

**STUK-A174**

**Helmi kuu 2000**

**Säteilyturvallisuus ja laatu  
röntgendiagnostiikassa  
2000**

Koulutuspäivät

24. - 25.2.2000

10. - 11.4.2000

A. Servomaa, T. Parviainen (toim.)

STUKin raporttisarjoissa esitetyt johtopäätökset ovat tekijöiden johtopäätöksiä, eivätkä ne välttämättä edusta Säteilyturvakeskuksen virallista kantaa.

ISBN 951-712-365-5  
ISSN 0781-1705

Oy Edita Ab, Helsinki 2000

Myynti:  
Säteilyturvakeskus  
PL 14 00881 HELSINKI  
Puh. (09) 759 881

*Servomaa, Antti, Parviainen, Teuvo (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2000. Koulutuspäivät 24. - 25.2.2000 ja 10. - 11.4.2000. (STUK-A174). Helsinki 2000, 116 s.*

**ISBN** 951-712-365-5

**ISSN** 0781-1705

**Avainsanat** säteilyturvallisuus, röntgendiagnostiikka, laadunvarmistus, potilasannos, kliininen auditointi

## JOHDANTO

Euroopan unionin lääketieteellistä säteilynkäyttöä koskeva direktiivi (97/43/Euratom) on tuonut paljon uusia velvoitteita sairaaloille. Se hallitseeekin tämän hetken säteilysuojelutoimenpiteitä lääketieteellisessä säteilynkäytössä. Ajankohtaisia asioita ovat säteilysuojelusäännösten ja laatu järjestelmien kehittäminen, koulutusohjelman laatiminen, potilasannokset ja radiologisten toimintojen auditoinnit. Potilasannosten määrittäminen on yksi tärkeimmistä direktiivin asettamista vaatimuksista tällä hetkellä. Sairaalat ovat velvollisia määrittämään potilasannokset ja vertaamaan niitä kansallisiin vertailuarvoihin. Euroopan komissio on rahoittanut tutkimusprojekteja kehittämään menetelmiä potilasannosten määrittämiseksi ja vertailuarvojen asettamiseksi.

Tässä raportissa käsitellään uusia säteilyturvallisuuksäädöksiä, laatu järjestelmiä ja potilasannosten määrittämistä. Artikkeleissa tarkastellaan myös säteilytyöntekijöille asetettuja vaatimuksia, kuvataan sairaaloiden laatu järjestelmiä sekä esitetään potilasannosten mittausmenetelmiä ja potilasannoksia.

*Servomaa, Antti, Parviainen, Teuvo (Eds.). Radiation safety and quality in diagnostic x-ray imaging 2000. Education course 24. - 25.2.2000 and 10. - 11.4.2000. (STUK-A174). Helsinki 2000. 116 pp. In Finnish.*

**ISBN** 951-712-365-5

**ISSN** 0781-1705

**Keywords** radiation safety, diagnostic x-ray imaging, quality assurance, patient dose, clinical audit

## INTRODUCTION

The Medical Directive (97/43/Euratom), which regulates current activities in radiation protection with regard to medical radiology, has introduced new obligations for hospitals. Current topics are the development of radiation protection regulations and quality systems, education and training programmes, patient doses and clinical audits. The assessment of patient dose is one of the most important tasks required by the Directive. Hospitals are made responsible for assessing patient doses and then comparing the results against the national reference levels. The European Commission has financed research projects in order to develop methods for assessing patient doses and to establish reference levels.

This report deals with the new radiation protection regulations, quality systems and the assessment of patient doses. The articles deal with the requirements set for radiation workers, quality systems implemented in hospitals, dose assessment methods and patient doses.

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b>	sivu
JOHDANTO	3
INTRODUCTION	4
UUDET SÄÄNNÖKSET OHJAAMAAN SÄTEILYN LÄÄKETIETEELLISTÄ KÄYTTÖÄ Heimo Kahlos, Ritva Havukainen	7
SÄTEILYTYÖNTEKIJÖIDEN LUOKITTELU JA MUUTOKSET ANNOSVALVONNASSA Hannu Hyvönen	12
SÄTEILYTYÖNTEKIJÖIDEN TERVEYSTARKKAILU Wendla Paile	16
SOSIAALI- JA TERVEYDENHUOLLON LAADUN- HALLINTA 2000-LUVULLE Maarit Outinen, Salla Sainio	20
LAADUNHALLINTA RADIOLOGISELLA OSASTOLLA Mervi Savolainen	28
LAADUNHALLINNAN KEHITTÄMINEN HELSINGIN KAUPUNGIN KUVANTAMISYKSIKÖSSÄ Elina Lohva	32
LAATUPOLITIIKKA KÄTILÖOPISTON SAIRAALAN RÖNTGENOSASTOLLA Pirjo Outinen	42
LASTEN RADIOLOGISET TUTKIMUKSET JA LAATU Sirpa Jäppinen, Tuula Vinnurva-Jussila	47
SÄTEILYANNOKSET JA LAATU LASTEN RADIOLOGI- SISSA TUTKIMUKSISSA Teuvo Parviainen, Tuula Vinnurva-Jussila, Pirjo Outinen, Sirpa Jäppinen, Päivi Ojala	50

POTILASANNOKSET AIKUISTEN RÖNTGEN-TUTKIMUKSISSA	55
Antti Servomaa, Tuomo Komppa, Olavi Pukkila, Anja Kettunen Asko Miettinen, Teuvo Parviainen	
POTILASANNOKSET LASTEN RÖNTGENKUVAUKSISSA	61
Antti Servomaa, Tuomo Komppa, Teuvo Parviainen	
POTILASANNOKSET LASTEN LÄPIVALAISU-RÖNTGENTUTKIMUKSISSA SUOMESSA	76
Antti Servomaa, Tuomo Komppa, Teuvo Parviainen, Minna Heikkilä	
POTILASANNOKSET TT-TUTKIMUKSISSA	82
Juhani Karppinen, Antti Servomaa	
SÄTEILYANNOKSEN PIENENTÄMISMAHDOLLISUUDET LASTEN LÄPIVALAISUTUTKIMUKSISSA	90
Markku Tapiovaara	
POTILASANNOKSEN MÄÄRITTÄMINEN: ANNOKSEN JA PINTA-ALAN TULON MITTAAMINEN JA PINTA- ANNOKSEN LASKENTA	97
Matti Toivonen, Asko Miettinen, Antti Servomaa	
ANNOKSEN MITTAAMINEN TERMOLOISTEDOSIMETRILLA: STUKIN MITTAUSPALVELU	107
Eija Vartiainen	
EFEKTIIVISEN ANNOKSEN ARVIOINTI PINTA-ANNOK- SESTA JA ANNOKSEN JA PINTA-ALAN TULOSTA RÖNTGEN- TUTKIMUKSISSA	110
Antti Servomaa	

# UUDET SÄÄNNÖKSET OHJAAMAAN SÄTEILYN LÄÄKETIETEELLISTÄ KÄYTTÖÄ<sup>1</sup>

Heimo Kahlos, Ritva Havukainen  
Säteilyturvakeskus

**Säteilyn lääketieteellistä käyttöä koskevia säännöksiä yhtenäistään Euroopan unionissa. Sosiaali- ja terveysministeriö antaa asiasta päätöksen keväällä 2000. Tavoitteena on parantaa radiologisten toimintojen laatua, vähentää säteilyrasitusta ja yhdenmukaistaa säteilysuojelukoulutusta. Radiologisia toimintoja ryhdytään auditoimaan. Säteilyn käyttöön perustuvien seulontojen ohjausta tehostetaan. Uudet vaatimukset on otettava huomioon myös suunnittelussa ja päätöksenteossa. Edessä on vuosia kestävä mittava kehitystyö.**

Sosiaali- ja terveysministeriössä on valmisteilla säteilyn lääketieteellistä käyttöä koskeva ministeriön päätös (Sosiaali- ja terveysministeriön työryhmämuistio 1999), jonka ennakoidaan tulevan voimaan keväällä 2000. Päätöksellä pannaan täytäntöön Euroopan unionin neuvoston direktiivissä 97/43/Euratom säädetyt vaatimukset. Direktiivillä yhdenmukaistetaan säteilyn lääketieteellistä käyttöä koskevat jäsenmaiden säädökset ja varmistetaan potilaiden säteilyturvallisuus ja yhdenmukainen käsittely. Täytäntöönpanon johdosta muutettiin jo vuoden 1999 alussa säteilylakia. Uudet vaatimukset vaikuttavat sekä säteilylle altistavaan toimenpiteeseen lähettävän lääkärin että toimenpiteen suorittajan ja toimenpiteestä vastuullisen lääkärin vastuuseen ja velvollisuuksiin. Tarkemmat ohjeet annetaan Säteilyturvakeskuksen ST-ohjeissa.

## Säteilysuojelukoulutusta on lisättävä

Uudet määräykset edellyttävät, että säteilylaissa säädetty säteilysuojelun oikeutus- ja optimointiperiaate otetaan aikaisempaa konkreettisemmin huomioon lähetettäessä potilasta säteilylle altistaviin tutkimuksiin ja hoitoihin ja näitä tehtäessä. Tämän vuoksi säteilyn käyttöön osallistuville tervey-

---

<sup>1</sup> Julkaistaan Duodecim-lehdessä, painossa

denhuollon ammattihenkilöille on annettava peruskoulutuksen yhteydessä säteilysuojelukoulutusta. Tämä vaatimus koskee myös säteilylle altistavaan toimenpiteeseen lähettäviä lääkäreitä. Lähettävän lääkärin ja toimenpiteestä vastuussa olevan lääkärin on pystyttävä arvioimaan säteilylle altistavan toimenpiteen oikeutusta, eli saadaanko toimenpiteestä enemmän hyötyä kuin sillä aiheutetaan haittaa (oikeutusperiaate). Potilaalle on pystyttävä myös kertomaan ymmärrettävästi, kuinka suuri haitta toimenpiteestä aiheutuu.

Toimenpiteen suorittajan on tehtävä säteilylle altistava toimenpide niin vähäistä säteilyannosta käyttäen kuin toimenpiteen tarkoitusta vaarantamatta on mahdollista (optimointiperiaate). Aikaisempia tutkimusten ja hoitojen tuloksia on hyödynnettävä niin, että tarpeettomasti ei tehdä päällekkäisiä tutkimuksia. Röntgenkuvauksen suorittajan on oltava lääkäri tai röntgenhoitaja ja toimenpiteestä vastuussa olevan lääkärin alan erikoislääkäri, joka on saanut peruskoulutuksessa tarvittavan säteilysuojelukoulutuksen. Jos toimenpiteestä vastuussa olevana lääkärinä tai lähettävänä lääkärinä on esimerkiksi terveyskeskuslääkäri, myös hänellä on oltava tarvittava säteilysuojelukoulutus.

Säteilysuojelukoulutuksessa on ilmeinen tehostamisen tarve. Lähtökohtana on pidettävä, että lääketieteelliseen ja hammaslääketieteelliseen perusopetukseen sisältyvät riittävät tiedot säteilyn lääketieteellisestä käytöstä ja säteilysuojelusta. Keskeisiä aihealueita ovat säteilyfysiikan perusteiden ja säteilysuojelun periaatteiden lisäksi käytännön työssä tarvittavat tiedot, kuten säteilyn vaikutukset ja riskit, potilaan altistuminen ja suojaaminen, vaihtoehtoiset tutkimukset ja menetelmät, radiologisten toimintojen järjestäminen sekä säteilyonnettomuuden uhriksi joutuneen henkilön tutkiminen, ensiapu ja hoito.

Terveydenhuollon ammattihenkilöille on järjestettävä säteilysuojelukoulutusta myös osana ammatillista täydennyskoulutusta. Koulutusta on annettava erityisesti silloin, kun otetaan käyttöön uusia laitteita tai menetelmiä tai kun saadaan uutta tietoa säteilyn vaikutuksista ja säteilysuojelusta.

Ministeriön päätöksessä säädetään säteilylle altistaviin toimenpiteisiin osallistuvien henkilöiden koulutus- ja pätevyysvaatimuksista. Päätöksessä säädetään myös vuoden 2003 loppuun kestävästä siirtymäajasta, jonka kuluessa vaatimukset on täytettävä.



## **Radiologisen toiminnan laatua arvioidaan auditoinneissa**

Säteilyn käyttöpaikoilla on tehtävä radiologisten toimintojen itsearviointeja ja pätevien, riippumattomien asiantuntijoiden suorittamia ulkopuolisia arviointeja (kliininen auditointi). Auditointeja on tehtävä niin, että radiologinen toiminta tulisi kokonaisuutena auditoiduksi vähintään viiden vuoden välein. Hammasröntgentoiminnassa riittää toiminnan harjoittajan itsensä suorittama itsearviointi.

Auditoinneissa käydään läpi säteilylle altistavat toiminnot ja niihin liittyvät oheistoiminnot lähetteen antamisesta tutkimuksen ja hoidon tulokseen saakka. Käytössä olevia menettelyjä verrataan hyvän käytännön menetelmiin. Tavoitteena on radiologisen toiminnan laadun ja potilaan tutkimuksen ja hoidon tuloksen paraneminen.

Radiologisten toimintojen auditointi on uusi asia, eikä siitä ole muuallakaan muodostunut vakiintunutta käytäntöä. Siksi auditointien sisältö samoin kuin auditoineissa käytettävät hyvän käytännön menetelmät on luotava itse ja ne kehittyvät kokemuksen myötä. Koska toiminnan laadun parantamiseen käytettävät voimavarat ovat valtakunnallisesti erittäin rajalliset, auditoinnit on suunniteltava huolellisesti kaikkien toimintaan osallistuvien tahojen kanssa hyvässä yhteistyössä. Näitä tahoja ovat muun muassa eri erikoisalojen yhdistykset ja Suomen Lääkäriliitto.

Auditoinnin järjestämisestä vastaa toiminnan harjoittaja (turvallisuusluvan haltija). Auditointien on oltava toiminnan harjoittajasta riippumattomia päteviä ulkopuolisia asiantuntijoita. Mistä nämä asiantuntijat saadaan ja miten auditoinnit tehdään, on vielä avoin asia. Edessä on monivuotinen kehitystyö, jossa ensi askel on laadunvarmistusohjelman luominen.

## **Seulontojen ohjaus tehostuu**

Suomessa on tehty valtakunnallisia mammografiaan perustuvia rintasyövän seulontoja jo yli 10 vuotta. Kansanterveysasetuksessa (802/1992) veloitetaan kunnat järjestämään mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta 50–59-vuotiaille naisille. Suomessa seulontoja toteutetaan pääosin juuri näille ikäryhmille. Keskustelua alle 50-vuotiaiden seulontojen hyödyllisyy-

destä käydään eri maissa. Joissakin maissa, kuten Ruotsissa seulontoja tehdään säännönmukaisesti myös alle 50-vuotiaille naisille.

Jotta seulontamammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta olisi tuloksellista, seulontojen laadun on oltava korkea. Hyvän laadun varmistamiseksi seulonnoille on asetettava nykyistä tiukemmat vaatimukset. Tutkimukset on tehtävä korkeatasoisilla laitteilla ja kuvanlaadun on oltava hyvä. Sekä kuvauksen suorittaminen että kuvantulkinta edellyttävät erityisosaamista. Kustannussyistä ei saa tinkiä seulontojen laadusta. Mammografiakuvia otavat vain tähän erikoiskoulutetut röntgenhoitajat ja radiologit. Mammografiakuvia tulkitsevat vain radiologit, joilla on seulonnan edellyttämä erityisosaaminen. Intervallisyöpien määrästä on saatava palaute seulontayksiköille. Seulontoja ei pidä tehdä sellaisille ikäryhmille, joille seulonnoista ei ole osoitettavissa hyötyä.

Muu kuin kansanterveysasetuksen mukainen seulontaohjelma on toimitettava ennen seulonnan aloittamista Säteilyturvakeskukselle ja Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskukselle (STAKES). Yksityiskohdat ovat tätä kirjoitettaessa vielä avoinna, mutta tarkoitus on, että seulontaohjelman hyväksyisi STAKES Säteilyturvakeskuksen lausunnon perusteella. Seulonnoille on myös järjestettävä tuloksellisuuden seuranta.

## **Uudet säännökset huomioon suunnitelmissa ja päätöksenteossa**

Jotta säteilyn käyttöön oikeuttavan turvallisuusluvan haltijat ja säteilyn käyttöpaikat voivat suoriutua uusista velvoitteista, uudet vaatimukset on otettava huomioon terveydenhuollon suunnitelmissa. Jos käytössä olevat laitteet eivät täytä direktiivin ja päätöksen perusteella asetettuja hyväksytävyysskriteereitä, ne on korjattava tai tilalle on hankittava uudet laitteet. Harkittavaksi voi tulla myös, olisiko tarkoituksenmukaista keskittää toiminta pienistä yksiköistä entistä suurempiin yksiköihin, joissa voidaan taata paremmin hyvätasoisien laitekannan ylläpito ja runsaammat henkilöresurssit. Kun tutkimuksia ja hoitoja tehdään enemmän kuin pienessä yksikössä, myös henkilökunnan ammattitaito pysyy yllä entistä paremmin.

Säteilyn käyttöön liittyvän henkilöstön koulutusohjelmat joudutaan tarkistamaan säteilysuojelukoulutuksen osalta uusien vaatimusten tultua voimaan. Säteilysuojelukoulutuksen sisältö on määriteltävä. Kliiniset auditoin-

nit on suunniteltava ja järjestettävä. Sosiaali- ja terveysministeriön päätös edellyttää myös täydentäviä ja selittäviä ohjeita. Sairaalat ja terveyskeskukset tarvitsevat asiantuntija-apua laatu- ja järjestelmiensä ja laadunvarmistustoimenpiteidensä suunnitteluun ja seurantaan. Edessä on mittava työ, joka vaatii tehokasta ja tuloksellista yhteistyötä eri osapuolten kesken. Hyvän käytännön tutkimus- ja hoitomenetelmien luominen edellyttää myös tiivistä kansainvälistä yhteistyötä.

## **Kirjallisuutta**

Neuvoston direktiivi 97/43/Euratom, annettu 30 päivänä kesäkuuta 1997, henkilöiden terveyden suojelemisesta ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta lääketieteellisen säteilyaltistuksen yhteydessä ja direktiivin 84/466 Euratom kumoamisesta. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti N:o L 180, 9.7.1997, s. 22 – 27.

Sosiaali- ja terveysministeriö. Säteilyn lääketieteellistä käyttöä koskevaa sosiaali- ja terveysministeriön päätöstä valmistelleen työryhmän muistio. Työryhmämuistio 1999:16.

# SÄTEILYTYÖNTEKIJÖIDEN LUOKITTELU JA MUUTOKSET ANNOSVALVONNASSA

Hannu Hyvönen  
Säteilyturvakeskus

Vuoden 1999 alusta tuli voimaan säteilylain muutos (1142/1998) sekä säteilyasetuksen muutos (1143/1998). Muuttuneen lainsäädännön vuoksi mm. ohjeet säteilyaltistuksen seurannasta (ST-ohjeet) ovat olleet uusittavana. Muutosten tarkoituksena on toteuttaa säteilysuojelun perusdirektiivissä edellytetty turvallisuustaso ja yhdenmukaistaa valvontakäytäntöä Euroopan unionin jäsenmaissa.

## Määritelmiä ja käsitteitä

**Säteilytyöllä** tarkoitetaan työtä, jossa työntekijän säteilyaltistus voi ylittää jonkin väestön annosrajoista (efektiivinen annos 1 mSv, silmän ekvivalenttiannos 15 mSv tai käsien, jalkojen tai ihon ekvivalenttiannos 50 mSv vuodessa). Säteilytyötä tekevät työntekijät luokitellaan säteilytyöluokkiin A tai B.

**Annostarkkailulla** tarkoitetaan ulkoisen säteilyn mittaamista ja elimistöön joutuneiden radioaktiivisten aineiden määrittämistä sekä mittaustulosten tulkitsemista henkilökohtaisen annoksen määrittämiseksi. Annostarkkailuun kuuluu myös määritettyjen annosten kirjanpito.

**Työolojen tarkkailulla** tarkoitetaan säteilyaltistukseen vaikuttavien eri tekijöiden tarkkailua työympäristössä säteilyaltistuksen havaitsemiseksi, tarpeettoman altistuksen estämiseksi tai annostarkkailutarpeen selvittämiseksi. Työolojen tarkkailuun kuuluu myös mittaustulosten kirjanpito.

**Säteilyaltistuksen seurannalla** tarkoitetaan annostarkkailua ja työolojen tarkkailua.

**Valvonta-alueella** tarkoitetaan aluetta, jolla on noudatettava erityisiä turvaohjeita säteilyltä suojaamiseksi ja radioaktiivisen kontaminaation leviämisen estämiseksi ja jonne pääsyä valvotaan.

**Tarkkailualueella** tarkoitetaan aluetta, jolla työolosuhteita tarkkaillaan säteilyltä suojaamiseksi.

## Alueiden ja työntekijöiden luokittelu

Työtiloissa, joissa säteilyaltistus voi ylittää jonkin väestön annosrajoista on työntekijät suojattava säteilyltä tarkoituksenmukaisella tavalla. Tätä varten työpaikan eri alueet on tarvittaessa jaettava säteilylähteiden käytön luonteen ja laajuuden mukaisesti valvonta- ja tarkkailualueisiin.

Työpaikalla voi olla toiminnasta riippuen pelkästään valvonta-alueita tai tarkkailualueita. Nämä alueet voivat olla täysin erillään toisistaan. Alueilla edellytettyjen varo- ja suojaustoimenpiteiden on oltava oikeassa suhteessa säteilyaltistuksesta aiheutuviin riskeihin. Toiminnan harjoittajan on valvottava työolosuhteita sekä valvonta- että tarkkailualueilla.

Valvonta- ja tarkkailualueiden määrittely ja niitä koskevat työskentelyohjeet on tehtävä yleensä jo turvallisuuslupaa haettaessa, ja ne tarkastetaan luvassa määrätyn tarkastuksen yhteydessä.

Säteilyn lääketieteellisessä käytössä kiinteästi asennettujen läpivalaisulaitteiden käyttötila on laitteiden käytön aikana valvonta-alueita. Valvonta-alueeksi voidaan määrittellä myös ohjaustila silloin, kun säätölaitteet sijaitsevat osittain suojatussa tilassa. Käytettäessä röntgenkuvauslaitteita tai pienitehoisia kirurgisia C-kaaria valvonta-alueeksi rajataan tutkittavan potilaan välitön lähiympäristö. Röntgenkuvauslaitteiden käyttötilat ovat kuvausten aikana tarkkailualueita, lukuun ottamatta potilaan välittömässä läheisyydessä olevaa aluetta, joka on valvonta-alueita.

Säteilylle altistuvat työntekijät on luokiteltava säteilytyöluokkaan A tai B. Säteilytyöluokkaan A kuuluvat ne työntekijät, joille työstä aiheutuva efektiivinen annos on tai voi olla 6 mSv vuodessa tai silmän mykiön, ihon, käsien tai jalkojen ekvivalenttiannos on tai voi olla suurempi kuin kolme kymmenesosaa kyseisille kehon osille säädetyistä annosrajoista. Luokitusta tehtäessä on otettava huomioon myös työhön liittyvä poikkeavaan säteilyaltistukseen johtavan tapahtuman mahdollisuus.

Säteilytyöluokkaan A tulee luokitella esimerkiksi ne henkilöt, jotka työskentelevät röntgendiagnostiikassa säännöllisesti säteilytyksen aikana primääri-

keilan läheisyydessä, kuten läpivalaisutyöhön osallistuvat henkilöt ja potilaiden vakituiset kiinnipitäjät.

## Annostarkkailu työpaikalla

Annostarkkailu on järjestettävä kaikille säteilytyöluokkaan A kuuluville työntekijöille. Myös säteilytyöluokkaan B kuuluville työntekijöille on tarkoituksenmukaista järjestää annostarkkailu, mikäli säteilyannokset toistuvasti ylittävät annostason 1 mSv/v. Annostarkkailun on perustuttava hyväksytyyn annosmittauspalvelun suorittamiin henkilökohtaisiin mittauksiin.

Ulkoisen säteilyn annostarkkailu on järjestettävä esimerkiksi seuraavissa säteilyn käyttöön liittyvissä työtehtävissä:

- röntgentutkimus, kun kuvaus- tai läpivalaisutilanteessa toimitaan primäärisäteilykeilan läheisyydessä
- sädehoidon antaminen sekä sädehoitolaitteiden laadunvalvontamittauksen tekeminen
- isotooppihoito, lukuun ottamatta lyhytaikaista potilaan ohjausta tai pelkästään beetasäteilyä lähettävää radioaktiivista lääkevalmistetta saaneen potilaan hoitoa

Annostarkkailua ei tarvita seuraavissa tapauksissa:

- röntgenkuvaus, kun laitteen käyttäjä on kuvauksen aikana erillisessä säteilyltä hyvin suojatussa säätöhuoneessa, joka ei ole valvonta-alueita
- hampaiden röntgenkuvaus tavallisena hammaslääkärin vastaanottotyönä

Ulkoisesta säteilystä aiheutuvan annoksen määrittämisessä käytetään henkilökohtaisina annosmittareina (*henkilöannosmittari*) yleensä termolosteannosmittareita. Tarkkailujakson pituus on säteilytyöluokkaan A kuuluvilla työntekijöillä yleensä yksi kuukausi, muilla enintään kolme kuukautta. Jos työntekijä on luokiteltu säteilytyöluokkaan A yksinomaan vahinko- ja onnettomuustilanteisiin liittyvän altistuksen vuoksi, voi tarkkailujakso olla pitempi kuin yksi kuukausi. Tällöin työntekijän on käytettävä tarkoitukseen soveltuvaa jatkuvanäyttöistä elektronista dosimetria tai säteilyhälytintä poikkeavan säteilyaltistuksen havaitsemiseksi.

Raskauden toteamisen jälkeen on aloitettava välittömästi uusi tarkkailujakso sikiön annoksen seuraamiseksi.

Käytettäessä suojaesiliinaa tai muita henkilökohtaisia säteilysuojaimia, osa vartalosta on suojattu säteilyltä. Tällöin silmän annos on yleensä ensimmäiseksi toimintaa rajoittava. Kun annosmittaria käytetään suojaesiliinan ulkopuolella, saadaan samalla mittarilla arvio myös silmän annoksesta. Työssä, jossa altistus on hyvin suuri (annosmittarin lukema yli 20 mSv vuodessa), on käytettävä lisäksi toista annosmittaria suojaesiliinan alla efektiivinen annoksen määrittämiseksi.

Ulkomaille säteilytyöhön mentäessä tiedot annoksista ilmoitetaan ulkomaiselle työnantajalle säteilyntarkkailuasiakirjalla (säteilypassi). Työnantaja kirjaa saadut annokset säteilyntarkkailuasiakirjaan, joka palautetaan kotimaahan tultaessa Säteilyturvakeskukselle tietojen annosrekisteriin viemistä varten.

## **Työolojen tarkkailu**

Työolojen tarkkailulla pyritään havaitsemaan työympäristössä tapahtuvat muutokset ja arvioimaan niiden vaikutus säteilyaltistukseen. Työolojen tarkkailuun kuuluvat ulkoisen säteilyn annosnopeuden mittaukset ja kontaminaatiomittaukset työympäristössä sekä havaintojen tekeminen siitä, toimivatko turvalaitteet tarkoitetulla tavalla. Työolojen tarkkailuun kuuluu myös työaikakirjanpito silloin, kun on arvioitava työntekijän säteilyaltistusta ja sen suuruutta.

Työolojen tarkkailuvaatimus koskee kaikkia työpaikkoja, joissa tehdään säteilytyötä. Työolojen tarkkailu on järjestettävä siten, että sen perusteella voidaan varmistaa työntekijöiden asianmukainen luokittelu säteilytyöluokkiin A ja B. Lisäksi tarkkailumittauksilla on voitava määrittää jälkikäteen työntekijöiden säteilyaltistus, jos siihen ilmenee erityistä tarvetta esimerkiksi poikkeuksellisen säteilyaltistuksen johdosta. Tämän vuoksi myös työluokkaan B kuuluvien työntekijöiden työolojen tarkkailu on usein tarkoituksenmukaista tehdä henkilökohtaisiin mittauksiin perustuen.

# SÄTEILYTYÖNTEKIJÖIDEN TERVEYSTARKKAILU

## Wendla Paile Säteilyturvakeskus

Euroopan Unionin BSS-direktiivi sisältää määräykset säteilytyöntekijän terveystarkkailusta. Sen johdosta Suomen säteilylaki ja säteilyasetus on muutettu (laki 592/1991, muutos 1142/1998 sekä asetus 1512/1991, muutos 1143/1998) täyttämään BSS-direktiivin vaatimuksia. Suomessa vuodesta 1992 voimassa ollut ST-ohje 1.7 on sen johdosta korvattu uusitulla ST-ohjeella 7.5, Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu. Uusi ohje astuu voimaan 1.3.2000. Vanhassa ohjeessa esitetyt näkökohdat säteilytyön terveysvaatimuksista ovat kuitenkin ennallaan.

Terveystarkkailun tarkoituksena on

1. varmistaa, että työntekijä soveltuu säteilytyöhön eikä hänen terveydentilansa ole sille esteenä;
2. seurata työntekijän terveydentilaa säteilytyön aikana etenkin sellaisten mahdollisten muutosten havaitsemiseksi, jotka muodostavat esteen säteilytyön jatkamiselle;
3. määrittää altistuksen terveydellinen merkitys silloin, kun todetaan tai epäillään poikkeavaa altistumista säteilylle.

Sen sijaan terveystarkkailulla ei voi seurata työperäisen säteilyaltistuksen määrää tai vaikutuksia normaalioloissa eikä mahdollinen annosylitys tule esille tavanomaisessa terveystarkkailussa.

Uuden BSS-ohjeen mukaisesti toiminnan harjoittajan tulee luokitella säteilytyötä tekevät henkilöt säteilytyöluokkiin A ja B. Luokkaan A kuuluvat ne, joiden työperäinen efektiivinen annos on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa tai jonkin elimen annos suurempi kuin 3/10 sille elimelle säädetyssä annosrajasta. Tällöin otetaan huomioon myös poikkeavan suureen altistukseen johtavan tapahtuman mahdollisuus. Muut säteilytyötä tekevät kuuluvat luokkaan B. Muun muassa henkilöt, jotka työskentelevät säännöllisesti rtg-osaston valvonta-alueella, kuuluvat luokkaan A.



Toiminnan harjoittajan täytyy ilmoittaa terveystarkkailusta vastaavalle lääkärille kumpaan luokkaan työntekijä on tarkoitus sijoittaa. Lisäksi on annettava tarpeelliset tiedot työtehtävistä ja työoloista.

## **Terveysvaatimukset säteilytyössä**

Säteilysuojelun yleisiä tavoitteita toteutetaan ensisijaisesti hyvällä työhygienialla eikä säteilytyöntekijöille asetettavilla terveysvaatimuksilla. Työntekijällä täytyy olla edellytykset ymmärtää työhön liittyvien riskien merkitys ja kyky noudattaa annettuja ohjeita. Hän ei saa olla erityisen altis vakaville sairauskohtauksille.

Säteilytyöntekijän on oltava 18 vuotta täyttänyt. Tätä nuorempi henkilö voi osallistua säteilylähteiden käyttöön siinä määrin kuin se on tarpeen hänen ammatillisen koulutuksensa vuoksi. Tämä edellyttää työsuojeluviranomaisen poikkeuslupaa. Alle 16-vuotias ei saa osallistua säteilylähteiden käyttöön.

Työ, johon liittyy ainoastaan ulkoista säteilyaltistusta, kuten rtg-toiminta, ei aseta muita erikoisia terveysvaatimuksia. Kyky vastuuntuntoiseen työskentelyyn on sitä tärkeämpi, mitä voimakkaampia säteilylähteitä käytetään.

