

# Kemialliset joukkotuhoaseet

– ajankohtaiskatsaus anestesiologin näkökulmasta

*Irma Jousela*

Kemiallisten aseiden aiheuttama uhka on yhdessä ydin- ja biouhkan kanssa (CBRN) nostettu näyttävästi esille siviilipuolen valmistauduttua erilaisten epätavallisten terroriuhkien torjuntaan syyskuun 11. päivän 2001 jälkeen. Niillä onkin suuri pelotevaikutus yleisöön. Kemialliset aseet ovat itse asiassa enemmänkin vammauttavia kuin tuhoavia, ainakin jos altistuneiden hoito osataan aloittaa riittävän ajoissa. Hoitotulokset riippuvat ensihoidon aktiivisuudesta, joten tietoisuus kemikaalien vaikutuksista ja niihin varautuminen on ensi arvoisen tärkeää. Pyrin valottamaan tässä katsauksessa tämän hetkisiä näkemyksiä kemiallisista aseista ja hoidon mahdollisuuksia varautumista ajatellen.

**Y**mpäröivä maailma on muuttunut sitten vuoden 2001, sillä läntisten valtioiden suhtautuminen on johtanut avoimeen hyökkäykseen terroristeja vastaan. Onhan meillä ollut Euroopassa IRA Pohjois-Irlannissa ja ETA Espanjassa jo vuosikymmeniä, mutta niiden käyttämä taktiikka on ollut räjähteiden käyttöä. Vasta nyt meidätkin on vedetty mukaan globaaliin uuteen ja arvaamattomaan uhkaan. Uusien urbaaniterroristien myötä kysymys NBC-joukkotuhoaseiden käytöstä on noussut uudelleen esille. Tuhon aiheuttaminen käyttämällä ydin- ja radiologista materiaalia (N tai RN), sodankäyntivälineeksi jalostettuja mikrobeja (B) tai kemiallisia yhdisteitä (C, kemiallisia aseita) on asettanut myös terveydenhuollon uusien haasteiden eteen.

Tässä katsauksessa käsittelen vain C-puolta. Säteilyvammat ovat kovin erityyppistä hoitoa vaativia ja B-hyökkäystä voidaan pitää erityistyyppin epidemiana<sup>1</sup>. C-hyökkäys sen sijaan vaatii useimmiten välitöntä oireellisten potilaiden hoitoa, tai ainakin henkeä pelastaviin akuuttititoimiin on varauduttava päivystysyksiköissä.

Anestesiologin on hyvä olla tietoinen kemiallisten aseiden muutamista erityispiirteistä, vaikka niiden käyttö onkin kielletty kansainvälisin sopimuksin (OPCW, Organization for Prohibition of Chemical Weapons, [www.opcw.org](http://www.opcw.org) ja meillä Verifin, [www.helsinki.verifin.fi](http://www.helsinki.verifin.fi)).

Kemiallisia aseita on runsaasti edelleen olemassa aiempien sotien jäljiltä. Lisäksi ne ovat halpoja ja suhteellisen helposti tuotettavissa.

## Tuhovaikutus

Kemiallisia aseita on pidetty joukkotuhoaseina (weapons of mass destruction, WMD), mutta tarkkaan tarkasteltuna ne ovat lähinnä joukkovammaaseita (weapons of mass injury), mikä on oikeastaan suurempi haaste ensimmäisenä potilaan kohtaavalle lääkärille. Ilmoitetut ja aiemmissa sodissa arvioidut kuolleisuusluvut eivät nimittäin ole kovin suuria: sippikaasulle n. 3–5 % ja Tokion metrohyökkäyksessä hermokaasu sariinille 12 kuollutta ja 3 796 vammautunutta noin 5 500 altistuneesta<sup>2</sup>. Tämä tarkoittaa, että monien kemiallisten aineiden, myös hermokaasujen, aiheuttama myrkytys on hoidettavissa, jos (ainakin alustava) diagnoosi tehdään ajoissa. Toisaalta, kemiallisten aseiden aiheuttama tahallinen levitys on sairaanhoidon kannalta katsottuna vain kemikaalionnettomuuden eräs tyyppi.

