass er lite vannløselig og tyngre enn vann. Sennepsgass vil derfor kunne legge seg på bunnen av en vannkilde og bli liggende i lang tid. Kontaminering av matvarer er også en mulig spredningsmåte.

Damp av sennepsgass kan utgjøre en helsefare ved høye temperaturer. *Sennepsgass trenger raskt gjennom klær, hud og hornhinne og kan absorberes etter inhalasjon og gi systemiske effekter.* Grad av opptak etter peroral eksponering er ukjent. Eliminasjonsmåte av sennepsgass (H eller HD) hos mennesker er ukjent.

Sennepsgassene virker alkyliserende, dvs de innfører en alkylgruppe i molekyler. Gassene sykliseres og danner et reaktivt elektrofilt sulfoniumion eller immoniumion. Ionet bindes til nukleofiler i cellen, som DNA, RNA, proteiner og bestanddeler i cellemembraner og skader disse. Sennepsgass reduserer også mengden redusert glutation i cellene.

Fysikalsk-kjemiske egenskaper for sennepsgasser

	HD	T	HN-3
Farge	Fargeløs, gul-brun	Fargeløs	Fargeløs, blek gul, brun
Lukt	Ingen, sennep, løk, hvitløk	Ingen, hvitløkaktig	Bitre mandler, geranium
Smeltepunkt (°C)	14,4	10	-4
Kokepunkt (°C)	228	174	230-257
Flyktighet	Liten ved lav, moderat ved høy temperatur	Liten	Liten
Tetthet væske (g/ml)	1,27	1,2	1,2

gass (relativ til luft)	5,4	9	7
-------------------------	-----	---	---

Data

Peroralt inntak av 2 - 6 mg sennepsgass kan medføre anoreksi, metthetsfølelse og depresjon. Alvorlig leukopeni har oppstått etter eksponering for damp i doser på 1000 mg x min/m³ eller etter peroralt inntak av 7 - 9 mg sennepsgass.

Klinikk

Det er **latenstid** på flere timer fra eksponering til symptomer.

Sennepsgass i damp- eller væskeform *irriterer hud, øyne, respirasjonssystemet og mage-tarmkanalen. Dødeligheten etter bruk av sennepsgass er anslått til 2-5 %.*

Skader i øynene opptrer raskt (minutter-timer). *Forsinket hornhinnebetennelse* som kan lede til blindhet, kan imidlertid oppstå flere år etter eksponering for sennepsgass.

Hudskadene, erytem som eventuelt går over til blemmedannelse, inntreer vanligvis etter 4 - 8 timer. Nydannelse av blemmer kan vedvare i flere dager.

Effektene av sennepsgass på *luftveiene* inntreer 2 - 24 timer etter eksponering, avhengig av dosen. Det kan gi blødninger og nekroser i lunge og luftveier med pustebesvær og fare for lungeødem.

Mage-tarmsystemet: Kvalme, oppkast, magesmerter, og blodig diaré forekommer etter både peroral/dermal eksponering og ved inhalasjon.

Alvorlig *leukopeni* forekommer ved større eksponering. Andelen av store granulære leukocytter; NK celler ("natural killer cells") av det totale antallet leukocytter kan være redusert i mange år etter eksponering. Sennepsgass (HD) er også klassifisert som et *karsinogen*.

Diagnose

Mistanke om bruk av sennepsgasser bygger på sykdomsbildet (som ikke er helt spesifikt), eventuelt kombinert med informasjon om forekomst av andre terror-relaterte hendelser.

Behandling

Det finnes **intet antidot** mot sennepsgass. Behandling av personer eksponert for sennepsgass består av grundig dekontaminering (børste bort/fjerne sennepsgassen; deretter å vaske med såpe og vann) og symptomatisk behandling. Dette er antagelig den situasjon hvor *dekontaminering* er viktigst. Øyeskader behandles som andre kjemiske skader. Kontroll av øyelege anbefales. Pasienten bør beskyttes mot lys.

Alternativer

Dermabrasjon (hudavskrapning) har forkortet helingstiden for sennepsgassskader til en tredjedel hos griser.

Symptomene hos griser ble redusert ved nedkjøling av huden til 15°C i 2-4 timer etter eksponering

Laserbehandling med eller uten hudtransplantasjoner er under utprøving.

Lewisitt

Lewisitt 1, 2 og 3 er organiske arsenittforbindelser som er farge- og luktløse, oljeaktige væsker ved romtemperatur. Lewisitt er mer flyktig og mindre persistent (vedvarende) enn

sennepsgass. En vil derfor raskere kunne gå inn i et område kontaminert med lewisitt enn om det var kontaminert med sennepsgass. Lewisitt hydrolyseres raskt av vann. Hydrolysen skjer i flere trinn, og produktene ansees for å være de toksiske komponentene. Lewisitt kan i vann forbli i denne formen opptil 10 uker før det hydrolyseres videre.

Lewisitt brukes kun som kjemisk stridsmiddel. Eksponeringen vil oftest skje via hud, øyne og/eller inhalasjon, men dette vil avhenge av spredningsmåten.

Data

Lewisitt absorberes raskt gjennom hud. Absorpsjon, kinetikk og metabolisme er lite beskrevet. *Lewisitt lukter som Geranium.*

De toksiske virkningene av lewisitt skyldes delvis frigjøring av uorganisk trivalent arsen (As^{3+}) som bindes til sulfhydrylgrupper i proteiner, blant annet pyruvat dehydrogenase. Hemming her medfører redusert produksjon av acetyl koenzym A, som igjen resulterer i redusert produksjon av ATP via sitronsyresyklus. Cellemembranene blir også påvirket av lewisitt, antagelig via binding til sulfhydrylgrupper i cellemembranene. As^{5+} virker som en avkopler av den oksidative fosforyleringen i mitokondriemembranene ved at det dannes ADP-arsin i stedet for ATP. Sammen med reduksjon av mengden cellulært redusert glutation kan forstyrrelsene i energimetabolismen forklare mye av de cellulære skadene.

Klinikk

Eksponering for lewisitt gir *lignende klinikk som sennepsgass, men uten latenstid*. De første symptomer og tegn ved eksponering for damp er *irritasjon i øyet og kramper i øyelokket, fulgt av hoste, nysing, tåreflod, erytem og oppkast*.

Eksponering for *høye doser* lewisitt kan føre til "lewisittsjokk", dvs. blodtrykksfall pga. hypovolemi som skyldes lekkasje av plasma og proteiner fra kapillærer. Lokal eksponering for lewisitt forårsaker lokalt ødem på grunn av effekten på kapillærene; eksponering for høye doser kan medføre lungeødem.

Alvorlig hudkontaminering kan også føre til *levertoksisitet* og *systemisk arsenikkforgiftning* karakterisert ved diaré, neuropati, nefritt, hemolyse, sjokk og encefalopati. Direkte effekter på immunforsvaret er ikke observert etter eksponering for lewisitt.

Peroralt inntak av lewisitt gir raskt alvorlige *magesmerter, oppkast og blodig diaré*.

Diagnose

Som for sennepsgass (se ovenfor).

Behandling

Det finnes intet antidot. Kelator DMPS (2,3-dimercapto-1-propanesulfonat), kan muligens redusere giftvirkningene og gis så raskt som mulig etter eksponering. Kelator gis systemisk og lokalt som salve eller øyedråper, men effekten er usikker. British Anti Lewisite (BAL) er en mer fettløselig kelator som også muligens kan ha effekt.

Øvrig behandling og håndtering på skadested og sykehus blir som for sennepsgass.

Fosgenoksim

Fosgenoksim er et stridsmiddel som foreligger i fast form ved romtemperatur (smeltepunkt $40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Det faste stoffet kan imidlertid avgi skadelige mengder damp. Teknisk produkt er gulbrunt med spesiell lukt. Fosgenoksim er lett løselig i organiske løsemidler. Fosgenoksim må ikke forveksles med fosgen, som er et kjemisk stridsmiddel som først og fremst virker på lungene.

Virkningsmekanismen er ukjent.

Klinikk

Fosgenoksim er svært irriterende på hud, øyne og luftveier (lungeødem) og gir nekrose som minner om skadene forårsaket av sterke syrer. Hudforandringene ligner urticaria.

Øyekontakt med fosgenoksim gir umiddelbar smerte, konjunktivitt og hornhinnebetennelse med evt. blindhet.

Behandling

Det finnes *intet antidot*. All behandling er symptomatisk som for sennepsgass.

Gasser som fortrenger oksygen

Til denne gruppen hører gasser som ikke har noen egentlige toksiske effekter, men som i lukkede rom, grøfter, dalsøkk etc. vil skape et hypoksisk miljø fordi de er tyngre enn luft (oksygen) som dermed vil fortrenses. Eksempler på slike gasser er *karbondioksid* (CO_2), *nitrogen*, *metan* og *propan*. Tidligere var CO_2 nær enerådende i brannslukningsanlegg nettopp fordi oksygen ble fortrenst og flammene døde (vedlikehold av brann krever 12-15% O_2). Det har skjedd flere ulykker ved at slike anlegg feilaktig ble utløst. Moderne brannsluknings-anlegg gikk derfor over til å bruke halongass som virker antikatalytisk og ikke kvelende på flammene. Det vil derfor vanligvis være nok oksygen tilstede slik at et lukket rom kan evakueres etter utslipp av halongass. Halon (halogensubstituert metan) ødelegger imidlertid jordens ozonlag slik at bruken begrenses. Forgiftninger har også forekommet ved avgift av CO_2 fra tørris i lukkede rom.

Egentlig hører nesten alle gasser til denne gruppen: Hvis en gass under høyt trykk slippes ut i lukkede rom vil oksygenet også fortrenses. Gasser som propan og metan medfører stor eksplosjonsfare og dette må man ta hensyn til i redningsarbeidet. Freoner (fluorkarboner) eller freongass er i utstrakt bruk som drivgass i spraybokser og kjøleskap. De har liten toksisk effekt utover å fortrenge oksygen. Ved sterk oppvarming kan imidlertid freoner spaltes til irriterende gasser som hydrogenfluorid, hydrogenklorid og fosgen. En pasient utsatt for oppvarmet freongass og som har irritasjonsfenomener fra lufteiene, behandles som for klorgass.

Klinikk

I lettere tilfelle inntreer svimmelhet, hodepine, slapphet og likegladhet. Alvorlige tilfelle preges av hypoksiske komplikasjoner, først og fremst fra hjerte og hjerne (hjerteinfarkt, koma og hjerneødem).

Behandling

Ved redningsarbeid i lukkede rom må overtrykks luftutstyr (luft eller O_2 kolber) benyttes. Behandlingen er symptomatisk med oksygen, eventuelt assistert ventilasjon. Varig hjerneskade kan inntre avhengig av oksygenmangelens grad og varighet. Kjemiske brannskader kan kreve spesialistbehandling ved brannskadeavdeling.

Gasser som hemmer transport og omsetning av oksygen

Cyanider

Gruppen omfatter hydrogencyanid (HCN) og cyanogener (cyanogenbromid og cyanogenklorid), som er flyktige væsker med lavt kokepunkt. HCN løses lett i vann (blåsyre).

Når cyanidforbindelser i pulver- eller fast form kommer i kontakt med sterke syrer, dannes HCN. Vandige oppløsninger av cyanider er noe alkaliske. Cyanider brukes i industrien og i laboratorier. Cyanidgass er lettere enn luft og er derfor lite egnet som terrormiddel utendørs. Cyanogenene er derimot tyngre enn luft og har vært brukt som stridsmiddel.

Cyanid bindes raskt til det 3-verdige jernet på cytokrom oxidase slik at mitokondriene ikke kan utnytte oksygen i stoffskiftet (den oksidative fosforyleringen ("respirasjonskjeden") hemmes). Dette fører raskt til cellulær hypoksi og anaerob metabolisme med dannelse av melkesyre (laktacidose).

Cyanidsalter som natriumcyanid (NaCN) og kaliumcyanid (KCN) kan gi perorale forgiftninger som gir symptomer senere enn ved eksponering for gass. Spesifikk behandling (motgift, se nedenfor) er den samme.

Følgende **dødelige doser** er angitt:

HCN: Inhalasjon av 100 ppm er dødelig i løpet av 1 time
Inhalasjon av 300 ppm er dødelig i løpet av minutter

KCN og NaCN: 100-250 mg hos voksne

Bitre mandler: Ca 50 stykker hos voksne, 10 hos barn

Fysikalsk-kjemiske egenskaper for cyanid og cyanogener

	Cyanid	Cyanogenklorid	Cyanogenbromid
Lukt	Bitter mandel	Stikkende	Bitende
Farge	Fargeløs, svak blå	Fargeløs	Fargeløs
Smeltepunkt (°C)	-13	-6	52
Kokepunkt (°C)	25-26	13	61
Flyktighet v/20 °C (g/m ³)	900	1000	500
Vannløselighet (g/l)	Helt blandbar	60-70	Mindre enn cyanid
Tetthet væske (g/ml)	0,7	1,2	-
Tetthet gass (rel. til luft)	0,94	2,1	3,4

Klinikk

Ved inhalasjon av lavere (<100 ppm) konsentrasjoner inntre hodepine, kvalme, brekninger, mydriasis (store pupiller), *lufthunger* og eventuelt *sløret bevissthet*. Etter hvert kan det inntre kardiale *arytmier*, metabolsk *acidose* (laktacidose) og *hypotensjon*. Ved inhalasjon av høye konsentrasjoner ses et akutt sykdomsbilde hvor *cerebral hypoksi gir voldsomme respirasjonsbevegelser, kramper* (eventuelt opistotonus) og *bevisstløshet*. Store, nesten lysstive pupiller er oftest tegn på meget alvorlig forgiftning. Ved perorale inntak sees også en lokalirriterende effekt på slimhinnene i munn, svelg og øsofagus. Hudfarge kan være normal og veneblod påfallende lyst under initial fase av forgiftningen.

Diagnose

Lukt av bitre mandler fra ånden er karakteristisk. På grunn av det blokkerte opptak av oksygen i perifert vev blir det venøse blodet tilnærmet likt det arterielle i farge og oksygenmetning (vanligvis er oksygenmetningen i venøst blod ca 20 % lavere enn i arterieblod). Ved oftalmoskopi virker vener og arterier like i fargen. Dette kan også medføre

en påfallende frisk lyserød hudfarge som står i kontrast til åndenøden. Høy S-laktat pga anaerob forbrenning.

Behandling

Pasienten fjernes fra cyanidgass (blåsyredamp) og tilføres oksygen.

Livreddende **førstehjelp med eventuell kunstig ventilasjon** (ikke munn-til-munn) med 100 % O₂ og **hjerterkompresjon** startes ved behov og fortsettes underveis til sykehus. Den blokkerende effekt på mitokondrienes oksygenforbruk er ikke absolutt, og noe oksygen kan utnyttes av cellene dersom 100 % oksygen gir høy vevs-PO₂.

Antidotbehandling ved terroranslag/masseforgiftning omfatter *hydroksykobalamin* og *natriumtiosulfat* (nytteverdien av *amylnitritt* (inhalasjon gir methemoglobinemi) anses som liten i slike situasjoner og overskygges antakelig av oksygeneffekten).

Hydoksykobalamin (Cyanokit®) binder CN-ionene raskt og danner cyanokobalamin (vitamin B₁₂). Antidotet har lav toksisitet og kan derfor gis i tilfeller med usikker diagnose og alvorlig klinikk.

Voksne: Startdose 5 g (dvs. 2 hetteglass) gis i.v. i løpet av 25-30 min, raskere ved ev. hjerrestans. (Hvert hetteglass løses i 100 ml NaCl 0,9 %; se pakningsvedlegg).

Barn: 70 mg/kg. Også her kan dosen gjentas som langsom infusjon om nødvendig.

Hvis høye laktatverdier; kardiovaskulær påvirkning og CNS-depresjon persisterer kan dosen (ev. 1/2 dose) gjentas 1 eller 2 ganger som langsom infusjon (dvs. ett hetteglass i løpet av 1/2-2 timer). Man må være klar over at hydroksykobalamin farger plasma og urin rødt og at dette kan påvirke enkelte laboratorieanalyser.

Natriumtiosulfat (Tiosulfat parenteral antidot®, danner lite toksisk tiocyanat som elimineres renalt) har svært lav toksisitet og kan gis alene ved usikker diagnose.

Voksne: 80 ml Tiosulfat parenteral antidot (12 g natriumtiosulfat) langsomt i.v. (5-10 min).

Barn:

NATRIUMTIOSULFAT (0,15 g/ml)

Nyfødt - 3 mnd.	10 - 25 ml
3 - 12 mnd.	15 - 30 ml
1 - 2 år	25 - 40 ml
2 - 5 år	30 - 50 ml
5 - 7 år	35 - 60 ml
7 - 9 år	45 - 75 ml
9 - 11 år	50 - 85 ml
11 - 13 år	55 - 100 ml
13 - 15 år	60 - 100 ml

Ved alvorlige cyanidforgiftninger administreres natriumtiosulfat *etter* hydroksokobalamin.

NB! Stoffene må ikke gis i samme infusjonssett eller på annen måte blandes direkte.

Karbonmonoksid

Karbonmonoksid (CO, kulloksid, kullos) er en smak- og fargeløs, ikke irriterende gass som dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale ved lav oksygentilførsel. Den er litt lettere enn luft. CO finnes i eksos fra forbrenningsmotorer (biler, aggregater etc.), tobakksrøyk, røyk fra branner, dårlig ventilerte ildsteder etc. Ufullstendig forbrenning av propangass kan være årsak til CO-forgiftninger og er særlig fryktet fordi det er lite medfølgende lukt (eks brannrøyk) eller annet som varslers om gassen. I Norge skjer de fleste forgiftninger i forbindelse med boligbranner eller som følge av selvmordsforsøk med eksos fra bil.

CO er lite aktuelt som primært agens brukt ved et terroranslag, men alle hendelser som medfører brann/røykutvikling vil også kunne medføre CO-forgiftning.

Patofysiologi – skademekanisme

1. CO har ca. 250 ganger høyere affinitet til hemoglobin enn oksygen, Hb forbundet med CO (Hb-CO) kan ikke binde og transportere O₂. En venstreforskyvning av oksyhemoglobinet (HbO₂) dissosiasjonskurve gjør at den reduserte mengden O₂ som likevel blir transportert, avgis dårligere fra hemoglobinet til vevet. Disse to mekanismene fører til **vevshypoksi**.
2. CO hemmer respirasjonsskjeden i cellene (cytokrom oksydase i mitokondriene), som gjør at effekten av hypoksien blir mer uttalt. Resultatet er anaerob forbrenning og **metabolsk acidose**.
3. CO stimulerer via granulocytter til lipid peroksydering i hjernen med skader på hvit substans og **nevropsykiatriske senskader** som følge. Denne prosessen starter etter den akutte fasen fordi NO-nivået i hjernen også er forhøyet under påvirkning av CO, og beskytter midlertidig mot granulocytene.

Data

Toksisiteten er avhengig av konsentrasjon og eksponeringstid. På grunn av den sterke bindingen til Hb akkumuleres CO over tid, lave konsentrasjoner som er relativt ufarlige ved kortvarig eksposisjon kan være livstruende ved kontinuerlig eksponering.

- 0,005 % i 8 timer gir ca. 10 % Hb-CO: Ingen symptomer (dette nivå sees for eksempel hos røykere)
- 0,05 % i 1 time gir ca. 25 % Hb-CO: Allmennsymptomer (se nedenfor)
- 0,1 % i 1 time gir ca. 50 % Hb-CO: Koma, kramper og fare for død

En dødelig påvirkning av CO kan inntre allerede etter 10 minutter i en lukket garasje med en bil på tomgang.

Halveringstid av Hb-CO i blodet er ca 5 timer med romluft, ca 1,5 time med 100% oksygen, og 20 minutter med hyperbar oksygenering (trykktank) med 2 bar oksygen (100% O₂ på 10 meters dyp). Blodgass med Hb-CO-verdi ved innkomst sykehus må derfor tolkes på bakgrunn av tid fra eksponering og eventuell oksygenbehandling i denne tiden.

