

BIOLOGISET ASEET SODANKÄYNNIN JA TERRORISMIN VÄLINEENÄ

Akateemikko Jorma K. Miettinen

JOHDANTO

Myrkkijä ja tauteja on käytetty sodankäynnin välineinä ilmeisesti aikojen alusta. Historiassa on jo antiikin ajoilta tietoa kaivojen myrkyttämisestä arsenikilla tai tautiin kuolleiden eläinten raadoilla. Kuuluista on keskiajalla rai-vonnut "musta rutto" (paiserutto, *Y. pestis*), jonka väitetään saaneen alkunsa tataarien singottua katapultilla ruttoon kuolleiden potilaiden ruumiita piirit-tämänsä Kaffan (nyk. Feodosia) kaupungin muurien yli Krimillä v. 1346. Sieltä laivoilla paenneet asukkaat toivat sen Kreikkaan mistä se levisi koko Eurooppaan tappaen n. 25 miljoonaa ihmistä eli arviolta kolmasosan maan-osan väestöstä (1).

KUNNIATTOMAT ASEET

Kaikkina aikoina myrkkujen ja tautien käyttö sodassa on herättänyt inhoa ihmisissä, myös valtion johtajissa ja sotapäälliköissä. Vanhat roomalaiset sanoivat, "Armis bella, non venenis geri!", so. "Käykää sotaa aseilla, ei myr-kyillä!", ja ensimmäisessä maailmansodassa tapahtuneen laajan kaasujen käy-tön jälkeen maailman yleinen mielipide katsoi että myrkkujen ja tautien käyttö aseena on rikos ihmiskuntaa vastaan. Syntyi kaasu- ja bakteerisodankäynnin kieltävä "Geneven kaasuprotokolla" v. 1925. Se ei kuitenkaan kieltänyt ko-aseiden valmistamista ja varastoimista.

Mikroobi- ja toksiiniaseista saatiin v. 1972 aikaan täyskielto (ilman val-vontasopimusta), joka astui voimaan v. 1975. Kemiallisista aseista saatiin v. 1993 vastaava täyskieltosopimus, joka astui voimaan v. 1995. Siihen liittyy myös erittäin tehokas valvonta, jota tosin jonkin verran vesittää Yhdysval-tain senaatin myöhemmin tekemä lisäys, jonka mukaan presidentti voi kan-sallisista turvallisuusyistä kieltää kansainväliset tarkastukset kemiallisissa tehtaissa. Jos myös ne kymmenkunta valtiota joilla epäillään olevan salaista kemiallisten aseiden tuotantoa tekevät vastaavan varauksen, putoaa valvon-nalta pohja. Suomella on tärkeä rooli kansainvälisessä kemiallisen aseiden val-vonnassa.

BIOASEEN KÄYTTÖ 1900-LUVULLA

Japanin bioaseohjelma vuosina 1936-45

Aseidenriisuntasopimukset ilman valvontaa eivät takaa ko. aseiden käytämättömyyttä (2). Historiassa on vaikka kuinka paljon esimerkkejä siitä, tuoreitakin. Osallistuessaan Kansainliiton aseidenriisuntakonferenssiin Genevessä v. 1931 nuori japanilainen upseeri Shiro Ishii tutustui Länsimaissa esitettyihin bioaseita koskeviin uusiin tuloksiin saaden innoituksen että vastaava tehokas tutkimus on käynnistettävä Japanissakin (3). Mantshurian sodan alettua ja Japanin saatua kiinni v. 1935 neuvostoliittolaisia sabotöörejä, joilla oli laukussaan koeputkissa pernarutto- ja koleerabakteereja, siirrettiin jo vuodesta 1918 toiminnassa ollut armeijan bioaselaboratorio "Yksikkö 731" v. 1937 Matshuriaan, Pingfaniin, Harbinin sotasairaalan lähelle, missä se toimi vuoteen 1945. Ollessaan suurimmillaan vv. 1939-40 se käsitti 3000 miehen varuskunnan ja "koekaniineina" mm. 2000 kiinalaista sotavankia sekä tuhansia vuohia ja hevosia (3).

Laboratorio- ja kenttäkokeita tehtiin etupäässä paiserutolla (*Yersinia pestis*), pernarutolla (*B. anthracis*) ja räkätautibakteerilla (*M. Malleomyces*) sekä kaikilla patogeenisilla suolistobakteereilla, mutta pääasiallisesti lavantauti- (tyfoidikuume), punatauti- (dysentria) ja kolerabakteerilla.

Lentopommeja kehitettiin kolme tyyppiä:

1) Uji-pommi jota oli useita kokoja, eniten 30 kg:n painoista, joka sisälsi hauraaseen porsliinikuoreen pakattuna 30 kg bakteerimassaa. Kuori särkyi pehmeästi siihen liimatun räjähtävän tulilangan räjähtäessä aikalaukaisimella lähellä maanpintaa ja pommin kärkeen sijoitetun pienen ruutipanoksen singotessa bakteerit aerosolina ilmaan.

2) Ha-pommi oli teräskuorinen, siinä oli keskellä räjähdetanko ja sen ympärillä 5 kg shrapnelleja ja puoli litraa nesteeseen suspendoituja pernaruttoitiöitä. Pommin kokonaispaino oli 41 kg. Se räjähti osuessaan maahan ja se testattiin vuohilla ja hevosilla. Räjähdyksen sinkoama shrapnelli haavoitti eläintä ja tartutti siihen pernaruton.

3) Myös Ro-pommi oli teräskuorinen; se sisälsi 2 kg bakteerimassaa. Sen kokonaispaino oli 22 kg ja se räjähti maahan osuessaan pienen räjähteen singotessa ilmaan bakteeriaeresolin. Sitä ei ehditty testata kenttäkokeilla.

Kenttäkokeisiin käytettiin n. 2000 Uji-pommia. Tasainen aeresolikate syntyi n. 500 metrin säteellä. Pesarakoko oli halkaisijaltaan n. 0,5 mm, siis n. miljoona kertaa liian suuri, sillä optimikoko on 0,002-0,005 mm. Tällöin partikkelit pääsevät keuhkorakkuloiden perukkaan asti. Isot pisarat tarttuvat nännän limakalvoihin ja poistuvat niistettäessä. Pommejaan japanilaiset eivät

saaneet operatiivisiksi, mutta he ruiskuttivat lentokoneista pernaruttoitöitä viiden Kiinan kaupungin ylle; tappioita ei tunneta.

USA:n bioaseohjelma vv. 1942-69 (3, 4).

Saatuaan tietoja Japanin suuresta bioaseohjelmasta ja sen bakteerisumutuksista Kiinan kaupunkeihin Yhdysvallat aloitti v. 1942 Fort Detrickissä bioaseohjelman, joka paisui hyvin suureksi 1950- ja 60-luvuilla. Neuvostoliiton syytettyä Yhdysvaltoja bioaseen käytöstä Korean sodassa v. 1956 ohjelmaa muutettiin "puolustuksellisemmaksi". Salaisia kenttäkokeita joita voidaan pitää myös hyökkäyksellisinä, kuitenkin jatkettiin (5, 6). Mm. San Franciscon ylle ruiskutettiin 117 neliömailin alueelle *Serratia marcescens* -bakteeria jolloin lähes jokainen kaupungin asukas sai tietämättään infektion. Infektiosairauksien määrä nousi n. 5 - 10-kertaiseksi. Vuonna 1966 tehtiin New Yorkin maanalaisessa *B. subtiliksella* kokeita jotka osoittivat, että vain yhdellä asemalla sumutettu aerosoli levisi tehokkaasti junien aiheuttamien ilmavirtojen avulla niin että koko maanalaissysteemi infektoitui. Yhdysvallat lopetti kuitenkin "hyökkäyksellisen" bioasekokeilun v. 1969 presidentti Nixonin päätöksellä. Varastot hävitettiin vuoteen 1973 mennessä. Sitten bioasetutkimus hiljeni Yhdysvalloissa moneksi vuodeksi. Pentagon rahoitti kuitenkin modernia, geeniteknisin menetelmin suoritettua tutkimusta jossa ero "puolustuksellisen" ja "hyökkäyksellisen" tutkimuksen välillä oli kuin veteen piirretty viiva. Vasta 1990-luvulla, kun saatiin tietoja Venäjän ja Irakin salaisista, massiivisista bioaseen varusteluohjelmista, on varsinkin vuodesta 1995 lähtien suunnattu runsaasti varoja terroristien bioaseilla suorittamien hyökkäyksien ennakoimiseen, ehkäisyyn, ilmaisuun ja seurausten torjumiseen ja hoitoon. Tästä enemmän alempana.

