

Heli Larjava ja Jussi Aarnio

## Tarvitaanko säteilysuojaa vielä?

Laki velvoittaa työnantajan suojaamaan työntekijät mahdollisilta haitallisilta olosuhteilta, esimerkiksi säteilyltä. Tieto pienien säteilyannoksien terveysvaikutuksista karttuu edelleen – esimerkiksi lainsäädännössä silmän mykiölle sallittu työperäisen altistuksen yläraja pienenee merkittävästi seuraavan kahden vuoden aikana. Röntgentutkimuksia tehdään sairaalassa useissa eri yksiköissä: radiologian ja kirurgian yksiköissä, sydäntoimenpideyksikössä ja leikkaussaleissa. Lisäksi kuvauksia tehdään osastoilla. Vaikka tutkimusmäärät ovat Suomessa vähentyneet, ovat tutkimukset monimutkaisempia ja niissä käytetään aiempaa enemmän säteilyä sekä pidempiä läpivalaisuaikoja. Säteilysuojauslinjaus on yhdenmukainen, vaikka eri osastojen henkilökunta tuntee siitä vain osia. Tämä johtuu siitä, että säteilytutkimusten ja -toimenpiteiden erilaisuus, käytössä olevat laitteet sekä niiden kuvausohjelmat vaihtelevat osastoittain paljon.

Säteilylaissa määritellään säteilytyö säteilyn tai ydinenergian käyttöön liittyvänä työnä, jossa työntekijä voi altistua siinä määrin säteilylle, että työpaikalla on järjestettävä säteilyaltistuksen seuranta. Laki velvoittaa toiminnan harjoittajaa suunnittelemaan ja toteuttamaan työntekijöiden suojelun niin, että selvitetään ennalta työntekijöihin työssä kohdistuva säteilyaltistus ja siihen vaikuttavat tekijät (1).

Ionisoivan säteilyn käyttöä säätelevä säteilyasetus määrittelee, että säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää 20 millisievertin (mSv) keskiarvoa vuodessa viiden vuoden aikana, eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv. Työntekijät tulee luokitella A- ja B-säteilytyöluokkiin työstä mahdollisesti aiheutuvan säteilyaltistuksen perusteella. A-luokan säteilytyöntekijälle työstä saa vuosittain aiheutua yli 6 mSv:n efektiivinen annos. B-luokkaan kuuluvan työntekijän työperäisen altistumisen tulee jäädä alle 6 mSv:n. Säteilytyötä tekemättömälle työntekijälle työstä aiheutuva säteilyaltistus ei vuodessa saa ylittää 1 mSv:n efektiivistä annosta, joka on myös väestön annosraja (2).

Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on hankittava ja annettava työntekijän käyttöön erikseen säädetyt vaatimukset täyttävät ja tarkoituksenmukaiset henkilösuojaimet. Samoin

laki velvoittaa työntekijän toimimaan yhteistyössä työnantajan kanssa ja noudattamaan työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita niin, että työntekijän tulee ohjeiden mukaisesti käyttää työnantajan hänelle antamia suojaimia (3).

### Kuvantamisyksikkö

Kuvantamisyksikön työntekijät kirjataan yleensä säteilytyöluokkaan B, ja usein heidän käytössään ei ole henkilökohtaista annosmittaria, elleivät he työskentele tutkimushuoneessa säteilyä käytettäessä. Laitteiden valvontatilat on suunniteltu niin, ettei väestöannos niissä työskenneltäessä ylity. Päälle puettavia tai ulkoisia (myös liikuteltavia) säteilysuojaimia käytetään työskenneltäessä huoneessa säteilyn käytön aikana tai jouduttaessa toimimaan kiinnipitäjänä tutkimuksen aikana. Esimerkiksi mammografiassa hoitaja on toimenpiteen aikana kuvaushuoneessa, mutta hän suojautuu sädetyksen ajaksi lyijylasisen seinäkkeen taakse.