Klinikk

Først inntre *allmennsymptomer* som *hodepine, svimmelhet, forvirring, uro og lett hyper-ventilering*. Pasienter med arteriosklerose kan få hypoksifønomener som angina pectoris etc. Typisk er ellers *takykardi, dyspné, koma, arytmier og eventuelt hjerteinfarkt*. Refleksene er ofte livlige og plantarrefleksene kan være invertert.

Huden er ofte blek. I alvorlige tilfelle kan man se den karakteristiske *lyserøde* («kirsebærrøde») farge av slimhinner og hud som står i kontrast til den dårlige kliniske tilstand, og som skyldes at Hb-CO har en slik farge. Eventuelle dødsflekker har også samme farge. Ofte kan imidlertid dette «karakteristikum» mangle, selv ved høye Hb-CO-verdier.

Nevropsykiatriske senfølger sees hos 10-30 % av pasientene med alvorlig forgiftning. Dette arter seg som hukommessvikt, personlighetsforandringer og intellektuell reduksjon. Hos enkelte sees et Parkinson-lignende syndrom. Disse senfølgene kommer dager/uker etter forgiftningene etter forbigående bedring. Ved CT og MR av hjernen kan man ofte påvise bilateral nekrose i globus pallidus hos disse pasientene.

Diagnose

Hb-CO bestemmes ved en vanlig blodgassanalyse. **NB:** Hos personer med høy PaO_2 vil blodgassapparater som ikke måler SO_2 (eller Hb-CO) direkte angi en falsk høy HbO_2 metning. Pulsoksymetrisk metning kan også være beheftet med feilmålinger i slike situasjoner. Analysen korrelerer ikke nødvendigvis med klinisk tilstand (se halveringstid over); grad av metabolsk acidose (laktacidose) og klinikk må også vurderes. Ved brannrøykskade må man også tenke på forgiftning med cyanid. Hovedregelen er at laktat over 10 mM kan tyde på samtidig cyanidforgiftning, og antidot mot dette må vurderes (se cyanid).

Dekontaminering

Ikke aktuelt for CO-forgiftninger. Eventuell sot og sotpartikler bør imidlertid vaskes forsiktig bort – obs brannskader.

Behandling

Pasienten må snarest evakueres. Det gis vanlig livreddende førstehjelp med så mye ekstra O_2 som mulig (ideelt 100% O_2 ved bruk av tett maske med reservoar). Komatøs pasient bør intuberes og ventileres med 100% oksygen for maksimal oksygenering.

Trykktank: Hyperbar oksygenbehandling (HBO) reduserer halveringstiden for Hb-CO. Ved 3 atmosfærer er oksygenmengden løst i plasma nok for å møte kroppens metabolske behov selv uten Hb. Transporttiden gjør at de som overlever transport til sykehus allerede har eliminert en god del av CO i blodet, slik at dette sjelden vil være en viktig faktor for overlevelse. Rasjonale for bruk av trykktank er altså ikke økt overlevelse, men at det ser ut til å redusere nevrologiske senfølger. Indikasjonen for behandling med trykktank er også avhengig av tilgjengeligheten. Behandling i trykktank bør overveies ved:

- Hb-CO > 20-30 % og samtidige alvorlige symptomer (Hb-CO må vurderes med tanke på tid fra eksponering til prøven blir tatt)
- Bevisstløshet i forløpet, eller alvorlige nevrologiske komplikasjoner (kramper, pareser) (NB - nedsatt bevissthet som følge av rus/alkohol er ingen indikasjon)
- Gravide (foster har 10-15% høyere Hb-CO enn mor)
- Uttalt metabolsk acidose (obs cyanid – vurder laktat)
- Kardiale rytmeforstyrrelser eller ischemi på EKG

Barotraume i ørene (rumperte trommehinner) og klaustrofobi er de viktigste bivirkninger ved bruk av trykktank. Det er det kliniske totalbildet som avgjør, konferer derfor med vakthavende trykktanklege (kontaktes via AMK) og evt bakvakt på Giftinformasjonen. Hvis trykktank ikke er tilgjengelig, kan respiratorbehandling med 100 % oksygen være et godt alternativ.

Ved sot i munn/luftveier må man vurdere bronkoskopi for å rense luftveiene.

Hydrogensulfid

Hydrogensulfid (H_2S) er en fargeløs gass (kokepunkt -61°C), med lukt som råtne egg. Ved høye konsentrasjoner av H_2S lammes imidlertid luktesansen. Gassen er brennbar under dannelsen av svoveldioksid (se denne). Blanding av H_2S og luft kan være eksplosiv. H_2S er tyngre enn luft, som derved fortreges. Gassen dannes når svovelforbindelser (sulfider) reagerer med syrer, ved forråtnelse av svovelholdig organisk materiale og som biprodukt ved

en rekke kjemiske prosesser innen olje- og gassindustri (hvor de fleste forgiftninger forekommer). Dødsfall på grunn av H₂S var tidligere ikke uvanlig etter eksponering i gjødselkjellere. Anaerobe bakterier i de dype lag av gjødselen nedbryter svovelholdig organisk materiale til H₂S. I *gjødselgass* finnes også ammoniakk og mindre mengder metan og karbondioksid.

H₂S virker sterkt irriterende på slimhinner, men har også systemisk effekt idet cellenes evne til å utnytte oksygen (oksidative fosforylering – cytokrom oxidase) hemmes på lignende måte som ved cyanidforgiftning.

Data

Administrativ norm i luft i arbeidslokaler er angitt til 10 ppm. 50 ppm medfører irritasjon i øyne og luftveier, og verdier over 500 ppm gir raskt koma og respirasjonsstans.

Klinikk

Innhalasjon medfører irritasjonsfenomener fra luftveier. I tillegg sees øyeirritasjon, eventuelt også sentralnervøs depresjon med svimmelhet, sløvhet, kramper og plutselig koma med respirasjonsstans ("knockdown") ved høye konsentrasjoner. Død kan ved massiv forgiftning inntre i løpet av 15-30 minutter. Kjemisk pneumoni og lungeødem kan komme etter flere timers intervall, og kan gi cyanose og rytmeforstyrrelser. Hemmingen av enzymet cytokrom oxidase gir metabolsk acidose (laktacidose). Bedring av tilstanden vil inntre langsomt, men oftest fullstendig. Mentale forstyrrelser med amnesi, bradykardi og andre kardiale og nevrologiske fenomener kan vedvare lenge. Langvarig eksponering over tid kan medføre hjerneskade.

Diagnose

Laboratoriemessig påvisning av gass er sjelden tilgjengelig. Klinikk, observasjon (lukt) og kjennskap til utslippssted (type industri, gjødselkjeller) vil derfor være viktigste veileder.

Behandling

Innsatspersonell er særlig utsatt ved evakuering rundt utslipp av H₂S. Separat O₂-tilførsel (tank, kolbe) og beskyttelse (av slimhinner) må være på plass før man ev. går inn i eksponert område.

Sulfid har større affinitet til treverdig jern på hemoglobin enn på cytokromene. Teoretisk vil derfor bruk av nitritter for å indusere methemoglobinemi være en effektiv motgift, men nitritter har neppe effekt senere enn 15 minutter etter siste eksponering.

Hovedbehandlingen blir derfor symptomatisk med *hovedvekt på oksygentilførsel og sikring av frie luftveier*. Effekten av hyperbar oksygenbehandling er usikker.

Irritasjon av hud, øyne og luftveier behandles som ved klorgassforgiftning.

Gasser som påvirker livsviktige enzymer

Nervegasser

Nervegassene er organofosfater som hemmer enzymet kolinesterase. De har samme virkningsmekanisme som organofosfatholdige plantevernmidler, men er mer toksiske. Nervegassene er også mer vannløselige (i varierende grad) og reaktive enn de mer fettløselige plantevernmidlene. Teoretisk vil derfor en forgiftning med nervegass være mer kortvarig enn ved inntak av plantevernmidler. En annen årsak til lengre forløp ved sistnevnte er også oralt inntak i suicidalt øyemed med dertil større doser.

Tabell 1 Noen kjemiske og biologiske data for de vanligste gassene (variable angivelser)

Gass	Lukt	Kokepunkt (°C)	Flyktighet (g/m ³) ved 25 °C	Persistent	LC ₅₀ (mg min/m ³)	LD ₅₀ Hud (mg/kg)	LD ₅₀ Oral (mg/kg)	Tid for elding (human)
<i>G-gasser</i>								
Tabun (GA)	Fruktig	230	Middels	Nei	135-400	14-57	0,6-5	>14 t
Sarin (GB)	Nei	158	Høy	Nei	35-100	14-28	0,14	5 t
Soman (GD)	Frugt, kamfer	198	Middels	Nei	20-100	1-18	0,14	2-4 min
<i>V-gasser</i>								
VX	Ingen	298	Liten	Ja	10-50	0,03-0,3	0,07	24 - 48 t

Ulike fysikalsk-kjemiske egenskaper er avgjørende for metode og effektivitet av spredning av gassene. Nervegassene foreligger i væskeform ved normale temperaturer, kokepunktene er i området (150-300° C). De kan være luktfrie eller ha en fruktliggende lukt, avhengig av gasstype og urenheter i produktet. Nervegassene deles inn i to grupper, G-gasser og V-gasser. G-gassene er mest flyktige, selv om damptrykket er lavt er dampen svært farlig. Gasser av V-typen er langt mindre flyktige og damp utgjør normalt en mindre risiko. De fysikalsk-kjemiske egenskapene kan endres ved tilsetninger.

Nervegassene har vært produsert og brukt som kjemiske stridsmidler og har ingen annen anvendelse. Eksempler på nervegasser er (NATO-betegnelser i parentes) tabun (GA), sarin (GB), soman (GD), etylsarin (GE), syklosarin (GF) og VX. Det finnes også en ny generasjon nervegasser som kalles *novichoks*. Disse ble utviklet i tidligere Sovjetunionen og senere Russland frem mot 1993, da en kjemiker og dissident publiserte informasjon om dem. De er organofosfater, men antatt å være 5-8 ganger med potent enn tidligere nervegasser. Det er fortsatt lite informasjon tilgjengelig om novichoks.

Viktige egenskaper som flyktighet, persistens (en persistent gass forblir lenge i det kontaminerte området) og tid for elding (dvs. tid det tar før antidot ikke lenger kan reversere binding mellom gass og acetylkolinesterase, se avsnittet "Elding") varierer mellom de ulike gassene (Tabell 1).

Lite flyktige nervegasser kan forbli i det kontaminerte området i lang tid (persistens), spesielt ved lave temperaturer. Området kan derfor utgjøre en risiko for ubeskyttet personell etter gassangrepet om det ikke foretas en grundig dekontaminering av området. Nervegassene er litt tyngre enn luft og kan samle seg langs gulvet innendørs eller langs bakken utendørs, spesielt i dalbunner og i kløfter. Innsattpersonalet som skal arbeide i det kontaminerte området må derfor være utrustet med beskyttelsesutstyr mot gassangrep.

Eksponeringsmåter

Eksponeringsruten vil avhenge av metoden som er brukt for spredning, ofte vil det være via flere av dem: via hud, via slimhinner (spesielt øyet) og gjennom luftveiene ved inhalasjon. Nervegasser i dampform penetrerer raskt gjennom slimhinner i øyet og absorberes raskt fra lungene etter inhalasjon. Både damp og væske trenger raskt gjennom klær og hudopptak av nervegasser kan derfor være betydelig.

Kontaminering av matvarer eller drikkevann er også mulig, men vannløseligheten varierer. Sarin er blandbar med vann, mens Soman er lite vannløselig. Peroralt opptak er lavere og

langsommere enn ved inhalasjon. I tillegg til faren for direkte eksponering kan innsatspersonalet ved å arbeide på åstedet eksponeres for nervegiftene ved *hudkontakt* med ofrene og ved *avdunsting fra ofrene eller deres klær*. Risikoen ved avdampning fra ofrene er spesielt stor om pasienten flyttes inn i et lite eller varmt rom (eller en bil). Det er derfor nødvendig med *minimumsdekontaminering (se del II)* av personer som har vært utsatt for nervegiftene før eventuell transport til sykehus. Personer med fuktig hud og alvorlige symptomer bør dekontamineres med *vask og spyling*, eller andre metoder som lotion og/eller absorberende pulver. I situasjoner hvor dekontaminering ved hjelp av vask/spyling eller andre metoder (lotion, absorberende pulver) ikke kan gjennomføres er minimumsdekontaminering før transport et minstekrav.

Patofysiologisk virkningsmekanisme

Acetylcholin er transmittor ved begge typer synapser i det parasymptatiske nervesystemet, preganglionært i sympaticus (den sympatiske grensestreng) og ved den motoriske endeplate. Reseptorene for acetylcholin i nervesystemet er av to typer:

- Muskarinerge reseptorer postganglionært i det parasymptatiske systemet
- Nikotinerge reseptorer i *i)* det autonome nervesystemet, *ii)* ved den motoriske endeplaten i det somatiske nervesystemet og *iii)* i sentralnervesystemet

Nervegassene bindes til enzymet acetylcholinesterase (AChE, bryter ned acetylcholin) i alle kolinerge synapser, både i det sentrale og i det perifere nervesystem, og inaktiverer dette gjennom fosforylering (se figur under). Bindingen er sterk, men kan i den første tiden reverseres ved tilførsel av motgift (reaktivator/oksim). Etter kort tid (varierer for ulike typer agens) kan det inntre strukturelle endringer (elding, «aging») av det fosforylerte enzymet slik at reaktivator ikke har effekt. Oksim (obidoksim) må derfor tilføres snarest mulig for å være effektiv.

For å forstå patofysiologi og behandling deles virkningene ved nervegassforgiftning gjerne inn i effektene på muskarin- og nikotinreseptorene og på sentralnervesystemet (se klinikk under)

Atropin motvirker de muskarinerge effektene av nervegassene og delvis effektene i sentralnervesystemet, men ikke de nikotinerge effektene. Effekten av atropin er et doseringsspørsmål (se figur 2) og det gjør dette til den *viktigste* antidoten ved eksponering for nervegass. Selv om virkningsmekanismen for oksimenet er klarlagt, er den kliniske effekten mindre uttalt. Ofte klarer ikke oksimene å reversere de nikotinerge effektene (paralyse, respirasjonsstans) slik at pasientene ofte må intuberes og ventileres manuelt (skadested/transport) eller via respirator (sykehus).

Elding

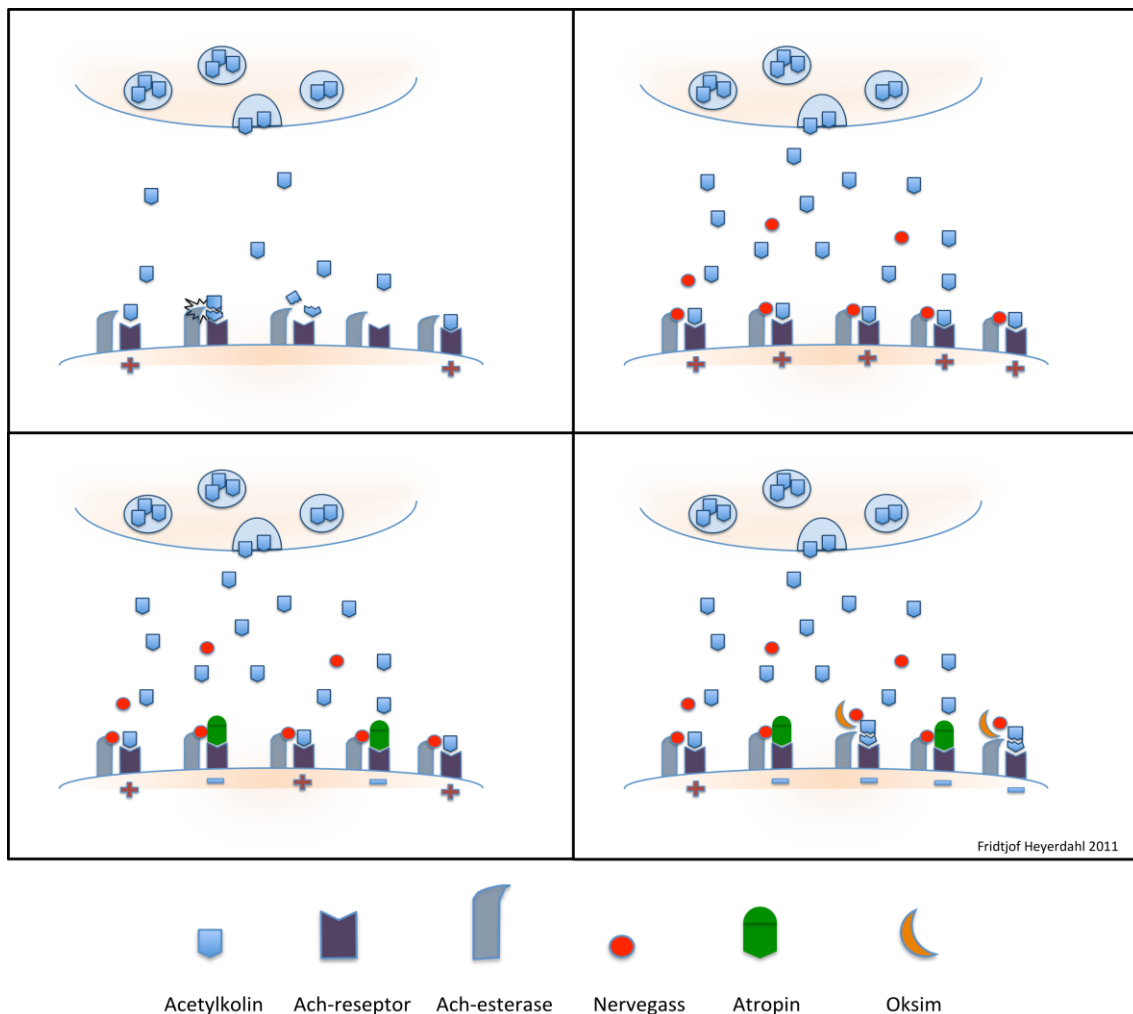
Nervegassene bindes stabilt til AChE som derfor reaktiveres langsomt. Organofosfater kan hydrolyseres mens de er bundet til enzymet, en prosess som kalles elding. Dette er en prosess som sterkt forsinker eller stopper reaktivering av acetylcholinesterase. For soman er bindingen irreversibel og reaktivering er avhengig av syntese av nytt enzym.

Behandling med reaktivatorer, med mulig unntak av HI-6, gir liten effekt etter elding. Det er stor variasjon i eldingshastigheten for de ulike nervegassene (Tabell 1).

Pseudokolinesterase blir også hemmet av nervegassene uten at dette gir kliniske effekter.

Klinikk

Ved inhalasjon kan effekter inntre i løpet av sekunder eller noen få minutter, avhengig av konsentrasjon. Død kan inntre i løpet av få minutter ved tilstrekkelig høy konsentrasjon. Øynene er særlig følsomme for nervegasser i dampform, og miose (små pupiller) kan inntre raskt. Synsforstyrrelser er derfor ofte første symptom på eksponering, selv for lave konsentrasjoner. Ved hudeksponering inntre effektene etter noe lenger tid, opptil noen timer,



Figur 2 (V), Det første bildet viser normalsituasjon, der acetylcholin (Ach) frigis fra nerveterminalen og virker på målcens Ach-reseptor, og målcen stimuleres. Ach nedbrytes deretter av Ach-esterase. Ved nervegasspåvirkning (øverst til høyre) blokkeres Ach-esterasen, og Ach nedbrytes ikke. Det fører til en overstimulering av målcen. Atropin (nederst til venstre) binder seg kompetitivt til Ach-reseptoren og blokkerer denne. Dette hindrer overstimulering forårsaket av nervegasspåvirkningen. Reaktivator/oksim (nederst til høyre) reaktiverer Ach-esterasen slik at Ach igjen brytes ned.

selv om mengder med dødelig effekt kan absorberes gjennom huden i løpet av få minutter. Personer eksponert for nervegasser i væskeform via huden bør holdes under observasjon i minst 18 timer da symptomene kan inntre etter lang tid. Varigheten av forgiftningssymptomene vil avhenge av gasstype, eksponeringsdose og behandling. De nikotinerge effektene på hjerte-karsystemet dominerer etter eksponering for sarin, mens de muskarinerge effektene på hjerte-karsystemet dominerer etter eksponering for VX.