Varsinaisia kemiallisia onnettomuuksia on sattunut maailmalla aina silloin tällöin. Niistä suurimmat on lueteltu kansainvälisesti (taulukko 1–2)<sup>3</sup>. Suurin tuho on sattunut kehitysmaaolosuhteissa, mutta teollisuudessa tai liikenteessä sattuvat suuron-

nettomuudet ovat meilläkin mahdollisia. Itse asiassa meillä onkin sattunut noin sata kemikaalionnettomuutta vuodessa. Joissakin uhkaavissa tilanteissa suuronnettomuudelta on välttytty sekä hyvällä onnella että pelastusviranomaisten asianmukaisella toiminnalla. Terroristi ovat myös onnistuneet käyttämään kemiallista asetta: Japanissa tehtiin kaksi terroristi-iskua hermokaasu sariinilla. Aum Shinrikyolahko levitti sariinia Matsumoton kaupungissa yöllä 1994 ja Tokion metrossa ruuhka-aikana vuonna 1995<sup>4</sup>. 1980-luvun lopussa Irak käytti sinappikaasua ja hermokaasua hyökkäyksissään Iraniin ja kurdeja vastaan. Levitystapoina on käytetty tykistöammuksia ja ohjuksia, ilmapommituksia ja sumuttamista. Tokion metrossa aine oli pakattu muovikaskeihin, jotka puhkottiin sateenvarjoilla.

## Kemiallisten aseiden luokittelu ja vaikutus

Kemialliset aseet jaetaan eri ryhmiin vaikutusmekanisminsa perusteella (taulukko 3)<sup>5</sup>. Näiden lisäksi terroristi-iskuissa pidetään myös mahdollisena teollisuuskemikaalien käyttöä (toxic industrial chemicals/material, TIC/TIM). Osa kemiallisista aseista on myös teollisuudessa yleisesti käytettäviä aineita (klooriyhdisteet, fosgeeni, syaaniyhdisteet). Lisäksi kemiallisen ja biologisen aseiden väliin jäävät bioperäiset toksiinit (esim. botuliinitoksiini ja risiini).

Aineiden leviämiseen ja siten altistuneiden oireiluun vaikuttavat itse kemikaalin ominaisuuksien lisäksi niiden olomuoto ja levityksen aikainen lämpötila sekä muut säätekijät, jos altistus tapahtuu ulkona. Pakkasoloissa altistus tapahtuu pääsääntöisesti hitaammin kuin kesällä tai lämpimissä sisätiloissa. Vaaralliset kemikaalit voivat olla olomuodoltaan kiinteitä, nesteitä, kaasuja, höyryjä tai aerosolim muodossa. Myrkyt olomuodosta ja altistumistiestä riippuvat myös oireiden ja löydösten laatu. Esimerkkejä vaikutustavan ja olomuodon mukaan ryhmitellyistä myrkyllisistä kemikaaleista esitetään taulukossa 4<sup>5</sup>.

Oireet riippuvat myrkyllisen kemikaalin imeytymisreitistä. Imeytyminen voi tapahtua monen eri reitin kautta, usein yhtä aikaakin: ihon läpi imeytymällä, keuhkojen kautta hengitysilman mukana, silmien kautta tai nauttimalla saastunutta ruokaa tai vettä tai systeemisesti verenkiertoon imeytymisen seurauksena. Suuret paikalliset altistukset johtavat helposti systeemioireisiin. Altistumisreitin selvittäminen helpottaa oireperusteista diagnoosin tekoa ja ennustearviota.

## Taulukko 1a. Kuolleiden määrän mukaan luokitellut maailman pahimmat teollisuusonnettomuudet<sup>3</sup>.

Teollisuusonnettomuudet, kuolleiden määrän mukaan		
	vuosi	kuolleita
Colombia	1956	2 700
Intia	1984	2 500
Kiina	1942	1 549
Nigeria	1998	1 082
Ranska	1906	1 060
Irak	1989	700
Neuvostoliitto	1989	607
Saksa	1921	600
USA	1947	561
Brasilia	1984	508

## Taulukko 1b. Vammutuneiden määrän mukaan luokitellut maailman pahimmat teollisuusonnettomuudet<sup>3</sup>.

Teollisuusonnettomuudet, vammautuneiden määrän mukaan		
	vuosi	vammautuneita
Meksiko	1984	708 248
Brasilia	2003	550 000
Neuvostoliitto	1957	400 935
Intia	1984	300 000
Kanada	1979	220 000
USA	1979	200 000
Italia	1976	190 893
Intia	1997	150 031
Kiina	2004	150 000
Neuvostoliitto	1986	135 300

## Taulukko 2. Euroopassa tapahtuneet pahimmat teollisuusonnettomuudet vuosina 1902–2004, yhteensä 191 onnettomuutta<sup>3</sup>.

Euroopassa tapahtuneet teollisuusonnettomuudet 1902–2004		
	Tapahtumia 191	Keskiarvo per tapahtuma
kuolleita	8 805	46
vammautuneita	31 120	163
kodittomia	194 464	11 018
vaikutuspiirissä	649 477	3 401
yhteensä	875 072	4 582
vahingot (USD, 1000)	14,798,507	77,479

## Hermokaasut

Toisen maailmansodan alla alun perin syntetisoidut organofosfaatit, hermokaasut, ovat kaikkein myrkyllisimpiä tunnetuista kemiallisista aseista<sup>6,7</sup>. Ne voivat aiheuttaa kuoleman minuuttien kuluessa altistuksesta. Kaikki ovat nestemäisiä huoneenlämmössä, muodostaen höyryä, joka voi penetroitua ihon, hengitystie-epiteelin ja silmässä kornean läpi. Elimistössä ne vaikuttavat erittäin nopeasti inhiboimalla asetyylikoliiniesteraasientsyymiä. Vaikutus on voimakas ja pitkäkestoinen. Seurauksena on asetyylikoliinin kertyminen ja kolinerginen ylistimulaatio sekä sentraalisesti että perifeerisesti<sup>8,2</sup>.