Avolähteiden käyttö, johon saattaa liittyä kontaminoitumista ihon tai suun kautta mutta ei merkittävää altistumista radioaktiivisille hiukkasille tai kaasuille, edellyttää että tarpeellisten suojarusteiden käytölle ei ole esteitä. Ihon tulee sietää tehokasta puhdistusta kontaminointitapauksissa.

Työ, johon liittyy merkittävä kontaminoitumisvaara myös hengitysteitse, kuten radioaktiivisten aineiden valmistus ja pölyävien avolähteiden käyttö, edellyttää myös keuhkojen normaalia toimintaa.

## **Säteilytyöluokan A työntekijöiden terveystarkkailu**

Luokkaan A kuuluvien työntekijöiden terveystarkkailua varten on nimettävä vastaava lääkäri. Hänen tulee olla perehtynyt työterveyshuoltoon sekä säteilyn terveysvaikutuksiin. Säteilyn terveysvaikutuksista ja altistumisesta työpaikoilla tullaan järjestämään kursseja, joiden perusteella pätevyys todetaan. Lääkärin tulee tuntea työntekijän työolosuhteet.

Alkutarkastus A-luokan työntekijälle on tehtävä ennen kuin työ alkaa. Se sisältää anamneesin, kliinisen tutkimuksen sekä lääkärin tarpeellisiksi katsomat laboratoriotutkimukset. Tieto mahdollisesta sädehoidosta tai isotooppihoidosta on myös kirjattava. Tarkastuksen perusteella todetaan, onko työntekijä soveltuva A-luokan työhön. Tästä annetaan työkelpoisuuslausunto. Lausunnosta tulee käydä ilmi työn ja säteilyaltistuksen luonne (ulkoinen, sisäinen, hengitysteitse). Lausunnossa käytetään seuraavaa luokitusta:

- a) soveltuu
- b) soveltuu seuraavin edellytyksin: edellytykset mainittava
- c) ei sovellu.

Lisäksi terveystarkkailusta vastaavan lääkärin on seurattava jokaisen luokkaan A kuuluvan työntekijän terveyttä vähintään kerran vuodessa sen arvioimiseksi, soveltuuko hän edelleen tehtäviinsä. Seurannan luonne kuitenkin riippuu työn laadusta ja työntekijän terveydentilasta. Lääkärintarkastus on tehtävä vähintään kolmen vuoden välein. Välivuosina riittää lääkärin harjunnan mukaan työntekijän kirjallinen ilmoitus terveydentilastaan. Työntekijälle olisi silti annettava mahdollisuus halutessaan käydä terveystarkastuksessa vuosittain. Toiminnan harjoittajan tulee vuosittain antaa lääkärille työntekijän annostiedot.

Vastaavan lääkärin tulee pitää luokkaan A kuuluvalla työntekijällä terveystiedosto. Käytännössä tämä on osana työterveyshuollon muuta tiedostoa. Terveystiedostossa on oltava tiedot niistä aikaisemmista työtehtävistä ja palvelussuhteista, joilla voi olla merkitystä säteilytyön kannalta. Tiedot pyydetään työntekijältä kirjallisina. Tiedostossa säilytetään tiedot työn luonteesta ja alkutarkastuksen tuloksista sekä säteilyaltistuksen seurannan tuloksista. Vuosittaisesta terveyden seurannasta tehdään merkintä.

Työntekijän siirtyessä toisen työnantajan palvelukseen hän tarvitsee todistuksen soveltuvuudestaan A-luokan säteilytyöhön. Vastaava lääkäri antaa tämän todistuksen pyynnöstä terveystiedoston perusteella. Muuten ei erillistä todistusta kirjoiteta jokaisesta terveystarkastuksesta, vaan tulokset kirjataan terveystiedostoon.

Jos vastaava lääkäri vaihtuu tai työntekijä siirtyy toisen työnantajan palvelukseen, terveystiedosto luovutetaan seuraajalle.

## Säteilytyöluokan B työntekijöiden terveystarkkailu

Säteilytyöluokkaan B kuuluvien työntekijöiden terveyden alkutarkastus on pyrittävä tekemään ennen työn aloittamista mutta kuitenkin viimeistään kuukauden kuluessa siitä. Alkutarkastuksen jälkeen ei ole tarvetta tehdä säännöllisin väliajoin toistettavia terveystarkastuksia säteilysuojelusyistä eikä EU-direktiivi edellytä tätä. Terveystarkastusten tarpeeseen vaikuttavat muut tekijät harkitaan työpaikkakohtaisesti. Työterveyshuollosta vastaavalle lääkärille ei ole myöskään säädetty erityistä säteilyä koskevaa pätevyysvaatimusta.

## Poikkeuksellinen tapahtuma

Terveyden erityistarkkailu on järjestettävä, jos todetaan tai epäillään että jokin annosraja on ylittynyt. Jos onnettomuustapauksessa on syytä epäillä poikkeuksellisen suurta äkillistä altistusta (yli 0,5 Sv), on henkilöstä otettava täydellinen verenkuvaa. Näyte toistetaan vuorokauden kuluttua. Henkilön vointia on myös tarkkailtava. Muissa tapauksissa täydellisen verenkuvan määrittäminen ei ole tarpeen.

Kromosomianalyysi on käyttökelpoinen menetelmä, jos työntekijän altistuksesta poikkeustilanteessa ei ole luotettavaa arviota. Kromosomianalyysin tarpeesta on neuvoteltava Säteilyturvakeskuksen kanssa. Analyysi antaa luotettavan annosarvion, jos annos ylittää 100 mSv.

## Sikiön suojeleminen

Alkutarkastuksessa on nuorelle naiselle syytä korostaa raskauden ja imeytyksen aikaisen suojelun tarvetta. Työntekijän tulee heti raskauden toteamisen jälkeen ilmoittaa raskaudestaan vastaavalle lääkärille ja toiminnan harjoittajalle, joka ratkaisee, edellyttääkö raskaus työtehtävien uudelleen järjestelyä. Ratkaisuun vaikuttavat säteilyaltistuksen seurannan tulokset sekä säteilyonnettomuuden mahdollisuus. Työntekijä ei voi toimia raskauden aikana A-luokan työntekijänä. Työ on järjestettävä siten, että sikiö ei ilmoituksen jälkeen voi saada yli 1 mSv. Tämä toteutuu, jos naisen alavatsan pinnalle tuleva annos jää alle 2 mSv. Määräyksellä rajataan ensisijaisesti sikiön riskiä sairastua syöpään. Kehityshäiriön riski sen sijaan on olemassa vasta huomattavasti korkeampien annosten jälkeen.

# SOSIAALI- JA TERVEYDENHUOLLON LAADUNHALLINTA 2000-LUVULLE

**Maarit Outinen, Salla Sainio**  
**Stakes, Sosiaali- ja terveystalvet, Palvelujen laatu**

## Taustaa: linjauksia ja haasteita

Suomessa sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallintaa ohjataan tiedolla ja suosituksilla. Valittu tapa noudattaa johdonmukaisesti koko toimialan kehittämislinjaua, jossa keskushallinnon päätösvaltaa ja valvontaa on purettu. Tämä tiedolla ohjaamiseen painottunut linjaus poikkeaa monista muista maista, joissa on annettu erillisiä laatulakeja (esimerkiksi Hollanti) tai päädytty muuhun säädösohjaukseen (esimerkiksi Ruotsi). Meillä monissa sosiaali- ja terveysalan laeissa on toki laatuun liittyviä vaatimuksia ja laki potilaan oikeuksista ja velvollisuuksista liittyy laatuun.

Euroopan Unionin lainsäädännön piirissä ovat sellaiset terveydenhuoltoa läheisesti sivuavat alueet kuten esimerkiksi lääketeollisuus, veri ja verituotteet sekä terveydenhuollon laitteet ja välineet. Terveystalvet - ja näin ollen myös niiden laadunhallinta - ovat kuitenkin jokaisen jäsenmaan omassa määräysvallassa. Viime vuosina työstetyt Euroopan unionia koskevat julkishallinnon ja erityisesti terveydenhuollon laatustrategiat (esim. Euroopan Neuvoston suositus, 1) lähtevät ajatuksesta, että laadunhallinta on toiminnan ja palvelujen kehittämismahdollisuus.

Terveydenhuolto on ollut Suomessa julkisen hallinnon laatuajattelun edelläkävijä. Vuonna 1994 julkaistiin melko yleisluontoinen terveydenhuollon laatu-politiikka (2) ja seuraavana vuonna yksityiskohtaisempi, sosiaali- ja terveydenhuollon yhteinen valtakunnallinen suositus laadunhallinnasta (3). Kaikkia julkisia palveluja koskeva julkisten palvelujen laatustrategia (4) valmistui vasta 1998. Poliittista merkitystä sille antaa Valtioneuvoston kannanotto julkisten palvelujen laadun kehittämiseen, joka sisältyy hallintopoliitiikan suuntalinjoja määrittelevään periaatepäätökseen huhtikuussa 1998 (5). Kuntien tuottamia ja hankkimia terveystalvetuja koskeva Suomen Kuntaliiton suositus ilmestyi samana keväänä (6).

## Uusittu suositus laadunhallinnasta sosiaali- ja terveydenhuoltoon 1999

Sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallintasuosituksen ajantasaistaminen aloitettiin 1998. STM:n, Stakesin ja Suomen Kuntaliiton yhteinen työryhmä arvioi tilannetta mm. järjestämällä sarjan kuulemistilaisuuksia. Suosituksen peruslinjaukset - asiakkaan aseman korostaminen, tiedolla ohjaaminen, laatu-työn käynnistyminen työyhteisöistä ja vapaus valita omat laadunhallinnan menetelmät ja lähestymistavat - oli koettu hyväksi. Sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallinnassa oli kolmen vuoden aikana otettu aimo harppaus eteenpäin. Kunnissa sosiaali- ja terveydenhuolto oli ollut eräs laadunhallinnan edelläkävijä. Laadunhallinnan kehitys oli kuitenkin ollut jossain määrin epätasaista. Arvioinnit osoittivat myös sen, ettei esimerkiksi asiakkaan ääni aina kuulunut riittävästi eikä kerättyä palautetta hyödynnetä. Toimintakäytännöissä oli vaihtelua, joka ei selittynyt potilaista tai asiakkaista johtuvista eroista, vaan riippui asuinpaikasta ja palvelun tuottajasta. Sisäinen ja ulkoinen arviointi ja systemaattinen laadunhallinta olivat yleistyneet hitaasti. Laadunhallintaan kaivattiin aikaisempaa selkeämpiä linjauksia ja ohjausta.

Uusi, järjestyksessä toinen valtakunnallinen suositus *Sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallinta 2000-luvulle (7)* ilmestyi huhtikuussa 1999. Sen taustalla ovat jo ensimmäiseen suositukseen sisältyneet keskeiset periaatteet: laadunhallinta on osa jokapäiväistä työtä, asiakaslähtöisyyden tulee olla laadunhallinnan painopiste ja sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallinta toteutetaan tiedolla ohjaamisella.

Suositus pyrkii vastaamaan laadunhallinnan haasteisiin suomalaisessa sosiaali- ja terveydenhuollossa. Tarkoituksena on

- edistää asiakaslähtöistä toimintaa
- kuvata, miten laadunhallinnalla tuetaan hyvää palvelutoimintaa
- edistää laadunhallinnan käynnistymistä ja kehittymistä kaikilla sosiaali- ja terveydenhuollon alueilla
- täsmentää edellistä, vuonna 1995 julkaistua suositusta
- kannustaa toimimaan yhdessä hyväksytyjen laadunhallinnan päämäärien ja periaatteiden mukaisesti

Suositus koskee sekä julkisia että yksityisiä sosiaali- ja terveydenhuollon palveluja. Palvelujen tuottajien lisäksi tärkeitä toimijoita ovat asiakas- ja

ammattijärjestöt, laadunhallinnasta koulutuksessa vastaavat tahot sekä laadunhallinnan tutkimuksen toteuttajat.

## Suosituksen sisältö

Suositus kannustaa ottamaan asiakkaat mukaan laadunhallintaan. Johto nähdään laadun luotsaajana ja henkilöstö hyvän laadun edellytyksenä. Edellistä suositusta voimakkaammin on nyt kiinnitetty huomiota laadunhallintaan myös ehkäisevässä toiminnassa sekä hyvinvoinnin ja terveyden edistämisessä. Laatutyössä korostetaan sisäisten ja ulkoisten prosessien hallintaa sekä järjestelmällisyyttä, joita voidaan kehittää monin eri menetelmin ja tekniikoin. Tiedon merkitystä laadun arvioinnissa ja paremman laadun aikaansaamisessa painotetaan edelleen. Esiin nostetaan myös laatukriteerit laadunhallinnan ja valvonnan työvälineenä.

Kaikki kahdeksan suositusta on esitetty seuraavassa tiivistetysti. Julkaisussa näille on myös esitetty parin sivun mittaiset perustelut.

### Suositus 1: Asiakas osallistumaan laadunhallintaan

- kuntalaisille, kansalaisryhmille, asiakkaille, potilaille ja omaisille luodaan mahdollisuuksia osallistua aktiivisesti palvelujen laadun arviointiin eri tasoilla ja vaikuttaa päättäjiin tarpeellisten muutosten aikaansaamiseksi
- palvelujen tuottajat luovat toimintajärjestelmiinsä osallistavia rakenteita ja väyliä, joilla asiakkaat voivat tuottaa kehittämis ehdotuksia
- potilaille ja asiakkaille luodaan mahdollisuuksia tuoda esille (päättäjille, tuottajille ja henkilökunnalle) asiakkaiden tarpeita ja heidän kohtaamiinsa ongelmia
- jokainen organisaatio kehittää toimivan, tuottajalle itselleen ja asiakkaalle palautettava antavan asiakaspalautejärjestelmän, joka huomioi käyttäjien erityispiirteet
- otetaan käyttöön palvelujen tuottajan ja kuntalaisen/palvelujen käyttäjän välistä avoimuutta ja vuoropuhelua edistäviä palvelusitoumuksia

**Suositus 2: Johto laatua luotsaamaan**

- palveluja tuottavissa organisaatioissa on oltava riittävä, ammattitaitoinen johto
- poliittinen ja toimiva johto sekä esimiehet sitoutuvat laatuajatteluun ja laadunhallintaan ja toimivat esimerkkinä omassa organisaatiossaan
- hyvä johtaminen perustuu tosiasiatietoon
- johto koulutuu laatua tukeviin johtamismenetelmiin
- johto luo edellytykset laadunhallinnalle turvaamalla täydennyskoulutuksen ja laadunhallintaan tarvittavan ajan
- ostopalvelusopimuksia kehitetään laatu painotteisemmiksi sisällyttämällä niihin laatu kriteereitä ja laadunhallintamenettelyjä koskevia vaatimuksia; niiden käyttöä sopimusmenettelyissä kehittävät yhdessä palvelujen tuottajat ja rahoittajat

**Suositus 3: Henkilöstöstä hyvän laadun edellytys**

- palvelujen tuottajat huolehtivat siitä, että organisaatiossa on osaava ja riittävä henkilökunta
- henkilökunta voi osallistua ammattitaitoa ylläpitävään ja laadunhallintataitoja lisäävään täydennyskoulutukseen
- laadunhallinnan perustietojen ja -taitojen antaminen kuuluu ammatilliseen peruskoulutukseen ja niitä täydennetään tarvittaessa jatko- ja täydennyskoulutuksella
- palvelun tuottajat ottavat käyttöön henkilöstötilinpäätöksen
- henkilökunta arvioi laadunhallinnan tuloksia ja vaikutuksia ja välittää tietoa kokemuksista muillekin erilaisissa verkostoissa
- siirrytään kansainvälisen laatusanaston käyttöön (ISO 8402)

**Suositus 4: Laadunhallintaa myös ehkäisevään toimintaan**

- kunnat laativat hyvinvointipoliittisen ohjelman, joka konkretisoi kuntastrategiassa määritellyjä kuntalaisten terveyden ja hyvinvoinnin edistämistavoitteita
- palveluja tuottavat organisaatiot sisällyttävät laatu järjestelmiinsä menettelyt, joilla arvioidaan asiakkaiden hyvinvoinnin ja terveyden edistämistä koskevien tavoitteiden ja laatu kriteerien toteutumista ja tarvittaessa parannetaan niitä

- paikallisilta, alueellisilta ja valtakunnallisilta hyvinvoinnin ja terveyden edistämisen ohjelmilta ja hankkeilta edellytetään laatukriteerien määrittelyä ja hyvin suunniteltua arviointiohjelmaa jo ennen rahoituspäätösten tekemistä

### **Suositus 5: Laatutyö perustuu prosessien hallintaan**

- sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioiden prosessien hallintaa on kehitettävä
- palvelujen tuottajat kuvaavat ja dokumentoivat työprosessinsa, palvelulinjansa ja palveluketjunsä yhdessä asiakkaiden kanssa
- palvelujen tuottajat arvioivat ja mittaavat työprosesseja, niiden kustannustehokkuutta ja saumattomuutta
- tuottajat hankkivat tietoa näyttöön perustuvista toiminta- ja hoitosuosituksista ja luovat menettelyt, joilla ne siirretään toimintatavoiksi ja arviointiperusteeksi
- palvelu-, hoito- ja kuntoutussuunnitelmia hyödynnetään arvioitaessa prosessien laatua
- palvelujen tuottajat kiinnittävät huomiota sisäisten asiakassuhteiden laadun kehittämiseen ja palautejärjestelmiin palvelulinjojen laadun varmistamiseksi

### **Suositus 6: Tiedolla yhä parempaan laatuun**

- kaikki palvelujen tuottajat keräävät systemaattisesti omaa toimintaansa kuvaavaa tietoa ja hyödyntävät sitä toiminnan laadun arvioinnissa ja parantamisessa
- paikallisesti, alueellisesti ja valtakunnallisesti kerätään ja tuotetaan tietoa arvioinnin, johtopäätösten ja kehittämispäätöksien tueksi ja sitä välitetään aktiivisesti kaikkien osapuolien käyttöön
- kehitetään vertailukelpoisia laatuindikaattoreita ja -mittareita sekä paikalliseen, alueelliseen että valtakunnalliseen käyttöön
- edistetään menetelmien arviointitutkimusta tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa sekä arviointitiedon käyttämistä palvelujen suunnittelussa ja toteutuksessa
- laadunhallinnan menetelmien tutkiminen sisällytetään tutkimusohjelmiin ja tutkimuksessa panostetaan laadunhallinnan vaikuttavuuden arviointiin



### **Suositus 7: Laatutyö järjestelmälliseksi**

- jokainen sosiaali- ja terveydenhuollossa toimiva organisaatio kuvaa oman toimintajärjestelmänsä
- omaan laatupolitiikkaan kirjataan, miten organisaatio lisää laadunhallinnan suunnitelmallisuutta ja järjestelmällisyyttä
- erityinen huomio kiinnitetään laatupolitiikkaan perustuvien, mitattavissa olevalla tavalla määriteltyjen laatutavoitteiden asettamiseen
- laatujärjestelmämalleja ja -sovellutuksia kehitetään aktiivisesti kansainvälisiin kriteeristöihin perustuen ja pitäen mielessä niiden kehittyminen
- laatujärjestelmien kehittämiseen liitetään itsearviointi käyttäen valmiita tai kehittäen uusia itsearviointimalleja
- kaikki sertifiikaatteja ja tunnustuksia myöntävät elimet akkreditoituvat eli hankkivat itselleen pätevyystodistuksen FINASilta (Mittatekniikan keskukselta)
- akkreditointi-termiä käytetään kuvaamaan pätevyyden toteamista ja sertifiointi-termiä kuvaamaan vaatimusten mukaisuuden varmistamista

### **Suositus 8: Tukea yksityiskohtaisista toimintasuosituksista ja laatukriteereistä**

- toimintasuositusten, hyvien toimintakäytäntöjen ja laatukriteerien laadintatyöhön osallistuu monia näkökulmia ja monipuolista asiantuntemusta edustavia toimijoita
- laatukriteerien laadinta käynnistetään vuonna 1999 useilla aloilla, esimerkiksi vanhusten palveluissa ja äitiyshuollossa

### **Miten eteenpäin?**

Suosituksen yhteydessä sovittiin sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallinnan kehittämiseksi ja kehittäjien tukemiseksi tarkoitettujen laadunhallinnan tukimateriaalien julkaisemisesta. Laadunhallinnan menetelmiä ja lähestymistapoja koskeva kirja (8) ilmestyi jo viime syksynä. Laatukriteereihin liittyviä käsitteitä ja kriteerien käyttötapoja selkeyttävä julkaisu on tulossa piakkoin. Laatukriteerien määrittely on mukana myös sosiaali- ja terveydenhuollon tavoite- ja toimintaohjelmassa 2000 - 2003 (9).

Laadunhallintasuosituksen toteutumisen seuranta tapahtuu sekä olemassa olevia tietovarantoja hyödyntäen että tarvittaessa erilaisin selvityksin ja

tutkimuksin. Kartoituksia on tehty viime vuonna joissakin lääneissä (10, 11). Parhaillaan on menossa laaja Stakesin ja Suomen Kuntaliiton yhteinen kyselytutkimus sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioiden laadunhallintatilanteesta. Se toteutetaan yhdessä hollantilaisen perusterveydenhuollon tutkimuslaitoksen NIVELin kanssa samanaikaisesti meillä ja Hollannissa. Tällä tavalla saadaan sekä melko kattava oma tilannearvio että mahdollisuus tehdä kahden maan välinen vertailu. Mielenkiintoista on myös nähdä, onko laadunhallinnan ohjaustavalla (laki vs. suositus) vaikutusta tilanteeseen. Tuloksia tutkimuksesta on odotettavissa viimeistään syyskuun alussa. Terveydenhuolto 2000 -hankkeen alueellisissa työryhmissä laadunhallinta on vahvasti esillä (12), samoin sosiaali- ja terveydenhuollon tavoite- ja toimintaohjelmassa vuosille 2000 - 2003.

Hallinnon kehittämistä koskevan Valtioneuvoston periaatepäätöksen ja julkisten palvelujen laatustrategian seurantaan on asetettu seurantaryhmät.

Laadunhallintasuosituksen voi tilata Stakesin julkaisumyynnistä tai lukea ja tulostaa itselleen osoitteesta [www.stakes.fi/verkkojulkaisut](http://www.stakes.fi/verkkojulkaisut). Kotisivuilla voi myös tutustua terveydenhuollon laatuverkoston tiedotuslehteen LaatuPalaan ([www.stakes.fi/PALA/th/Laatupala99/linkkisivu.html](http://www.stakes.fi/PALA/th/Laatupala99/linkkisivu.html)) ja vuosittain uusittavaan kotimaisen laatukirjallisuuden koosteeseen ([www.stakes.fi/PALA/th/kirjallisuuskoonnos2000/linkkisivu.html](http://www.stakes.fi/PALA/th/kirjallisuuskoonnos2000/linkkisivu.html)).

Suosituksien toteuttamisessa riittää työtä. Tärkeintä on jatkuva kehittyminen kohti asetettuja tavoitteita.

## **Kirjallisuutta**

(1) Council of Europe: European Health Committee (CDSF). Recommendation No. R (97) 17 of the Committee of Ministers to Member States on the Development and Implementation of Quality Improvement Systems (QIS) in Health Care.

(2) Terveydenhuollon laatu politiikka. Suuntaviivat laadun jatkuvalla kehittämiselle. Terveydenhuollon laatu neuvosto. Stakes 1994.

(3) Laadunhallinta sosiaali- ja terveydenhuollossa. Valtakunnallinen suositus sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallinnan järjestämisestä ja sisällöstä. Stakes 1995.

- (4) Julkisten palvelujen laatustrategia. Julkisten palvelujen laatustrategia -projekti. Suomen Kuntaliitto, Valtiovarainministeriö. Helsinki 1998.
- (5) Laadukkaat palvelut, hyvä hallinto ja vastuullinen kansalaisyhteiskunta. Hallintopolitiikan suuntaviivat. Valtioneuvoston periaatepäätös. Helsinki 1998.
- (6) Laadunhallinta kunnan ylläpitämissä ja hankkimissa terveystalouksissa. Suomen Kuntaliitto 1998.
- (7) Sosiaali- ja terveydenhuollon laadunhallinta 2000-luvulle. Valtakunnallinen suosittu. STM, Stakes, Suomen Kuntaliitto ja Stakes, Helsinki 1999
- (8) Outinen, M., Lempinen, K., Holma, T., Haverinen, R.: Seitsemän laatu-polkua. Vaihtoehtoja laadunhallintaan. Stakes, Suomen Kuntaliitto, Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Kuntaliiton julkaisupaino, Helsinki 1999
- (9) Sosiaali- ja terveydenhuollon tavoite- ja toimintaohjelma 2000-2003. Valtioneuvoston päätös. Sosiaali- ja terveysministeriö. Julkaisuja 1999:16. Helsinki 1999.
- (10) Selvitys terveydenhuollon laadunhallinnasta 1999. Kanta-Häme ja Päijät-Häme. Etelä-Suomen lääninhallitus. Hämeenlinna 1999.
- (11) Sosiaali- ja terveydenhuollon laatuhanke Etelä-Suomen läänissä v. 1998-1999. Toim. Kirsi Karjalainen. Etelä-Suomen lääninhallitus, Kouvola alueellinen palveluyksikkö. Kouvola 1999.
- (12) Terveydenhuolto 2000-luvulle. Terveydenhuollon kehittämisprojektin toimeenpano. Oppaita 1998:5. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki, Edita Oy 1998.

# LAADUNHALLINTA RADIOLOGISELLA OSASTOLLA

**Mervi Savolainen**  
**MagneettiMehiläinen Oy**

Sosiaali- ja terveydenhuollon valtakunnallinen suositus korostaa jokaisen palveluntuottajan vastuuta käytännön laatutyöstä. Määrällisten tavoitteiden rinnalla on ryhdyttävä pohtimaan organisaation toiminnan laadullisia ulottuvuuksia.

Nykyisillä tiedoilla, taidoilla ja resursseilla kilpailevat yritykset eivät voi helposti erottua toisistaan, koska kilpailevien yritysten tuotteet ovat hyvin samankaltaisia. Siksi asiakaspalvelun merkitys yritystoiminnassa, myös terveydenhuollossa, korostuu entistä enemmän. Palvelun yksilöllisyys ja korkea laatu ovat tekijöitä, joita asiakas usein arvostaa. Laatu on myös tärkeä kilpailuvaltti. Kilpailussa menestyminen edellyttää selkeyttä oman työn tavoitteista ja tuloksista sekä keinoista varmistaa hyvä tuote, palvelu tai palveluprosessi. Tyytyväinen asiakas on yrityksen paras mainos!

Laadusta ovat vastuussa organisaation kaikki työntekijät kaikilla tasoilla. Ehdoton edellytys on johdon sitoutuminen ja osallistuminen. Laadunhallinta edellyttää myös koulutusta, aikaa ja yhteistä keskustelua. Lisäksi on tärkeää tuntea keskeiset käsitteet. Laadunhallinta- ja laadunvarmistustyössä käytettävä kieli on aluksi vaikeaa ymmärtää. Hyvään alkuun näissä "kieliopinnoissa" pääsee esim. Laadunhallinta sosiaali- ja terveydenhuollossa (Stakes) -julkaisun avulla.

MagneettiMehiläisessä aloitettiin palvelujärjestelmän kehittämistyö syksyllä 1998.

Laadunkehittämistyö ja laadunhallintajärjestelmän rakentaminen aloitettiin "oppikirjan mukaisesti" määrittämällä toiminta- ja palveluajatus, laatupolitiikka ja vastuut.

Palvelutuotannon perusta (yksikön tehtävät) ilmaistaan toiminta-ajatuksessa.

**Toiminta-ajatus** kertoo miksi organisaatio tai työyksikkö on olemassa ja minkälaisia palvelutarpeita sen toiminnalla on tarkoitus tyydyttää.

**Palveluajatus** on tahdonilmaus siitä millä tavalla organisaatio tai työyksikkö vastaa asiakkaittensa palvelutarpeisiin. Siinä kerrotaan mitä palveluja tuotetaan ja millä periaatteella palvelut tuotetaan.

**Laatupolitiikka** on ylimmän johdon organisaatiolle määrittelemä tapa suhtautua laatuun. Se kertoo organisaation henkilökunnalle ja asiakkaille, miten laatuun *juuri meillä* suhtaudutaan. Siinä ilmaistaan toimintaa ohjaavat tausta-arvot ja keskeiset laatutavoitteet ja kerrotaan, mitä nämä tavoitteet merkitsevät käytännössä ja miten niihin pääsemiseksi toimitaan. Laatupolitiikan perustana ovat toiminta- ja palveluajatus sekä muut strategiat. Niitä ei tarvitse toistaa laatupolitiikassa kirjallisena, mutta viittaus niihin on paikallaan.

Asetettujen tavoitteiden tulee olla mitattavissa ja arvioitavissa, koska vain sillä tavalla ne ohjaavat toimintaa. Tavoitteita tulisi arvioida ja tarkistaa vuosittain ja miettiä, ovatko ne edelleen ajankohtaisia, onko ne saavutettu ja kertovatko ne kehittymisen suunnasta. Kun tavoitteet ovat selkeitä, on helpompi arvioida onko ne saavutettu.

Kun nämä toimintamme perusarvot oli määritelty ja kirjattu, niin seuraavaksi mietittiin, mitkä ovat meidän toimintamme kannalta tärkeimmät laatekijät ja tehtiin palvelulinjakuvaus vuokaaviona.

Näistä keskeisistä laatekijöistä johdettiin laatutavoitteet ja kehitettiin palvelujen seurantavälineet ja erilaisia mittareita palvelujemme laadun mittaamiseksi.

MagneettiMehiläisessä laatua mitataan mm. asiakaskyselyillä (potilas/lähettävät lääkärit), jatkuvalla tilastoinnilla, aikataulumme pitävyyttä kuvaavalla mittarilla sekä mm. lausuntojen valmistumisen nopeutta seurataan jatkuvalla kirjaamisella.

Nämä laatekijöistä johdetut laatutavoitteet ja niiden seurantavälineet sekä käytetyt mittarit muodostavat laadunhallintajärjestelmän, jonka avulla seuraamme ja arvioimme toimintamme laatua jatkuvasti.

Laatumittarien kehittämistä pidetään yleisesti vaikeana tehtävänä. Omassa työyksikössäni on ollut käytössä ja toimintamme alkuajoista lähtien joitakin määrällistä toimintaa kuvaavia mittareita, kuten mm. henkilökunnan kuormittavuutta kuvaava suhdeluku (lasketaan viikoittain). Nämä määrälliset mittarit otettiin myös mukaan osaksi laatujärjestelmäämme.

Tärkeä osa laatujärjestelmän luomista on menettely- ja toimintatapojen kirjaaminen. Menettelytapoja tai esim. toimintaprosesseja voi arvioida ja parantaa vasta sitten, kun ne ovat paperilla MagneettiMehiläisessä. Palvelulinjakuvaus tehtiin vuokaaviona ja siitä oli helppo havaita toimintamme solmu/ongelmakohdat, joihin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tältä pohjalta kehitettiin ja otettiin käyttöön tutkimusaikojen pitävyyttä/täsmällisyyttä kuvaava mittari. Potilastietoihin merkitään potilaan tilattu aika / aika, jolloin potilas otetaan tutkimukseen. Myöhästymisen syy kirjataan tietoihin. Tämän mittarin avulla olemme jo pystyneet tekemään parannuksia aikataulutukseemme ja ennaltaehkäisemään myöhästymiset toimintaa muuttamalla. Tänä päivänä myöhästymiset ovat harvinaisia, asiakkaat pääsevät tutkimuksiin sovittuna aikana lähes aina. Mittarin käyttö on yksinkertaista ja vaivatonta ja siitä on tullut luonnollinen osa jokapäiväistä työtämme ja keräämme tietoa aikataulumme pitävyydestä jatkuvasti.

Suurimpana ongelmana mittarien kehittämisessä on ilmeisesti se, että niitä haetaan "liian kaukaa". Mittareiden ei tarvitse olla tieteellisesti testattuja, vaan niiden tulee olla helppokäyttöisiä ja mitata juuri sitä, mikä on toimintamme kannalta tärkeää ja tarkoituksenmukaista mitata.