Muskarinerge fenomener skyldes den kolinerge overvekt i kjertelvev og i glatt muskulatur. Dette medfører tårreflod, miose, økt spytt- og bronkialsekresjon, bronkialkonstriksjon, bradykardi, diaré og kolikksmerter, miksjonstrang, kvalme/brekninger, svetting, urininkontinens, brystsmertor, hoste, lungeødem, cyanose. Bronkialsekresjon kan være mindre utpreget hos barn.

Nikotinerge fenomener skyldes overvekten av acetylcholin ved de motoriske endeplater og i de autonome ganglier. Førstnevnte medfører *fasikulasjoner* i fine muskler, *muskeltrøtthet*, *kramper* og *paralyse* (respirasjonsstans). Sistnevnte medfører initialt autonome effekter som takykardi, hypertensjon og mydriasis, men muskarine effekter vil etter hvert ta over (Dermed

blir pulsfrekvens og miose mindre gode parametere på alvor av forgiftningen og på effekten av atropinbehandling). Ved høye doser vil de nikotinerge effektene fremtre i varierende grad.

Sentralnervesystemet: Uro, angst, forvirring, søvnløshet, hodepine, ataksi, kramper, muskelrykninger, koma, dyspné, apné. **CNS-effektene** består i en initial stimulering med kolinerg overaktivitet som medfører en økning i aktiviteten i glutamatreseptorene, blant annet NMDA-reseptorer. Vedvarende krampeaktivitet fører til eksitotoksisk overaktivitet og dermed nedbrytning av nerveceller. *Nevrologiske senfølger* skyldes slik degenerasjon av axoner, især de lengste. Effektene er ikke fullt ut klarlagt, men kan gi pareser av ulik grad, især i (under-) ekstremitetene.

Arytmier kan forekomme. Væske- og elektrolyttbalansen må kontrolleres.

Alvorlighetsgrad av den akutte forgiftningen angis etter klinikk:

Lett forgiftning: Tåreflod, miose, synsforstyrrelser, øyesmerter.

Spyttflod, rhinorré, svette.

Hoste, mild bradykardi.

matesmerter Magesmerter, oppkast, kvalme.

Moderat forgiftning: Dyspné, tetthet i brystet,

I tillegg: Tremorer, diaré, inkontinens

Alvorlig forgiftning: Reaksjonsløse pupiller.

I tillegg: Uttalt bronkialsekresjon, åndenød, lungeødem, sentralt og perifert betinget hemming av respirasjon og sirkulasjon, apné. Ataksi, kramper, koma.

Neuropatologiske skader i CNS

Det er påvist irreversible neuropatologiske skader i sentralnervesystemet. Skadene tilsvarer hjerneskader som observeres etter epileptiske anfall. Hjerneskadene er påvist i forsøksdyr, inkludert primater, som har fått langvarige anfall av ataksi og muskelrykninger under eksponering for nervegasser. Mekanismene for de neuropatologiske skadene er ikke fullstendig kartlagt, men ser ut til å henge sammen med de epilepsilignende anfallene eksponeringen for nervegass kan medføre.

Behandling

Førstehjelp på skadestedet: *Atropin/oksim, oksygen (autoinjektor), stanse kramper med diazepam.*

NB! Ubeskyttet personale må ikke gå inn i kontaminert sone før dette er klarert (fagleder brann avgjør).

Innsatspersonell bør ikke utføre munn-til-munn fordi dette kan forgifte hjelper.

NB! Pasienter som kun har vært eksponert for nervegass i dampform, anses ikke som kontaminerte. Minimumsdekontaminering skal imidlertid utføres hos symptomatiske pasienter.

NB! Pasienter med tøy/hud tilsølt av nervegass i flytende form anses som kontaminerte, det må gjøres minimumsdekontaminering så raskt som mulig. All direkte hud-til-hud kontakt med pasientene må unngås inntil fullstendig dekontaminering er gjennomført. Kontaminerte personer må ikke bringes inn i varmere eller lukkede rom (se tidligere).

Initiell behandling i akutfase

1. Gi **atropin** umiddelbart. Dosering: Voksne 2 mg i.m eller langsam i.v. injeksjon. Barn 0,05 mg/kg. Autoinjektorer som inneholder både atropin og obidoksim (se nedenfor)

finnes i Forsvaret og til sivil bruk. *Akuttmottaket ved OUS Ullevål har også lager av autoinjektorer som eventuelt kan sendes andre sykehus eller med ambulanse/politi til skadested.*

2. Om man ikke oppnår umiddelbar effekt **gjentas dosen** etter 5 minutter og senere hvert 10.-15. minutt inntil full atropinisering (opphevet bronkialsekresjon).
3. Gi **obidoksim** så snart som mulig. Eventuelt kan pralidoksim gis. Dosering:
Obidoksim: 250 mg eller 4 mg/kg. Gis ved langsom (5 min) i.v injeksjon eller i.m.
Pralidoksim: 1-2 g eller 30 mg/kg gis ved langsom i.v. eller i.m. injeksjon.
4. Gi **Diazepam** ved kramper, 10 mg i.v. til voksne, 0,05 - 0,3 mg/kg i.v. til barn.
5. **Klær fjernes** så snart som mulig da det kan inneholde damp/dråper av nervegass. Ingen klær bør dras over hodet. Klær må eventuelt skjæres/rives opp og fjernes. Klærne bør pakkes inn i minst to lag plast og fjernes fra oppholdsstedet, men skal ikke bringes inn i ren sone. Senere bør klærne destrueres.
6. **Eventuell dekontaminering** foretas (om mulig) ved grundig vask med såpe og vann. Hard skrubbing kan gi hudskader og vasodilatasjon som medfører økt absorpsjon, og bør unngås.
7. Om pasienten har vært eksponert for gass/damp eller om øynene har vært eksponert for nervegass i væskeform, **skylles øynene** med vann (helst isolton NaCl) i minst 10-15 minutter.

Videre behandling

- **Atropin** behandling kontinueres og titreres etter klinikken. Den initiale dosen bør gjentas hvert 5.-10. minutt inntil full atropinisering (tørre lunger uten "knatrelyder"). Det er meget viktig å dosere tilstrekkelig mengde atropin. Doser som anses "normale" innen anesthesiologi og kardiologi vil vanligvis være utilstrekkelige, høye doser (flere hundre milligram) over noen døgn kan bli nødvendig. Atropin kan gis subkutant ved vanskelig intravenøs tilgang. Atropin må seponeres gradvis. Fordi atropin hemmer svetting er det viktig å unngå at pasienten overopphetes.

Ved alvorlige forgiftninger utvikles ofte lungebetennelse, event aspirasjonspneumoni. Det vil da være vanskelig å dosere atropin etter bronkialsekresjon. Hjerterefrekvens kan i slike tilfeller være en veiledende parameter.

- **Obidoksim (reaktivator)** gis snarest mulig. Eventuelt kan pralidoksim gis. Selv om behandling med oksim ikke er startet umiddelbart bør den gis så raskt som mulig i ettertid, og i tilstrekkelige doser:
Obidoksim: Etter initial dose (se over) gis en kontinuerlig infusjon av 0,5 mg/kg/time inntil klinisk "recovery", og i minst 24 timer. Alternativt kan den kontinuerlige infusjonen erstattes med i.m. eller i.v. doser på 2 mg/kg hver 4. time.
Pralidoksim: Etter initial dose (se over) gis en kontinuerlig infusjon av 8 mg/kg/time inntil klinisk "recovery" og i minst 24 timer. Alternativt kan man gi 30 mg/kg i.m. hver 4. time.
- **Diazepam**. Ved alvorlige forgiftninger gis diazepam umiddelbart. Dosering:
Voksne gis 10 mg i.v. Ved inntreden av kramper gjentas dette til krampene opphører.
Barn gis 0,05 - 0,3 mg/kg i.v. (alder 30 dager til 5 år gis maksimum 5 mg, over 5 år gis maksimum 10 mg). Ved nye kramper gis gjentatte doser.
- Ved refraktære kramper kan man i en intensivsetting bruke propofol i tillegg til benzodiazepiner. Tradisjonelle antiepileptika har sannsynligvis liten effekt på nervegassindusert epileptiform aktivitet.

- **Symptomatisk behandling.**

Det er viktig å sikre frie luftveier (suging) og tilførsel av oksygen. Intubasjon eller respirator om nødvendig. I alvorlige tilfelle utvikles utbredte pneumonier som kan medføre langvarig respiratorbehandling.

Kliniske prøver

Aktiviteten av AchE i erytrocytter er ansett for å være indikator for forgiftning med organofosfater; AchE i plasma er mindre pålitelig. Plasma AchE analyseres på noen sykehus, AchE i erytrocyttene analyseres på Forsvarets forskningsinstitutt (FFI).

Verifisering av bruk av stridmidler og eksponering for slike kan eventuelt utføres av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Anmodning om hjelp fra Forsvaret skjer formelt etter forespørsel fra politi eller brann/redning på anmodning fra de som mistenker nervegass, det kan også tas direkte kontakt med FFI i hastesituasjoner.

Arsin

Arsin (AsH_3) er den giftigste arsenforbindelsen. Gassen er fargeløs, ikke-irriterende, kjemisk ustabil, brennbar og kan enkelt produseres på plassen der den skal anvendes. Den lukter av hvitløk og er tyngre enn luft. Det er usikkert hvor egnet arsin er som terrormiddel og som stridsmiddel.

Arsin absorberes raskt ved inhalasjon, akkumuleres i erytrocyttene og forårsaker hemolyse. I erytrocyttene metaboliseres arsin til ulike uorganiske arsenforbindelser. Mekanismen for toksisiteten av arsin går både via hemolyse og andre ukjente mekanismer.

Fysikalsk-kjemiske egenskaper for arsin

	Enhet	Arsin (AsH_3)
Lukt		Hvitløkaktig
Farge		Fargeløs
Smeltepunkt	°C	- 117
Kokepunkt	°C	- 60
Flyktighet (0 °C)	g/m^3	31000
Vannløselighet	g/l	0,07

Klinikk

Arsinforgiftning medfører generell svakhet, hodepine, skjelving, tørste, magesmerter og nyresvikt etter en latensperiode på inntil 24 timer. Muskelkramper er observert i enkelte tilfeller. Forekomst av hemoglobin i urinen (hemoglobinuri) inntreffer vanligvis 4-6 timer etter inhalasjon av arsin. Klinikken antas å være et resultat av hemolysen kombinert med en mulig direkte toksisk effekt av arsin eller dets metabolitter.

Diagnose

Lukt av hvitløk og hemolytisk anemi/nyresvikt gir klinisk mistanke.

Ulike former av organisk og uorganisk arsen kan påvises i urin flere dager etter eksponering for arsingass. Analyse av arsen med atomabsorpsjonsspektroskopi gir totalt arsen som ikke kan benyttes som indikasjon på arsineksponering, da det inkluderer arsenobetain som er vanlig i sjømat.

Behandling

- Eksponerte personer fjernes fra kontaminert område
- Generell livreddende førstehjelp, frie luftveier, ev. assistert ventilasjon
- Transport til sykehus. Her gis symptomatisk behandling rettet mot luftveier/ventilasjon og nyresvikt. Hemodialyse kan bli nødvendig. Alkalinisering av urinen bør forsøkes ved hemolyse, men effekten er ikke dokumentert. Utskiftningstransfusjon fjerner arsin-hemoglobinkomplekset og anbefales ved uttalt hemolyse. Bruk av kelator har ingen effekt.

«Sniffegasser» fra organiske løsemidler

Sniffing er innånding av flyktige stoffer for å oppnå rus. Alle fettløselige flyktige organiske væsker kan nyttes til sniffing, for eksempel bensin, eter, kloroform, toluen og xylene. Trikloretylen og toluen har vært sniffet mest. Varigheten og intensiteten av sniffingen er av stor betydning for den toksiske effekten. Det er særlig lever- og nyreskader som er rapportert ved sniffing, men død på grunn av ventrikkelflimmer eller respirasjonssvikt forekommer. Ved kronisk eksponering sees hjerneskade. Vi kjenner ingen data på bruk av "sniffegasser" i terrorøymed.

Symptomatiske pasientene bør overvåkes med hensyn til mulige arytmier. Behandlingen er symptomatisk rettet mot eventuell lever- og nyresvikt. Skadene er som regel forbigående, men dialyse kan bli nødvendig i det akutte stadium.

Brannrøyk

Økningen i den kjemiske industri og den økte bruk av nye syntetiske stoffer har ført til danning av andre giftgasser enn den tradisjonelt sett viktigste, CO, ved branner. Eksempelvis har erstatningen av asbest med polyuretan som brannisolasjon, ført til letal cyanidforgiftning (CN avgis når polyuretan smelter) ved brann, noe som har medført uro blant brann- og redningspersonell. Fortsatt er imidlertid CO den *viktigste* giftgass ved vanlige branner, men andre gasser *kan* utvikles ved brann/ sterk oppheting av ulike materialer. Behandlingen vil følge retningslinjer for vanlig førstehjelp og det som gjelder for de ulike gasser. Den farligste gassen er cyanid, og her vil innsatspersonell være godt beskyttet med brannvesenets vanlige overtrykks luftutstyr.

Andre gasser/aerosoler

Trimetylfentanyl (Aerosol)

I forbindelse med en terroraksjon mot et teater i Moskva ble det pumpet inn en aerosol inneholdende et sterktvirkende opioid, trimetylfentanyl. Inhalasjon av denne aerosolen medførte at både terrorister og gisler ble bevisstløse, sannsynligvis uten å forstå hva som var i ferd med å skje. Den sterkt respirasjonsnedsettende opiateffekten førte imidlertid til at mange personer døde av hypoksi før politiet våget å ta seg inn i teateret. Bruk av slik aerosol er altså effektiv i lukkede rom.

Inhalasjon av aerosolen utgjør fare også for hjelpepersonalet. Det er ingen fare for kontaminasjon fra pasienters klær eller kroppsoverflate.

Klinikk

Vil være de samme som ved overdose av opiater: Først eufori, små pupiller, så sløvheter, nedsatt bevissthet, respirasjonsnedsettelse og eventuelt hjertestans pga. hypoksi ved opphørt respirasjon.

Behandling

Evakuering, ventilasjon, om mulig med O₂ initialt. Spesifikk antidot er naloxon (0,4 mg iv + 0,8 mg im), eventuelt gjentatte doser etter effekt.

Primært orale giftstoffer

Ricin

Ricin er en plantegift som relativt enkelt kan utvinnes fra kastorbønnene som vokser på kristpalme (prydplante i Norden, viltvoksende i middelhavsland og Afrika). Hver bønne veier ca 1 gram, og inneholder 1-5% ricin. Giften er lett løselig i vann, og kan forgifte både mat og drikke samtidig som den kan spres som en aerosol. Ricin kan fremstilles som giftig pulver. Som pulver er stoffet svært farlig å inhalere, men toksisiteten er avhengig av partikkelstørrelsen, små partikler (~1 µm) når lengst ned i lungene og medfører mest skade. Små kapsler inneholdende ricin har også vært skutt inn gjennom huden i forbindelse med drap og drapsforsøk (Drapet på Markov i England 1978). Dødsfall etter svelging og injisering er sett. Bruk av aerosol og pulver er bare rapportert i forbindelse med dyreforsøk.

Ricinmolekylet består av 2 hoveddeler: A og B. B-delen binder seg til celleoverflaten og stimulerer opptak av molekylet i cellene, deretter vil A-delen ødelegge ribosomalt RNA. Den toksiske virkningen oppstår som en følge av inaktivering av proteinsyntesen i cellene. Skade av endotelceller gir kapillærlekkasjesyndrom, eventuelt blødninger, leverskade kan også oppstå.

Data

Ricin er svært giftig, 6000 ganger mer enn cyanid, men likevel bare en tusendedel av botulinustoksin. Det er store forskjeller i toksisitet avhengig av inntaksmåte. Mye av toksinet ødelegges i mage-tarm kanalen, men viktigst er at det tas dårlig opp fra tarmen. *Dødelig dose (LD₅₀) ved injeksjon er anslått til ca 3 µg/kg, ved inhalasjon 1-10 µg/kg. Ved peroralt inntak er LD₅₀ for mus 20000 µg/kg. Hvis man tar høyde for artsforskjeller og sårbare individer kan man anta at dødelig dose peroralt for menneske i hvert fall ligger over 200-1000 µg/kg.* Noen opererer med 1-2 g ricin som dødelig peroral dose hos mennesker. Det er nylig rapportert overlevelse uten organskade ved inntak av 90 castorbønner, altså tilsvarende 1-4 gram ricin.

Klinikk

Avhenger av administrasjonsform. Ved peroralt inntak oppstår først uspesifikke symptomer og tegn med magesmerter, brekninger, diaré og affeksjon av milt, lever og nyrer. Ved inhalasjon: Dyspné, hoste, ødem i luftveier og lunge. Ofte også slapphet, feber, leddsmerter. Generelt oppstår inflammatorisk syndrom med massiv kapillærlekkasje. Død inntreffer i løpet av 1,5-8 dager ved dødelig dose. Giften kan påvises i serum ved ELISA teknikk. FFI kan også analysere for ricin med LC-MS.

Behandling

Det finnes ingen tilgjengelig antidot. Behandlingen er symptomatisk (væske og vasoaktive medikamenter) som ved alvorlig sepsis. Vaksine mot ricin er under uttesting. Antiserum har også en beskyttende effekt hvis det gis tidlig etter eksposisjon.

Abrin

Plantegift fra frøene til en tropisk plante. Giften har lignende egenskaper som ricin, men er enda giftigere. Det finnes ingen motgift. Giften har ikke vært rapportert brukt som strids- eller terrormiddel.

Metanol

Metanol brukes som løsemiddel i industrien, og som et alternativt drivstoff i ulike typer forbrenningsmotorer. Metanol har også lang tradisjon som smuglersprit. Det er denne bruken som har ført til forgiftning av større grupper, særlig i land med høy alkoholavgift eller hos grupper som av ulike grunner kjøper sprit illegalt. Her i landet har det vært flere mindre utbrudd av metanol ulykker under andre verdenskrig, ett større utbrudd i 1979 (Kristiansand), og i forbindelse med den såkalte "metanol-saken" som særlig affiserte Sør-Østlandet i 2002-2004.

Metanol er lite giftig i seg selv, og medfører minimal rusfølelse slik vanlig alkohol (etanol) gjør. Metanol nedbrytes i leveren via enzymet alkohol dehydrogenase til formaldehyd og senere maursyre. Maursyre gir en uttalt metabolsk acidose som er ansvarlig for toksisiteten ved metanolforgiftning, sammen med opphopning av selve maursyre-anionet (format). Høyere konsentrasjoner av maursyre hemmer etter hvert også elektrontransport-kjeden i mitokondriene, noe som øker acidosen ytterligere. Nedbrytningen av metanol via alkohol dehydrogenase kan hemmes hvis vanlig alkohol (etanol) er til stede, fordi denne alkoholen har større affinitet til enzymet. På denne måten virker etanol som en motgift, og utsetter nedbrytningen av metanol til den giftige maursyren. Legemiddelet fomepizol hemmer også nedbrytningen av metanol til maursyre, og foretrekkes som motgift fordi det er lettere å dosere; i tillegg har det ikke etanolens bivirkninger.

Data

Fordi metanol er lite toksisk hos ikke-primater, mangler de vanlige dyreeksperimentelle data for toksisitet. Ut i fra klinisk erfaring regnes imidlertid 1 g/kg metanol som dødelig dose, dvs 1,2 ml/kg, tilsvarende ca 100 ml ren metanol for en voksen person. Den laveste dose som kan gi varige synsskader er ukjent, men antas å være fra 30 ml og oppover hos voksne.

Klinikk

Det er en karakteristisk latenstid på 15-25 t før symptomer og tegn utvikles ved metanolforgiftning. Dette er tiden det tar å omdanne tilstrekkelig mengde metanol til maursyre. Ved samtidig inntak av etanol - slik som ved siste metanolepidemi - vil latenstiden forlenges ytterligere.

