



STUK-C2 / MAALISKUU 2003

SÄTEILYTURVALLISUUS JA LAATU RÖNTGENDIAGNOSTIIKASSA 2003

Hannu Järvinen (toim.)

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

ISBN 951-712-651-4 (sid.)

ISBN 951-712-652-2 (pdf)

ISSN 1458-8277

Dark Oy, Vantaa 2003

Myynti:

Säteilyturvakeskus

PL 14 00881 HELSINKI

Puh. (09) 759 881

JÄRVINEN Hannu (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2003. STUK-C2. Helsinki 2003. 59 s.

Avainsanat säteilyturvallisuus, röntgendiagnostiikka, potilaan säteilyaltistus, laadunvarmistus, laatujärjestelmä, kliininen auditointi, säteilysuojelukoulutus

Johdanto

Säteilyn lääketieteellisestä käytöstä annettu STM:n asetus (423/2000) toi terveydenhuollon säteilyn käyttäjille uusia velvoitteita. Monen velvoitteen toimeenpanossa ”hyvät käytännöt” ovat vasta muotoutumassa, ja viranomaisen ja käyttäjien väliseen vuoropuheluun on jatkuvaa tarvetta. Säteilyturvakeskuksen järjestämässä seminaarissa, jonka luentolyhennelmät on koottu tähän julkaisuun, on keskitytty käsittelemään muutamia asetuksen toimeenpanon kannalta keskeisiä, potilasturvallisuuden parantamiseen tähtääviä toimenpiteitä.

STM:n asetuksen velvoitteiden toimeenpanoa voidaan luonnehtia siten, että tavoitteena on laatujärjestelmän kehittäminen. Röntgendiagnostiikan laadun arvioinnissa keskeisiksi käsitteiksi nousevat toiminnanharjoittajan suorittamat itsearvioinnit ja niitä täydentävät, ulkopuolisten arvioijien tekemät kliiniset auditoinnit; näiden toimeenpano käytännössä edellyttää toimenpiteiden riittävää dokumentointia eli laatukäsikirjaa. Kliiniset auditoinnit ovat alkaneet Suomessa vuonna 2002, joten ensivaiheen kokemukset ja keskustelu niistä ovat arvokasta palautetta laatujärjestelmien kehittäjille, auditoiduille ja auditointeihin valmistautuville.

Terveydenhuollon henkilöstön riittävä pätevyys ja koulutus ovat tärkeimpiä säteilyturvallisuuteen vaikuttavia osatekijöitä. Säteilysuojelukoulutukseen ja säteilyn käyttäjien pätevyysvaatimukseen liittyen STUKissa on valmistumassa joukko ST-ohjeita, joissa esitettävä EU:n säännöksiin ja julkaisuihin pohjautuva vaatimustaso on valmisteltu tiiviissä yhteistyössä kotimaisten säteilyn käytön asiantuntijoiden kanssa. Erityisesti vaatimukset säteilysuojelun jatkuvasta täydennyskoulutuksesta tuhansiin nouseville säteilyn käyttäjille on haaste, joka pakottaa tarkistamaan koulutusvisioita ja kehittämään uusia koulutusideoita. Internetin kautta toteutettavaksi suunniteltu lähetävien lääkärin säteilysuojelukoulutus on mielenkiintoinen esimerkki siitä, miten nyky-yhteiskunnan tietoliikenneverkkoja voidaan koulutuksessa hyödyntää.

STM:n asetuksessa annetaan myös vaatimukset potilaan säteilyaltistuksen seurannasta ja tulosten vertailusta vertailutasoihin. Näissä toimenpiteissä noudatetut käytännöt ovat vielä vakiintumattomia, ja joitakin osa-alueita on hyvä tarkastella lähemmin samalla kun käyttäjille tarkoitettu STUKin opas on valmistumassa. Tietokonetomografiatutkimukset edustavat noin 5 % kaikista röntgentutkimuksista, mutta tuottavat noin 40 % kollektiivisesta potilasannoksesta. Kliinikon (lähettävän lääkärin), radiologin, röntgenhoitajan ja fyyssikon tehokkaalla yhteistyöllä TT-tutkimusten sädeannoksia voidaan merkittävästi optimoida. Kaikessa kuvantamisessa ollaan asteittain siirtymässä digitaalisiin menetelmiin, ja käyttäjien on tärkeää saada tietoa annoksen ja kuvanlaadun optimoinnista ja laadunvalvontamenettelyistä uusilla tekniikoilla.

Yleisön toivomuksesta seminaariin on jo toistamiseen sisällytetyssä nk. kertaustilaisuudessa. Luennossa tarkastellaan tällä kertaa esimerkinomaisesti sitä, miten röntgentutkimusten laadunvarmistus voidaan toteuttaa sairaanhoitopiirin alueella.

Sisällysluettelo

Johdanto	3
Kliininen auditointi – tavoitteet ja toteutus Hannu Järvinen	7
Auditoidun yksikön kokemuksia kliinisestä auditoinnista Raija Fogelholm	10
Auditoijan kokemuksia kliinisestä auditoinnista Kirsti Dean	12
Auditoijan kokemuksia kliinisestä auditoinnista Tiina Sipilä	16
Säteilysuojeluun liittyvät koulutus- ja pätevyysvaatimukset – ST-ohjeet 1.4, 1.7 ja 1.8 Ritva Havukainen	18
Lähtävien lääkärien koulutus internetin avulla – hanke STM:n asetuksen edellyttämästä säteilysuojelukoulutuksesta verkossa Leena Kivisaari, Taina Autti	22
Röntgenhoitajien koulutusvisiot Päivi Wood	25
Röntgentutkimusten vertailutasojen käyttö Markku Pirinen	28
Potilasnostosten mittauksissa käytettävät fantomit Asko Miettinen	32

ESD-laskenta – sovellus röntgentutkimuksen aiheuttaman pinta-annoksen laskentaan Olli Harju	35
Käyttäjien kokemuksia pinta-annoksen (ESD) laskentaohjelmasta Kari Kylmäniemi, Reijo Kaakinen	40
Potilaan säteilyaltistus TT-tutkimuksissa Juhani Karppinen	42
TT-tutkimusten sädeannosten optimointi röntgenhoitajan, radiologin ja fyysikon yhteistyönä	45
Röntgenhoitajan näkökulma – Lele Hännikäinen, Sirpa Tapper	45
Radiologin näkökulma – Pentti Lohela	46
Fyysikon näkökulma – Mika Kortnesniemi	48
Annos ja kuvanlaatu digitaalisessa kuvantamisessa Kauno Kuusela	53
Lääketieteellisen röntgentoiminnan laadunvarmistus – Esimerkki Lapin sairaanhoitopiiristä Seppo Suvanto	57

Kliininen auditointi – tavoitteet ja toteutus

Hannu Järvinen
Säteilyturvakeskus

Kliininen auditointi on säteilylaissa (1142/1998, 39c §) toiminnan harjoittajalle säädetty velvoite. Säädos perustuu Euroopan yhteisöjen säteilyn lääketieteellistä käyttöä koskevaan direktiiviin (97/43 Euratom, nk. MED-direktiivi). Suomessa sovellettava kansallinen menettely on kuvattu STM:n asetuksessa (423/2000, 4. luku), jossa on tarkemmin käsitelty kliinisen auditoinnin sisältöä.

Säteilylain mukaan kliinisellä auditoinnilla tarkoitetaan säteilyn lääketieteellisen käytön suunnitelmallista arviointia, jossa

- 1) selvitetään noudatettuja tutkimus- ja hoitokäytäntöjä, säteilyaltistuksia sekä tutkimus- ja hoitotuloksia,
- 2) vertaillaan niitä hyväksi todettuihin käytäntöihin, sekä
- 3) esitetään tarpeelliseksi arvioituja toimenpiteitä käytäntöjen kehittämiseksi ja perusteettoman säteilyaltistuksen ehkäisemiseksi.

STM:n asetuksessa auditoinnin sisältö on kiteytetty seuraavaan kymmeneen kohtaan, joihin muun ohessa tulee kiinnittää huomioita:

- 1) valtuuksien ja vastuiden määrittely,
- 2) läheteet ja niiden antamista ohjaavat suositukset,
- 3) oikeutusarvioinnissa noudatettu käytäntö ja tiedonkulku,
- 4) säteilylle altistavien toimenpiteiden suorittamista koskevat ohjeet ja käytännöt,
- 5) tutkimus- ja hoitolaitteet,
- 6) toimenpiteestä aiheutuneet säteilyannokset ja saavutetut tutkimus- ja hoitotulokset,
- 7) toimenpiteitä koskevien tietojen laatu, tallentaminen ja kulku,
- 8) henkilöstön koulutus,
- 9) laadunvarmistustoimintojen määrittely ja käyttö, sekä
- 10) toiminnan itsearviointi, arviointitulokset ja tulosten käyttö.

Kliiniseen auditoinnin kehittyessä arviointia pyritään erityisesti kohdan 6 osalta kohdistamaan (auditointikerroittain) valittujen tutkimus- tai hoitokäytäntöjen yksityiskohtaisempaan lääketieteellis-fysikaaliseen arviointiin.

Auditoinnin suorittamista varten radiologiset käytännöt on oltava riittävästi dokumentoitu, eli käytännössä edellytetään laatujärjestelmän dokumentointia, toimintaohjeistoa eli laatukäsikirjaa. On kuitenkin huomattava, että

auditointia varten laatukäsikirjan ei tarvitse olla täydellinen eikä ”viimeistä piirtoa myöten hiottu”; toimintaohjeiston osittainen puuttellisuus ei saisi olla esteenä kliinisen auditoinnin aloittamiseen, koska auditoinnin tuloksena saadaan hyödyllistä tietoa ja suosituksia ohjeiston kehittämiseen.

Määritelmänsä mukaisesti kliininen auditointi on kliinisen toiminnan arviointia, jossa tarkastellaan kaikkien henkilöstöryhmien työhön liittyviä käytäntöjä ja niiden laatua. Kliinisellä auditoinnilla ei tarkoiteta auditointeja, joiden tavoitteena on pelkästään laatujärjestelmän standardinmukaisuuden arviointi (laatujärjestelmän sertifiointi, esim. arviointi ISO 9000 -sarjan laatu-standardia vastaan). Luonteeltaan kliininen auditointi on lähempänä akkreditointia, jossa arvioidaan terveydenhuollon yksikön pätevyyttä sen toimialaan kuuluvien terveydenhuollon tehtävien hoitamisessa. Kliinisten laboratorioiden akkreditoinnissa, silloin kun laboratorion toimialaan kuuluu myös isotooppi-lääketiede, arvioinnin tavoitteet voivat olla osittain yhtenevät säteilylain tarkoittaman kliinisen auditoinnin kanssa. Terveydenhuollon standardien kehittyessä myös sertifiointitoiminta voi laajentua käsittämään terveydenhuollon toimintoja siten, että sertifiointin tavoitteet ovat osittain yhtenevät kliinisten auditointien kanssa.

Kliiniset auditoinnit tulee järjestää niin, että ne tarkoituksenmukaisella tavalla täydentävät toiminnan itsearviointia eli toiminnan harjoittajan omatoimisia, sisäisiä arviointeja toiminnan kehittämiseksi. Itsearviointin suorittamiseen ja raportointiin voidaan soveltaa vastaavia menettelytapoja kuin ulkopuolisen suorittamassa kliinisessä auditoinnissa. Toiminnassa, jossa röntgenlaitetta käytetään pelkästään hammaskuvauksiin, itsearvioinnin katsotaan olevan riittävää, eikä ulkoista kliinistä auditointia edellytetä.

STM:n asetuksessa on asetettu tavoitteeksi, että toiminnan harjoittajan säteilylle altistava toiminta tulisi kaikilta olennaisilta osiltaan auditoiduksi vähintään viiden vuoden välein. Tämän mukaisesti ensimmäiset auditoinnit kaikissa säteilyn käytön yksiköissä tulisi olla tehtynä vuoden 2005 toukokuuhun mennessä.

Kliinisen auditoinnin suorittavat toiminnan harjoittajasta riippumattomat, pätevät ja kokeneet asiantuntijat. ”Riippumattomuuden” vaatimusta on Suomessa sovellettu siten, että auditointia ei saisi olla samasta sairaanhoitopiiristä. Auditointijalla on oltava pätevyyteen ja kokemukseen perustuva auditoitavan toiminnan hyvä tuntemus sekä lisäksi auditointiprosessin ja -kriteerien tuntemus. Käytännössä useimmiten auditoinnin suorittaa pieni asiantuntijaryhmä (esim. radiologi, fyysikko ja röntgenhoitaja), jonka jäsenet ovat saaneet auditointia varten erityskoulutusta.

Kliininen auditointi ei ole viranomaistoimintaa eikä STUK näin ollen suorita kliinisiä auditointeja. STUK sen sijaan valvoo kliinisten auditointien toimeenpanoa säteilyn käytön määräaikaistarkastusten yhteydessä. Lainsäädännössä ei ole otettu kantaa kliinisen auditoinnin suorittajatahoon, vaan toiminta on periaatteessa vapaata, kunhan auditointien pätevyyttä ja auditointikriteerejä koskevat vaatimukset täyttyvät. Useiden ammattijärjestöjen ja alan organisaatioiden yhdessä perustama auditointiorganisaatio (Qualisan Oy) on kouluttanut suuren määrän asiantuntijoita ja aloittanut kliiniset auditoinnit toiminnanharjoittajien tilauksista. Viranomaisen (STUK) kannalta katsoen Suomessa tapahtunut kehitys on ollut hyvin myönteistä kliinistä auditointia koskevien vaatimusten tehokkaalle toimeenpanolle. Auditointien yhdenmukaisuuden ja laadun varmistamiseksi vuonna 2003 kutsutaan koolle valtakunnallinen, auditointiorganisaatioista riippumaton asiantuntijaryhmä auditointitoiminnan koordinoitua ja kehittämistä sekä auditointiohjelmien arviointia varten.