**Laadunhallintamenetelmien tulee olla yksinkertaisia ja selkeitä, arjen käytäntöihin istuvia ja arviointikelpoisia.**

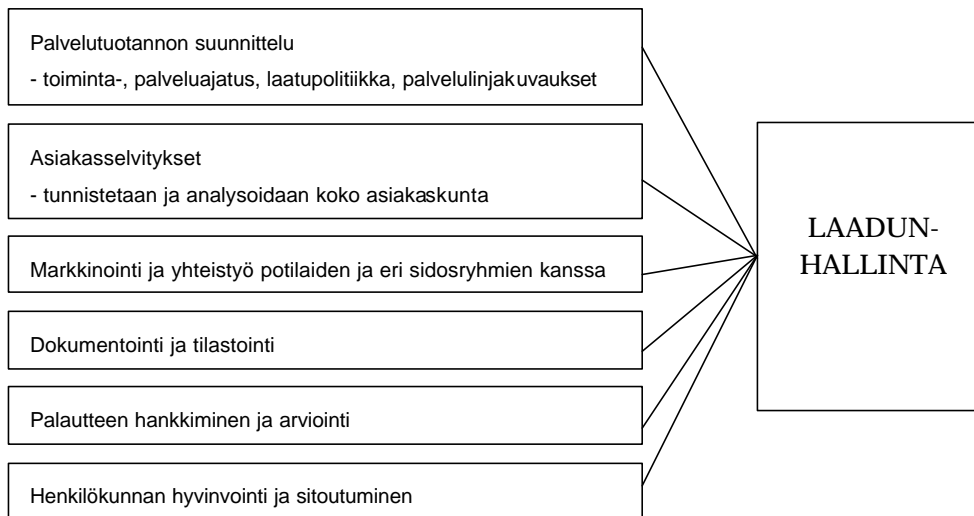
Laatuhankkeen yksi työläin, tärkein ja näkyvin tulos ovat asiakirjat yksikön kaikesta toiminnasta. Palvelun laadun ja tuloksellisuuden arviointi perustuu asiakas-, potilasasiakirjojen merkintöihin. Riittävän tarkka ja huolellinen kirjaaminen on yksi hyvä hoidon laatutekijä. Se on ammattitaidon käyntikortti. Sitä, mitä ei ole kirjattu, on vaikea todistaa tehdyksi.

Tilastointi on myös tärkeä osa laadunhallintaa omassa työyksikössäni. Tilastot toimivat suunnittelun, markkinoinnin ja päätöksenteon apuvälineenä.

Asiakkaille on järjestetty mahdollisuus jatkuvan palautteen antamiseen. Palautekaavakkeet ovat näkyvästi esillä ja kaikkien asiakkaiden helposti saatavilla. Saadut palautteet käsitellään ja tarpeen mukaan vastataan välittömästi.

Henkilökunnan hyvinvoinnista huolehtiminen on myös yksikössäni yksi tärkeä osa laadunhallintaa. Meillä on käytössä vakiintunut kannustusmenettely, joka on kirjattu myös toimintasuunnitelmaan. Käytössä on osittainen tulospalkkaus, joka on sidottu ennalta sovittuun tavoitteeseen. Aina kun tuhat tutkimusta on tehty, yksikössä tarjotaan kuohujuomaa ja kun viikkoennätys rikotaan, juodaan kakkukahvit. Nämä vakiintuneet kannustusmenettelyt ovat osaltaan vaikuttaneet siihen, että henkilökunta on sitoutunut työhönsä ja yksi laatutavoitteemme - osaava ja pystyvä henkilöstö - on saavutettu. Töitä tehdään joustavasti tilanteen/kysynnän mukaan. Virallisia aukioloaikoja ei ole ilmoitettu, vaan töitä tehdään silloin, kun niitä on. Lähtökohtana toiminta potilaan parhaaksi; potilaan tarpeet ja toiveet huomioidaan jo ajanvaraustilanteessa.

Yrityksen tärkein pääoma liikkuu kahdella jalalla ja sen ei haluta kävelevän ovesta ulos.



**Kuva 1.** MagneettiMehiläisen laatujärjestelmän runko.

# LAADUNHALLINNAN KEHITTÄMINEN HELSINGIN KAUPUNGIN KUVANTAMISYKSIKÖSSÄ

**Elina Lohva**  
**Helsingin kaupunki, Terveysvirasto, Kuvantamisyksikkö**

## Tausta

Radiologinen toiminta yhtenäistettiin Helsingin kaupungin terveysvirastossa yhden hallinnollisen tulosyksikön alaisuuteen 1.4.1993. Kuvantamistoiminnalle nimettiin oma johto, johtava ylilääkäri ja johtava ylihoitaja. Kuvantamis- ja laboratoriotointojen uudelleenjärjestelyt aloittivat ensimmäisinä yksikköinä uuden aikakauden Helsingin kaupungin terveydenhuollossa. Muiden erikoisalojen, kirurgian, sisätautien jne. toiminnat järjestettiin vastaavasti tulosyksikkömuotoon vuoden 1994 alusta. Tätä toimintakautta on leimannut määrärahojen niukkuus, säästäminen ja toimintojen keskitys. Toisaalla toimintamme lisääntyi ja toisaalla supistui, joka johtui varsinkin kirurgian ja sisätautien vastualueen toimintojen uudelleenjärjestelystä. Koko 90-luvun ajan toimintaympäristömme on muuttunut ja sen seurauksena on kuvantamistoimintaa jatkuvasti sopeutettu muutokseen. Näköpiirissä ei ole muutoksen vähenemistä tai hidastumista uudella vuosituhanellakaan siirryttyämme uuteen kuntayhtymään, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiriin.

Kuvantamisyksikön tavoitteena on tukea kaupungin terveydenhuollossa asettamia päämääriä ja tavoitteita ja tehtävänä tuottaa erikois- ja perussairaanhoidon tarvitsemat kuvantamistutkimukset sekä toteuttaa ikäryhmittäiset mammografiaseulonnat.

## Laadun johtamista kohti - Terveysviraston ohjaus apuna

Helsingin kaupungin terveysviraston johtamisen kehittämisprosessi alkoi jo vuonna 1990 toimintajärjestelmien ja rakenteiden kehittämistyöllä. Varsinainen laatutyö käynnistyi, kun terveysviraston ylin johto, myös kuvantamisen, osallistui elokuussa 1993 terveydenhuollon laadun kehittämisen kurs-



sille. Osallistujia perehdytettiin viikon ajan Amerikan sairaalaliiton käyttämään jatkuvan laadun parantamisen menetelmään, Continuous Quality Improvement, CQI. Suomenkielinen lyhenne on JLP. Vuosi 1994 nimettiin terveysviraston laatuvuodeksi. Vuonna 1995 hyväksyttiin terveysviraston laatu- ja palvelupolitiikka ja asetettiin laatutyötä koordinoiva laatuneuvosto. Tämän jälkeen Terveysviraston henkilökunta sitoutettiin ja koulutettiin käyttämään jatkuvan laadunparantamisen menetelmää oman toimintansa arvioimisessa ja parantamisessa.

Edelleen terveysvirastossa aloitettiin toiminnan strateginen suunnittelu vuonna 1996. Strategiasuunnitelmassa esitetään päämäärät, jotka kuvaavat keskeisiä tavoittiloja tai arvopäämääriä. Näiden saavuttamiseksi laaditaan toimintalinjat eli strategiat. Kullekin strategialle asetetaan konkreettiset, mitattavissa olevat tavoitteet, jotta päämääriin etenemistä kyetään käytännön toimilla aikaansaamaan. Terveystieteiden strategiasuunnitelmassa määritettiin toiminnan pitkän tähtäimen visioksi; hyvin, kustannuksiltaan kilpailukykyisesti hoidettu, omasta terveydestään huolehtiva ja palveluihin tyytyväinen väestö. Tähän on pyritty päämäärien, toimintalinjojen ja tavoitteiden määrittelyn kautta.

Laatutoiminnan ohjaaminen terveysviraston toimesta edistyi. Vuonna 1996 julkaistussa Terveystieteiden strategiasuunnitelmassa 1997 - 2001 asetettiin toiminnan laadunhallinnan tavoitteeksi se, että jokaisella terveysviraston yksiköllä on omasta toiminnastaan kirjallinen kuvaus eli laatukäsikirja vuoden 1997 loppuun mennessä. Laatuasioiden kehittämisen tueksi jokaiseen tulosyksikköön nimettiin laatuvaikuttaja, jotka osallistuivat terveysviraston laatuverkoston toimintaan vuosina 1997 - 1999.

Terveystieteiden johdon asettamalla toiminnan kehittämisen tavoitteilla ja koulutuksellisella tuella on ollut merkittävä vaikutus kehittämistyöllemme. Terveystieteiden strategiasuunnitelma on toiminut Kuvantamisyksikön toiminnan ohjauksen ja kehittämisen välineenä niin, että oma strategiasuunnitelmamme vuosille 1997 - 2001 valmistui 22.11.1996. Se on viitoittanut ja selkeyttänyt oman toimintamme tavoiteasettelua ja kehittämisen toteutusta. Strategiasuunnitelmamme sisälsi myös laadun kehittämisen ja laatukäsikirjan laatimisen henkilökuntamme käyttöön.

## **Kuvantamisyksikön laatujuväsiä**

Toimiminen uudessa tulosityksikköorganisaatiossa edellytti alkuvuosina rakenteellisten asioiden kuntoon saattamista ja röntgenosastojen käytäntöjen yhdenmukaistamista. Lisäksi erikoissairaanhoidon tulosityksiköittämissä seurauksena luotiin mm. yhtenäiset budjetointi-, investointi- ja hankintakäytännöt. Oman toimintamme kehittämistyön kohteeksi otettiin tärkeät ja ajankohtaiset asiakokonaisuudet kuten; tutkimusten tilastointi, hinnoittelu, kustannuslaskenta, hoitoisuus- ja tutkimusluokituksen kehittäminen, säteilyn käytön tekninen laadunvarmistus, tietotekniikkaan satsaaminen, röntgentutkimusten ajanvarausjärjestelmän kehittäminen, henkilökunnan koulutus sekä ensiapuvalmiuden ja -vastuiden selvittäminen. Kehittämistyö on toteutunut moniammatillisissa projekteissa, joihin on osallistunut henkilökuntaa jokaiselta osastoltamme.

Uusi organisaatiorakenne mahdollisti uudenlaisia yhteistyökäytäntöjä. Henkilökunnan tietoisuus ja kiinnostus eri puolilla kaupunkia olevien röntgenosastojen tavasta tehdä työtä lisääntyi. Jokaisella osastolla opittiin arviomaan omaa toimintaa ja etsittiin kehittämiskohteita jokapäiväisestä työstä. Menetelmänä on ollut oman sisäisen keskustelukulttuurin käynnistyminen sekä eri vaihtoehtojen arviointi, kokeilu ja korjaaminen.

## **Kuvantamisyksikön laadun kehittämistyön punainen lanka**

Kuvantamisyksikössä aloitettiin laatukäsikirjan valmistelutyö syyskuussa 1996. Tätä varten perustettiin työryhmä, johon kuului yksikön johto, neljä röntgenhoitajaa, kaksi lääkäriä, kolme sihteeriä, yhteensä 12 henkilöä. Toisella ryhmän vetäjistä oli kokemusta laatujärjestelmien kehittämisestä. Laatujärjestelmätyöskentelyn pohjaksi valittiin Radiologiyhdistyksen suosittelema laatukäsikirjan runko, joka pohjautuu ISO-järjestelmään. Työryhmän jäsenet tutustuivat laatukäsitteisiin, työprosesseihin, toimintojen kuvaamiseen, asiakaskyselyihin, henkilökunnan työtyytyväisyyteen, yhteistyöhön, sählysanalyysihin ja vuokaavioiden tekoon. Edelleen asioita käsiteltiin röntgenosastojen henkilökuntakokouksissa. Työryhmä perehtyi Suomen standardoimisliiton, SFS, laatujärjestelmän dokumentaation hierarkiaan ja ISO 9000 -laatujärjestelmään. Laatukäsikirjan tekemisen sisällölliset vastuut jaettiin työryhmän jäsenille ja työskentelyn etenemistä seurattiin kokouksissa. Röntgenosastojen henkilökunta teki työprosessiensa kuvauksia eri tutkimuksista vuokaavioilla ja näin opittiin näkemään potilaan koko prosessi röntgenosastolla ja yhteydet eri ammattiryhmien työn onnistumiseksi.

Samalla opittiin vertaamaan työprosessien vaiheita ja kyselemään erilaisten toimintatapojen syitä osastojemme henkilökunnan kesken ja poistamaan turhat työvaiheet. Työn hyvä lopputulos ymmärrettiin potilaan hoitoon osallistuvien kaikkien ammattiryhmien yhteistyön tulokseksi. Vuoden työskentelyn seurauksena koko henkilökunta oli otettu mukaan laatutyöskentelyyn ja oman toiminnan arviointiin. Laatukäsikirjan teko koettiin omaksi päämääräksi, jonka syntymistä jokainen henkilökuntamme jäsen voi auttaa.

Henkilökuntamme laatutyöskentelyä tuettiin Kuvantamisyksikön johdon järjestämällä koulutuksella. Starttina voidaan pitää oman toiminnan auditoitinkoulutusta. Koulutus järjestettiin kaksi kertaa vuosina 1996 ja 1997, yhteensä 80 henkilölle. Näinä vuosina toteutui osastoillamme useita oma-aloitteisia työtapojen arviointeja ja parantamisia mm. röntgenlausunnon kakkoskappaleen oman arkistoinnin muutos, ensiapuvalmiuden auditoinnit sekä tilaajien ja tuottajan yhteistyöneuvottelut potilaan hyvän hoidon näkökulmasta.

Kaiken kehittämisen tavoitteena oli toiminnan parantaminen sekä potilaan että henkilökunnan näkökulmasta. Yksikön johdon visio ja arvoperusta on ollut työn sisällön, työympäristön, sääntöjen, työvälineiden ja yhteistyön jatkuvassa kehittämisessä. Hyvä tulos aikaansaadaan työyhteisöissä vain keskustelemalla ja ratkomalla jatkuvasti ristiriitoja, jotka johtuvat toimintaympäristömme muutoksista. Henkilökunnan tutkiva työnote, halu selvittää asioita ja nähdä tilanne isommasta perspektiivistä on laadun kehittämistyössä ratkaisevan tärkeää. Jokapäiväisen toiminnan ja yhteistyön kehittämisen taustateorian ja ajattelumallina on pidetty Engeströmin (1987) ja Simoilan (1994) kehittävän työntutkimuksen teoriaa. Työntekijät käyttävät tätä mallia työtoimintansa nykyisten ongelmien ja ristiriitojen selvittämiseen ja tulevan vaihtoehdon hahmottamiseen. Tästä abstraktiosta työntekijät kohoavat käytännön ratkaisuihin, jotka vievät työtoiminnan uuteen, kehittyneempään laadulliseen vaiheeseen (Engeström 1994, 87-89; Simoila 1994,12).

Laatutyöskentelymme edetessä kasvoivat myös omat sisällölliset tavoitteemme. Työryhmän jäsenet ja henkilökuntamme teki aloitteen kaikkien röntgentutkimukseen valmentautumista edellyttävien tutkimusohjeiden yhtenäistämistä alkuvuonna 1997 (Laatukäsikirja; Tutkimusprosessi, 9.3 Tutkimusohjeet). Käytössä olleet ohjeet toimivat sisällön mallina. Parhaimmillaan kahdeksasta ohjeesta muokattiin yksi yhteinen ohje, joka hyväksy-

tettiin henkilökunnallamme. Potilaan ja tilaajan ohjeiden uusimisprojekti kesti kaikkine vaiheineen vuoden. Tällä työllä kuvantaminen tuki osaltaan terveysviraston vanhustenhoidon strategian muutosta. Sairaalapaikkojen väheneminen ja pitkäaikaisosastojen sekä avoterveydenhuollon henkilökuntaresurssien uudet järjestelyt edellyttivät colon-tutkimukseen tulevan potilaan valmistautumisohjeiden uusimista. Potilaan tutkimukseen valmentautuminen oli suunniteltava niin, ettei potilaan aikaa kuluteta turhaan eikä terveydenhuollon henkilökuntaa työllistetä suoliston tyhjentämisessä. Lisäksi kotona asuvan vanhuksen tuli hyvän ohjeen ja ohjauksen perusteella pystyä valmistautumaan suoliston tyhjennykseen ilman nestetasapainon häiriötä tai huonoa oloa tutkimuksen jälkeen. Henkilökunta osoitti halukkuutensa eri tyhjennysohjeiden testaamiseen ja edelleen kehittämiseen. Colon-tutkimukseen tulleita potilaita haastateltiin neljän kuukauden ajan strukturoidun kyselylomakkeen avulla. Tulokset vedettiin yhteen. Niitä arvioitiin yhdessä radiologien kanssa ja tehtiin päätökset hyväksyttävistä ohjeista. Potilaan ohjaus nähtiin myös röntgenosaston henkilökunnan tehtäväksi ennen tutkimusta. Muutoksen ja yhtenäisten ohjeiden hyväksymisen myötä ovat potilaiden yhteydenotot lisääntyneet röntgenosaston henkilökunnalle, mikä on hyvä asia. Onnistunut potilaan ohjaus ja toiminnan laatu koettiin tutkimuksen hyväksi tulokseksi, mikä näkyy potilaan hoitoon kuuluvana oikeana diagnoosina. Kuvantamisyksikön kehittämistyön lopputuloksena ja laatukäsikirjan yhtenä osatyönä laadittiin potilaan röntgentutkimukseen valmentautumiseksi 28 ohjetta ja tilaavien yksiköiden avuksi 14 ohjetta. Potilaalle tarkoitetut ohjeet käännettiin seuraaville kielille: ruotsi, englanti, ranska, venäjä, somali, kurdi, serbokroatia ja arabia.

## **Kuvantamistoiminnan arvojen kehittäminen**

Lähtökohtana arvojemme määrittelylle voidaan pitää vuonna 1997 röntgenhoitajien ilmaisemaa tarvetta opiskelijaohjauksen valmiuksien lisäämiseksi. Laatukäsikirjatyömme oli vasta seuraavana vuonna siinä vaiheessa, että arvojen määrittely oli ajankohtaista. Röntgenhoitajakoulutuksen muutos toi käytännön harjoittelujaksojen ohjaajille uudenlaisen opettamisen lähtökohdan. Opiskelijan suorittamien lukukausien määrällä ei voinut enää arvioida ammattikorkeakoulussa opiskelevan valmiuksia selviytyä käytännön harjoittelujaksosta. Samanaikaisesti terveysvirastossa oli käynnistynyt opiskelijoiden ohjauksen laatuun liittyvä projektityö, jota testattiin terveydenhuollon opetuskentillä. Terveyslautakunta velvoitti laadittavaksi opiskelijaohjauk-

sen laatuvaatimukset. Opiskelijoiden käytännön opetus tuli maksulliseksi vuonna 1996.

Kuvantamisyksikköön perustettiin opiskelijaohjauksen työryhmä lähentämään ammattikorkeakoulun opetustyötä ja kentän opetusvalmiuksia. Kehittämistyön pohjaksi otettiin opiskelijoiden käytännön jaksojen arviointien palautteet. Syntyi hyvää ammatillista keskustelua oman työn sisällöstä. Vuoden työskentelyn seurauksena opiskelijaohjauksen työryhmä päätyi jloh-topäätökseen keväällä 1998: Emme voi tietää, mitä on hyvä opiskelijoiden ohjaaminen, elleimme ensiksi osaa sanoa, mitä on hyvä hoito röntgenosastollamme ja miten se näkyy?

Alkoi arvokeskustelu koko henkilökuntamme keskuudessa. Työyhteisöissä oli valmiutta määritellä, mitä meidän osastollamme on hyvä hoito. Hyvähoito -projekti käynnistyi. Jokainen työntekijä vastasi kirjallisesti seuraavana esitettäviin kysymyksiin oman käsityksensä. Ajattelun apuna voitiin käyttää myös auditointinäkökulmaa: miten hyvä hoitosuhde ilmenee ja räky työtoverini työssä? Kehittämistyön käynnistyksen teoreettisena taustana on ollut sekä kehittävä työntutkimus että grounded teoria.

1. Mitä on hyvä palvelu osastollamme? Miten se ilmenee?
2. Mitä on ammattimainen käytös osastollamme? Miten se ilmenee?
3. Miten voimme yllättää potilaamme myönteisesti?
4. Mitä on hyvä vuorovaikutus? Miten se ilmenee?
5. Mitä on huolenpito toisistamme?
6. Millaisia rooleja meillä on työyhteisössä ja miten haluamme niiden toteutuvan?
7. Mitkä ovat voimavaramme?
8. Mitä on yhteistyö? Miten se ilmenee?
9. Mikä on työympäristömme - asiakkaamme? Miten se näkyy toiminnassamme?

Projektin vastuuhenkilö vastaanotti kirjaukset joka röntgenosastolla. Näin saatiin koko hoitohenkilökunnan moniääninen käsitys hyvästä hoidosta erilaisine ilmenemismuotoineen. Tiedot kirjattiin sellaisinaan tietokoneelle tai niitä voitiin luokitella aiheittain ryhmiin. Luokittelun seurauksena syntyi selitykset esim. ystävällisyydelle. Hyvä-hoito tulosta on käsitelty osastokokouksessa. Samalla on tehty sisäinen sopimus siitä, miten sovittua käytäntöä noudatetaan ja miten "polulta poikennut" palautetaan takaisin yhteisen

tiedostamisen kautta. Tätä kautta syntyivät yksikön omat arvot ja periaatteet. Hyvän-hoidon tulos (vrt kehittävän työntutkimuksen toimintajärjestelmän malli) edellyttää taustalla olevien kaikkien työtä koskevien ristiriitojen jatkuvaa ratkaisemista ja sovittuja menettelytapoja tätä varten. Hyvän-hoidon nimessä työntekijät tekevät aloitteita työtapojen muuttamiseksi tai asioiden toisenlaiseksi ratkaisemiseksi. Lopputuloksena on itseohjautuva ja hyvän hoidon toteutustaan itse kontrolloiva työryhmä, joka voi positiivisella tavalla puuttua ei-toivottavaan toimimiseen ja haluamaansa työn tulokseen työpaikallaan.

Röntgenhoitaja Marjut Pawsey teki tästä aineistosta yhteenvedon Helena Leino-Kilven teoriaa apunaan käyttäen ja näin Kuvantamisyksikön hyvähoito muutettiin kirjallisiksi standardeiksi ja kriteereiksi.

Laatukäsikirjaan liitetyt arvot sovittiin koulutustilaisuudessamme syyskuussa 1998. Arvoperustamme on ylläkäreiden ja osastonhoitajien sekä yksikön johdon työn tulos. Tämän jälkeen arvokeskustelu on toteutettu jokaisella röntgenoastolla osastotuntien muodossa. Kuvantamisyksikön arvot ovat:

1. Asiakastyytyväisyys: potilaat ja sidosryhmät
2. Ammattitaitoinen henkilökunta: jatkuva oppiminen ja uudistumiskyky
3. Yksilön kunnioittaminen ja arvostus
4. Työyhteisön hyvinvointi
5. Vuorovaikutus

## **Yhteenveto**

Kuvantamisyksikön laatukäsikirja valmistui kesällä 1999. Kuvantamisyksikön laatukäsikirjaan on koottu toimintaamme vaikuttavat tekijät, säännöt ja ohjeet. Laatujärjestelmämme on menettelytapojen ja toimintojen yhdistelmä, jonka tehtävänä on ohjata käytännön toimintaa ja palvelukykyä asiakkaan parhaaksi. Tavoitteenamme on saavuttaa asiakkaittemme sekä potilaiden että tilaavien yksiköiden henkilökunnan luottamus palvelujemme tasoon ja turvallisuuteen. Henkilökunta on työn tuloksen kannalta tärkeimmässä asemassa. Työmme tavoitteena on suorittaa laadukkaita ja diagnostisia tutkimuksia sujuvan työskentelyn avulla. Tällöin asiakkaamme kokevat, että Kuvantamisyksikön toiminta vastaa heidän tarpeitaan. Potilas saa tarvitsemansa avun ja haluaa käyttää palvelujamme jatkossakin. Tämä turvataan

toiminnan jatkuvalla arvioinnilla ja parantamisella, henkilöstön mukaan ottavalla johtamisella, vuorovaikutustaidoilla ja aktiivisen palautteen hankkimisella koko toiminnasta.

Kuvantamisyksikön laatukäsikirja toimii hallinnon käsikirjana, joka päivitetään tarvittaessa. Laatukäsikirja on tarkoitettu Kuvantamisyksikön henkilökunnan käyttöön. Laadukas kuvantaminen syntyy noudattamalla ohjeita ja säännöksiä. Uuden säteilylain tärkeimmät muutokset koskevat säteilytyötä ja säteilyn lääketieteellistä käyttöä. Laatukäsikirja ja tekninen laadunvalvonta tullaan päivittämään ST-ohjeiden vaatimusten mukaiseksi. Kuvantamisyksikön johto sitoutuu vuorovaikutuksessa henkilöstön kanssa toteuttamaan jatkuvaa laadunparannustyötä asettamiemme päämäärien mukaisesti. Kuitenkin oman lisänsä tähän tavoitteeseen asettaa siirtymisemme uuden kuntayhtymän palvelukseen vuoden 2000 alusta. Kaikesta huolimatta tämä työ on erinomainen pääoma laatutyömme edistymiseksi Helsingin ja Uudenmaan kuntayhtymän, HUS-röntgenissä.

*Helsingin kaupungin Terveysviraston Kuvantamisyksikön laatukäsikirjan sisällysluettelo.*

<b>JOHDANTO</b>
<b>SISÄLLYSLUETTELO</b>
<b>1. RADIOLOGISEN TOIMINNAN PERUSTEET</b>
1.1 YKSIKÖN TUNNISTETIEDOT
1.2 SAIRAANHOITOPUIRIN JA SAIRAALAN HALLINTO
1.3 KUVANTAMISYKSIKÖN ORGANISAATIO
1.4 EETTISET PERUSTEET
1.5 TOIMINNAN SÄÄDÖKSET
1.6 KUVANTAMISYKSIKÖN TOIMINTAPERIAATE
1.6.1 Tehtävät, palvelut ja vastualueet
1.6.2 Yhteydet muihin radiologisiin yksiköihin
1.6.3 Yhteydet tilaajiin
1.7 RESURSSIT
1.7.1 Kuvantamisyksikön henkilökuntaresurit
1.7.2 Kuvantamisyksikön tilat
1.7.3 Kuvantamisyksikön talous
1.8 JOHTAMISEN PERUSTEET
1.9 TOIMINNAN SUUNNITTELU JA SEURANTA
1.9.1 Sairaalaosaston talouden suunnittelu ja seuranta
1.9.2 Kuvantamisyksikön talouden suunnittelu ja seuranta
<b>2. LAATUPOLITIikka</b>

- 3. LAATUJÄRJESTELMÄ**
  - 3.1 LAATUJÄRJESTELMÄN RAKENNE
  - 3.2 VASTAAVAT HENKILÖT
  - 3.3 LAATUJÄRJESTELMÄN NOUDATTAMINEN
  - 3.4 LAATUKÄSIKIRJAN YLLÄPITO
  - 3.5 ASIAKASPALAUTEJÄRJESTELMÄ
- 4. TILAT**
  - 4.1 POHJAPIIRROKSET
  - 4.2 VARASTOTILAT
  - 4.3 KESKUSVARASTO
  - 4.4 ATK-TILAT
  - 4.5 TILOJEN YLLÄPITO
  - 4.6 KULUNVALVONTA
- 5. LAITTEET**
  - 5.1 LAITEREKISTERI
  - 5.2 HANKINTA JA POISTOMENETTELY
  - 5.3 HUOLTO JA YLLÄPITO
  - 5.4 KÄYTTÖOHJEET
  - 5.5 LAITTEIDEN YMPÄRISTÖVAATIMUKSET
  - 5.6 OSASTON ULKOPUOLISET LAITTEET
- 6. HENKILÖSTÖ**
  - 6.1 HENKILÖSTÖPOLITIikka
  - 6.2 HENKILÖSTÖREKISTERI
  - 6.3 HENKILÖSTÖ JA TEHTÄVÄT
  - 6.4 HENKILÖVALINNAT JA PÄTEVYYDEN TOTEAMINEN
  - 6.5 LOMAT, TYÖKYKY, IRTISANOMINEN
  - 6.6 PEREHDYTYS, OSAAMINEN, JA KEHITTÄMINEN
  - 6.7 KOULUTUS
  - 6.8 KÄYTETTÄ VISSÄ OLEVA KIRJALLISUUS
- 7. MATERIAALIHALLINTA**
  - 7.1 HANKINTAMENETTELY
- 8. TIETOJEN HALLINTA**
  - 8.1 LAINSÄÄDÄNTÖ JA MUUT OHJEET
  - 8.2 TIETOJÄRJESTELMÄT
  - 8.3 KÄYTTÖOIKEUDET
  - 8.4 TIETOJEN TALLENTAMINEN
  - 8.5 ARKISTOINTI
  - 8.6 TOIMINTATILASTOT
  - 8.7 POTILASTIETOJEN SUOJAAMINEN
- 9. TUTKIMUSPROSESSI**
  - 9.1 TUTKIMUSREKISTERI
  - 9.2 TUTKIMUKSEN VALINTA
  - 9.3 TUTKIMUSOHJEET
    - 9.3.1 Röntgentutkimusten valmistautumisohjeet potilaalle
    - 9.3.2 Röntgentutkimusten valmistautumisohjeet tilaajalle
  - 9.4 TUTKIMUSPYYNTÖ
  - 9.5 AJANVARAUS
  - 9.6 POTILASKULJETUS
  - 9.7 POTILAAN, POTILASPAPEREIDEN JA RÖNTGENKUVIEN IDENTIFIOINTI
  - 9.8 TUTKIMUKSEN SUORITUS
  - 9.9 POTILAAN JÄLKISEURANTA



9.10	KOMPLIKAATIOT
9.11	PÄIVYSTYSJÄRJESTELYT
9.11.1	Röntgenlääkäreiden päivystys
9.11.2	Röntgenhoitajien ja osastonsihteereiden päivystys
<b>10.</b>	<b>TYÖTURVALLISUUS</b>
10.1	ORGANISAATIO JA TILAT
10.2	OHJEET
10.3	SÄTEILYTURVALLISUUS
10.4	KOULUTUS
10.5	REKISTERIT
<b>11.</b>	<b>VIESTINTÄ JA YHTEISTOIMINTA</b>
11.1	TIEDOTTAMINEN
<b>12.</b>	<b>OPETUS, TUTKIMUS JA KEHITYSTYÖ</b>
12.1	YLEISET PERIAATTEET
12.2	TUTKIMUS- JA KEHITYSALAT
<b>13.</b>	<b>OIKEUDELLISET SEIKAT</b>
13.1	LAKI POTILAAN OIKEUKSISTA
13.2	VALITUKSET
13.3	RANGAISTUKSET

## Lähdekirjallisuus

Engeström Y. Learning by expanding. An activity-theretical approach to developmental rerearch. Orienta-Konsultit Oy. Helsinki. 1987.

Engeström Y. Kehittävä työntutkimus: perusteita, tuloksia ja haasteita. Valtionhallinnon kehittämiskeskus. Helsinki. Julkaisematon käsikirjoitus. 1994.

Helsingin kaupunki. Terveysvirasto. Kuvantamisyksikkö. Kuvantamisyksikön laatukäsikirja. Toim. Lohva, Elina. Helsinki. Versio 1.0 / 30.6.1999

Simoila R. Terveystenhoitajan työn kehitys, ristiriidat ja työorientaatiot. Oulun yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta, Hoitotieteen laitos. STAKE-Sin tutkimuksia 48. Gummerus. Jyväskylä. 1994.