Keskushermoston kautta välittyvinä oireina voi ilmaantua yleistä heikkouden tunnetta, sekavuutta, hengityslamaa, vasomotorisen keskuksen lamaa, tajuttomuutta, kouristelua, ataksiaa, levottomuutta, rauhattomuutta, ahdistuneisuutta, puuroutunutta puhetta. Perifeerisen hermoston muskariinireseptorien kautta välittyviä oireita ovat mioosi, näön hämärtyminen, limaisuus, bronkokonstriktio, lisääntynyt syljeneritys, pahoinvointi, vatsakrampit, ripuli, hikoilu, bradykardia sekä virtsan ja ulosteen pidätyskyvyttömyys. Nikotiinireseptorien kautta välittyviä, pääasiallisesti hermolihaskalvoksen salpautumisesta johtuvia oireina ovat lihaskrampit, faskikulaatiot, lihaskrampit, lihaskalvoksen velttohalvaus, hengityselimien toiminnan lama ja hikoilu.

Kuolema johtuu hengityselimien lamautumisesta ja samanaikaisesta hengityskeskusten lamasta. Taulukossa 5 on lueteltu lievän, kohtalaisen ja vaikean myrkytyksen oireita altistuksen tapahduttua inhaloiden tai ihon kautta<sup>9</sup>. Lapsilla hermokaasujen tyyppi-oireina pidetyt pienet pupillit ja runsaat eritteet eivät ilmeisesti ole yhtä voimakkaita, vaan neurologiset oireet saattavat olla ainoita<sup>10</sup>.

Japanissa 1994 tapahtuneen ensimmäisen sariinihyökkäyksen jälkeen akuuttivaiheen aikana potilaat yleisimmin valittivat näköhäiriöitä, mioosia ja päänsärkyä. Pahoinvointi ja oksentelu ovat alkuoireina yleisiä, mutta ripuli harvinaista<sup>4</sup>.

## Hermokaasumyrkytyksen diagnoosi ja hoito

Diagnoosi perustuu kliinisiin löydöksiin, tietoihin altistumisesta ja laboratoriolöydöksiin. Muina löydöksinä voidaan todeta asidoosia hypoksian seurauksena, hyperglykemiaa adrenergisen stimulaation seurauksena sekä muita oireista johtuvia sekundaarisia muutoksia. Laboratoriovastaukset eivät ole akuuttivaiheessa käytettävissä, vaan hoito on pystyttävä aloittamaan välittömästi.

Hoidon kulmakivet ovat altistuksen lopettaminen siirtämällä potilas puhtaalle saastumattomalle alueelle, varhainen dekontaminaatio, hengityksen avustaminen (hapetus, ventilaatio), antidoottien,

### Taulukko 3. Yleisimmät tunnetut kemialliset aseet (suluissa NATO:n käyttämät lyhenteet).

**Hermokaasut:** tabuuni (GA), sariini (GB), somaani (GD), VX

**Yleismyrkylliset aineet:** syaanivety (AC), kloorisyaani (CK)

**Tukahduttavat aineet:** fosgeeni (CG), kloori (CK)

**Ihoa ja limakalvoja vahingoittavat aineet:** sinappikaasut (HD, ND), lewisiitti (L)

**Sensoriset ärsyttäjät:** kyynelkaasut (CN, CS), pippurisumute, adamsiitti (DM)

**Psykokemikaalit:** BZ, LSD, Aine 15

**Opiaatit:** fentanyylijohtannaiset

### Taulukko 4. Potentiaalisten joukkomyrkytyksiä aiheuttavien aineiden ryhmittely primaarisen vaikutustavan ja olomuodon mukaan<sup>5</sup>.