Kliinisten auditointien toimeenpanossa Suomi näyttäisi olevan edelläkävijän asemassa, ja toimintamalli on herättänyt kiinnostusta myös muualla Euroopassa. Kansainvälisen kokemustenvaihdon edistämiseksi ja palautteen saamiseksi Sosiaali- ja terveysministeriö, STUK ja Qualisan, yhteistyössä joidenkin alan ammattijärjestöjen kanssa ja Euroopan komission tuella, järjestävät kliinisten auditointien toimeenpanoa koskevan kansainvälisen symposiumin 24.–27.5.2003 Tampereella. Symposiumissa pyritään kartoittamaan tilanne kliinisten auditointien toimeenpanossa EU:n jäsenmaissa, auditointien toimeenpanoon liittyneitä ongelmia, auditointikriteereitä ja käytännön järjestelyjä. Symposiumin tavoitteena on selvittää tarve ja mahdollisuudet auditointimenetelmien ja kriteerien yhdenmukaistamiseen, auditointien toimeenpanoa edistävien ohjeiden valmisteluun ja muista terveydenhuollon auditointi- ja arviointiohjelmista saatavan tiedon hyödyntämiseen.

Auditoidun yksikön kokemuksia kliinisestä auditoinnista

Raija Fogelholm
Siilinjärven ja Maaningan terveyskeskus

Kliinisellä auditoinnilla tarkoitetaan säteilyn lääketieteellisen käytön suunnitelmallista arviointia, jossa selvitään noudatettuja tutkimus- ja hoitokäytäntöjä, säteilyaltistuksia sekä tutkimus- ja hoitotuloksia, vertaillaan niitä hyväksi todettuihin käytäntöihin, sekä esitetään tarpeelliseksi arvioituja toimenpiteitä käytäntöjen kehittämiseksi ja perusteettoman säteilyaltistuksen ehkäisemiseksi. Siilinjärven ja Maaningan terveydenhuollon kuntayhtymässä suoritettiin 6 292 natiivikuvausta ja 25 läpivalaisututkimusta vuonna 2002, lisäksi ultraäänitutkimuksia tehtiin 1 501. Aukkaita on yhteensä 23 625. Röntgenhoitajia on kaksi ja oma radiologi kolmena päivänä viikossa. Koska laatukäsikirjamme valmistui kesällä 2002, päätimme tilata auditoinnin viime syksyille. Auditointipäiväksi sovittiin Qualisanin kanssa 18.11.2002.

Qualisan lähetti kuusisivuisen ennakkokyselylomakkeen ja lisäksi listan ennakkomateriaalista, joka tulisi toimittaa auditoijille etukäteen. Ennakkomateriaalin kerääminen osoittautui varsin työlääksi ja papereita kertyikin paksu pino. Auditoijina toimivat radiologi ja röntgenhoitaja. Auditointi kesti yksikössämme 7 tuntia. Päivän aluksi pidettiin avauskokous ja sovittiin päivän ohjelma. Avauskokouksessa saatiin kommentit ennakkomateriaalista. Päivän aikana käytiin läpi sairauskertomusohjelmamme Effica (tilastoinnit, lähetteet) ja tutustuttiin röntgeniin. Radiologin kanssa kävimme läpi yhden satunnaisesti valitun päivän kuvaukset lähetteistä lausuntoihin. Kuvauspuolella syvennettiin laitteistoon ja varsin tarkasti kuvausohjeisiin ja -käytäntöön. Radiologi haastatteli erikseen myös yllilääkärinä ja yhtä terveyskeskuslääkärinä. Päätöskokouksessa saimme suullisen palautteen lisäksi tehokkaiden auditoijien laatiman kirjallisen yhteenvedon.

Yhteenvedossa todettiin toimintamme olevan suositusten mukaista. Lähetteet todettiin asiallisiksi samoin kuin lausunnot/kommentit kuvista. Puutteitakin tuki löytyi. Kuvausohjeisiin tuli korjausehdotuksia ja lisäyksiä. Ohjeistusta lähettäville lääkäreille täydennettiin. Laatukäsikirjaan tuli täydennyksiä. Kaiken kaikkiaan dokumentointia tuli roimasti lisää. Itsestään selvyyksiä ja suullisia ohjeita ei saa olla. Aiemmin emme ole tilastoineet eksponointien lukumäärää emmekä mAs-arvoja, jotka nyt tilastoimme tietoko-

neelle. Kirjallisuutta suositeltiin hankittavaksi lisää. Suurin asia auditoinnin seurauksena on luoda kirjallinen laadunvarmistusohjelma, jonka lopullista muotoa olemme parasta aikaa hakemassa.

Auditointi oli hyödyllinen ja suoritettiin ”rakentavassa hengessä”. Saimme runsaasti hyviä ohjeita ja ideoita asioiden järjestämiseksi. Auditointimme suoritettiin varsin pikkutarkasti, johon osasyynä lienee se, että auditointijatkajat olivat ensimmäistä kertaa tehtävässään. Auditointi tehti kieltämättä etukäteen kovastikin töitä ja auditoinnin yhteydessä esille tulleet asiat vaativat vieläkin sulattelemista. Jo pelkkä laatukäsikirjan laatiminen voi pienemmässä röntgenyksikössä olla ongelmallista oman työn ohella. Mutta mikäli tiettyä järjestelmällisyyttä ja riittävää dokumentointia ei ole, ei röntgenyksikön toiminnalla ole pohjaa. Ja laatuahan täytyy valvoa koko ajan – ei pelkästään auditointia varten.

Auditoijan kokemuksia kliinisestä auditoinnista

Kirsti Dean
Turunmaan sairaala

Miksi auditoijaksi?

Ensimmäisten kahdenkymmenen koulutetun auditoijan joukossa oli varmasti jokaisella oma motivaatio auditoijaksi hakeutumiseen. Ryhmään pyrittiin saamaan radiologian alan asiantuntijoita koulutettavaksi jokaisen sairaanhoitopiirin alueelta. Joukossa oli jo laatutyössä ja laadun arvioinnissa runsaasti käytännön kokemusta hankkineita henkilöitä. Osalle taas, kuten minulle, laadun arviointi oli vain teoriassa tunnettu käsite. Henkilökohtaisena motiivinani voin sanoa olleen kiinnostus yleensä terveydenhuollon laadun kehittämiseen. Laadun arvioijana toimiminen tuntui yhdeltä vaihtoehdolta saada parempi ja laajempi käsitys radiologian laadusta ja sen kehittämistarpeista, joita voisin hyödyntää myös omassa työssäni.

Miten auditoijaksi?

Koulutus alkoi Qualisan Oy:n kahden päivän kotimaisella koulutuksella Kuopiossa lokakuussa 2001. Koulutuksesta vastasi pääosin Matti Liukko Kuntaliitosta ja käytännön auditointiharjoittelua suoritettiin KYS:n radiologian yksiköissä. Koulutus jatkui tammikuussa 2002 ISO 9000 -pohjaisena intensiivisenä neljän päivän auditoijakoulutuksena, joka päättyi kirjalliseen tenttiin viidentenä päivänä. Tämän jälkeen pieni hengähdystauko tuntui olevan hyvinkin paikallaan. Kliiniset auditoinnit käynnistyivät hitaasti vuoden 2002 aikana.

Kokemuksia

Henkilökohtaisia kokemuksia olen hankkinut auditoijana keskusairaalassa ja rintasyöpäseulontakeskuksessa. Auditointikohteet ovat olleet hyvin erityyppisiä ja molemmat hyvin mielenkiintoisia. Ennen ensimmäistä auditointia mielessä ehti käydä ajatus, että kaikkeen on tullut mukaan lähdettyä. Työtä tuntui muutenkin jo olevan riittävästi.

Auditointi käsittää auditoitavasta yksiköstä pyydettyyn etukäteismateriaaliin (mm. organisatioselvitys, laatukäsikirja, toimintakertomus, toimintasuunnitelma, esimerkkejä valmistelu- ja tutkimusohjeista jne.) tutustumisen,

auditointisuunnitelman laatimisen ja paikan päällä tehtävän auditointikäynnin sekä loppuraportin. Auditointikäynnin pituus riippuu kohteen koosta, pienet yksiköt käydään läpi yhden työpäivän aikana.

Auditointiin valmistautuminen vaatii yllättävän paljon aikaa. Yksikön etukäteismateriaaliin tutustumisen ja auditointikäynnin suunnittelun lisäksi valmistautuminen vaatii myös kertausta säteilylain ja -asetuksen sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (423/2000) sisällöstä sekä ST-ohjeiden läpikäyntiä. Auditoitavan yksikön toimintaa arvioidaan myös eurooppalaisten tai kotimaisten tutkimus- ja hoitosuosituksen pohjalta. Lisäksi yksikön erityistehävä, kuten rintasyöpäseulonta, vaati paneutumista myös tähän nimenomaiseen aiheeseen.

Kliinisen auditoinnin aikana haastatellaan osaston johtoa, eri sektoreiden vastuuhenkilöitä, perustason työntekijöitä ja myös klinikoita. Isoissa yksiköissä ei ole mahdollista käydä läpi kaikkia toiminnan kohteita, mutta toiminta tulisi asetuksen mukaan auditoida kaikilta olennaisilta osilta.

Auditoinnin päätarkoitushan on hyödyttää auditoitavaa yksikköä oman toiminnan kehittämisessä. Laatutyötä ei pidä tehdä auditointia varten vaan se on työkalu oman toiminnan kehittämiseksi.

Olen itse valmistautunut auditointeihin laatimalla valmiita kysymyksiä eri henkilöille etukäteismateriaalin pohjalta. Auditointikäynnillä on kuitenkin tarkoitus käydä läpi yksikön toimintaa keskustelun eikä kuulustelun pohjalta. Käytännössä olen havainnut, että hyvin hyödyllistä ja olennaista tietoa yksikön toiminnasta voi saada myös vapaamman keskustelun pohjalta. Valitettavasti vain käytettävissä oleva aika asettaa usein rajoituksia tällaisille keskusteluille. Koska kaikkea materiaalia ei voi pyytää etukäteen nähtäväksi, aikaa paikan päällä tulee varata myös mahdolliseen lisämateriaaliin tutustumista varten. Varsinkin yhden päivän auditoinneissa aika on todella tiukalla, koska päivän päätteeksi pitäisi olla valmiina myös suullinen palaute auditoinnista.

Auditoinnissa käydään läpi paitsi yksikön omaa toimintaa ja tutkimuskäytäntöjä myös klinikoiden toimintaa ja osaston yhteistyötä heidän kanssaan, kutsutaanhan koko toimintaa **kliiniseksi auditoinniksi**. Klinikoiden mukaan ottaminen auditointiin edistää tietämystä säteilyn käytön oikeutuksen arvioinnista ja sädeannoksista ja klinikon vastuusta. Kokemukseni mukaan, vaikka käytännössä klinikoilla on tietoa eri tutkimusten sädeannoksista ja he tiedostavat hyvän lähetteen merkityksen, on lakiin ja asetukseen kirjattu klinikon vastuu sädetutkimuksissa ja ohjeet tutkimuslähetteen antamisesta usein heille tuntematon käsite. Toiminnan harjoittajan tehtäväksi on määriteltävä tämän kliinisen vastuun osalta järjestää menettelyt vastuun osoittamisesta ja siirtämisestä. Sairaala- ja terveyskeskustyössä tämä on käytännössä hel-

pommin toteutettavissa kuin yksityislaitoksissa, jossa lähettävät lääkärit usein toimivat eri toimipisteissä kuin kuvantamisyksikkö. Myös lähetekäytäntö yksityispotilaiden tutkimuksissa poikkeaa kunnallisesta terveydenhuollosta ja lähetetiedot ovat usein niukat tai lähete sisältää vain maininnan halutusta tutkimuksesta ilman esitietoja. Jonkinlainen ohjeistus esimerkiksi KELA:n taholta olisi varmasti hyödyllistä yksityispotilaiden lähetekäytännön kehittämiseksi.

Radiologisen toiminnan vaikutus potilaan hoitoon välittyy yleensä klinikoiden kautta. Asetuksen määrittelemistä kymmenestä auditoinnista käsiteltävästä kohdasta mielestäni vaikein tehtävä on arvioida saavutettuja tutkimus- ja hoitotuloksia. Tähän tärkeään kohtaan lyhyen auditointikäynnin aikana ei voi kovin perusteellisesti paneutua. Oman toiminnan ja omien käytäntöjen itsearvioinnin osana voi suositella yksiköitä arvioimaan otoksina omia tutkimus- ja hoitotuloksiaan yhteistyössä klinikoiden kanssa. Miten se, mitä teemme vaikuttaa potilaan hoitoon? Teemmekö oikeita tutkimuksia oikeille potilaille? Toiminnan itsearviointi ja miten se käytännössä toteutetaan olisi varmasti yksi tarpeellinen koulutusalue tulevaisuudessa.

Auditoinnin tarkoituksena ei ole löytää virheitä vaan kehittämiskohteita yhdessä yksikön kanssa. Auditoinnin jälkeen yksikkö saa välittömästi suullisen palautteen ja myöhemmin kirjallisen auditointiraportin, jonka sekä auditointijat että yksikön edustaja allekirjoituksillaan hyväksyvät. Tässä raportissa käydään lyhyesti läpi STM:n asetuksen kymmenen kohtaa, miten ne osastolla tunnetaan ja miten ne käytännössä toteutuvat. Raportin loppuosassa esitetään yksikölle kehittämiskohteita mutta yksikön itsensä päätettäväksi jää, miten he käytännössä toteuttavat näitä kehittämisehdotuksia.

Auditoijalla on vaitiolovelvollisuus auditoinnin aikana tietoonsa tulleista yksikön asioista. Auditoitu yksikkö voi hyödyntää auditointiraporttia oman toimintansa kehittämiseen ja käyttää sitä myös yksikön ulkopuolella.

Ensimmäiset auditoinnit ovat harjoittelua puolin ja toisin. Auditoijien kokemuksen karttuessa auditoijilla on varmasti enemmän annettavaa yksikölle. Alkuvaiheessa on tuntunut ajoittain, että auditoijaan ja auditointiin kohdistuu suurempia odotuksia kuin mitä itse tällä hetkellä pystyy täyttämään. Ensimmäiset kokemukseni auditoijana ovat kuitenkin olleet hyvin positiivisia ja vahvistaneet uskoa auditointien tarpeellisuudesta ja niiden kehittämismahdollisuuksista.