Typiske symptomer og tegn ved metanolforgiftning er abdominalfenomener (kvalme, brekninger, magesmerter), hyperventilasjon (respiratorisk kompensasjon av den økende metabolske acidose, oppfattes ofte som økende pustebesvær) og synsforstyrrelser. De siste kan arte seg som svarte flekker i synsfeltet, flimring og at hele synsfeltet blir som en "snøstorm". Etter hvert inntreffer økende CNS-depresjon med koma og respirasjonsstans.

Diagnose

Pasienter med metabolsk acidose av ukjent årsak bør alltid utredes med tanke på forgiftning med metanol, etylenglykol (frostvæske) eller andre sjeldne forgiftninger (salicylat, cyanid). Den metabolske acidosen er av typen med økt anion gap og øket base deficit (dvs. negativ BE) pga akkumulering av maursyreanionet. Laktat er lav i begynnelsen, men kan øke betydelig under den sene del av forløpet. De småmolekylære alkoholene, som metanol og etanol, øker osmolaliteten i serum og man kan derfor påvise et såkalt osmolalt gap (dvs. målt osmolalitet > beregnet osmolalitet) dersom metanol er til stede. Få sykehus her i landet kan

bestemme metanol i blodet. Påvisning av vesentlig øket negativ BE (økt anion gap) og osmolalt gap blir derfor viktige hjelpemidler i diagnostikken.

Behandling

Behandlingen retter seg mot *i)* fullkorrigering av den metabolske acidosen, *ii)* hemming av videre nedbrytning av metanol til maursyre og *iii)* fjerning av metanol og maursyre via dialyse (hemodialyse). Natriumhydrogenkarbonat gis for å fullkorrigere acidosen etter vanlig formel, $0,3 \times \text{kg} \times \text{BE}$, ofte må opptil 400-600 mmol gis.

Både fomepizol og etanol kan brukes som motgift for å hemme nedbrytningen av metanol. Gis etanol, bør man tilstrebe en etanolkonsentrasjon i blodet på 22 mmol/liter (1 promille). Fomepizol gis i form av en bolusinfusjon over ca ½ time med 15 mg/kg fortynnet i 500 ml NaCl eller glukose. Deretter gis 10 mg/kg hver 12. time 4 ganger, senere eventuelt 15 mg/kg hver 12. time om nødvendig. Ved dialyse er det vanlig å gi 1 mg/kg/time som kontinuerlig infusjon.

Halveringstiden av metanol når metabolismen er blokkert, er ca 50 timer. Dialyse er indisert først og fremst ved uttalt metabolsk acidose ($\text{BE} < -15 \text{ mmol/liter}$) og/eller synsforstyrrelser. Ved svært høye metanolverdier *uten* uttalt metabolsk acidose kan dialyse utføres på en mer elektiv basis dersom forholdet ligger til rette for dette. Man kan også tilføre folinsyre for å øke nedbrytningen av maursyre i leveren, men dette vil være av mindre betydning ved masseforgiftninger.

Komplikasjoner

Varig synstap/blindhet forekommer hos de med mest uttalt acidose. De samme pasientene har også risiko for skade av basalgangliene, noe som kan føre til parkinsonlignende klinikk. Det er viktig å være klar over at ***prognose og komplikasjoner først og fremst avhenger av grad av metabolsk acidose, dvs. mengden maursyre som er dannet, og ikke av metanolkonsentrasjonen.***

Del VI. Rensing (Dekontaminering)

- *Rasjonale for rensing*
- *Når skal man rense*
- *Rensing ved ukjent agens*
- *Triage og logistikk*
- *Rens – praktisk tilnærming*
- *Tilleggsprosedyrer for spesielle agens*
- *Rensing av sår og barn*
- *Spesielt for nervegasser og hudgasser*

Ambulansetjenesten og sykehus med akutfunksjon må ha mulighet til å gi rask og riktig medisinsk hjelp også under vanskelige forhold. I situasjoner hvor personer utsettes for helsefarlig påvirkning av ioniserende stråling, kjemiske stoffer eller biologiske agens (CBRN agens) kan det samtidig foreligge fare for at også hjelperne påvirkes av skadelige agens.

Et viktig aspekt ved beredskapen for slike hendelser er derfor realistiske planer for rensing av pasienter ved masseskade. Ikke alle CBRN agens medfører behov for rens, og kunnskap om hvilke agens som gjør rensing svært viktig kan være avgjørende for organisering av innsatsen (se senere).

Overflaterensing av kontaminerte pasienter har to hensikter:

1. Fjerne skadelige agens for å unngå ytterligere eksponering for pasienten, *samt*
2. Hindre spredning av agens til helsepersonell og andre personer (sekundærkontaminering, se senere).

Rensing omfatter alt fra å fjerne tilsølte klær, til grundig vask og skrubbing med såpe, vann og eventuelt nøytraliserende kjemiske midler på en rensesetasje. Ambisjonsnivå for hvor fullstendig rensesprosedyren skal være avhenger av *i)* type kontaminerende agens og *ii)* tilgjengelige ressurser.

Som hovedprinsipp må livreddende medisinsk behandling ikke utsettes fordi en fullstendig rensesprosedyre ikke lar seg gjennomføre på her-og-nå basis. Dette forutsetter at hjelperne har tilgang på verneutstyr tilpasset de konsentrasjoner av agens som vil være aktuelle under innsatsen også før dekontaminering kan gjennomføres.

Ideelt sett bør rensing skje på skadested. Dette reduserer faren for at skadelige agens fortsetter å påvirke personer også *etter* evakuering, og for at ambulanser eller andre transportmidler kontamineres. Erfaringer fra terroristangrep i senere tid viser imidlertid at majoriteten av pasienter etter kjemiske, biologiske eller eksplosive hendelser i byer får første kontakt med helsevesenet i mottak på sykehus, og ikke prehospitalt. Mange personer forlater skadestedet tidlig før fasiliteter for dekontaminering på skadestedet blir etablert, og potensielt forurensede pasienter kan ventes å komme direkte til sykehus innen 20 minutter etter eksponering. Mange pasienter blir transportert med drosjer eller med private kjøretøy, ikke med ambulanse. Sykehusene må derfor selv ha egne effektive dekontamineringsrutiner. En forutsetning for vellykket dekontaminering er at man, i tillegg til å ha konkrete planer og lett tilgjengelig utstyr, også øver regelmessig.

Når skal man rense?

Pasienter som er kontaminerte med **væske, aerosoler eller fast stoff av farlig agens** må renses. Det er imidlertid *ikke* nødvendig å rense hud etter eksponering for ren gass eller damp. Evakuering av personen fra forurenset område og deretter fjerning av klær og evt. fuktig langt hår/skjegg er da tilstrekkelig. Vær spesielt oppmerksom på at stridsgasser ofte er væsker som er fordampet eller i aerosolform (se del V), og at personer som oppholdt seg nært utslippstedet kan være direkte kontaminert med væske. Aerosol og damp kan kondensere på klær, og deretter fordampe igjen når personen kommer inn i varme omgivelser. Fuktige klær bør derfor fjernes for å hindre sekundærkontaminering. Så lenge klærne er tørre trenger man imidlertid *ikke* ytterligere dekontaminering.

Partikkelagens (biologiske og radioaktive) fjernes på samme måte som kjemiske agens i væske, aerosol eller dråpeform (se under). *Pasienter eksponert for stråling alene trenger ingen rens, og representerer heller ingen strålefare for sine omgivelser.* Pasienter eksponert for og forurenset med partikler av radioaktivt materiale trenger dekontaminering. Geigerteller brukes for å måle stråling fra pasientene (måling av gamma stråling er relativt enkelt, alfa og beta stråling mer komplisert, se del II og III). Mesteparten av radioaktiviteten ved spredning av radioaktive partikler sitter i klær/hår/skjegg, etter fjerning av disse kan pasienter som trenger akutt behandling av livstruende skade tas direkte inn i sykehuset uten ytterligere rensing.

Eksponering for **infeksiøse agens** vil oftest gi symptomer først dager etter eksponering. Vanligvis vil det derfor ha gått så lang tid at dekontaminering ikke lenger er meningsfylt. Et unntak er ved mistanke om eksponering for anthraxsporer eller botulismetoksin (ved luftspredning eller direkte kontakt), hvor dekontaminering i løpet av kort tid etter eksponering antas å redusere infeksjons- eller toksinfaren.

Ved ukjent agens

Ved forsettlig frigjøring av giftig gass kan det i akuttfasen være vanskelig å bestemme gasstype. Dersom det ved en masseskadesituasjon finnes flere pasienter hvor den kliniske tilstanden er verre enn det de synlige fysiske skader etter traumer kan forklare, bør man tenke på muligheten for forgiftning. I praksis vil det i slike situasjoner vanligvis bare være giftige gasser som gir alvorlige symptomer i løpet av få minutter, og behov for spesifikk behandling med motgift og eventuell rensing må ta utgangspunkt i dette.

Dekontamineringsprosedyrer bør startes tidligst mulig, da det tar tid å få slike systemer operative og tidsfaktoren ved behov for rensing er essensiell. Dersom behovet likevel ikke er til stede, kan personellet umiddelbart overføres til andre oppgaver, og opprydningen tas senere. Det er vanskeligere å opprette rensestasjoner etter at store pasientmasser har kommet. Hvilke agens man har med å gjøre vil ofte være ukjent selv lenge etter at pasienter har kommet til sykehus, og beslutning om både rensing og behandling må derfor ofte tas på usikkert grunnlag.

Triage og dekontamineringslogistikk

Dekontaminering må kunne skje både gjennom prehospital innsats og ved akuttmottak i sykehus. Ved pasienters ankomst til sykehus må det gå klart frem hvem som er ferdig dekontaminert og hvem som trenger rens.

Utenfor sykehus vil oftest brann- og redningsetaten være de første med mulighet for rens med vann. De er tidlig på skadested og har utstyr for å spyle med vann, noe som i de fleste scenarioer vil være tilstrekkelig, se under. Sivilforsvaret har mobile spesialstasjoner for rensing, de har personell som er godt trent til oppgaven, men de er ikke operative før det har gått minst en time (i Oslo, andre steder kan responstiden være lenger). Pasienter med

livstruende skader kan vanligvis ikke vente så lenge, og i løpet av denne tiden kan sykehusene ha mottatt mange urensede pasienter.

Brann- og redningsetaten bør ha rutiner for primær rensing i samarbeid med politi og ambulanse, slik at rensing kan startes umiddelbart. Dette vil føre til at belastningen av ikke-rensede pasienter til sykehusene den første tiden etter en hendelse blir redusert. Brann- og redningsetaten er de eneste med nødvendig verneutstyr for å evakuering av pasienter fra sterkt forurensset område ("hot zone") til rensestasjon på grensen fra moderat forurensset område "warm zone" til farefritt område "cold zone" (se del II for definisjoner). Vel fungerende dekontaminering krever *i)* avsperring av området, *ii)* god kontroll på pasientflyten gjennom rensesystemet, og *iii)* system for videre transport eller forsvarlig oppsamling (mht. temperatur og medisinsk tilsyn) av ferdig rensede pasienter.

For selvreng av oppegående personer kan det rigges opp et såkalt "ladder pipe decontamination system" som er "tåke"-munnstykker festet på stigen fra stigebil. Dette dusjer et større område, og kan utgjøre en dekontamineringskorridor. Oppegående pasienter tar selv av seg klær før selv-reng.

Avkleddede personer kan ikke vente i kalde omgivelser, så varme og skjerming mot vær og vind må sikres disse. En del av beredskapen må derfor sikre at tørre sykehusklær/ulltepper er tilgjengelig for ferdig rensede pasienter. Hvis det ikke finnes oppvarmede bygninger, kan rekvisisjon av lokale busser som ventestasjon etter dekontaminering avhjelpe hypotermiproblemet.

Initial medisinsk behandling på skadested

I tillegg til "konvensjonelle" skader og gassindusert lungeskade som krever rask behandling, er behandling av enkelte gassforgiftninger med spesifikk antidot tidskritisk. Dette gjelder *nervegasser*, *cyanidholdige gasser* og aerosoler som inneholder sterktvirkende *morfinanaloger* (trimethylfentanyl, se del V). Ved behandling av nervegass på skadested og under reng bør autoinjektorer inneholdende atropin/oxim være tilgjengelige (se kapittel V om behandling av nervegass). På Oslo Universitetssykehus (OUS), Ullevål finnes to kasser med autoinjektorer i mottak, en for transport ut til skadested med ambulanse, og en for behandling av pasienter i rensekø foran sykehuset. Pasienter bør gis slik behandling så tidlig som mulig. Ved cyanidforgiftning kan antidot (Cyanokit) ofte skaffes fra nærmeste sykehus, mens mindre mengder antidot mot morfinanaloger ofte allerede finnes i ambulansene.

Brannmannskap med verneutstyr i sterkt forurensset sone ("hot zone") evakuerer pasienter til samle plass umiddelbart ved rensestasjon. Ambulansepersonell med egnet vernedrakter (level C PPE) kan starte førstehjelp og autoinjektorbehandling på uren side ("warm zone") av rensestasjon, se figurer del II.

Dekontaminering ved sykehusets akuttmottak

Sykehusene må påregne at det umiddelbart etter en større hendelse vil være behov for å rens pasienter ved mottagelsen. Behandlingen på sykehus i nærheten av skadestedet vil kunne bli sterkt affisert og hemmet av kontaminerte skadede som ankommer uten forvarsel. Fysisk sperring av sykehusområdet og innslusing av pasienter må etableres tidlig for å forhindre dette. På samme måte som ved reng på skadested må det være mulig for helsepersonell iført vernedrakter å starte livreddende førstehjelp og autoinjektorbehandling på uren side av rensestasjon ved akuttmottak på sykehus. For pasienter med umiddelbart behov for ytterligere behandling må man begrense reng til minimumsreng, se praktisk tilnærming under.

Alle trenger ikke like mye rensing eller like mye hjelp

Tidsaspektet mellom eksponering og dekontaminering er vesentlig, spesielt ved forurensning med radioaktive stoffer og stridsgasser/nervegasser. Hurtigheten av rensesprosessen er derfor avgjørende. Samtidig vil personell og rensesfasiliteter kunne være begrenset i starten.

Det mest effektive er å legge opp til at *alle som kan kle av seg selv og rense seg selv gjøre dette.*

Klær bør samles i plastikkposer (helst merket med id/navn) som forsegles/lukkes tett. Forsegling og lagring av klær forhindrer fordampning og sekundærkontaminering, og muliggjør senere identifikasjon av agens.

Rens – praktisk tilnærming

I de første timene av en større hendelse er rensebehovet størst, men kapasiteten og ressursene dårligst. Det er de enkle tiltakene som er viktigst uansett agens, de livstruende affiserte har behov for rask medisinsk behandling som ikke forsinkes av komplisert renselogistikk. For å sikre en viss minimumshåndtering deler vi dekontamineringsprosedyren inn i fire "trinn", der første trinn må ansees tilstrekkelig dersom situasjonen medisinsk eller ressursmessig ikke tillater mer omfattende rensing. Der det er mer omfattende behov, og ressursene tillater det, bør man tilstrebe å gi mer omfattende rens i henhold til denne prioriteringen:

1. **Fjerne klær, sko, klippe vått hår og skjegg**
2. **I tillegg spyle med vann**
3. **I tillegg også vask med såpe og avspyling med vann**
4. **Tilleggsprosedyrer: absorpsjon eller hydrolysering**

1. Minimums- (livreddende) rens:

Fjerne alle klær, sko, hodeplagg og smykker. Klipp av vått hår / langt skjegg hos svært dårlige.

Dette er det viktigste enkelttiltak for å hindre sekundærkontaminering, og for raskest mulig å kvitte seg med det toksiske agens. Mengde av skadelige agens kan med dette anslagsvis reduseres med ca 75-90 %. Det beste er å klippe av klær fra overkroppen, da manipulering av klær kan produsere aerosol av gass kondensert i tøyet og spre forurensning til flater som i utgangspunktet var rene. Ansikt, øyne, munn og luftveier blir unødvendig eksponert hvis klærne dras over hodet.

2. i tillegg: Skyll /spyl med vann

Fast stoff kan børstes bort før vask (myk børste). Varmt vann kan medføre vasodilatasjon og økt opptak av giftstoffer fra hud, kaldt vann er ubehagelig og kan utløse stressreaksjoner. Vanntemperatur i området 28-30°C er velegnet, på et skadested vil lunkent vann (19-20°C) være praktisk mulig (Brann- og redning).

3. i tillegg: Vask med såpe og vann

Vask med såpe og rikelig med vann er beste måte å fjerne de aller fleste substanser på. Pasientene skal såpes inn over hele kroppen (en god kontroll på at alle kroppsdelene blir vasket), og deretter skylles grundig. Bruk heller svamp enn børste. Svamp skal byttes mellom hver pasient. Varighet av vaskeprosedyren varierer med klinisk tilstand og type agens, fra 2-5 minutter. Kritisk syke bør renses ekstra grundig hvis situasjonen tillater det, eventuelt med andre kjemikalier i tillegg (se hypoklorittløsning under). Såpen bør være mest mulig alkalisk, og bør lagres som en del av rensutstyret (telt etc).

Rens av øyne

Eksponerte øyne med symptomer bør renses så raskt som mulig ved hjelp av øyeskylling med isotont saltvann eller rent vann i minst 20 minutter hvis mulig. Husk å fjerne kontaktlinser!

Sår

Åpne sår spyles med isotont saltvann. Poser med dette og sterile plastslanger (i.v. aggregat der slangen klippes) bør være tilgjengelige i rikelige mengder på rensestasjonen. Fjerning av lett tilgjengelige fremmedlegemer bør gjøres, men grundigere rens av sår tas inne på sykehuset (se under).

4. Tilleggsprosedyrer: absorpsjon og hydrolysering

Absorberende stoffer (Fullers jord, aktivert kull, mel, pulversåpe etc)

Tørr rens består i å drysse et absorberende stoff som kan binde opp agens på fuktige partier, og deretter børste det bort med en børste eller et håndkle. *Fullers jord* brukes i Forsvaret, *aktivert kull eller mel* er tilgjengelig på sykehus. Utenfor sykehus kan *såpepulver* eller *vanlig jord* være en nødløsning. Særlig oljete væsker (sennepsgass) kan være lettere å fjerne mekanisk med absorpsjon enn med kun vask, absorpsjon bør etterfølges av vask/spyling. Metoden kan være effektivt for å fjerne små mengder agens, men kan være lite hensiktsmessig ved en masseskadesituasjon som krever fullkropprens av involverte. Tørr rens kan imidlertid være et alternativ under forhold der bruk av vann er vanskelig, for eksempel ved minusgrader og i prehospitale situasjoner. Ved kulde anbefales likevel løsninger der pasientene tar av seg utendørs, dusjes, og tas rett inn i varme omgivelser umiddelbart istedenfor å rense tørt.

RSDL (Reactive Skin Decontamination Lotion) er en hudlotion som både inaktiverer og absorberer kjemiske stridsmidler. Den er velegnet både som rensemiddel og som profylakse (under hansker og hetter). Det er av praktiske og økonomiske årsaker uaktuelt å bruke dette som standard på alle pasienter, men kan med fordel lagres foran mottak for å utstyre innsatspersonell og til rens av gjenstridige flekker som alternativ til hypokloritt.

Hydrolysering: fortynnet hypoklorittløsning 0,5%

Formålet med bruk av denne er både å inaktivere agens ved hjelp av oksydasjon (oksydativ klorinering) og å hydrolysere dem ved høy pH. Særlig stridsgassene VX og HD (sennepsgass) har svovel ioner som lar seg oksydere. Alkalisk hydrolyse er initiert av hydroksidioners (OH⁻) angrep på fosforatomer (P) i nervegass (VX og G- agens). Jo høyere pH og høyere temperatur, jo bedre effekt. Alkalisk hypokloritt 0,5% hydrolyserer nervegasser relativt bra.