**Silmiä, hengityselimiä tai ihoa ärsyttävät tai vahingoittavat kaasut, höyryt ja aerosolit:** ammoniakki, fenoli (kuumana), fluorivety, fosgeeni, kloori, o-klooribentsylideenimalonitriili (CS) ja muut sensoriset ärsyttäjät, kloorivety, lewisiitti, otsoni, rikkidioksidi, savukaasut (koostumus riippuu mm. palavasta materiaalista), sinappikaasut, tolueeni-di-isosyanaatti (TDI)

**Systemisesti myrkylliset kaasut:** hiilimonoksidi, kloorisyaani, rikkivety, syaanivety

**Systemisesti myrkylliset nesteet, höyryt ja aerosolit:** akryylinitriili, fentanyylijohtannaiset, hermokaasut, 3-kinuklidinylibentsilaatti (BZ), LSD, rikkihiili

**Kroonisesti myrkylliset, neurotoksiset, karsinogeeniset, mutageeniset tai lisääntymiselle vaaralliset aineet olomuodosta riippumatta:** akryyliamidi, arseeni, bentseeni, butadieeni, klooratut fenolit, klooratut dioksiinit ja dibentsofuraanit (PCDD, PCDF), polyklooratut bifenyylit (PCB)

erityisesti atropiinin anto sekä mahdollisten kouristusten tehokas hoito<sup>11,12</sup>. Altistuksen pikainen lopettaminen siirtämällä potilas puhtaalle alueelle samoin ihon puhdistus (dekontaminaatio) ja saastuneiden vaatteiden riisuminen niistä vapautuvien höyryjen poistamiseksi on tärkeää, sillä näin estetään oireiden paheneminen altistuksen jatkuessa. Pelkän höyryaltistuksen jälkeen ei ihon peseminen ole välttämätöntä, sen sijaan nestemäisen myrkytystapauksissa poistaminen keholta vaatii puhdistuksen<sup>5,12</sup>.

Atropiini kumoo perifeeriset muskariinivaikutukset. Sen alkuannos aikuiselle on (1)–2 mg lihakseen (im.) tai mieluummin laskimoon (iv.) pistetynä. Annos voidaan uusia 5–10 min välein kunnes hengitys sujuu vaivatta. Potilaita, joilla on lievät hengitysoireet, voidaan tarkkailla 15–30 min ennen atropiinin antoa. Vakavissa myrkytystapauksissa alkuannos voidaan nostaa aina 6 mg:aan iv./im. jolloin lisäannokset ovat 2 mg iv./im. 5–10 min välein kunnes hengitys on helppoa ja eritteet kuivumassa. Pelkkiin silmäoireisiin kannattaa antaa paikallishoitoa<sup>5,13</sup>.

Oksiimia (meillä obidoksiimi) annetaan vapauttamaan asetyylikoliiniesteraasientsyymi sitoutuneesta hermokaasusta. Sen teho heikkenee ajan mittaan, kun hermokaasun ja entsyymin sidos muuttuu irreversiibeliksi kompleksin ”ikäntyessä”. Obidoksiimin alkuannos on 175 mg im. ja lisäannos 200–250 mg (iv.). Yleensä yksi lisäannos riittää. Tulossa ovat H-oksiimit, jotka vaikuttavat tehokkaammilta<sup>13</sup>.

Kouristusten hoitoon annetaan diatsepaamia 5–10 mg iv., toistaen tarpeen mukaan. Suomessa on käytössä myös heti valmiita Combopen-autoinjektoreita, joihin on pakattu sekä atropiini että obidoksiimi heti ensiapuna annettavaksi lihakseen. Tarkoitus on antaa ruiske lihakseen välittömästi oireiden ilmaannuttua.

Hermokaasut, kuten muutkin kemikaalit, voivat aiheuttaa sekundaarialtistuksen pelastus- ja hoitohenkilökunnalle höyrystyessään potilaiden vaatteista ja iholta. Riisumattomia puhdistamattomia (=dekontaminoimattomia) potilaita hoidettaessa on henkilökunnan käytettävä asianmukaista suojausta. Sekundaarialtistuksen vaara on olemassa myös

#### **Taulukko 5. Hermokaasumyrkytyksen oireet, inhaloiden ja ihon kautta.**

##### **Akuutti inhalaatioaltistus hermokaasuille**

- lievät oireet matala-annoksisen altistuksen jälkeen
- sekunteja–minuutteja altistuksesta
- silmät ja nenä eniten oireilevat
- mioosi, silmä- tai päänsärky
- hämärtynyt tai epäselvä näkö
- konjunktiviitti
- nenän vuotaminen, rhinorrhea
- bronkokonstriktio, ahdistusta rinnassa
- lievästi lisääntyneet bronkuseritteet

##### **Kohtalaiset oireet keskisuuren annoksen jälkeen**

- ilman loppumisen tunne (kohtalainen – huomattava dyspnea)
- yskä
- vinkuna
- pahoinvointi
- oksentelu
- lihasfaskikulaatiot
- yleinen heikkouden tunne

##### **Vakavat oireet suuriannoksisen altistuksen jälkeen**

- sekunteja–minuutteja altistuksesta
- tajuttomuus
- kouristelu
- apnea
- velttolihashalvaus
- kuolema yleensä minuuttien kuluessa