NEUVOSTOLIITON / VENÄJÄN BIOASEOHJELMA
1980- JA 90-LUVUILLA

Ensimmäiset vihjeet Neuvostoliiton aktiivisesta bioaseohjelmasta saatiin v. 1979 kun Mark Popovskiy-niminen yliloikkari kertoi siitä (6, s. 600) ja kun Sverdlovskissa tapahtui räjähdys jota seurasi pernaruttoepidemia. Siinä todennäköisesti yli 100 henkeä sairastui ja 66 kuoli (7, 8). Kaikki sairastuneet elivät tai työskentelivät 4 km:n matkalla kapealla kaistalla joka kulki eräästä sotilaallisesta bioaselaitoksesta kaakkoon. Saman kaistan jatkeella kuoli lampaita ja lehmiä pernaruttoon kuudessa kylässä 50 km:n matkalla. Venäläiset väittivät epidemian aiheutuvan lihamyrkytyksestä ja se meni täy-

destä kunnes presidentti Jeltsin myönsi v. 1992 että kysymyksessä oli kar-kuun päässyt sotilaallinen aerosoli.

Ensimmäinen yliloikkari joka kertoi Biopreparatista oli biologi nimeltä Vladimir Pasechnik, Leningradissa toimivan Ultrapuhtaiden Biopreparaatien laitoksen johtaja, joka saapui Englantiin v. 1989, juuri Neuvostoliiton alkaessa hajota (2, s. 8). Hän pelästytti Englannin ja USA:n tiedustelujärjestöt kertoessaan työstään paiseruton eli "Mustan surman" kehittämiseksi bioaseeksi. Hän kertoi kehittäneensä geneettisesti muunnetun kannan, joka on resistentti antibiooteille. Kun luonnollinen Musta rutto, johon antibiootit pu-
revat, onnistui tappamaan kolmasosan Euroopan väestöstä, mihin Pasechni-kin kanta pystyisikään?

Presidentti Bushia ja pääministeri Thatcheria informoitiin Pasechnikin pal-jastuksista ja he painostivat Gorbachevia avaamaan Biopreparatin laitokset ulkopuolisille tarkastajille. Näin tapahtui tammikuussa 1991. Englantilais-amerikkalaiset tarkastajat vierailivat Vektorissa, lähellä Novosibirskiä (mis-sä alempana mainittava tri Ustinov kuoli), ja Obolenskissä, etelään Mosko-vasta, jossa oli 40 valtavaa, kahden kerroksen korkuista fermenttoria - tyhji-nä. Tämä BL-4 -turvallisuustason laitos oli ilmeisesti keskittynyt bioasei-den, erityisesti ruttojen, valmistukseen, mutta isännät kiertelivät vastauksis-saan eivätkä tunnustaneet sitä.

Vuonna 1992 saapui sitten Venäjältä tri Kanatjan Alibekov-niminen ka-sakki perheineen Yhdysvaltoihin Biopreparat'in toiminnan supistuttua Neu-vostoliiton hajottua. Yhdysvalloissa hän otti nimekseen Ken Alibek. Hän oli ollut Neuvostoliiton Biopreparat-nimisen bioaseiden tutkimus- ja tuotanto-osaston ensimmäinen varajohtaja ja tunsii laitoksen historian tarkoin. Laitos perustettiin Neuvostoliiton puolustusministeriön alaisuuteen v. 1973, vuosi täydellisen bioasekiellon allekirjoituksen jälkeen. Siihen kuului suurimmil-laan, 1980-luvun lopulla, noin 50 suurta bioaseiden ja rokotteiden tutkimus-, kehitys- ja tuotantolaitosta eri puolilla Neuvostoliittoa. Sen suuri kenttäko-keskus oli Jälleensynty-nimisellä saarella Aral-merellä. Henkilökuntaa niis-sä oli 100 000 henkeä. Sillä oli maailman suurin antibiootiteollisuus ja se tuotti monia biofarmasian ja eläinlääkinnän tuotteita. Se toimi siviililaitok-sen julkisuus kuvan alla, mutta sen toiminta oli tiukasti salattua. Ken Alibek tuli julkisuuteen ensi kerran USA:ssa 2. maaliskuuta 1998 Prime Time TV-ohjelmassa ja maaliskuun 9 p:nä julkaisi "The New Yorker" hänestä laajan artikkelin (kts. 2). Hän kertoi että Neuvostoliitto oli tuottanut salaa satoja tonneja pernaruttoitöitä ja suuria määriä paiseruttoa ja isorokkoa ja varusta-nut niillä strategisia MIRV-monikärkihjuksia. Huhtikuun alussa 1988 sat-tui paha onnettomuus Vektor-nimisessä laboratoriossa tri Nikolai Ustinovin kehittäessä Marburg virusta (erittäin tappava, lähisukuinen Ebola-viruksel-

le) neljänneksi strategiseksi bioagenssiksi. Injisoidessaan sitä marsuun hän pisti terävän ruiskun vahingossa kumihanskan läpi sormeensa. Hänet pantiin heti hoitoon, suljettuun osastoon. Neljäntenä päivänä alkoivat oireet päänsärkynä. Hän piti itse kirjaa niiden edistymisestä. Hän alkoi sitten oksentaa ja ulostaa mustaa verta, lopuksi veri alkoi tihkua kaikista ihohuokosista. Hän kuoli 30.4.1998. Tutkijat eristivät Marburg-viruksen Ustinovin verestä nimittäen sen Variant U:ksi. Se mikrokapseloitiin ilmassa kestäväksi jolloin se leijuu pitkiä matkoja. Sitä testattiin koe-eläimiin Stepanogorsk-tehtaassa. Aerosoli-muodossa se osottautui erittäin tappavaksi.

Apinan keuhkoon joutuessa sen letaali annos on 1-5 mikropartikkelia, kun pernaruttoitiöitä tarvitaan vastaavasti 8,000 kappaletta. Alibek kertoo, että Marburg Variant U oli syksyllä 1991 valmis asennettavaksi MIRV-kärkiin jotka on varustettu erityisellä jäähdytyslaitteella viruksen hengissä pitämiseksi taistelukärjen kuumentessa sen tullessa ilmakehään. Biokärjet laskeutuvat laskuvarjolla kaupungin ylle hajakuvioksi ja jokaisesta vapautuu satakunta kananmunan kokoista aliräjähdettä. Näiden tussahtaessa mikrokapseloidut virukset vapautuvat. Kapselit on varattu sähköllä joten ne karkottavat toisiaan leviten heti aerosoliksi. Variant U ei kuitenkaan ehtinyt mukaan Neuvostoliiton arsenaaliin sen hajotessa. Sen siemenviljelmää on kuitenkin voinut levitä Neuvostoliiton mikrobiologien mukana muihin maihin.

Neuvostoliiton arsenaali sisälsi pernaruttoa, joka ei ole tarttuva, isorokkoa, joka on tarttuva ja paiseruttoa joka on äärimmäisen tarttuva. Hyvä tarttuvuus edellyttää alle 5 mikronin partikkelikokoa. Tällainen leijuva partikkeli pääsee tunkeutumaan keuhkopussin syvimpiin sopukoihin ja sieltä vereen, jossa se lisääntyy. Useimmat bakteerit ja virukset eivät kestä auringonvalon ultraviolettia säteilyä. Pernaruton itiöt kestävät hyvin. Sillä on pitkä puoliintumisaika; jänisrutolla on lyhyin, vain muutamia minuutteja. Se on siksi levitettävä yöllä.

Tänä päivänä Biopreparat on jaettu kahtia. Asetuotannon on puolustusministeriö ottanut haltuunsa ja se on yhä äärimmäisen salaista. Suurin sen laitoksista on Sergiev Posad-nimisen luostarin vierellä, n. 50 km Moskovasta koilliseen. Luostari on suuri turistikohte, mutta bioaselaitoksesta eivät opaat tunnusta tietävänsä mitään. Amerikkalaiset tiedusteluekspertit epäilevät että siellä jatkuu bioasetutkimus. Muita laitoksia koetetaan konvergoida siviilituotantoon. Ne valmistavat mm. kosmetiikkaa ja alkoholijuomia.

Venäjän strateginen bioase on nykyään luultavasti suurin jännitystekijä Venäjän ja Yhdysvaltain välillä. Bioaseen suhteen luodut uhkakuvat ovat kiihdyttäneet Yhdysvaltain hallituksen ja Kongressin osoittamaan 10 miljardia dollaria erityisesti kemiallisen ja bioaseen torjumiseen varsinkin terrorismikäytön muodossa, kuten jäljempänä esitetään.