### Yleis- ja kardiologinen angiografia sekä muut läpivalaisutoimenpiteet

Yleis- ja kardiologisessa angiografiassa ja muissa läpivalaisutoimenpiteissä käytetään pitkiä läpivalaisuaikoja ja kuvausmäärät ovat suuria. Näistä huoneista löytyvät ne lääkärit ja hoitajat,

joiden annosmittareihin kertyy säteilyannosta kuukausittain (**TAULUKKO**) (4). Toimenpiteitä tekevien lääkäreiden ja heitä avustavien hoitajien tulee käyttää asianmukaisia silmäsuojia muun suojavaatetuksen lisänä (5,6). Kuitenkin heidänkin säteilyturvallisuuksaan voidaan edelleen parantaa optimoimalla suojien ja liikuttavien lyijyikkunoiden sijaintia, samoin kuin kuvauskäytäntöjä ja -ohjelmia. Myös toimenpidepöydän helmasuojat ja pöydän reunaan kiinnitettävät ylöspäin suuntautuvat suojat ovat tärkeä osa henkilökunnan suojausta. Kuvattaessa viistokuvauksia tai työskenneltäessä kahden kaaren laitteistolla on säteilyaltistuksen minimoimiseksi huomioitava röntgenputken sijainti ja tarjolla olevien lisäsuojien lisäksi huolehdittava omasta paikasta toimenpidehuoneessa (7).

**TAULUKOSSA** on luetteloitu ne annosseuranassa olevat säteilytyöntekijät, joiden annosmittariin on vuoden aikana kertynyt suurin kumulatiivinen annos (ammattiryhmän mukaan mainittuna). Kaikki nämä henkilöt altistuvat terveydenhuollon röntgensäteilylle, joten he käyttävät työssään päälle puettavia säteilysuojaimia. Tällöin todellinen efektiivinen annos saadaan jakamalla mittariin kirjautunut annos niin sanotulla ”essutekijällä”, joka voidaan arvioida 30:ksi (4). Näin voidaan todeta, että vuosina 2005–2014 ei yhdenkään terveydenhuollon röntgensäteilyn parissa työskentelevän henkilökohtaista annosmittaria pitävän henkilön – edes B-säteilytyöntekijän – efektiivinen vuosiansnosraja ole ylittynyt, mistä voidaan kiittää kuvausohjelmien optimointia ja hyvää henkilösuojausta.

## Leikkausosastot

Säteilyn käyttö leikkausosastoilla poikkeaa säteilyn käytöstä muissa yksiköissä siten, ettei leikkausosastoilla säteilyä käyttävä henkilökunta välttämättä ole saanut laaja-alaista koulutusta säteilyturvalliisiin toimintatapoihin (8,9).

Kuten sydäntoimenpideyksiköissä ja toimenpideradiologiassa, myös leikkaussaleissa henkilökunnalle aiheutuvaa säteilyaltistusta pienennetään merkittävästi käyttämällä pöydän reunaan kiinnitettäviä, pöydän alta tulevalta sä-

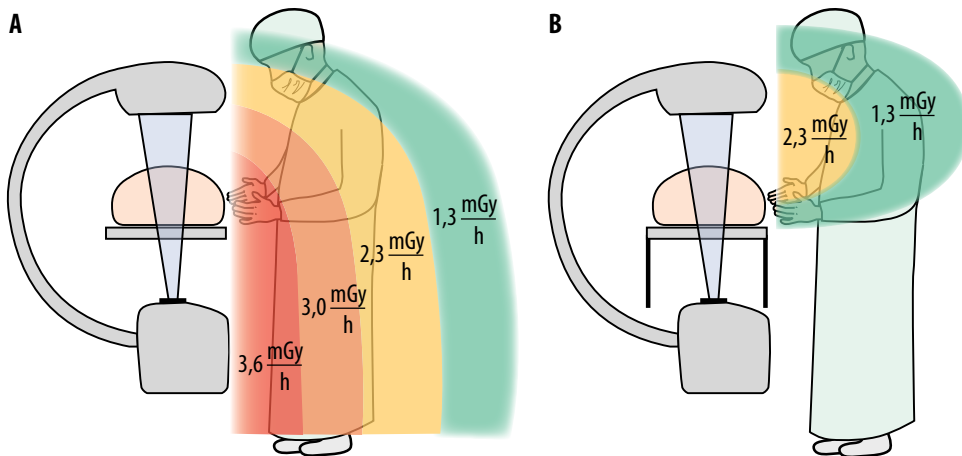
**TAULUKKO.** Säteilyturvakeskuksen vuosiraporteista 2005–2014 poimittuja terveydenhuollon säteilytyöntekijöille röntgensäteilystä aiheutuneita säteilyannoksia (kunkin vuoden suurin annosseurantajärjestelmään kirjattu koko vuonna aiheutunut säteilyannos). Karkea arvio efektiivisen annoksen laskemiseen syväannoksesta on syväannoksen jakaminen 30:llä (4). Ilmoitetut ammattiryhmät käyttävät säteilyltä suojaavaa vaatetusta työskennellessään.