##### **Akuutti ihoaltistus hermokaasuille, oireet ja löydökset**

- lievät oireet matala-annoksisen altistuksen jälkeen
- 10 min–18 h altistuksesta
- altistuskohdan paikallinen hikoilu
- altistuskodassa hentoja lihasfaskikulaatioita
- mioosi ei ole varhaisoire nesteen joutuessa iholle, voi puuttua kokonaankin

##### **Kohtalaiset oireet keskisuuren annoksen jälkeen**

- pahoinvointi
- oksentelu
- voimakas päänsärky
- koko kehon lihasfaskikulaatiot
- yleinen heikkouden tunne
- EI VIELÄ hengityselimistön oireita tai löydöksiä

##### **Vakavat oireet suuriannoksisen altistuksen jälkeen**

- minuutteja–1 h altistuksesta
- äkillinen tajuttomuus
- kouristelu
- velttolihashalvaus
- apnea
- kuolema

puhtaalla alueella erityisesti puhdistamattomista vaatteista leviävän höyryn vuoksi.

## Ihoa ja limakalvoja vahingoittavat aineet

Rakkuloita muodostavista aineista sinappikaasua (rikki- ja typpisinappikaasu) on käytetty I maailmansodassa ja myöhemmin Lähi-idässä. Sinappikaasu on huoneen lämmössä keltainen öljymäinen neste, joka saattaa haista sinapille tai valkosipulille. Sinappikaasu tunkeutuu nopeasti vaatteiden läpi, imeytyy ihosta ja hengitysteistä ja vahingoittaa irreversibelisti limakalvoja sekä ihoa. Se tekee toimintakyvyttömäksi, mutta vammat eivät yleensä ole fataaleja<sup>2</sup>.

Alkuoireina ensimmäisen tunnin aikana voi olla pahoinvointia, oksentelua, silmätuntemuksia. Iholle alkaa ilmaantua punoitusta tunnin kuluttua. Oireet saattavat kehittyä vasta 12–24 tunnin kuluttua altistuksesta riippuen sen voimakkuudesta.

Voimakkaan altistuksen jälkeen yleisoireet alkavat jo 2–6 h kuluttua: pahoinvointia, väsymystä, päänsärkyä, silmätulehdusta ja -kipua, kyynelvuotoa, fotofobiaa. Samoin nenäeritteet runsastuvat ja kasvojen sekä kaulan ihon punoitus lisääntyy, potilaat valittavat kurkkukipua, äänen käheyttä ja ilmaantuu takykardiaa. Ihovauriot vastaavat 2–3 asteen palovammoja<sup>5</sup>. Vakavan altistuksen jälkeen voi kehittyä myös ihonekroosia. Sekundaari-infektio kehittyy helposti laajaan palovammaan. Iho-oireet voivat olla pahimmat alueilla, joissa iho on ohutta ja kosteaa (kainaloissa, nivusissa).

Hengitystieoireiden kehittyminen kestää useimmiten 4–24 h, jolloin tulee trakeo-bronkiitin oireita ja jopa keuhkopöhö sekä herkästi sekundaari-infektio. Aluksi voi kehittyä leukosytoosi ja myöhemmin leukopenia. Kuoleman aiheuttaa sekundaari-infektio tai kehittyvä luuydinvaurio, yleisimmin vasta päivien kuluttua.

Ensihoitona on altistusalueelta siirtäminen puhtaalle alueelle, kontaminoitujen vaatteiden ja varusteiden poisto (ml. piilolasit). Dekontaminaatio tehdään vedellä ja saippualla unohtamatta silmiä. Spesifistä antidootia ei ole, joten hoito on oireenmukaisista, ihovauriot hoidetaan palovammojen tapaan. Ihovauriot voivat parantua erittäin hyvin. Nestehoidon tarve on selvästi vähäisempi kuin vastaavassa termisessä palovammassa.

Ensihoitoryhmän on syytä suojautua suojavaateuksella, suojakäsineillä sekä hengitys- ja silmäsuojaimilla. Erityisesti on muistettava sinappikaasun pysyminen pitkään vaateuksissa ja maaperässä ja näin syntyvän sekundaarialtistuksen vaara.

## Kemiallisen aseenn pitkäaikaisvaikutukset

Persianlahden sodan veteraanien oireilu, jonka on väitetty johtuneen altistumisesta kemiallisille aseille, on tuonut mahdolliset pitkäaikaisvaikutukset näkyvästi esille<sup>14</sup>. Persianlahden sodan aikana ei kuitenkaan ollut mitään näyttöä siitä, että Irak olisi tuolloin käyttänyt kemiallista asetta. Yleisillä sotatilanteisiin liittyvillä henkeä uhkaavilla kokemuksilla ja muilla syillä lienee enemmän tekemistä oireiden synnyn kanssa<sup>15</sup>.

