

12

TSHERNOBYLIN TURMAN TERVEYSVAIKUTUKSET - opetuksia tulevaisuudelle

Wendla Paile

SISÄLLYSLUETTELO

12.1	Deterministiset vaikutukset	166
12.2	Stokastiset vaikutukset	166
12.3	Muut vaikutukset	171

Historian pahin esimerkki ydinreaktorionnettomuudesta on Tshernobylin turma vuonna 1986. Laskeuma saastutti pahoin laajoja alueita Valko-Venäjällä, Pohjois-Ukrainassa ja Länsi-Venäjällä, ja vaikutukset ulottuivat pitkälle Länsi-Eurooppaan aiheuttaen merkittävän laskeuman myös Suomessa (vertaa kirja 2, luku 7). Tietämys radioaktiivisen laskeuman kansanterveydellisestä merkityksestä pohjautuu suuressa määrin Tshernobylin onnettomuudesta saatuihin kokemuksiin. On opittu, että säteilyaltistuksen varsinaisten vaikutusten lisäksi tilanteeseen liittyy myös epäsuoria terveysvaikutuksia. Nämä voivat olla hyvinkin laajamittaisia ja pitkäaikaisia, ja ne on syytä ottaa huomioon varautumisessa poikkeavien säteilytilanteiden varalle.

12.1 | Deterministiset vaikutukset

Tshernobylin laitoksella onnettomuusyönä työskennelleistä henkilöistä, palomiehistö mukaan lukien, osa sai vaikeita säteilyvammoja. Onnettomuusyönä laitosalueella menehtyi kolme henkilöä: yksi kuoli palovammoihin, yksi jäi sortuvien rakenteiden alle, ja lisäksi yksi henkilö kuoli sydänkohtaukseen. Seuraavana aamuna 203 laitosalueella työskennellyttä henkilöä vietiin sairaalaan säteily sairauden epäilyn vuoksi. 134 tapusta vahvistettiin myöhemmin säteily sairaudeksi (vertaa luku 4). Seuraavien viikkojen aikana 28 näistä henkilöistä kuoli. Vaikeat säteilypalovammat olivat useassa tapauksessa osasyynä kuolemaan. Eloojääneistä 106 henkilöstä 11 oli kuollut vuoteen 1998 mennessä. Näistä kolme todennäköisesti on kuollut säteilyaltistuksen seurauksena, kaksi luuytimen krooniseen lamaan t umiseen ja yksi leukemiaan. Muita kuolinsyitä on sepelvaltimotauti, maksan kovettumatauti ja keuhkotuberkuloosi, mitkä todennäköisesti eivät liity säteilyaltistukseen.

Laskeumalle altistuneessa väestössä determinististen vaikutusten kynnyсарvot eivät ylittyneet. Poikkeuksena ovat pienten lasten kilpirauhasannokset, jotka olivat lähialueella asuvilla joissakin tapauksissa niin korkeita, että kilpirauhasen vajaatoiminta olisi mahdollinen seuraus. Tästä ei kuitenkaan ole selvää näyttöä.

12.2 | Stokastiset vaikutukset

Säteilyn stokastiset vaikutukset muodostuvat lisääntyneestä syöpäriskistä altistuneessa väestössä sekä perinnöllisistä vaikutuksista jälkeläisissä. Deterministiset vaikutukset koskevat vain muutamaa sataa ihmistä,

jotka saivat poikkeuksellisen korkeita säteilyannoksia, kun taas stokastisten vaikutusten lisääntynyt riski koskee miljoonia altistuneita. Useimmissa väestöryhmissä riskin lisäys jää kuitenkin pelkästään laskennalliseksi, koska pientä lisäystä ei voida tilastollisesti erottaa taustasta.

Altistuneet ryhmät

Evakuoidut asukkaat

Tshernobylin voimalan vieressä sijaitsevan Pripjatin kaupungin 49 000 asukasta siirrettiin pois alueelta kahden vuorokauden sisällä turman jälkeen. Toukokuun ensimmäisen viikon aikana evakuoitiin kaikki muutkin asukkaat 30 kilometrin säteellä hajonneen reaktorin ympäriltä (yhteensä 50 000 ihmistä). Seuraavina kuukausina evakuoitiin vielä 17 000 ihmistä pahiten saastuneista kylistä tämän suoja-alueen ulkopuolelta. Evakuoitujen kokonaismäärä vuonna 1986 oli näin ollen 116 000. Näiden ihmisten keskimääräisen säteilyannoksen on arvioitu olevan 30 millisievertiä. Tuhatkunta ihmistä sai yli 100 mSv, jotkut jopa 400 mSv annoksen. Pienet lapset saivat keskimäärin usean grayn kilpirauhasannoksen.

Tshernobylin suoja-alueella asuminen ja aiheeton oleskelu on edelleen kielletty. Jotkut asukkaat ovat kuitenkin omatoimisesti palanneet, ja viranomaiset ovat hiljaisesti hyväksyneet paluumuuton. Vuonna 2001 alueella asui 460 henkilöä.

Myöhempinä vuosina on siirretty vielä kymmeniä tuhansia ihmisiä Valko-Venäjän, Ukrainan ja Venäjän kylistä, joissa laskeuma oli suuri. Kansainvälisten asiantuntija-arvioiden mukaan nämä väestönsiirrot eivät kuitenkaan olleet säteilysuojelusyistä perusteltuja. Esimerkiksi suuri joukko suomalaisia saa luonnon radioaktiivisista aineista normaalissa elinympäristössään vuosittain suuremman säteilyannoksen kuin siirretyt ihmiset olisivat saaneet kyseisillä alueilla.