Vuosi	Ammatti	Mitattu syvä-annos (mSv/vuosi)	Arvioitu efektiivinen annos (mSv)
2014	Toimenpideradiologi	28,8	1
2013	Toimenpideradiologi	45,1	0,8–4,5
2012	Toimenpideradiologi	44,6	0,7–4,5
2011	Toimenpideradiologi	33	0,6–3,3
2010	Toimenpideradiologi	26	0,4–2,6
2009	Toimenpideradiologi	26	0,4–2,6
2008	Kardiologi	26	0,4–2,6
2007	Toimenpideradiologi	27,3	0,5–2,7
2006	Kirurgi	32,8	0,5–3,3
2005	Toimenpideradiologi	42,2	0,7–4,2

teilyltä suojaavia lisäsuojia silloin, kun toimenpiteen luonne sen mahdollistaa. Myös anestesiahenkilöstön tulee huolehtia suojauksestaan.

Mikäli toimenpiteessä otetaan vain yksittäisiä läpivalaisukuvia, ei jokaisen huoneessa olevan henkilön ole välttämätöntä pukeutua säteilyltä suojaavaan vaatetukseen. Tällöin suojautumisen voidaan tehdä poistumalla säteilyn käytön ajaksi joko liikuttavan lyijyseinäkkeen taakse tai mahdollisuuksien mukaan kokonaan toimenpidesalista. Mikäli toimenpiteessä kuitenkin käytetään säteilyä usein ja varsinkin mikäli kuvattava kohde on suuri (esimerkiksi lantio), on huolellinen suojautumisen tärkeää.

Mikkelin keskussairaalassa on mitattu sironnutta säteilyä leikkaussaligeometriassa (Jussi Aarnio ja Pia Puhakka, julkaisematon tieto). Esimerkiksi lantion alueen toimenpiteessä voi sironneen säteilyn annosnopeus suureta 3,6 milligrayn (mGy) lukemaan tunnissa, kun altistus kohdistuu voimakkaasti kirurgin alaraa-



**KUVA.** Kartta sironneen säteilyn annosnopeudesta lantion alueen toimenpiteessä ilman toimenpidepöytään lisätyjä säteilysuojia (A) sekä niiden kanssa (B). Pöytään lisätyt säteilysuojat poistavat alaraajoihin suuntautuvan sironneen säteilyn tehokkaasti. Laitteen eri kuvaus- ja läpivalaisutoiminnot aiheuttavat samanmuotoisen sironnakuvion, mutta säteilyaltistuksen suuruus riippuu käytetyistä kuvausarvoista. Tyypillisessä lantion alueen toimenpiteessä läpivalaisuaika on noin 30 sekuntia ja kirurgin altistus noin 30  $\mu$ Sv.

joihin (KUVA). Tyypillisessä toimenpiteessä läpivalaisuaika on noin 30 sekuntia, ja siten yhdestä lantion alueen leikkauksesta aiheutuu leikkaavalle kirurgille noin 30 mikrosievertin suuruinen säteilyaltistus. Pöytään kiinnitettävien suojien käyttö vähentää sironnutta säteilyä huomattavasti. Lisäksi säteilyaltistukseen voi vaikuttaa merkittävästi rajaamalla kuvakenttää ja käyttämällä harvempia pulssitaajuuksia. Lyijyesiliina poistaa jäljelle jäävästä sironneesta säteilyä vielä yli 90 %.