IRAKIN BIOASE

Persianlahden sodan päätyttyä Irakin suurthuoseiden valvontaa varten perustettu YK:n alainen valvontaelin UNSCOM totesi vuosina 1991-95 Irakilla olleen myös bioaseen (9). Maan bioaseohjelma alkoi Muthannanin laitoksessa 120 km Baghdadista luoteeseen v. 1985. Siellä kehitettiin pernaruttoa, botulinium-toksiinia, aflatoksiinia ja risiiniä bioagensseiksi. Vuonna 1987 tutkimusosasto siirrettiin Salman Pakiin Baghdadin eteläpuolelle. Siellä tutkimuksen kohteeksi otettiin myös *Clostridium perfringens* -toksiini. Organismi lisääntyy varsinkin lämpimässä säilytetyssä lihassa. Kun sen itiöt joutuvat avohavoihin esim. taistelukentällä bakteeri lisääntyy nopeasti ja muodostaa kaasukuolion lihakseen.

Totuus Irakin bioaseen suurtuotannosta ja lataamisesta ohjuskärkiin operatiiviseksi aseeksi paljastui vasta kun presidentti Saddamin lanko Hussein Kamel Hassan loikkasi Jordaniaan ja kertoi siellä Amerikan tiedustelumiehille koko tarinan. UNSCOM sai dokumentteja jotka osoittivat että Irak oli valmistanut uskomattoman suuria määriä pernaruttoitiöitä ja botulinumtoksiinia ja myös sijoittanut niitä SCUD-ohjuksien taistelukärkeen á 200 kg. Ohjuksen kantama on 300 – 600 km.

Irak tuotti mm. satoja litroja clostridiumia Al Hakum-laitoksessa 60 km lounaaseen Baghdadista. YK:n joukot hävittivät laitoksen v. 1996. Vuonna 1990 Irakin armeija otti Dauran suu- ja sorkkatautivaksiinia tuottaneen laitoksen Baghdadin eteläpuolella armeijan käyttöön. Siellä alettiin paitsi tuottaa botuliniumitoksiinia, kehittää kamelirokkoa aseeksi. Tämä on tappavimpia eläinrokkoja, mutta siitä on vähän kokemusta ihmistautina. Kehitysohjelmaan kuului myös hemorraginen konjunktiviitis, joka aiheuttaa verenvuotoa silmissä, sekä ihmisen rotavirus, joka aiheuttaa luonnollisena vuosittain maailmanlaajuisesti 140 miljoonaa tapausta diarreaa ja on lapsille usein tappava aiheuttaen vuosittain miljoona kuolemaa. Irak ei ole täyttänyt niitä velvoitteita joihin se sitoutui sodan päättyessä, so. paljastamaan joukkotuhoaseensa, vaan on jatkuvasti tehnyt valheellisia ilmoituksia piilottaen ko. aseet ja niitä koskevat tiedot. Ei ihme, että YK jatkaa tiukkaa valvontaa.

Venäjä, Irak ja USA ovat luultavasti tällä hetkellä johtavat bioasevaltiot, vaikkei Venäjä tunnusta jatkavansa bioasetutkimusta eikä USA:n hyökkäyksellisestä kyvystä ole julkista tietoa, mutta niiden lisäksi on joukko muita valtioita, jotka Yhdysvaltain hallituksen edustajat ovat julkisesti nimenneet "bioaseohjelma"-valtioiksi. Vuonna 1989 CIA:n johtaja William Webster sanoi senaatin kuulustelussa että "vähintään 10 maata kehittää biologisia aseita" ja v. 1995 kongressin Office of Technology Assessment ni-

mesi senaatin kuulustelussa seuraavat 17 maata "bioasemaiksi" (4): Iran, Irak, Libya, Syyria, Pohjois-Korea, Taiwan, Israel, Egypti, Vietnam, Laos, Kuuba, Bulgaria, Intia, Etelä-Korea. Etelä-Afrikka, Kiina ja Venäjä. Tuoreimmissa lähteissä luettelo käsittää vähintään seuraavat seitsämän: Kiina, Taiwan, Pohjois-Korea, Iran, Syyria, Egypti ja Israel. Siitä kuinka "puolustuksellisia" tai "hyökkäyksellisiä" omat ohjelmat ovat ei mikään valtio julkaise tietoja.

BIOLOGINEN SODANKÄYNTI JA BIOASETERRORISMI

Biologinen sodankäynti tarkoittaa vihollisen asevoimien, väestön, kotieläinten tai ravinnon saastuttamista joko elävillä mikrobeilla (bakteerit, virukset tai rikettsiat) tai niiden tuottamilla tai synteettisesti valmistetuilla toksiineilla.

Biologinen agenssi toimitetaan *sodassa* perille biologisella aseella, so. ohjuksen taistelukärjessä, lentopommissa, lentokoneen sumutuslaitteella tai tykistön tai kranaatinheittimen kranaateissa. Sodankäynnissä käytetään etupäässä aerosoleja, koska silloin pyritään laajojen alueiden ja henkilömäärien saastuttamiseen.

Bioaseella toimiva *terroristi* sensijaan käyttää pientä määrää bakteerisuspensiota tai itiöitä jotka on usein mikrokapseloitu jotta ne ovat suojassa ympäristövaikutuksilta (aurionvalo, kuivuus, sade, savu jne). Suspension hän kuljettaa tullin läpi esim. viattomalta näyttävässä parfyymi- tai alkoholipullossa. Sumuttimena hänellä on laite joka näyttää parfyymipullon tai taiteilijan lakkapullon sumuttimelta. Lisäksi hänellä on luultavasti pieni ponnekaasusäiliö ja elektroninen kello joka avaa sen venttiilin. Puoli litraa agenssia riittää yleensä hyvin terroristin tarkoitukseen. Yksi gramma botulinum-toksiinin aerosolia voi *teoreettisesti* tappaa 1,5 miljoonaa ihmistä. Käytäntö on kumminkin kaukana teoriasta.

Aerosolin terroristi pyrkii päästämään suhteellisen suljettuun tilaan, jossa on paljon väkeä, esimerkiksi isoon urheiluhalliin, messukeskukseen tai tavarataloon, lentoaseman halliin tai kuplahalliin jossa on suuri yleisömäärä. Maanalaisen rautatien tunnelijärjestelmä on eräs mahdollisuus. Vaihtoehtoisesti terroristi voi tyhjentää bakteerisuspension vedenottamoon tai juomavesijärjestelmään jossa ei ole bakteerisuodatinta.

Tällaista "sofistikoitua" terroristihyökkäystä ei toistaiseksi ole onneksi vielä tapahtunut. Yrityksiä kuitenkin tunnetaan. Japanilainen Aum Shinrikyo-järjestö levitti v. 1993 pernaruttoitiöitä eräästä rakennuksesta ja botulinium-aerosolia eräästä autosta Tokion ylle, mutta heikoin tuloksin. Mikrobikanta oli heikko, aerosoli kehno, sää oli huono tms. Oikean kokoisen, virulentin ja paakkuntumattoman aerosolin tuottaminen vaatiikin suurta ammattitaitoa.

Niinpä ko järjestö siirtyikin käyttämään sariinia, joka toimi välttävästi v. 1995. Levitys tapahtui varsin amatöörimäisesti, joten kuolleita tuli vain 12, sairastuneita 3,800. Ammattimaisesti toteutettuna kuolleita olisi voinut olla 5-10,000, kuten tarkoitus oli. Paljolti juuri nämä hyökkäykset aiheuttivat Yhdysvaltain bioterrorismin vastaisen suurkampanjan.

AGENSIT

Periaatteessa melkein mitä tahansa patologistia organismeja voitaisiin käyttää bioaseena. Laajoja listoja onkin laadittu teoreettisesti mahdollisista agenseista. Suurtohoaseiden vientivalvontaa varten perustettu ns. Australia-ryhmä on julkaissut taulukko 1:n mukaisen luettelon mikrobeista ja taulukko 2:n mukaisen toksiineista (kts. esim. 10). Vastaavat eläin- ja kasvipatogeenien listat on myös julkistettu (kts. 10).

NATOn käsikirja esittää 31 kulkutaudin aiheuttajaa mahdollisina biologisen sodankäynnin agenseina (11). Eräs venäläisten asiantuntijain ryhmä (12) luettelee 11 agenssia, joista 4 todennäköisintä ovat:

- isorokko, rutto, pernarutto ja botulismi. Loput 7 ovat:
- tularemia eli jänisrutto, räkätauti, tyfus, Q-kuume, VEE, Marburg-virus ja influenssavirus. Aerosolina infektion saaneilla kuolleisuus nousee isorokolla 30 %:iin ja pernarutolla yli 80. Näiden kahden lisäetuina aseenkäytön kannalta ovat helppo kasvatus suuressa mitassa ja kestävyys. Ne ovat siten aivan erityisen edullisia suurimittaiseen levitykseen. Rutto ja botulinum-toksiini ovat vähemmän todennäköisiä, sillä niiden suurimittainen levitys on hankalaa.