Tulevaisuus

Tutkimus- ja hoitokäytäntöjä ja tuloksia arvioitaessa säteilylain mukaan niitä verrataan hyväksi todettuihin käytäntöihin. Auditointien kehittäminen ja toiminnan yhdenmukaistaminen vaatii mielestäni yksityiskohtaisempien kriteerien asettamista erilaisille kuvantamisyksiköille siitä, mikä on tämä hyväksi todettu käytäntö. Auditioijahan ei saa käyttää kriteerinä omia käytäntöjään. Auditioijien yhteisten tapaamisten aikana on käsitelty auditointikriteerejä ja niiden sisältöä on kehitetty. Ensimmäisen kahdenkymmenen hengen lisäksi on koulutettu uusia auditioijia ja auditioijien välinen yhteydenpito ja säännölliset tapaamiset ovat tulevaisuudessa tärkeitä. Toiminnan kehittämiseksi auditioijat tarvitsevat myös jatkokoulutusta. Jonkinlainen palaute- ja laadunvarmistusjärjestelmä olisi tulevaisuudessa varmasti hyvä luoda myös auditioijien työn arvioimiseksi ja kehittämiseksi. Kaikenlainen palaute omasta työstä auditioijana on tervetullutta, vaikka virallista palautekäytäntöä auditoitavasta yksiköstä auditioijaan ei olekaan olemassa. Näin auditioijana pystyn tulevaisuudessa paremmin palvelemaan yhteistä etua radiologisen toiminnan kehittämisessä ja sen laadun parantamisessa.

Auditoijan kokemuksia kliinisestä auditoinnista

Tiina Sipilä
Sairaala ORTON

Kliiniseen auditointiin valmistautuminen vaatii työyksiköltä laatujärjestelmän luomista ja keskeisten toimintojen kirjaamista. Käytännössä laatujärjestelmä kuvataan laatukäsikirjassa, jota täydennetään toiminta- ja menettelyohjein. Laatujärjestelmälle ei aseteta tiettyä laatutasoa, vaan organisaatio itse määrittelee palvelujensa laadun. Laatukäsikirjaan tulee kirjata nykyinen käytäntö, jonka mukaan käytännössä toimitaan, ei sitä miten asioiden tulisi tai toivottaisiin olevan. Laatujärjestelmä olisi hyvä koota yhdessä, koska henkilökunta sitoutuu todennäköisemmin laadun kehittämiseen, jos se on saanut itse olla vaikuttamassa laatujärjestelmän luomiseen.

Kirjaamisen jälkeen tulisi suorittaa itsearviointeja sekä parantaa ja kehittää toimintaa niiden pohjalta. asiat tulee kirjata siten, että ulkopuolinen substanssin tunteva ymmärtää asian sisällön. Samanlaisissa työtilanteissa ja tutkimuksissa henkilökunnan tulee toimia yhdenmukaisesti ja sovittujen periaatteiden mukaan suorittajasta riippumatta. Tällöin voidaan taata potilaalle turvallinen ja paras mahdollinen tutkimus tai hoito.

Auditoinnissa selvitetään, ovatko toiminnot ja tulokset suunnitelmien ja vaatimusten mukaisia. Tavoitteena on edistää hyviä käytäntöjä ja havaintojen perusteella esittää suosituksia toiminnan kehittämiseksi sekä tuoda esiin ehkäiseviä tai korjaavia toimenpiteitä. Ensimmäisellä auditointikierröksellä kiinnitetään huomiota perusasioihin, etenkin säteilyturvallisuuteen. Seuraavilla kerroilla keskitytään erityistavoitteisiin, kuten esim. prosesseihin ja niiden hallintaan sekä tutkimus- ja hoitotuloksiin.

Auditoija valmistautuu auditointiin paneutumalla huolellisesti auditoitavan yksikön toimittamaan ennakkomateriaaliin. Varsinaisessa auditoinnissa käydään läpi radiologian osaston keskeiset toiminnot asetuksen 423/2000 mukaisesti. Auditoijalta edellytetään ammattimaista toimintaa ja riippumattomuutta. Auditointi on luottamuksellista toimintaa, jossa rajallisessa ajassa pyritään selvittämään, toimitaanko kuten laatukäsikirjaan on kirjattu. Auditoinnin aikana keskustellaan eri ammattiryhmien edustajien kanssa sekä seurataan henkilökunnan työskentelyä.

Varsinaisen auditointikäynnin lopuksi annetaan suullinen palaute, jota työyksikkö voi kommentoida. Raportointi tehdään totuudenmukaisesti objektiivisiin havaintoihin perustuen. Lopullinen kirjallinen auditointiraportti toimitetaan viimeistään kuukauden kuluttua auditoinnista. Auditoinnin tulisi olla odotettu tapahtuma, jonka yhteydessä henkilökunta saa palautetta, ja jonka pohjalta työyksikkö voi jatkaa toimintansa kehittämistä.

Kliininen auditointi edistää ja kehittää säteilyturvallisuusvaatimusten ohella myös osaston kokonaistoimintaa. Auditoitava yksikkö panostaa laadunkehittämiseen ennen auditointia ja oppii samalla arvioimaan omaa työtään sekä suhtautumaan siihen kriittisesti. Auditointiin valmistautuminen edistää työyhteisön kehittymistä oppivaksi organisaatioksi sekä näyttöön perustuvan käytännön vahvistamista. Työyhteisön tulisi kokea auditointi hyödylliseksi ja osaston laadunkehittämistyötä eteenpäin vieväksi asiaksi. Auditoinnissa esille tulevien kehittämiskohteiden avulla organisaatio voi tarvittaessa perustella mm. hankintojen ja lisäresurssien tarvetta. Laadunkehittäminen on jatkuvaa toimintaa ja siinä tulee edetä suunnitelmallisesti pienin askelin.

Säteilysuojeluun liittyvät koulutus- ja pätevyysvaatimukset – ST-ohjeet 1.4, 1.7 ja 1.8

Ritva Havukainen
Säteilyturvakeskus

1. ST-ohjeiden perusta

Säteilylain 70 §:n mukaan STUKin tulee antaa säteilylain mukaisen turvallisuustason toteuttamista koskevia yleisiä ohjeita. Nämä ohjeet annetaan ST-ohjeina. Tällä hetkellä voimassa on 34 ohjetta, joista 30 koskee ionisoivan säteilyn käyttöä ja 4 ionisoimatonta säteilyä. Voimassa olevat ohjeet on saatavilla STUKin kotisivuilla osoitteessa <http://www.stuk.fi/julkaisut/ohjeet.html#ST1>

ST-ohjeet ovat sääntöjä, joita yksittäisen luvanhaltijan tai toiminnan harjoittajan on noudatettava, ellei STUKille ole esitetty muuta hyväksyttävää menettelytapaa tai ratkaisua, jolla ohjeen mukainen turvallisuustaso saavutetaan.

ST-ohjeita arvioidaan ja muutetaan kansainvälinen kehitys huomioon ottaen siten, että turvallisuusvaatimukset ovat aina ajan tasalla. Ohjeiden asiasisältö ja voimassaolon jatkuminen tarkistetaan viimeistään viiden vuoden kuluttua ohjeen vahvistamisesta. Ohjeiden uusimisen takaraja on kymmenen vuotta ohjeen vahvistamisesta.

2. Uudistettavat ST-ohjeet

Monien viime vuosina uusittujen tai kokonaan uusien ohjeiden antamisen syy on kahden EU-direktiivin (BSS- ja MED-direktiivit) vaatimusten käytännön toimeenpano. Direktiivit saatettiin suomalaiseen lainsäädäntöön vuonna 1998 tehdyillä säteilylain ja -asetuksen muutoksilla ja vuonna 2000 annetulla STM:n asetuksella säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Näissä säädöksissä annettiin STUKille velvoite antaa tietyistä asioista tarkempia määräyksiä ja ohjeita, jotka annetaan ST-ohjeissa.

Tämän vuoden helmikuussa vahvistettiin uusi ohje ST 1.7, Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. Uudistettavana on ohje ST 1.4, Säteilyn käyttöorganisaatio ja kokonaan uusi ohje on ST 1.8, Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys.

3. Ohje ST 1.7, Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa

Ohjeessa ST 1.7 annetaan peruslinjaukset peruskoulutukseen ja jatkokoulutukseen (erikoistumiskoulutukseen) kuuluvan säteilysuojelukoulutuksen sekä täydennyskoulutukseen sisällytettävän säteilysuojelukoulutuksen sisällöstä ja määrästä ja määritellään koulutuksella tavoiteltava tietotaso ammattiryhmittäin ionisoivan säteilyn käyttöön osallistuvalle henkilöstölle. Ohje täydentää STM:n asetusta 423/2000. Ohjeen vaatimukset tulee olla STM:n asetuksen kanssa yhdenmukaisesti täytetyt vuoden 2004 loppuun mennessä.

3.1 Säteilysuojelukoulutuksen sisältö

Ohjeen mukaan säteilysuojelukoulutuksen sisältö koostuu viidestä osa-alueesta: säteilyfysiikan perusteet, säteilybiologian perusteet, säteilysuojelusäännöstö, säteilyturvallisuustoimenpiteet työpaikalla ja säteilyn käyttö lääketieteessä. Ohjeessa esitetään luettelo asioista, mitä nämä osa-alueet tarkemmin pitävät sisällään. Säteilysuojelukoulutuksen vähimmäismäärä peruskoulutuksessa, erikoistumiskoulutuksessa ja täydennyskoulutuksessa sekä koulutuksella tavoiteltava tietotaso esitetään ammattiryhmittäin. Säteilysuojeluasioden syvällisin tietotaso kaikilla viidellä osa-alueella edellytetään radiologian erikoislääkäriltä, sädehoitolääkäriltä, isotooppilääkäriltä sekä runsaasti säteilyä käyttävältä lääkäritä, esimerkiksi toimenpidekardiologilta, kuten myös sairaalafyysikolta. Muilta lääkäreiltä ja hoitajilta edellytetään hyvät tai syvälliset tiedot, säteilysuojelukoulutuksen osa-alueesta riippuen. Säteilylle altistavissa toimenpiteissä avustavan henkilön tietotasoksi edellytetään perustiedot.

3.2 Täydennyskoulutus

STM:n asetuksen säteilyn lääketieteelliseen käyttöön osallistuvien henkilöiden ammatillista täydennyskoulutusta järjestettäessä on säteilysuojelu sisällytettävä tarkoituksenmukaisella tavalla täydennyskoulutuksen osaksi. Asetuksessa säädetään STUKin valtuudesta vahvistaa täydennyskoulutuksen sisältöä koskevat vaatimukset säteilysuojelun osalta. Uudessa ohjeessa vahvistetaan, että täydennyskoulutusta on järjestettävä ammattiryhmästä riippuen 0,2–1,0 opintoviikkoa (1 ov = 40 h) viiden vuoden aikana.

3.3 Vastuu koulutuksen järjestämisestä

Ammatilliseen perus- ja jatkokoulutukseen sisältyvästä koulutuksesta vastaavat yliopistot, ammattikorkeakoulut ja muut oppilaitokset, jotka kouluttavat tehtäviin, joihin sisältyy säteilyn käyttöä. Täydennyskoulutus ja työtehtävissä mahdollisesti tarvittavan erityiskoulutuksen järjestäminen on säteily-

toiminnan harjoittajan vastuulla. Tämän koulutuksen toiminnan harjoittajat voivat järjestää joko itse tai hankkia sen organisaationsa ulkopuolelta, esimerkiksi ammatillisilta yhdistyksiltä, järjestöiltä tai koulutusorganisaatioilta.

3.4 Ohjeen ST 1.7 sitovuus ja valvonta

Ammatillisen perus- ja jatkokoulutuksen osalta STUKin uusi ohje on informatiivinen ja ohjaava. Ohje on kuitenkin sitova säteilyn käyttöä koskevan henkilöstön osalta tilanteissa, jolloin säteilysuojelukoulutus ei ole sisällynyt peruskoulutukseen, esim. ulkomailla suoritettu tutkinto. Myös täydennyskoulutuksen ja säteilyn käyttöorganisaatioissa toimivien henkilöiden osalta ohje on velvoittava, sillä säteilytoiminnan harjoittaja on vastuussa siitä, että henkilöstö on pätevää ja se on saanut riittävän säteilysuojelukoulutuksen.

Ammatillisen koulutuksen ohjaus ja valvonta kuuluu opetusministeriölle. Täydennyskoulutuksen toteutumista valvotaan STUKin suorittamissa tarkastuksissa. Myös säteilyn lääketieteellisen käytön kliinisessä auditoinnissa koulutus ja pätevyys ovat arviointikohteina.

4. Ohje ST 1.4, Säteilyn käyttöorganisaatio

Kyseessä on vanhan 24.10.1991 vahvistetun ohjeen uudistaminen. Ohjeessa kuvataan säteilyn käyttöorganisaatio ja asiat, jotka on esitettävä organisaatioselvityksessä, esitetään käyttöorganisaation vastuuhenkilöt ja heidän tehtävänsä. Tällaisia vastuuhenkilöitä ovat säteilyn käytön turvallisuudesta vastaava johtaja, säteilyasiantuntija ja lääketieteellisen fysiikan asiantuntija. Organisaatioissa voi olla myös vastaava käyttäjä tai vastaava hoitaja.

Uudesta ohjeesta on tehty luonnos, joka lähetään STUKin ulkopuolisille asiantuntijoille ja sidosryhmille lausunnon keväen 2003 kuluessa.

5. Ohje ST 1.8, Säteilyn käyttöorganisaatioissa toimivien henkilöiden pätevyys

Ohjeessa kuvataan säteilyn käyttöorganisaatioissa toimivien vastuuhenkilöiden, kuten vastaavan johtajan, säteilyasiantuntijan ja lääketieteellisen fysiikan asiantuntijan sekä vastaavan käyttäjän ja vastaavan hoitajan pätevyysvaatimukset.

Ohjeessa esitetään myös menettelyt vastaavan johtajan koulutuksen antamisesta ja pätevyyskuulustelun järjestämiseksi.

Uudesta ohjeesta on tehty luonnos, joka lähetään STUKin ulkopuolisille asiantuntijoille ja sidosryhmille lausunnolle kevään 2003 kuluessa.

6. ST-ohjeiden saatavuus

ST-ohjeita voi tilata STUKista (hintaa 5,00 euroa). Ne ovat nähtävillä STUKin kotisivuilla osoitteessa <http://www.stuk.fi/julkaisut/ohjeet.html#ST1> ja oikeusministeriön säädöstietopankissa osoitteessa <http://www.finlex.fi/normit/index.html>, joista ne voidaan tulostaa maksutta.

Lähettävien lääkärin koulutus internetin avulla – hanke STM:n asetuksen edellyttämästä säteilysuojelukoulutuksesta verkossa

Leena Kivisaari, Taina Autti
HUS

Johdanto

Säteilyn käyttö lääketieteessä perustuu kolmeen yleiseen periaatteeseen:

1. Toiminnalla saavutettava hyöty on suurempi kuin toiminnasta aiheutuva haitta (oikeutusperiaate).
2. Toiminta on siten järjestetty, että siitä aiheutuva terveydelle haitallinen säteilyaltistus pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista (optimointiperiaate).
3. Yksilön säteilyaltistus ei saa ylittää asetuksella vahvistettavia enimmäisarvoja (yksilönsuojaperiaate).