Leikkaussaleissa käytetään usein laitekoh-  
taisia ryhmäannosmittareita, jotka annetaan  
tutkimuksessa mahdollisesti  
suurimman säteilyannoksen  
saavalle työntekijälle. Niitä  
käytetään laitteilla tehtävien  
toimenpiteiden aikana vallit-  
sevan sironneen säteilyn ylei-  
sen määrän seuraamisessa.  
Joissakin tapauksissa käytetään myös henkilö-  
annosmittareita. Mitatut säteilyannokset jäävät  
yleensä kirjauskynnyksen alapuolelle. Suojau-  
tumistarvetta mietittäessä kannattaa huomioi-  
da, että säteily tulee pöydän alapuolelta ja si-  
roa pääsääntöisesti pöytäta-  
sion korkeudelle ja si-  
itä alas päin. Kauluksessa roikkuva annosmit-  
tari ei kerro alavartaloon kohdistuvan säteilyn  
määrää.

**Ilman puettavia säteily-  
suojaimia vuosiansos-  
rajat ylittyisivät osalla  
lääkäreistä jo kesällä.**

## Silmän linssin säteilyherkkyys ja suojaaminen

Vuonna 2013 Euroopan komissio julkaisi di-  
rektiivissä 2013/59/Euratom silmän mykiön  
ekvivalenttiannokselle uuden rajan, 20 mSv  
vuodessa (10). Aiempi, vielä nykyisessä sätei-  
lyasetuksessa oleva mykiön vuosiansosraja on  
150 mSv (2). Tämä muutos on herättänyt run-  
saasti keskustelua.

Useimmissa ellei kaikissa Suomen sairaalois-  
sa työnantaja tarjoaa toimenpideradiologeille ja  
kardiologeille silmää säteilyltä suojaavat lyijy-  
lasit omilla vahvuuksilla. Mikäli  
tällaisia ei ole tarjolla, käytettä-  
vissä ovat vahvuudettomat suoja-  
lasit. Laseissa olennaista on, että  
ne suojaavat silmää myös sivulta  
tulevalta säteilyltä – mikäli po-  
tilasta läpivalaistaessa ja suurta  
näyttöä katsottaessa potilasta silmäkulmasta  
vilkaistaessa ei näkölinjalla ole suojalasia, altis-  
tuu mykiö suojaamattomana säteilylle (11).

Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA)  
on koonnut sivustolleen selkeän yhteenvedon  
säteilyn aiheuttamasta kaihistä, sen syntyta-  
voista ja siltä suojautumisesta (7). Säteilyn  
aiheuttaman kaihin riski lisääntyy, mikäli toi-  
menpiteen aikana käytetään kahden kaaren

angiografialaitteistoa tai C-kaaren röntgenputkea toimenpidepöydän yläpuolella sekä varsinkin silloin, mikäli toimenpiteen tekijä on läpivalaisun tai kuvauksen aikana erittäin lähellä säteilykeilaa. Parhaita suojautumistapoja silmään siroavalta säteilyltä ovat etäisyys, kattoon kiinnitetty lyijysuojalasi (suojauskerroin 5–25 lasin sijoittelun mukaan) ja säteilyltä suojaavat lyijysilmälasit (suojauskerroin 5–10 mallin mukaan).

Silmään tulleen säteilyn karkean arvion voi tehdä oman henkilökohtaisen annosmittarin mittaamista annoksista. Mikäli annosmittari sijaitsee kauluksessa säteilyn käyttöpuolella, sen mittaama pinta-annos on suuruudeltaan vastaava kuin silmän linssiin kohdistunut annos, mikäli suojalaseja ei ole käytetty. Useimmiten annosraportissa näkyy vain kirjautunut syvä-annos, mutta pinta-annos on yleensä suunnilleen samansuuruinen. Nykyisin mittarin mitaaman pinta-annoksen kirjauskynnys on kymmenkertainen syväannokseen verrattuna, ja herääkin kysymys, voitaisiinko kirjauskynnykset yhdenmukaistaa silmän linssin sädeannoksen karkean annoskertymän arvioimiseksi.