# LAATUPOLITIIKKA KÄTILÖOPISTON SAIRAALAN RÖNTGENOSASTOLLA

**Pirjo Outinen**

**Helsingin kaupunki, Terveysvirasto, Kuvantamisyksikkö**

Helsingin kaupungin Terveysviraston Kuvantamisyksikön laatukäsikirjassa laatupolitiikalla ilmaistaan johdon keskeiset tavoitteet ja tahto Kuvantamisyksikön toiminta-ajatuksen toteutumiseksi. Johdon tulee sitoutua laatupolitiikan yleisiin suuntaviivoihin edistääkseen toiminnan laatua yhteistyössä osaavan henkilöstönsä kanssa. Seuraavana esitetään Kuvantamisyksikön laatupolitiikka Kätilöopiston sairaalan röntgenosastolle sovellettuna.

## **Potilaskeskeisyys**

- Kuvantamistoiminta suuntautuu palveluun. Lähtökohtana on potilaslähtöinen tunnistettu ja tiedostettu laatu. Tämä ilmenee sekä potilaan että hoitavan lääkärin tyytyväisyytenä röntgenosaston hoitoa, tutkimusta ja palvelua kohtaan.
- Laadukkaan toiminnan edellytys on koko henkilökunnan herkkyyks vastata potilaan tarpeisiin ja odotuksiin.

Kätilöopiston sairaalan röntgenosastolla asiakas luo lopullisen mielikuvan palvelun laadusta sen perusteella, miten hänen tarpeensa, odotuksensa, aikaisemmat kokemuksensa ja hänen saamansa palvelu vastaavat toisiaan. Asiakastyytyväisyyskyselyt ovat tärkeitä mittareita selvitettäessä asiakkaan kokemaa laatua.

Olemme kartoittaneet röntgenosaston palvelujen laatua määräaikailla ja jatkuvilla asiakaskyselyillä, kehittääksemme palvelua asiakkaan näkökulmasta. Palautetut lomakkeet on käsitelty viikoittain osastokokouksissa ja niistä on tehty yhteenvedot. Yhteenvedoissa on eritelty positiiviset - ja negatiiviset palautteet sekä parannusehdotukset. Toteuttamiskelpoiset ehdotukset otetaan huomioon toiminnan kehittämisessä. Asiakaskyselyt ovat kohdistuneet potilaisiin eivät muihin yhteistyökumppaneihin.

## Henkilöstökeskeisyys

- Tuloksekkaan toiminnan tärkein voimavara on ammatillisuuttaan arvostava, tyytyväinen ja työkunnostaan huolehtiva henkilöstö. Yksikön ja työyhteisön hyvinvoinnin edistäminen on jatkuvaa. Henkilöstöä kannustetaan jatkuvaan oppimiseen ja vastuuseen itsensä kehittämisestä.

Vuonna 1999 henkilökunnalle suoritettiin tulokunnan arviointi Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymän mittarilla. Siinä kartoitettiin melko laajasti tulokselliseen työskentelyyn vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi henkilökunnan koulutustarvetta kartoitettiin oppimistarpeen kuvauksen avulla. Saatuja tietoja käytettiin hyväksi vuoden loppupuolella tavoitekeskusteluissa, jotka ovat pohjana tulevan kauden suunnittelussa. Henkilökunnan koulutukseen osallistumisessa otetaan huomioon osaston toiminta, henkilökunnan erityistehtävät ja tasapuolisuus. Henkilökuntaa motivoidaan osaston sisäisen koulutuksen ylläpitämiseen ja omaehtoiseen opiskeluun.

Tyky-toiminta käynnistettiin Kuvantamisyksikössä Helsingin Terveystieteiden Tyky-ohjelman pohjalta. Työsuojeluelimen puheenjohtaja erikoisröntgenhoitaja Merja Bilund - Rytönen teki kirjallisen Tyky-ohjelman Kuvantamisyksikölle ja informoi työyksiköiden tykyvastaavia ohjelman merkityksestä ja ylläpitämisestä. Tyky-ohjelmalla pyritään monipuolisesti säilyttämään ja lisäämään henkilökunnan psyykkisiä ja fyysisiä voimavaroja kehittämällä työtä ja työyhteisöä työntekijöiden omista lähtökohdista.

## Tuotekeskeisyys

- Laadukkaan työn tuloksen edellytys säteilytyössä on osaamistaan jatkuvasti kehittävä henkilöstö. Ammatillinen osaaminen kehittyy omaa toimintaa jatkuvasti arvioimalla ja kouluttamalla itseään.
- Eettisesti hyvä ammatillinen toiminta edellyttää työntekijän ja työyhteisön vastuullisuuden toteutumista käytettäessä säteilyä ihmisen sairauksien tutkimiseksi tai hoitamiseksi.

Kuvantamisyksikköön saatiin vuonna 1999 yhteiset kirjalliset ohjeet Ulkoisten sädesuojien käyttö Helsingin kaupungin Kuvantamisyksikössä. Ohjeet käsiteltiin osastokokouksissa ja pohdittiin suojien järkevän käytön ja yhteisten toimintatapojen merkitystä käytännön työssä.

## Kilpailukeskeisyys

- Laadukkaan kuvantamistoiminnan edellytys on työprosessejaan parantava ja auditoiva henkilökunta. Päämääränä on palvelujen hyvä markkinoitavuus ja haluttavuus sekä potilaan että hoitavan lääkärin kannalta.

Sisäiset auditoinnit käynnistettiin Kuvantamisyksikössä jo ennen laatukäsikirjan valmistumista. Osa henkilökunnastamme osallistui v. 1997 yksikömme järjestämään auditointikoulutukseen, jonka jälkeen kaikissa Kuvantamisyksikön työpisteissä tehtiin sisäisen auditointi ensiaputoiminnasta. Keväällä 1999 pyysimme Herttoniemen röntgenosastoa auditoimaan toimiston työprosesseja. Laatukäsikirjan pohjalta auditoimme Malmin sairaalan röntgenin säteilysuojausta ( säteilysuojat ja niiden käyttö) ja Marian sairaalan röntgenistä auditoitiin meidän perehdytysohjelmaa.

## Ympäristökeskeisyys säteilytyössä

- Kuvantamistoiminnassa henkilökunta huolehtii jätteistä syntyvän haitan minimoinnista niin, että jätteistä ei aiheudu vaaraa tai haittaa terveydelle eikä vaikeutta jätehuollon järjestämiselle.
- Ympäristökeskeinen laatu ilmenee jätefilmien sekä röntgenkuvan kehite – ja kiinniteliuosten ohjeenmukaisena keräämisellä ja hävittämisenä.
- Uutta toimintaa suunniteltaessa ja toimintaa jatkuvasti kehitettäessä valitaan ensisijaisesti ympäristöystävälliset ratkaisut.

Kuvantamisyksikön kaikki osastonhoitajat osallistuivat HYKSin järjestämään Ympäristövastaavien koulutukseen, jonka tavoitteena oli antaa valmiudet toimia työyksikkönsä ympäristövastaavana ympäristöasiota koskevissa kysymyksissä. Koulutuksen harjoitustyönä laadittiin oman työyksikön jäte- ja ympäristöohje.

## Arvokeskeisyys/Kuvantamisyksikön arvot

- Asiakastyytyväisyys
- Ammattitaitoinen henkilökunta
- Yksilön kunnioittaminen ja arvostus
- Työyhteisön hyvinvointi
- Vuorovaikutus

Työyhteisössämme jokainen joutui pohtimaan omasta näkökulmastaan, mitä on hyvä hoito ja kirjallisten palautteiden perusteella teemaa käsiteltiin osastokokouksissa. Erikoisröntgenhoitaja Marjut Pawsey (Malmin sairaalan röntgenosasto) työsti Kuvantamisyksikön eri toimipisteiden käsitykset hyvästä hoidosta julkaisuksi Röntgenhoitajien käsitys hyvästä hoidosta Kuvantamisyksikössä.

Keskustelu Kuvantamisyksikön arvoista käynnistettiin koulutustilaisuudessa, jossa myös sovittiin yhteiset arvot. Kunkin työpisteen henkilökunta määritteli myöhemmin, miten arvot näkyvät ja mitä ne merkitsevät omassa työssämme.

## **Laadun kehittämishanke**

Laatu koostuu toiminnan prosessista, joista saatavaa tietoa hyödyntämällä prosesseja voidaan parantaa. Kuvantamisyksikössä jatkuvan laadunparannuksen menetelmiä on käytetty prosessien kehittämisessä jo useita vuosia. Vuonna 1999 oman toiminnan kehittämisen seurauksena jokaisessa toimipisteessä toteutettiin yksi laadunparantamisprosessi. Valitsimme kehittämishankkeeksemme säteilyannosten mittaamisen ja kuvan laadun arvioinnin lapsipotilaiden röntgentutkimuksissa ja pelvimetrioissa. Kuvanlaatu digitaalista levykuvantajärjestelmää käyttäen oli omasta mielestämme ja pediatreilta saadun palautteen perusteella etenkin vastasyntyneiden ja lapsipotilaiden röntgentutkimuksissa epätasainen perinteiseen röntgenkuvaukseen verrattuna. Potilaiden säteilyrasituksen arvelimme lisääntyneen ”mutuun”, ei mittauksiin perustuen vastoin laitetoimittajilta saamaamme tietoa.

Kehittämishanke on yhteinen Säteilyturvakeskuksen kanssa ja siihen osallistuvat osastomme radiologit ja röntgenhoitajat. Tavoitteena on pinta-alaannoksista, kuvan laadusta ja tutkimuskäytännöistä saamamme tiedon perusteella tuottaa optimaalinen röntgenkuva mahdollisimman pienellä säteilyrasituksella. Projektin on osoittautunut mielenkiintoiseksi, mutta työlääksi. Aineiston keruu jatkuu edelleen. Säteilyturvakeskus analysoi tulokset ja ne raportoidaan kirjallisesti. Toivomme, että saatua tietoa voidaan hyödyntää omassa työyksikössä ja röntgenosastoilla, joissa kuvataan lapsipotilaita digitaalisella levykuvantajärjestelmällä.

## Yhteenveto

Jatkuva laadunparantaminen on ollut useiden vuosien ajan Kuvantamisyksikön ja oman työyhteisömme toimintaan kiinteästi kuuluva työprosessien kehittämismenetelmä. Laatukäsikirjan valmistuminen henkilökunnan käyttöön jännevöittää selkeästi jatkuvaa laadunparannustyötä. Koko henkilökunta on voinut vaikuttaa omalla erikoisosaamisellaan ja asiantuntemuksellaan laatukäsikirjan tekemiseen. Laatukäsikirjatyön ohessa Kuvantamisyksikön henkilökunta on uusinut ja yhtenäistänyt erilaisia ohjeita yksikön käyttöön. Vain dokumentoitua toimintaa voidaan arvioida ja kehittää asiakkaiden tarpeiden ja odotusten mukaan ja hyödyntää niitä toiminnan tavoitteita asettaessa. Laadun parantaminen on mitä suuremmassa määrin yhteistyötä, jossa jokaisella työntekijällä asemasta ja koulutuksesta riippumatta ei ole vain mahdollisuus, vaan velvollisuus tuoda esille näkemyksensä. Aito ryhmätyökyky voi peittyä työyhteisössä näennäisdemokratian alle, mutta kehittämällä työprosesseja tavoitteena hyvä laatu voidaan oppia todelliset ryhmätyötaidot.

## **LASTEN RADIOLOGISET TUTKIMUKSET JA LAATU**

**Sirpa Jäppinen, Tuula Vinnurva-Jussila**  
**Kätilöopiston sairaala**

Kaikista Suomessa tehtävistä röntgentutkimuksista on vuonna 1995 tehdyn selvityksen mukaan lasten tutkimusten osuus noin 9 %. Yleisimmät tutkimukset kohdistuvat luustoon (68 %) ja hengityselimistöön (27 %).

Terveyskeskuksissa tehdään lasten tutkimuksista 42 %. Nämä ovat miltei kaikki natiivikuvauksia. Myös sairaalatutkimuksista on suurin osa natiivikuvauksia.

Lapset ovat tutkittavina kiehtovia ja haastavia. Kasvu vastasyntyneestä, jopa pikkuruisesta keskosesta, aikuisen kokoiseksi teini-ikäiseksi, aiheuttaa tutkijalle runsaasti sekä teknisiä että psykologisia ongelmia. Käytännössä lapset ryhmitetään ikäkausittain: Vastasyntyneet < 1 kk, imeväiset < 1 vuosi, leikki-ikäiset 1 - < 5 v, "pienet koululaiset" 5 - < 10 v ja isot koululaiset 10 - < 16 v.

Lasten vanhemmat ovat myös nykyään miltei aina mukana tutkimuksissa.

Potilaan ja hänen vanhempiensa ja toisaalta röntgenhenkilökunnan odotukset tutkimuksen laadusta saattavat poiketa toisistaan. Yksinkertaistaen potilaat toivovat nopeata, ammattitaitoista ja ystävällistä palvelua. Henkilökunnan tavoitteena on diagnostinen tutkimus ALARA- periaatteella.

### **Lapsipotilas tutkimustilanteessa**

Toiminnan huolellinen etukäteissuunnittelu tekee tutkimustilanteen sujuvaksi. Sekä potilaalle että vanhemmille on selitettävä mitä tehdään, miksi tehdään ja miten tehdään. Turhaa odottamista on pyrittävä välttämään.

Lasta kohdellaan aina ystävällisesti ja kunnioittavasti lapsen kehitystason mukaan.

**Vastasyntyneitä** käsitellään varmasti ja turvallisesti. Pieni lapsi jäähtyy helposti. Vauvaa pidetään riisuttuna mahdollisimman lyhyt aika. Tutkijan käsien tulisi olla lämpimät. Samoin tutkimusalustaa voi tarvittaessa lämmitellä.

**Imeväiset** ottavat jo kontaktia tutkijaan ja alkavat ennen pitkää vierastakin. Hymy, ystävällinen äänensävy ja rauhalliset otteet tukevat perusluottamusta. Leluilla voi kiinnittää lapsen huomion ja viihdyttää lasta tutkimuksen aikana.

**Leikki-ikäiset** osallistuvat jo usein aktiivisesti tutkimukseen. Heille on syytä vakuuttaa, että kuvaaminen ei satu. Hengitystä voidaan harjoitella thorax-kuvauksen yhteydessä. Pieni palkitseminen esim. tarralla tai kiiltokuvalla jättää hauskan muiston.

**Pienet koululaiset** tarvitsevat asiallista ja rehellistä tietoa tutkimuksen kulusta. Yhteistyö sujuu hyvin yhdessä keskustellen. Tarrat ovat mieluisia, koska tämänikäiset lapset keräävät niitä.

**Isot koululaiset** hakevat identiteettiään ja murrosikä on usein käynnissä. Riisuutuminen on hämmentävää, ja aikuisen on muistettava olla hienotunteinen.

## Tekninen laatu

### Oikea kuvausasento

#### Thorax

Pienet vastasyntyneet kuvataan ainakin tehohoito-olosuhteissa makuulla. Ensimmäiseen kuvaan on usein syytä rajata myös suoliston aluetta mukaan, että saadaan käsitys abdomenin tilasta.

Thorax-kuvauksia voidaan tehdä myös istuen tai riiputtamalla tai erityisessä kaukalossa kuten meidän osastollamme. Kuvataan sekä AP- että sivusuunnassa. Kaukaloon lapsi on helppo immobilisoida turvallisen tuntuiseen altauteen. Paras sisäänhengitys saadaan lapsen itkiessä, tarvittaessa hieman kantapäätä nipistämällä auttaen. Kuvaajan on syytä nähdä lapsen maha, josta sisäänhengityksen voi arvioida.



## **Nenän sivuontelot ja kitarisa**

Sivuontelot kehittyvät vähitellen ja niiden kuvaaminen kannattaa vasta 3-4-vuotiaasta alkaen. Kitarisakuvasta voi arvioida poskionteloiden kehitystasoa. Sivuentelokuva otetaan PA-suunnassa silmien sädeannoksen vähentämiseksi. Nämä kuvat voidaan tarvittaessa ottaa potilaan maastessa.

## **Luukuvat**

Periaate on sama kuin yleensä. Kuvat otetaan kahdessa suunnassa. Pitkän luun kummankin nivelen tulee näkyä. Terve puoli kuvataan vertailuksi vain erikoistapauksissa.

## **Immobilisaatio**

Pieni lapsi on helppo immobilisoida muovautuvilla haulipusseilla tai leveällä röntgennegatiivisella teipillä. Kiinnipitäjiä tarvitaan myös usein, erityisesti kitarisakuvauksessa nenähengityksen aikaansaamiseksi. Vanhemmat eivät ole tässä yleensä riittävän napakoita.

## **Kuvattavan alueen rajausta ja sädesuojaus**

Lapsen anatomia poikkeaa aikuisen anatomiasta, ja tämä on otettava huomioon erityisesti thorax-kuvauksessa. Verta muodostavaa luuydintä on runsaasti myös pitkissä luissa, joten niiden tarpeetonta sädettämistä on vältettävä. Esim. thorax-kuvassa eivät pää ja olkavarret saa olla liikaa kuvakentässä.

Rajaus on tehtävä mahdollisimman tarkasti. Myös lyijysuojia käytetään, ja ne osaltaan immobilisoivat potilasta. Kuvakentän reunasta on mahdollisuuksien mukaan suojattava ainakin 5 cm:n levyinen alue.

## **Kirjallisuusviite**

Heikkilä M, Servomaa A, Parviainen T. Lasten radiologiset tutkimukset: Tutkimusmäärät ja annokset. STUK-A152. Helsinki: Oy Edita Ab, 1998: 132-142.

# SÄTEILYANNOKSET JA LAATU LASTEN RADIOLOGISISSA TUTKIMUKSISSA

Teuvo Parviainen<sup>1</sup>, Tuula Vinnurva-Jussila<sup>2</sup>, Pirjo Outinen<sup>2</sup>,  
Sirpa Jäppinen<sup>2</sup>, Päivi Ojala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Säteilyturvakeskus, <sup>2</sup>Kätilöopiston sairaala, Helsinki

Röntgentutkimuksia tehdään alle 16-vuotiaille Suomessa vuosittain yhteensä noin 350 000. Kaikista tehdyistä röntgentutkimuksista se on noin 9 %. Valtaosa lasten röntgentutkimuksista tehdään terveyskeskuksissa, yhteensä lähes 150 000. Lasten tutkimusten osuus kaikista röntgentutkimuksista onkin terveyskeskuksissa noin 15 %. Lähes 80 % näistä on terveyskeskuksissa luuston tutkimuksia ja noin 20 % hengityselinten tutkimuksia (Heikkilä, Servomaa, Parviainen 1998). Altistuessa lapsena ionisoivalle säteilylle, siitä aiheutuva elinikäisriski sairastua syöpään jossain elämänsä vaiheessa on jopa kolme neljä kertaa suurempi verrattuna altistumiseen myöhemmin aikuisiässä. Suurempaa säteilyriskiä voidaan kompensoida optimoimalla kuvaustekniikkaa lasten röntgentutkimuksissa (Komppa 1998).

EU:n säteilyturvallisuuutta koskevista säädöksistä kiinnitetään erityistä huomiota mm. lasten säteilyturvallisuuuteen (Euroopan Neuvoston direktiivi 97/43 Euratom, 1997). Säteilylaki ja sen nojalla annetut säädökset velvoittavat Suomessa toteuttamaan direktiivin periaatteita ja tarkoitusta. Uudet säädökset velvoittavat mm. seuraamaan potilaiden saamia säteilyannoksia ja radiologisten tutkimusten laatua. EU:ssa jäsenvaltioita veloitetaan myös edistämään diagnostisten vertailutasojen määrittämistä ja käyttöönottoa. Säteilyannosten vertailutasot eivät saisi ylittyä normaaleissa tyypillisissä röntgentutkimuksissa. Säteilytoiminnan harjoittajien tulee olla selvillä tavanomaisista röntgentutkimuksista potilaille aiheutuvista säteilyannoksista.

EU on julkaissut myös lasten röntgentutkimuksia koskevia suosituksia. Laadun kehittäminen edellyttää säteilytoiminnan systemaattista arviointia. Säteilyturvallisuuutta ohjaavissa säädöksissä veloitetaan optimointiin, jotta voitaisiin saavuttaa mahdollisimman suuri hyöty aiheutettuun riskiin verrattuna. Toiminnan laadun arviointi ja toiminnan jatkuva kehittäminen kuuluvat sinänsä saumattomasti tämän päivän laatutietoiseen toimintakulttuuriin myös terveydenhuollossa.

## **Laadun kehittämishanke Kätilöopiston sairaalassa**

Kätilöopiston sairaalan röntgenosaston toiminnan ominaispiirre on se, että tutkimuksissa käyvistä potilaista/asiakkaista noin 30 % on terveystieteiden lääkäreiden lähettämiä alle 16-vuotiaita lapsia. Tyypillisesti suurin osa pienten lasten tutkimuksista on keuhkojen röntgentutkimuksia. Vanhemmilla lapsilla on luuston tutkimuksia suhteellisesti enemmän.

Röntgenosastolla on kaksi vuotta sitten otettu käyttöön digitaalinen levykuvantamislaitteisto. Myös röntgenlaitteita oli uusittu. Filmi-vahvistuslevyyn verrattuna kuvalevyn on erona, ettei sille taltioidusta kuvasta voi havaita suhteellisen suuriakaan säteilyannoseroja. Järjestelmän dynamiikka annoksen suhteen on suuri. Säteilyannoksista aikaisempaan verrattuna ei ollut tietoa. Säteilyannosten ohella kuvan riittävän hyvä laatu on koettu tärkeäksi lasten röntgentutkimuksissa. Kuvan laadun vaihteluista on ajoittain ollut epäilyjä. Mahdollisia syitä siihen voi olla hyvin monia ja siksi haluttiin arvioida yksityiskohtaisemmin myös kuvanlaatua ja tutkimustekniikkaa. Koko kehittämishankkeen aktiivinen toteuttaminen vie aikaa noin vuoden.

Kehittämishankkeessa asetettiin tavoitteeksi yhdessä Säteilyturvakeskuksen kanssa selvittää lapsipotilaiden saamat säteilyannokset, arvioida kuvan laatua sekä kehittää tutkimustekniikka eri ikäisten lasten tutkimuksissa. Saatua tietoa voitaisiin hyödyntää oman työyksikön ohella myös muissa työyksiköissä, joissa kuvataan lapsipotilaita digitaalisella levykuvantamistekniikalla. Tutkimuksiksi valittiin keuhko- ja poskiontelotutkimukset sekä osastothorax.

## **Säteilyannosten mittaus**

Säteilyannokset mitattiin kuvauslaitteistoon asennetulla pinta-ala annosmittarilla. Potilaiden pienestä koosta johtuen käytetty säteily määrä ja säteilykeilan koko voi olla hyvinkin pieni. Tämän vuoksi käytettiin osassa mittauksia erikoisherkkää mittaria luotettavan tuloksen varmistamiseksi. Tämän lisäksi haluttiin määrittää potilaan ihoannos eri kuvausprojektioiden osalta. Tätä varten jokaisesta tutkimuksesta tehtiin hyvin yksityiskohtaiset merkinnät kuvaustekniikasta. Annosmittauksia varten suunniteltiin lomake siten, että se voitiin esittää mahdollisimman paljon. Myös potilaan koko, ikä ja muut tutkimukseen vaikuttaneet oleelliset seikat kirjattiin huolelli-

sesti. Säteilykeilan koon määrittäminen tutkimuksissa oli ongelmallista, koska kuvaa ei voinut tulostaa jossain tunnetussa (esim. 1:1) mittakaavassa. Koska eri ikäisten lapsipotilaiden koko vaihtelee hyvin paljon, suunniteltiin tutkimusaineisto kattamaan eri ikäryhmät. Lapsipotilaiden ikä ja koko vaikuttaa huomattavasti myös käytettyyn tutkimustekniikkaan eri tutkimuksissa. Jatkossa tullaan annokset mittaamaan myös sairaalassa röntgenosaston ulkopuolella tehdyissä tutkimuksissa.

## **Kuvan laadun arviointi**

Kuvan laadun arviointi tehtiin samoista tutkimuksista joista säteilyannos mitattiin. Kuvan laadun arviointia varten suunniteltiin lomake siten, että se olisi mahdollisimman helppokäyttöinen ja selkeä. Kuvien arviointiinhan osallistui koko tutkimuksia tekevä henkilöstö. Kuvan laatua mittaavat tutkimus- ja projektiokohtaiset kyselylomakkeet laadittiin erikseen sekä hoitajille että lääkäreille. Testauksen jälkeen osoittautui tarpeelliseksi kirjata ylös tutkimuskohtaiset hyvän kuvan tunnusmerkit ja määrittelimme käsitteet optimaalinen kuva, oikea rajaus sekä tarkka, terävä kuva. Työasema-työskentelyn menetelmät tarkistettiin ja kirjattiin uudelleen. Tällä tarkoitetaan kuvan jälkikäsitteilyä ja tulostusohjeita.

Lasten tutkimuksissa pyrimme noudattamaan EU-suosituksia. Riittävän lähetteen määritelmä on yksikkömme laatukäsikirjasta. Tutkimuksesta kirjattiin ylös myös lapsen kiinnipitämiseen ja säteilysuojaukseen liittyvät asiat. Kehittämishankkeeseen kuuluvista annosmittauksista ja kuvan laadun arvioinnista annettiin koulutusta koko henkilöstölle.

## **Alustavia tuloksia**

Tätä kirjoitettaessa voidaan esittää vain alustavia tuloksia annosmittausten osalta. Taulukossa I on esitetty ikäryhmittäin eri tutkimuksissa mitatut potilaiden säteilyannokset; pinta-ala annokset ja lasketut ihoannokset.

Potilaiden lasketut ihoannokset määriteltiin laskennallisesti röntgenputken säteilyntuottomittauksista huomioiden tutkimustekniikat. Alustavat tulokset on esitetty taulukossa II.

EU-suositus ihoannoksesta 5-vuotiaan thorax-AP/PA tutkimuksesta on 0,10 mGy ja sivuprojektiossa 0,20 mGy. Vastasyntyneille vastaava suositus thorax AP-projektiossa on 0,08 mGy. Alustavien tulosten perusteella mitatut säteilyannokset ovat selvästi alle EU-suosituksen.

Annosmittaukset sekä tutkimuksen ja kuvien laadun arviointi alkoivat syksyllä 1999. Mittaukset ovat parhaillaan käynnissä ja tähän mennessä on mitattu ja arvioitu noin sata tutkimusta. Tarvittava tutkimusaineisto saadaan koottua alkuvuoden aikana. Annoksia, kuvan laatua ja tutkimustekniikkaa tullaan arvioimaan yksityiskohtaisesti tämän jälkeen.

**Taulukko I.** Keskimääräiset pinta-ala annokset (DAP) mGy x cm<sup>2</sup> eri ikäisten lasten röntgentutkimuksissa.

Tutkimus	Ikä			
	1 kk - 1 v	1 – 4 v	5 – 9 v	10 – 15 v
Thorax AP/PA	8,5	12	22	43
Thorax sivu	11	16	33	83
NSO PA		63	67	80
NSO sivu		22	23	29
Kitarisa		21	24	34

**Taulukko II.** Keskimääräiset ihoannokset mGy eri ikäisten lasten röntgentutkimuksissa. Tulokset ovat alustavia.

Tutkimus	Ikä			
	<1 v	1 – 4 v	5 – 9 v	10 – 15 v
Thorax AP/PA	0,03	0,03	0,04	0,07
Thorax sivu	0,04	0,06	0,09	0,18
NSO PA		0,54	0,60	0,67
Kitarisa sivu		0,17	0,18	0,23

## Viitteet

Heikkilä M, Servomaa A, Parviainen T. Lasten radiologiset tutkimukset: Tutkimusmäärät ja annokset. Raportissa: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa 1998. STUK-A152. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 1998: 132-142.

Komppa T. Säteilyriski röntgentutkimuksissa. Raportissa: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa 1998. STUK-A152. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 1998: 92-98.

Neuvoston direktiivi 97/43/Euratom henkilöiden terveyden suojelemisesta ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta lääketieteellisen säteilyaltistuksen yhteydessä. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 180, 1997.

Europen Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in pediatrics. EUR 16261 EN. European Commission, Luxembourg 1996.

## POTILASANNOKSET AIKUISTEN RÖNTGENTUTKIMUKSISSA

**Antti Servomaa, Tuomo Komppa, Olavi Pukkila, Anja Kettunen, Asko Miettinen, Teuvo Parviainen**  
**Säteilyturvakeskus**

Euroopan unionin lääketieteellistä säteilynkäyttöä koskeva direktiivi 97/43/Euratom ja siihen mukautettu suomalainen säännöstö tuovat runsaasti uusia tehtäviä säteilyn käyttäjille. Yksi keskeisimmistä tehtävistä on potilasannosten määrittäminen kaikissa tutkimuspaikoissa. Potilasannosten seuranta suunnitellaan parhaillaan EU:n jäsenmaissa. Suomessa seurantamenetelmän suunnittelu on Säteilyturvakeskuksen tehtävänä. Potilasannosten määrittämiseen soveltuvia vaihtoehtoja ovat potilaan pinta-annoksen (ESD) mittaaminen tai sen laskeminen röntgenputken säteilytuoton perusteella, tai annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittaaminen. Direktiivi edellyttää myös, että ainakin yleisimpiä tutkimuksia varten on käytettävissä kansalliset vertailutasot, joihin mitattuja potilasannoksia voidaan verrata. Tässä artikkelissa esitetään pinta-ala-annosmittareilla tehtyjen DAP-mittausten tuloksia ja röntgenputken säteilytuoton perusteella laskettuja potilasannoksia aikuisten röntgentutkimuksissa, ja tuloksia verrataan julkaistuihin annostasosuosituksiin.

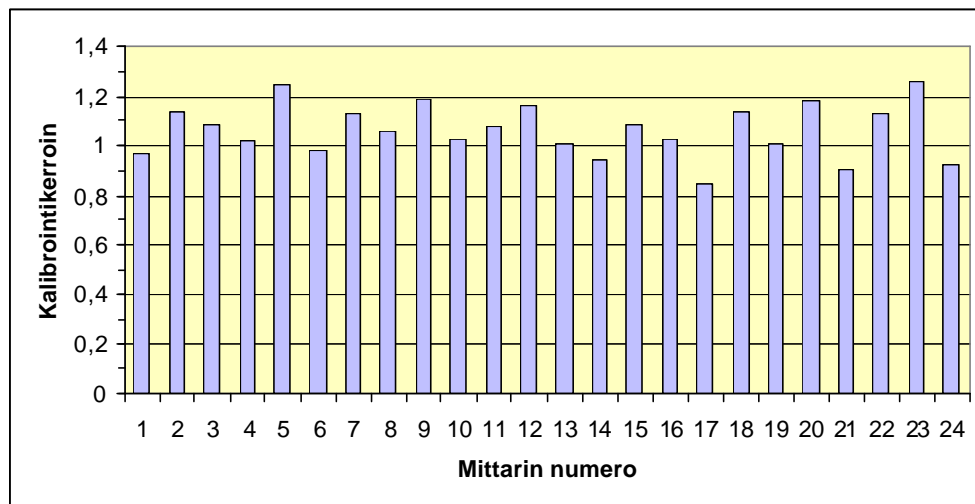
### Mittaukset

Potilasannosmäärityksiä tehtiin vuosien 1998 - 99 aikana yhteensä 24 tutkimuspaikassa. Annoksen ja pinta-alan tuloja mitattiin 15 sairaalassa ja yhdessä terveyskeskuksessa. Kahdeksassa paikassa annokset laskettiin röntgenputken säteilytuoton ja tutkimustekniikan perusteella. DAP-mittarit kalibroidiin jokaisessa mittauspaikassa säteilymittarin MDH 1015 (kammio 10 x 5 - 6) avulla, joka oli kalibroitu Säteilyturvakeskuksen mittanormaallaboratoriossa. DAP-mittareiden kalibroinnissa käytettiin yhtä tyypillistä suodatusta (2,5 - 5 mm Al) ja 1 - 3 tyypillistä putkijännitettä (50 - 125 kV). Paikoissa, joissa lisäsuodatus 0,1 mm Cu oli yleisesti käytössä, sitä käytettiin myös kalibroinnissa. Viidessä laitteessa oli käytössä sairaalan oma DAP-mittari ja muissa paikoissa jokin kolmesta Säteilyturvakeskuksen mittarista. Käytettyjä mittarimerkkejä olivat Diamentor (PTW), Doseguard 100

(RTI Electronics), Gammex (RMI) ja Vacudap (Vacutec). Lisäksi oli käytössä kaksi röntgenlaitteen sisään asennettua DAP-mittaria. Kuvassa 1 on esitetty DAP-mittareiden kalibrointikertoimet 70 kV jännitteellä. Kalibrointiker-  
toimien keskiarvo oli 1,07 ja vaihteluväli 0,85 - 1,26. Jännitteen muutokset välillä 70 - 125 kV vaikuttivat kalibrointikertoimeen eri laitteilla 2 - 15%.