(Säteilylaki 592/1991)

Säteilyn lääketieteellistä käyttöä koskevia säännöksiä on yhtenäistetty Euroopan unionissa ns. Euroopan unionin neuvoston direktiivissä 97/43/Euratom. Sosiaali- ja terveysministeriö on antanut asiaa koskevan asetuksen (423/2000), 12.5.2000. Asetuksen tavoitteena on entisestään parantaa radiologisten toimintojen laatua, vähentää säteilyrasitusta ja yhdenmukaistaa säteilysuojelukoulutusta. Uusi asetus velvoittaa säteilylle altistavan tutkimuksen oikeutuksen aiempaa tarkempaa harkintaa sekä tutkimuksen optimointia. Tämän johdosta säteilytutkimukseen lähettävälle lääkärille on annettava säteilysuojelukoulutusta, tiedon siirron eri sairaaloiden välillä on tehostuttava kuten myös tiedon siirron lähettävän lääkärin ja säteilytutkimuksen toimeenpanevan lääkärin välillä.

Uusi asetus asettaa siis huomattavasti lisääntyneen tarpeen säteilysuojelukoulutukseen lääketieteen ja hammaslääketieteen perusopetuksessa. Asetus myös velvoittaa järjestämään säteilysuojelukoulutuksen jo työelämässä oleville hammaslääkäreille ja lääkäreille, joita arvioidaan olevan noin 15 000. Tämä on niin mittava hanke, että tarvitaan uusia teknologian antamia keinoja tämän koulutuksen toteuttamiseen ja oppimisen arviointiin.

Hankkeen tarkoitus

Tarkoituksena on luoda avoin oppimisympäristö, jossa verkostopohjaisella ratkaisulla pyritään tukemaan koulutuksen osanottajien sitoutumista yhteisölliseen pyrkimykseen rakentaa uutta tietoa ja ratkaista ongelmia liittyen säteilyn käyttöön lääketieteessä. Koulutuksen tueksi pyritään myös luomaan malli ongelmalähtöisen oppimisen toteuttamisesta verkossa. Hanke vaatii oppimisympäristöltä ennen kaikkea joustavuutta, jotta vuorovaikutus verkkotutorin ja opiskelijan välillä, sekä horisontaalinen vuorovaikutus opiskelijoiden välillä olisi mahdollista. Vuorovaikutteisen verkkoympäristön ohella ensisijaisen tärkeää on laatia kattavat säteilyn käyttöön liittyvät potilastapaukset.

Alustava suunnitelma verkkoympäristöstä koskien säteily-suojelukoulutusta

I Verkkoympäristön ohjeet

Vielä avoin

II Aihepiiriin liittyvä linkkikirjasto ja kirjallisuus

Säteilyn käyttöön liittyvä lainsäädäntö sekä siihen liittyvä muu kirjallisuus Säteilyturvakeskuksesta (STUK) sekä verkkolinkit.

III Teemat

Viikko 1. Säteilyn mittayksiköt ja biologiset vaikutukset

Viikko 2. Millä tavoin uusi asetus säteilyn käytöstä (423/2000), 12.5.2000 poikkeaa aiemmista säädöksistä? Asettaako uudistukset työllesi uusia velvoitteita/haasteita?

Viikko 3. Miten informaation kulkua koskien säteilytutkimuksia voitaisiin tehostaa eri organisaatioiden välillä?

Viikko 4. Miten arvioit säteilytutkimuksesta aiheutuvan haitan?

IV Tehtävät

Ongelmalähtöisesti ratkaistavat potilastapaukset:

Potilastapauksissa on oleellista sädetutkimuksen oikeutuksen arvioiminen, siitä koituvan sädeannoksen arvioiminen sekä mahdollisten vaihtoehtoisten tutkimusten punnitseminen. Kukin kurssilainen voi suorittaa nämä tapaukset omaan tahtiinsa viiden viikon aikana. Verkkotutor antaa ratkaisusta palautteen.

V Ryhmäkeskustelualueet

Ongelmalähtöiseen oppimiseen liittyvän mallin toteuttaminen. Ryhmäkeskustelualueilla opiskelijat voivat keskenään vaihtaa tietoja.

VI Oppimisen arviointi

Koska asetus velvoittaa säteilysuojelukoulutuksen antamiseen, sen arviointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. STUK vahvistaa koulutuksen sisältöä koskevat vaatimukset säteilysuojelun osalta, kun kyseessä on täydennyskoulutus ja silloin, kun tietojen osoittaminen ei ole sisältynyt lääkärin perusopintoihin.

Yhteenveto

Uusi asetus säteilyn käytöstä asettaa laaja-alaisen koulutusvelvollisuuden säteilyn käyttöön liittyvistä asioista lyhyessä ajassa. Tähän tarpeeseen pyritään kehittämään verkkokoulutusympäristö, jossa opetus olisi mahdollista toteuttaa ongelmalähtöisesti sekä myös luotettavasti arvioida. STUK vahvistaa koulutuksen sisältöä koskevat vaatimukset säteilysuojelun osalta. Koulutus- ja pätevyysvaatimusten tulee olla täytetyt vuoden 2004 loppuun mennessä.

Teknisenä innovaationa projektissa on luoda verkkopohjainen malli ongelmalähtöiseen opetukseen, jota käytetään jo Helsingin yliopiston lääketieteellisessä tiedekunnassa, ja jonka käytön tulevaisuudessa ennustetaan yleistyvän myös muihin tiedekuntiin ja oppilaitoksiin.

Röntgenhoitajien koulutusvisiot

Päivi Wood
Suomen Röntgenhoitajaliitto ry

Röntgenhoitajan ammatti on puoli vuosisataa vanha – suhteellisen lyhyellä ajalla on tapahtunut paljon niin koulutuksen kuin ammatin sisällöllisessä kehityksessä, eikä loppua ole näkyvissä. Vuoden kurssista olemme siirtyneet 140 opintoviikon kokonaisuuteen, joka ajallisesti vastaa noin kolmea ja puolta vuotta täyspäiväistä opiskelua. Tämän päivän suoritettava tutkintonimike on röntgenhoitaja, joka ei ihan välttämättä anna aivan oikeaa kuvaa koko ammatista. Opintoja on mahdollisuus jatkaa vielä yliopistossa radiografian opinto-ohjelman mukaisesti terveystieteiden maisteriksi ja tätä kautta eteenpäin.

Radiografia niin nimikkeenä kuin tieteen alanakin etsii vielä tieteellistä uskottavuuttaan kuten moni muu terveydenhuollon ammatillinen tiede. Radiografia on vakavasti otettava tiede, sillä jo nyt olemme huomanneet uudet haasteet ammatin harjoittamiselle. Tulevaisuus varmasti lisää niitä, niin ammatillisen monitaituruuden osalta ja tätä kautta koulutuksen vaatimukselle asettuvien uusien haasteiden myötä.

Nykyisen ammattikorkeakoulutuksen tavoitteena on antaa perusvalmiudet valmistuville röntgenhoitajille toimia kaikilla radiografian eri aloilla; niin diagnostiikassa, sädehoidossa kuin isotooppilaboratoriossa. Kaikilla näillä osa-alueilla tarvitaan lisäksi vahvat tietotekniikan osaamistaidot. Riittääkö 140 opintoviikkoa kaikkeen tähän, varsinkin kun ohjattu opetus on siirtynyt ja siirtyy edelleen enenevässä määrin omaehtoiseksi opiskeluksi.

Tarvitsemmeko uudenlaisen opetusformaatin pysyäksemme alan kehityksen mukana? Mielestäni se on ainoa vaihtoehto säilyttääksemme ammattimme korkea taso ja arvostus. Koulutuksen tulee myös muuttua ja pysyä mukana kehityksen myötävirrassa.

Miten jatkossa

Peruskoulutus tulisi ensin saada tasalaatuiseksi, niin opetuksen laadun kuin opintokokonaisuuksien sisällönkin suhteen. Perustietämys lääketieteellisen kuvantamisen alueella tulisi saattaa korkeatasoiseksi – kenties samansisältöisillä kansallisilla loppukokeilla, kuten esimerkiksi Ranskassa? Joskus näyttää jopa siltä, että ammattikorkeakoulujen harjoittama liiketoiminta nousee perusopetuksen edelle.

Spesifi tieto alati kehittyvistä tutkimusmenetelmistä ja käytännöstä tulisi saattaa opiskelijoille suoraan kentältä – alan ammattilaisten toimesta tuntiopetuksena, vain näin pystymme takaamaan ajan tasalla olevan käytännön opetuksen.

Peruskoulutuksen jälkeen maahamme tulisi saada säädelty erikoistumiskoulutus – joko suoraan jatkona alun 140 opintoviikon perään, jolloin opiskelijat valitsisivat suuntautumislinjansa ja tätä kautta saavuttaisivat erikoisosaimisen tietyllä kuvantamisen osa-alueella. Mietittäväksi jää se tulisiko koulutus sallia opetettavaksi ns. perustasolla siten, ettei erikoitumista suoriteta vaan siirrytään suoraan työelämään 140 opintoviikon suorituksen jälkeen. Näitä ns. ”peruskoulutustason” suorittajia tarvitaan entistä enemmän kentällä suurien ikäluokkien jäädessä muutaman vuoden päästä eläkkeelle.

Erikoitumiskoulutuksen osa-alueita voisivat olla mm.:

- mammografia
- säteilysuojelu
- invasiivinen radiologia/kardiologia
- sädehoito
- magneetti/CT
- laatutyö/tutkimus ja laadunvarmistus
- sonografia
- isotoopit
- digitaalinen kuvantaminen (PACS).

Erikoistumiskoulutukseen osallistuminen täytyisi olla mahdollista myös kaikille jo työssä oleville röntgenhoitajille, myös niille joilla ei ole AMK-pätevyyttä. Tämä ei saisi muodostua ongelmaksi, vaan se tulisi ratkaista esimerkiksi siten, että vaadittavat osiot liitetään osaksi erikoistumisopintoja, vaikka suoritettavaksi tietotekniikan (web-ratkaisut) eri mahdollisuuksia hyödyntäen – miksi ei myös laajempia opintosuorituskokonaisuuksia voitaisi hyödyntää web-ympäristössä. Tämän toteuttamiseksi tarvitaan ammattikorkeakoulujen kesken erityisosaamisen keskittämistä ja profiloitumista sekä opiskelijavaihtomahdollisuutta, ehkä opettajavaihtoakin koulujen välillä.

Miksi tarvitsemme erikoistumista

Päällimmäisenä on oman uskottavuutemme turvaaminen vahvana ja osaavana ammattiryhmänä, sekä myös kansainvälisen kilpailukyvyn saavuttaminen. Tämän myötä toivottavasti myös herää kiinnostus alaa kohtaan ja saamme tulevaisuudessa vapautuvat virat täytettyä osaavilla ammattilaisilla. Mahdollisesti

näin selkiintyvä malli ammattiuralle ja alalle kehittymiselle herättää kiinnostusta alaa kohtaan.

Tällä hetkellä peruskoulutuksesta saatu pätevyys antaa teoriassa ja periaatteessa valmiudet työskennellä kaikilla erityisalueilla, mutta todellisuudessa alakohtainen erityisosaaminen saavutetaan vasta työssä oppimalla. Ehkä tässä olisi varaa kehittämislle, mikäli emme pysty opetuksesta vastaavien tahojen kanssa yhteistyön puuttuessa rakentamaan maahamme vaikuttavaa ns. post graduate -opintoja.

Tulevaisuus

Tulevaisuuden opinnoissa monimuoto-opinnot tulevat kasvattamaan osuuttaan, ja jopa perusjaksolla opiskelijat voivat hakea opintojaan eri tahoilta, niin kotimaasta kuin ulkomailta.

Web-ympäristö kasvattaa osuuttaan kamera- ja keskusteluyhteyksiensä muodossa. Yhteistyö työelämän kanssa tiivistyy ja perusopiskelija otetaan osaksi työyhteisöä heti alusta. Hänen kanssaan syntyy symbioosi yhteisten projektien muodossa, joista myös opiskelija tekee todellisen tutkielmansa. Se hyödyntää ko. työnantajaa ja osapuolet sitoutuvat kumpikin tahollansa yhteisen paremman toivossa, jolloin hyöty koituu molemminpuoliseksi.

Tulevaisuuden röntgenhoitaja tarvitsee edelleenkin tietoa, taitoa ja tekniikkaa.

Röntgentutkimusten vertailutasojen käyttö

Markku Pirinen
Säteilyturvakeskus

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (423/2000) toiminnan harjoittaja veloitetaan ottamaan käyttöön vertailutasot röntgen- ja isotooppitutkimuksissa. Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määritettyä röntgentutkimuksen säteilyannostasoa tai isotooppitutkimuksen aktiivisuustasoa, jonka ei oleteta ylittävän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehdyssä toimenpiteessä.

Taustaa

Säteilylaissa (592/1991) tai säteilyasetuksessa (1512/1991) ei vertailutasojen määrittämisestä ole vaatimuksia. Ei myöskään em. lain tai asetuksen muutoksissa (1142/1998) ja (1143/1998).

EU:n direktiivissä (97/43/Euratom/MED-direktiivi) jäsenmaat veloitetaan ottamaan käyttöön vertailutasot röntgen- ja isotooppitutkimuksissa. Suomessa em. vaatimukset saatettiin voimaan sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (423/2000), joka koskee säteilyn lääketieteellistä käyttöä. Em. asetuksen 16 ja 17 §:ssä mainitaan mm. seuraavaa:

- Röntgen- ja isotooppitutkimuksia varten on otettava käyttöön asianmukaisesti määritellyt vertailutasot silloin, kun niitä on saatavissa. Vertailutasot yleisimmille tutkimuksille antaa STUK (16 §).
- Röntgentutkimuksista aiheutuvia säteilyannoksia tulee säännöllisesti mitata tai arvioida laskennallisesti (17 §).
- Annos- ja aktiivisuustiedot on tallennettava ja niitä on järjestelmällisesti vertailtava vertailutasoihin (17 §).
- Jos vertailutasojen todetaan toistuvasti ylittävän, tulee selvittää ylitysten syyt ja tehdä tarpeelliset toimenpiteet säteilyannosten pienentämiseksi (17 §).