USA:n armeijan tarttuvien tautien instituutti AMRIID (13) esittää valikoidun luettelon, joka käsittää

- 7 bakteeria (pernarutto, brucelloosi, kolera, räkätauti, rutto, tularemia ja Q-kuume),
- 3 virusta tai virusryhmää: isorokko, venezuelalainen hevos-enkefaliitti ja verenvuotokuumevirukset (Ebola, Marburg, Lassa ja Kongokrimi),
- 4 toksiinia (botulinum, Stafylokokki enterotoksiini B, risiini ja T-2 mycotoksiini).

Eskola, Ruutu ja Visakorpi (14) esittävät luettelon joka vastaa useita ulkolaisia lähteitä (taulukko 3). Pernarutto, isorokko ja botulinium-toksiini ovat useimmissa luetteloissa ensimmäisinä.

BIOASEEN EDUT

Muihin joukkotuhoojaseisiin verattuna bioaseet tarjoavat useita etuja terroristille:

1. Tehokkuus on luultavasti suurin etu.

Teoreettisesti esim. botuliini on painoyksikköä kohti n. 3 miljoonaa kertaa tehokkaampi kuin sariini, mutta todellinen tehokkuus kentällä riippu suuresti muistakin tekijöistä kuin toksisuus: partikkelikoosta (optimi 2-4-mikronia), säästä (kuivuus, auringonvalo), ilmavirtauksista ym. Bakteerit tai itiöt on kiinnitettävä liukkaasti liikkuviin, paakkuuntumattomiin kantajapartikkeleihin. Tämä ei ole helppoa, vaan vaatii innovatiivista tutkimustyötä. Se saattoi olla syynä Aum Shinrikyon epäonnistumisille.

2. Halpuus.

Esim. Dane Jones (1) siteeraa kirjallisuudessa usein esitettyä arviota siitä mitä merkittävien tappioiden tuottaminen 1 km² :n alueelle maksaa:

- tavanmukaisilla aseilla 12,000 FIM, -ydinaseilla 4,800 FIM
- kemiallisilla aseilla 3,600 " -bioaseella 6 "

Näissä luvuissa on luultavasti mukana vain agenssi tai räjähdde, ei perille toimittamisen välinettä. Ainakin ydinaseen hinta näyttää sitäpaitsi liian pieneltä, mutta vertailu saattaa kuitenkin olla suuntaa antava.

3. Valmistuksen helpous.

Jos on olemassa puhdas kanta, voidaan missä tahansa BL 4-luokan laboratoriossa valmistaa terroristin tarkoituksiin riittävä määrä bakteerisuspensiota. Ainakin tähän asti on jokainen biologian laitos voinut vapaasti tilata myös patogeenisten bakteerien kantoja eri maiden tyyppilaboratorioista. Niitä tarvitaan esim. rokotteiden valmistukseen. Nyt on ainakin Yhdysvalloissa voimassa asetus jonka perusteella puhdasviljelmää voidaan lähettää vain rekisteröidyille laitoksille. Fermentaattoreita, suurikokoisiakin, on kaupallisesti vapaasti ostettavissa. Levityskelpoisen, stabiilin, virulentin, 2-4 mikronia halkaisijaltaan olevan partikkeliaerosolin valmistus ei sensijaan ole helppoa vaan vaatii pätevän tutkijaryhmän kehitysprojektin.

4. Leviämiskyky ja symptomien viivästyminen ja epäspesifisyys

Vaikka vaikutuksen viivästyminen on sotilaalliselta kannalta heikkous, se on terrorismin kannalta etu, sillä tartunnan saaneet ehtivät levittää kukin sitä jopa kymmeneen muihin maihin ennenkuin symptomit ilmenevät ja sittenkin voi vielä kestää päiviä ennenkuin epidemian aiheuttaja varmistuu. Ensi oireet – pahoinvointi, kuume, päänsärky – ovat epäspesifisiä, mutta kun karakteristisia oireita alkaa esiintyä – usein muutaman päivän kuluttua - ovat paronemisen mahdollisuudet esim. paiserutolla, pernarutolla, isorokolla, Q-kuumeella ja virus-verenvuotokuumeella jo varsin vähäiset. Yksi sairastunut voi levittää taudin kymmenille ja näistä jokainen edelleen kymmenille ennenkuin taudin aiheuttaja on edes tunnistettu.

Poikkeuksen muodostavat toksiinit, jotka ovat kemikaleja. Niiden vaikutus ilmenee usein muutamassa tunnissa, joskus nopeamminkin.

BIOASEEN KÄYTTÖÄ VAIKEUTTAVAT TEKIJÄT

Bioaseen käytössä on myös hankaluutensa. Bakteerit ovat eläviä olioita ja herkkiä elinolosuhteille. Luonnossa esim. auringonvalo, ilman kuivuus tai liian matala tai korkea lämpötila, sade, sumu tai muut ympäristötekijät voivat tuhota niiden lisääntymiskyvyn. Tämä seikka voi tehdä bioaseen vaikutuksen arvaamattomaksi. Terroristi, jolla ei ole mikrobiologin ammattikokemusta, voi helposti saada itse tartunnan käsitellessään bioasetta kentällä. Sotilaallisessa käytössä taas omat joukot tai oma väestö voi joutua patogeenisen aerosolin kohteeksi. Terroristi ja asevoimatkin voidaan kyllä rokottaa, mutta väestöä ei voida, ei ainakaan huomaamatta. Esim. HIV-potilaille rokotus ko. patogeeneja vastaan voisi olla kuolemaksi. Bioaseen ennustamattomuus ja sen vaikutuksen hitaus ovat olleet tärkeitä esteitä sen sotilaalliselle käytölle.

GEENITEKNISESTI MUOKATUT AGENSSIT

Kuten edellä todettiin, on vanhojen, tunnettujen agenssien - esim. isorokko tai pernarutto - käyttö todennäköisintä, koska ne ovat helposti viljeltäviä, erittäin kestäviä, sängen tappavia ja kenttäkokein tutkittuja. Viime aikoina on kuitenkin alettu pelätä että bioaseen käyttöä suunnitteleva valtio tai terroristiryhmä saattaisi kehittää jostain luonnollisesta patogeenista geeniteknologian keinoin variantin johon rokotteet ja antibiootit eivät purisi tai joka olisi joltain ominaisuudeltaan, esim. leviäväisyydeltään, parempi kuin luonnon kanta. Se voisi tapahtua muuttamalla geeniteknologian avulla antigeenin pintarakenetta luomalla siihen esim. kyhmyjä tai kuoppia jotka estävät vasta-ainemolekyylä tunnistamasta antigeeniä ja tarttumasta siihen kiinni. Esim. venäläisten kerrotaan valmistaneen täten isorokosta muunnetun version, ns "venäläisen rokon" ("Russian pox") johon isorokkorokote ei tehoa (15).

Tällaisen variantin kehittäminen edellyttää kuitenkin suurta ammattitaitoa sekä laboratorio- ja kenttäkokeita tuotteen tehon varmistamiseksi. Kenttäkokeiden suorittaminen uudella patogeenilla olisi erittäin vaarallista.

Kun luonnollista mikrobia joka on vuosimiljoonia kestäneen kehityksen avulla saavuttanut "optimaaliset" ominaisuutensa taudinaiheuttajana muokataan geeniteknologialla, syntyy keinotuote jolta joitakin luonnollisen mikrobin ominaisuuksista on kadonnut. Tuosta kadonneesta ominaisuudesta voi tulla variantille "Akillen kantapää". Keinotuote on siis vain teoreettisesti parempi kunnes se on kentällä testattu. Näistä syistä luonnon kantojen käyttöä bioaseissa pidetään toistaiseksi todennäköisempänä kuin keinotekoisten varianttien. Poikkeuksen muodostavat jälleen sellaiset toksiinit joiden eris-

täminen luonnosta suuressa mittakaavassa on vaikeata, kuten käärmeen myrkyt. Ne valmistetaan nykyään geeniteknologisesti.