Fortynnet hypoklorittløsning lages av Klorin® (ca 5 % hypokloritt) blandet 1:10 med vann (til 0,5 % hypokloritt). Denne løsningen kan brukes direkte. Klorin har pH 12,8 og ved fortynning synker denne betraktelig. (Løsningen er mest optimal med pH 10-11, så den bør alkaliseres hvis man har mulighet til dette). Flasker med Klorin (10-15) og sprøyteflasker (pumpeflasker) kan lagres i mottak sammen med annet rensutstyr. De bør ikke bli for gamle, og det må være rutiner for å skifte dem ut hvert år.

Dersom det er kø ved rensestasjon kan hypoklorittløsning 0,5% sprayes på ventende pasienter. Dette starter inaktivering av agens tidlig. Denne løsningen skal bare brukes på intakt hud, ikke i øyne eller slimhinner, og ikke ved sårrens (særlig ikke i abdomen eller thorax). Det tar noe tid for løsningen inaktiverer agens, og den bør sitte på i 15-20 minutter før den vaskes av. Fortynnet hypokloritt kan gi lett hudirritasjon, og dermed forstyrre symptombildet ved eksponering av agens som også gir hudmanifestasjoner.

Andre prinsipper

Gastrointestinal dekontaminering

Dette er kun aktuelt hvis agens er spist eller drukket. Ventrikkelskylling er sannsynligvis meget sjeldent indisert ved masseskade. Aktivert kull kan være aktuelt ved inntak av substanser som bindes av kull. Aktivert kull kan prøves ved inntak av toksiner (eks ricin) og visse radioisotoper (for eksempel jod-131 og cobolt-60). Heltarmsskylling kan være aktuelt

ved inntak av radioisotoper (Polyetylenglykol- og elektrolyttløsning som gis over 4-6 timer på nasogastrisk sonde til utsiving rektalt blir gjennomsluktig). Ved perorale forgiftninger med radioisotoper kan det også være aktuelt med chelatorer som Berlinerblått (Prussian blue, forgiftninger med cesium-137, thallium eller rubidium), magnesiumsulfat (forgiftninger med radium-226), aluminiumhydroxyd (forgiftninger med fosfor-32) eller aluminiumfosfat (forgiftninger med strontium-90). Se også del III.

Lungedekontaminering

Kan være nødvendig ved inhalasjon av radioisotoper som ikke er løselige og fjerner seg selv fra luftveiene. Ved vedvarende høy stråling må det vurderes bronchoalveolær lavage (BAL) i samråd med lungeleger og anestes/intensivleger.

Detektorer for kjemiske stridsmidler er dyre, og det kreves opplæring og trening av brukeren. Oslo universitetssykehus, Ullevål har et spesielt ansvar ved slike hendelser, og det finnes derfor en CAM (Chemical Agent Monitor) tilgjengelig her. Deteksjon med denne er tidkrevende, det er derfor uaktuelt å kontrollere hver enkelt pasient. CAMen kan stå på i målemodus for å kontrollere luften sentralt i mottak for å fange opp om det etter hvert akkumuleres uakseptabel forurensning i lokalet. Se vedlegg for tolkning av displayinformasjonen på CAM maskinen. Nyere og mer sofistikert, men likevel mer brukervennlig, utstyr er utviklet og vil etter hvert tas i bruk. Symptomer hos personale i sykehus eller i ren sone ute er ellers en sikker indikator på at rensingen ikke har vært god nok. Tidlige symptomer ved nervegass er synsforstyrrelser, små pupiller og økt sekresjon fra øyne/nese/munn.

Ved radioaktiv forurensning bør en Geierteller brukes for stikkprøver etter rens.

Spesielle hensyn

Rensing av sår

Risiko for sekundærkontaminering kommer fra forurenset tøy og gjenstander, og ikke fra fordampning fra vevet i seg selv. Det er minimal risiko for farlig fordampning fra et sår uten fremmedlegemer. Alle forurensete fremmedlegemer, tøybiter og bandasjer som er fjernet fra pasienter kontaminert med nerve- eller stridsgasser legges i 5 % hypoklorittløsning (for eksempel ren Klorin®) for å hindre fordampning til omgivelsene. Alternativt pakkes de i tette plastsekker for senere nøytralisering med hypokloritt. Utstyr brukt til å fjerne kontaminert materiale legges også i 5 % hypokloritt i 10 minutter før normal rensing og sterilisering.

Radioaktivt materiale i åpne sår ("skitne" bomber) fortsetter å representere en fare både for pasient og personale, særlig hvis pasienten trenger langvarig livreddende kirurgi. Spyling av sår med NaCl 0.9% samt fjernelse av synlige fragmenter reduserer faren.

Rensing av barn

Barn har relativt sett større kroppsoverflate enn voksne, og er derfor mer sårbare for agens som absorberes gjennom hud. Ansiktet er også nærmere bakken der tetthet av nervegass og toksiske industrikjemikalier er størst. De ventilerer med relativt stort minuttvolum, og får dermed økt inhalasjonseksposering. Vektmessig alene har barn lavere letal dose av toksiner enn voksne, og barn og voksne som utsettes for lik eksponering vil dermed få ulik medisinsk effekt. Mindre evne til verbal kommunikasjon gjør at man også lettere overser tidlige symptomer enn hos voksne. I en masseskadesituasjon kan også barn være involvert, og betraktningene over bør tas i mente under observasjon på en rensesetasje. Barn og foreldre bør hvis mulig ikke skilles fra hverandre i kritiske situasjoner, noe som bør tas hensyn til under triage og rensing.

Stoffer som ideelt sett ikke bør spyles med vann

Litium, metallisk natrium, kalium, cesium og rubidium kan reagere voldsomt med vann. Da det ofte er usikkerhet knyttet til type agens, og flere mulige typer farlig agens involvert, anses det likevel verre å vente på etablering av egnet rensemetode enn å rense med rikelig vann etter først å ha børstet bort fast stoff.

Sekundærkontaminering og beskyttelse av innsats- og helsepersonell

Det er hovedsakelig fordampning fra klær, hår og hud, eller direkte kontakt med væske på pasientens klær eller hud og hår, som utgjør en trussel for sekundærkontaminering. Ekspirasjonsluft vil ikke inneholde så høye konsentrasjoner av giftige stoffer at den utgjør en fare for andre. Munn-til-munn ventilasjonsassistanse skal likevel unngås.

Sekundærkontaminering kan være et stort problem ved enkelte agens. Alvorlig syke er mer eksponert, og fordampning fra disse kan forekomme dersom rensen ikke har vært tilstrekkelig. I forbindelse med sarinangrepet i Tokyo i 1995 ble forurensning fra ikke-rensede, lite eksponerte pasienter som ble observert i rom med dårlig ventilasjon, et problem. Disse personene hadde fortsatt på seg forurensede klær og sko som antakelig var viktige kilder til fortsatt fordampning av nervegass. Dette illustrerer viktigheten av å gjøre helt enkle rensetiltak (avkledning) også for de store massene med tilsynelatende ingen eller mild affeksjon.

Som hovedregel skal ingen personer som har symptomer og/eller er iført klær som er fuktige eller mistenkes for kontaminering med biologisk eller radioaktive agens tas inn i akuttmottaket uten at "minimumsrens" (trinn I, se tidligere) er gjennomført.

Dersom eksponeringen er per oral kan sekundærkontaminering skje i forbindelse med ventrikkelskylling, lukkede systemer for ventrikkelskylling bør brukes. Avføring, ventrikkelaspirat, slim og urin kan inneholde kontaminerende agens, vær spesielt oppmerksom hos personer som kan ha fått i seg radioaktive stoffer (se del III).

Personlig verneutstyr for innsats- og helsepersonell

- **Minimums beskyttelse:** Kroppsdekkende sykehustøy (operasjonsfrakk, lang stellefrakk), lue, hansker og munnbind.

Beskytter mot overflatekontaminasjon og inhalasjon av radioaktiv og biologisk materiale (mesteparten), men ikke mot direkte stråling eller mot gasser (flytende eller dampform)!

- **Vernedrakt, hansker og gassmaske (Level C PPE)**

Beskytter mot overflatekontaminasjon og inhalasjon av radioaktiv og biologisk materiale, samt moderate konsentrasjoner av giftige gasser (dvs. avdunsting fra klær/kroppsoverflate utenfor hot/warm zone). Ingen beskyttelse mot direkte stråling, høye gasskonsentrasjoner eller mot oksygenfattig miljø.

- **Kjemikaliedykkerdrakt med overtrykks luftflaske (Level A PPE)**

Beskytter mot overflatekontaminasjon og inhalasjon av radioaktiv og biologisk materiale, samt høyere konsentrasjoner av giftige gasser og oksygenfattig miljø. Ikke beskyttelse mot direkte stråling. Brukes kun av Brann- og Redningsetaten, event. Industrivern i større kjemiske bedrifter..

Bruk av verneutstyr for innsatspersonell er viktig, både på skadested og ved sykehusenes renseenheter. Det man trenger for minimums beskyttelse vil vanligvis være tilgjengelig ved enhver helseinstitusjon. "Level C PPE" er vernedrakter og gassmaske med egnet filter. Drakten består av en væsketett ytterdrakt og hansker supplert med gassmaske. Utstyret skal ikke brukes i sterkt forurensede område (het sone, "hot zone"). Slike drakter er nå tilgjengelige på akutt-sykehusene og i ambulansetjenesten. "Level C" er i all hovedsak betraktet som det

mest hensiktsmessige nivå av beskyttelse for innsatspersonell ved rensestasjoner *utenfor* het sone, dvs der det er *lave* konsentrasjoner av toksiske gasser, både av praktiske, tidsmessige og medisinske årsaker.

Avløpsvann

Avløpsvannet vil inneholde det eller de kontaminerende agens og burde ideelt sett renses. I en akuttsituasjon med mange skadede/kontaminerte er dette ikke praktisk mulig. Fortynningen av agens er imidlertid så stor når man bruker rikelig med vann at det i en katastrofesituasjon må anses forsvarlig å la avløpsvannet dreneres til kommunale avløpssystemer (husk at det da må gis beskjed til ansvarlige for renseanleggene!).

Rens ved kontaminasjon med spesielle stoffer

Nervegasser

Alle eksponerte må minimumsrenses (trinn 1), symptomatiske helst også med spyl (trinn 2) og vask med såpe (trinn 3), eventuelt med tillegg av fortynnet hypoklorittløsning (trinn 4) hos særlig forurensede pasienter. Nervegass på eller i hud kan inaktiveres av spesielle kjemiske forbindelser, som RSDL (se tidligere). Dersom slik krem er tilgjengelig kan det smøres på profylaktisk av innsatspersonell under hansker etc.

Hudgasser

Sennepsgass (Sulfur mustard), Lewisitt og fosgenoksim (halogenert oxim, må ikke forveksles med fosgen). Flytende sennepsgass er en oljelignende væske og kan være vanskelig å få rensset. Skade skjer etter inhalasjon eller kontakt med hud og øyne. Hudaffeksjon kommer ofte i fuktige områder som aksille og lyske, og vanlig klær gir lite beskyttelse. Det er en latenstid på to til tolv timer før symptomer, men rask dekontaminering er helt essensielt fordi sennepsgassen fikseres til vevet etter få minutter, og effektene blir deretter irreversible selv om symptomer ikke har kommet ennå. Lewisitt og fosgenoksim produserer derimot symptomer med det samme (sekunder/minutter) uten latenstid, og eksponerte vil søke beskyttelse raskere enn ved sennepsgass.

Rens med såpevask (trinn 3). Sennepsgass og VX bør imidlertid helst absorberes (Trinn 4, bruk av Fullers jord, mel, annet pulver) *før* rensing med såpe og vann. Tykke flekker skrapes av med trespatel el. Øyeskylling med rikelig bruk av vann eller helst fysiologisk saltvann. Vanskelige flekker av Lewisitt og sennepsgass kan inaktiveres med 0,5 % hypokloritt løsning (trinn 4). Dyreforsøk har vist at povidone iodine (for eksempel Betadine®) reduserer hudskader av hudgasser, selv påført 20 minutter etter eksponering, men ingen studier på mennesker finnes. Rensing av sår: se eget punkt over. Pasienter eksponert for Lewisitt renses som over, det finnes antidot som bør gis så raskt som mulig. Pasienter eksponert for fosgenoksim renses med vann og såpe (trinn 3), ikke bruk hypokloritt.

Cyanid

Avkledning (trinn 1). Hud dekontaminering oftest unødvendig, men hvis pasienten er våt spyles pasienten (trinn 2).

Fosgen, klorin, ammonium og andre lungeirritanter

Ren gasseksponering trenger kun avkledning (trinn 1). Dette er neppe nødvendig av helsemessige grunner hos pasienter som ikke er svært påvirket, men lukten av gass sitter ofte igjen i klærne og kan gi opphav til bekymring blant helperne både utenfor og i sykehus. Er huden fuktig av væske spyles pasienten (trinn 2).

Biologiske agens

Rens etter eksponering for biologisk agens er av mindre betydning enn ved kjemiske agens, fordi biologiske agens i hovedsak ikke trenger gjennom huden. Likevel kan dekontaminering være indisert for å hindre spredning av infeksjon via potensiell sekundær innånding eller svelging. Ved hudeksponering av biologiske agens spyles pasienten (trinn 2). Direkte kontaminert/fuktig hud kan i tillegg vaskes med fortynnet hypokloritt (1 del Klorin, 9 deler vann, se trinn 4 ovenfor) som skal sitte på i 10 minutter før den vaskes av.

Referanser

1. Et Sårbart Samfunn. NOU 2000: 24. 2000.
2. Greenberg MI, Hendrickson RG. Report of the CIMERC/Drexel University Emergency Department Terrorism Preparedness Consensus Panel. *Acad Emerg Med*. 2003;10:783-788.
3. Houston M, Hendrickson RG. Decontamination. *Crit Care Clin*. 2005;21:653-72, v.
4. Macintyre AG, Christopher GW, Eitzen E Jr et al. Weapons of mass destruction events with contaminated casualties: effective planning for health care facilities. *JAMA*. 2000;283:242-249.
5. Okumura S, Okumura T, Ishimatsu S, Miura K, Maekawa H, Naito T. Clinical review: Tokyo - protecting the health care worker during a chemical mass casualty event: an important issue of continuing relevance. *Crit Car*. 2005;9:397-400.
6. Hurst CG. Decontamination. *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Washington, DC: Office of the Surgeon General; 1997:351-9.
7. Sidell FR. Nerve Agents. *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Washington, DC: Office of the Surgeon General; 1997:129-79.
8. Levitin HW, Siegelson HJ, Dickinson S et al. Decontamination of mass casualties - re-evaluating existing dogma. *Prehosp Disaster Med*. 2003;18:200-207.
9. Nozaki H, Aikawa N, Shinozawa Y et al. Sarin poisoning in Tokyo subway. *Lancet*. 1995;345:980-981.
10. Guidelines for cold weather mass decontamination during a terrorist chemical agent incident. 2003. Aberdeen (MD): U.S. Army Soldier and Biological Chemical Command (SBCCOM).
11. Lockey D, Davies G. The challenges of deliberate chemical/biological attack. *Resuscitation*. 2003;58:293-296.
12. *NATO Handbook on the Medical Aspects of NBC Defensive Operations*. Washington, DC: Departments of the Army, the Navy, and the Air Force; 1996.
13. Rotenberg JS, Burklow TR, Selanikio JS. Weapons of mass destruction: the decontamination of children. *Pediatr Ann*. 2003;32:260-267.
14. Baker D. The problem of secondary contamination following chemical agent release. *Crit Care*. 2005;9:323-324.
15. Georgopoulos PG, Fedele P, Shade P et al. Hospital response to chemical terrorism: personal protective equipment, training, and operations planning. *Am J Ind Med*. 2004;46:432-445.
16. Borak J, Sidell FR. Agents of chemical warfare: sulfur mustard. *Ann Emerg Med*. 1992;21:303-308.
17. Sidell FR, Urbanetti JS, Smith WJ, Hurst CG. Vesicants. *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Washington, DC: Office of the Surgeon General; 1997:197-228.
18. Wormser U, Brodsky B, Green BS, Arad-Yellin R, Nyska A. Protective effect of povidone-iodine ointment against skin lesions induced by sulphur and nitrogen mustards and by non-mustard vesicants. *Arch Toxicol*. 1997;71:165-170.

Del VII: Oversikt over ansvar og varsling

Varsling og etablering av beredskap

Generelt gjelder at alle virksomheter som får kjennskap til at en krisesituasjon er under utvikling eller har inntruffet innenfor egen sektor, snarest må varsle berørte virksomheter sentralt, regionalt og lokalt.

- Med varsling forstås den første meldingen fra berørt virksomhet eller myndighet til overordnet, sideordnet eller underordnet ledd om at en ekstraordinær situasjon har inntruffet. Et varsel følger en forhåndsdefinert ansvarskjede.
- Avhengig av situasjonen kan varselet inneholde informasjon om hvordan en håndterer situasjonen, behov for etablering av beredskap, eventuelt også behov for ressurser.

Ved hendelser som angår mange personers liv og helse skiller man mellom aktiviteter på Strategisk nivå, Taktisk nivå og Operativt nivå (se også *fig 1*). For NBC hendelser som resulterer i personskade representerer primærhelsetjenesten, ambulansetjenesten og sykehusene helsevesenets operative nivå i akuttfasen. Ved en hendelse med skadested er man imidlertid avhengig av samarbeid med andre operative etater, som Brann- og rednings etaten og Politiet. Helse- og omsorgsdepartementet og underliggende virksomheter har etablerte varslingsordninger som på 24-timersbasis skal sikre rask konsultasjon og eventuelt varsling, både internt og mellom virksomhetene, når en krisesituasjon har oppstått. Telefonnummer til noen av de sentrale varslingspunktene er listet opp i slutten av oversikten.

Sentrale oversiktsdokumenter:

En oversikt over den nasjonale beredskapsplanen for helsesektoren finnes i *"Overordnet nasjonal helse- og sosialberedskapsplan"*, utgitt av Helse- og omsorgsdepartementet, HOD, i 2007 (link via via HODs nettside). *"Håndbok for Redningstjenesten"*, utgitt av Justisdepartementet (høringsrunde våren 2008), beskriver håndtering og ansvar på skadested samt aktører og overordnede planer for redningstjenesten. Ved hendelser som involverer radioaktiv stråling har Statens strålevern en nøkkelrolle, og i krisepregete situasjoner leder det et spesielt *Kriseutvalg for Atomberedskap*, virksomheten er beskrevet i *Klg. Res. av 17. februar 2006*. De regionale helseforetakene har utarbeidet *Regionale beredskapsplaner*, og de enkelte sykehus har sine egne, *Lokale beredskapsplaner*. Et kortfattet sammendrag gis nedenfor. Det foreligger også utkast (pr. februar 2008) til en veiledning for *"Kommunal plan for helsemessig og sosial beredskap"*.

Varsling fra lokalt til nasjonalt nivå

Medisinsk nødmeldetjeneste (AMK-sentralene) utgjør ryggraden i helsesektorens varslingsystem når krisesituasjoner oppstår lokalt, enten ved ulykker eller andre omfattende situasjoner. Sammen med Legevakt, Brann- og redningsetaten og Politiet er de den instans som vanligvis først blir varslet om hendelser som medfører personskade eller alvorlig sykdom.

- Når en omfattende krisesituasjon oppstår lokalt, skal helsetjenesten varsle Helsedirektoratet (ved døgnbemannet vakttelefon via Folkehelseinstituttet (tel. 21 07 63 48) eller NBC-senteret (tel. 22 11 91 24)). Helsedirektoratet varsler i sin tur Helse- og omsorgsdepartementet (*fig 1*).
- Ved hendelser som medfører fare for liv og helse kan dessuten lokal redningssentral (LRS) bli etablert innenfor det enkelte politidistrikt under ledelse av politimesteren. LRS er ansvarlig for å koordinere innsatsen for alle aspekter av søk og redningsaksjoner i sitt ansvarsområde. Ved *store* eller *kompliserte* ulykker og katastrofer kan en av hovedredningssentralene (HRS) i Sør- eller Nordnorge ta over

ansvaret for håndtering av hendelsen (fig 2 og 3).