Saastuneilla alueilla asuvat ihmiset

Alueet, joilla alkuperäinen ^{137}Cs -laskeuma oli yli 555 kBq/m², on määriteltä tiukan kontrollin alueiksi. Näillä alueilla asuu edelleen noin 200 000 ihmistä. Heidän tähän mennessä kertynyt annoksensa on keskimäärin 40 mSv. Annos on peräisin sekä ulkoisesta että sisäisestä altistuksesta. Vuoteen 2056 mennessä arvioidaan kertyvän yhteensä keskimäärin 20 mSv lisää.

Viisi miljoonaa ihmistä asuu lievemmin saastuneilla alueilla, joilla laskeuma oli yli 37 kBq/m². Nämä ihmiset ovat saaneet arviolta keskimäärin 8 mSv ylimääräisen säteilyannoksen. Vuoteen 2056 mennessä kokonaisannos nousee 12 mSv:iin.

Puhdistustyöntekijät

Väestöä enemmän säteilylle altistuivat puhdistustyöntekijät, jotka suorittivat erilaisia raivaus- ja puhdistustoimenpiteitä reaktorin lähellä sekä suojavavyhykkeellä. Noin 600 000 ihmistä on virallisesti rekisteröity Tshernobylin puhdistustyöntekijöiksi. Todellisuudessa kuitenkin vain 226 000 oli töissä vuosina 1986–1987 alle 30 kilometrin etäisyydellä turmapaikasta. Muiden osalta säteilyaltistus jäi vähäiseksi. Rekisteröitymistä on usein haettu väärin perustein taloudellisten etujen vuoksi.

Työntekijöiden säteilyannosten arviointi on osoittautunut vaikeaksi. Vuonna 1986 sovellettiin puhdistustyöntekijän annosrajana poikkeuksellisesti 250 millisieverttiä, mutta jotkut heistä ovat epäilemättä saaneet vielä korkeampia annoksia. Osa näistä oli mukana poistamassa erittäin radioaktiivista materiaalia reaktorin katolta. Vuoden 1986 aikana puhdistustehtävissä työskennelleiden keskimääräinen annos on virallisten rekisteritietojen mukaan 170 mSv.

Puhdistustyöntekijöiden terveyttä seurataan vuosittain. Yleinen sairastuvuus heidän joukossaan on ollut huomattavan suuri, ja työkyvyttömyys on hyvin yleistä. Työkyvyttömyyden syistä yleisimmät ovat neuropsykiatrisia ("hermostollinen väsymys", "vegetatiivinen epätasapaino", "paniikkihäiriö"). Sairastuvuusluvut eivät kuitenkaan korreloi annosryhmään. Lisäksi korkeista sairastuvuusluvuista huolimatta kokonaiskuolleisuus puhdistustyöntekijöiden joukossa on kuluneiden vuosien aikana ollut alhaisempi kuin muussa samanikäisessä väestössä. Tämä koskee myös syöpäkuolleisuutta. Sen sijaan vähäistä ylimäärää on havaittu väkivaltaisen kuoleman osuudessa, erityisesti itsemurhissa.

Puhdistustyöntekijöiden säteilyannosten perusteella voi arvioida, että 0,5 prosenttia heistä aikanaan kuolee säteilyn aiheuttamaan syöpään, ja että 2–3 prosenttia kaikista tulevaisuuden syöpäkuolemista heidän joukossaan johtuu säteilystä. Vaikka yksilökohtaiset annostiedot ovat epävarmoja, on kuitenkin mahdollista, että puhdistustyöntekijöiden rekisteritietojen avulla saadaan aikanaan lisää tietoa säteilyannoksen ja syöpärisikin suhteesta. Se että toistaiseksi ei ole havaittu mitään lisäystä johtuu ainakin osittain

siitä, että kiinteiden syöpäkasvainten riski alkaa nousta vasta kymmenen vuotta altistuksesta.

Leukemia ilmestyy säteilyaltistuksen jälkeen aikaisemmin kuin kiinteät kasvaimet. Koska se on muuten harvinainen tauti, ylimäärä on helpommin havaittavissa. Puhdistustyöntekijöiden joukossa on tähän mennessä rekisteröity muutamia kymmeniä leukemiatapauksia odotettua enemmän. Tulosta ei kuitenkaan toistaiseksi pidetä luotettavana, koska kaikkia diagnooseja ei ole varmistettu eikä tietoa vertailuväestön leukemiaesiintyvyydestä pidetä luotettavana.

Taulukossa 12.1 on esitetty altistuneiden väestöryhmien kollektiivianosten perusteella ylimääräisten syöpäkuolemien laskennallinen määrä eri ryhmissä. Numerot perustuvat ICRP:n arvioon kroonisen altistuksen aiheuttamasta syöpäkuolemien riskistä koko väestössä, joka on 5 prosenttia per mansievert (vertaa luku 11). Taustaksi on oletettu 20 prosentin syöpäkuolleisuus. Taulukossa ei ole mukana kilpirauhasannoksia eikä kilpirauhassyöpää, joka hyvin harvoin johtaa kuolemaan. Kilpirauhassyöpää käsitellään jäljempänä erikseen.

Kuten taulukosta käy ilmi, ei ole odotettavissa tilastollisesti havaittavaa syöpäkuolemien lisäämistä missään muussa väestöryhmässä kuin mahdollisesti puhdistustyöntekijöiden joukossa. Merkille pantavaa on myös, että lasten leukemia ei ole alueella lisääntynyt, vaikka sen latenssiaika on vain kaksi vuotta, ja riskin huippu esiintyy alle kymmenen vuotta altistuksen jälkeen.