Irakin–Iranin alueen sinappikaasu- ja hermokaasuhyökkäyksiin uhrien pitkäaikaisseuranta on jatkettu. Krooninen obstruktiivinen keuhkosairaus eri muodoissaan oli todettavissa melkein kaikilla tutkituilla 220 altistuneella vielä 7–13 vuotta altistuksen jälkeen<sup>16</sup>.

Brittien kemiallisen aseenn tutkimuskeskuksen Porton Downin vapaaehtoisista julkaistussa seurantatutkimuksessa sen sijaan ei todettu kenelläkään 111 tutkitulla pitkäaikaisia terveysvaikutuksia, jotka olisi ollut liitettävissä keskimäärin 42 vuotta aiemmin tapahtuneeseen altistukseen<sup>17</sup>.

## Milloin voi olla kyse kemiallisesta vammasta?

Tuloksellinen kemiallisille aineille tapahtuneen altistuksen hoito perustuu varhaiseen tilanteen tunnistamiseen. Sotatilanteessa herkkyytaso on helppo viritetty korkealle, kun kaikenlaisia pilviä, savuja, höyryjä ja kasvistossa ja pinnoilla olevia pisaroita tarkkaillaan. Terrorismi- ja häiriköintitilanteissa altistuksen tunnistamista on pyritty kehittämään. USA:n CDC on julkaissut ohjeita parantaakseen terveydenhuollon tunnistuskykyä tämänkaltaisessa tilanteessa<sup>6</sup>. Samoin Britannian terveysviranomaisille on omat ohjeensa<sup>18</sup>.

Altistuksen toteaminen oireilevien potilaiden perusteella vaatii tarkkaavuutta, kun monet oireista ovat hengitystieoireita tai epilepsia-tyyppisiä oireita. Toisaalta, jos samaan päivystyspisteeseen tulee useita potilaita, joilla on samantyyppisiä, hieman outoja ja epätyypillisiä yhtäaikaista oireita, pitää kemiallisen altistuksen mahdollisuus pitää mielessä<sup>2</sup>. Oireisiin perustuvan diagnoosin teon pitäisi tapahtua pikaisesti, jotta hoidon alku ei viivästyisi. Oikeille jäljille pääsyä voi auttaa systemaattinen potilaan tilanteen tarkastelu (taulukko 6)<sup>5</sup>.

Kemiallisille aseille on kehitetty ilman pitoisuuksiin reagoivia pikailmaisimia (esim. [www.environmental.com](http://www.environmental.com), [www.agilent.com](http://www.agilent.com)), mutta niitä on toistaiseksi

## Taulukko 6. Potilaan oireiden ja altistuksen selvittäminen<sup>5</sup>.

### Aineen tiedot

- tunnistus
- toksiset ominaisuudet
- fysikaaliset ominaisuudet: olomuoto, höyrynpaine, liukoisuus veteen ja rasvaan

### Altistuminen

- altistumistapa
- imeytymistiet
- pitoisuus ja altistumisen kesto
- annos (ulkoinen, sisäinen)
- altistumisen toistuminen

### Oireet ja löydökset

- paikalliset
- systeemiset; vakavuusaste
- ajallinen kehitys ja ennuste

### Muut vammat ja diagnoosit

- vaihtoehtoinen myrkytyksen aiheuttaja
- aineiden yhteisvaikutukset
- muut vammat
- tilaan vaikuttavat muut sairaudet vaikuttavat altistumiseen ja imeytymiseen

melko vähän siviilipuolen käytössä. Pikailmaisimen löydös nopeuttaa ja helpottaa oikean hoidon aloittamista. Mahdollisen pikailmaisimen käytön lisäksi on aiheuttaja varmistettava. Varsinainen diagnoosin varmistaminen edellyttää aiheuttajan välitöntä tunnistamista merkinnöistä ja asiakirjoista (onnettomuuksien yhteydessä) taikka ympäristönäytteistä ja altistuneiden henkilöiden kliinisistä näytteistä tehtävillä kemiallisilla analyyseilla, jolloin väistämättä lopullinen tunnistaminen viivästyy, jopa vuorokausia<sup>4</sup>.

## Varautuminen ja kouluttautuminen

Yleisen terveydenhuollon varautumista monipotilastilanteisiin on kartoitettu viime vuosina. Kyselemällä traumakirurgeilta USA:ssa todettiin, että vähemmän kuin 30 % oli valmistautunut hoitamaan hermokaasumyrkytykselle altistuneita ja vain 33 % oli saanut koulutusta, jossa käsiteltiin vaarallisia aineita<sup>19</sup>. Etenkin israelilaiset ovat panostaneet henkilökunnan koulutukseen, mukaan lukien kemikaalisuojapuvun käyttöharjoitukset<sup>20</sup>. Kemikaalisuojapuvussa työskentely on erittäin vaativaa, eikä lie ne perusteltua, että meillä lääkärit työskentelisivät se päällään. Ainoana poikkeuksena voisi olla triagen tekeminen suuronnettomuudessa, mutta silloinkin on oltava tottunut käyttämään suojavaatetusta ja tunnettava sen asettamat rajoitukset. Lisäksi tietysti so-

pivat suojavaatteet ja naamarit on oltava valmiina.