BIOASEEN SALATUN LEVITYKSEN VAIKUTUKSET

Terroristi pyrki todennäköisesti suorittamaan bioaseen levityksen salaa ja saattaisi pyrkiä kohdistamaan sen suureen ihmisjoukkoon. Jokainen tartunnan saanut voi silloin levittää tartunnan edelleen moniin uusiin ihmisiin jolloin sairastuneiden määrä kasvaa geometrisessa sarjassa. Jos levitys tapahtuu esim. kansainvälisellä lentokentällä voi seurauksena olla todellinen Armageddon. Silloinhan tuhannet matkustajat kuljettaisivat tautia eri puolille maapalloa.

Toinen terroristi voisi pyrkiä kohdistamaan tuhon tiettyyn ihmisryhmään jolloin hän valitsisi levitystavan ja -paikan toisin. Henderson kuvaa (8) miten viimeinen luonnollinen isorokkoepidemia Euroopassa alkoi yhdestä potilaasta ja levisi maan laajuisesti: Helmikuussa 1972 palasi eräs pyhiinvaeltaja Mekasta Jugoslaviaan missä hän sairastui kuumetautiin jota ei kyetty tunnistamaan. Ystävät ja sukulaiset vierailivat hänen luonaan sairaalassa eri puolilta maata. Kaksi viikkoa myöhemmin 11 heistä sairastui kuumeeeseen ja ihottumaan. He eivät olleet tietoisia toistensa sairastumisesta eivätkä heidän lääkärinsä osanneet tehdä oikeaa diagnoosia koska eivät olleet koskaan nähneet isorokkoon sairastunutta (viimeinen tapaus Jugoslaviassa oli ollut v. 1927). Yksi 11:sta oli opettaja, joka yht'äkkiä tuli kriittiseen tilaan saaden hemorragisen muodon isorokkoa, jota asiantuntijankin on vaikea tunnistaa. Hän vuoti runsaasti verta, meni shokkitilaan ja kuoli 2 vrk ennen kuin tauti tunnistettiin isorokoksi. Tämä tapahtui 4 viikkoa siitä kuin pyhiinvaeltaja sairastui. Silloin sairastuneita oli jo 150 eri puolilla maata. Heistä 38 oli nuoren opettajan tartuttamia. Kaksi heistä oli lääkäreitä, kaksi sairaanhoitajia ja 4 muuta sairaalahenkilökuntaa. Ko. 150 henkilöä olivat jo tartuttaneet tuntemattoman määrän muita henkilöitä.

Aloitettiin valtakunnallinen rokotuskampanja jossa 20 miljoonaa henkilöä rokotettiin. Rokotusasemia perustettiin. Tiesuluilla tarkastettiin kaikkien kulkijoiden rokotustodistukset ja rokottamattomat rokotettiin. Hotelleita, kouluja ym rakennuksia varustettiin karanteenisairaaloiksi joihin suljettiin kahdeksi viikoksi ne n. 10 000 henkilöä jotka olivat olleet kosketuksessa sairastuneihin. Yhdeksän viikkoa pyhiinvaeltajan sairastumisesta epidemia pysähtyi. Kaikkiaan 178 henkilöä sai isorokon; heistä 35 kuoli.

Tämä esimerkki osoittaa, että on äärimmäisen tärkeätä tunnistaa kulku-tauti varhaisessa vaiheessa. Jos infektion saaneelle voidaan antaa rokote ja spesifinen antibiootti ennen oireiden ilmestymistä hänellä on hyvät mahdol-

lisuudet selviytyä hengissä. Tämän johdosta Yhdysvalloissa kehitetään nyt kuumeisesti geenitekniistä analyysimenetelmää jolla voitaisiin identifioida taudin aiheuttajan genomi jopa vuorokaudessa ja tuottaa nopeasti sille spesifinen rokote.

BIOASEHYÖKKÄYKSEN TORJUNTA JA SUOJELU

Bioasehyökkäykseltä suojautuminen jakaantuu moneen vaiheeseen: torjunta, havaitseminen, agenssin tunnistaminen, suojautuminen, lääkintä ja puhdistus.

1. Torjunta.

Aseidenriisuntasopimusten, aseiden valvontaregiimien ja aseiden leviämisen eston avulla koetetaan ehkäistä laittomien aseiden leviämistä. Tiedustelun avulla pyritään selvittämään uhkia. Tehokas tulli- ja poliisivalvonta ehkäisee maahan tuontia. Rokotus toimii bioasehyökkäyksen ehkäisimenä. Satelliittivalvonnalla tarkkaillaan bioaseteollisuutta. Bioase-”laboratoriolle” tunnusomaista on yleensä suurehko tuotantolaitteiden kuten fermenttorien kapasiteetti. Laitoksen tie-teellinen henkilökunta saattaa osallistua bioasesuojelun konferensseihin ja laitoksessa tutkitaan bioaseissa käytettyjä mikrobeja. Tiedustelun avulla selvitetään laitoksen puheluja, radio- ja nettiliikennettä, raaka-aine- ja laitetilauksia ja mahdollisesti poistoilman sisältämiä kemikaleja. Bioaseisiin liittyvän stigman takia näiden laittomien aseiden kuten kemiallistenkin aseiden valmistus pyritään sijoittamaan syvälle maan alle (Libya, Pohjois-Korea). Yhdysvallat kehittää kuumeisesti erittäin syvälle tunkeutuvia taistelukärkiä tällaisten laitosten tuhoamiseksi ennakkotorjuntakeinona. Tiedustelulla on vaikea ongelma selvittää mitä syvällä maan alla tehdään.

Viranomaisten kansainvälinen terroristeja koskeva valvonta- ja tiedustelutietojen vaihto vaikeuttaa kansainvälisten terroristien ja terroristijärjestöjen toimintaa.

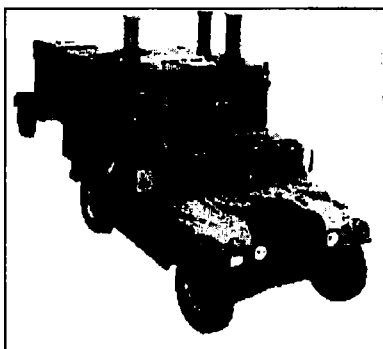
2. Havaitseminen

Biologinen ase eroaa suuresti räjähteistä ja kemiallisesta aseesta joiden vaikutus näkyy heti ja on paikallisesti rajoitettu. Virulentin bioaseen vaikutus tulee tavallisesti näkyviin vasta päivien tai viikkojen kuluttua jolloin sen kohteet voivat olla jo hajaantuneet monille paikkakunnille. Toksiinien vaikutus tulee näkyviin tunneissa. Sotilailla on nykyään käytettävissä jo erilaisia ilmaisimia jotka voivat jopa suurelta etäisyydeltä havaita saapuvan aerosolipilven. Yhdysvaltain armeijalla on laservaloon perustuva Long Range Biological Standoff Detector System LRBSDS joka havaitsee partikkeli- tai aerosolipilven n. 50 km:n etäisyydeltä, tosin tunnistamatta agenssia. Se antaa aikaa pukeutua suojarusteisiin. Hälytys voi osottautua vääräksi kun pilvi

saapuu ja siitä saadaan näyte jonka avulla agenssi voidaan identifioida. Väärästä hälytyksestä ei yleensä ole suurempaa haittaa - se käy harjoituksesta.

3. Tunnistaminen

Organisimen identifioimiseksi Yhdysvalloilla on ollut jo joitakin vuosia käytössään "BIDS", the "Biological Integrated Detection System", raskaalle HUMVEE maastokuorma-autolle rakennettu liikkuva neljän miehen laboratorio (kuva 1). Sen detektori perustuu antibody-antigeeni kombinaatioon. La- silevyllä on antibodeja jotka reagoivat spesifisten patologisten, bioaseena käy- tettävien organismien kanssa. Reaktio antibodyn kanssa ilmaisee että ilma- näytteessä on vastaavaa agenssia.



Kuva 1.

Alkuperäisessä muodossaan BIDS tunnistaa neljä agenssia: pernaruton, paiseruton, botuliumtoksiiniin ja stafylokokki enterotoksiini B:n. Vuonna 1998 piti valmistua uusi versio, BIDS Phase 11 P31, joka tunnistaa 8 agenssia ja kehitteillä on laitteita vielä useampia agensseja varten. USA:n puolustusmi- nisterön viime vuoden budjettiin sisältyivät varat 28:n BIDS P31 - liikkuvan laboratorion tilaamiseen. Detektorit toimivat automaattisesti ja tietokone las- kee tulokset. Analyysi on valmis alle puolen tunnin. BIDS-laboratoriot ovat AK:n tason laitteita. USA:n laivastolla on BIDS'ia vastaava laite IBAD, In- terim Biological Agent Detector, joka on asennettavissa laivoille.