- Ved (mistanke om) utbrudd av *smittsomme sykdommer*, herunder mat- og vannbåren sykdom, varsler leger og laboratorier Folkehelseinstitutt (tel.21 07 63 48).
- Ved (mistanke om) *akutt kjemiske personskade (gass)* varsles NBC-senteret ved UUS, ved mistanke om spredning av giftstoffer med næringsmidler varsles også Mattilsynet.
- Ved (mistanke om) *stråleskade og/eller stråleulykke* varsles Statens strålevern (vakttelefon 67 16 26 00) som er nasjonalt varslingspunkt ved atomulykker og andre hendelser som kan innebære ioniserende stråling eller spredning av radioaktivitet.

Strålevernet har døgnkontinuerlig vaktordning for mottak/sending av nasjonale og internasjonale varsel og informasjon. Ved mottak av varsel vurderes umiddelbart behovet for varslings av atomberedskapsorganisasjonen (Kriseutvalget, rådgivere, departementer og fylkesmenn) og behovet for etablering av Strålevernets interne beredskap og innkalling av Kriseutvalget (fig 4).

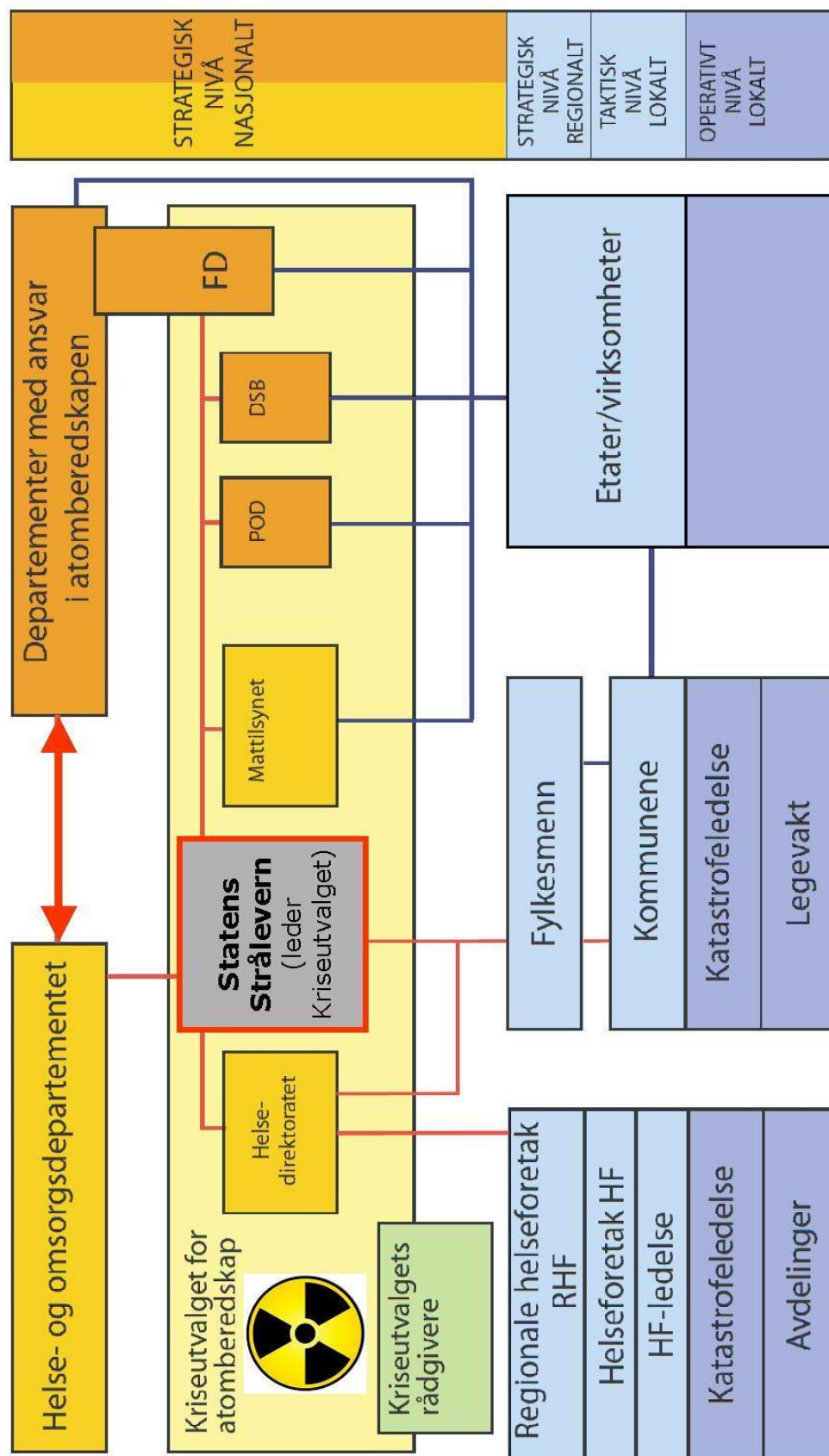
Varsling fra sentralt til lokalt nivå

- Departementet (HOD) varsler underliggende virksomheter ved etablerte kontaktpunkter, jf varslingsliste for helse- og sosialforvaltningen som er distribuert til alle virksomheter.
- Varsling til spesialisthelsetjenesten skjer fra Helsedirektoratet til de regionale helseforetakene, som varsler helseforetakene.
- Varsling til kommunene skjer fra Helsedirektoratet til fylkesmannen, som varsler kommunene.
- Ved utbrudd av smittsomme sykdommer vil Nasjonalt folkehelseinstitutt varsle aktuell(e) kommune(r) og spesialisthelsetjenesten.
- Departementet informerer i tillegg i eierkanalen til ansvarlig ledelse i berørte regionale helseforetak.

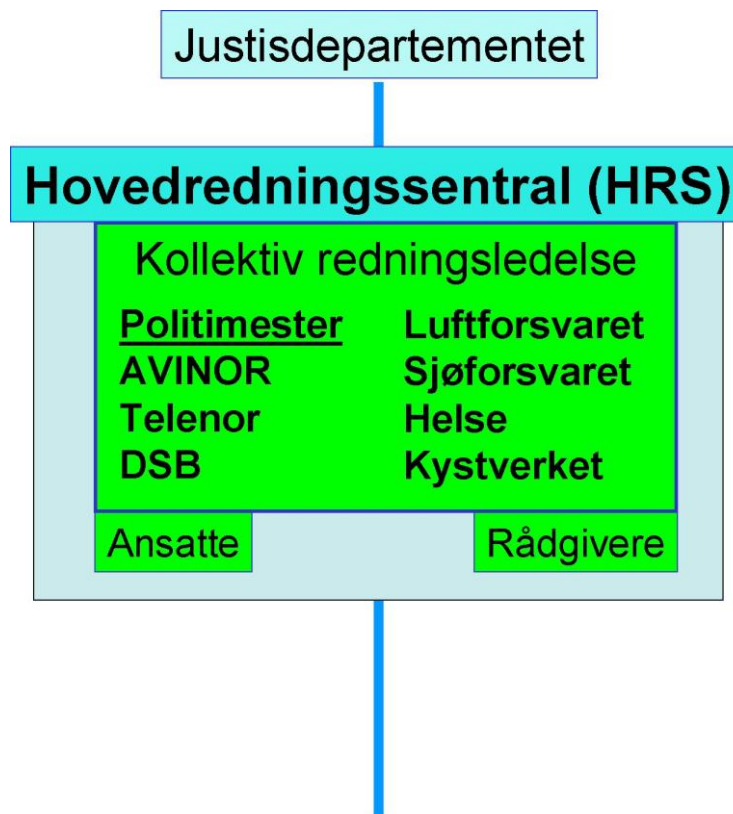
Varsling innen lokalt nivå

Sykehusenes akuttmottak varsles vanligvis av den lokale AMK sentralen ved hendelser med flere syke/skadede. Av disse meldingene kan det gå frem om for eksempel skadepanoramaet og pasientenes allmenntilstand er som forventet ut fra den aktuelle hendelsen, eller om det kan foreligge mistanke om tilleggsfaktorer i form av giftige agens eller strålefarlig materiale. Ved forekomst av uvanlige symptomer hos en eller flere personer, eller vanlige symptomer hos uvanlig mange personer, er det viktig at sykehusleger i akuttmottak kommuniserer med kommuneleger, legevaktleger og leger på andre sykehus i nærheten om hvor vidt disse også møter personer med uforklarlige symptomer eller uvanlig mange syke.

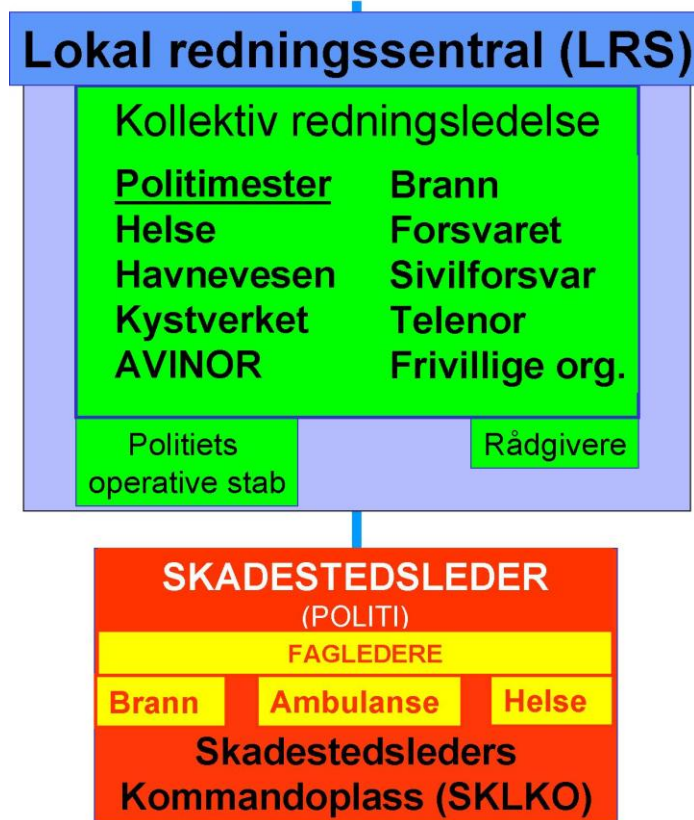
Figur 2: Varslings- og rapporteringslinjer ved atomhendelser



Figur 2 (VII): Organisasjonskart for aktører ved ulykker med radioaktivt materiale (Delvis omtegnet etter "Overordnet nasjonal helse- og beredskapsplan").



Figur 3 (VII): Organisasjonskart for Hovedredningssentral og Lokal redningssentral



.Figur 4 (VII): Organisasjonskart for Lokal redningssentral og Skadested.

(Begge figurer omtegnet etter Justisdepartementets Håndbok for Redningstjenesten - høringsutkastet)

Telefonliste

Institusjon	Kontakt	telefonnr
AMK	Nødtelefon	113
Apotek 1, Oslo legevakt	Hele døgnet	22 98 87 20
Apotek OUS Ullevål	09.00-17.00	23 20 52 00
Apotek Vitus, Jernbanetorget	Hele døgnet	23 35 81 00
Brann- og redningsetaten	Nødtelefon	110
Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)	Sentralbord, kontortid Vakttelefon	33 41 25 00 482 12 000
Forsvaret	Sentralbord forsvaret Situasjonssenter, forsvaret	03003 23 09 63 70 / 23 09 63 77
Forsvarets forskningsinstitutt (FFI)		63 80 70 00
Forsvarets mikrobiologiske lab		22 04 26 40
Forsvarets Sanitet (FSAN)	Vakttelefon	480 10 652
Giftinformasjonen		22 59 13 00
Helse- og omsorgsdepartementet	Sentralbord	22 24 90 90
Justisdepartementet	Rednings- og beredskapsavdelingen	22 24 53 21
Kriseutvalget for atomberedskap		Ring strålevernets vakttelefon
Mattilsynet	Sentralbord	23 21 68 00
Nasjonalt folkehelseinstitutt	Sentralbord Smittevernvakta	22 04 22 00 22 04 23 48
NBC-senteret 24-timer i døgnet	Konfereringsvakt medisin Ullevål Universitetssykehus	22 11 91 24 (med. intensiv) 02770 (sentralbord OUS))
Norges Veterinærhøyskole	Laboratoriet	22 96 48 40
Politi	Nødtelefon Politiet lokalt ("der du er")	112 02800
Sivilforsvaret	Ring DSB Kan også mobiliseres gjennom politi / brann	For sivilforsvarsdistriktene, se www.sivilforsvaret.no
Smittskyddsinstituttet, Stockholm, Sverige		00 46 84 57 23 00
Helsedirektoratet	Sentralbord Katastrofeledelsen	810 20 050 Kontaktes via NBC-senteret
Statens Strålevern	Sentralbord Vakttelefon	67 16 25 00 67 16 26 00
Sykehushygieniker	Ullevål Universitetssykehus	Calling 581-19987 975 80 570
Veterinærinstituttet	Sentralbord, dagtid Beredskapsvakt	23 21 60 00 03789
Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten		23 25 50 00

Vedlegg 3-6, del IV

Vedlegg 3

Forsendelse av biologiske prøver – praktisk veileder

(Kilde: Forsendelse av smittefarlig biologisk materiale. Praktisk veileder. Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap.2008)

Forord

Riktig håndtering og forsendelse av smittefarlig biologisk materiale er viktig av hensyn til pasienter, post og transportpersonale og laboratoriepersonale. Gjeldende regelverk regulerer hva slags biologisk materiale som kan sendes og hvordan slikt materiale skal håndteres. Formålet med dette dokumentet er å gi en kortfattet, praktisk veiledning. Veileder om forsendelse av smittefarlig biologisk materiale 2007-2008 er grunnlagsdokumentet for denne kortversjonen, og gir en mer omfattende veiledning om temaet. Både grunnlagsdokumentet og denne veileder er tilgjengelig på internett (10, 11).

Denne veilederen kan ikke benyttes i forbindelse med forsendelse av medisinsk eller klinisk avfall. For denne typen avfall vises det til ADR/RID 2007 avsnitt 2.2.62.1.11.

Det er avsenders ansvar å påse at smittefarlig biologisk materiale er riktig klassifisert, pakket, merket og at riktige dokumenter medfølger pakken. Hvis dette ikke gjøres korrekt i henhold til gjeldende regelverk, kan materialet representere en smitterisiko. Feil håndtering kan føre til at materialet ikke blir fremsendt til adressaten eller at det ikke blir undersøkt.

Denne praktiske veilederen og grunnlagsdokumentet for veilederen erstatter rundskrivene «Biologiske preparater i posten – nye innpakkingsregler» (IK-25/88), «Regler for postforsendelse av biologiske preparater » (IK-2272) og «Biologiske preparater i posten – rapport» (IK 26/88).

Veilederen er utarbeidet av en arbeidsgruppe bestående av representanter fra

- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
- Luftfartstilsynet
- Nasjonalt folkehelseinstitutt
- Posten Norge AS
- Sosial- og helsedirektoratet
- Veterinærinstituttet

Mars 2008

Bodø, Oslo, Tønsberg

1 Regelverket

Nedenfor gis det en oversikt over det mest sentrale regelverket for håndtering og forsendelse av smittefarlig biologisk materiale. Detaljerte hjemmelshenvisninger for de krav som er omtalt i avsnittene 2 – 5 i denne veilederen fremgår av grunnlagsdokumentet (10).

Det er særskilte regelverk for transport av smittefarlig biologisk materiale. Regelverket omfatter både land-, sjø- og lufttransport (7, 6, 9, 1). FNs anbefalinger ligger til grunn for disse regelverkene (5).

Helse- og omsorgsdepartementet har fastsatt en forskrift om innførsel, transport og annen håndtering av materiale som er smittefarlig for mennesker (2). Ifølge forskriftens § 5 er det forbudt å innføre smittefarlig materiale som kan inneholde smittestoff som normalt ikke forekommer innenfor landets grenser, og smittefarlig materiale som kan være årsak til en allmennfarlig smittsom sykdom hos mennesker. Etter § 6 kan Sosial- og helsedirektoratet gi dispensasjon fra innførselsforbudet. Tilsvarende har Landbruks- og matdepartementet fastsatt en forskrift om forbud mot innførsel av dyr og smitteførende gjenstander (4). Etter forskriftens § 4 er det forbudt å innføre dyr eller dyreprodukter som kan føre med seg smittsom dyresykdom. Etter § 10 kan Mattilsynet i særlige tilfeller gi dispensasjon fra innførselsforbudet.

En ny forskrift om krav til kvalitet og sikkerhet ved håndtering av humane celler og vev vil erstatte gjeldende forskrift 7. april 2006 nr. 391 om krav til kvalitet og sikkerhet ved håndtering av humane celler og vev. Den nye forskriften vil inneholde et eget kapittel om emballering og merking av humane celler og vev til bruk i mennesker. Forskriften vil trolig tre i kraft 1. juli 2008.

Arbeidsgivere ved virksomheter der arbeidstakerne kan bli eksponert for biologiske faktorer, må også sørge

for at bestemmelsene i forskrift om vern mot eksponering for biologiske faktorer på arbeidsplassen (3) etterleves.

2 Klassifisering

Begrepet smittefarlig biologisk materiale omfatter kulturer av mikroorganismer og biologiske giftstoffer/

toksiner samt alle prøver som tas fra mennesker og dyr (f.eks. sekret, blod, vev, vevsvæsker og

biopsier). Slikt materiale skal klassifiseres som farlig gods. (Klasse 6.2 Infeksjonsfremmende stoffer).

Unntak: Etter en faglig vurdering (avsenders ansvar) kan prøver fra mennesker eller dyr (pasientprøver) hvor det er minimal sjanse for at det er sykdomsfremkallende organismer tilstede unntas fra å bli klassifisert som farlig gods, jf. ADR/RID avsnitt 2.2.62.1.5.6 (7). Eksempler på slike prøver er blod- eller urinprøver for å måle kolesterolnivåer, blodsukkernivåer, hormonnivåer, nødvendige prøver for å overvåke organfunksjoner hos mennesker eller dyr med ikke-smittsomme sykdommer, eller for terapeutisk overvåking av medisiner. Jf. avsnitt 3.5. Dersom det er usikkert om prøven er smittefarlig skal den klassifiseres som farlig gods.

Smittefarlig biologisk materiale klassifisert som farlig gods, klasse 6.2, inndeles i 2 kategorier:

2.1 Kategori A

Denne gruppen omfatter kulturer av de fleste mikroorganismer i smitterisikogruppe 3 og alle i smitterisikogruppe 4. I tillegg kommer prøvematerialer som man mistenker kan inneholde virale agens i smitterisikogruppe 4 (f.eks. Ebola, Marburg og Lassa virus) (3, 8). Dersom friske mennesker eller dyr blir eksponert for mikroorganismer i denne kategorien, kan det forårsake permanent handikap, livstruende eller dødelig sykdom.

Eksempler på mikroorganismer som er tilordnet kategori A finnes i grunnlagsdokumentet (10).

Aktuelle FN-nummer og varenavn:

UN 2814 INFEKSJONSFREMMENDE STOFF, RAMMER MENNESKER

UN 2900 INFEKSJONSFREMMENDE STOFF, RAMMER DYR

2.2 Kategori B

Denne gruppen omfatter alle øvrige biologiske materialer og kulturer av mikroorganismer.

Aktuelt FN-nummer og varenavn:

UN 3373 BIOLOGISK STOFF, KATEGORI B

3 Emballering, merking og dokumentasjon

3.1 Hvorfor er riktig emballering viktig?

For pasienten (mennesker og dyr): Korrekt diagnostikk og behandling er ofte avhengig av laboratoriediagnostikk. Feil emballering kan føre til et forsinket svar eller at materialet ikke blir undersøkt.

For post- og transportpersonalet: Brev og pakker kan bli utsatt for stor ytre påkjenning under transport. Dårlig emballert materiale kan derfor lett bli skadet. Lekkasje fra materiale kan føre til overføring av sykdommer. Dessuten vil annen post bli tilsølt. Pakker som lekker og annen tilsølt post vil derfor normalt bli destruert. Ofte vil det være praktisk vanskelig eller umulig å gi beskjed til avsender om at materialet har blitt destruert.

For laboratoriepersonalet: Personalet skal kunne motta og åpne pakker uten risiko for å komme i direkte kontakt med materialet. Materiale i pakker som er skadet under transport vil ofte ikke bli undersøkt ved laboratoriet.