	Väestömäärä	Kollektiivinen annos (manSv)	Keskimääräinen annos (mSv)	Ylimääräisiä syöpäkuolemia odotettavissa	Syöpäkuolemia taustalla	Tshernobylin osuus syöpäkuolemista/koko väestöstä
Alkuvaiheessa evakuoituidut	116 000	4 000	30	200	23 000	alle 1% / alle 0,2%
Tiukan kontrollin alueella asuvat	200 000	12 000	60	600	40 000	1,5% / 0,3%
Lievemmin saastuneilla alueilla asuvat^{*)}	5,16 milj.	60 000	12	3 000	1 milj	0,03% / 0,006%
Puhdistustyöntekijät 1986-87	226 000	23 000	100	1 100	45 000	2,5% / 0,5%

^{*)} Pelkästään Venäjän, Valko-Venäjän ja Ukrainan alueet. Lievästi saastuneita alueita (yli 37 kBq/m²) on myös muualla Euroopassa, muun muassa Suomessa.

TAULUKKO 12.1 Tshernobylin turmassa altistuneiden väestöryhmien syöpäkuoleman laskennallinen riski verrattuna taustalla esiintyvään syöpäkuolleisuuteen

Kilpirauhassyöpä on lisääntynyt

Tshernobylin päästö sisälsi suuren määrän radioaktiivista jodia. Annoksen kannalta tärkein isotooppi on I-131, jonka puoliintumisaika on kahdeksan päivää. Alkupäivinä myös lyhytikäisemmät jodi-isotoopit olivat tärkeitä. Laskeuman aikana radiojodi aiheutti altistusta hengityksen kautta, ja myöhemmin altistus tapahtui elintarvikkeiden, erityisesti maidon ja tuoreiden vihannesten kautta. Kun radioaktiivinen jodi on päässyt keuhkojen tai suoliston kautta verenkiertoon, suuri osa siitä hakeutuu nopeasti kilpirauhaseen, joka tällä tavoin saa paljon suuremman säteilyannoksen kuin mikään muu elin. Loput radiojodista poistuu virtsan mukana muutamassa päivässä. Kilpirauhaseen päätyvä osuus radiojodista vaihtelee 25 prosentista 90 prosenttiin riippuen kilpirauhasen toiminnasta sekä ravinnon jodipitoisuudesta. Monella alueella Tshernobylin ympärillä väestössä on lievää tai kohtalaista jodinputetta.

Sadat lapset saivat yli kymmenen grayn kilpirauhasannoksia ja kymmenet tuhannet yli yhden grayn annoksia. Pienet lapset saivat suurimmat annokset. Samalla yli miljoona lasta laajalla alueella on saanut pieniä annoksia. Aikuisten annokset ovat keskimäärin vain kymmenesosa pienten lasten annoksista.

Vuoden 1990 jälkeen lasten kilpirauhassyöpätapausten määrä on lisääntynyt dramaattisesti saastuneilla alueilla. Lisäys huomattiin ensimmäisenä Valko-Venäjällä Gomelin alueella, jossa vuosittainen sairaustapausten määrä nousi pian yli sataan kutakin miljoonaa alle 15-vuotiasta lasta kohti. Länsimaissa sairaustapausten vuosittainen määrä miljoonaa lasta kohti on yleensä 0,5–1.

Todettuja lasten kilpirauhassyöpätapauksia oli vuoden 1998 loppuun mennessä noin 1 000 kappaletta. Alle prosentti sairastuneista on kuollut. Suurin sairastumisriski on niillä, jotka altistushetkellä olivat alle viiden vuoden ikäisiä. Vanhemmilla lapsilla ja nuorilla riski on pienempi. Aikuisiässä altistuneilla ei ole osoitettu selvää kilpirauhassyöpän lisääntymistä. Jos tapausmäärään lasketaan mukaan lapsuusiässä sairastuneiden lisäksi myös kaikki ne, jotka altistushetkellä olivat alle 18-vuotiaita, kilpirauhassyöpä kokonaismääräksi saastuneilla alueilla saadaan 1 800, minkä luvun UNSCEAR 2000 ilmoittaa. Tässä määrässä on kuitenkin mukana joitakin satoja sellaisia tapauksia, jotka olisivat sairastuneet ilman säteilyäkin. Vanhimmat tästä ryhmästä ovat nyt jo yli 30-vuotiaita, jolloin kilpirauhassyöpä ei enää ole kovin harvinainen. Itsestään syntyneiden tapausten erottaminen säteilystä aiheutuvista ei ole mahdollista. Sen sijaan alle 15 vuoden ikäisinä sairastuneista melkein kaikki ovat varmasti säteilyn aiheuttamia, mikä sinänsä on ainutlaatuisia. Muissa olosuhteissa yksittäistä syöpätapausta

voidaan ani harvoin pitää kohtalaisella todennäköisyydellä säteilyn aiheuttamana. Merkille pantavaa on myös, että vaikka jotkut lapset saivat hyvin korkeita annoksia, suurin osa syöpään sairastuneista on saanut alle 300 mGy:n kilpirauhasannoksen. Tämä selittyy sillä, että kollektiivinen annos muodostuu enimmäkseen pienistä annoksista. Altistuneiden lasten määrä näissä annosryhmissä on hyvin suuri, mikä aiheuttaa merkittävän kollektiivisen annoksen ja numeerisesti paljon tapauksia, vaikka yksilöiden riski on pieni. Esimerkkinä voi mainita Valko-Venäjän tiedot alle 6-vuotiaina altistuneista. Näistä 300 000 oli saanut alle 100 mGy:n annoksen, ja tämän annosryhmän keskiarvo oli 60 mGy. Tässä joukossa oli vuosina 1990–1996 löytynyt 84 kilpirauhasyyöpää, kun odotusarvo on kaksi tapausta. Ylimääräisiä syöpätapauksia on tavattu jopa 500 kilometrin etäisyydellä päästä. Tästä on otettava oppia valmiussuunnittelussa. Suurin osa kilpirauhasyyöpätapauksista olisi ollut vältettävissä, jos lapsille olisi annettu ajoissa joditabletteja, ja jos heti alussa olisi kielletty paikallisen maidon käyttö saastuneilla alueilla.