Potilaan säteilyaltistuksen seurannassa ja vertailutasojen asettamisessa voidaan käyttää mm. taulukossa I annettuja suureita.

Taulukko 1.

Suure	Symboli	Mittayksikkö ja sen yleisin kerannainen	Röntgentutkimukset
Pinta-annos	ESD	Gy mGy	Tavanomainen röntgentutkimus, yksi kuvausprojektiio. Mammografiatutkimus, yksi kuvausprojektiio.
Annoksen ja pinta-alan tulo	DAP	Gy · cm ² mGy · cm ²	Tavanomainen röntgentutkimus, yksi kuvausprojektiio ja koko tutkimus (useita kuvausprojektiioita), tai läpivalaisututkimus kokonaisuutena. Hampaiden panoraamatomografiatutkimus.
Painotettu annoksen ja pituuden tulo	DLP _w	Gy · cm mGy · cm	Tietokonetomografiatutkimus
TT-annoksen tilavuuskeskiarvo	MSAD _w	Gy mGy	Tietokonetomografiatutkimus

STUK on antanut yleisimmille röntgentutkimuksille vertailutasot 8.12.2000 (kirje turvallisuusluvan haltijoille 396/310/00). Vertailutasot löytyvät taulukoista II ja III.

Taulukko II. Tavanomaisten röntgentutkimusten vertailutasoja pinta-annoksina aikuisille.

Kuvausprojektiio	Pinta-annos/projektio (ESD)^{*)} [mGy]
Thorax PA	0,2
Thorax LAT	1
Lanneranka AP	8
Lanneranka LAT	25
Lanneranka LSJ (LV - S1)	35
Lantio AP	8
Urografia (kuvaa kohti)	8
Natiivivatsa AP, seisten	8
Rinta ^{**) CC, MLO, LAT}	10
Kallo PA	5
Kallo LAT	3
Sinus, kuutamo	5
Hammaskuvaus, ylämolaari	5
^{*)} Pinta-annoksella tarkoitetaan absorboitunutta annosta iholla (Entrance Surface Dose, ESD).	
^{**) hilaä käytettäessä}	

Taulukko III. Tavanomaisten röntgentutkimusten vertailutasoja pinta-ala-annoksina aikuisille.

Kuvausprojekti	Pinta-ala-annos (DAP)^{*)} [Gy · cm²] (koko tutkimus)
Keuhkot PA + LAT	0,6
Lanneranka AP + LAT	10
Lantio AP	4
Urografia	20
Paksusuoli	50
Hampaiston ja leuan panoraamatografia	0,12
*) Säteilykeilan poikkileikkauksen pinta-alan ja annoksen tulo (Dose Area Product, DAP).	

Vertailutasolla tarkoitetaan etukäteen määriteltyä röntgentutkimuksen säteilyannostasoja tai isotooppitutkimuksen aktiivisuustasoa, jonka ei oleteta ylittävän normaalikokoisella potilaalla hyvän käytännön mukaan tehdyssä toimenpiteessä. Vertailutasoja ei ole tarkoitettu käytettäväksi yksittäisen potilaan säteilyaltistuksen rajoittamiseen. Vertailutasojen avulla voidaan löytää käytännöt, joissa potilaan säteilyrasitus on perusteettoman suuri ja toisaalta ottaa tarkkailtavaksi myös ne tilanteet, joissa potilasannos on tavanomaista pienempi ja kuvanlaatu mahdollisesti riittämätön. Vertailutasojen ylittäminen ei välttämättä tarkoita sitä, että tutkimus on tehty huonosti. Korkeampaan annostason käyttöön on saattanut olla perusteluna esim. tutkimustilanteessa vaadittu poikkeuksellisen hyvä kuvanlaatu. Vertailutasoja voidaan käyttää hyväksi pyrittäessä optimoimaan tutkimus säteilyturvallisuuden kannalta.

Vertailutason käyttö potilastutkimuksissa

Käytettäessä vertailutasoja valikoidulle potilasjoukolle (paino 55 kg–85 kg) on otoksen suuruuden oltava vähintään 10 potilasta, joiden mittaustulosten keskiarvoa (ESD- tai DAP-lukema) verrataan vertailutasoon. Yksittäisten mittaustulosten mahdollisia huomattaviakin poikkeamia vertailutasosta tarkastellaan yksilökohtaisesti. Haettaessa ratkaisua poikkeaviin tuloksiin voidaan käyttää lähtökohtana esim. Euroopan komission julkaisemia laatukriteerejä.

Jos on käytettävissä laskentaohjelma, voidaan vertailutasojen määrittämisessä käyttää valikoimatonta potilasjoukkoa (ohjelma käyttää potilaan pituutta ja painotietoja). Tällöin lähtökohtana on peruskokoinen potilas (70 kg). Lisäksi diagnostisia vertailutasoja voidaan käyttää myös apuna kliinisissä auditoinneissa arvioitaessa ko. käyttöpaikan tutkimuskäytäntöjä.

Potilasannosten mittauksissa käytettävät fantomit

Asko Miettinen
Säteilyturvakeskus

1. Johdanto

Eräs keino potilasannoksen määrittämisessä on sopivan potilasvastineen – testifantomien käyttö. Joitakin fantomeja on helppo tehdä itsekin esim. pleksistä tai vesiastioista. On kuitenkin varmistuttava, että ne vastaavat tyyppillistä kuvattavaa kohdetta, jotta näitä voitaisiin käyttää potilasannosten määrittäykseen. Kaupallisesti on saatavilla runsaasti erilaisia ja eri tarkoituksiin soveltuvia fantomeita.

Tässä esityksessä kuvataan STUKin käyttämät fantomit eri röntgenkuvauksissa ja annetaan fantomien käyttöön liittyviä mittausohjeita.

2. Yleiset suositukset

Fantomien paksuuden tulee vastata potilasta siten, että kuvattaessa tavanomaisilla asetuksilla mAs-arvo on mahdollisimman sama kuin potilaskuvauksissa-kin keskimäärin.

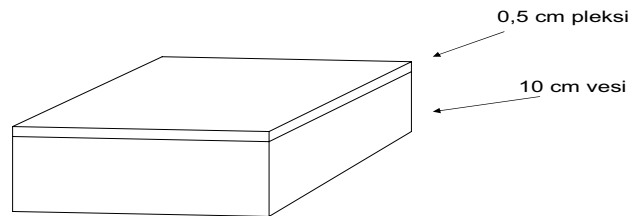
Fantomien koon on oltava sellainen, että se peittää käytössä olevat valotusautomaatin mittakentät. Toisaalta potilasannos voidaan määrittää fantomien avulla myös käsiarvokuvauksessa.

Fantomien materiaalin tulee sirontaomaisuuksiltaan vastata mahdollisimman hyvin potilasta. Tarkoitukseen soveltuu hyvin mm. vesi ja pleksi (akryylimuovi).

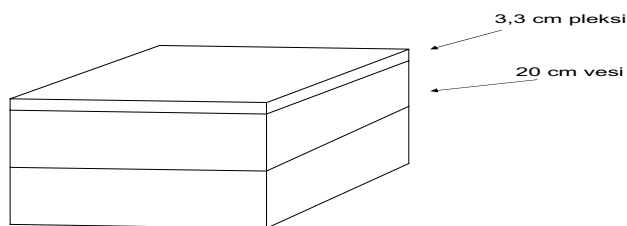
Säteilykeilan rajauskoon olisi hyvä vastata potilaskuvauksissa käytettävää rajausta, mutta siitä joudutaan tinkimään varsinkin suurten kohteiden kohdalla käytännön syistä.

3. Thorax- ja lannerankakuvaus

Thorax-kuvauksen (PA-projektio) testauksessa käytetään poikkileikkaukseltaan noin 26 cm · 26 cm kokoista fantomia, jossa on säteilykeilan akselin suunnassa 10 cm vettä ja 0,5 cm pleksiä:



Lannerankakuvauksen testauksessa (AP-projektio) käytetään poikkileikkaukseltaan noin 26 cm · 26 cm kokoista fantomia, jossa on säteilykeilan akselin suunnassa 20 cm vettä ja 3,3 cm pleksiä:

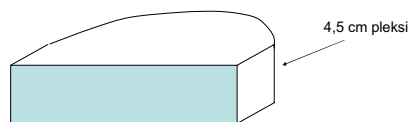


Mitattaessa säteilyannosta säteilymittari asetetaan fantomin pinnalle, jolloin mittaustuloksessa on mukana takaisinsironta.

Säteilymittaria ei tulisi sijoittaa valotusautomaatin mittakammion kohdalle, koska tuloksena voi olla pitempi kuvausaika ja suurempi sädeannos.

4. Mammografiakuvaus

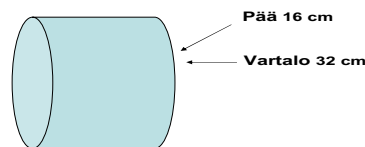
Mammografiakuvauksessa käytetään 4,5 cm:n paksuista pleksifantomia, joka vastaa noin 5 cm:n paksuista puristettua rintaa (fantomin on oltava sivusuunnassa riittävän iso – vähintään 10 cm · 10 cm):



Mammografialaitteessa voi olla kohteen paksuuteen perustuva automatiikka, mikä estää säteilymittarin asettamisen testifantomien ja puristuslevyn väliin. Tällaisessa tapauksessa testifantomi kuvataan ensin ilman säteilymittaria, luetaan jälkinäytöt ja sen jälkeen kuvataan uudelleen jälkinäyttöjen mukaisilla, käsin valituilla kuvausarvoilla säteilymittarin kanssa. Lopuksi lasketaan annokseen korjaus, jos mAs-jälkinäyttö ja käsivalinta poikkeavat toisistaan.

5. Tietokonetomografiakuvaus

Tietokonetomografian testifantomi on pleksistä tehty lieriö, jonka halkaisija pään kuvauksissa on 16 cm ja vartalon alueen kuvauksissa 32 cm (fantomin pituus on vähintään 14 cm):



Fantomissa on säteilymittarin kammiota varten kaksi reikää – toinen keskellä ja toinen 1 cm:n etäisyydellä reunasta. Mittakammio on puikkomainen, esim. 10 cm pitkä ionisaatiokammio.

$$\text{Annos (painotettuna)} \quad D_w = 1/3 \cdot D_{\text{keskellä}} + 2/3 \cdot D_{\text{pinnalla}}$$

$D_{\text{keskellä}}$ ja D_{pinnalla} ovat fantomin keskeltä ja reunasta mitattuja saatuja arvoja. Kun saatu annos kerrotaan mittakammion pituudella, saadaan yhden leikekuvauksen tai helikaalikuvauksen yhden röntgenputken pyörähdysten DLP_w (painotettu annoksen ja pituuden tulo, weighted dose length product). Koko tutkimuksen DLP_w saadaan kertomalla edellinen leikekuvauksen lukumäärällä tai helikaalikuvauksessa röntgenputken pyörähdysten lukumäärällä.

Useista leikkeistä koostuvan kuvauksen $MSAD_w$ (TT-annoksen tilavuuskeskiarvo, multiple scan average dose) saadaan jakamalla tutkimuksen DLP_w -arvo tutkitun alueen pituudella.

IEC-standardin mukaan laitteissa tulee olla näyttö, joka osoittaa standardifantomiin tulevan painotetun annoksen. Tästä on käytetty nimitystä TT-annosindeksi, $CTDI_w$ tai $CTDI_{vol}$. STUKin vertailutasopäätöksessä käsite $CTDI_w$ tarkoittaa samaa kuin $MSAD_w$.

ESD-laskenta – sovellus röntgentutkimuksen aiheuttaman pinta-annoksen laskentaan

Olli Harju
Säteilyturvakeskus

Yleistä

Säteilyturvakeskuksen dosimetrialaboratoriossa on kehitetty tietokone-ohjelmaa **ESD-laskenta** röntgenkuvauksen potilaalle aiheuttaman pinta-annoksen (ESD) laskentaan. ESD voidaan laskea, kun tiedetään kuvauksessa käytetty putkijännite, virta-aikatulo, fokus-ihoetäisyys (FSD) sekä röntgenputken säteilytuotto käytetyllä kokonaissuodatuksella ja putkijännitteellä. Lisäksi tarvitaan tutkimuskohtainen takaisinsirontakerroin, joka huomioi potilaasta siroavan säteilyn aiheuttaman annoksen. Takaisinsirontakertoimet ja vertailu-annokset eri tutkimuksille löytyvät ohjelmasta ja ovat automaattisesti käytössä. Ne ovat myös helposti päivitettävissä ilman ohjelmallisia muutoksia. Sovellus on ohjelmoitu Borlandin Object pascal -ohjelmointikielellä ja sitä voidaan käyttää Windows 95/98/NT/2000 ja XP -käyttöjärjestelmissä.

Pinta-annoksen laskeminen on pyritty tekemään mahdollisimman helpoksi. Käyttäjän tulee kirjata muistiin edellä mainitut kuvauksessa käytetyt arvot, jotka sitten syötetään ohjelman päälomakkeen (kuva 1) yläosassa näkyviin syöttökenttiin. Laskenta suoritetaan painamalla painiketta 'Laske ESD'. Kaikki laskennassa käytettävät lausekkeet on upotettu ohjelmaan, joten käyttäjän tarvitsee varmistua vain syöttöarvojen oikeellisuudesta pinta-annosta laskettaessa.

Vaikka ohjelman käyttäminen onkin totuttelun jälkeen helppoa, pinta-annoksen laskentaan tarvittavat arvot on määritettävä huolellisesti: esimerkiksi 1 cm:n virhe fokus-ihoetäisyydessä aiheuttaa noin kolmen prosentin suhteellisen muutoksen pinta-annokseen FSD:n ollessa noin 75 cm. **ESD-laskenta** on kuitenkin perinteisten mittausmenetelmien lisäksi käyttökelpoinen vaihtoehto potilaiden pinta-annosten määrittämiseen ja tietojen jatkokäsittelyyn.

Kuva 1. ESD-laskentaohjelman päälomake. Kuvauksessa käytetyt arvot syötetään lomakkeen yläosan kenttiin ja laskenta käynnistyy painikkeella 'Laske ESD'. Lopputulos tulee näkyviin kohtaan 'ESD' ja tulos sekä laskennassa käytetyt arvot siirretään lomakkeen alaosan taulukkoon painikkeella 'Taulukoi tulos'.