Koko joukko eri periaatteilla toimivia B-ase-sensoreita on julkaistu 1990- luvulla, varsinkin Irakin ja Venäjän suurten bioaseohjelmien tultua tunne- tuiksi. Niitä ovat mm. ATP-bioluminometri (Trudil et.al. 1998 (16)), kenttä- käyttöinen hälyttävä instrumentti reaaliaikaiseen biologisten aerosolien osoi- tukseen (Hairston et al. 1998 (17)), joka perustuu samanaikaiseen aerosolisen partikkelien koon ja niiden fluoresenssin mittaamiseen, bioaerosolien py- rolyysituotteiden kaasukromatograafis/massaspektrometriseen (ksgr/MS) ana- lyysiin perustuva partikkelien koostumuksen analysaattori (Snyder, 1994 (18), (Dworzansky et al. 1997 (19))), ja immunokemialliset menetelmät joissa var-

hemmin käytettiin vasta-ainetta, viime vuoden kuluessa genomien nojalla tehtyä täysin spesifistä oligonukleotidia joka sitoo aerosolista patogeenisen mikrobin. Immunokromatografiassa (Trudil et al. (16)) vasta-ainevyöhyke havaitaan optisesti, geeniteknisessä sensorissa (DARPA, kts myöh.) antibody-antigeeni kombinaatio havaitaan esim. erikoismikroskooppilla.

Tämä antibody-antigeeni kombinaatioon perustuvien geenitekniisten sensorien kehittäminen näyttää olevan tulevaisuuden trendi, koska niissä reaktio on nopea ja täysin spesifinen ja tulos voidaan todeta reaaliajassa automaattisesti ja käsitellä tietokoneella. Kehitteillä on mm. sotilaskäyttöön detektori joka tunnistaa aerosolin ilmanäytteestä 20 patogeenistä organismia reaaliajassa. Sen arvioidaan tulevan painamaan n. 2 kg ja maksamaan n. US \$ 5,000. Lyhyitä oligonukleotidin pätkiä jotka sisältävät spesifiset antibodyt immobilisoidaan ohuisiin silikonilevykkeelle kaiverrettuihin uriin tiettyssä järjestyksessä. Ne kukin "hybridoivat" eli sitovat komplementaarisen DNA-pätkän näytteen mikrobista (20). Yhdysvaltain puolustusministeriön alaisen tutkimuslaitoksen DARPA'n rahoittamana on Argonnen laboratoriossa käynnissä projekti jossa on tarkoitus sijoittaa pienelle silikonilevyille ihmisen genomista kaikkia tavallisimpia bioase-agensseja vastaavat antibodyt. Näytteen sisältämät agenssit sitoutuvat kukin vastaavaan spesifiseen antibodyyn mikä todetaan erikoisrakenteissa mikroskooppissa. Tietokone analysoi sekvenssin jolloin agenssi tai agenssit selviävät.

Tarkoituksena on kehittää pieni sotilaan rintaan kiinnitettävä detektori joka hälyttää jos ilmassa on bioagenssia ja ilmaisee mistä agenssista on kysymys. Vastaavaa laitetta voidaan käyttää esim. juomaveden ja sairaalailman testaamiseen. Sairaalassa tällainen ilmaisin tullaan muutaman vuoden kuluttua sijoittamaan joka potilaan viereen. Hänen ysköksestään ilmenee mikä sairaus hänessä on kehittymässä ja hänelle voidaan antaa oikea täsmälääkitys mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

DARPalla on myös monia muita ilmaisiprojekteja käynnissä. Kehitteillä on mm. identifioiva monitori jossa kuituoptynen putki on päällystetty antibodyllä joka on kytketty valoa emittoiviin molekyyliin. Jos molekyyliin koskettaa patogeeninen agenssi - esim. rutto tai pernarutto - se alkaa lähettää valoa joka on helppo todeta valodetektorilla. Antibodya käyttävät detektorit eivät kuitenkaan ole täysvarmoja: siihen on oltava spesifinen antibody. Laajaspektristä tunnistusta varten olisi siis oltava putkia kuin uruissa ja jokaisessa yhdelle patogeenille spesifinen antibody.

Antibody voi tunnistaa vain sen mikä on organismin pinnalla. Mikrokapseleinti voi siis ehkäistä tunnistuksen aiheuttamatta silti virulenssin menetystä koska kapseli liukenee keuhkorakulassa.

DAPRA kehittää myös RNA-analyysiin perustuvaa tunnistustekniikkaa.

Nykyään organismin tunnistukseen käytetään etupäässä DNA:ta. RNA:ta on tuman ulkopuolella niin runsaasti ettei sitä tarvitse hyötää tunnistusta varten. Lähetä-RNA ilmaisee, paitsi sen mikä mikroobi on kyseessä, myös sen mikä toksiini on kyseessä.

Pikasekvennoinnin avulla pyritään saamaan mikroobin koko genomi selville 24 tunnissa. (Bakteerin genomi on yleensä muutama tuhat oligonukleotidia kun niitä ihmisen genomissa on n 80,000). Kun patogeenin genomi on selvitetty voidaan valmistaa ns. Instant-DNA-rokote.

Sotilaat voidaan pakkorokottaa, siviileitä ei voida. Siksi pyritään kehittämään ns. laajaspektrisiä antibiootteja jotka vaikuttaisivat kaikkiin vaikutusmekanismiltaan samantapaisiin patogeeneihin. Esimerkiksi pernarutolla, paiserutolla ja Ebola-viruksella on samantapainen yleistulehdusta aiheuttava vaikutus. Niille yritetään kehittää anti-inflammatorinen yleislääke. Monenlaisia ilmaisimia ja vastakeinoja on siis kehitteillä. Tämä kehitystyö edistää myös luonnollisten infektioautien hoitoa.

4. Suojautuminen

Rokottaminen antaa monia bioagensseja vastaan hyvän suojan jos se voidaan tehdä varhain, ennen sairauden ilmenemistä. Yhdysvalloissa on parhaillaan käynnissä koko puolustusvoimain henkilöstön rokottus pernaruttoa vastaan. Toimenpiteestä käytiin valtava väittely siitä huolimatta että käytetty rokote on varsin turvallinen. Rokotteet aiotaan kehittää myös kahdeksatoista tärkeintä bioagenssia vastaan ja tuottaa varastoon massiivinen määrä kutakin mahdollisten bioasehyökkäyksen varalle.

Henkilökohtaiseen suojautumiseen on sotilaille olemassa suojaruusteet: suojarahku, jalkineet, hanskat ja naamari. Suomessa varustetaan puolustusvoimia parhaillaan aktiivihiilikerroksella varustetuilla suojaruusteilla, jotka ovat myös aerosolin pitäviä. Yhdysvallat on jo siirtymässä seuraavan sukupolven suojaruusteisiin, joissa on kankeaksi tekevän hiilikerroksen tilalla ns. valikoivasti läpäisevä huokoinen kalvo. Sen huokosten läpimitta on niin pieni etteivät mikrobit sitä läpäise. Tämä keveä ja joustava JSLIST (Joint Service Lightweight Integrated Suit)-suojaruustesarja käsittää suojarahuvun, -jalkineet ja -hanskat. Meikäläiset uudet aktiivihiili-kaasunaamarit pidättävät myös bioase-aerosoolit. *Kollektiivinen* suoja saadaan tiivistämällä kasarmit, teltat, bunkkerit ja ajoneuvot hermeettisen tiiviiksi ja varustamalla ne mikrobit läpäisemättömillä suodattimilla ja lievällä ylipaineella.

5. Puhdistus eli dekontaminaatio

Kestävien bakteeri-itiöiden tappamiseen tarvitaan voimakkaita hapettimia tai pelkistimiä kuten kalsiumhypokloriittia tai natriumbisulfiittia vesiliuoksina. Ne ovat ihosoluille melkein yhtä myrkyllisiä kuin itiöille joten ne sopi-

vat lähinnä varusteiden puhdistukseen. Yhdysvalloissa kalsiumhypokloriittia on 5,25-prosenttisena standardiliuoksena ampulleissa joista se laimennetaan 0.5-prosenttiseksi käyttöliuokseksi ihon puhdistukseen. Laimennettu liuos ei kestä kauaa edes suljetussa pullossa. Tekstiilien ja varusteiden sterilointiin on käytettävä 5-prosenttista liuosta jonka annetaan vaikuttaa 20-30 minuuttia. Tekstiili voi siinä menettää värinsä. Sen jälkeen testiili tai metallipinta on huuhdottava huolellisesti koska syntyvä happo on syövyttävä kemikali. Näiden liuosten tilalle etsitään vähemmän syövyttäviä vedettömiä liuottimia. Kokeiltavana on mm. bensiinipohjainen liuotin jossa voi olla esim. tilkka kresolia. Maaperän, johon on joutunut pernaruttoitöitä, sterilointi on vaikea asia, sillä syvemmissä kerroksissa itiöt säilyvät vuosikymmeniä. Pintakerrokseen voidaan käyttää kloorikalkkia. Myös paiseruttoa löytyy siihen kuolleiden eläinten haudoista vielä vuosikymmenten kuluttua - ne ovatkin parhaita lähteitä ko bakteerien tyyppiviljelmän perustamiseksi. Saastuneet vaatteet, sidetarpeet, kudosjätteet ym. on siis huolellisesti dekontaminoitava ennen hautausta. Sisätilojen ja esim. elektronisten laitteiden dekontaminointi on suoritettava kaasulla.