## Lopuksi

Säteilyä on käytetty lääketieteessä vasta hiukan yli sata vuotta. Tänä aikana suositeltu työntekijän efektiivinen enimmäisvuosiannos on pientenyt noin 700 mSv:stä nykyiseen

### HELI LARJAVA, FL, sairaalafyysikko

Keski-Suomen sairaanhoitopiiri, kuvantaminen

### JUSSI AARNIO, FL, sairaalafyysikko, diagnostisten tukipalveluiden päällikkö

Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalvelujen kuntayhtymä

## Ydinasiat

- ▶ Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on hankittava ja annettava työntekijän käyttöön erikseen säädetyt vaatimukset täyttävät ja tarkoituksenmukaiset henkilösuojaimet.
- ▶ Hyvätkään säteilysuojat eivät suojaa riittävästi, jos niitä käytetään väärin.
- ▶ Yhdenkään terveydenhuollon röntgensäteilyn piirissä työskentelevän henkilökoh-taista annosmittaria käyttävän henkilön saama efektiivinen annos ei vuosina 2005–2014 ole ylittänyt A-säteilytyöntekijälle määriteltyä alaraja-annosta.
- ▶ Mikäli päälle puettavia säteilysuojaimia ei olisi käytetty, olisi useita A-säteilytyö-luokkaan kuuluvia henkilöitä jouduttu siirtämään osaksi vuotta säteettömiin työ-tehtäviin.

20 mSv:iin (2,12). Tieto pienten säteily-annoksien aiheuttamista terveysvaikutuksista lisääntyy edelleen. Järkevä suhtautuminen säteilyyn ja asiallinen suojautuminen sitä käytet-täessä ovat olennainen osa säteilytyötä tekevien henkilöiden ammattitaitoa. ■

### SIDONNAISUUDET

**Heli Larjava:** Luentopalkkio (Suomen kirurgiyhdistys ry, Suomen röntgenhoitajaliitto ry, Säteilyturvakeskus), työsuhde (Labquality, Mehiläinen)

**Jussi Aarnio:** Asiantuntijapalkkio (Lääkärikeskus Ikioma Oy, Ikitutkimus Oy)

### SUMMARY

#### Radiation protection – still necessary?

Knowledge about the effects of small doses of radiation on health is accumulating, and for example the maximum level of occupational exposure allowed for the lens of the eye will be lowered in the next radiation law. Radiographic examinations are carried out at various departments in a hospital. Although the numbers of examinations have decreased in Finland, the examinations are more complex, and more radiation than before as well as longer fluoroscopy times are utilized in them. The guidelines for radiation are consistent despite the fact that there is large variation in the radiologic studies and procedures performed at different departments.

**KIRJALLISUUTTA**

1. Säteilylaki 27.3.1991/592. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).
2. Säteilyasetus 1512/1991. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).
3. Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).
4. Siiskonen T, Tapiovaara M, Kosunen A, ym. Monte Carlo simulations of occupational radiation doses in interventional radiology. *Br J Radiol* 2007;80:460–8.
5. Vano E, Gonzalez L, Fernández J, Hasikal ZJ. Eye lens exposure to radiation in interventional suites: caution is warranted. *Radiology* 2008;248:945–53.
6. Leyton F, Nogueira MS, Saad J, ym. Scatter radiation dose at the height of the operator's eye in interventional cardiology. *Radiat Measurement* 2014;71:349–54.
7. Radiation protection of patients (RPOP). Radiation and cataract: staff protection. International Atomic Energy Agency 2013. [rpop.iaea.org/RPOP/RPOP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6\\_OtherClinicalSpecialities/radiation-cataract/Radiation-and\\_cataract.htm#TS](http://rpop.iaea.org/RPOP/RPOP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/radiation-cataract/Radiation-and_cataract.htm#TS).
8. Paasonen T. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen perus- ja jatkokoulutukseen sisältyvä säteilysuojelukoulutus Suomessa 2010. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2011.
9. Heikkilä P. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa: kartoitus säteilykäytön turvallisuuskulttuuriin vaikuttavista tekijöistä suomalaisissa leikkaussaleissa. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto 2013.
10. Council directive 2013/59/Euratom. Off J EU 17.1.2014. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:EN:PDF>.
11. Geber T, Gunnarsson M, Mattsson S. Eye lens dosimetry for interventional procedures – relation between the absorbed dose to the lens and dose at measurement positions. *Radiat Measurement* 2011;46:1248–51.
12. Inkret WC, Meinhold CB, Taschner JC. A brief history of radiation protection standards. *Los Alamos Sci* 1995;23:117–23.