## Tulokset

Yhteenvetona potilasannosmäärityksistä on taulukossa I esitetty tutkimusten koodi, nimi, projektio ja lukumäärä sekä annoksen ja pinta-alan tulosten keskiarvo, vaihteluväli ja kolmas kvartiili. Taulukkoon sisältyvät kaikkien 24 tutkimuspaikan tulokset. Niiden joukosta on taulukoissa II ja III esitetty erikseen ne tulokset, jotka on laskettu röntgenputken säteilytuoton ja tutkimustekniikan perusteella. Lasketut annoksen ja pinta-alan tulokset on esitetty taulukossa II ja pinta-annokset taulukossa III. Taulukossa IV on esitetty Euroopan komission ja pohjoismaisen työryhmän suositukset pinta-annokselle eräissä tavanomaisissa aikuisten röntgentutkimuksissa, ja taulukossa V pohjoismaiset suositukset annoksen ja pinta-alan tulolle (EUR 16260, 1996; Saxebøl ym. 1996; Säteilysuojelu 109, 1999).



**Kuva 1.** DAP-mittareiden kalibrointikertoimet potilasannosmittauksiin käytetyissä laitteissa 70 kV jännitteellä.

**Taulukko I.** Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) aikuisten röntgentutkimuksissa.



Koodi	Tutkimus (projektio)	Luku- määrä	DAP (Gy cm <sup>2</sup> )		Kolmas kvartiili
			Keskiarvo	Vaihteluväli	
5311	Keuhkot (PA)	354	0,14	0,014 - 1,1	0,16
5311	Keuhkot (lat)	312	0,47	0,04 - 3,2	0,55
5133	Lanneranka (AP)	115	2,0	0,14 - 15	2,3
5133	Lanneranka (lat)	114	3,7	0,35 - 17	4,7
5141	Lantio	48	2,8	0,6 - 14	3,7
5602,5611	Virtsatiet, urografia	44	8,3	0,9 - 29	8,9
5482	Paksusuolen varjoainetutk.	23	36	6,2 - 77	49
4210	PTA	45	38	1,4 - 226	36
5506	PTC	28	57	2,1 - 240	65
5509	ERCP	33	20	0,45 - 194	20
9211	PTCA	56	65	4,0 - 380	84
	<b>Yhteensä</b>	<b>1172</b>			

**Taulukko II.** Röntgenputken säteilytuoton perusteella laskettu annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) aikuisten röntgentutkimuksissa.

Koodi	Tutkimus (projektio)	Luku- määrä	DAP (Gy cm <sup>2</sup> )		Kolmas kvartiili
			Keskiarvo	Vaihteluväli	
5311	Keuhko PA	25	0,09	0,04 - 0,18	0,11
5311	Keuhko lat	23	0,27	0,04 - 0,78	0,32
5133	Lanneranka AP	4	1,1	0,82 - 1,2	
5133	Lanneranka lat	3	1,3	0,95 - 2,0	
5141	Lantio	2	2,6	1,6 - 3,7	
	<b>Yhteensä</b>	<b>60</b>			

**Taulukko III.** Röntgenputken säteilytuoton perusteella laskettu pinta-annos (ESD) aikuisten röntgentutkimuksissa.

Koodi	Tutkimus	Luku- määrä	DAP (Gy cm <sup>2</sup> )		Kolmas kvartiili
			Keskiarvo	Vaihteluväli	
5311	Keuhko PA	25	0,14	0,06 - 0,24	0,17
5311	Keuhko lat	23	0,6	0,2 - 1,6	0,7
5133	Lanneranka AP	4	4,7	3,5 - 6,3	
5133	Lanneranka lat	3	5,3	4,9 - 5,6	
5141	Lantio	2	5,2	3,6 - 6,9	
	<b>Yhteensä</b>	<b>60</b>			

**Taulukko IV.** Euroopan komission (EUR 12620, 1996) ja pohjoismaisen työryhmän (Saxebøl ym. 1996) suositukset pinta-annokselle (ESD) aikuisten röntgentutkimuksissa.

Tutkimus	Pinta-annos ESD (mGy)	
	Euroopan komission suositus	Pohjoismainen suositus
Kallo PA	5	
Kallo Lat	3	
Keuhko PA	0,3	0,2
Keuhko Lat	1,5	0,5
Lanneranka AP/PA	10	6
Lanneranka Lat	30	
Lantio AP	10	5
Virtsatiet AP	10	

**Taulukko V.** Pohjoismaiset suositukset (Saxebøl ym. 1996) annoksen ja pinta-alan tulolle (DAP) aikuisten röntgentutkimuksissa. Suositus kattaa koko tutkimuksen.

Tutkimus	DAP (Gy cm <sup>2</sup> )
Keuhkot	1
Lanneranka	10
Lantio	4
Urografia	20
Mahalaukun varjoainetutkimus	25
Paksunsuolen varjoainetutkimus	50

## Yhteenveto

Taulukoissa I ja II esitetyt annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvot ja kolmannet kvartiilit ovat selvästi pienempiä kuin pohjoismaiset suositukset (taulukko V). Myös taulukossa III esitetyt pinta-annosten keskiarvot ovat pienempiä kuin taulukossa IV esitetyt suositukset. DAP-mittausten yhteydessä ei kirjattu pinta-annoksen määrittämiseen tarvittavia lisätietoja.

Tässä tutkimuksessa on käytetty kahta eri menetelmää annoksen ja pinta-alan tulon määrittämiseksi. Molemmat menetelmät ovat käyttökelpoisia potilasannosmäärittämisessä. Taulukon II laskennallisten DAP-tulosten keskiarvo, vaihteluväli ja kolmas kvartiili ovat jonkin verran pienempiä kuin koko aineistoa koskevat arvot taulukossa I.

Myös DAP-mittareiden kalibrointikertoimien jakaumassa esiintyy huomattavaa vaihtelua, vaikka joukossa on myös samalla mittarilla tehtyjä mittauksia. DAP-mittarit pitääkin kalibroida mittarin ollessa kytkettynä samaan röntgenlaitteeseen jota tutkimuksissakin käytetään, koska suodatus- ja sirontatekijät muuttuvat laitteesta toiseen ja saattavat vaikuttaa kalibrointikertoimiin (Komppa 1998).

## Viitteet

Euroopan komissio. Ohjeita lääketieteellisessä säteilyaltistuksessa sovellettavista diagnostisista vertailutasoista. Säteilysuojelu 109, 1999.

European Commission. Quality criteria for diagnostic radiographic images. EUR 16260 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 1996.

EU:n neuvosto 1997. Neuvoston direktiivi 97/43/Euratom henkilöiden terveyden suojelemisesta ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta lääketieteellisen säteilyaltistuksen yhteydessä. Luxemburg 1997.

Komppa T. Pinta-ala-annosmittarin käyttö potilasannosmittaukseen. Raportissa: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgen diagnostiikassa 1998. STUK-A152. Helsinki: Oy Edita Ab, 1998: 65-72.

Saxeboel G, Olerud H M, Hjordemal O, Leitz W, Servomaa A, Walderhaug T. Nordic Guidance Levels for Patient Doses in Diagnostic Radiology. *Radiat. Prot. Dosim.* 1998; 80: 99-101.

# POTILASANNOKSET LASTEN RÖNTGENKUVAUKSISSA

**Antti Servomaa, Tuomo Komppa, Teuvo Parviainen**  
**Säteilyturvakeskus**

Lääketieteellistä säteilykäyttöä koskeva Euroopan unionin direktiivi 97/43/Euratom kiinnittää erityistä huomiota lasten röntgentutkimuksiin. Euroopan komissio on antanut hyvän radiologisen käytännön suosituksia muutamille yleisille lasten röntgentutkimuksille (EUR 16261, 1996). Lasten röntgentutkimuksia varten tarvitaan omat annosvertailutasot, ja niiden määrittämiseksi tarvitaan paljon mittauksia eri ikäisten lasten saamista säteilyannoksista eri tutkimuksissa. Suomessa on mitattu potilasannoksia lasten röntgenkuvauksissa osana EU:n tutkimusprojektia *Säteilyturvallisuus lasten röntgentutkimuksissa*. Tässä artikkelissa esitetään näiden mittausten tuloksia.

## Potilasannosmittaukset

Röntgentutkimusten potilasannosseurannassa käytetään vaihtoehtoisesti joko *pinta-annosta (ESD)* tai *annoksen ja pinta-alan tuloa (DAP)*. Röntgenkuvauksista alle 16-vuotiaille potilaille aiheutuvia annoksen ja pinta-alan tuloja mitattiin neljässä yliopistosairaalassa. Mittaus tehtiin erikseen jokaiselle kuvausprojektiolle, joita oli kaikissa sairaaloissa ja tutkimuksissa yhteensä noin 900. DAP-mittari kalibroitiin eri suodatuksia ja putkijännitteitä varten säteilymittarin MDH1015 (kammio 10 x 5 - 6) avulla, joka oli kalibroitu Säteilyturvakeskuksen mittanormaallilaboratoriossa. Mittauslomakkeille kirjattiin potilastiedot (ikä, sukupuoli, pituus ja paino), röntgenkuvausten nimet ja projektiot sekä jokaista projektiota vastaava DAP-arvo ja kuvaus tekniset tiedot (putkijännite, suodatus, virran ja ajan tulo, kuvausetäisyydet FFD ja FSD, kenttäkoko filmillä). Annoksen ja pinta-alan tulon (*DAP*) perusteella laskettiin pinta-annos (*ESD*) kaavalla

$$ESD = (DAP / A) * BSF$$

missä *A* on säteilykentän pinta-ala etäisyydellä FSD (potilaan pinnan tasossa) ja *BSF* on säteilyn takaisinsirontakerroin. Takaisinsirontakerroin arvioi-

tiin kenttäkoon ja säteilyn puoliintumispaksuuden perusteella (Harrison 1983, Tapiovaara 1985, Grosswendt 1990, Cranley ym. 1991).

Tulokset käsiteltiin erikseen ikäryhmissä alle 1-vuotiaat, 1 - 4-vuotiaat (alle 5-vuotiaat), 5 - 9-vuotiaat (alle 10-vuotiaat) ja 10 - 15-vuotiaat (alle 16-vuotiaat). Toisaalta tuloksia tarkasteltiin myös potilaiden paksuuden perusteella annoksen ja koon välisen riippuvuuden määrittämiseksi. Paksuuden mittana käytettiin potilaan pituisen ja painoisen, veden tiheyttä vastaavan ympyrälieriön halkaisijaa (equivalent cylindrical diameter, ECD), jonka arvo senttimetreinä saadaan lukuarvokaavasta:

$$ESD = 2 \cdot \sqrt{1000 \text{ m} / \pi h}$$

missä  $h$  on potilaan pituus senttimetreinä ja  $m$  on potilaan paino kilogrammoina.

## Tulokset

Taulukossa I on esitetty keskiarvotietoja potilaista ja tutkimustekniikasta lasten röntgentutkimuksissa eri ikäryhmissä. Taulukossa II on esitetty pinta-annosten ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvo, hajonta, vaihteluväli, mediaani ja kolmas kvartiili. Taulukossa IV on esitetty lasten röntgentutkimusten hyvän käytännön mukainen tutkimustekniikka ja tavoitearvot pinta-annokselle ja annoksen ja pinta-alan tulolle eri tutkimuksissa ja ikäryhmissä (Cook ym. 1998). Nämä tavoitearvot edustavat tasoa, joka voidaan saavuttaa hyvällä ja optimoidulla tutkimustekniikalla. Kuvissa 1 on verrattu eri ikäryhmien pinta-annosten keskiarvoja hyvän käytännön tavoitearvoihin (Cook ym. 1998) ja Euroopan komission vertailuarvoon. Kuvissa 2 on verrattu annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvoja hyvän käytännön tavoitearvoihin eri ikäryhmissä.

*Taulukko 1. Jatkuu.*

<b>Tutkimus (projektio)</b>	<b>Ikäluokka v</b>	<b>Potilaiden lukumäärä</b>	<b>Ikä v</b>	<b>Pituus cm</b>	<b>Paino kg</b>	<b>Paksuus cm</b>	<b>ECD cm</b>	<b>FSD cm</b>	<b>Putkijännite kV</b>	<b>Kenttä cm<sup>2</sup></b>
Lantio (AP)	< 1	5	0,5	67,5	8,3	9,0	12,4	98	58,6	186
	1 - 4	10	2,4	90,3	14,4	12,7	14,0	92	59,2	218
	5 - 9	5	7,4	121,3	22,8	8,8	15,3	92	60,4	386
	10 - 15	4	13,3	153,9	54,8	16,1	20,7	88	62,5	769
Urografia	< 1	7	0,4	63,0	6,2	9,6	11,1	97	56,3	206
	1 - 4	10	2,7	93,4	14,4	11,6	13,9	99	57,0	301
	5 - 9	5	7,0	123,3	27,9	12,9	16,5	99	59,8	379
	10 - 15	7	12,8	148,6	42,4	13,1	18,9	100	59,3	591

*Taulukko II. Pinta-annos (ESD) ja annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) lasten röntgenkuvauksissa.*

Tutkimus (projektio)	Ikä- ryhmä (v)	Potilaiden lukumäärä	Pinta-annos (mGy)						Annoksen ja pinta-alan tulo (mGy cm <sup>2</sup> )					
			keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili	keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili
Kallo (AP)	< 1	8	0,61	0,19	0,39	0,93	0,62	0,69	95	40	33	144	103	122
	1 - 4	5	0,96	0,32	0,62	1,31	0,85	1,29	221	85	129	325	194	296
	5 - 9	5	1,07	0,18	0,80	1,27	1,06	1,20	342	171	172	525	278	524
	10 - 15	3	1,27	0,33	1,04	1,64	1,13	1,38	352	60	302	419	335	377
Kallo (Lat)	< 1	7	0,45	0,10	0,31	0,60	0,42	0,50	81	26	45	113	78	100
	1 - 4	6	0,72	0,39	0,48	1,51	0,59	0,60	182	91	123	365	146	163
	5 - 9	2	0,73	0,19	0,60	0,86	0,73	0,80	196	76	122	274	192	233
	10 - 15	3	0,81	0,17	0,65	0,99	0,79	0,89	273	77	184	319	316	317
Keuhkot (AP)	< 1	36	0,049	0,015	0,023	0,076	0,048	0,057	9,0	4,4	1,6	21,6	8,3	11,2
	1 - 4	59	0,073	0,029	0,032	0,150	0,068	0,091	22	11	5,7	52	19	28
	5 - 9	23	0,081	0,035	0,050	0,184	0,066	0,090	34	19	18	99	27	38
	10 - 15	31	0,12	0,10	0,02	0,58	0,09	0,14	71	61	12	345	57	79



Taulukko II. Jatkuu.

Tutkimus (projektio)	Ikä- ryhmä (v)	Potilaiden lukumäärä	Pinta-annos (mGy)						Annoksen ja pinta-alan tulo (mGy cm <sup>2</sup> )					
			keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili	keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili
Keuhkot (Lat)	< 1	33	0,070	0,025	0,022	0,127	0,070	0,084	12	6,7	2,5	29	10	15
	1 - 4	59	0,14	0,08	0,05	0,41	0,11	0,17	35	22	12	102	29	45
	5 - 9	22	0,17	0,16	0,04	0,66	0,13	0,17	60	58	12	253	43	53
	10 - 15	30	0,27	0,23	0,06	0,90	0,17	0,25	124	118	20	540	73	110
Sydänthorax (AP)	< 1	55	0,021	0,007	0,009	0,039	0,020	0,024	3,4	1,8	0,9	9,2	3,5	4,6
	1 - 4	8	0,083	0,049	0,032	0,166	0,065	0,114	26	23	6,9	75	17	28
	5 - 9	7	0,092	0,031	0,067	0,137	0,077	0,109	34	11	24	53	30	41
	10 - 15	8	0,149	0,068	0,067	0,237	0,140	0,212	96	47	38	157	100	137
Sydänthorax (Lat)	< 1	54	0,033	0,014	0,011	0,075	0,029	0,038	5,3	3,3	1,2	18	4,6	6,6
	1 - 4	8	0,16	0,16	0,04	0,50	0,11	0,18	42	49	9,2	145	24	41
	5 - 9	7	0,16	0,13	0,03	0,38	0,10	0,22	48	36	7,1	104	34	69
	10 - 15	9	0,33	0,30	0,12	0,88	0,21	0,37	149	136	40	408	83	188

Taulukko II. Jatkuu.

Tutkimus (projektiio)	Ikä- ryhmä (v)	Potilaiden lukumäärä	Pinta-annos (mGy)						Annoksen ja pinta-alan tulo (mGy cm <sup>2</sup> )					
			keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili	keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili
Thorax ma- kuulla (AP)	< 1	22	0,075	0,027	0,029	0,133	0,070	0,093	11	5,5	2,3	22	9,8	16
Thorax ma- kuulla (Lat)	< 1	13	0,13	0,06	0,04	0,31	0,12	0,13	17	9,1	3,5	39	17	22
Thorax rönt- genos. ulkopuolella	< 1	29	0,038	0,015	0,016	0,065	0,040	0,047	3,4	1,9	1,6	10,2	3,3	4,2
Th-ranka (AP)	< 1	2	0,22	0,03					40	4,3				
	1 - 4	3	0,35	0,11	0,23	0,45	0,37	0,41	54	20	32	70	60	65
	5 - 9	3	1,21	0,43	0,72	1,54	1,37	1,45	270	107	206	393	211	302
	10 - 15	3	2,61	0,98	1,71	3,66	2,46	3,06	683	199	454	800	795	798
Th-ranka (Lat)	5 - 9	3	3,11	2,32	0,44	4,48	4,42	4,45	583	434	125	990	633	811
	10 - 15	5	4,62	3,28	1,18	8,38	5,64	6,67	1188	849	260	2119	1563	1686

Taulukko II. Jatkuu.

Tutkimus (projektio)	Ikä- ryhmä	Potilaiden lukumäärä	Pinta-annos (mGy)						Annoksen ja pinta-alan tulo (mGy cm <sup>2</sup> )					
			keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili	keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili
Lanneranka (AP)	1 - 4	4	0,49	0,21	0,25	0,75	0,48	0,57	105	76	27	190	103	159
	5 - 9	5	1,08	0,32	0,53	1,34	1,21	1,21	234	71	127	320	247	
	10 - 15	7	2,43	1,66	0,51	5,67	2,43	2,77	764	636	118	2028	774	881
Lanneranka (Lat)	1 - 4	4	0,65	0,34	0,38	1,13	0,55	0,78	120	75	49	219	105	153
	5 - 9	5	3,19	1,93	1,85	6,36	2,14	3,73	552	192	431	888	471	532
	10 - 15	8	5,22	6,62	1,13	21,19	2,85	4,47	1346	1892	258	5898	769	1035
Vatsan natiiviröntgen (AP)	< 1	4	0,11	0,13	0,02	0,31	0,06	0,13	27	40	3,3	86	10	34
	1 - 4	8	0,40	0,26	0,06	0,79	0,38	0,60	145	97	21	310	134	204
	5 - 9	1	0,39						248					
	10 - 15	6	2,06	1,39	0,74	4,39	1,82	2,56	1275	900	405	2654	1133	1771
Lonkka (AP)	< 1	12	0,10	0,06	0,02	0,24	0,09	0,10	12	7,5	2,5	28	11	13
	1 - 4	14	0,27	0,25	0,08	0,97	0,17	0,33	47	47	8,3	164	27	69
	5 - 9	15	0,53	0,32	0,10	1,14	0,52	0,72	91	56	17	192	90	129
	10 - 15	23	1,24	0,71	0,32	2,79	0,99	1,66	314	224	64	886	227	383

Taulukko II. Jatkuu.

Tutkimus (projektiio)	Ikä- ryhmä (v)	Potilaiden lukumäärä	Pinta-annos (mGy)						Annoksen ja pinta-alan tulo (mGy cm <sup>2</sup> )					
			keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili	keski- arvo	hajonta	pienin	suurin	me- diaani	kolmas kvartiili
Lonkka (Med.lat)	1 - 4	8	0,47	0,35	0,08	1,07	0,39	0,62	66	50	11	141	61	102
	5 - 9	9	0,42	0,24	0,12	0,80	0,42	0,53	61	33	13	104	70	82
	10 - 15	20	1,11	0,93	0,18	4,02	0,88	1,35	243	225	33	838	164	299
Lantio (AP)	< 1	5	0,09	0,04	0,06	0,16	0,08	0,10	13	6,0	6,4	22	12	15
	1 - 4	10	0,26	0,23	0,09	0,70	0,13	0,43	53	70	9	233	21	66
	5 - 9	5	0,57	0,49	0,16	1,34	0,44	0,76	170	153	37	414	171	183
	10 - 15	4	2,80	3,12	0,74	7,44	1,50	3,00	1743	2137	354	4930	844	1891
Urografia	< 1	7	1,17	0,66	0,17	2,18	1,30	1,44	181	106	36	352	208	212
	1 - 4	10	2,09	1,29	0,35	4,98	1,97	2,60	456	240	64	910	498	574
	5 - 9	5	2,85	2,15	1,06	6,25	1,74	3,67	819	680	294	1982	513	848
	10 - 15	7	3,97	3,63	1,48	11,73	2,73	4,04	1846	1874	643	5896	1305	1815

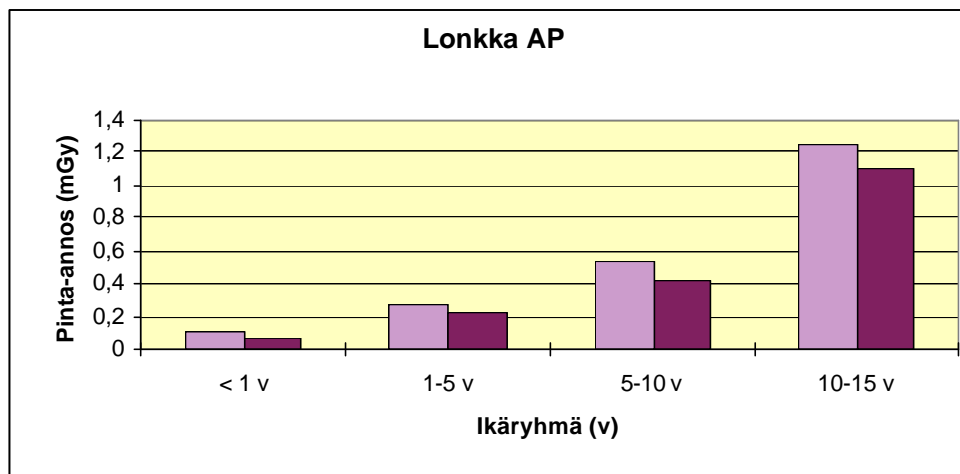
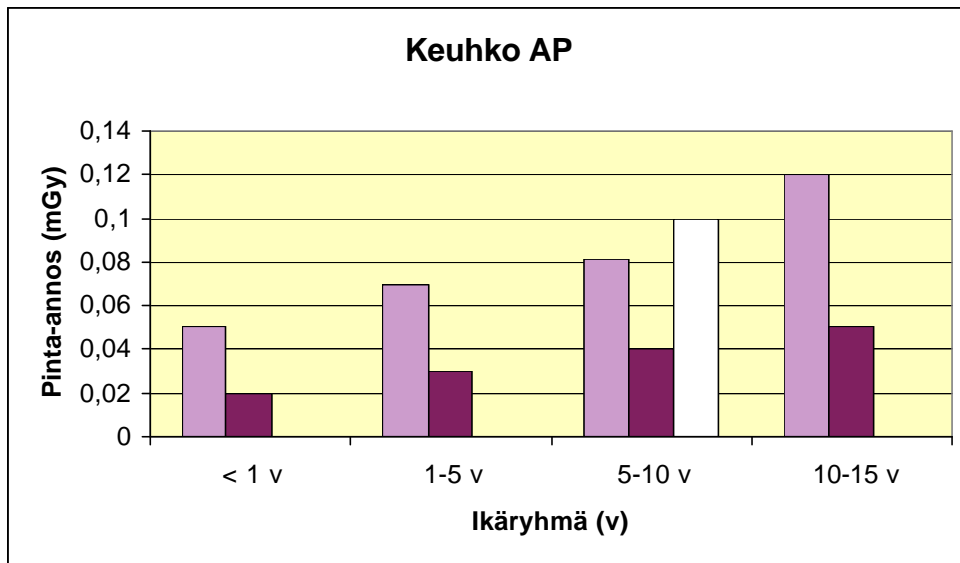
## Vertailuannokset

Röntgentutkimuksia koskevia aikuispotilaiden vertailuannoksia ovat esittäneet Euroopan komissio (EUR 16260, 1996), englantilainen dosimetriatyöryhmä (Institute of Physical Sciences 1992) ja pohjoismainen työryhmä (Nordic Co-operation 1996). Euroopan komissio on antanut potilasannosten vertailutasot myös lasten kallon, keuhkojen, vatsan ja lantion röntgenkuvauksia varten, ja erikseen vastasyntyneiden lasten keuhkokuvauksia varten (EUR 16261, 1996). Vertailutasot ovat suosituksia standardikokoisten potilaiden säteilyannoksiksi, joiden ei pitäisi ylittyä normaalin käytännön mukaisissa kuvauksissa. Säteilyturvakeskus asettaa Suomessa vertailuannokset STM:n päätöksen perusteella ST-ohjeissa. Jos mitatut annokset ovat vertailuannoksia suurempia, on tulosten oikeellisuus varmistettava lisämittauksin. Vertailuannoksia suurempien annosten syy on selvitettävä ja ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin.

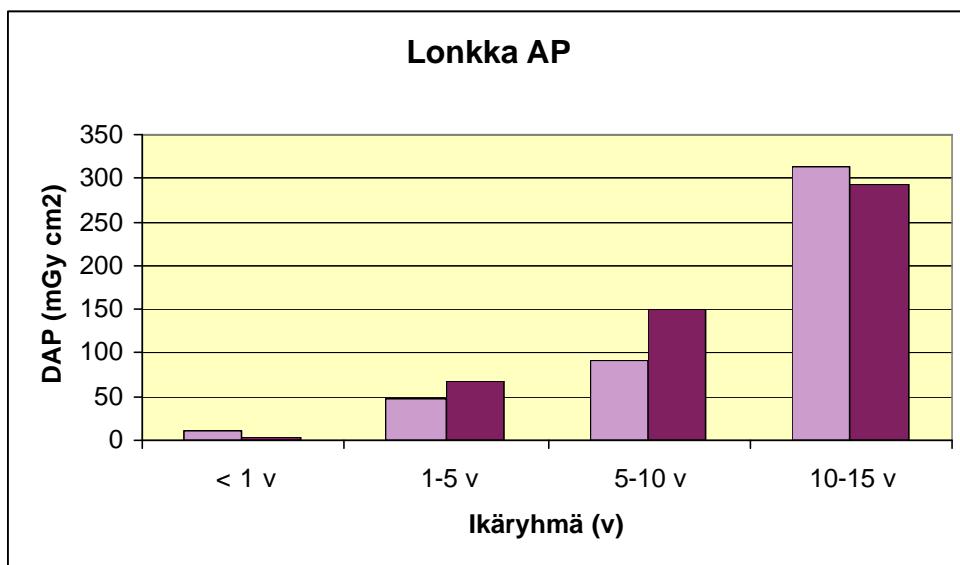
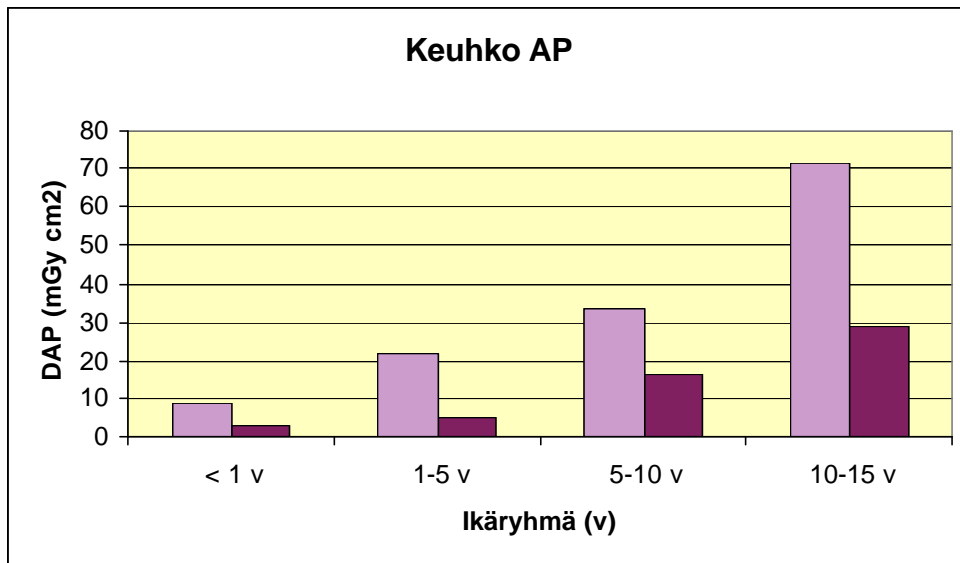
Mitattujen pinta-annosten ja annoksen ja pinta-alan tulojen keskiarvoja ja kolmannen kvartiilin arvoja voidaan käyttää likimääräisinä vertailuarvoina niissä tutkimuksissa, joissa on riittävästi mittaustuloksia. Suomalaisten potilasannosten keskiarvot ovat pienempiä kuin Euroopan komission vertailuarvot, mutta suurempia kuin hyvän käytännön tavoitearvot (Cook ym. 1998). Annoserot johtuvat lähinnä suodatuksesta, hilasta ja kuvareseptorin herkkydestä. Annosmittausten perusteella voidaan päätellä, että lasten potilasannoksia voidaan huomattavasti pienentää käyttämällä optimoitua tutkimustekniikkaa. Tutkimuksessa käytetty mittausten menetelmä sopii hyvin lasten potilasannosmittauksiin. Potilaan koon vaikutusta potilasannokseen voidaan arvioida joko ESD:n tai potilaan mitatun paksuuden avulla.

**Taulukko III.** Hyvän käytännön mukainen tutkimustekniikka, pinta-annos (ESD), annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) ja efektiivinen annos lasten tutkimuksissa (Cook ym. 1998). Suodatus 2,5 mm Al + 0,1 mm Cu, filmi-vahvistuslevyherkkyys 400.