3.2 Generelle krav til emballering av smittefarlig biologisk materiale

Emballasjen skal alltid bestå av minst tre deler:

a. En eller flere lekkasjesikre **primærbeholdere** (f.eks. glass- eller plastrør med tettsluttende gummipropp eller skrulokk) som inneholder materialet.

b. En lekkasjesikker **sekundæremballasje**

c. En tilstrekkelig sterk **yteremballasje** som kan motstå støt og belastninger som normalt forekommer

under transport, med en side med størrelse på minst 10 x 10 cm.

For postsendinger kreves det for brev minst 10 x 14 cm og for pakker minst 21 x 13 x 1 cm.

Primærbeholdere skal emballeres i sekundæremballasjen på en slik måte at de under normale transportforhold ikke kan knuses. Mellom primærbeholder og sekundæremballasje, eventuelt mellom sekundær- og yteremballasje skal det være tilstrekkelig støtdempende materiale. Dersom flere primærbeholdere skal sendes i pakken, skal de pakkes slik at de ikke berører hverandre.

Dersom materialet er i væskeform, skal det være tilstrekkelig absorpsjonsmateriale mellom primærbeholder og sekundæremballasjen til at all væske kan suges opp ved lekkasje.

3.3 Spesielle krav for materiale i kategori A

Det er spesielle krav til opplæring og kompetanse for avsendere, transportører og mottakere av

materiale i kategori A, jf. avsnitt 4.

Emballering:

Forsendelse av materiale i denne kategorien setter særskilt strenge krav til emballering (emballeringsbestemmelse P620, PI602 for lufttransport), merking og dokumentasjon (7, 8,10).

Materiale i kategori A kan ikke sendes med posten.

For transport med bil og tog er det ingen begrensninger med hensyn til mengde. For lufttransport skal totalvolumet (vekt) per pakke ikke overstige 4 liter (4 kg).

Merking:

Ytteremballasjen skal påføres følgende informasjon:

- Avsenders navn og adresse
- Ved lufttransport: Navn og telefonnummer til ansvarlig kontaktperson hos avsender som skal ha

kunnskap om forsendelsen

- Mottakers navn og adresse
- FN-nummer:

«UN 2814»

eller

«UN 2900»

- Ved lufttransport: Varenavnet (PSN: Proper Shipping Navn) på engelsk: **«UN 2814 INFECTIOUS**

SUBSTANCE, AFFECTING HUMANS» eller **«UN 2900 INFECTIOUS SUBSTANCE, AFFECTING ANIMALS».**

- Oppbevaringstemperatur (frivillig)
- Ved lufttransport: Nettovekt
- Pakken skal merkes med fareseddel for farlig gods (nr. 6.2):

Transportdokumentasjon:

Et transportdokument skal følge forsendelsen (7). Dette skal inneholde opplysninger om avsenders og

mottakers navn og adresser, navn og telefonnummer til ansvarlig kontaktperson hos avsender som skal ha kunnskap om forsendelsen, FN-nummer med varenavn og aktuelle mikroorganismer, nummer på fareseddel, emballasje med type (for eksempel kasse) og antall samt volum eller vekt (7).

Ved forsendelse *til* utlandet kan det være nødvendig med importtillatelse fra mottakerlandet. Mottaker kan avklare om importtillatelse er nødvendig.

Ved transport med bil skal det følge med skriftlige instruksjoner (transportuhellskort) (7).

Ved lufttransport skal «Shipper's Declaration for Dangerous Goods» fylles ut (8).

3.4 Spesielle krav for materiale i kategori B

Emballering:

Emballeringsbestemmelse P650 (for lufttransport PI650) skal følges (7, 8, 10). Enten sekundæremballasjen eller ytteremballasjen skal være stiv.

For transport med bil og tog er det ingen begrensning med hensyn til mengde. For lufttransport skal primærbeholderen ikke inneholde mer enn 1 liter (for væsker). Totalvolumet (vekt) per pakke skal ikke overskride 4 liter (4 kg).

Merking:

Ytteremballasjen skal påføres følgende informasjon:

- Avsenders navn, adresse og telefonnummer
- Mottakers navn og adresse
- Varenavnet «**BIOLOGISK STOFF, KATEGORI B**» (bokstavstørrelse minst 6 mm høye) skal

plasseres ved siden av UN 3373-symbolet.

- Ved lufttransport: Varenavnet (PSN: Proper Shipping Name)

på engelsk: «**BIOLOGICAL SUBSTANCE, CATEGORY B**»

- Oppbevaringstemperatur (frivillig)
- UN 3373-symbolet:

Transportdokumentasjon:

Ingen krav.

Forsendelse til utlandet:

Ved transport til utlandet kan det enkelte land ha spesielle bestemmelser. Kontakt mottaker i det aktuelle landet.

Særlig om postforsendelse:

Postforsendelser med biologisk innhold skal ifølge Postens regelverk innleveres postkontor eller Post i

Butikk, **ikke** legges i postkasse. Det er avsenders ansvar å overholde innleveringsfrist.

Postforsendelse innenlands kan emballeres og merkes som for transport med bil og tog (7).

Ved postforsendelse til utlandet må brevsendinger påsettes grønn tolletikett CN22. På pakker benyttes tolldeklarasjon CN23. Ved kommersielle forsendelser skal handelsfaktura følge med (12).

3.5 Krav for pasientprøver som ikke er klassifisert som farlig gods

Emballering:

Pakkes i henhold til generelle krav angitt under avsnitt 3.2.

I praksis vil det ofte være fornuftig å benytte emballasje som oppfyller kravet til kategori B. Dette vil

begrense utvalget av emballasje og således redusere sannsynligheten for feilemballering.

Merking:

Pakken skal merkes: «**FRITATT PRØVE FRA MENNESKE**» eventuelt «**FRITATT PRØVE FRA**

DYR».

Ved lufttransport: «**EXEMPT HUMAN SPECIMEN**» eller «**EXEMPT ANIMAL SPECIMEN**»

Postforsendelse:

Se avsnitt 3.4.

3.6 Nedkjølte og frosne materialer

Ved transport av nedkjølte eller frosne smittefarlige biologiske materialer benyttes vanligvis is eller tørris (karbondioksid i fast form) som plasseres utenfor sekundæremballasjen. Det skal brukes en spesielt utformet emballasje av isolerende materiale.

Benyttes is må denne plasseres i en lekkasjetett beholder, ytteremballasjen må også være lekkasjetett.

Fordi tørris etter hvert går over i gassform, er det viktig å benytte emballasje som kan slippe ut gassen.

Ytteremballasjen for alle kategorier materialer (A, B og fritatt prøve fra menneske eller dyr) skal merkes «Karbondioksid i fast form» eller «Tørris».

Tørris regnes som farlig gods ved lufttransport. Ved transport av materiale i kategori A skal nettovekten av tørris deklarerer i «Shipper's Declaration for Dangerous Goods». Ved lufttransport av materiale i kategori B og fritatt prøve fra menneske eller dyr er det ikke krav om «Shipper's Declaration for Dangerous Goods». For alle kategorier materialer skal ytteremballasjen ved lufttransport i tillegg til merkingen angitt i avsnittene 3.3, 3.4 og 3.5 merkes med fareseddel 9 og merkes med «UN 1845 CARBON DIOXIDE, SOLID (DRY ICE)» og nettovekten av tørrisen: «Net Wt ----- kg».

Ved postforsendelse av materiale med tørris: Ta kontakt med Postens kundeservice

tlf.: 81 00 07 10.

4 Opplæring og kompetanse

Alt personell skal ha fått opplæring i samsvar med relevante bestemmelser i forskrift om vern mot eksponering for biologiske faktorer (3).

Særskilte krav i forbindelse med håndtering av materiale i **kategori A:**

- Personell som er involvert i transport skal ha fått opplæring i henhold til ADR/RID kapittel 1.3 (7).

- Avsendere, transportører og mottakere skal ha utpekt sikkerhetsrådgiver, jf. forskrift om transport av farlig gods på veg og jernbane kapittel 7 og ADR/RID avsnitt 1.8.3 (7).
- Sjåførere som frakter materiale skal ha gyldig ADR-kompetansebevis, jf. forskrift om transport av farlig gods på veg og jernbane kapittel 8 (7).
- Opplæringskrav ved lufttransport følger av ICAO TI kapittel 4/IATA § 1.5 (9).

5 Komprimert veiledning

	Biologisk materiale i kategori A	Biologisk materiale i kategori B	Fritatt prøve fra menneske eller dyr
Krav om utpeking av sikkerhetsrådgiver hos avsender, transportør og mottaker	Ja, ved transport med bil og tog.	Nei	Nei
Sikringsplan	Ja, ved transport med bil og tog.	Nei	Nei
Tillatt sendt i Posten	Nei	Ja	Ja
Emballering	Typegodkjent, se emballeringsbestemmelse P620 (PI602 for lufttransport).	Godkjent, se emballeringsbestemmelse P650 (PI650 for lufttransport).	Lekkasjesikker, se ADR/RID 2.2.62.1.5.6.
Primærbeholder	Rør eller boks med tett lukkende propp/lokk.	Rør eller boks med tett lukkende propp/lokk.	Rør eller boks med tett lukkende propp/lokk.
Absorberende materiale	Ja (for væsker)	Ja (for væsker)	Ja (for væsker)
Støtdempende materiale	Ja	Ja	Ja
Sekundæremballasje	Ja	Ja	Ja
Rekvisisjon	Vedlegges i pakken utenfor sekundæremballasjen.	Vedlegges i pakken utenfor sekundæremballasjen.	Vedlegges i pakken utenfor sekundæremballasjen.
Ytteremballasje	Stiv ytteremballasje. Eksempler: Kasse av papp eller plast.	Enten sekundær- eller ytteremballasje skal være stiv. Eksempler: Konvolutt (forutsetter stiv sekundæremballasje) eller pappeske. Ved lufttransport: Stiv ytteremballasje.*)	Eksempler: Konvolutt eller pappeske.*)
Merking av ytteremballasjen			
	«UN 2814» eller «UN 2900». Ansvarlig kontaktperson, adresse og telefonnummer. Ved lufttransport: Varenavnet på engelsk. Nettovekt	Varenavnet med minst 6 mm bokstaver: «BIOLOGISK STOFF, KATEGORI B» Ved lufttransport: Varenavnet på engelsk.*)	«FRITATT PRØVE FRA MENNESKE» eller «FRITATT PRØVE FRA DYR». Ved lufttransport: Varenavnet på engelsk.*)
Transportdokument	Ja, det anbefales å bruke Multimodal Dangerous Goods Form.	Nei	Nei

	Biologisk materiale i kategori A	Biologisk materiale i kategori B	Fritatt prøve fra menneske eller dyr
Skriftlige instruksjoner (transportuhellskort)	Ja, ved transport med bil.	Nei	Nei
Shipper's declaration (lufttransport)	2 eksemplarer ved lufttransport.	Nei	Nei

*) Postforsendelse innenlands kan emballeres og merkes som for transport med bil og tog.

6 Referanser

1. Forskrift 21. mai 1987 nr. 406 om transport på skip av spesielle eller farlige laster i bulk eller som

pakket gods. <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19870521-0406.html>. Forskrift

29. juni 2006 nr 786 om frakt av farlig last på lasteskip og lektere.

<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20060629-0786.html>.

Sjøfartsdirektoratet

2. Forskrift 12. september 1996 nr. 903 om innførsel, transport og annen håndtering av materiale som

er smittefarlig for mennesker. <http://www.lovdata.no/for/sf/ho/ho-19960912-0903.html>.

Helse- og omsorgsdepartementet

3. Forskrift 19. desember 1997 nr. 1322 om vern mot eksponering for biologiske faktorer (bakterier,

virus, sopp m.m.) på arbeidsplassen.

<http://www.arbeidstilsynet.no/c26981/forskrift/vis.html?tid=28008>.

Arbeids- og inkluderingsdepartementet

4. Forskrift 2. juli 1991 nr. 507 om forbud mot innførsel av dyr og smitteførende gjenstander.

<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19910702-0507.html>.

Landbruks- og matdepartementet

5. UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods.

http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html.

United Nations Economic Commission for Europe

6. Forskrift 11. januar 2003 nr. 41 om transport av gods i luftfartøy (BSL D 1-7).

<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20030111-0041.html>.

Luftfartstilsynet

7. Forskrift 1. desember 2006 nr. 1331 om transport av farlig gods på veg og jernbane med veiledning.

Farlig gods regelverkene ADR og RID er en integrert del av forskriften.

<http://oppslagsverket.dsb.no/docweb/page/mainpage.jsp>.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

8. Guidance on regulations for the Transport of Infectious Substances 2007-2008.

http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO_CDS_EPR_2007_2.pdf.

World Health Organization

9. International Civil Aviation Organization Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous

Goods by Air. http://www.icao.int/icaonet/dcs/9284/guidance_doc_infectious_substances.pdf

International Civil Aviation Organization

10. Veileder om forsendelse av smittefarlig biologisk materiale 2007-2008.

<http://www.dsb.no/farliggods>

11. Forsendelse av smittefarlig biologisk materiale – praktisk veileder.
<http://www.dsb.no/farliggoods>

12. Customer Guide - International Postal shipments and Customs matters.
http://www.upu.int/customs/en/customer_guide.shtml

Universal Postal Union and World Customs Organization

Vedlegg 4

Melding og varsling

I henhold til Forskrift om innsamling og behandling av helseopplysninger i Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS- og Tuberkuloseregisterforskriften), skilles det mellom meldings- og varslingsplikt.

Meldingsplikt

For meldingspliktige sykdommer skal det sendes skriftlig melding til MSIS, Folkehelseinstituttet, og til kommunelegen der den smittede bor. Dersom den smittede oppholder seg i en annen kommune enn der vedkommende bor, skal melding også sendes til kommunelegen i den kommunen der den smittede oppholder seg. Meldingen skal sendes samme dag som sykdommen er oppdaget eller mistenkt.

Varslingsplikt

Varsling om smittsom sykdom kommer i tillegg til den skriftlige meldingen. Det skal varsles når det er nødvendig for at smitteverntiltak umiddelbart kan iverksettes for å forebygge flere tilfeller. Med varsling menes en umiddelbart formidlet beskjed om visse enkelttilfeller av sykdom på en slik måte at varsleren umiddelbart kan forvisse seg om at mottakeren har mottatt varslat, vanligvis per telefon. **Det skal varsles ved mistanke om overlagt spredning av smittestoffer.** I tillegg er det varslingsplikt i følgende situasjoner for

- **visse enkeltsykdommer** (botulisme, difteri, flekktyfus, hemoragisk feber, kolera, kopper, legionellose, meningokokksykdom, meslinger, anthrax, pest, poliomyelitt, rabies, røde hunder, SARS, trikinose)
- **utbrudd av smittsom sykdom utenfor helseinstitusjon**
 - Utbrudd av sykdommer som er meldingspliktige til MSIS
 - Utbrudd som mistenkes å ha sammenheng med næringsmidler
 - Utbrudd av særlige alvorlige sykdommer (andre enn dem som omfattes av MSIS)
 - Særlig omfattende utbrudd

Enkelttilfeller av sykdommer som normalt ikke forventes å forekomme i Norge, er utbrudd som skal varsles.

- utbrudd i helseinstitusjon av smittsom sykdom
- mulig smitte fra næringsmidler
- mulig smitte fra blodgiver
- smitte fra utstyr m.v.
- smitte fra helseinstitusjon

Varslingsvei

Ved mistanke om overlagt spredning skal kommunelegen, Fylkesmannen og Folkehelseinstituttet varsles direkte. Folkehelseinstituttet varsles ved å ringe den døgnåpne Smittevernvakta (tlf. 21 07 63 48). I de fleste andre situasjoner skal kommunelegen varsles. Kommunelegen skal deretter varsle Fylkesmannen og Folkehelseinstituttet.

Dersom kommunelegen ikke kan nås, skal Folkehelseinstituttet varsles direkte. Ved varsling av utbrudd i sykehus skal Fylkesmannen og Folkehelseinstituttet varsles direkte, og det skal sendes kopi til det regionale helseforetakets kompetansesenter for sykehushygiene. Ved smittsom sykdom som kan være overført med næringsmidler og dyr, skal kommunelegen varsle Mattilsynet. For ytterligere detaljer, se Forskrift om innsamling og behandling av helseopplysninger i Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS- og Tuberkuloseregisterforskriften).

Vedlegg 5

Håndtering av situasjoner med mulig eksponering for biologiske agens i brev og pakker (kilde www.fhi.no Publisert 27.10.2003, oppdatert: 07.01.2004)

Anbefalingene som gis her gjelder generelt for alle biologiske agens som kan sendes med brev og pakker, men på bakgrunn av hendelsene i USA, legges det særlig vekt på miltbrannspor.

Veiledningen består av følgende: Først beskrives kronologisk trinnene som skal gjennomføres ved mistenkelige brev og pakker. Deretter gis definisjoner for eksponert område og personer og håndtering av eksponerte personer. Videre gis konkrete anbefalinger for påkledning i eksponert område og rengjøring av området. Til slutt beskrives sykehusets, kommunehelsetjenestens og politiets rolle.

Forholdsregler ved mistenkelige brev og pakker

Her beskrives kronologisk de ulike trinnene som skal gås gjennom når man oppdager mistenkelige brev og pakker. For å få en rask avklaring av situasjonen er det viktig at alle impliserte parter gjennomfører sine oppgaver uten unødvendig opphold.

Det er vanskelig å gi noen generelle råd av hva som skal oppfattes som et mistenkelig brev eller pakke. Politiet kan bistå i denne vurderingen. Kontakt avsender dersom denne er kjent. Kommunehelsetjenesten og eventuelt Statens institutt for folkehelse kan rådspørres og vil kunne bistå i risikovurderingen om et eventuelt biologisk agens kan ha blitt spredd.

1. Ikke rist eller åpne mistenkelige brev eller pakker. Putt dem i en tett plastpose som så legges i en ny plastpose (dobbeltemballering), eller dekk over med plast eller papir
2. Dersom mistenkelig pulver har rent ut av brev eller pakker, la pulveret ligge. Hvis det er praktisk, dekk over pulveret med papir eller liknende som senere kan gjennomfuktes ved rengjøring. Unngå å virvle opp pulveret.
3. Steng ventilasjon, vifter og maskiner som kan virvle opp pulver og støv. Lukk vinduer
4. Klær som er blitt synlig tilsølt av pulver tas av inne i rommet og legges på gulvet eller i en pose
5. Alle går ut av rommet eller bort fra aktuelle område hvis rommet er stort, lukk døra. Rommet eller området holdes avstengt. Vask hendene med såpe og vann
6. Tilkall politiet
7. Lag en liste over alle personer som var i rommet eller det aktuelle området og beskriv hvor de oppholdt seg. Hvis det er snakk om svært store rom med mange personer og listen ikke omfatter alle som var i rommet, ha mulighet til i ettertid å skaffe oversikt over andre som oppholdt seg i rommet, men utenfor det aktuelle området

8. Man må så definere **eksponert område**, og **eksponerte personer**, se nedenfor. For **Håndtering av eksponerte personer**, se nedenfor
9. Politiet har ansvar for å beskytte personer og eiendom. Det gjør nødvendige undersøkelser, vurderer risiko og sikrer mistenkt materiale. Rask forsendelse av mistenkt materiale for videre mikrobiologisk undersøkelse er viktig for å avklare situasjonen, berolige eksponerte og korte ned eventuell driftsstans.
For **Påkledning i eksponert område** – som også gjelder polititjenestemenn – se nedenfor
10. Som hovedregel skal eksponert område holdes avstengt inntil mikrobiologiske undersøkelser eventuelt avkrefter mistanke om smittestoff
11. Dersom bedriften eller eier av lokalene ønsker å ta rommet eller eksponert område i bruk før svar på mikrobiologiske undersøkelser er klare, rengjøres eksponert område som beskrevet nedenfor. Legg merke til begrensningene i muligheten til å kunne gjennomføre tilstrekkelig rengjøring. Samme prosedyrer gjelder dersom det viser seg at en prøve er positiv

Eksponert område

Den største helsefaren etter et utslipp av miltbrannsporer er perioden hvor sporene fortsatt er luftbårne, kalt primær luftspredningsperiode. Varighet og graden av infeksjonsfare avhenger derfor av hvor lang tid sporene er luftbårne og hvor langt de beveger seg før de faller til bakken.