12.3 Muut vaikutukset

Tshernobylin jälkeen altistuneiden ihmisten säännöllinen terveystarkastus on entisen Neuvostoliiton maissa tehty lakisääteiseksi. Laki koskee yli miljoonaa ihmistä: evakuoituja, saastuneilla alueilla asuvia, puhdistustyöntekijöitä sekä heidän lapsiaan. Näissä tarkastuksissa on löydetty suuri määrä erilaisia sairauksia, joita on väärin perustein yhdistetty säteilyaltistukseen. Todellisuudessa sairaustilastoa väestöstä, jota seurataan aktiivisesti, ei voi verrata sellaiseen väestöön, jonka pitää hakeutua hoitoon oma-aloitteisesti. Samalla on ilmeistä, että väestössä on monia terveysongelmia, jotka eivät johdu säteilyaltistuksesta, mutta silti ovat yhteydessä katastrofin aiheuttamaan kokonaistilanteeseen.

Psykososiaaliset vaikutukset

Varsinaiset säteilyvaikutukset väestön keskuudessa ovat määrällisesti rajoitetut eivätkä välttämättä tule koskaan tilastollisesti näkyviin. Ne liittyvät suoraan todelliseen altistukseen, eivätkä riipu väestön tietoisuudesta tai subjektiivisesta riskikäsitelmästä. Laskeumatilanteessa näitä vaikutuksia voidaan estää tai rajoittaa järkevillä vastatoimilla, joilla vähennetään väestön altistusta. On kuitenkin käynyt ilmi, että Tshernobylin katastrofiin epäsuorasti liittyvät terveysvaikutukset ulottuvat paljon laajemmalle kuin varsinaiset säteilyvaikutukset sekä maantieteellisesti että ajallisesti. Talou-

delliset, sosiaaliset ja psykologiset ongelmat nivoutuvat tiiviisti toisiinsa. Joissakin tapauksissa suoritettut vastatoimet ovat jopa pahentaneet näihin liittyviä terveysongelmia.

Laajat alueet ovat muuttuneet kelvottomiksi maanviljelylle, jolloin ihmiset ovat menettäneet toimeentulomahdollisuutensa. Tästä on aiheutunut valtavia taloudellisia seurauksia sekä yksilöille että yhteiskunnalle. Ihmisten muuttaminen alueelta pois on saattanut olla välttämätöntä, vaikka ulkoinen annosnopeus ei sinänsä olisi estänyt alueella asumista.

Köyhyyden ja työttömyyden riivaamassa yhteiskunnassa mahdollisuus täydentää ruokavaliotaan oman puutarhan tai läheisen metsän ja järven tuotteilla voi muodostaa ratkaisevan eron puutteellisen ja riittävän ravitsemuksen välillä, erityisesti kasvavilla lapsilla. Varsinkin tiukan kontrollin alueilla nämä paikallistuotteet voivat olla pahasti saastuneita edelleen, ja osalle on määrätty käyttökielto. Täten laskeumatilanteella voi olla terveysvaikutuksia, jotka liittyvät puutteelliseen ravinnonsaantiin. Näiden vaikutusten torjumiseksi puhtaan ravinnon toimittaminen ja toimeentulon tukeminen on ollut välttämätöntä vuosikausia.

Nämä taloudelliset ongelmat ovat konkreettisesti sidoksissa itse laskeumaan. Mutta puhtaasti psykososiaaliset vaikutukset ovat vieläkin mittavampia. Ne koskevat satojatuhsia ihmisiä, ja ne ovat jatkuneet vakavina monta vuotta. Psykososiaaliset vaikutukset ulottuvat pitkälle varsinaisen laskeuma-alueen ulkopuolelle ja ne korreloivat huonosti todelliseen altistukseen. Sen sijaan ne korreloivat subjektiiviseen riskikäsitykseen. Yleisön huoli ja pelko on realiteetti, jolla on ollut suoraa vaikutusta myös päätösten tekoon. Pelko ja pessimismi yleisön joukossa näyttää olevan aivan suhteeton verrattuna todellisiin säteilyvaikutuksiin. Valitettava esimerkki tästä ovat kymmenettuhannet ylimääräiset raskaudenkeskeytykset, joita tehtiin Euroopassa Tshernobylin onnettomuuden jälkeen.

Säteilyaltistuksen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet voivat joskus jopa pahentaa psykososiaalisia vaikutuksia. Näiden haittojen kohtaamiseen ja rajoittamiseen ei ole olemassa yksiselitteisiä ohjeita, mutta joistakin Tshernobylin kokemuksista voidaan ottaa oppia.

Subjektiivinen riskikäsitys

Jokainen, joka epäilee altistuneensa säteilylle, yrittää saada tietoa altistuksen suuruudesta ja siihen liittyvästä riskistä. Koska säteilyä ei

voi nähdä eikä aistia muullakaan tavalla, ihmiset ovat täysin riippuvaisia viranomaisten antamasta tiedosta. Toisaalta viranomaisiin ei onnettomuuden jälkeen välttämättä luoteta. Ainoa tapa kohdata epäluottamusongelma on antaa nopeaa, oikeaa ja avointa yleistietoa kontaminaatiosta ja altistuksesta. Silti jonkinasteista epäluottamusta ei todennäköisesti voi kokonaan välttää. Yleisö saa tiedotusvälineiden kautta ristiriitaisia tietoja ja näkemyksiä riskeistä, mikä vähentää uskoa viranomaisten antamaan tietoon.