Tutkimus ikä v	Putki- jännite kV	Virran ja ajan tulo mAs	Kuvaus- etäisyys FFD cm	Hila	Valotus- automaatti	ESD mGy	DAP mGycm <sup>2</sup>	Efektiivinen annos mSv
<b>Kallo AP</b>								
0 - 1/12	65	4	100	ei	ei	0,12	15	≤ 0,01
1/12 - 1	65	5	100	ei	ei	0,15	22	≤ 0,01
1 - 5	70	10	100	kyllä	ei	0,48	80	≤ 0,01
5 - 10	75	12,5	100	kyllä	ei	0,73	110	≤ 0,01
10 - 15	78	14	100	kyllä	ei	0,94	204	≤ 0,01
<b>Keuhko AP</b>								
0 - 1/12	70	2	180	ei	ei	0,02	2	≤ 0,01
1/12 - 1	73	2,5	180	ei	ei	0,02	3	≤ 0,01
1 - 5	75	2,5	180	ei	ei	0,03	5	≤ 0,01
5 - 10	75	3,5	180	ei	ei	0,04	16	≤ 0,01
10 - 15	80	3	180	ei	ei	0,05	29	≤ 0,01
<b>Lanneranka AP</b>								
0 - 1/12	60	3	100	ei	ei	0,07	6	≤ 0,01
1/12 - 1	65	6	100	ei	ei	0,19	10	0,02
1 - 5	80	6	100	kyllä	ei	0,37	48	0,05
5 - 10	85	13	100	kyllä	kyllä	0,98	232	0,14
10 - 15	88	20	100	kyllä	kyllä	1,75	541	0,22
<b>Natiivivatsa AP</b>								
0 - 1/12	58	2	100	ei	ei	0,05	4	≤ 0,01
1/12 - 1	60	2	100	ei	ei	0,05	9	≤ 0,01
1 - 5	75	3	100	kyllä	ei	0,16	30	0,04
5 - 10	78	4	100	kyllä	ei	0,25	74	0,06
10 - 15	83	8	100	kyllä	ei	0,66	360	0,13
<b>Lantio/lonkka AP</b>								
0 - 1/12	60	2	100	ei	ei	0,05	3	≤ 0,01
1/12 - 1	60	3	100	ei	ei	0,07	5	≤ 0,01
1 - 5	68	6	100	ei	ei	0,22	68	0,03
5 - 10	70	10	100	kyllä	ei	0,42	150	0,06
10 - 15	80	13	100	kyllä	ei	1,13	292	=0,17



**Kuva 1.** Pinta-annosten keskiarvot (vasen pylväs) ja hyvän käytännön tavoitearvot (Cook ym. 1998) (oikea pylväs) sekä Euroopan komission suositus 5-10-vuotiaiden ikäryhmässä.



**Kuva 2.** Annoksen ja pinta-alan tulojen (DAP) keskiarvot (vasen pylväs) ja hyvän käytännön tavoitearvot (Cook ym. 1998) (oikea pylväs).



## Viitteet

Cook J V, Shah K, Pablot S, Kyriou J, Pettett A, Fitzgerald M. Guidelines on best practice in the X-ray imaging of children. A manual for all X-ray departments (1998). Ian Allan Printing (UK) River Dene Estate, Molesey Road, Hersham Surrey KT12 4RG

Cranley K, Gilmore B J, Fogarty G W A. Data for estimating x-ray tube total filtration. The institute of Physical Sciences in Medicine 1991, York, England.

Grosswendt B. Dependence of the photon backscatter factor for water on source-to-phantom distance and irradiation field size. *Phys. Med. Biol.* 1990; 35 (9): 1233-1245

EU:n neuvosto. Neuvoston direktiivi 97/43/Euratom henkilöiden terveyden suojelemisesta ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta lääketieteellisen säteilyaltistuksen yhteydessä. Luxemburg 1997.

European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996.

European Commission. Quality criteria for diagnostic radiographic images. EUR 16260 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 1996.

Harrison R M. Tissue-air ratios and scatter-air ratios for diagnostic radiology (1-4 mm Al HVL). *Phys. Med. Biol.* 1983; 28 (1): 1-18

Institute of Physical Sciences. National protocol for patient dose measurements in diagnostic radiology. Dosimetry Working Party of the Institute of Physical Sciences in Medicine. Chilton: National Radiological Protection Board, 1992.

Tapiovaara M. Röntgenputken suodatuksen alumiinivastaavuuden mittaaminen. STUK-B-TARO 11, 1985. STUK, Helsinki



# POTILASANNOKSET LASTEN LÄPIVALAISURÖNTGENTUTKIMUKSISSA SUOMESSA

**Antti Servomaa, Tuomo Komppa, Teuvo Parviainen,  
Minna Heikkilä  
Säteilyturvakeskus**

Lasten läpivalaisututkimuksia tehtiin Suomessa vuonna 1995 noin 4000 kpl, mikä oli noin 3,5 % kaikista läpivalaisututkimuksista ja vastasi 3,8 tutkimusta tuhatta lasta kohti vuodessa. Näistä tutkimuksista 53 % suoritettiin yliopistosairaaloissa, 27 % muissa keskussairaaloissa ja 13 % aluesairaaloissa. Miktiokystografiatutkimuksia (MCU) oli 51 %, peräsuolen varjoainetutkimuksia 10 %, ruokatorven varjoainetutkimuksia 6 % ja mahalaukun varjoainetutkimuksia 5 % kaikista lasten läpivalaisuröntgentutkimuksista.

Lasten läpivalaisututkimusten lukumääristä, potilasannoksista ja säteilyriskeistä on julkaistu melko vähän tietoa. Tutkimuksissa on raportoitu suurinkin potilasannoksia, jotka ovat johtuneet tutkimustekniikasta, suurista annosnopeuksista ja pitkistä läpivalaisuajoista (González ym. 1995, Kyriou ym. 1996, Ruiz ym. 1996). Huomattavia annossäästöjä voidaan saada aikaan, jos käytetään optimoitua tutkimustekniikkaa (Tapiovaara 2000). EU:n asiantuntijatyöryhmät ovat laatineet suosituksia aikuisten ja lasten tavallisimmille röntgentutkimuksille (EUR 16260 ja EUR 16261, 1996). Läpivalaisututkimuksille Euroopan komissio ei ole vielä antanut suosituksia, mutta luonnos on valmisteilla. Kansallisia suosituksia on jo julkaistu (Cook ym. 1998).

Suomessa on lasten läpivalaisututkimusten potilasannoksia mitattu osana EU:n tutkimusprojektia *Säteilyturvallisuus lasten röntgentutkimuksissa*. Tässä artikkelissa esitetään näiden mittauksien tuloksia.

## Laitteet ja menetelmät

Annoksen ja pinta-alan tuloja (DAP) mitattiin kolmen yliopistosairaalan lastenosastoilla. Läpivalaisulaitteina (generaattori ja läpivalaisuteline) olivat Valmet BR2012 ja alaputkiteline Philips Diagnost 66, Shimazu UD150 ja

digitaalinen yläputkiteline MTT90 sekä Philips Super 50 CP ja alaputkiteline Diagnost 56.

Mittauksissa käytetty DAP-mittari kalibroitiin Säteilyturvakeskuksen röntgenlaboratoriossa käyttäen generaattoria Valmet BR1001, kokonaisuodatuksia 2 ja 4 mm Al ja useita putkijännitteitä ja putkivirtoja. Kenttäkoko mitattiin filmiltä, ja samalta etäisyydeltä mitattiin ilmaan absorboitunut annos ionisaatiokammioityyppisellä säteilymittarilla (MDH 1015, kammio 10 x 5 - 6), joka oli kalibroitu Säteilyturvakeskuksen mittanormaalilaboratoriossa. Kalibrointeja tehtiin myös sairaaloissa käyttäen samoja laitteita kuin potilastutkimuksissakin. Mittaustulosten käsittelyä varten tarvittavat kalibrointikäyrät määritettiin jokaista sairaalaa varten erikseen. DAP-mittarin kalibrointikerroin vaihteli tyypillisesti noin 5 % potilastutkimuksissa käytetyllä jännite- ja virta-alueella.

## Tulokset

Mitatuissa tutkimuksissa oli yhteensä 217 alle 16-vuotiasta potilasta, joiden lukumäärä ikäryhmittäin ja tutkimuksittain on esitetty taulukossa I. Yleisimmät tutkimukset tässä joukossa olivat miktiokystografia (MCU), peräsuolen varjoainetutkimus (anografia) ja ohutsuolen varjoainetutkimus, joita oli yhteensä noin 75 % kaikista mitatuista tutkimuksista. Taulukossa II on esitetty potilaista keskimääräiset painot ja paksuudet sekä tutkimustekniikasta keskimääräiset röntgenkuvien lukumäärät ja läpivalaisuajat eri tutkimuksissa ja ikäryhmissä. Taulukossa III on esitetty mitattujen DAP-arvojen keskiarvo, hajonta, vaihteluväli, mediaani ja kolmas kvartiili eri tutkimuksissa ja ikäryhmissä. DAP-arvojen vaihteluvälit ovat suuria ja niiden jakaumat vinoja, tyypillisesti lognormaalisia. Ryhmissä, joissa potilaita on enemmän kuin neljä, suurimman ja pienimmän DAP-arvon suhde vaihtelee välillä 4 - 400. Vaihteluun vaikuttavia tekijöitä ovat mm. potilaan koko ja tutkimuksessa käytetyt putkijännitteet ja virrat, läpivalaisu aika ja röntgenkuvien lukumäärä.

Aikaisemmin julkaistuissa tutkimuksissa (González ym. 1995, Kyriou ym. 1996, Ruiz ym. 1996) kaikki keskimääräiset DAP-arvot MCU-tutkimuksissa ovat olleet välillä 390 - 2800 mGy cm<sup>2</sup> alle 1-vuotiailla, 640 - 5300 mGy cm<sup>2</sup> 1 - 4-vuotiailla, 850 - 11000 mGy cm<sup>2</sup> 5 - 9-vuotiailla ja 2900 - 18000 mGy cm<sup>2</sup> 10 - 15-vuotiailla. Näihin verrattuna taulukossa III esitetyt suomalaiset keskiarvot sijoittuvat toiselle sijalle Kyrioun ym. raportoimien tulosten jälkeen,

mutta vaihteluvälit ovat Suomessa suuremmat kuin edellä mainituissa tutkimuksissa on raportoitu.

Mitattujen potilaiden lukumäärä vastaa noin viittä prosenttia Suomessa vuosittain tehtävistä lasten läpivalaisututkimuksista. Potilaiden määrä on suhteellisen pieni siihen nähden, että tarkasteltavia tutkimus- ja ikäryhmiä on niin paljon. Vain MCU- ja anografiatutkimuksissa on vähintään 10 potilasta alle 1-vuotiaiden, 1 - 4-vuotiaiden ja 5 - 9-vuotiaiden ikäryhmissä. Jotta saataisiin suunnilleen sama potilasmäärä harvinaisempiin tutkimuksiin, tarvittavien mittausten määrä olisi noin 20 - 50 % vuotuisten tutkimusten määrästä.

**Taulukko I.** Potilaiden lukumäärä eri ikäryhmissä lasten läpivalaisututkimuksissa.

Tutkimus	Ikäryhmä (v)				Yhteensä
	0	1 - 4	5 - 9	10 - 15	
Ruokatorven varjoainetutkimus	4	1		4	9
Suulaen toimintatutkimus		2	1	2	5
Mahalaukun varjoainetutkimus	2	1	1	1	5
Ohutsuolen varjoainetutkimus	5	7	1	7	20
Paksusuolen varjoainetutkimus	3	3			6
Peräsuolen varjoainetutkimus	10	13	12	4	39
ECRP		1		1	2
Munuaisten varjoainetutkimus	2		1		3
Miktiokystografia	47	30	19	7	103
Sappiteiden varjoainetutkimus		1		1	2
Sunttitutkimus	2	3	1	2	8
Mahalaukun pH-tutkimus	3	4	1		8
Keuhkotiehyeiden varjoainetutkimus			1		1
Nielun varjoainetutkimus				1	1
Pernan varjoainetutkimus	1				1
Paksusuolen loppuosan varjoainetutkimus	1	1			2
PTC				1	1
Alaraajojen angiografia				1	1
<b>Yhteensä</b>	<b>80</b>	<b>67</b>	<b>38</b>	<b>32</b>	<b>217</b>

**Taulukko II.** Tietoja potilaista ja tutkimustekniikasta lasten läpivalaisututkimuksissa.

Tutkimus	Ikäryhmä (v)	Potilaiden lukumäärä	Potilaan paino (kg)	Keskiarvot (*)		Röntgenkuvien lukumäärä	Läpivalaisu-aika (s)
				Potilaan paksuus AP (cm)	Lat. (cm)		
Ruokatorven varjoainetutkimus	0	4	5,5	8,8	13,8	8,0	94
	1-4	1		12	19	19	194
	10-15	4	30,6	10,7	21,7	6,3	92
Suulaen toimintatutkimus	1-4	2	8,2	12,0	13,5	8,5	455
	5-9	1	17	16	18	5	218
	10-15	2	31,3	8,0	11,0	4,5	156
Mahalaukun varjoainetutkimus	0	2	6,8	11,5	14,5	9,5	155
	1-4	1	15	7	15	6	40
	5-9	1	23	11	21	11	198
	10-15	1	32	12	21	5	283
Ohutsuolen varjoainetutkimus	0	5	3,1	9,2	10,4	10	53
	1-4	7	13,4	13,3	16,0	11,3	231
	5-9	1	12,2	8	17	26	1032
	10-15	7	39,7	15,9	21,9	10,1	228
Paksusuolen varjoainetutkimus	0	3	3,1	8,7	10,3	9,3	171
	1-4	3	10,2	11,0	16,7	11,0	69
Peräsuolen varjoainetutkimus	0	10	6,0	8,7	13,4	8,0	83
	1-4	13	13,4	11,4	15,9	7,2	51
	5-9	12	22,7	12,1	21,2	5,8	27
	10-15	4	38,1	16,3	25,5	5,5	58
ECRP	1-4	1	15,1	15		18	308
	10-15	1	27,7	16	19	9	103
Munuaisten varjoainetutkimus	0	2	7,1	7,0	15,5	6,0	42
	5-9	1	29	15	27	10	190
Miktiokystografia	0	47	6,9	9,6	13,2	6,2	68
	1-4	30	12,9	10,9	17,0	6,3	51
	5-9	19	23,5	11,7	21,2	7,3	40
	10-15	7	50,0	17,4	28,7	7,4	88
Sappiteiden varjoainetutkimus	1-4	1	15	14	18	3	9
	10-15	1	37	28	13,5	51	697
Sunttitutkimus	0	2	8,6	15	9,5	3,5	28
	1-4	3	12,7	12,7	14,5	6,3	50
	5-9	1	14,7		12	3	36
	10-15	2	45	11	19	5,0	5
Mahalaukun pH-tutkimus	0	3	7,2	9,3		0,3	11
	1-4	4	15,0	11,8		1,0	37
	5-9	1	16	12		3	23

**Taulukko III.** Annoksen ja pinta-alan tulot (DAP) lasten läpivalaisututkimuksissa.

Tutkimus	Ikäryhmä (v)	Potilaiden lukumäärä	Keskiarvo	Hajonta	DAP (mGy cm <sup>2</sup> )		Medi-aani	Kolmas kvartiili
					Minimi	Maksimi		
Ruokatorven varjoainetutkimus	0 1-4 10-15	4 1 4	677 1437* 912		36 309	1260 1584		
Suulaen toimintatutkimus	1-4 5-9 10-15	2 1 2	2012 590* 1042		1907 661	2116 1424		
Mahalaukun varjoainetutkimus	0 1-4 5-9 10-15	2 1 1 1	1351 376* 3731* 9362*		459	2244		
Ohutsuolen varjoainetutkimus	0 1-4 5-9 10-15	5 7 1 7	290 1741 5343* 6519	172 2003 8292	120 131 236	549 5677 23771	311 1022 3678	326 1791 7615
Paksusuolen varjoainetutkimus	0 1-4	3 3	920 1043		142 635	1602 1681		
Peräsuolen varjoainetutkimus	0 1-4 5-9 10-15	10 13 12 4	731 972 1090 1765	898 1131 1198	87 179 193 1155	2893 4124 3938 2275	361 500 549	1108 932 1394
ECRP	1-4 10-15	1 1	2697* 1830*					
Munuaisten varjoainetutkimus	0 5-9	2 1	272 2242*		202	341		
Miktiokystografia	0 1-4 5-9 10-15	47 30 19 7	565 906 880 4618	925 1000 931 3250	14 78 116 1347	5558 3896 3435 10864	271 520 577 4371	635 1370 1005 5377
Sappiteiden varjoainetutkimus	1-4 10-15	1 1	164* 8627*					
Sunttitutkimus	0 1-4 5-9 10-15	2 3 1 2	96 326 121* 1773		22 93 73	169 526 3474		
Mahalaukun pH-tutkimus	0 1-4 5-9	3 4 1	35 353 218*		5 10	72 1174		

\* vain yksi potilas

## Viitteet

Cook J V, Shah K, Pablot S, Kyriou J, Pettett A, Fitzgerald M. Guidelines on best practice in the x-ray imaging of children. A manual for all x-ray departments. Ian Allan Printing (UK) River Dene Estate, Molesey Road, Her-sham Surrey KT12 4RG, 1998.

EU:n neuvosto. Neuvoston direktiivi 97/43/ Euratom henkilöiden terveyden suojelemisesta ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta lääketieteellisen säteilyaltistuksen yhteydessä. Annettu 30.päivänä kesäkuuta 1997. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti No L 180/22 (1997)

European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. EUR 16260 EN, Brussels, Luxembourg, 1996.

European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 EN, Brussels, Luxembourg, 1996.

González L, Vaño E, Ruiz MJ. Radiation doses to paediatric patients undergoing micturating cystourethrography examinations and potential reduction by radiation protection optimization. Br. J. Radiol. 1995; 68: 291-295.

Kyriou JC, Fitzgerald M, Pettett A, Cook JV, Pablot SM. A comparison of doses and techniques between specialist and non-specialist centres in diagnostic x-ray imaging of children. Br. J. Radiol. 1996; 69: 437-450.

Ruiz MJ, Vaño E, González L, Fernández JM. Dose-area product values in frequently performed complex paediatric radiology examinations. Br. J. Radiol. 1996; 69: 160-164.

Tapiovaara M, Servomaa A, Sandborg M, Dance DR. Optimising the imaging conditions in paediatric fluoroscopy. Radiat. Prot. Dosim. 2000, painossa.



## POTILASANNOKSET TT-TUTKIMUKSISSA

Juhani Karppinen, Antti Servomaa  
Säteilyturvakeskus

### Johdanto

Euroopan komissio on antanut vertailuarvot tavallisimmille röntgenkuvauksille (European Guidelines, EUR 16260 ja 16261). Tietokonetomografia (TT)-tutkimusten ohjeita ollaan vasta laatimassa (EC Working Document 16262, 1998). Lasten tutkimusten kuvauskriteerien ja annosten selvittämiseksi perustettiin EU-tutkimusprojekti "Radiation protection of the patient in paediatric radiology". STUKin tehtävänä tässä projektissa oli selvittää TT-tutkimusten potilasannokset Suomessa.

### Potilasannosmittaukset

Tutkimukseen osallistui kuusi keskussairaala, joissa oli yhteensä 8 TT-laitetta. Sairaalat kirjasivat erilliselle lomakkeelle kahden kuukauden ajan tehdyistä TT-tutkimuksista potilaan syntymäajan, sukupuolen, pituuden, painon sekä kuvausparametrit (leikesarjan kuvausjännite, virta, mAs-arvo/360° pyörähdys, kuvausaika/pyörähdys, leikepaksuus/siirto, leikkeiden lukumäärä sekä varjoaineen käyttö). Helical (spiraali)-kuvauksista selvitetiin kokonaiskuvausaika, mAs-arvo ja kuvattavan alueen pituus. Tämän jälkeen STUK mittasi laitteiden potilasannokset ilmoitetuilla kuvausparametreilla.

Pään alueen ja lasten tutkimusten annosmittauksissa käytettiin Ø 16 cm ja vartalon alueen tutkimusten annosmittauksissa Ø 32 cm pleksifantomia (PPMA). Säteilyannos määritettiin yhden leikkeen kuvauksessa sekä annosfantomin keskiakselilta että 1 cm:n syvyydeltä fantomin reunasta. Mittaukseen käytettiin 10 cm kynämäistä ionisaatiokammiota (MDH, 10 x 5 - 10.3 CT). Saaduista säteilytyksistä määritettiin ns. painotettu annosindeksi  $CTDI_w$ -arvo (computed tomography dose index) (EC working document 16262, 1998).

$$CTDI_w = 1/3 * CTDI_{keski} + 2/3 * CTDI_{reuna}.$$

CTDI<sub>keski</sub> ja CTDI<sub>reuna</sub> -arvot saadaan yhtälöstä

$$\text{CTDI} = k_1 * k_2 * X * L/d,$$

jossa

$k_1$  = muuntokerroin 0,93 mGy/mR

$k_2$  = mittarin kalibrointikerroin

$X$  = säteilymittarin lukema (mR)

$L$  = mittakammion pituus (100 mm)

$d$  = leikepaksuus (mm)

Jos tutkimus tehdään vierekkäisin leikkein (siirto = leikepaksuus), CTDI<sub>w</sub> -arvo ilmaisee tällöin myös keskimääräisen annoksen tutkittavalla alueella.

Annoksen ja pituuden tulo DLP (dose length product, mGycm) huomioi tutkittavan alueen koon, ja sitä voidaan käyttää efektiivisen annoksen määrittämiseen. DLP-arvot lasketaan vierekkäisleike- (leike)- ja helicalkuvauksille seuraavien yhtälöiden avulla (EC working document 16262, 1998):

$$\text{DLP}_{\text{sek}} = \sum n \text{CTDI}_w * T * n * C$$

$$\text{DLP}_{\text{hel}} = \sum n \text{CTDI}_w * T * A * t,$$

missä

$n \text{CTDI}_w = \text{CTDI}_w * 1/C$ ,  $C$  = sähkömäärä (mAs)/leike,

$T$  = leikepaksuus (mm)

$n$  = leikkeiden lukumäärä

$A$  = virta (mA)

$t$  = kokonaiskuvausaika (s)

Tutkimuksen efektiivinen annos  $E_{\text{ef}}$  voidaan arvioida DLP:n avulla käyttämällä EU:n antamia tutkimuskohtaisia konversiokertoimia  $E_{\text{DLP}}$ .

$$E_{\text{ef}} = E_{\text{DLP}} * \text{DLP}.$$

Fantomimittausten lisäksi laitteen säteilytuotto  $n \text{CTDI}_{\text{ilma}}$  (annos ilmaan) mitattiin gantryaukon keskeltä ilman fantomia.

## Tulokset

Potilaiden ikä vaihteli vastasyntyneistä 90-vuotiaseen mieheen. Potilaita oli kaikkiaan 342, joista aikuisia oli 67 %, 10 - 15-vuotiaita 10 %, 5 - 9-vuotiaita 11 %, 1 - 4-vuotiaita 7 % ja alle 1-vuotiaita 5 %. Lapsista ikäryhmän 5 - 9-vuotiaat poikia kuvattiin selvästi enemmän kuin saman ikäisiä tyttöjä; samoin naisia ikäryhmissä 21 - 25- ja 31 - 35-vuotiaat enemmän kuin samojen ikäryhmien miehiä. Miesten osuus nousee selvästi keski-ikäen kynnyksellä; suurin ero (yli 5 %) oli ikäryhmissä 46 - 50- ja 66 - 70-vuotiaat.

Tutkimuksia tehtiin kaikkiaan 383. Pään alueen tutkimuksia oli eniten 55 %, vatsan alueen 20 %, keuhkoalueen tutkimuksia 15 %, lannerankakuvauksia 8,5 % ja muita tutkimuksia (kaula tai raajakuvauksia) 1,5 %. Lapsipotilaille tehtiin eniten pään tutkimuksia; 10 - 15-vuotiailla pään tutkimusten osuus oli suurin, 51 %, ja alle 1-vuotiailla pieni 76 %.

Tutkimuksessa mukana olleiden laitteiden normitettujen  $nCTDI$  arvot on esitetty taulukossa I. Erot  $nCTDI_{ilma}$ -arvoissa laitetyyppien välillä ovat jopa 5-kertaiset, mutta arvot vastaavat pääosin raportoituja arvoja (EC working document 1626, 1998; Scheck 1998).

Keskimääräiset  $CTDI_w$ -annokset tavallisimmissa tutkimuksissa potilaan iän mukaan ryhmiteltyinä ilmenevät taulukosta II (suluissa vaihteluväli). Taulukossa on esitetty myös EU:n suosittelemat vertailuarvot (referenssiarvot) aikuispotilaille sekä 3. kvartiiliannokset.

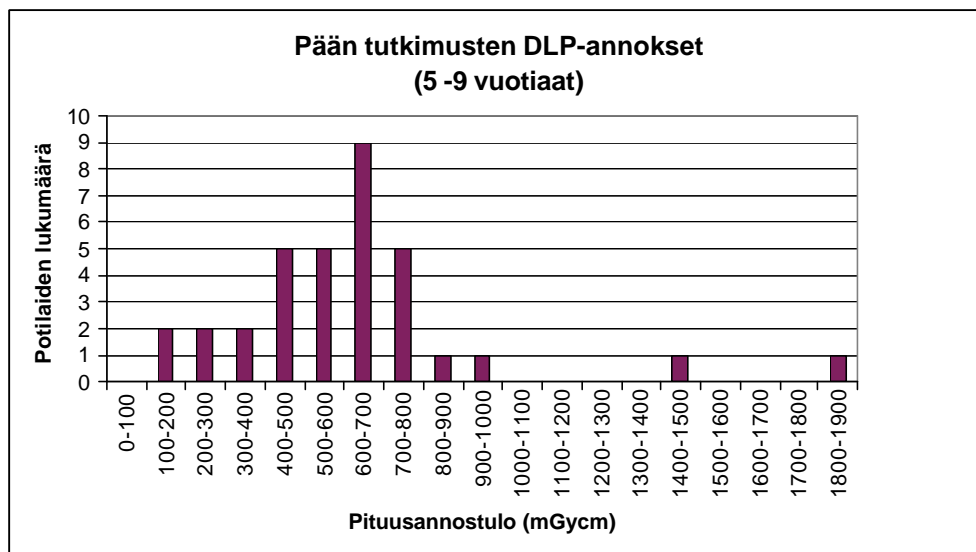
**Taulukko I.** Normitettujen  $nCTDI$ -arvot.

Laite	Jännite kV	$nCTDI_{ilma}$ mGy/mAs	$nCTDI_{pääfantomi}$ mGy/mAs	$nCTDI_{vartalofantomi}$ mGy/mAs
GE Sytec 3000 Plus	120	0,43	0,29	0,12
GE Prospeed XS	120	0,32	0,23	0,11
GE Hispeed Advantage	120	0,20	0,14	0,06
Somatom DRG	125	0,08	0,07	0,05
Somatom HiQ-S	133	0,19	0,16	0,06
Somatom Plus-S	120	0,13	0,11	0,06
Somatom Plus 4	120	0,18	0,16	0,08



Yli 10-vuotiailla ja aikuisilla  $CTDI_w$ -annokset pään tutkimuksissa ovat hie-  
man EU:n suosittelemaa vertailusarvoa suuremmat. Vartalon alueen (keuh-  
ko, vatsa) keskimääräiset  $CTDI_w$  -annokset ovat sitä vastoin vain puolet  
EU:n vertailuarvoista.

Taulukossa III on esitetty leikkeiden lukumäärän tai helicalin pituuden pe-  
rusteella lasketut tutkimusten DLP-arvot. Keskimääräiset DLP-annokset  
ovat selvästi vertailuarvojen alapuolella. Lasten (yli 5-vuotiaat) ja aikuisten  
vartalon tutkimusten annokset ovat keskimäärin yhtä suuret. Pään tutki-  
mukset tehtiin yleensä leikekuvauksella, mutta kolmessa sairaalassa oli  
kokeiltu myös helicaltekniikkaa. Pään tutkimuksissa leikkeiden määrä vai-  
teli suuresti (8 - 55), minkä takia DLP-annosvaihtelut olivat myös suuret  
(kuva 1). Vartalon alueen vatsan ja keuhkon tutkimukset tehtiin yleensä  
helicaltekniikalla. Sitä vastoin lanneranka kuvattiin vierekkäisin leikkein  
140 kV:n jännitettä (jos mahdollista) ja pientä leikepaksuutta käyttäen. He-  
licalkuvauksessa virta oli yleensä puolet leikekuvauksen virrasta.



**Kuva 1.** Lasten (5 -9-vuotiaiden) DLP -annokset pään tutkimuksissa.

Taulukossa IV on esitetty aikuisten keskimääräiset efektiiviset annokset yleisimmässä TT- tutkimuksessa (suluissa vaihteluväli). Taulukkoon on merkitty myös Englannin (Shrimpton 1991), Norjan (Olerud 1998), Ruotsin (Leitz 1995), Tanskan (Jessen 1992) ja Suomen (Servomaa 1999) vastaavien tutkimusten efektiiviset annokset sekä raportointivuosi.

Pään TT-tutkimuksissa efektiiviset annokset ovat Suomessa nousseet 46 % vuoteen 1994 verrattuna, mutta ne ovat kuitenkin samaa tasoa kuin Englannissa, Ruotsissa ja Norjassa. Selvä hyppäys alaspäin on tapahtunut keuhko- ja vatsa-alueen kuvausten annoksissa, joissa pudotukset ovat olleet 24 % ja 51 %.

## Yhteenveto

Normitetut nCTDI-annokset kuvaavat laitteen sensitiivisyyttä, mutta tämä arvo ei välttämättä korreloi potilaan saaman annoksen kanssa. Uudella laitteella CTDI-annos saattaa olla korkea, mutta tutkimuksessa käytetään kuitenkin pientä mAs-arvoa ja tämän takia potilasannos jää odotettua pienemmäksi. Sairaaloiden käyttämät kuvaustaulukot muotoutuvat radiologien vaatimusten mukaan. Sen vuoksi potilaan annosta (CTDI<sub>w</sub> ja DLP) ei voida arvioida ennen kuin tiedetään tutkimuksen kuvausarvot.

Alle 10-vuotiaita potilaita kuvattaessa mAs-arvoa pudotettiin neljässä sairaalassa aikuisten tutkimusarvoihin verrattuna. Lasten tutkimusten mAs-arvoja ei kaikissa sairaaloissa ole voitu pudottaa riittävästi. Tähän on vaikuttanut laitteen ikä; laitteessa ei ole käytettävissä riittävän pieniä mAs-arvoja.

Annosten pienentäminen (mAs-arvon pudottaminen) edellyttää radiologista konsultaatiota siitä, mikä on riittävä kuvanlaatu ja milloin kuvan kohina tulee häiritseväksi.

Efektiiviset annokset pään tutkimuksissa ovat nousseet 46 % Suomessa viime vuosina, mutta ne vastaavat kuitenkin kirjallisuudessa raportoituja annoksia. Sitä vastoin vartalon alueen tutkimuksissa pudotus on ollut huomattava; vatsan alueen tutkimuksissa jopa 50 %. Tähän on ollut vaikuttamassa helicalkuvauksen käyttöönotto, mikä on lähes täysin syrjäyttänyt vierekkäisin leikkein tehtävän leikekuvauksen. Lisäksi helicalkuvauksissa virta on yleensä pienempi kuin perinteisessä TT-kuvauksessa.







**Taulukko IV. Tutkimusten efektiiviset annokset.**

Tutkimus	Tämä selvitys	Englanti (1995)	Ruotsi (1995)	Tanska (1992)	Norja (1997)	Suomi (1994)
Pää	1,9 (0,34-5,8)	1,8	2,1	0,9	2,0	1,3
Keuhko	3,9 (0,19-13)	7,8	10	5,8	11,5	5,1
Vatsa	5,7 (1,1-19)	7,6	10	6,7	12,8	11,6

**Viitteet**

European Commission Study Group. Quality criteria for computed tomography, EC Working Document EUR 16262. Brussels: EC, 1998.

Jessen KA, Christensen JJ, Jorgensen J, Petersen J and Sorensen EW. Determination of collective effective dose equivalent due to computed tomography in Denmark in 1989. Radiat.Prot.Dosim. 43(1/4),37-40 (1992).

Leitz W, Axelsson B and Szedrö G. Computed tomography dose Assessment - A practical approach. Radiat.Prot.Dosim. 57(1/4), 377-380 (1995).

Olerud HM. Analysis of factors influencing patient doses from CT in Norway. Radiat.Prot.Dosim. 71(2), 123-133 (1997).