Röntgenputken säteilytuotto

Röntgenputken säteilytuotto on laskennassa avainasemassa. Se voidaan määrittellä ohjelmaan kahdella eri tavalla. Ensimmäinen ja helpoin tapa on käyttää niin kutsuttua *laskennallista säteilytuottoa*. Tällöin käyttäjä syöttää laitelomakkeen kautta käytössään olevien röntgenputkien ja lisäsuodatusten tiedot ohjelmaan ja ne tallennetaan tiedostoon. Tiedot ovat syöttämisen jälkeen käytettävissä päälomakkeen 'Putki ja suodatus'-pudotusvalikossa (kuva 1) myös seuraavien käyttökertojen yhteydessä ja niitä voi lisätä, poistaa ja muokata laitelomakkeen kautta. Ohjelma osaa laskea automaattisesti tiettyä putkijännitettä ja suodatusta vastaavan säteilytuoton, epävarmuus on noin $\pm 15\%$.

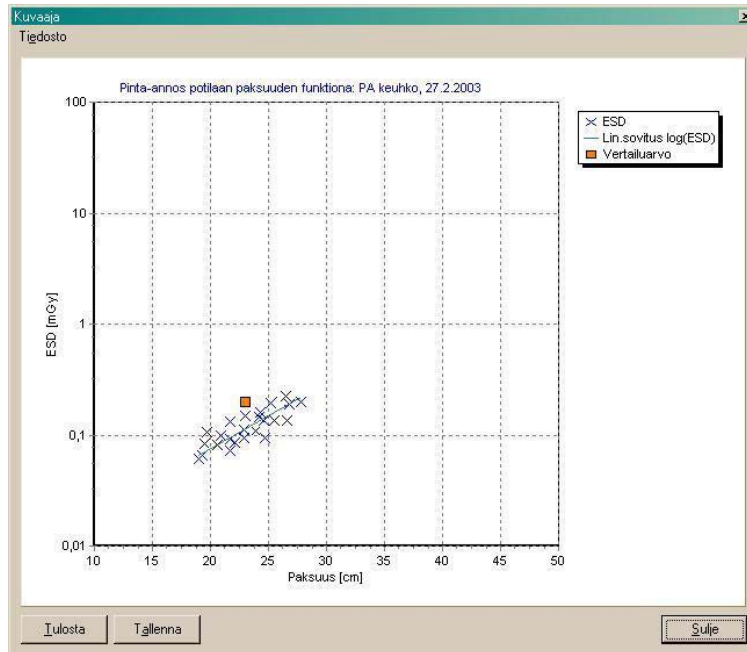
Tietojen syöttämisen yhteydessä tulisi kunkin putki- ja suodatusyhdistelmän tietoihin laittaa kalibrointitietona myös röntgenputken säteilytuotto yhdellä putkijännitteellä ja kyseisellä suodatuksella yhden metrin etäisyydellä

fokuksesta. Tämä auttaa ohjelmaa huomioimaan putkien erilaisista ominaisuuksista, kuten anodikulmasta johtuvia eroja säteilytuotossa. Ohjelman kalibroiminen yhdellä putkijännite-säteilytuotto-parilla pienentää säteilytuoton epävarmuuden noin ± 5 prosenttiin.

Toinen vaihtoehto on käyttää röntgenputkelle yhden metrin etäisyydellä *mitattua säteilytuottoa*, joka syötetään ohjelmaan käsin jokaisen laskennan yhteydessä poistamalla valinta kohdasta 'Käytä laskennallista tuottoa' ja antamalla arvo näkyviin tulevaan kenttään. Tässä tapauksessa tieto joudutaan erikseen hakemaan laadunvarmistusmittausten pöytäkirjoista laskennan yhteydessä. Käsin syötettävän säteilytuoton tulee vastata laskennassa käytettyä putkijännitettä ja kokonaissuodatusta, kun laskennallisen säteilytuoton kalibroitiedoksi annettu säteilytuotto puolestaan korjautuu automaattisesti vastaamaan ohjelmaan syötettyä kuvausjännitettä (ts. käytettäessä laskennallista säteilytuottoa voidaan laskennassa käyttää muitakin putkijännitteitä kuin se, jolla ohjelma on kalibroitu, kunhan kuvauksessa käytetty kokonaissuodatus on kalibroitietojen mukainen).

Tulosten tarkastelutoiminnot

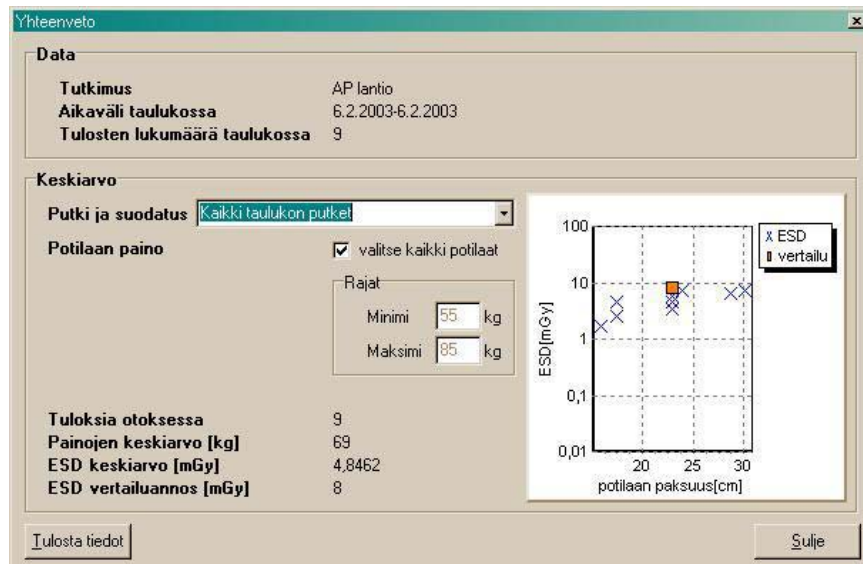
Ohjelmalla laskettujen pinta-annosten tarkastelu ja vertailu diagnostisiin vertailuannostasoihin on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi. Taulukoiduista annoksista voidaan piirtää kuvaaja (kuva 2) potilaiden paksuuksien funktiona yhdellä napin painalluksella. Kuvaajassa on näkyvissä myös kyseisen tutkimuksen normaalikokoista potilasta vastaava vertailuarvo, joten tulosten vertaaminen siihen on mahdollista heti. Lisäksi laskettuihin pinta-annoksiin on sovitettu suora, jonka avulla voidaan verrata koko annosjoukkoa vertailuarvoon ilman, että joukkoa täytyy rajata esimerkiksi potilaiden painon mukaan.



Kuva 2. Esimerkki lasketuista pinta-annoksista (x) potilaiden paksuuden funktiona piirretty kuvaaja. Pistejoukkoon piirretty sovitussuora kulkee vertailuannoksen (□) alapuolella.

Kuvaajan lisäksi ohjelmasta löytyy yhteenvetolomake (kuva 3), jonka avulla taulukon tuloksista saadaan helposti määritettyä keskiarvo joko koko potilasjoukolle tai rajatulle osalle siitä. Tulokset on mahdollista erotella myös käytetyn röntgenputken mukaan.

Kaikki lasketut tulokset voidaan tallentaa tiedostoon ja hakea ohjelmaan myöhempää tarkastelua varten.



Kuva 3. Laskentaohjelman yhteenvetolomake, josta näkyy mm. taulukon tulosten keskiarvo ja kyseisen tutkimustyyppin (PA keuhko) diagnostinen vertailuannos (0,2 mGy).

Ohjelma on tarkoitettu julkaista kevään 2003 aikana. Lisätietoja voi kysellä Säteilyturvakeskuksesta sähköpostiosoitteella ESD-laskentaohjelma@stuk.fi.

Käyttäjien kokemuksia pinta-annoksen (ESD) laskentaohjelmasta

Kari Kylmäniemi¹, Reijo Kaakinen²

Oulun yliopistollinen sairaala¹, Keski-Suomen keskussairaala²

Säteilyturvakeskuksessa kehitetty pinta-annoksen (ESD) laskentaohjelma on ollut kirjoittajien koekäytössä. Tässä esityksessä kerromme kokemuksia ohjelman käytöstä.

Laskentaohjelmalla saadaan potilaan pinta-annos mitattua tutkimuksen yhdestä projektiosta. ESD on mahdollista laskea kahdella tavalla: 1) käyttämällä laskennassa kuvauksen putkijännitettä ja suodatusta tai 2) syöttämällä käsin putkijännite ja sitä vastaava (mitattu) säteilytuotto Y_{100} . Oikean tuloksen aikaan saamiseksi tarvitaan putken *säteilytuottoarvo*, Y_{100} , *käytetyllä kV:llä ja kokonaisuodatuksella metrin etäisyydellä mitattuna*.

Kun käytetään ns. *laskennallista* annosmittausta pitää ohjelmaan syöttää putki- ja suodatustiedot edeltä käsin. Ohjelma kysyy myös putken anodikulmaa; jos kulma ei ole tiedossa voidaan käyttää oletusarvoa 15°. Lisäksi tarvitsee syöttää ainakin yhdellä kV-arvolla mitattu säteilytuotto Y_{100} (mGy/mAs) metrin etäisyydellä.

Ohjelmaan voi helposti etukäteen syöttää eri putkille valmiiksi mitattuja säteilytuottoja eri kV:lla, jolloin saadaan kätevästi säteilytuottokäyriä. Tätä putken ”omaa”, kalibroitua annostuottoa voi sitten käyttää ohjelmassa juuri ko. putkella kuvattujen potilaiden annoslaskentaan. Käyttäjän tarvitsee syöttää vain tutkimuksessa käytetty jännite, mAs-arvo ja iho-fokusetäisyys. Laskennalliseen annosmittaukseen ei täten tarvita tarkkaa säteilytuottokerrointa kaikilta tutkimuksissa käytetyiltä jännitteiltä. Ohjelma toki laskee sitä tarkemmin, mitä useammilla jännitearvolla säteilytuottokerroin on kalibroinnin yhteydessä ohjelmaan syötetty.

Jos säteilytuotto on mitattu muulla etäisyydellä kuin 100 cm, esim 60 cm, on ohjelmaa varten laskettava säteilytuotto 1 m:n etäisyydellä. Yleensä käytetään erilaisia etäisyyksiä, kun putkien säteilytuottoja kausihuoltojen tai käyttöönottotarkastuksien yhteydessä mitataan. Ohjelma voisikin suoraan muuttaa eri etäisyyksien säteilytuottoarvot vastaamaan Y_{100} -arvoa. Tosin yksinkertaisen kaavan avulla muutos voidaan itse tehdä vaikkapa tietokoneen Laskin-ohjelmalla ja tuloksen sitten vain siirtää ESD:n laskentaohjelmaan. Kaikkein kätevin ja varmaankin luotettavin tapa on laskea annos käsinsyöttönä: s.o. laittaa ohjelmaan tutkimuksessa *käytetyllä kV:lla ja*

kokonaissuodatuksella mitattu säteilytuotto, jos vain sellainen on saatavilla. Olisikin hyvä pyytää laiteasentajia ja huoltajia mittaamaan tarvittavat säteilytuotot tulevaa käyttöä varten niistä tutkimuksista, joista potilasannoksia joudutaan mittaamaan.

Ohjelma ei siis laske annoksen ja pinta-alan tuloa (DAP), vain pinta-annoksen (ESD). Jos halutaan DAP-arvo, niin saatu pinta-annos on kerrottava säteilykentän rajauksen pinta-alalla, FSD-etäisyydellä.

Nykyään uusissa röntgenputkissa on joko laskennallinen tai ionisaatiokamion antama DAP-näyttö tai työpaikalla on omat DAP-mittarit. Vertailun vuoksi olisi hyvä, jos ohjelmaan voitaisiin syöttää myös rajaus-pinta-ala ja näin saataisiin DAP-arvo. Rajaus-pinta-alan ohjelma voisi suoraan laskea FSD-etäisyydelle.

Edellä kuvatut ohjelman toiminnot, myös säteilytuoton eri mittaus-etäisyydet huomioiden, sekä myös DAP-arvon saamisen samalla kertaa, hoituvat kyllä aivan yhtä hyvin Excel-taulukkolaskenta-ohjelmalla. Taulukkolaskentaohjelma vaatii kyllä jonkinmoista osaamista tulosten käsittelyyn, mm. keskiarvojen saamiseen tai eri kuvaajien tekoon. Valmiiseen kaavaan on kuitenkin yhtä helppo syöttää annosmittaustietoja.

ESD-taulukkolaskentaohjelma on kyllä ”windows”-käyttöliittymältään kätevä ja helppokäyttöinen työkalu potilasannoslaskentaan. Ohjelman käyttö ei edellytä mitään erikoisosaamista, tietokoneen käytön perustaidolla selviää. Ohjelma laskee suoraan yhteenvedon tuloksista, mm. keskiarvon annoksista ja tietysti taulukoi ja tilastoi saadut tulokset omaan tiedostoonsa. Ohjelma myös ottaa huomioon pituuden ja painon, jolloin voidaan saada graafinen annoskuvaaja potilaan paksuuden funktiona.

Työpaikoilla, missä ei ole annosmittaria käytettävissä tai kuvauslaitteen omaa annosnäyttöä, ESD-laskentaohjelma on varmasti hyvä apuväline, jolla saadaan potilasannokset helposti laskettua. Tosin, jos aikaisempaa kokemusta ei annoslaskennasta ole, ESD-ohjelmakin vaatii pienen käyttökoulutuksen. ESD-demoversion mukana tullut, luonnosasteella oleva käyttöohje, on kyllä hyvin yksityiskohtainen, mutta vaatii ainakin vasta-alkajalta useamman lukukerran.

Potilaan säteilyaltistus TT-tutkimuksissa

Juhani Karppinen
Säteilyturvakeskus

Johdanto

TT-tutkimuksista aiheutuvat efektiiviset annokset vaihtelevat pään alueen 2 mSv:n annoksista vartalon alueen 10 mSv:n annokseen. On arvioitu, että maassamme röntgentutkimusten aiheuttamasta potilasannoksesta jo 40 % tulee TT-tutkimuksista, vaikka niiden osuus kaikista tutkimuksista on prosenttien luokkaa. Nopeat kuvausajat ja kuvien rekonstruktioajat ovat mahdollistaneet TT-laitteiden monipuolisen käytön erilaisiin tutkimuksiin kuten angiografiaan ja toimenpiteiden suorittamiseen. Nykyisillä monileikelaitteilla saa potilaan kuvattua päästä varpaisiin nopeasti ja tarkasti. Laitteella on helppo kuvata isompi alue ja lisätä näin kuvien määrää ja potilaan saamaa annosta.