Yleensä altistuminen kuvitellaan paljon suuremmaksi kuin mitä se on todellisuudessa. Kokokehomittaus, joka antaa objektiivista tietoa sisäisestä kontaminaatiosta, voi helpottaa pelkoa paljon suuremmasta jatkuvasta altistuksesta, mutta ei kerro paljon aiemmasta altistumisesta. Lisäksi altistukseen liittyvää sairastumisen riskiä kuvitellaan yleensä paljon todellista suuremmaksi – sekä määrällisesti että laadullisesti. Terveystieteiden tutkimukset saattaa tässä suhteessa olla vain vähän viisaampi kuin yleisö.

Ongelman mittakaava ja samalla huono korrelaatio todelliseen altistukseen käy ilmi vuonna 1991 tehdystä tutkimuksesta, jossa verrattiin subjektiivisia ja objektiivisia terveysindikaattoreita kontaminoidulla ja puhtaalla alueella Tshernobylin ympäristössä. Alueet olivat väestörakenteeltaan samankaltaisia. Objektiiviset, ruumiillisen terveyden kriteerit eivät eronneet alueiden välillä, mutta joitakin eroja löytyi subjektiivisissa oireissa. Merkillä pantavaa on, että kontaminoituneella alueella asuvista ihmisistä 45 prosentilla oli oman käsityksensä mukaan jokin säteilystä johtuva sairaus, mutta myös puhtaalla alueella asuvista peräti 30 prosentilla oli sama käsitys. Stressiin liittyvät oireet, kuten väsymys, ruokahalun puute, päänsärky ja masennus, olivat huomattavan yleisiä kummasakin ryhmässä. Tämä osoittaa, että negatiiviset psykologiset vaikutukset ja epärealistiset riskikäsitykset ulottuvat kauas merkittävän laskeuman ulkopuolelle. Todellisuudessa kukaan tutkituista ei ollut saanut sellaista säteilyannosta, josta voisi aiheutua mitään oireita.

Stressin yleiset terveysvaikutukset

Stressivaikutusten yleiset välittäjät ovat autonominen hermosto ja endokriininen järjestelmä. Kroonisen stressin yhteydessä muutokset voivat säilyä vuosia. USA:ssa vuonna 1979 tapahtuneen Three Mile Islandin ydinonnettomuuden jälkeen ympäristössä asuvilla ihmisillä todettiin biokemiallisten stressi-indikaattoreiden olevan koholla vielä vuosia onnettomuuden jälkeen.

Stressin tyypilliset oireet ovat ahdistus, masennus, häiriintynyt uni, päänsärky ja pahoinvointi, ruokahalun puute, väsymys ja apatia, aggressio, itsemurhakäyttäytyminen ja päihteiden väärinkäyttö. Stressioireet voivat myös muistuttaa somaattista sairautta. Stressi voi aiheuttaa epämääräistä kipua missä tahansa ruumiinosassa ilman elimellistä sairautta. Lisäksi stressi voi aiheuttaa toiminnallisia ruoansulatuskanavan häiriöitä, mutta myös gastriittia tai mahahaavaa. Stressin uskotaan olevan myötävaikuttavana tekijänä useassa muussakin sairaudessa, kuten esimerkiksi haavaisessa paksusuolentulehduksessa, verenpainetaudissa ja sepelvaltimo-
taudissa.

”Krooninen ympäristöperäinen stressitauti”

Tshernobylin onnettomuuden jälkeen yleisön reaktiolle on yritetty löytää sopiva diagnostinen luokitus. Yleinen piirre ihmisillä on ollut taipumus nähdä säteily kaikkien mahdollisten sairauksien ja vaivojen syynä, ja tätä reaktiota leimattiin alkuvuosina yleisesti termillä ”säteilyfobia”. Tämä ei kuitenkaan ole sopiva nimi, koska se antaa ymmärtää, että säteilyn pelko itsessään olisi sairaalloista. Todellisuudessa säteilyn pelko on aivan normaali reaktio, joka johtuu ristiriitaisesta tiedosta ja todellisen tiedon puutteesta. Sen sijaan krooninen pelkotila johtaa stressiin, mistä taas voi seurata sekundaarisia sairaustiloja. ”Vegetatiivinen dystonia” ei ole myöskään sopiva kuvaus. Se on liian yleistävä moninaisten terveysongelmien lopullisena leimana.

Vakiintunut psykiatrinen termi on ”posttraumaattinen stressioireyhtymä”. Sitä nähdään suurten katastrofien kuten tulipalojen, maanjäristysten ja vakavien liikenneonnettomuuksien jälkeen, joihin liittyy äkillinen, traumaattinen henkilökohtainen kokemus ja sen laukaisema äärimmäinen tunneresponssi. Sitä luonnehtivat traumaattiset muistot muun muassa painajaisten muodossa, tilannetta koskevien ajatusten välttely sekä myöhemmässä vaiheessa ärtyneisyys ja keskittymisvaikeudet. Tshernobylin turmassa joillakin ihmisillä onnettomuuspaikalla on voinut olla tämäntapaisia henkilökohtaisia kokemuksia, mutta tämä ei koskenut suurta yleisöä. Sen sijaan heidän joukossaan vallitsi kasvava tieto näkymättömästä uhkasta, jota ei voinut aistein havaita eikä tehokkaasti välttää. Alkuvaiheessa tiedotus oli niukkaa ja ristiriitaista. Vakava krooninen stressitila kehittyi kasvavasta vakaumuksesta, että asiat olivat menossa pahasti pieleen ihmisten ja heidän lastensa elämässä. Huoli ja pelko levisivät epidemian tavoin. Uhkan todellista luonnetta ymmärrettiin huonosti. Terveysvaikutuk-