Kemikaalihyökkäyksiin varautumisen sisällyttäminen valmiussuunnitelmiin on ollut laajalti esillä Turkista<sup>21</sup> Ranskaan<sup>22</sup>. Baker tuo esille käsitteen TOXALS, jossa potilaiden luokittelu, triage, dekontaminaatio ja hätäensiapu annetaan tarvittaessa samanaikaisesti. USA:ssa vuonna 2002 tehdyn tutkimuksen perusteella painotetaan toimivien viestintäyhteyksien merkitystä sekä soveltuvan koulutuksen ja suojavarustuksen tärkeyttä kehitettäessä terveydenhuollon valmiutta<sup>23, 24</sup>.

Varautumisessa tulee ottaa huomioon altistuksen, suuronnettomuuden ja jo pelkän terroristiuhan aiheuttamat psyykkiset reaktiot. C-aseen käyttö tai sillä uhkaaminen perustuvat paljon juuri aseiden psyykkiseen vaikutukseen<sup>25</sup>. Reaktiiviset oireet voivat matkia todellisen altistumisen aiheuttamia oireita. Psyykkisesti vammautuneita on arvioitu olevan jopa nelinkertaisesti fyysisesti vammautuneisiin nähden<sup>26</sup>.

## Haasteet

Anestesiologien tärkeätä roolia on korostettu terroristien C-hyökkäyksen aiheuttamien potilaiden hoidossa<sup>1, 27</sup>. Myös meillä Suomessa anestesiologit ovat kytköksissä ensihoitoon sekä sairaalan ulkopuolella että päivystyspisteissä, kun usein hengitysongelmista ja muista vitaalielintoimintojen vaurioitumisesta kärsivä potilasjoukko vaatii välitöntä hoitoa. Kemiallisen vamman lisänä oleva trauma vaativat myös leikkausta, kuten muutkin räjähdys tms. vammat ja potilas voi pelkän kemiallisen vamman vuoksi vaatia jatkohoitoa teho-osastolla. Kaikki tämä velvoittaa meitä päivittämään tietomme kemiallisen aseiden vaikutuksista ja hoitokeinoista.

Tässä olen esittänyt vain hermokaasujen ja si-nappikaasun aiheuttamia oireita ja hoitomalleja, unohtaen muiden, kenties yhtä todennäköisten aineiden aiheuttamat ongelmat. En myöskään ole käsitellyt vammautuneilla todennäköisesti olevien muiden lisäoireiden, kuten räjähdykseen liittyvien traumojen osuutta. Toivon kuitenkin, että näidenkin aineiden esittely luo kiinnostusta aihepiiriin ja anestesiologien mielensopukoihin jää seuraavat taulukon 7 seikat (mukaillen 2). □

### Kirjallisuutta

1. Baker DJ. Management of casualties from terrorist chemical and biological attack: a key role for the anaesthetist, editorial I, Br.J.Anaest 2002; 89: 211–214.
2. Evison D, Hinsley D, Rice P. Chemical weapons. BMJ 2002; 324: 332–335.
3. EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database,

## Taulukko 7. Anestesiologin muistilista<sup>2</sup>.

- Kemiallisten aineiden aiheuttamat onnettomuudet, sekä tahalliset että tahattomat, tulee sisällyttää valmius-suunnitelmiin osana NBC-valmiutta.
- Pidä mielessäsi kemialliselle aineelle altistumisen mahdollisuus, kun vammautuneella/vammautuneilla on epäta-vallisia tai selittämättömiä oireita.
- Useimmat kemikaalimyrkytykset ovat hoidettavissa, jos ne diagnosoidaan varhain (ainekohtaiset hoito-oh-jeet saa osoitteesta <http://www.emea.eu.int/pdfs/human/chemicalterrorism/125503en.pdf> tai OVA-ohjeista, [www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)).
- Henkilökunnan on käytettävä suojavaatetusta, jos on epäilyä siitä, että potilas tai ympäristö levittää vielä myr-kyllistä ainetta.
- Lopeta potilaan altistus siirtämällä hänet puhtaalle hyvin tuulettuvalle alueelle ensihoitoa varten.
- Vammautuneiden dekontaminaatio tarkoittaa pikaista vaatetuksen poistoa, sekä kehon (ml. hiukset) vesi-nes-tesaippua-vesipesua jäämien poistamiseksi (tai dekontaminaatioaineilla käsittelyä) [muiden kuin puhtaalle kaa-sumuodossa olevalle aineelle altistuneiden osalta].
- Dekontaminaatio ei saa viivästyä ensihoitotoimien vuoksi, sillä altistuksen jatkuminen pahentaa oireita ja huo-nontaa ennustetta.

Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium, [www.em-dat.net](http://www.em-dat.net), 2005.

4. Okudera H, Clinical features on nerve gas terrorism in Matsumoto, *J Clin Neurosci* 2002; 9: 17–21.
5. Riihimäki V, Jousela I. Joukkomyrkytys kemikaaleilla Teema: Kemiallisten aineiden aiheuttamat myrkytykset. *Duodecim* 2004; 120: 465–76.
6. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Recognition of illness associated with exposure to chemical agents – United States, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2003; 52: 938–40. [www.bt.cdc.gov](http://www.bt.cdc.gov)
7. Public health response to biological and chemical weapons: WHO guidance, 2004, <http://www.who.int/csr/delibepidemics/biochemguide/en/print.html>, 2004.
8. Laine K, Myrkytyksiin liittyvät toksiset oireyhtymät, Teema: myrkytykset. *Duodecim* 2000; 116: 1620–7.
9. Leikin JB, Thomas RG, Walter FG, ym. A Review of Nerve Agent Exposure for the Critical Care Physician. *Crit Care Med* 2002; 30: 2346–54.
10. Rotenburg JS, Newmark J. Nerve agent attacks on children: diagnosis and management. *Pediatrics* 2003; 112: 648–58.
11. Hoppu K, Pajarre-Sorsa S. Antidootit ja muut myrkytyslääkkeet – mitä mistä milloin. Teema: Kemiallisten aineiden aiheuttamat myrkytykset. *Duodecim* 2004; 120: 485–93.
12. Kuisma M, Frantsi M. Kemiallisen aineen aiheuttaman joukko-myrkytyksen ensihoito. Teema: Kemiallisten aineiden aiheuttamat myrkytykset. *Duodecim* 2004; 120: 477–84.
13. EMEA (The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products). EMEA/CPMP guidance document on the use of medicinal products for the treatment of patients exposed to terrorist attacks with chemical agents. EMEA/CPMP/1255/03. London: EMEA, 2003. [www.emea.eu.int](http://www.emea.eu.int)
14. Stuart JA, Ursano RJ, Fullerton CS, ym. Belief in exposure to terrorist agents: reported exposure to nerve or mustard gas by Gulf War veterans. *J Nerv Ment Dis* 2003; 191: 431–6.
15. Riddle JR, Brown M, Smith T, ym. Chemical warfare and the Gulf War: a review of the impact on Gulf veterans' health. *Mil Med* 2003; 168: 606–13.
16. Bijani Kh, Moghadamnia AA. Long-term effects of chemical weapons on respiratory tract in Iraq-Iran war victims living in Babol (North of Iran). *Ecotoxicol Environ Saf* 2002; 53: 422–4.
17. Lee HA, Gabriel R, Bale AJ, Welch D. Clinical findings in 111 ex-Porton Down volunteers. *J R Army Med Corps* 2004; 150: 14–19.
18. Deliberate release of chemical agents, Department of Health, [dh.gov.uk](http://dh.gov.uk), 2005.
19. Ciraulo DL, Frykberg ER, Feliciano DV, ym. A survey assessment of the level of preparedness for domestic terrorism and mass casualty incidents among Eastern Association for the Surgery of Trauma members. *J Trauma* 2004; 56: 1033–9.
20. Berkenstadt H, Ziv A, Barsuk D, ym. The use of advanced simulation in the training of anesthesiologists to treat chemical warfare casualties. *Anest Analg* 2003; 96: 1739–42.
21. Karayilanoglu T, Kenar L, Gulec M. Evaluations over the medical emergency responding to chemical terrorist attack. *Mil Med* 2003; 168: 591–4.
22. Baker D. Civilian exposure to toxic agents: emergency medical response. *Prehospital Disaster Med* 2004; 19: 174–8.
23. Mann NC, MacKenzie E, Anderson C. Public health preparedness for mass-casualty events: a 2002 state-by-state assessment. *Prehospital Disaster Med* 2004; 19: 245–55.
24. Murray V, Goodfellow F. Mass casualty chemical incidents – towards guidance for public health management. *Public Health* 2002; 116: 2–14.
25. Palmer I. The psychological dimension of chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) terrorism. *J R Army Med Corps* 2004; 150: 3–9.
26. Romano JA. Psychological casualties resulting from chemical and biological weapons. *Mil Med* 2001; 166 (suppl 2): 21–22.
27. White SM. Chemical and biological weapons. Implications for anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth* 2002; 89: 306–24.

---

Irma Jousela

LKT, dos, anestesiologian erikoislääkäri, tehohoidon erityispätevyys

Ylilääkäri, C-suojelulääketiede

Sotilaslääketieteen laitos

[irma.jousela@mil.fi](mailto:irma.jousela@mil.fi)