Potilasannokset eräissä TT-tutkimuksissa

Tietokonetomografiadosimetrian perussuure on annoksen ja pituuden tulo, DLP. Se kuvaa TT-tutkimuksen keskimääräisen annoksen (TT-annoksen tilavuuskeskiarvo, $MSAD_w$) ja kuvattavan alueen pituuden tuloa ja on siten suoraan verrannollinen potilaan saamaan efektiiviseen annokseen. Jos laitteessa on annosnäyttö (ilmaistuna $CTDI_w$ -suureena), DLP_w saadaan kertomalla näytössä oleva arvo potilaasta tutkitun alueen pituudella. Mikäli laitteessa ei ole $CTDI_w$ -näyttöä, on erilaisten tutkimusteknikoihin liittyvä säteilyaltistuksen määrittäminen perustuttava fantomimittauksiin. Taulukossa I on esitetty STUKin tarkastusten yhteydessä mitattuja uusien TT-laitteiden tavallisimpien tutkimusten DLP_w -keskiarvoja. Taulukosta I havaitaan, että monileikelaitteilla kuvataan tutkimuksissa selvästi suurempia alueita kuin 1-leikelaitteilla. Tämä näkyy vastaavasti myös efektiivisissä annoksissa jopa kolminkertaisina annoksina.

Taulukko I. Yleisimpien tutkimusten keskimääräiset DLP_w -arvot ja efektiiviset annokset.

Tutkimus	DLP_w (mGy cm)				Efektiivinen annos (mSv)		
	1-leike TT	2- 4-leike TT	8- ja 16-leike TT	Vertailutaso mGy cm	1-leike TT	2- 4-leike TT	8- ja 16-leike TT
Pää	691	1 011	953	1 050	1,6	2,3	2,2
Vatsa	268	430	446	800	4,0	6,5	6,7
LS-ranka	167	504	508	800	3,2	9,6	9,7

Myös $MSAD_w$ -arvot etenkin pään ja LS-rankakuvauksissa ovat 25–49 % suuremmat kuin vastaavissa 1-leikelaitteilla tehtävissä tutkimuksissa (taulukko II).

Taulukko II. Keskimääräiset TT-annoksen tilavuuskeskiarvot ($MSAD_w$) TT-tutkimuksissa.

Tutkimus	$MSAD_w$ (mGy)			Vertailutaso (mGy)
	1-leike TT	2- ja 4-leike TT	8- ja 16-leike TT	
Pää	53	79	78	60
Vatsa	14	14	12	35
LS-ranka	31	39	46	35

TT-tutkimusten vertailutasot

Tuloksia voidaan verrata STUKin antamiin TT-tutkimusten potilasannosten vertailutasoihin. On huomioitava, että STUKin vertailutasopäätöksessä käytetyllä merkinnällä $CTDI_w$ tarkoitetaan $MSAD_w$ -arvoa. Keskimääräisissä annoksissa ($MSAD_w$) on nousu laitetekniikan kehittymisen myötä ollut noin 30 %. Vatsan alueen annoksia on oleellisesti pienentänyt helikaalikuvaustekniikan käyttö.

Kuvausparametrit ja potilasannos

Monileikelaitteiden yleistyessä ohuita leikepaksuuksia käytetään yhä enemmän. Tämä väistämättä lisää annosta, mikäli kuvan kohina halutaan pitää hyväksyttävänä. Jos kuvanlaadusta ja kohinasta ei haluta tinkiä, mAs-arvoja (annosta) on tällöin nostettava riippuen käytettävästä leikepaksuudesta. Uusimmissa monileikelaitteissa ns. annostehokkuutta (geometrista tehokkuutta) on voitu parantaa. Niinpä 8- tai 16-leikelaitteissa ohuiden leikkeiden annokset ovat pienemmät kuin 4-leikelaitteissa. Joissakin TT-laitteissa voidaan etukä-

teen valita kuvan kohinataso; virta (mA) säätty automaattisesti kuvauksen aikana, jotta annos ja kuvan kohina pysyvät vakiona. Kuvausvirta määräytyy kohteen paksuuden mukaan joko reaaliajassa tai etukäteen tehtyjen AP- ja LAT-projektiokuvausten perusteella.

TT-kuvaukseen liittyy eräitä erityispiirteitä, jota ei perinteisessä kuvauksessa ole. Muutamia yhtäläisyyksiä on kuitenkin olemassa. Esimerkiksi jos kuvausjännitettä nostetaan (esim. 120 kV:sta 140 kV:iin), potilasannos vähenee edellyttäen, että kohina pidetään samana (mA tai mAs-arvoja eikä leikepaksuutta muuteta). Samoin potilaan annos on suoraan verrannollinen mAs-arvoon. Jos mAs-arvoja pudotetaan puoleen (edellyttäen että jännite ja leikepaksuus pysyvät samana) annos putoaa puoleen, mutta kuvan kohina kasvaa tekijällä $\sqrt{2}$.

Kasvattamalla pöydän siirtoa pyörähdystä kohden (feed/rotaatio) voidaan myös pienentää potilaan annosta. Siirron kaksinkertaistaminen pienentää annosta 50 %, mutta samalla kuvan kohina voi kasvaa. Laitteissa, joissa automaatiikka pitää kohinan vakiona, annoksen pieneneminen voi jäädä odotettua vähäisemmäksi. Parhaiten annosta näyttää vähentävän mA-modulaatiotekniikka, jossa virta säädetään automaattisesti kohteen vaimenemisarvojen perusteella. On arvioitu, että annoksen pieneneminen voisi olla jopa 50–70 % olkapään ja lantion kuvauksissa.

Laitteiden välillä on yksilöllisiä eroja johtuen putken suodatuksesta, fokuksitaisyksistä, kenttäkoosta, detektoreiden määrästä ja koosta sekä materiaaleista jne., joten laitevalmistajat suosittelevat tutkimuskohtaisia kuvausarvoja riittävän kuvalaadun saavuttamiseksi. Taulukoiden I ja II potilasannokset on mitattu melkein heti laitteen käyttöönoton jälkeen, joten kuvausarvoja on tuskin vielä optimoitu ja muutettu.

Kirjallisuutta

1. Säteilyturvakeskuksen päätös nro 596/310/00. Röntgen- ja isotooppitutkimusten vertailutasot. 8.12.2000.
2. Järvinen H (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2002. STUK-C1. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2002.
3. International Commission on Radiological Protection. Managing Patient Dose in Computed Tomography. ICRP Publication 87. Oxford: Pergamon Press; 2000.

TT-tutkimusten sädeannosten optimointi röntgenhoitajan, radiologin ja fyysikon yhteistyönä

Röntgenhoitajan näkökulma

Lele Hännikäinen, Sirpa Tapper
HUS Röntgen – Hyvinkään sairaala

Laitteistomme on GE HiSpeed ZX/i (Helical) ja käytämme kuvausohjelmana lähes aina LOW DOSE -kuvausohjelmia. Satunnaisesti ensikertatutkimuksena voidaan käyttää NORMAL DOSE -kuvausohjelmaa. IQ DOSE ja MAX mA -kuvausohjelmat eivät ole meillä käytössä. Hyödynnämme myös laitteen automaattisen mA-laskennan kuvausohjelmissa aina, kun on mahdollista.

Haluamme lisätä em. yhteistyöhön klinikot ts. lähettävät lääkärit. Hyvinkään sairaalassa röntgenosasto ja TT-team ottavat asiakseen vuoden 2003 aikana luoda kiinteä yhteistyö myös lähettävien lääkäreiden ja klinikoiden kesken. Tarkoituksena olisi, että eri lääkäriyhmät ymmärtäisivät ALARA-periaatteen ja kuinka se huomioidaan potilaan hoidon suunnittelussa ja tutkimusten tilaamisessa. TT-tutkimukset rajataan jo lähetteen kirjoitusvaiheessa tietyille alueelle, ei tilata vain esim. ylävatsa-TT:tä. Lähettävä lääkäri on myös velvollinen tutustumaan potilaalle aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Potilaan suostumuksen mukaisesti voimme tarkastella myös muissa sairaaloissa tehtyjä aiempia tutkimuksia. Röntgenosastomme tekee yhteistyötä alueen terveyskeskusten ja muiden sairaaloiden kanssa ja informoi tutkimusten suorittamisesta ja tutkimusohjeista myös sairaalan ulkopuolella toimivia yksiköitä. Näin saamme tietoa potilaan hoidosta kokonaisvaltaisesti.

Radiologi tekee lähetteen pohjalta kuvaussuunnitelmat, mm. vartalon TT-tutkimuksiin. Rutiiniprotokollien mukaan tehtävistä tutkimuksista, kuvausarvot ja varjoainetehosteet huomioiden, vastaavat röntgenhoitajat. Radiologi on aina käytettävissä jos jotain kysyttävää ilmenee. Kuvaussarjojen aloitus- ja lopetuskohdat sekä varjoainesarjojen tarve harkitaan tarkkaan. Päivystysaikana tehdään vain pään ja kasvojen luiden TT-tutkimukset. Mietinnän alla on ollut ns. kylkikipu-TT-tutkimukset, jotka korvaisivat natiivivirtsatietutkimukset. Vatsan natiivi-TT-tutkimukset voisivat korvata natiivi-maharöntgenkuvaukset. Nämä olisivat mielestämme informatiivisempia tutkimuksia ja näin potilaan jatkohoito nopeutuisi.

Annosseurantaa tehdään kirjaamalla potilaan käyntitietoihin leikemäärä ja annosarvo/leike. Vastuuhenkilö kerää tiedot yhteen. Käyttäjät ovat koulutetut muuttamaan mm. kV- ja mA-arvoja kuvausohjelma- ja potilaskohtaisesti. Hoitajat tietävät vastuunsa säteiden käyttäjinä. Radiologeilta tulee harvoin palautetta ns. isoista annoksista, mutta pienempiä annoksia käytettäessä kuvankohina lisääntyy ja diagnosointi on ”vaikeampaa”. Voisimmeko mitenkään muuttaa käytäntöä? Fyysikkoa ei meillä Hyvinkään sairaalassa ole, mutta tarvittaessa saamme apua aina, esim. HUS-piirin fyysikoilta.

Laitetoimittajalta toivoisimme annoksista ns. hälytysrajojen antamista, jolloin käyttäjä tietäisi ns. viitearvot. Toiveena on myös, että saisimme enemmän tietoa siitä, mitä huollossa on tehty ja mikä asia vaikuttaa mihinkin. Huolto tapahtuu 4 kertaa vuodessa. Laadunvarmistusmappi on TT-huoneen säätötilassa, jossa käyttäjä voi tutustua mittaustuloksiin. Laitteisto kalibroi itse itsensä aamuisin ja pyytää sitä myös tarvittaessa.

Radiologin näkökulma

Pentti Lohela

HUS Röntgen – Hyvinkään sairaala

Radiologi suunnittelee TT-tutkimusten kuvausprotokollan kliinisten lähetetietojen perusteella ja tutustuen käytettävissä oleviin aiempiin tutkimuksiin. Moniin kuvauksiin on jo olemassa hyvä, myös sädehygienian kannalta harkittu rutiini-TT-kuvausprotokolla, jota radiologin ei tarvitse muuttaa. Meeting-tilaisuudet ovat tärkeä apu tutkimusta suunniteltaessa. Keskustelu kliinikon kanssa selventää kysymyksen asettelua ja toimii ALARA-periaatteen kouluttajana. Hyvän lähetteen merkitystä ja huolellista etukäteisperehtymistä ei voi korostaa liikaa. Digitaaliarkisto antaa kliinikolle ja radiologille mahdollisuuden nopeasti katsoa, mitä kuvauksia potilaasta on jo olemassa. Tutkimus voidaan rajata tarkkaan tiettyyn kohdealueeseen. Koko abdomenin TT-tutkimusta ei tarvita selvittämään epäselväksi jäänyttä haiman ultraäänilyödyöstä. Kontrollikuvauksissa keskitytään kohdentamaan ja rajaamaan tutkimus edellisellä kerralla todettuun kohteeseen. Hyvänlaatuisiksi todettuja muutoksia ei kontrolloida. Muutama leike todetusta keuhkon pesäkemutoksesta kertoo tärkeimmän halutun tiedon: onko leesio kasvanut kontrollivälillä vai ei.

Varjoainetehosteen käytöstä ja levinneisyystutkimuksen teosta päätetään erikseen. Onko natiivisarjan ottaminen tarpeellinen koko alueelta, voiko natiivisarjasta kokonaan luopua?

Suunnitteluvaiheessa voidaan aiottu TT-tutkimus kokonaan päättää korvata MRI:llä tai ultraäänitutkimuksella, jos nämä menetelmät näyttäisivät vastaavan kliiniseen kysymykseen TT-kuvausta paremmin. Mikäli kapasiteettia on, tulisi pään ja selkärangan kuvantatutkimukset pääsääntöisesti aloittaa MRI:llä ja vain tarvittaessa täydentää tutkimusta joko natiivi-röntgenkuvauksella tai TT:llä. Näin saavutetaan suurin kustannus-vaikuttavuussuhde ja vältetään parhaassa tapauksessa ionisoivan säteilyn käyttö kokonaan. Levottomat potilaat, traumat ja vuodot kuvataan edelleenkin ensisijaisesti TT:llä.