6. Hoito

Bioaseesta infektiotautiin sairastuneiden hoito on lääketieteellinen ongelma jonka käsittely tässä artikkelissa olisi liian laaja kysymys. Siitä on hyvä, tuore suomalainen yleiskatsaus jossa asia käsitellään sekä sotilaslääketieteen että kansanterveyden näkökulmasta (14).

Todennäköisimpinä agensseina esitetään tässä artikkelissa seuraavat kuusi: pernarutto, brucellosis, rutto (*Y. pestis*), jänisrutto, Q-kuume ja isorokko. Myös muita viruksia, botulismia ja muita toksineja käsitellään lyhyesti, samoin geenitekniikkaan perustuvaa pikadiagnostiikkaa joka on vielä kehityksen alaisena. Hyviä hoito-ohjeita on myös Yhdysvaltain armeijan (13 j a 15) j a NATO:n (11) käsikirjoissa.

BIOTUHOASEIDEN KÄYTÖN RISKI MUIHIN SUURTUHORISKEIHIN VERRATTUNA

Terroristien tällä vuosikymmenellä Yhdysvaltojen hallitusta vastaan tekemien tuhoisien pommi-iskujen ja Aum Shinrikyo-järjestön Japanin hallitusta vastaan tekemien bioase- ja sariinihyökkäysten hälyttämänä presidentti Clinton aloitti huhtikuussa 1995 antamallaan Presidentin ohjeella Presidential Decision Directive 39 (PDD-39) Yhdysvalloissa suuren ristiretken terrorismia vastaan. Sen polttopisteessä ovat kemialliset ja bioaseet. Vaikkei bioasetta ole tällä vuosisadalla vielä koskaan käytetty tehokkaaseen terrori-iskuun, siihen on olemassa teoreettinen mahdollisuus. Tätä ris-

tiretkä on nyt käyty kolme vuotta ja se paisuu koko ajan. Presidentti Clinton on onnistunut tempaamaan mukaansa yleensä vastahakoisen Kongressin ja nyt noin 40 johtavaa hallituksen alaista elintä on siinä enemmän tai vähemmän koordinoitusti mukana. Presidentti Clinton esitti tammikuussa varoja tarkoitukseen \$ 2,8 miljardia (eli amerikkalaisittain "biljoonaa") lisää aikaisempiin \$ 7,2 miljardiin, yht. siis US \$ 10 miljardia mikä vastaa n. neljäsosaa Suomen valtion vuosibudjetista. Rahasta ei ole puutetta, sillä USA:n tämän vuoden budjetin ylijäämä on 99 miljardia dollaria, 20 miljardia enemmän kuin tammikuussa arvioitiin. Vuoden 2,000 ylijäämä arvioidaan 142 miljardiksi. Juuri siitä voidaan ehdottaa maksettaviksi nyt suunniteltavat uudet projektit.

Terrorismin vastainen taistelu käsittää tiedustelutiedon keräämisen ja tulinnan, jota suorittavat sotilastiedustelu ja CIA, kriisin hallinnan, jota koordinoivat oikeusministeriö ja FBI, sekä kriisin seurausten korjaamisen, jota koordinoi FEMA (Federal Emergency Management Agency).

- Ohjelma käsittää mm. 120:n Yhdysvaltain tärkeimmän kaupungin pelastushenkilöstön erikoiskoulutuksen suurtuhoaseterrorismia vastaan ja nopean ilmaisyksikköjen perustamisen kymmeneen osavaltioon tammikuussa 2000.
- FBI:ssä on terrorinvastustukseen erikoistunutta henkilökuntaa 2,600 henkeä.
- Sotilashenkilöstöä, reservit mukaanluettuina 2,4 biljoonaa, rokotetaan parast' aikaa pernaruttoa vastaan.
- Ilmailuhallitus varustaa lentoasemat erilaisilla räjähdemaalaisimilla, hyvinkin sofistikoituilla "haistajilla".
- Räjähdeiden leimaamista tehtaissa merkkiaineilla on tutkittu, mutta se on todettu liian kalliiksi ja vaikeaksi toteuttaa.

Tässä on muutamia esimerkkejä käynnissä olevista toimenpiteistä.

Kongressin reaktio on ollut sekava. Jotkut sanovat. "Parempi myöhään kuin ei milloinkaan". Ehdotuksia tehdään kaikkien mahdollisten terroritekojen ennalta ehkäisemiseen, ja niitähän riittää. Tehokkaampia toimia bioase-raaka-aineiden ja laitteiden kaupan valvontaan sekä bioasesopimuksen noudattamisen todentamiseen vaaditaan. Patogeenisten organismien tyyppikoelmuista luovuttamisen ehtoja vaaditaan tiukennettaviksi. Mitä erilaisimpia määrärahaehdotuksia tehdään terrorisminvastaiseen toimintaan.

Presidentti Clinton on ehdottanut perustettavaksi "tietokone-asiantuntijainjoukko-osaston" valtakunnan verkkoyhteyksiä suojaamaan. Samalla hän korostaa että "taistelu terrorismia vastaan ei ole vain hallituksen asia vaan jokainen kansalainen on siinä tärkeä" verraten sitä toiseen maailmansotaan (21). USA:n hallituksen vuosittainen raportti "Patterns of Global Terrorism" osoit-

taa kuitenkin että terrori-iskujen lukumäärä on 1980-luvulta laskenut alle puoleen, ollen v. 1998 vain 273, alin sitten 1971. Tosin eräitä entistä suurempia räjäytyksiä on tapahtunut viime vuosina, viimeisimmät USA:n Kenian ja Tansanian suurlähetystöjen edessä v. 1998.

Professori Andrew J. Bacevich, Bostonin yliopiston tunnetun Kansainvälisten suhteiden laitoksen johtaja, pitää Clintonin terrorismin vastaista ristiretkeä pääasiassa poliittisena ja sen syynä sitä, että lisääntyvä terrorismi on ristiriidassa Clintonin esittämään visioon maailman historiallisesta kehityksestä, jonka mukaan maailma olisi menossa Yhdysvaltain johdolla kohti varakkuutta ja rauhaa (22). Totuus on toisenlainen, kriisit eri puolilla maailmaa - Afrikassa, Kaakkois-Aasiassa, Indonesiassa, Lähi-Idässä, Balkanilla, Venäjällä - puhuvat toista kieltä. Terrorismi on loukkaus USA:n esittämää ihanaa maailmankuvaa vastaan, se on tullut osaksi amerikkalaisten kansallista psyykeä "näennäisesti olemassoloo uhkaavana tekijänä". Se pilaa kuvan siitä "onnellisesta maailmanlaajuisesta kylästä" jota USA hallitsee. Bacevichin mielestä Clintonin terrorisminvastainen taistelu on rakennettu väärälle perustalle kun se on erotettu poliittisesta yhteydestään. Terroristeille se on kumminkin "politiikan jatkamista toisin keinoin" kuten Clausewitz sanoo. Maailmassa on vielä paljon korjattavaa ja terroristi toimii poliittisin tarkoituksin saavuttaakseen tavoitteensa.