Psykologiselta kannalta tilannetta voidaan verrata muihin aikaisempiin onnettomuuksiin, joihin on liittynyt ympäristön saastuminen kemiallisilla aineilla, sekä muihinkin, vähemmän dramaattisiin, todellisiin tai koettuihin kroonisiin ympäristöperäisiin terveysuhkiin, joilla on enemmän tai vähemmän epämääräinen alkuperä. Oireita ja piirteitä, joita on raportoitu myrkyllisten jätteiden kaatopaikoilta, ovat päänsärky, pahoinvointi, moraalinen romahtaminen, alentunut elämänlaatu sekä viranomaisiin suuntautuva epäluulo. Näihin kokemuksiin perustuen on ehdotettu uusi diagnostinen kokonaisuus nimeltä ”krooninen ympäristöperäinen stressitauti”. Tämän reaktiotavan tyypillisiä piirteitä ovat Tshernobylin kokemusten mukaan apatia, krooninen väsymys, mielenkiinnon puute sekä ”opittu avuttomuus”. Tämä on erittäin vakava kansanterveysongelma. Tärkein ennalta ehkäisevä toimenpide on nopea, oikea, selkeä ja ymmärrettävä tiedottaminen tilanteesta ja sen seurauksista. Tämän saavuttamiseksi rakentava yhteistyö tiedotusvälineiden kanssa on ehdottoman tärkeää.

On selvää, että tieto säteilystä ja sen vaikutuksista vähentää stressiä. Koska stressin aiheuttajaa ei voida poistaa, pitää pyrkiä muuttamaan tapaa, jolla se koetaan. Antamalla selkeitä neuvoja siitä, miten omaa henkilökohtaista annosta voidaan pienentää, on katsottu mahdolliseksi kohentaa ihmisten tunnetta, että tilanne on heidän hallinnassaan. Tällä uskotaan olevan edullinen vaikutus henkiseen hyvinvointiin.

Sosiaalinen tuki ja kasvatusta, mukaan lukien henkilökohtainen ja ryhmätasolla annettava neuvonta, on tärkeä osa tilanteen hoitoa. On välttämätöntä vakuuttaa saastuneilla alueilla asuvat ihmiset siitä, että heidän oireensa ja tautinsa eivät voi johtua säteilystä, mutta että osa niistä voi olla yhteydessä stressiin. Tämä on yhteiskunnalle haasteellinen kansan kasvatustehtävä.

Muutokset terveystietoisuudessa ja lääkäreiden diagnostisessa käyttäytymisessä

On todettu, että edellä kuvatun tapainen ympäristöperäinen stressi muuttaa ihmisten terveystietoisuutta. Tshernobylin onnettomuuden vaikutuspiirissä elävien ihmisten mielikuvassa pienet, jokapäiväiset oireet ovat muuttuneet mahdollisiksi merkeiksi vakavasta säteilyn aiheuttamasta sairaudesta, jotka edellyttävät perusteellista lääkärintutkimusta. Tässä tilanteessa terveydenhoitohenkilökunnan käyttäytyminen on keskeinen tekijä. Haastattelutulosten mukaan saastuneilla alueilla toimivien paikallisten lääkäreiden mielestä onnettomuus on väestön tärkein terveysuhka (sivuttaen siis tupakan, alkoholin, köyhyyden, tuberkuloosin, sukupuolitaudit ja niin

edelleen). Näin he lietsovat omalta osaltaan potilaittensa huolia ja pelkoja. Laajamittaiset terveystarkastukset ovat nähtävästi myös olleet omiaan lisäämään väestön huolta nykyisistä ja tulevista terveysvaikutuksista.

Muutokset terveyskäyttäytymisessä ja diagnostisessa käyttäytymisessä yhdessä laajojen terveystarkastusohjelmien kanssa ovat johtaneet lisääntyneeseen määrään diagnostisoituja sairauksia miltei kaikissa elimissä. Yleisön mielikuvassa tämä on osoitus säteilyn haitallisista vaikutuksista. Todellisuudessa kuitenkin kyseessä täytyy olla ainakin osittain tehostunut diagnostiikka ja luultavasti myös yli diagnostiikka. Osittain mukana voi olla todellinen lisäys stressiin liittyvissä sairauksissa. Säteilyllä ei kuitenkaan ole mitään suoraa osuutta tähän lisäykseen. Kuvatunlaisten vaikutusten ehkäisemiseksi on ehdottomasti annettava oikeaa tietoa säteilyn vaikutuksista sekä terveydenhuoltohenkilöstölle että myös yleisölle.

Terveystarkastukset

Altistuneen väestön säännöllisillä terveystarkastuksilla ei ole säteilyn kannalta paljon merkitystä, koska säteily ei aiheuta sellaisia sairauksia, joita voisi helposti löytää joukkotutkimuksissa. Ei ole olemassa mitään yleiskoetta syövän löytämiseksi. Poikkeuksena ovat radiojodille altistuneet pienet lapset. Kilpirauhasen ultraäänitutkimus yhdistettynä neulabiopsiaan epäilyttävistä kyhmyistä saattaa paljastaa varhaisen syövän. Lapset, jotka olivat 0–5-vuotiaita altistuessaan, ja jotka asuivat pahiten saastuneilla alueilla, ovat ilmeisesti hyötäneet suoritetuista joukkotutkimuksista. Sen sijaan aikuisten kilpirauhasen joukkotutkimus ultraäänellä aiheuttaa todennäköisesti enemmän haittaa kuin hyötyä. Tutkimuksissa saattaa löytyä suuri määrä epäilyttäviä kyhmyjä, jotka epätydyttävien ohutneulavastausten takia johtavat tarpeettomiin leikkauksiin. Lisäksi voi löytyä piileviä, lepotilassa olevia kasvaimia, jotka eivät koskaan olisi kehittyneet kliiniseksi syöväksi. Ei ole juurikaan viitteitä siitä, että aikuiset olisivat ylipäänsä herkkiä kehittämään kilpirauhassyöpää säteilyaltistuksen jälkeen.