En rekke faktorer påvirker spredningen som for eksempel hvor finmalt støvet er og hva det består av, trekk eller vind, mekaniske innretninger som vifter eller maskiner og eventuelle eksplosiver. Luftsmittefaren varer vanligvis kort tid. I de fleste tilfeller faller støvet raskt og rett ned. Det holder seg svevende i kort tid. Miltbrannsporer som har falt på bakken eller gulvet er fortsatt virulente i lang tid, men smitterisikoen vil være betraktelig mindre. I de fleste tilfellene hvor pulver er rent ut av et brev eller en pakke og ikke er virvlet opp av vifter, trekk, maskiner, bevegelser eller liknende, vil eksponert område kunne avgrenses til et par meter utenfor der hvor synlig pulver er falt ned. I store rom eller haller hvor det kan være aktuelt ikke å stenge hele lokalet, må det defineres en betydelig større sikkerhetssone rundt eksponert område som sikrer at pulver ikke kan virvles opp

Det eksponerte området avgrenses i tid og sted for utslippet for å kunne identifisere alle personer utsatt for den primære luftsspredningen. Innendørs vil det i de fleste tilfeller dreie seg om personer i samme rom eller i deler av et rom hvis rommet er stort.

I de fleste tilfeller vil den eller de som var nærmest da eksponeringen skjedde selv kunne foreta vurderingen av hvor langt støvet spredte seg. I tvilstilfeller kan politi og helsepersonell på stedet bidra i denne vurderingen. Statens institutt for folkehelse kan også kontaktes for råd.

Området rundt utslippsstedet defineres som eksponert område inntil infeksjonsfaren er vurdert til å være over. Slik vurdering gjøres av personell med smittevernkompetanse.

Eksponerte personer

Personer kan bli eksponert for miltbrannsporer på tre måter. Sporene kan pustes inn, svelges eller fås på huden. Alle som kan ha kommet i kontakt med sporene på en av disse tre måtene, regnes som mulig eksponerte. Følgende personer defineres som eksponerte:

1. Personer som er synlig tilsølt med pulver eller liknende
2. Andre personer som har oppholdt seg i det definerte **eksponerte området**, se ovenfor
3. Personer som beveger seg inn i eksponert område inntil smittefaren er erklært å være over og som ikke er beskyttet

Håndtering av eksponerte personer

Alle kommuner skal ha en kommunelege med ansvar for smittevernet i kommunen. Denne har det overordnede ansvaret for smittevernet i situasjonen. Initialt vil lokal leder på aktuelle avdeling eller bedrift ta hånd om mulig eksponerte. Hvis HMS-lege er tilgjengelig, kan denne – i samråd med smittevernlegen i kommunen – ta over den medisinske oppfølgingen. Andre leger kan også benyttes hvis dette er mest praktisk, men smittevernlegen i kommunen har det overordnede ansvaret.

De eksponerte skal:

1. Ta av klær som er blitt synlig tilsølt av pulver
2. Gå ut av rommet eller eksponert område hvis rommet er stort, lukk døra
3. Vask hender med såpe og vann for å fjerne eventuelle bakterier fra hendene. Klorin eller andre desinfeksjonsmidler er ikke nødvendig
4. Transporter eksponerte personer til et sted (f.eks. eget hjem) der de kan ta av seg resten av klærne. Klærne legges i en plastpose som legges i en ny plastpose (dobbeltemballering), lukkes og oppbevares lukket inntil smittefare evt. er avkreftet. Dusj med såpe og vann for å fjerne eventuelle bakterier fra kroppen
5. Personer som lege har vurdert er eksponert anbefales posteksponeringsprofylakse i form av ciprofloksacin 500 mg x 2 eller doksyklin 100 mg x 2. Normalt skal ciprofloksacin og tetracykliner ikke gis til barn. Det bør være svært sterke mistanker om eksponering før man gir profylaktisk behandling til barn. Doseringen er også annerledes. Folketrygden yter full godtgjørelse av utgifter til legehjelp og til antibiotika ved posteksponeringsprofylakse ("blåresept"- forskriften § 4 punkt 2)
6. Alle berørte personer må få nødvendig informasjon og tilbud om oppfølging og kontakt ved symptomer
7. Det er i den nåværende situasjon ikke grunnlag for å teste eksponerte friske personer for miltbrann
8. Kommunelegen skal sikre at igangsatte smitteverntiltak avsluttes så raskt mistanken om miltbrann er avkreftet

Påkledning i eksponert område

Alle personer som må gå inn i eksponert område skal beskytte seg for å hindre å komme i kontakt med bakterier og sporer dersom de skulle virvles opp. Dette gjelder også politi, brannvesen og rengjøringspersonale.

1. Bruk beskyttelsesdrakt som dekker alle klærne og skoene, hette, øyebeskyttelse, hansker og åndedrettsvern. Engangshansker og engangsdrakter er tilstrekkelig
2. Som åndedrettsvern brukes masker som kan hindre inhalering av sporer. I helsevesenet brukes oftest såkalte P3-masker (filtrerende halvmasker av klasse FFP3S i henhold til NS-EN 149). Gassmaske er også fullgodt åndedrettsvern
3. Etter opphold i eksponert område, tas beskyttelsesutstyr av på anvist sted utenfor eksponert område. Beskyttelsesutstyr emballeres som mulig smittefarlig avfall og oppbevares lukket inntil smittefare evt. er avkreftet. Vask hendene med såpe og vann. Brukes beskyttelsesutstyr som ved kjemiske våpen (C-våpen), kan dette rengjøres som ved prosedyrer ved C-våpen

Rengjøring av eksponert område

Eksponert område holdes avstengt inntil mikrobiologiske undersøkelser eventuelt avkrefter mistanke om smittestoff. Hvis mistanken avkreftes, rengjøres området som normalt.

Dersom bedriften eller eier av lokalene ønsker å ta rommet eller eksponert område i bruk før svar på mikrobiologiske undersøkelser er klare, rengjøres det etter metoden beskrevet

nedenfor. Hvem som skal gjennomføre rengjøringen kan variere, men alle som beveger seg inn i eksponert område må ha en påkledning som beskrevet ovenfor.

Kommunelegen har ansvaret for at smittevernet blir ivaretatt. I enkelte utsatte bedrifter som til stadighet har hendelser med mistenkelige brev og pakker, anbefales det at det dannes HMS-team som etter nødvendig opplæring kan gjennomføre rengjøringen. Andre steder kan kommunehelsetjenesten, brannvesenet eller rengjøringsfirmaer bistå.

1. Unngå å virvle opp støv eller pulver
2. Legg tørkepapir, cellostøff eller liknende over steder med synlig pulver eller annet mulig infeksiosøst materiale og hell på ufortynnet husholdningsklorin eller Kloricid til materialet er gjennomtrukket. La dette virke i 5 minutter før det tørkes opp og kastes i en plastsekk som så legges i en ny (dobbeltemballering)
3. Vask eksponert område med vann og vanlig rengjøringsmiddel
4. Legg på nytt tørkepapir, cellostøff eller liknende over steder hvor det var synlig pulver eller annet mulig infeksiosøst materiale og hell på ufortynnet husholdningsklorin eller Kloricid i brukerstyrke til materialet er gjennomtrukket. La dette nå virke i **én time** før det tørkes opp og kastes i en plastsekk som så legges i en ny (dobbeltemballering). Skyll gjerne etterpå hvis ønskelig. Etter gjennomført rengjøring kan rommet tas i bruk
5. Utstyr som ikke kan vaskes på denne måten (PC-tastatur, papirer, rekvisita o.l.) pakkes i en plastpose eller -sekk. Hvis denne emballasjen blir forurensset på utsiden, kan det være aktuelt med ny emballering (dobbeltemballering). Hvis miltbrannsporer blir påvist, brennes klær og utstyr som ikke kan desinfiseres eller autoklaveres
6. Maskiner som er synlig tilsølt med pulver og som ikke kan rengjøres som beskrevet over (for eksempel postens brevsorteringsmaskiner), skal ikke settes i drift igjen før svaret på mikrobiologiske undersøkelser foreligger og er negative

Sykehusets rolle overfor eksponerte personer

Friske eksponerte personer trenger ikke innleggelse i sykehus. Dersom en eksponert person skal legges inn i sykehus på grunn av symptomer eller på grunn av andre, urelaterte årsaker følges følgende prosedyrer:

1. Dersom eksponert person ikke har dusjet med såpe og vann etter eksponering, gjøres det som beskrevet over
2. Følg vanlige sykehushygieniske standardtiltak. Luftsmitteregimer i form av undertrykksventilerte isolater, åndedrettsvern eller spesielle beskyttelsesdrakter er ikke nødvendig ved mistenkt miltbrann. Sykdommen smitter ikke mellom mennesker. Ved mistenkt eller bekreftet annen infeksjonssykdom, følges rutinene for dette
3. Prøvetaking for å påvise eventuelle bakterier eller sporer hos en frisk person gjøres ikke før det eventuelt påvises bakterier i mistenkt pulver eller forsendelse. Ved mistenkt miltbrann hos en person med symptomer er det viktig å ta prøver
4. Rengjøring på sykehus gjøres etter vanlige rutiner. Ved søl av mulig infeksiosøst materiale fra en person med mistenkt eller bekreftet miltbrann flekkdesinfiseres området med hypokloritt 5% eller fenol 5% For medisinsk mikrobiologiske laboratorier gjelder spesielle regler. Disse er sendt disse laboratoriene i eget brev

Kommunehelsetjenestens rolle

Politiet vil, etter smittevernloven § 4-10, varsle smittevernlegen om situasjoner der personer kan være eksponert for miltbrannsporer, f.eks. etter åpning av brev eller pakker med pulver. Kommunen og kommunelegens (smittevernlegens) rolle i smittevernet går fram av blant annet smittevernloven §§ 4-1, 7-1, 7-2

1. Smittevernlegen kan bistå med å definere hvilket område og hvilke personer som er eksponert, se ovenfor. Smittevernlegen bør være på stedet

2. Smittevernlegen har ansvaret for håndteringen av eksponerte personer og kan samarbeide med andre om dette, f.eks. bedriftslegen, se ovenfor
3. Smittevernlegen har ansvaret for å gi helseinformasjon og råd til dem som har vært involvert i hendelsen, inkludert politiet
4. Smittevernlegen har ansvaret for at det eksponerte området holdes avstengt inntil svarene på de mikrobiologiske prøvene er klare eller at området rengjøres på riktig måte og deretter åpnes, se ovenfor

Politiets rolle

Politiets ansvar er å beskytte liv og eiendom og etterforske straffbare handlinger. Politiet vil kontakte kommunelegen for håndtering av helsemessige forhold

1. Politiet vil sikre åstedet
2. Politiet vil notere navn på mulig eksponerte personer
3. Politiet vil i henhold til smittevernloven § 4-10 varsle smittevernlegen
4. Politiet vil hente ut det aktuelle brevet og bringe dette til videre undersøkelser så raskt som mulig
5. Politiet vil eventuelt gjøre andre undersøkelser på åstedet

Vedlegg 6

Smittevernansvarlig kommunelege og hendelser med mulig eksponering for biologiske agens (kilde www.fhi.no) Publisert 27.10.2003, oppdatert: 24.11.2003,

Etter smittevernloven § 7–2 har kommunelegen en rekke viktige oppgaver i smittevernet i kommunen, herunder å bistå annet personell i smittevernet og medvirke til effektive smitteverntiltak. Smittevernlegen har derfor en sentral rolle i det aktuelle trusselbildet hvor man i postsendinger og andre steder finner pulver som man ikke kan utelukke inneholder miltbrannspor.

I tillegg til de lovpålagte oppgavene er den aktuelle situasjonen en anledning til å synliggjøre smittevernlegens viktige rolle i kommunene. Folkehelsa har utarbeidet detaljerte prosedyrer for håndtering av situasjoner med mulig eksponering for biologiske agens i brev og pakker. Disse er lagt ut på Folkehelsas hjemmesider. Smittevernlegens rolle består i:

Vurdering og eventuell igangsetting av smitteverntiltak

Smittevernloven § 4–10 pålegger tjenestemenn i bl.a. politiet å underrette kommunelegen når de blir oppmerksom på forhold som kan medføre en fare for overføring av en allmennfarlig smittsom sykdom og det åpenbart er nødvendig med hjelp eller tiltak fra helsetjenesten. Hvis kommunelegen ikke er tilstede, skal tjenestemennene underrette fylkeslegen. Hvis fylkeslegen ikke er tilstede, skal de varsle en annen lege.

Politiets rolle i den aktuelle situasjonen er å sikre åstedet, hente ut mistenkte postforsendelser og eventuelt videresende disse til et laboratorium for analyse. Politiet vil også notere navn på personer som kan ha blitt eksponert for mulig biologisk materiale. De vil deretter kontakte smittevernlegen. Dersom han eller hun ikke er tilstede, kan vakthavende lege i kommunen bli kontaktet av politiet og må da bistå i den medisinske vurderingen av situasjonen. Vi anbefaler at legen selv møter opp på åstedet for å vurdere situasjonen. Det kan også være aktuelt å ta kontakt med HMS-tjenesten ved berørte bedrifter.

Legens vurdering består i å ta seg av dem som kan ha blitt eksponert for miltbrannbakterier og om nødvendig starte posteksponeringsprofylakse med antibiotika (jfr. MSIS-rapport 41/2001). I tillegg må smittevernlegen i samarbeid med politiet sikre at ingen andre blir eksponert for materialet inntil det er avkreftet at det dreier seg om miltbrannbakterier.

Lokalet bør holdes stengt til det foreligger en negativ analyse fra laboratoriet. Man kan da fjerne materialet gjennom vanlig rengjøring og uten noen form for beskyttelse. I enkelte situasjoner viser det seg at det kan være vanskelig å holde stengt i de vanligvis to dagene det tar før analyseresultatet foreligger. Særlig gjelder det viktige, større lokaler som f.eks. postsorteringshaller. Kommunelegen må da vurdere hvordan rengjøring av lokalet skal gjennomføres før resultatet av laboratorieundersøkelsene er klare.

Rengjøring

Smittevernloven § 4–1 gir hjemmel for kommunestyret (smittevernlegen i hastesaker) å gi pålegg til private eller offentlige om å foreta rengjøring, desinfeksjon av gjenstander eller lokaler, evt. destruksjon av gjenstander for å få fjernet smittestoffer. Smittevernlegen bør se til at rengjøringen foregår i betryggende former. I den aktuelle situasjonen hvor det ikke kan utelukkes at det foreligger en betydelig smittefare, er det som regel ikke rimelig at eieren av lokalet selv utfører rengjøringen. Smittevernlegen må derfor sørge for at rengjøringen utføres av personell som får den nødvendige opplæring og beskyttelsesutstyr. I noen tilfeller kan private rengjøringsbedrifter utføre oppgaven, men vanligvis vil kommunehelsetjenesten måtte be om assistanse fra andre offentlige instanser, f.eks. brannvesenet. Rengjøringen må alltid utføres med det beskyttelsesutstyret og de rengjøringsprosedyrene som er anbefalt av Folkehelsa (se neste artikkel). Ved større bedrifter som f.eks. Posten hvor man til stadighet oppdager postforsendelser med mistenkt materiale, kan det være aktuelt – i samarbeid med HMS-tjenesten – å opprette egne team som tar seg av rengjøringen etter at de har fått den nødvendige opplæringen.

Etter lovens § 4–1 tredje ledd skal utgifter til saneringstiltak bekostes av den som er ansvarlig for virksomheten.

Videre oppfølging

Smittevernlegen har også et ansvar for å sikre at personer eksponert for mulig miltbrannsmitte får tilstrekkelig informasjon og rådgivning. Dette gjelder også tjenestemenn i politiet, posten og brannvesenet som har deltatt i arbeidet. Smittevernlegen må påse at de involverte får rask beskjed om en negativ prøve og at antibiotikaproylakse seponeres.

Dersom smittevernlegen trenger råd om lovforståelse eller relevans med hensyn til ulike tiltak, kan han eller hun ta kontakt med fylkeslegen eller Folkehelsa.

Indeks

Abrin.....	177
Absorberende stoffer	183
AEGL	150
Akutt strålesyndrom.....	80
Behandling	99
Klinisk vurdering og gradering	97
ALARA	42
Ammoniakk	158
Anthrax.....	114
Antidot.....	65
Arsin.....	174
Bakgrunnstråling	68
Bakteriegifter	105
Biologiske våpen	106
Bequerel (Bq)	77
Betastråler.....	75
Biologiske hendelser	104
Biologiske våpen	210
Botulisme	117
Brannrøyk.....	175
Brucellose	129
CAM (Chemical Agent Monitor)	70
CO	<i>Se Karbonmonoksid</i>
Cold zone	<i>Se Skadested</i>
Curie	77
CWA.....	32
Cyanider.....	163
Doserater	<i>Se Stråledoser</i>
Deteksjonsutstyr.....	68
Dirty bombs.....	46
Ebola.....	126
Ebolavirus	126
Egenvekt (av gasser)	151
Elding (nervegasser)	170
Elektromagnetisk stråling	74

Fagleder Brann	58
Fagleder Helse	58
Fentanyl	<i>Se Trimetylfentanyl</i>
Fosgen	157
Fosgenoksim	162
Fullers jord	183
Gasser	
"Sniffegasser"	175
Enzympåvirkende	168
Oksygen fortrengende	163
Oksygenhemmende	163
Gassmaske	153
Geigerteller	68
Gray (Gy)	77
H ₂ S	<i>Se Hydrogensulfid</i>
Harepest	124
Hot zone	<i>Se Skadested</i>
Hudgasser	159
Hydrogensulfid	167
Hypoklorittløsning	183
Innsatsleder	<i>Se Skadestedsleder</i>
Isolering	112
Karbonmonoksid	165
Kjedereaksjon	76
Kokepunkt	150
Klorgass	156
Klorpikrin	158
Kommunikasjon	58
Konfereringsvakten, med. avd. UUS	10
Kopper	121
Krim-Kongo	126
Lassa	126
Lassafeber	126
Lewisitt	161
Marburg	126
Marburgvirus	126
Metanol	177

Miljømedisin	42
Måleenheter	20
NBC senteret.....	10
Nervegasser.....	168
Behandling	172
Kliniske prøver.....	174
NH ₃	<i>Se Ammoniakk</i>
Nitrøse gasser	156
NOx.....	<i>Se Nitrøse gasser</i>
Nødetatene	56
Nøytroner	75
Operativ leder.....	58
Partikkelstråling	74
Pest.....	119
Profylakse, pre- /posteksposisjon	134
Prøvetaking	136
Q-feber	132
Radioaktiv stråling	23
radioaktive kilder	85
Rens	
"Standard rens"	182
Stråleskade	91
Tilleggsprosedyrer	183
Triage	180
Ricin	176
Risiko ved stråling	24
Radioaktiv stråling	18
RSDL	183
Sarin.....	34
SARS	108
Scenarier.....	85
Sekundærkontaminering	185
Sennepsgass	160
Sievert (Sv)	77
Sivilforsvaret.....	58
Skadestedet	55
Skadestedsleder.....	57

Smitterisikogrupper.....	104
Smitteveier	111
Snive	131
SO ₂	<i>Se Svoveldioksid</i>
Soman.....	34
Scenarier.....	44
Stråledoser.....	82
Stråleulykker	84
Svoveldioksid	157
Tabun.....	34
TIC	32
Transport.....	64
Trimetylfentanyl	175
Tularemi	<i>Se Harepest</i>
Tåregass	159
Variola.....	121
VX	34
Yersinia pestis.....	119



Nasjonalt kompetansesenter for NBC medisin

Akuttmedisinsk avdeling

Oslo universitetssykehus HF, Ullevål

Postboks 4956 Nydalen

0424 OSLO

Besøksadresse: Kirkeveien 166, 0407 Oslo

Sentralbord: 02770

Epost: NBC-senteret@ous-hf.no

<http://www.oslo-universitetssykehus.no/nbc>