Scheck RJ, Copenrath EM, Kellner MW, Lehmann KJ, Rock C, Rieger J, Rothmeier L, Schweden F, Bäuml AA and Hahn K. Radiation dose and image quality in spiral computed tomography: multicentre evaluation at six institutions. Br. J Radiol. 1998;71:734-743.

Shrimpton PC, Jones DG, Hillier MC, Wall BF, Letteron JC and Faulkner K. Survey of CT practise in the UK. Part 2: dosimetric aspects, NRPB-R249. Chilton: NRPB, 1991.

Servomaa A, Heikkilä M, Komppa T and Tapiovaara M. Patient dose and radiation risk in CT examinations in Finland. Poster presentation PS32-1.32 at World Congress on Clinical Physics and Bioclinical Engineering, Rio de Janeiro, Brazil (1994).

# SÄTEILYANNOKSEN PIENENTÄMISMAHDOLLISUUDET LASTEN LÄPIVALAISUTUTKIMUKSISSA

**Markku Tapiovaara**  
**Säteilyturvakeskus**

Suomessa tehdään vuosittain noin 4000 läpivalaisututkimusta lapsille. Tavallisimpia näistä ovat virtsaelinten rakennetta ja toimintaa selvittelevä miktiokystografia (lähes 50 % läpivalaisututkimuksista) ja ruoansulatuskanavan tutkimukset (30 %). Jälkimmäisistä tavallisimpia ovat anografia ja ruokatorven tutkimus. Tutkimuksista aiheutuvat efektiiviset annokset ovat tyypillisesti 1 mSv:n suuruusluokkaa (esim. miktiokystografia), mutta annokset voivat vaihdella huomattavasti potilaasta, tutkimuspaikasta ja tutkimuksen suorittajasta toiseen. Enemmän säteilyannosta aiheuttavista röntgentutkimuksista voidaan mainita esimerkiksi vartalon alueen TT ja sydänangiografia, joista tyypillinen annos on noin 10 mSv.

Lapsena säteilylle altistetun ihmisen riski kuolla tietystä säteilyaltistuksesta aiheutuneeseen syöpään on noin 2 - 3-kertainen keski-ikäisenä aikuisena altistettuun verrattuna. Toisaalta lasten tutkimuksissa käytetään potilaiden pienen koon takia vähemmän säteilyä kuin aikuisten tutkimuksissa, eikä tutkimuksista aiheutuva riski siksi ole ainakaan kovin paljon aikuisille aiheutuvaa suurempi. Yhden millisievertin annoksesta lapselle aiheutuvan syöpäkuoleman riskiksi voidaan arvioida noin 1:10 000. Onko tämä riski merkittävä vai vähäinen, riippuu näkökulmasta. Riskiä voidaan pitää merkittävänä verrattuna esimerkiksi tilastolliseen lapsuudenaikaisen syöpäkuoleman kokonaisriskiin (n. 5:10 000). Toisaalta tutkimukset kohdistuvat sairaisiin lapsiin, ja tutkimatta jättämisen aiheuttama riski on yleensä paljon säteilyriskiä suurempi. Säteilyn aiheuttamat syövät jakaantuvat pitkälle ajalle, ja yhdestä tutkimuksesta aiheutuva osuus koko elämän aikaisesta syöpäriskistä on lähes mitätön. Mahdollisimman vähäiseen altistukseen pyrkiminen on kuitenkin tärkeää, erityisesti lasten tutkimuksissa.

Periaatteessa useimmat tekniset mahdollisuudet pienentää annosta ovat aikuisten ja lasten tutkimuksissa samat. Lapsipotilaiden pienempi koko helpottaa kuitenkin optimointia teknisessä mielessä, vaikka lasten tutkimi-

sessä on tietysti suuria eroja ja erityisongelmia aikuispotilaisiin verrattuna. Tässä esityksessä rajoitutaan teknisiin annoksen pienentämismahdollisuuksiin lasten läpivalaisututkimuksissa.

## **Läpivalaisuajan ja kuvamäärän minimointi**

Tuttu ja tärkeä keino annoksen pienenä pitämiseksi on kuvamäärän ja läpivalaisuajan minimointi. Tässä pääpaino on radiologin toimintatavoissa, mutta digitaaliset läpivalaisulaitteet antavat teknisen mahdollisuuden pienentää sekä kuvamäärää että läpivalaisu-aikaa. Käyttämällä viimeisen läpivalaisukuvan näyttötoimintaa (LIH, last image hold) voidaan läpivalaisukuva pysäyttää, ja sitä voidaan tarkastella rauhassa ilman potilaan jatkuvaa säteilytystä. Myös mahdollisuus läpivalaisukuvan videonauhoitukseen voi pienentää läpivalaisutarvetta, erityisesti kun tutkitaan dynaamisia ilmiöitä.

Digitaalisissa läpivalaisulaitteissa on usein mahdollista käyttää pulssaavaa läpivalaisua, jonka avulla on mahdollista pienentää annosta merkittävästi monissa tutkimuksissa. Pulssaavan läpivalaisun säätö on kuitenkin joskus tehty siten, että keskimääräinen annosnopeus on sama kuin jatkuvassa läpivalaisussa. Tällöin ei annosetua tietenkään saada, mutta läpivalaisukuvan ja LIH-kuvien kohina on vähäisempää. Silloin kun kuvanlaadulle ei ole isoja vaatimuksia, voidaan jotkut kuvat tulostaa suoraan LIH-muistista ottamatta varsinaista röntgenkuvaa.

## **Läpivalaisuarojen lukitseminen**

Lähes kaikissa läpivalaisulaitteissa on läpivalaisuautomaatiikan arvojen lukitusmahdollisuus. Sitä käyttämällä voidaan annosnopeusautomaatiikka kytkeä päältä, ja läpivalaista samoilla arvoilla koko tutkimuksen ajan ilman, että varjoaineen kertyminen tutkimusalueelle nostaisi läpivalaisu- arvot (ja annosnopeuden) suuriksi. Tätä mahdollisuutta käytetään tarpeettoman vähän, eikä kytkin edes kaikissa lasten läpivalaisulaitteissa toimi. Kytkimen käyttö pienentää annoksia ja parantaa kuvanlaatua merkittävästi silloin kun vältetään mielenkiintoalueen kirkkauden säätymiseltä liian suureksi.

## Kenttäkoon minimointi

Säteilyaltistuksen minimoimiseksi tulee tietysti käyttää mahdollisimman pientä kenttäkokoja. Altistuksen vähentämisen lisäksi samalla parannetaan kuvanlaatua, kun potilaassa sironneen ja kuvareseptorille lankeavan säteilyn osuus jää vähäisemmäksi. Pieni kenttäkoko aiheuttaa kuitenkin ongelmia joissakin laitteissa. Monien laitteiden valotusautomaatin mittakammio (ja annosnopeusautomaatiikan mittakenttä) voi olla liian suuri toimiakseen oikein lapsipotilailla, erityisesti kun suuri osa kuva-alasta on paksun varjoainekerroksen (täytetty rakko tai suoli) takana. Tällaisessa tapauksessa olisi parempi käyttää käsisäätöarvoja, mutta ne puuttuvat joistakin nykylaitteista. Ongelmia näissä tilanteissa saattaa aiheutua myös digitaalisia kuvalevyjä käytettäessä: kuva-alueen tunnistusalgoritmi voi toimia väärin, kun vain pieni osa kuva-alasta on mielenkiintoaluetta. Tämä on ainakin joissain tutkimuspaikoissa johtanut aikaisempaa suuremman kenttäkoon käyttöön - parempi vaihtoehto tietysti olisi, jos kuvanlukulaitetta saataisiin käytettyä niin, että se asettaa toiminta-arvonsa oikein myös pientä kenttäkokoja käytettäessä.

## Elektronisen suurennuksen käyttö

Pienten lasten tutkimuksissa on suuri houkutus käyttää läpivalaisussa kuvan elektronista suurennusta (pienää kuvakenttäkokoja). Mikäli suurennusta käytetään, on syytä selvittää, aiheuttaako tämä annosnopeusautomaatiikan säätötason kasvun: suurennuskuvan kirkkaus on normaalikokoista kuvaa pienempi kuvanvahvistimen ulostulovarjostimella, ja tämä täytyy kompensoida joko annosnopeutta nostamalla tai säätämällä videokameran optista aukkoa. Kumpi menetelmä on käytössä, riippuu laitteesta ja sen asetuksista. Mikäli suurennuskuvaa halutaan käyttää, on syytä harkita, tarvitaanko annosnopeuden kasvattamisesta saatavaa kuvan kohinan pienennystä. Jos se ei ole välttämätön, voidaan monissa laitteissa ohjelmoida kirkkauden säätö tapahtuvaksi optisen aukon säädön avulla. Toinen mahdollisuus on käyttää digitaalista kuvan zoomausta joka ei edellytä annostason muutoksia.

## Hilan käyttö

Hajasäteilyhilan käyttö parantaa yleensä kuvanlaatua, mutta myös kasvattaa potilaan annosta (mikäli kuvareseptorin kirkkaus halutaan pitää muuttumattomana). Pienten lapsipotilaiden tutkimuksissa kuvanlaatu on yleensä

jo potilaan pienen paksuuden takia hyvä ja sironta vähäistä, eikä aina ole välttämätöntä käyttää hajasäteilyhila; näin on erityisesti silloin, kun säteilyn kenttäkoko on pieni. Siksi lasten läpivalaisulaitteissa on syytä olla mahdollisuus poistaa hila.

Filmipohjaisessa kuvantamisessa hila parantaa kuvaa ja kasvattaa annosta aina, mutta elektronisessa kuvantamisessa näin ei välttämättä ole asia, koska kuvareseptoria voidaan käyttää laajalla annosalueella. Jos systeemiin lisätään hila, ja annosta säädetään niin, että kuvanlaatu pysyy samana kuin aikaisemmin, päädytään usein *pienempiin* annoksiin kuin ilman hilaa: hilan kuvanlaatua kasvattava vaikutus on tällöin suurempi kuin sen annosta kasvattava vaikutus. Tämä tilanne korostuu potilaan ja säteilykentän koon kasvaessa: isoimmilla lapsipotilailla vakiokuvanlaatuun tarvittava annos ilman hilaa voi olla jopa yli 50 % suurempi kuin hilaa käytettäessä. Pienimpien lasten kohdalla asia on usein päinvastoin: annos hilaa käytettäessä on suurempi kuin ilman hilaa, kun kuvanlaatu pidetään vakiona.

Hajasäteilyhilojen rakenne vaihtelee. Nykyaikaisissa hiloissa lamellien väliaineena käytetään kuitumateriaalia ja pinnoissa hiilikuitua. Tällaiset hilat ovat huomattavasti annosefektiivisempiä kuin vanhanaikaiset hilat, joissa pinta- ja väliainemateriaalina on alumiini.

## Laitetyyppi

Näkemykset eri läpivalaisulaitetyyppien soveltuvuudesta lasten tutkimuksiin vaihtelevat. Alaputkella varustettu läpivalaisuteline lienee käytössä yleisin. Yläputkella tai C-kaarella varustettu läpivalaisulaite ei suojaa henkilökuntaa säteilyltä yhtä hyvin, mutta antaa paremmat työskentelytilat ja mahdollisuuden kohdistaa säteilykeila alustavasti valomerkkien avulla. Tämä auttaa vähentämään potilaan väärästä asettelusta tai liikkumisesta johtuvia virheitä. Yläputkilaitteella tutkimusprojektiio on toisaalta yleensä AP, mikä lisää potilaan altistusta. PA-projektiota käytettäessä säteilylle herkät vatsan alueen elimet sijaitsevat yleensä kauempana potilaan pinnasta, ja efektiivinen annos on suuruusluokaltaan usein vain noin puolet AP-projektiioon verrattuna, vaikka pinta-annos on sama. (Samasta syystä putki oikealla puolella potilasta otetut vatsan alueen kuvat altistavat potilasta jonkin verran vähemmän kuin putki potilaan vasemmalla puolella otetut kuvat, mutta tämä ero on pienempi kuin PA- ja AP-kuvien välillä.)

Röntgengeneraattorin tehon tulisi olla tarpeeksi suuri (ainakin 30 kW, mieluummin enemmän), jotta kuvausajat saadaan pidettyä lyhyinä. Röntgenputken jännitteen pulssoinnin tulisi olla vähäinen, ja generaattorin tulee mahdollistaa pienten kuvausarvojen (0,5 mAs, 1 ms) käyttö, jotta laitteessa voitaisiin käyttää nopeita kuvareseptoreita myös pienten lasten tutkimuksissa; käytettäessä vahvistuslevyä ja filmiä EU suosittelee vähintään 400-nopeuksisia yhdistelmiä useimpiin tutkimuksiin. Röntgenputkessa tulisi olla monitasokaihtimet, jotka sallivat kenttäkoon säätämisen pieneksi (ainakin 4 cm x 4 cm). Röntgenputkessa tulisi olla mahdollisimman kova suodatus (esimerkiksi 0,1 - 0,3 mm Cu lisäsuodatus), ja kuten yllä jo mainittiin, laitteen hilan tulisi olla poistettavissa. Potilaan ja kuvareseptorin välillä olevien materiaalien (esim. hila, pöytälevy, patja, kasettien kannet) tulee olla mahdollisimman vähän säteilyä absorboivia. Käytettävissä tulisi olla potilaan kiinnipitämiseen tarkoitettuja apuvälineitä (kaukaloita, haulipusseja yms.) jolloin voidaan pienentää henkilökunnalle kiinnipidosta aiheutuvia annoksia.

Laitteessa olisi hyvä olla annosnopeusautomaatiikan tason valinta, jonka avulla voitaisiin säätää läpivalaisukuvan laatua tutkimustarpeiden mukaisesti. EU suosittelee lasten läpivalaisuun annosnopeusautomaatiikan tasoksi arvoa 0,1-0,2  $\mu\text{Gy/s}$ . Laitteessa olisi hyvä olla annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittari, jotta potilasannoksia saadaan seurattua jatkuvasti. Hyödyllinen on myös mahdollisuus käyttää laitetta käsisäätöarvoilla ja valinnanmukaisilla automaatiikan kV/mA-säätökäyrillä. Nämä valintamahdollisuudet antavat usein mahdollisuuden käyttää laitetta pienillä annosnopeuksilla, kunhan vain laitteiden käyttäjät huolella perehtyvät laitteisiin - väärät valinnat voivat tietysti yhtä hyvin aiheuttaa annoksen lisääntymisen.

## Potilaan säteilysojaimet

Nykyaikaisissa röntgenlaitteissa, joissa on tehokkaat kaihtimet, on harvoin tarvetta suojata säteilykeilan ulkopuolisia alueita erillisillä lyijykumisuojuilla. Niistä saatava hyöty rajoittuu lähinnä potilaan liikkumisesta aiheutuvan väärän alueen altistuksen vähentämiseen. Gonadisuojujen käyttö on usein hankalaa; tyttöjen munasarjojen sijaintia ei yleensä edes tarkasti tiedetä. Pahimmillaan suojat voivat peittää mielenkiintoaluetta tai joutua valotusautomaatiikan anturin eteen, ja itse asiassa kasvattaa annosta. Kivessuojusten käyttö on helpompaa ja tehokkaampaa (kun tutkimus kohdistuu kivesten lähialueille), mutta käytännössä tämäkin voi olla vaikea toteuttaa

pienille pojille mm. kivesten refleksimäisen kivespussista vetäytymisen takia.

## Kuvanlaatu ja säätöarvot

Potilaan annos (tai annosnopeus läpivalaisussa) on suoraviivaisessa yhteydessä kuvanlaatuun. Mitä parempaan kuvanlaatuun pyritään, sen suurempaa annosta (tai annosnopeutta) tarvitaan. Tämän takia tutkimustekniikan optimoinnissa on välttämättä arvioitava tutkimuksessa tarvittavaa kuvanlaatua, ja parhaan mahdollisen kuvanlaadun sijasta on pyrittävä hakemaan tutkimuksiin *riittävä* kuvanlaatu. Tämä taso on mahdollisimman alhainen, mutta jolla kuvasta kuitenkin nähdään kaikki diagnoosiin tarvittavat yksityiskohdat riittävällä varmuudella, eikä diagnoosin tarkkuus oleellisesti parani kuvanlaatua nostamalla. Mikäli kuvanlaatua parannetaan tämän tason yläpuolelle, joudutaan tästä hyödyttömästä "parannuksesta" maksamaan hinta potilaan lisääntyneenä annoksena. Millainen tämä tarvittava vähimmäis- tai optimikuvanlaatu on, riippuu ainakin tehtävästä tutkimuksesta mutta todennäköisesti myös jonkun verran radiologista.

Tyytyminen vaatimattomaan kuvanlaatuun ei vielä riitä takaamaan optimaalista tutkimustekniikkaa. Tämän lisäksi tavoiteltu kuvanlaatu on saavutettava pienimmällä mahdollisella annoksella. Kun röntgenlaite on hyvä, ja kuvassa oleva kohina siksi valtaosaltaan kvanttikohinaa, voidaan näyttää, että parhaan kuvanlaatu-annos-suhteen saavuttamiseksi tulisi lasten läpivalaisututkimuksissa käyttää voimakasta suodatusta (lisäsuodatus 0,1 -0,3 mm Cu) ja melko pientä jännitettä (jodivarjoaine 50 - 60 kV, bariumvarjoaine 55 - 65 kV) silloin, kun kuvassa olevat varjoainekerrokset ovat ohuita (pieni kontrasti). Jos varjoainetta on paksult (esim. bariumtäyttötutkimukset) optimijännite on suurempi (70 - 110 kV). Tämä *ei* tarkoita sitä, että käyttökäyttökunnan tulisi pyrkiä alentamaan putkijännitettä nykyisestä arvostaan: ilman kuvareseptoriannoksen samanaikaista pienentystä tämä johtaisi siihen että potilaan annos kasvaisi ja kuvanlaatu parani - kenties turhaan. Jos kuvareseptorin nopeutta ei muuteta, käyttäjä toimii pienimmällä potilaan annoksella, kun jännite on mahdollisimman korkea. Mikäli kuitenkin jatkuvasti pystytään toimimaan yllä olevia jännitteitä merkittävästi suuremmilla arvoilla, voisi olla hyödyllistä selvittää huollon kanssa, onko mahdollista toteuttaa suodatuksen lisäys ja molempien, sekä jännitteen että kuvareseptoriannoksen pienentäminen. Tällöin saatettaisiin nykyiseen kuvanlaatuun päätyä nykyistä pienemmällä annoksilla. Selvyyden

vuoksi todettakoon vielä toistamiseen, että klassinen ohje jännitteen kasvattamisesta annoksen pienentämiseksi on edelleen pätevä. Näin on erityisesti filmikuvantamisessa silloin, kun kuvan kontrastista voidaan tinkiä. Elektronisessa kuvantamisessa on usein mahdollisuus säätää kuvadetektorin nopeutta ja kuvan kontrastia. Tällaisissa laitteissa on mahdollisuus käyttää käyttötarkoitukseensa optimaalisesti muokattua röntgenspektriä, ja hoitaa kuvanlaadun tason asetus sopivaksi kuvareseptoriannoksen säädön avulla.

STUKin tekemän selvityksen mukaan Suomessa lasten radiologisissa yksiköissä on käytetty eräisiin ulkomaisiin lastensairaaloihin verrattuna melko korkeaa kuvanlaatuutasoa. Kahdessa suomalaisessa sairaalassa tehdyillä säätötoimenpiteillä laskettiin näiden sairaaloiden läpivalaisukuvan laatua lähemmäs näitä vertailusairaaloita, jolloin annosnopeuksia saatiin pudotettua 30 - 80 %, potilaan koosta ja sairaalasta riippuen. Radiologit ovat olleet tyytyväisiä säätöjen jälkeiseenkin kuvanlaatuun.

## Lähteet

European Commission. European guidelines for the optimisation of fluoroscopic imaging in paediatrics. Final draft 03.08.1999. Ei vielä julkaistu.

European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. EUR 16261 EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996.

Servomaa A, Heikkilä M, Ilus T ja Parviainen T. Frequency and practice of paediatric X-ray examinations in Finland 1995. Tutkimusprojektin EC Research Contract F14P-CT95-0002 sisäinen raportti. Säteilyturvakeskus 1997.

Tapiovaara M, Sandborg M, Dance DR. A search for improved technique factors in paediatric fluoroscopy. Phys. Med. Biol. 1999; 44: 537-559.

Tapiovaara MJ, Servomaa A, Sandborg M, Dance DR. Optimising the imaging conditions in paediatric fluoroscopy. Ei vielä julkaistu, tarjottu Rad. Prot. Dosim.-lehteen 1999.

Tilastokeskus. Kuolemansyyt 1992. Terveys 1993:9.



# POTILASANNOKSEN MÄÄRITTÄMINEN: ANNOKSEN JA PINTA-ALAN TULON MITTAAMINEN JA PINTA-ANNOKSEN LASKENTA

**Matti Toivonen, Asko Miettinen, Antti Servomaa**  
**Säteilyturvakeskus**

Suomessa on laskettu potilasannoksia sekä pinta-annoksen (*ESD*) määrittämistä varten (Kettunen ym. 1999) että röntgentutkimusten keskimääräisten efektiivisten annosten ja röntgentutkimuksesta koituvan väestöannoksen määrittämistä varten (Rannikko ym. 1997). Potilasannosseurannan aloittaminen röntgenosastoilla on tullut nyt ajankohtaiseksi. Maanlaajuista potilasannosseurantaa on toistaiseksi harjoitettu vain Englannissa, jossa alan järjestöt ovat laatineet ja julkaisseet aiheesta yhteisen menettelytapaohjeen (Institute of Physical Sciences 1992). *ESD*n suora mittaaminen on ollut vallitseva menetelmä natiivitutkimusten seurannassa vaikka annoksen ja pinta-alan tulon (*DAP*) mittaaminen esitellään menettelytapaohjeessa vaihtoehtoisena mittausmenetelmänä. Viime vuosina on tosin alettu sisällyttämään röntgenputken säteilytuottokertoimen kalibrointia teknillisiin laadunvarmistusohjelmiin ja laskea *ESD*tä röntgenputken säteilytuottokertoimesta ja tarpeellisista teknillisistä parametreista enenevässä määrin.

Norjassa on pitkäaikainen perinne sekä natiivitutkimusten että läpivalaisututkimusten annosseurannasta *DAP*-mittareilla. Pohjoismaiset vertailuannossuosituksot perustuvat englantilaisten arvojen ohella paljolti norjalaisiin tuloksiin (Nordic co-operation 1996, Saxeböl ym. 1998). Suomalainen perinne on ollut arvioida röntgenlaitteiden tarkastusten yhteydessä potilasannoksia suorittamalla ionisaatiokammiolla mittauksia keskikokoista potilasta vastaavan vesifantomien pinnalta. Tämä on hyvä ja tunnettu laadunvalvonnan menetelmä, mutta fantomista mitatut annokset toistuvat lähes samoina mittauksesta toiseen kun taas samankokoistenkin potilaiden annokset ajoavat suuresti toisistaan. Tämä hajonta kuuluu seurannan tulosten tarkasteluun.

STUK on osallistunut parin viime vuoden aikana aktiivisesti pohjoismaiseen natiivi- ja läpivalaisututkimusten sekä radiologisten toimenpiteiden potilasannostiedonkeruuprojektiin. Laadunvalvonnan mittaustekniikkaan hyvin perehtynyt henkilö kierrätti mittaria eri kohteissa asentaen mittarin kunkin röntgenputken säteilykeilaan. Mittari kalibroitiin erikseen kunkin koneen keilassa. Myös lasten annoksia on kerätty eurooppalaisen projektin ja röntgenosastojen omiin tarpeisiin osittain Säteilyturvakeskuksen ja osittain sairaaloiden omilla *DAP* mittareilla.

Potilasannoksen mittaus- ja laskentamenetelmiä on käsitelty muutamissa aiemmissä säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa seminaarien esitelmissä (Servomaa ym. 1999, Toivonen 1998, Komppa 1998). Tämän esitelmän tarkoitus on välittää sairaaloiden röntgenosastoille kokemusta ja tietoa, jota on saatu *DAP*in mittaamisesta ja *ESD*n laskemisesta edellä mainituissa projekteissa.

## Suureet ja yksiköt

Potilasannoksen mittaus- ja seurantasuureita ovat *annoksen ja pinta-alan tulo* (*DAP*, *dose area product*) ja *pinta-annos* (*ESD*, *entrance surface dose*). Annossuureena molemmissa on ilmaan absorboitunut annos ( $D_a$ ), jota tässä yhteydessä voidaan pitää samana kuin ilma-kerma ( $K_a$ ).

Annoksen ja pinta-alan tulo (*DAP*) mitataan röntgenputken kaihdinkoteloon kiinnitetyllä *DAP*-mittarilla (kuva 1a). Suositeltava mittayksikkö on mGy cm<sup>2</sup>. Yksikkö Gy cm<sup>2</sup> on perusteltu tutkimushuoneessa olevissa näytöissä (yleensä kardiologisia tutkimuksia tai radiologisia toimenpiteitä), joista seurataan potilasannosta tosiaikaisesti tutkimuksen aikana. *DAP* soveltuu sekä natiiviröntgentutkimusten että läpivalaisututkimusten ja radiologisten toimenpiteiden potilasannosseurantaan. *DAP* on riippumaton potilaan ihon etäisyydestä fokukseen (FSD, focus-to-skin distance) nähden, koska annos pienenee samassa suhteessa kuin primäärisen säteilykeilan pinta-ala kasvaa FSDn kasvaessa. *DAP* kuvaa siksi yhtäläillä dynaamisen (FSD ja eräät muut teknilliset parametrit vaihtelevat tutkimuksen aikana) röntgentutkimuksen tai radiologisen toimenpiteen kuin yksiprojektioisen natiivitutkimuksen potilaalle aiheuttamaa kokonaissäteilyaltistusta. Moniprojektioisesta natiivitutkimuksesta on tarpeen kirjata *DAP*it muistiin kustakin projektioista erikseen, jotta annosseurannan tulokset olisivat vertailukelpoisia *ESD*-menetelmän kanssa, kun kuvantamistekniikan hyvyttä arvioidaan.



**Kuva 1.** Potilasannoksen määritys- ja kalibrointimenetelmät; (a) DAP-mittari röntgenputken kaihdinkopan edessä, annos- tai ilmakermamittari ( $D_a$  tai  $K_a$ ) fokusetäisyydellä FMD ja pinta-ala A, kun DAP-mittaria tai röntgenputken säteilytuottoa kalibroidaan; (b) Pieni säteilymittari potilaan pinnalla, kun ESD:tä mitataan, ja ESD-laskenta joko mitatun fokus-ihoetäisyyden FSD tai tunnetun fokus-filmietäisyyden FSD ja röntgenputken säteilytuottokertoimen perusteella.

Pinta-annos (ESD) on annos potilaan pinnan välittömässä läheisyydessä. ESD sisältää sekä primäärisen säteilyn että potilaasta takaisin siroavan säteilyn annoksen ja on jyrkästi fokus-iho etäisyydestä riippuvainen (primäärisen säteilyn annos pienenee etäisyyden kasvaessa neliölain mukaan. ESD soveltuu siksi parhaiten natiivitutkimusten yksittäisten projektioiden (teknilliset parametrit ja potilaan sijainti muuttumattomia säteilytyksen aikana) tarkkailuun. ESD:n seuranta ja tieto filmin tai kuvalevyn herkkyudesta on hyvä lähtökohta kuvantamistekniikan hyvyden arvioinnille. ESD voidaan mitata pienellä potilaan pintaan kiinnitetyllä annosmittarilla (kuva 1b).

## DAP-mittarin käyttö ja kalibroiminen

Kun DAP-mittari on asennettu paikalleen ja asianmukaisesti käynnistetty, varsinainen mitaaminen on yksinkertaista: mittarin näyttämä nollataan ennen säteilytystä ja kirjataan lomakkeelle säteilytyksen jälkeen. Mittarin käynnistämiseen kuuluu toimintakunnon pikakoe käyttöohjeiden mukaisesti. Toimintakokeen avulla tarkistetaan, ettei mittarin sähköinen kalibrointi ole muuttunut.

*DAP*-mittari tulisi periaatteessa kalibroida mittaamalla tarkalla annosmittarilla ilmaan absorboitunut annos  $D_a$  (tai ilmakerma  $K_a$ ) vapaasti ilmassa, säteilykeilan keskellä, ja tämän jälkeen säteilykeilan poikkileikkauksen pinta-ala  $A$  tarkasti samalle fokusetäisyydelle asetetulta filmiltä tai kuvalevyltä (kuva 1a). Korjauskerroin saadaan jakamalla tulon  $D_a * A$  arvo *DAP*-mittarin näyttämällä. Kalibroitamisäteily suositellaan tuotettavan 75 - 80 kV putkijännitteellä kokonaissuodatuksen ollessa n. 3 mm Al.

Standardissa IEC 580 esitetään *DAP*-mittareiden vähimmäisvaatimukset sekä valmistajan käytäntö testata ja kalibroida mittari ennen myyntiin saattamista. Myöhemmästä kalibrointien tarpeesta esitetään moninaisia kannanottoja kirjallisuudessa. Lukemalla valmistajien käyttöohjeita saa käsityksen että mittarin kalibroiminen edellä kuvatulla tavalla käyttöpaikallaan on varsin helppo toimenpide. Tosiasiassa säteilymittarin ja filmin asettelu vapaaseen ilmatilaan on hankalaa monissa tutkimustelineissä. STUKissa suoritetuissa kokeissa on lisäksi havaittu, että pinta-alan  $A$  mittaaminen on toistettava kaikkialla tarkasti samalla tavalla, jotta kalibrointien tulokset olisivat luotettavia. Käyttöpaikalla suoritettavia testejä voidaan käyttää tarkistuksiin, että mittarin näyttö on ainakin 10 - 15 % tarkkuudella oikea, mutta näyttöjä ei ole tarkoituksenmukaista säätää käyttäjän toimesta natiivitutkimusten potilasannosseurantaa varten ennen kuin kalibrointia varten on saatavilla tarkat ohjeet.

Kun potilas on alaputkitelineessä niin *DAP*-mittarin ja potilaan välissä on tukilevy. Säteilyn heikkeneminen tukilevyssä aiheuttaa tässä tilanteessa virheen *DAP*-mittarin näyttöön. Tämä virhe korjataan kertomalla virheellinen lukema tukilevyn säteilynheikkenskertoimella.

Standardin IEC 580 vaatimukset täyttävät *DAP*-mittarit toimivat riittävällä tarkkuudella kaikessa tavanomaisessa käytössä, mutta standardin vaatimukset eivät turvaa, että mittarin toiminta pienimmissä lasten läpivalaisututkimusten annosnopeuksissa on tutkittu valmistajan toimesta. Alle 10 mGy cm<sup>2</sup> *DAP*-lukemat ovat toinen pediatriassa mittaussovelluksissa esiin tuleva pulma. Perättäisten pienlukemien resoluutio ei ole riittävä (esim. 50 % ero 1 ja 2 välillä ja 10 % ero 9 ja 10 välillä). Eräiden *DAP*-mittareiden mGy cm<sup>2</sup> näytössä on 1 tai 2 desimaalia. Pienlukemien resoluutio-ongelmaa ei tällöin ole, mutta turha pilkku mittarin näytössä on vastenmielinen käyttäjien mielestä ja siitä saattaa aiheutua suurten lukemien virheellistä kirjaamista. Samanlaista haittaa saattaa olla automaattisesta yksikön vaihdosta (esim. µGy cm<sup>2</sup> ja mGy cm<sup>2</sup> välillä), monista nappuloista ja yleensä tarpeesta valita monikäyttöisen mittarin erilaisten toimintojen väliltä ennen käyttöä.