Päinvastoin kuin monet kuvittelevat, kohtuullinen säteilyaltistus ei aiheuta altistuneille ihmisille muita pitkäaikaisia terveysvaikutuksia kuin syöpää. Täten säännölliset terveystarkastukset, joissa tällaisia vaikutuksia etsitään, voivat luoda vääriä kuvitelmia potentiaalisesta terveysongelmasta, jota todellisuudessa ei ole. Tärkeämpää on, että perusterveydenhuolto toimii ja on ihmisten käytettävissä tarpeen mukaan. Terveydenhuoltohenkilökunnalla tulisi olla hyvät tiedot säteilyn vaikutuksista ja erityisesti myös siitä, min-kälaisia vaikutuksia säteilyllä ei ole.

Uudelleen asuttamisen vaikutukset

Säteilyaltistuksen vähentämiseen tähtäävät vastatoimet voivat muilla tavoilla vaikuttaa terveyteen haitallisesti. Psykososiaalisen vaikutuksen kannalta uudelleen asuttaminen on erityisen kyseenalainen toimenpide, koska sillä on selvästi todettu olevan negatiivinen vaikutus henkiseen hyvinvointiin. Jos uudelleen asuttamista harkitaan stokastisten vaikutusten vähentämiseksi, on muistettava, että toimenpiteellä voidaan välttää ainoastaan tulevaisuudessa saatava annos. Annos joka on jo saatu ei ole enää vähennettävissä, eikä sitä näin ollen tulisi huomioida, kun toimenpidettä harkitaan.

Jos vältettävä annos on pieni, uudelleen asuttamista ei tulisi suorittaa vain stressin vähentämiseksi. Tshernobylistä saatu kokemus osoittaa, että toimenpiteen vaikutus tässä mielessä todennäköisesti on päinvastainen. Stressivaikutukset eivät vähene uudelleen asuttamisella, vaan ne voivat jopa lisääntyä. Pelko jo saadusta annoksesta ei vähene. Uudelleen asutetut ihmiset, varsinkin jos heidät on siirretty vastoin tahtoaan, kärsivät kodinkaipuusta, sosiaalisen verkoston rikkoutumisesta sekä jopa vihamielisyydestä alkuperäisten asukkaiden taholta uudella asumispaikalla. Vanhemmat ihmiset ovat erityisen taipuvaisia kärsimään siirrosta. On todettu, että vanhusten keskuudessa sairastaminen ja kuolleisuus nousee pakollisen siirron jälkeen.

Tämän kokemuksen valossa uudelleen asuttamista ei pidä suorittaa, jollei toimenpiteellä vältettävä säteilyannos ole huomattava.

KIRJALLISUUTTA

Jacob P et al. Childhood exposure due to the Chernobyl accident and thyroid cancer risk in contaminated areas of Belarus and Russia. *Br J Cancer* 1999; 80 (9): 1461–1469.

Lee TR. Environmental Stress Reactions Following the Chernobyl Accident. In: One Decade after Chernobyl. Summing up the Consequences of the Accident. Proceedings of an International Conference, Vienna, 8-12 April 1996. EU, WHO, IAEA. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1996.

Havenaar JM et al. Psychosocial Consequences of the Chernobyl Disaster. In: Karaglou A et al (eds): The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident. Proceedings of the First International Conference. Minsk, Belarus, 18-22 March 1996.

Rumyantseva GM et al. The Influence of Social and Psychological Factors in the Management of Contaminated Territories. In: Karaglou A et al (eds): The Radiological Consequences of the Chernobyl Accident. Proceedings of the First International Conference. Minsk, Belarus, 18-22 March 1996. Luxembourg: ECSC-EC-EAEC, 1996.

Collins DL et al. Coping with chronic stress at Three Mile Island: psychological and biochemical evidence. *Health Psychol* 1983; 2: 149-166.

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2000 Report. Vol II: Effects. Annex J: Exposures and effects of the Chernobyl accident. New York: United Nations, 2000.

Kuvaliite



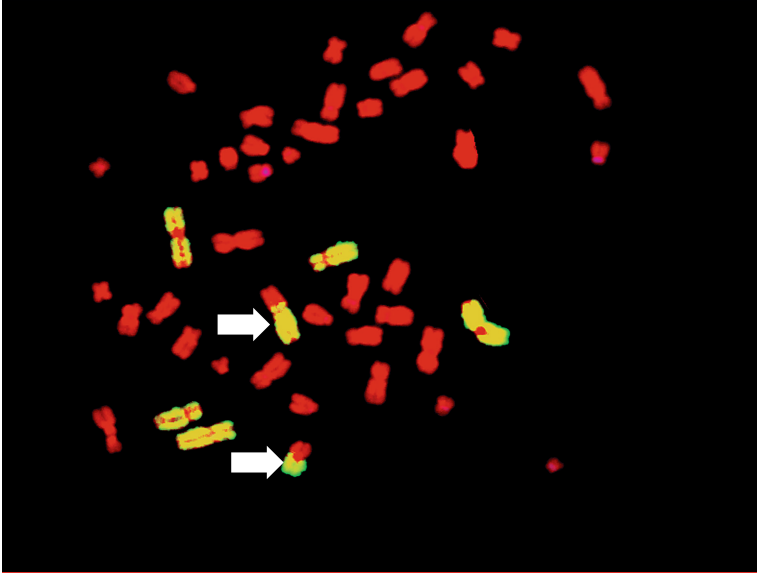
KUVA 4.3 Säteilyvamma

Säteilyvamma kämmenellä kuusi viikkoa sen jälkeen, kun potilas on pitänyt voimakkaan säteilylähteen kädessään hetken aikaa. Kämmenellä näkyy kuivaa hilseilyä ja peukalossa avohaava. Vuosi myöhemmin peukalo oli amputoitava.