TERRORISMI JA SUOMI

Pohjoinen lintukotomme on toistaiseksi saanut olla rauhassa terroristien intohimoilta. Maailma kuitenkin muuttuu meidänkin osaltamme. Pakolaisia tulvii Afrikasta ja Balkanilta, Euroopan rajat aukeavat ja turistien kirjava virta paisuu. Huumekauppa on löytänyt tiensä Suomeen ja Suomen läpi. Suuri muutos maamme asemaan tapahtui juuri tänään, tätä kirjoitettaessa: Suomesta tuli EU:n puheenjohtajamaa puoleksi vuodeksi. Tiedämme jo että loppuvuodesta lukuisat NGO:t (= hallituksesta rippumattomat järjestöt) tulevat lähettämään mielenosoittajia Helsinkiin lobbaamaan aatteittensa puolesta. Jotkut niistä voivat olla militanttien järjestöjen julkinen siipi ja jotkut erilliset terroristijärjestöt voivat käyttää hyväkseen tilaisuutta. Sitä varten on valmistauduttava, ettei se tulisi yllätyksenä. Sitä missä muodossa se saattaisi tapahtua on mahdoton arvata, kokemuksen perusteella on epätodennäköistä joskaan ei mahdotonta että bioasetta käytettäisiin. Kokemuksia siitä miten terroriiskuun on varauduttava antavat esimerkiksi Atlantan olympialaiset, missä putkipommin räjähdys aiheutti paniikin jonka herraksi viranomaiset tosin pääsivät pian valmiutensa ansiosta (23). Bioasehyökkäyksestä ei ole mitään kokemusta. Joitakin viitteitä tarvittavista toimenpiteistä antaa edelläkuvattu

Jugoslavian tapaus jossa yksi ainoa isorokkoon sairastunut pyhiinveltaja pani liikkeelle epidemian joka vaati 20 miljoonan hengen rokotuksen ja 10. 000 henkilön sulkemisen karanteeniin kahdeksi viikoksi ja silti aiheutti 178 hengen sairastumisen joista 35 kuoli. Tullin ja poliisin lisäksi myös kansanterveyslaitoksen, puolustusvoimain suojelujoukkojen ja sairaaloiden karanteeniosastojen toiminta on suunniteltava. Kokemukset Atlantan olympilaisista osoittavat että on myös nimettävä asiantuntija koordinoimaan kaikkien viranomaisten toimintaa onnettomuustilantessa. Bioaseattentaatissa tämä vaatimus tulisi korostetusti esille. Mutta älkäämme maalatko Pirua seinälle, toivottavasti terroristitkin pidättyvät avaamasta uutta historian lehteä Helsingissä.

Taulukko 1. Ihmispatogeeniset B-asemikroobit (australialaisen ryhmän mukaan).

Bakteerit	Virukset
Bacillus anthracis	Chikungunya-virus
Bracella abortus	Krimin verenvuotokuumevirus
Brucella melitensis	Dengue-virus
Brucella suis	Itäinen hevos-enkefaliittivirus
Chlamydia psittaci	Ebola-virus
Clostridium botulinum	Hanta-virus
Francisella tularensis	Junin-virus
Pseudomonas mallei	Lassa-kuumevirus
Pseudomonas pseudomallei	Lymfosytäärinen korionmeningiittivirus
Salmonella typhi	Machupo-virus
Shigella dysenteriae	Marburg-virus
Vibrio cholerae	Apinarokkovirus
Yersinia pestis	Rift Valley-kuumevirus
	Puutiasenkefaliittivirus
Rickettsiat	Isorokkovirus
Coxiella burnetii	Venezuelan hevos-enkefaliittivirus
Rickettsia quintana	Läntinen hevos-enkefaliittivirus
Rickettsia prowasecki	Keltakuumevirus
Rickettsia rickettsii	Japanin enkefaliittivirus

Taulukko 2. B-asekäyttöön soveltuvat toksiinit.

<p> Botulinus-toksiinit Clostridium perfringens -toksiinit Conotoksiini Risiini Saxitoksiini Shigatoksiini Staphylococcus aureus -toksiinit Tetrodotoksiini Verotoksiini Mikrocystiini </p>
--

TAULUKKO 3. Bioaseeksi soveltuvia mikrobeja ja toksiineja.

<i>Bakteereja</i>	<i>Viruksia</i>	<i>Toksiineja</i>
<i>Bacillus anthracis</i>	<i>Isorokko</i>	<i>Botulinumtoksiini</i>
<i>Brucella sp.</i>	<i>Hevoskefaliittivirukset</i>	<i>Stafylokokin enterotoksiini</i>
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	<i>(Venezuelan, Eastern, Western)</i>	<i>Clostridium perfringens -toksiini</i>
<i>Francisella tularensis</i>	<i>Puutiaisenkefaliitti</i>	<i>Shigatoksiini</i>
<i>Yersinia pestis</i>	<i>Verenvuotokuumeet</i>	<i>Trikotekeenitoksiinit</i>
<i>Rickettsia prowazekii</i>	<i>(Ebola, Junin, Lassa, Machupo,</i>	<i>Abrini</i>
<i>Rickettsia rickettsii</i>	<i>Marburg, Krimi-Kongo)</i>	<i>Risiini</i>
<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Rift Valley -kuume</i>	<i>Konotoksiini</i>
	<i>Keltakuume</i>	<i>Saksitoksiini</i>
	<i>Hantavirukset</i>	<i>Tetrodotoksiini</i>

Kirjallisuus

1. Jones, Dane: Biological Warfare and the Implications of Biotechnology, <http://www.calpoly.edu/~drjones/biowar-e3.html>
2. Preston, R.: The Bioweaponers, The New Yorker (kovakantinen laitos) 9.3.1999, 2. Painos, ss. 52-65 - myös: <http://jya.com/bioweap.htm>
3. SIPRI, The Problem of Chemical and Biological Warfare, Volume 1, "The Rise of BC Weapons, Stockholm 1971.
4. Cole, L.A., The Specter of Biological Weapons. Scientific American 129, December 1996, No 1296; myös: <http://www.sciam.com/1296issue/1296cole.html>
5. Piller, Charles, Gene Wars: Military Control over the New Genetic Technologies, Beech Tree Books, New York 1988
6. Piller, Charles, Ultimate Vaccines. DNA - Key to Biological Warfare. The Nation, 10.12.1983, ss. 597-601.
7. Meselson, M. et al., The Sverdlovsk Anthrax Outbreak 1979, Science 266, 1994, 1202-1208.
8. Henderson, D.A., Bioterrorism as a Public Health Threat?, Emerging Infectious Diseases, Vol.4, No 3, July-Sept. 1998, 7 p.; myös: <http://www.cdc.gov/ncidod/vol4no3/hedrsn.htm>
9. Ekeus, R., Iraq's Biological Weapons Programme: UNSCOM's Experience. Memorandum Report to United Nations Security Council, 1996, 20 Nov., N.Y.
10. PE Lääk.os., Biologistet aseet. Sotatekniikan kehitys tekniikan aloittain, Sotatekniikan arvio ja ennuste, STAE 1993, osa 1, ss. 413-416.
11. Departments of the Army, Navy and Air Force, Nato Handbook of the Medical Aspects of the NBC. Defensive Operations. Washington, D.C., February 1996.
12. Vorobjev, A.A., et al. "Criterion Rating" as a Measure of Probable Use of Bioagents as Biological Weapons. Control of the Committee on International Security and Arms Control, National Academy of Sciences, Washington, D. G, 1994.
13. US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases, Medical Management of Biological Casualties, Fort Detrick, Frederick, Maryland, July 1998.
14. Eskola, Juhani, Ruutu, Petri ja Visakorpi, Risto, Bioaseiden aiheuttamat infektiot, Suomen Lääkärilehti 54, 1999, No 8, 933-939.
15. US Army Field Manual 8-9. Handbook on the Medical Aspects of NBC Defensive Operations, Washington, DC.
16. Trudil et al., Rapid and Sensitive Methods for Detecting Biological Agents, Proceedings of the 6th CBW Protection Symposium, Stockholm, Sweden, 1998, ISSN 1104-9154, pp. 49-50.
17. Hairston P.P. et al., Design of a Field-Deployable Instrument for Real-Time Identification of Biological Aerosols Based on Simultaneous Measurement of Aerodynamic Particle Size and Intrinsic Fluorescence, Proceedings of the 6th CBW Protection Symposium, Stockholm, Sweden, 1998, ISSN 1104-9154, p. 69.
18. Snyder, A. et al., Pyrolysis Gas- Chromatography Detection of Biological Warfare Agents, ACR Symposium, 1994, pp. 62-84.
19. Dworznsky, J. P. et al., Field-Portable, Automated Pyrolysis GCIMS System for Rapid Biomarker Detection in Aerosols: A Feasibility Study; Field Analytical Chemistry and Technology 5 , pp. 295-305.
20. Anon., <http://www.apl.gov/OPA/news97/news970331>
21. Clinton, W., Remarks by the President on American Security in the Changing World, George Washington University, 5.8.1996.
22. Bacevich, Andrew J., Mr. Clinton's War on Terrorism, Strategic Review 1999, Voi.27, No 2, 17-21
23. Seiple, Chris, Consequence Management, Domestic Response to Weapons of Mass Destruction, Parameters, Autumn 1997, 119-134.