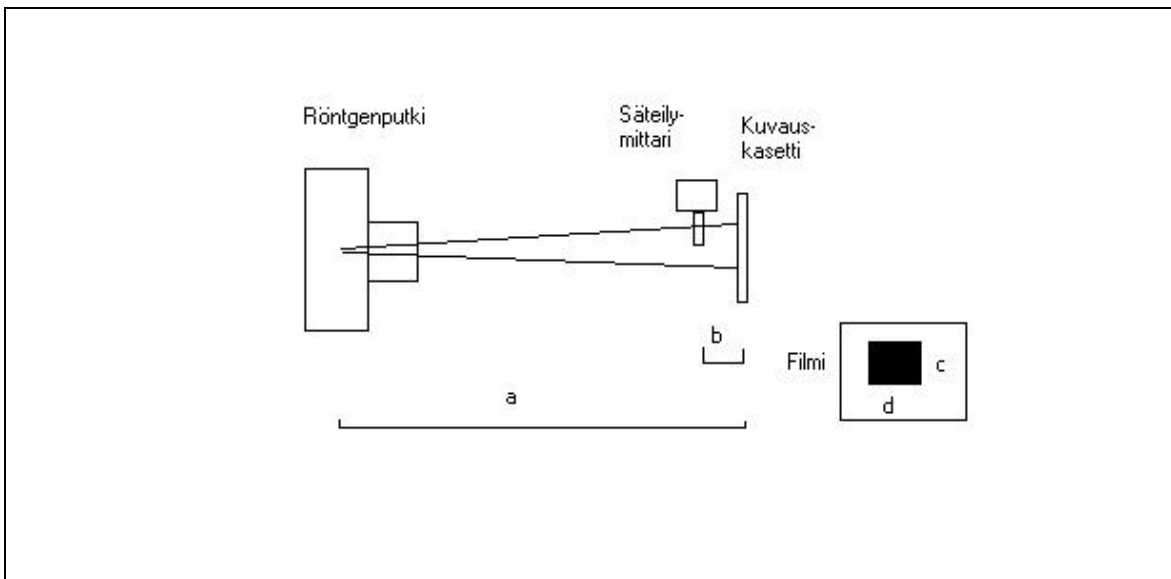
## **DAP-mittarin testaaminen käyttöpaikalla**

## Tarkoitus ja periaate

Testauksen tarkoituksena on käyttöpaikalla tapahtuva mittarin toiminnan oikeellisuuden varmistaminen.

Kuvataan kasetti kenttäkoolla noin 10 cm \* 10 cm ja mitataan kasetin kanssa samassa tasossa annos  $D_a$ . Mitataan filmistä keilan korkeus ja leveys.  $DAP$  on ilmakerma \* keilan korkeus \* keilan leveys.

## Esimerkki testausmenetelmästä



**Kuva 2.** Säteilymittarin ja filmin sijainti säteilykeilassa, kun  $DAP$ -mittarin toimintaa testataan käyttöpaikallaan.

Kuvauskasetti asetetaan noin metrin etäisyydelle röntgenputken fokuksesta (kuva 2). Kalibroidun säteilymittarin mittakammio asetetaan sädekeilan keskelle noin 10 cm etäisyydelle kasetista.

Mitataan filmi-fokus-etäisyys (a). Mitataan filmin ja säteilymittarin mittakammion keskitason välinen etäisyys (b).

Rajataan keila kasetille noin 10 cm x 10 cm kokoiseksi. Kuvataan siten, että filmin mustamaksi saadaan noin 1...1,5. Mitataan filmistä keilan korkeus (c) ja keilan leveys (d).

## Korjauskertoimen määrittäminen

Korjauskerroin lasketaan kaavasta:

$k = D_a * c * d * ((a-b)/a)^2 / DAP$ , missä

$D_a$  = säteilymittarilla mitattu ilmakerma

$a$  = filmi-fokus -etäisyys

$b$  = filmi-säteilymittarin kammio -etäisyys

$c$  = filmistä mitattu sädekeilan korkeus

$d$  = filmistä mitattu sädekeilan leveys

$DAP$  = pinta-ala-annosmittarin näyttö

$k$  = korjauskerroin, jolla  $DAP$ -mittarin näyttö on kerrottava todellisen tuloksen saavuttamiseksi.

Mittayksiköiden tulee olla samoja. Jos  $DAP$ -mittarin näyttö on [ $mGycm^2$ ], etäisyyksien on oltava [ $cm$ ] ja ilmakerman [ $mGy$ ].

Korjauskerroin voidaan tarvittaessa määrittää eri jännitteillä, esim. käyttöalueella 70, 100 ja 120 kV sekä käytössä olevilla eri suodatuksilla. Määrittäminen voidaan myös tehdä useammalla kenttäkoolla sekä läpivalaisulla (esim. 75 kV).

### Mittarin testauksessa huomioitavaa

Mittaukseen on hyvä käyttää kuorifilmiä. Mustuma-alueen mittaukset tehdään reunojen puoliarvon kohdalta. Ellei kuorifilmin käyttö ole mahdollista, testaus voidaan tehdä tavallisella kasetilla. Filmin mustuman tulisi olla noin 1...1,5 ja keilan koko mitataan puolivarjon kohdalta. Esim. 1 mm:n virhe keilan koon mittauksessa aiheuttaa noin 2 % virheen  $DAP$ -mittaukseen, samoin myös 1 cm:n virhe fokus-filmi -etäisyydessä.

Jos testaukseen käytetään digitaalisen järjestelmän kuvalevyä, kuvaan on syytä lisätä "mittareferenssi" oikean mittasuhteen varmistamiseksi.

Kuvaus tehdään mieluummin pienellä fokuksella tarkemman rajauksen aikaansaamiseksi.

Röntgenputken kaihtimen ja säteilymittarin mittakammion välissä ei saa olla väliainetta lukuun ottamatta mahdollista tutkimustelineen pöytälevyä (esim. läpivalaisutelineessä).

Kenttäkoon kuvaus ja varsinaiseen mittaukseen käytetty kuvaus voivat olla erillisiä, kunhan mitta-geometria säilyy. Tämä mahdollistaa suurempien kuvausarvojen käytön mittauksessa.

DAP-mittarin näytön tulisi olla lukuarvoltaan vähintään suuruusluokkaa 100.

Kuvasta varmistetaan säteilymittarin mittakammion keskitys.

Tämä testaustapa mahdollistaa kasetin ja säteilymittarin sijoittamisen siten, kun se kussakin tutkimuslaitteistossa on mahdollista. Olennaista on, että edellä mainitut etäisyydet mitataan mahdollisimman tarkasti.

## Pinta-annoksen laskenta

Pinta-annos (*ESD*) voidaan määrittää laskemalla, jos röntgenputken säteilytuottokerroin (*Y*) tunnetaan kaikilla tarpeellisilla putkijännitteen ja suodatusten yhdistelmillä. Säteilytuottokertoimen määrittämistä varten asetetaan säteilymittari sopivalle fokusetäisyydelle (*FMD*, focus meter distance), säteilytetään, luetaan ja kirjataan muistiin säteilytyksessä käytetty sähkömäärä ( $Q = I t$ , yksikkönä *mAs*) säätöpöydän jälkinäytöstä sekä annos  $D_a$  mittarista. Säteilytykset ja kirjaukset toistetaan kaikilla tarpeellisilla putkijännitteillä tai esimerkiksi 10 kV välein. Putkijännitekohtaiset yhden metrin etäisyydelle normitetut *Y*-kertoimet  $Y_{100\text{ cm}}$  saadaan tämän jälkeen laskemalla annosten ja varausten suhteet ja kertomalla 100 cm ja *FMDn* suhteen neliöllä

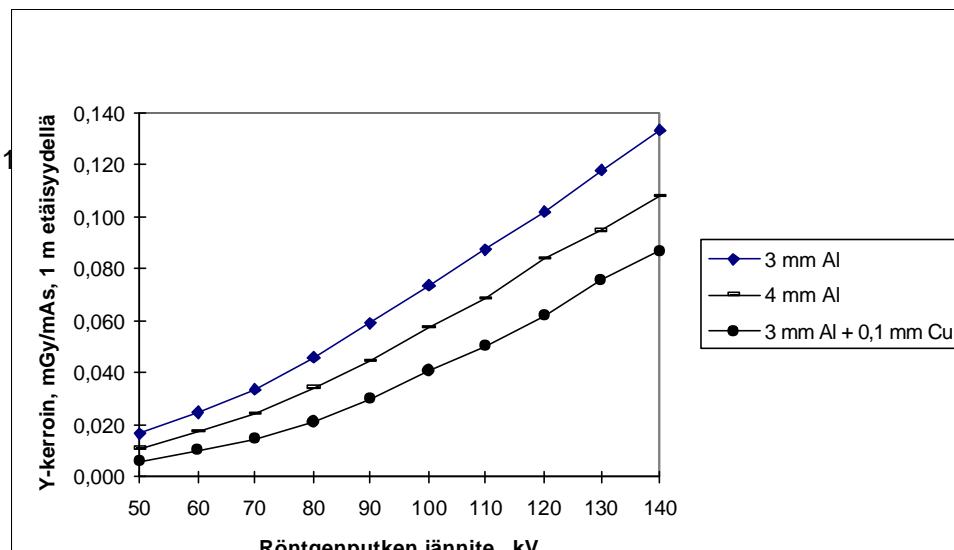
$$Y_{100\text{ cm}} = D_a / Q * (FMD / 100)^2 . \quad (1)$$

Käytännössä suositeltava säteilytuottokertoimen mittayksikkö on *mGy/mAs*. Kuva 3 esittää STUKin röntgenkoneen säteilyntuottokertoimia putkijännitteen funktiona kolmella putkisuodatuksella.

Pinta-annos *ESD* on säteilytuottokertoimen  $Y_{100\text{ cm}}$ , etäisyyskorjauksen  $(FSD / 100)^2$ , sähkömäärän  $Q$  ja takaisinsirontakertoimen *BSF* tulo

$$ESD = Y_{100\text{ cm}} * (100 / FSD)^2 * Q * BSF . \quad (2)$$

Etäisyyskorjauslausekkeessa *FSD* on kuvauksessa käytetty fokus-ihoetäisyys. Takaisinsirontakerroin riippuu säteilylaadusta, kenttäkoosta ja kohteesta. Melko yleisesti käypä likiarvo on *BSF* = 1,3. Kallosta ja pienten lasten pienistä säteilykentistä takaisinsironta on vähäisempää, ja likiarvona voidaan silloin käyttää *BSF* = 1,2. Kun kenttäkoko on hyvin suu-



ri kuten alavatsa AP projektiossa  $BFS = 1,4$  on hyvä likiarvo.

**Kuva 3.** *STUKin röntgenkoneen säteilytuottokertoimet (Y-kertoimet) putkijännitteen funktiona kolmella eri suodatuksella.*



Jotta *ESD*-laskenta voisi yleistyä potilasannosmääritysmenetelmänä on laitteiden laadunvarmistusohjelmiin sisällytettävä *Y*-kertoimien laadinta röntgenputkille. Kun laitteiden tarkastuspöytäkirjoihin on laadittu säteilytuottotaulukoita ei ole tiedetty *ESD*-laskennan tarpeita. Niistä on tämän vuoksi vaikea koota kattavia *Y*-kerrointaulukoita (Kettunen 1999).

Kun tiedonkeruuta *ESD*-laskentaa varten opetellaan saattaa varauksen  $Q$  luenta tuottaa vaikeuksia, koska varauksen jälkinäyttö on useissa koneissa vain hetken näkyvillä, jonka jälkeen tilalle saattaa tulla varauksen takaraja. Eräissä koneissa on varauksen sijasta kuvausajan ( $t$ ) jälkinäyttö. Tässä tapauksessa on tarpeen kirjata putkivirta ( $I$ ) kuvausajan ohella muistiin ja laskea  $Q$

$$Q = I * t. \quad (3)$$

*FSDn* riittävän tarkka mittaaminen kiireellisissä potilastutkimustilanteissa ei myöskään ole aivan helppoa. Koska fokus-filmietäisyys *FFD* (kuva 1b) on yleensä helposti ja tarkasti tiedossa, saattaa olla helpompaa mitata tai arvioida potilaan paksuus ja kirjata *FSDn* sijasta *FFD* ja potilaan paksuus muistiin ja laskea

$$FSD = FFD - (\text{Potilaan paksuus} + \text{tukipinnan ja filmin välinen etäisyys}) . (4)$$

Kun *Y*-kertoimet on käytettävissä ja tiedonkeruu saadaan sujumaan, niin on versin helppo kirjoittaa yhtälö (2) tai tarvittaessa kaavojen (3) ja (4) tarkoittamilla lisäyksillä täydennetty yhtälö taulukkolaskentaohjelman sivulle ja suorittaa *ESD*-laskentaa näin tehdyllä yksinkertaisella laskentaohjelmalla.

## Jatkokehittelyt

Potilasannosmäärityksistä röntgenosastoilla on varsin vähän käytännön kokemusta. Tämän vuoksi on alettu kerätä tietoa menetelmistä ja käyttökokemusta *STUKin* ja eräiden röntgenosastojen yhteistyönä. Kokeiluun on sisällytetty *ESDn* suora mittaaminen termoluminesenssidosimetrillä, *ESD*-laskenta ja *DAP*-mittarilla suoritettava natiivitutkimusten potilasannosseuranta. Kokeilun aikana pohditaan myös kysymystä miten mittaus- ja laskentatulosten tilastollinen käsittely tulisi järjestää ja miten tuloksia tulisi käyttää hyväksi kuvantamisen optimoinnissa ja riskin arvioinnissa.

## Viitteet

Institute Physical Sciences. National protocol for patient dose measurements in diagnostic radiology. Dosimetry Working Party of the Institute of Physical Sciences in Medicine. Pub-

lished by the National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon, OX11 0RQ, 1992.

Kettunen A, Huovinen M. Laadunvarmistuksen toteuttaminen terveystieteiden ja ammattikorkeakoulun yhteistyönä. Raportissa: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa 1999. STUK-A-163. Helsinki: Oy Edita Ab, 1999: 81-89.

Komppa T. Pinta-ala-annosmittarin käyttö potilasannosmittaukseen. Raportissa: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa 1998. STUK-A152. Helsinki: Oy Edita Ab, 1998: 64 - 72.

Nordic Co-operation 1996. Nordic guidance levels for patient doses in diagnostic radiology. Report No 5 on Nordic radiation protection co-operation of radiation protection and nuclear safety authorities, STUK, Helsinki 1996.

Rannikko S, Karila K and Toivonen M. Patient and population doses of X-Ray diagnostics In Finland. STUK-A144. Helsinki: Oy Edita Ab, 1997.

Saxeböl G, Olerud H, Hjärdemal O, Leitz W, Servomaa A, Walderhaug T. Nordic guidance levels for patient doses in diagnostic radiology. Radiat. Prot. Dosim. 1997; 80 (1/3): 99 - 101.

Servomaa A, Toivonen M, Havukainen R, Vartiainen E. Potilasannoksen määrittäminen röntgentutkimuksissa. Raportissa: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa 1999. STUK-A-163. Helsinki: Oy Edita Ab, 1999: 23-26.

Toivonen M. Potilasannoksen mittaus röntgentutkimuksissa. Raportissa: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa 1998. STUK-A152. Helsinki: Oy Edita Ab, 1998: 53 - 64.

# **ANNOKSEN MITTAAMINEN TERMOLOISTEDOSIMETRILLA: STUKIN MITTAUSPALVELU**

**Eija Vartiainen**  
**Säteilyturvakeskus**

Termoloistemateriaalit ovat säteilyn ilmaisimena yhtä vanha keksintö kuin röntgensäteet. Potilasannosten mittaukseen termoloistedosimetreja (TL-dosimetri) käytettiin ensimmäisen kerran viisikymmentäluvun alussa.

Röntgentutkimusten annoksia voidaan määrittää pinta-ala-annosmittarilla, laskennallisesti tai TL-dosimetreilla. Mikä menetelmä kulloinkin valitaan, riippuu sekä tutkimuksesta että röntgenosaston valmiudesta käyttää eri menetelmiä. Kullakin menetelmällä on omat etunsa ja puutteensa.

## **Termoloistedosimetria**

TL-materiaalin toiminta säteilymittarina perustuu termoloisteilmiöön. Ionisoivasta säteilystä absorboituu TL-materiaalin kidehilan energiaa, josta osa varastoituu kidevirheiden aiheuttamiin energialoukkuihin. Myöhemmin materiaalia lämmitettäessä viritystilat purkautuvat. Osa varastoituneesta energiasta emittoituu valona, joka voidaan havaita valomonistinputkella. Vapautuvan valon intensiteetti on verrannollinen virittyneiden elektronien ja aukkojen määrään ja siten TL-materiaaliin absorboituneeseen säteilyannokseen. Osa säteilyn aikaansaamista viritystiloista alkaa purkautua jo huoneen lämpötilassa. Tätä kutsutaan signaalin häipymäksi.

Termoloistemittarit soveltuvat hyvin potilasannosten mittaukseen, koska ne eivät häiritse röntgentutkimuksen suorittamista. TL-kiteet eivät pienen kokonsa vuoksi ja vaimenusominaisuuksiltaan kudoksen kaltaisena materiaalina yleensä näy kuvassa. Poikkeuksena on mammografia, jossa kuvausjännite on matala. TL-mittarit eivät myöskään tarvitse ulkopuolista virtalähdettä tai kaapeleita. Käyttötarkoitukseen oikein valituilla termoloistemittareilla voidaan määrittää hyvinkin pieniä annoksia, mittaustulos on tarkka ja ympäristöolosuhteiden vaikutukset tulokseen ovat hyvin hallittavissa.

TL-mittausjärjestelmällä on myös heikkouksia. Mittareiden luentalaitteistot ovat kalliita, mittaustulosta ei saada välittömästi säteilytyksen jälkeen ja pienten mittareiden käsittely vaatii sorminäppäryyttä.

Menetelmänä termoloistedosimetria ei ole kovin helppo. TL-materiaalin lämpökäsittely on tarkkaan vakioitava, TL-kiteiden yksilöllinen herkkyys sekä signaalin häipymä on korjattava ja kalibroinnissa on huomioitava materiaalin herkkyyden vaihtelu säteilyn energiaspektirin suhteen. Hyvän lopputuloksen edellytys on huolellinen työskentely ja asianmukainen laadunvalvonta.

## Säteilyturvakeskuksen mittauspalvelu

Säteilyturvakeskus aloittaa kuluvan vuoden aikana röntgentutkimuksista aiheutuvien potilasannosten mittauspalvelun. Palvelu aloitetaan niistä natiivitutkimuksista, joille EU-suosituksessa on annettu vertailutasoja. Näitä tutkimuksia ovat thorax, lanneranka, lantio, kallo ja virtsatiet. Myöhemmin palvelua voidaan kysynnän perusteella laajentaa myös muihin tutkimuksiin ja laadunvalvontaan.

Kutakin kuvausprojektiota varten tarvitaan yksi mittauspaketti. Paketti sisältää TL-mittarit 10 potilasta varten, kaksi taustasäteilyn mittaria ja tietojenkeräyslomakkeen. Mittauspakettia tilatessaan asiakkaan olisi hyvä ilmoittaa Säteilyturvakeskuksen myöntämän turvallisuusluvan ja mitattavan röntgenlaitteen numero, koska kuvauslaite identifioidaan näiden tietojen perusteella. Myös mitattavaksi haluttavat tutkimukset ja projektiot on syytä miettiä etukäteen.

Termoloistemittari on pienen laastarin kokoinen liuska, joka kiinnitetään potilaan iholle, keskelle säteilykenttää. Kukin mittari säteilytetään kerran. Mittarikohtaisesti kirjataan potilaan pituus, paino ja sukupuoli, lapsipotilailla myös ikä. Annosmäärittystä varten tarvitaan tieto röntgenputken suodatuksesta, kuvausjännitteestä ja -päivämäärästä. Kun kaikki 10 potilasta on mitattu ja tiedot kirjattu lomakkeelle, mittauspaketti palautetaan Säteilyturvakeskukseen analysoitavaksi. Mittauspalvelu lukee TL-kiteet termoloistelukijassa, kirjaa lomakkeen tiedot tietokantaan, laskee pinta-annokset (merk. ESD) ja ilmoittaa asiakkaalle tulokset sekä kyseisen tutkimuksen vertailutasot.

Jos mitattu annos on vertailutasoa suurempi, on aiheellista selvittää syy ja tehdä tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet ja muutokset. Joskus vertailutasojen ylittäminen voi olla perusteltua, esimerkiksi tarvittaessa tavallista parempaa kuvanlaatua. Toisaalta hyvin pieni annos ei aina ole osoitus hyvästä tutkimuskäytännöstä, koska kuvanlaatu saattaa olla huono.

Tuleva Sosiaali- ja terveysministeriön päätös velvoittaa toiminnanharjoittajia mittaamaan radiologisten tutkimusten annoksia. Jokaisen potilaan annosta ei suinkaan tarvitse mitata. Tavoitteena on tuntea yleisimpien tutkimusten ja projektoiden annokset kullakin röntgenlaitteella ja pienentää tarpeettoman suuria annoksia. Mittaustietoja tullaan myös käyttämään kansallisten vertailutasojen määrittämiseen ja röntgentutkimuksista aiheutuvan säteilyaltistuksen arviointiin.

# EFEKTIIVISEN ANNOKSEN ARVIOINTI PINTA-ANNOKSESTA JA ANNOKSEN JA PINTA-ALAN TULOSTA RÖNTGENTUTKIMUKSISSA

**Antti Servomaa**  
**Säteilyturvakeskus**

Potilasannosten määrittämisessä käytetään tavallisesti pinta-annosta tai annoksen ja pinta-alan tuloa. Kummankin suureen avulla voidaan arvioida säteilyriskiin verrannollista efektiivistä annosta. Alla olevissa taulukoissa on valmiiksi laskettuja konversiokertoimia efektiivisen annoksen arvioimiseksi. Efektiivinen annos saadaan, kun pinta-annos tai annoksen ja pinta-alan tulo kerrotaan vastaavalla konversiokertoimella. Konversiokertoimet on annettu tavallisimmille tutkimuksille eri jännitteiden ja suodatusten arvoilla, joten arvot täytyy tarvittaessa interpoloida taulukoista. Konversiokertoimet vastaavat standardikokoiselle aikuispotilaalle tehtyjä tutkimuksia. Tutkimusgeometriat (FSD, kenttäkoko ja säteilykeilan sijainti) on esitetty alkuperäisessä julkaisussa (Hart ym. 1994).

Taulukoissa I ja II on annettu konversiokertoimien arvoja ja vaihteluvälejä, kun kuvausjännite vaihtelee  $\pm 10$  kV.

Taulukoissa III ja IV on annettu konversiokertoimet eri jännitteiden ja suodatusten arvoilla.

**Taulukko I.** Keskimääräisiä konversiokertoimia efektiivisen annoksen arvioimiseksi annoksen ja pinta-alan tulon perusteella. Suodatus 3 mm Al. (Hart ym. 1994, taulukko 16).

Tutkimus	Kuvaus- jännite (kV)	Konversio- kerroin (mSv/Gycm <sup>2</sup> )	Konversiokertoimen vaihteluväli* (mSv/Gycm <sup>2</sup> )	Suhteellinen poikkeama* (%)
Kallo PA	75	0,026	0,021 – 0,031	19
Kallo LAT	70	0,029	0,024 – 0,035	21
Kallo AP	80	0,038	0,032 – 0,044	16
Kaularanka LAT	70	0,031	0,024 – 0,037	23
Kaularanka AP	70	0,22	0,20 – 0,24	9
Olkapää AP	65	0,036	0,030 – 0,043	19
Keuhko PA	70	0,12	0,10 – 0,14	17
Keuhko LAT	85	0,11	0,10 – 0,12	9
Keuhko AP	65	0,17	0,14 – 0,21	24
Th-ranka LAT	75	0,1	0,08 – 0,11	20
Th-ranka AP	80	0,22	0,19 – 0,24	14
LS-ranka LAT	85	0,1	0,09 – 0,12	20
LS-ranka AP	75	0,22	0,18 – 0,25	18
LSJ LAT	95	0,1	0,09 – 0,11	10
Munuaiset PA	75	0,12	0,10 – 0,14	17
Munuaiset AP	75	0,21	0,18 – 0,24	14
Vatsa PA	75	0,12	0,09 – 0,14	25
Vatsa AP	80	0,21	0,18 – 0,24	14
Oikea lonkka AP	70	0,15	0,13 – 0,17	13
Vasen lonkka AP	70	0,2	0,17 – 0,22	15
Lantio AP	75	0,23	0,20 – 0,25	13
Virtsarakko AP	70	0,31	0,26 – 0,35	16

\* vaihteluväli ja suhteellinen poikkeama (epävarmuus) vastaavat kuvausjännitteen muutosta ± 10 kV keskiarvosta

**Taulukko II.** Keskimääräisiä konversiokertoimia efektiivisen annoksen arvioimiseksi pinta-annoksen perusteella. Suodatus 3 mm Al. (Hart ym. 1994, taulukko 17).

Tutkimus	Kuvaus- jännite (kV)	Konversio- kerroin (Sv/Gy)	Konversiokertoimen vaihteluväli* (Sv/Gy)	Suhteellinen poikkeama* (%)
Kallo PA	75	0,008	0,006 – 0,009	13
Kallo LAT	70	0,009	0,0008 – 0,011	22
Kallo AP	80	0,012	0,010 – 0,014	17
Kaularanka LAT	70	0,006	0,005 – 0,007	17
Kaularanka AP	70	0,042	0,039 – 0,046	10
Olkapää AP	65	0,007	0,006 – 0,008	14
Keuhko PA	70	0,102	0,086 – 0,117	16
Keuhko LAT	85	0,08	0,070 – 0,087	13
Keuhko AP	65	0,153	0,126 – 0,177	18
Th-ranka LAT	75	0,026	0,022 – 0,030	15
Th-ranka AP	80	0,092	0,083 – 0,101	10
LS-ranka LAT	85	0,025	0,021 – 0,028	16
LS-ranka AP	75	0,107	0,093 – 0,120	13
LSJ LAT	75	0,012	0,010 – 0,014	17
Munuaiset PA	75	0,042	0,036 – 0,049	17
Munuaiset AP	75	0,071	0,063 – 0,080	13
Vatsa PA	75	0,081	0,066 – 0,096	19
Vatsa AP	80	0,136	0,119 – 0,150	13
Oikea lonkka AP	70	0,052	0,047 – 0,057	10
Vasen lonkka AP	70	0,068	0,060 – 0,076	12
Lantio AP	75	0,156	0,140 – 0,170	11
Virtsarakko AP	70	0,063	0,054 – 0,071	14

\* vaihteluväli ja suhteellinen poikkeama (epävarmuus) vastaavat kuvausjännitteen muutosta  $\pm 10$  kV keskiarvosta



**Taulukko III.** Konversiokertoimia (Sv/Gy) efektiivisen annoksen arvioimiseksi pinta-annoksen perusteella. (Hart ym. 1994, taulukko 7).

Jännite (kV)	Projektiio	Keuhko	Rinta-ranka	Lanne-ranka	Munuai-set	Vatsa	Lantio	Virtsarakko
<b>Suodatus 3 mm Al</b>								
60	AP	0,133	0,072	0,086	0,059	0,102	0,134	0,054
	PA	0,086			0,033	0,059	0,132	
	LAT	0,057						
	R LAT		0,020	0,018				
	L LAT		0,019	0,012				
80	AP	0,181	0,092	0,115	0,076	0,136	0,165	0,071
	PA	0,117			0,046	0,089	0,163	
	LAT	0,075						
	R LAT		0,029	0,028				
	L LAT		0,026	0,017				
100	AP	0,208	0,108	0,138	0,090	0,162	0,190	0,084
	PA	0,143			0,058	0,115	0,189	
	LAT	0,091						
	R LAT		0,036	0,037				
	L LAT		0,033	0,023				
120	AP	0,228	0,120	0,157	0,100	0,184	0,209	0,094
	PA	0,163			0,066	0,135	0,207	
	LA	0,103						
	R LAT		0,042	0,043				
	L LAT		0,038	0,027				
<b>Suodatus 5 mm Al</b>								
60	AP	0,170	0,085	0,104	0,070	0,122	0,155	0,065
	PA	0,104			0,040	0,075	0,153	
	LAT	0,069						
	R LAT		0,025	0,024				
	L LAT		0,024	0,015				
80	AP	0,207	0,106	0,135	0,088	0,159	0,188	0,082
	PA	0,138			0,055	0,109	0,185	
	LAT	0,089						
	R LAT		0,035	0,035				
	L LAT		0,032	0,021				

**Taulukko III. Jatkuu.**

Jännite (kV)	Projektio	Keuhko	Rinta-ranka	Lanne-ranka	Munuai-set	Vatsa	Lantio	Virtsarakko
<b>Suodatus 5 mm Al</b>								
100	AP	0,232	0,122	0,158	0,102	0,186	0,212	0,095
	PA	0,164			0,067	0,136	0,211	
	LAT	0,103						
	R LAT		0,042	0,043				
	L LAT		0,038	0,027				
120	AP	0,249	0,133	0,175	0,111	0,206	0,228	0,104
	PA	0,183			0,075	0,155	0,227	
	LA	0,115						
	R LAT		0,047	0,050				
	L LAT		0,043	0,031				

**Taulukko IV. Konversiokertoimia ( $mSv/Gycm^2$ ) efektiivisen annoksen arvioimiseksi annoksen ja pinta-alan tulon perusteella. (Hart ym. 1994, taulukko 7).**

Jännite (kV)	Suodatus (mm Al)	Pää		
		AP	PA	LAT
60	3	0.025	0.019	0.024
	5	0.032	0.024	0.030
80	3	0.038	0.029	0.035
	5	0.048	0.036	0.044
100	3	0.050	0.038	0.045
	5	0.060	0.046	0.055
120	3	0.059	0.046	0.054
	5	0.069	0.053	0.062

Jännite (kV)	Suodatus (mm Al)	Keuhko		
		AP	PA	LAT
60	3	0,152	0,095	0,075
	5	0,203	0,120	0,093
80	3	0,218	0,136	0,104
	5	0,259	0,167	0,126
100	3	0,260	0,172	0,129
	5	0,301	0,204	0,152
120	3	0,292	0,200	0,149
	5	0,329	0,231	0,171

**Taulukko IV. Jatkuu.**

Jännite (kV)	Suodatus (mm Al)	Rintaranka		
		AP	R LAT	L LAT
60	3	0,165	0,073	0,068
	5	0,202	0,094	0,086
80	3	0,219	0,107	0,098
	5	0,262	0,132	0,121
100	3	0,263	0,136	0,124
	5	0,307	0,163	0,148
120	3	0,298	0,159	0,144
	5	0,337	0,184	0,167
Jännite (kV)	Suodatus (mm Al)	Lanneranka		
		AP	R LAT	L LAT
60	3	0,168	0,076	0,048
	5	0,212	0,099	0,061
80	3	0,235	0,119	0,073
	5	0,287	0,150	0,091
100	3	0,291	0,157	0,098
	5	0,344	0,191	0,118
120	3	0,333	0,188	0,117
	5	0,383	0,221	0,137
Jännite (kV)	Suodatus (mm Al)	Munuaiset		
		AP	PA	
60	3	0,168	0,091	
	5	0,209	0,115	
80	3	0,227	0,133	
	5	0,274	0,165	
100	3	0,275	0,171	
	5	0,321	0,205	
120	3	0,312	0,201	
	5	0,354	0,234	

**Taulukko IV. Jatkuu.**

Jännite (kV)	Suodatus (mm Al)	Vatsa	
		AP	PA
60	3	0,150	0,082
	5	0,189	0,107
80	3	0,209	0,129
	5	0,256	0,163
100	3	0,259	0,171
	5	0,306	0,208
120	3	0,298	0,205
	5	0,342	0,240

Jännite (kV)	Suodatus (mm Al)	Lantio		Virtsarakko
		AP	PA	AP
60	3	0,184	0,181	0,261
	5	0,222	0,217	0,323
80	3	0,239	0,235	0,352
	5	0,282	0,278	0,425
100	3	0,283	0,281	0,428
	5	0,327	0,325	0,501
120	3	0,317	0,316	0,486
	5	0,357	0,356	0,553

## Viitteet

Hart D, Jones D G, Wall B F. Estimation of effective dose in diagnostic radiology from entrance surface dose and dose-area product measurements. Report NRPB-R262. London: HMSO, 1994.