KUVA 10.2 Metafaasi

Metafaasi, eli jakautumisvaiheessa oleva solu, jossa nähdään niin sanottu disentriininen kromosomi (iso nuoli) ja siihen liittyvä fragmentti (pieni nuoli).



KUVA 10.3

Kromosomimaalaustekniikan avulla havaittavat translokaatiokromosomit (nuolet).

Hakemisto

A

absorboitunut kokokehoannos 144
adaptiivinen vaste 34
alkio 133
alleeli 123
altistus 79
ammattialtistus 109
annosraja 159
annosrajoitus 159
annosvaste 89, 98
annosvastekäyrä 144
antikodoni 20
apoptoosi 38
autosomaali 123

B

BEIR 154

D

DDREF 155
deleetio 24, 128
deoksiribonukleiinihappo (DNA) 12
deterministiset vaikutukset 44
disentrinen kromosomi 142
DNA 12
DNA-juoste 15
DNA-ligaasi 33
DNA-polymeraasi 33
dominoiva 123
duplikaatio 24

E

ekologinen tutkimus 82
eksoni 12
elinikäisriski 96
energiansiirtokyky 29
epidemiologia 78
esionkogeeni 68

F

fenotyyppi 123

G

geeni 12, 28
genotyyppi 123
glykosylaasi 32

H

haploidinen 24

harha 80, 99
harmaakaihi 59
harvaan ionisoiva säteily 29
hedelmöitystuote 133
hermosolujen vaellushäiriö 136
Hiroshiman ja Nagasakin
 atomipommitukset 94
hormesis 74
huoneilman radon 108
häviämä 35

I

ICRP 152
ilmaantuvuus 79
ilmarintahoito 104
imusolu 142
infektioherkkyys 52
initiaatiovaihe 67
interventio 158
introni 12
inversio 24
ionisaatio 28
iturata 122

K

kaivostyöntekijä 107
kaksinkertaistumisannos 127
kaksoisjuostekatkos 32
Kansainvälinen säteilysuojelu-
 toimikunta ICRP 152
kaspaasi 39
keuhkotulehdus 61
kilpirauhassyöpä 112, 68
kodoni 20
kohorttitutkimus 81
kollektiiviannos 155
kontaminaatio 61
korjausentsyymi 32
kosminen säteily 111
kriittinen ryhmä 162
kromatidi 13
kromosomi 12
kromosomimaalaus-tekniikka 146
kromosomimutaatio 24
kromosomistomutaatio 24
kromosomivaurio 123, 142
kudosten painotuskertoimet 157 (taul. 11.3)
kuolleisuus 79, 96
kynnysarvo 44, 74, 96

L

LET 29
limakalvovaurio 54
Linear Energy Transfer 29
LNT-malli 72, 157
lokus 123
luuydinsiirto 52
luuydinvaurio 52
lymfosyytti 142
lymfosyyttien määrä 53
lähetti-RNA 18

M

maaperän gammasäteily 106
Marshall-saaret 100
Mayakin laitokset 110
meioosi 14
mendelöivä sairaus 123
metafaasi 143
mitoosi 13
monitekijäinen 125
monitekijäinen sairaus 123, 124
monosomia 24
multifactorial 125
munuaisvaurio 60
muovautuneisuus 81
mutaatio 35
mutaatioospektri 36

N

naapurisoluvaikutus 71
nekroosi 38
nukleotidi 15

O

ohjelmoitu solukuolema 38
oikeutus 158
onkogeeni 68
optimointi 158
organogeneesi 134

P

perimä 12
perimän epävakaisuus 71
perinnöllinen sairaus 122
pienipäisyys 136
pistemutaatio 24, 29
plutonium 110
polygeeninen 125

polyploidinen 24
potentiaalinen altistus 158, 162
praktikka 158
probability of causation (syyosuus) 115
progressio 67
promootio 67

R

radiojodi 105
radiojodilaskeuma 114
radium 111
resessiivinen 123
ribonukleiinihappo 18
ribosomi-RNA 18
riskimallit 86
RNA 18

S

sekoittuneisuus 81
Sellafieldin jälleenkäsittelylaitos 113
Semipalatinsk 100
sentromeeri 13
siirtäjä-RNA 18
sikiökausi 134
solusykli 38
somaattinen solu 13
steriliteetti 59
stokastiset vaikutukset 45
sukusolulinja 122
sukusolulinjan solut 13
supralineaarinen 74
synapsi 135
syyosuus (probability of causation) 115
syöpägeeni (onkogeeni) 68
syöpäilmaantuvuus 95
sädehoito 100, 102 (taul. 7.4), 103, 114
säteilyepidemiologia 94
säteilypalovamma 57
säteilysairauden alkuroiset 51
säteilysairaus 50
säteilytyöntekijä 109
säteilyvamma 50

T

taannehtiva annosmääritys 146
tapaus-verrokkitutkimus 83
templaatti 18
Tetsha-joki 113
Thorotrast 105

Hakemisto (jatk.)

Three Mile Islandin ydinvoimala 113
tiheään ionisoiva säteily 29
transkriptio 18
translaatio 22
translokaatio 24
translokaatio-kromosomi 142
trisomia 24
tsygootti 13

U

uudelleenjärjestymä 35
UNSCEAR 154

V

vakava henkinen jälkeenjääneisyys 135
vaste 80
vastingeeni 123
verenvuototaipumus 52
verisuonivaurio 60

X

X-kromosomiin kytkeytynyt 123

Y

yhden geenin sairaus 123
yhden juosteen katkos 32