Uudet TT:n käyttöalueet ovat houkuttelevia ja tulevat lisäämään sädeannoskuormitusta lähitulevaisuudessa merkittävästi. Rekonstruktiot vaativat ohuita leikkeitä ja pientä pitch-arvoa, tuloksena näyttävät 3D-mallit. Jo nyt tavallinen thorax-kuvaukset toimii usein vain karttana TT-tutkimukselle. Diffuusit keuhkosairaudet, COPD, keuhkojen ammattitaudit, keuhko- ja pleuramalignoomien operabiliteetin arviot ovat TT-tutkimuksen indikaatioita. Keuhko-embolia-tutkimukset ovat rutiinia ja tiedotusvälineiden ansiosta suuren yleisön hyvin tuntema menetelmä. Monileiketekniikka mahdollistaa virtuaalibronko- ja colonoscopiat ja TT-enterografiat. TT-fluoroscopia-ohjatut toimenpiteet ovat sädeannokseltaan huomattavia. Natiivimahatutkimukset korvataan TT:llä, kylkikipu-TT paljastaa virtsatie- ja munuaiskivet luotettavasti eikä natiivikuvaa tarvita. Kylkikipu-TT tehtynä 5 mm:n spiraalina pitch 3.0 -arvolla antaa saman tarkkuuden kuin 2.5:n pitchillä tehtynä. Kuvanlaatu on suuremmalla pitch-arvolla selvästi huonompi mutta diagnostiseen osuvuuteen sillä ei ole vaikutusta. Radiologeilta vaaditaan siis sopeutumista, sillä hyväksymällä hieman huonompi kuvanlaatu kividiagnostiikassa saadaan sädeannoksessa merkittävä 20 %:n väheneminen. Appendisiittidiagnostiikkaa tehdään jo nyt TT:llä, joskin ultraäänitutkimus tottuneissa käsissä on osuvuudeltaan myös hyvä, 77–90 %:n tarkkuuksia on raportoitu. TT:n tarkkuus on ollut 94–98 % appendiciitti-diagnostiikassa. TT on ultraäänitutkimusta parempi abscessien ja suolistoprosessien toteamisessa. On kuitenkin korostettava, että varsinainen leikkauspäätös tehdään edelleen kliinisen tutkimuksen perusteella, kuvantala-laboratoriolöydökset toimivat päätöksen teon apuna, joten on harkittava tarvitaanko appendiciittiepäilyssä kuvantamista ollenkaan.

Fyysikon näkökulma

Mika Kortnesniemi

HYKS Röntgen – Meilahden sairaala

Kliinisesti riittävä kuvanlaatu on toteutettu eri kuvausyksiköissä jonkin verran toisistaan poikkeavilla kuvauskäytännöillä ja laitekannalla. Tästä syystä myös TT:n potilasannokset vaihtelevat yksiköstä riippuen. Toisaalta, samassa yksikössäkin annosten optimointia olisi tehtävä myös potilaskohtaisesti. Korkealaatuinen kuvantaminen ALARA-periaatteen mukaan edellyttää aina tapauskohtaista harkintaa. Annosten kannalta TT:n osuus on merkittävä, n. 40 % kaikkien röntgentutkimusten yhteensä aiheuttamasta annoksesta, vaikka niiden osuus kaikista radiologisista tutkimuksista on vain muutama prosentti.

Laitteistojen kehittyminen on tuottanut hyviä työkaluja – paitsi kuvanlaadun parantumiseen – myös annosten minimointiin ja raportointiin. Yksinkertaisin ja yleisin tekninen keino annoksen pienentämiseksi on putkivirran (mA/mAs) alentaminen lapsilla tai pienillä potilailla sekä korkean kontrastin kohteita kuvattaessa. Näin annostasoja voidaan pudottaa jopa kymmeniä prosentteja. Kuvausjännitteen (kV) valinnalla saadaan optimoitua paitsi annosta, myös kuvanlaatua potilaan koosta riippuen. Laitetoimittajan suositukset ja valmiit ohjelmat ovat tässä suhteessa tervetullut lisä käytössä oleville kuvausprotokollille. Useat valmistajat ovatkin alkaneet lisätä sovelluksiinsa *low dose*- ja pediatria protokollia.

Myös annosyksiköiden kirjaus on tullut helpommaksi, kun fyysiset annossuureet kirjataan näkyviin laitteen ohjauskonsolille. Annoslukujen näkyminen lisää säteilyn käytön tietoisuutta ja tuo myös suoranaista etua antaessaan paikallisen vertailukohdan diagnostisten vertailutasojen käytölle. Näin suositusten noudattaminen tulee helpommaksi. Yleisimmin raportoitu suure on painotettu annosindeksi (CTDI_w) tai annos pituustulo (DLP). Tutkimuskohtaisesti kertyneen DLP-lukeman kirjaaminen (vaihtoehtoisesti CTDI_w + leikemäärä) on riittävää potilaskohtaisen tiedon saamiseksi. STUK on puhunut myös kuvausalueen keskimääräisen annoksen (MSAD) puolesta eri annosyksiköitä arvioitaessa. Tulevaisuus näyttää mikä yksikkö tulee olemaan yleisimmin käytetty standardi*).

*) Hyvän fyysisen annossuuren valinnassa on otettava huomioon suureen todennettavuus mittauksilla. Tulevaisuuden kartiokeilalaitteilla (cone beam CT) säteilykeilan leventyminen tekee sirontatekijöiden huomioonottamisesta annosmittauksissa entistä vaativampaa.

Teknisessä laadunvalvonnassa tarkastetaan vuosittain kunkin laitteen tuottama annos fantomia käyttäen. Keskimäärin laitteiden konsolilla näkyvät laskennalliset annokset ja mitatut annokset vastaavat toisiaan muutaman prosentin tarkkuudella, paria poikkeusta lukuunottamatta. Samoin laitteiden antamat annokset samoilla kuvausparametreilla ovat samaa suuruusluokkaa, yhtä poikkeusta lukuunottamatta. Poikkeavista mittaustuloksista on keskusteltu laitevalmistajan/huollon kanssa, joka voi ryhtyä asiassa korjaaviin toimiin.

Viime kädessä säteilynkäytön optimoinnin tärkeimmät valinnat tekevät kuitenkin laitteen käyttäjät. Meilahden sairaalassa GE Lightspeed Ultra 8 -leikelaitteella tehtyjen (pään natiivikuvaus) kuvanlaatu/annostarkastelujen pohjalta lapsitutkimuksissa käytettävää putkivirtaa voitiin omaehtoisesti laskea valmistajan antamia suosituksiakin alhaisemmalle tasolle. Ensivaiheessa lasku on n. 20 % mikä heijastuu suoraan potilasannoksiin. Annosten optimointitekniikat alkavat vähitellen päästä laitteiden kuvanlaadun ja kuvausnopeuden kehityksen kanssa parempaan tasapainoon, mutta käyttäjän valinnoilla on indikaatioiden arvioinnista lähtien edelleen keskeinen rooli optimoinnin kannalta. Fysikolla on tässä tärkeä tiedotuksellinen tehtävä, laadunvalvonnan ja tutkimuksen lisäksi.

Kuvanlaadun ja annoksen suhteen tehtävä optimointi edellyttää fyysikon, radiologin ja röntgenhoitajan kiinteää yhteistyötä, jossa pohjimmaltaan fysikaalisiin prosesseihin liittyvistä kysymyksistä päästään kliinisessä käytännössä potilaan hyväksi vaikuttaviin ratkaisuihin.

Yhteenvetona tärkeimpiä mahdollisuuksia TT annosten optimoinnin kannalta

- Lähettävien lääkärin konsultointi ja tiedotus luo perustaa läheteiden oikeellisuudelle. Ajanmukaisista tutkimusmenetelmistä ja säteilynäkökohdista kertominen osastoille, poliklinikoille ja sairaalan ulkopuolelle on osa pitkän tähtäimen ALARA-toimintaa.
- Kuvauksen indikaatioiden tarkistaminen on perusta annoksen optimoinnille. Lähetä ja potilaalle tehdyt aiemmat tutkimukset on luettava huolella. Digitaaliarkisto osoittaa tässä arvonsa. Vaihtoehtoiset modaliteetit (MRI, UÄ) valitaan silloin kun voidaan. Optimaalinen kuvaussuunnitelma syntyy tämän tuloksena eikä ”rutiinigrillauksia” pääse tapahtumaan. Röntgenhoitajan, radiologin ja fyysikon yhteistyön merkitys tulee jo tässä selvästi esiin. Omassa tiimissä on hyvä olla aktiivisesti mukana.
- Ohjatun biopsian kohdalla kannattaa pohtia, antaako sytologinen tai histolo-

ginen löydös jo riittävän informaation prosessin luonteesta ilman vartalon TT-tutkimustakin.

- Potilaan asianmukainen esivalmistelu ja riittävä ohjaus antavat hyvän lähtökohdan itse kuvaukselle. Potilaan huolellinen asettelu sekä tarranauhojen ja tukityynyjen oikea käyttö vähentävät kiinnipitämisen tarvetta. Kiinnipitäjiä ei tarvita lasten tutkimuksissakaan.
- Raajatutkimuksissa mahdollisen kipsin poisto parantaa kuvanlaatua ja vähentää annosta. Tästä kannattaa neuvotella lähettävän lääkärin kanssa.
- Leikeparametrien (leikepaksuus, pitch/leikeväli ja kuvausalueen pituus) säätäminen kuvauskohteen mukaan vaikuttaa annoksen jakautumiseen. Kuvataan vain tarvittavat leikkeet. Kontrollitutkimuksissa riittää, että kuvataan vain muutama, oleellinen leike.
- Gantryn kippauksella kuvaussuunta saadaan optimoitua, metalliartefaktoja vähennettyä ja samalla voidaan rajata annoksen jakautumista (silmien suojele).
- Varjoainetehosteen käyttö ja kuvauksen ajoitus voidaan nykytekniikalla optimoida entistä paremmin ja samalla säästää annosta.
- Säteilyntuottoparametrien (mAs, kV) säätäminen potilaan sekä kohdealueen kontrasti-ominaisuuksien mukaan vähentää annosta potilaan koosta ja tutkimuksesta riippuen. Esim. abdomenissa hyöty on rajallinen, kun taas thoraxissa (ja pienillä/lapsipotilailla) hyöty voi olla suurikin. Putkivirran (mAs) alennus vaikuttaa suoraan annokseen. Jännitteen (kV) alentaminen varsinkin lasten varjoainetutkimuksissa on myös hyvää optimointia. Hyväksy huonompi kuvanlaatu, jos se ei vaikuta diagnostiikkaan!
- Kuvausparametrien optimointi laitetoimittajan tarjoamilla valmiilla low dose -protokollilla alentaa mm. lasten annoksia (kysy laitevalmistajalta pediatriasia protokollia).
- TT-laitteen putkivirran automaattinen modulointi (laitevalmistajasta ja mallista riippuen) tuo kolme erillistä hyötyä: jopa 50 % annossäästön, paremman kuvanlaadun ja röntgenputken pidemmän käyttöiän.
- Uusien TT-laitteiden detektorien, suodatuksen ja kuvan rekonstruktioalgoritmien kehittyminen mahdollistaa tuotetun säteilyn yhä tehokkaamman hyödyntämisen.
- Potilaan sädesuojat ovat mahdollisia myös TT:ssä (esim. dynamedical.com). Spesifisten rinta-, kilpirauhas- tai kivessuojien käyttö tai säteilykulman rajoitus (silmatutkimuksissa 240/90° kuvaus) voi tuoda merkittävän annossäästön kriittisille elimille.
- Asianmukaisesti suoritettu tekninen laadunvalvonta ja sen tuloksista tiedottaminen mahdollistavat vikatilanteiden tai -trendien tehokkaan havaitsemisen. Lisäksi laitteiden annostuoton ja varsinaisten potilasannosten ver-

taisarvioinnit ovat hyödyllisiä realiteetin tarkistuksia.

- Diagnostisten vertailutasojen soveltaminen käytäntöön ja paikallisten suositusten luominen antavat vertailukohtia ja tärkeää lisävarmuutta rutiinin keskellä.
- Stuk.fi -sivuihin ja alan kirjallisuuteen tutustuminen kuuluu ammattilaisen toimenkuvaan.
- Lausunnossa olisi kerrottava radiologinen anamneesi; mitä aiempia kuvia on ollut käytettävissä ja miten jatko/kontrollitutkimuksia voidaan niiden pohjalta harventaa tai ainakin rajata.

Kirjallisuutta

1. International Commission on Radiological Protection. Managing Patient Dose in Computed Tomography. ICRP Publication 87. Oxford: Pergamon Press; 2000.
2. Servomaa A, Parviainen T (toim.). Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 2001. STUK-A184. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2001.
3. Kalender WA. Computed Tomography. Publicis MCD Verlag; 2000.
4. Nagel HD (ed.). Radiation exposure in computed tomography. COCIR; 2001.
5. www.impactscan.org
6. Kalender WA, Seissler W, Kltoz E, Vock P. Spiral volumetric CT with single-breath-hold technique, continuous transport and continuous scanner rotation. *Radiology* 1990; 176: 181-83.
7. Cross JJJ, Kemp PM, Walsh CG, Flower CDR, Dixon AK. A randomised trial of spiral CT and ventilation perfusion scintigraphy for the diagnosis of pulmonary embolism. *Clin Radiol* 1998; 53: 177-82.
8. Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, et al. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology* 1995; 194: 789-94.
9. Rao PM, Rhea JT, Novelline RA, et al. Helical CT technique for the diagnosis of appendicitis: prospective evaluation of a focused appendix CT examination. *Radiology* 1997; 202: 139-44.
10. Shrimpton PC, Jones DG, Hillier MC, Wall BF, Letteron JC, Faulkner K. Survey of CT practice in the UK, part 2: dosimetric aspects. Chilton: NRPB-R249. London: H M Stationery Office; 1991.
11. Shrimpton PC, Wall BF. The increasing importance of X-ray computed tomography as a source of medical exposure. *Radiation Protection Dosimetry* 1995; 57: 413-15.

12. Wade JP, Weyman JC, Goldstone KE. CT standard protocols are of limited value in assessing actual patient dose. *Br J Radiol* 1997; 70: 1146-51.
13. Scheck RJ, Coppenrath EM, Kellner MW, et al. Radiation dose and image quality in spiral computed tomography: multicentre evaluation at six institutions. *Br J Radiol* 1998; 71: 734-44.
14. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Oxford: Pergamon Press; 1991.
15. Royal College of Radiologists. Making the best use of a department of clinical radiology: guidelines for doctors, 4th edn. London: Royal College of Radiologists, 1998.
16. Wagner LK, Eifel PJ, Geise RA. Potential biological effects following high X-ray dose interventional procedures. *J Vasc Interv Radiol* 1994; 5: 71-84.
17. Kalender WA, Wolf H, Suess C, Geis M, Hentschel D, Bautz WA. Dose reduction in CT by anatomically adapted tube current modulation: experimental results and first patient studies. *Radiology* 1997; 205P: 471.
18. IPREM Report No 77. Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X-ray imaging systems. York: Institute of Physics & Engineering in Medicine, 1997.
19. Mayo JR, Hartman TE, Lee KS, et al. CT of the chest: minimal tube current required for good image quality with the least radiation dose. *Am J Roentgenol* 1995; 164: 603-07.
20. National Radiological Protection Board. Medical exposure. Guidance on the 1990 recommendations of the ICRP. Documents of the NRPB 1993; 4: 43-74. Didcot: NRPB, 1993.
21. Oliver JH, Baron RL. Helical biphasic contrast-enhanced CT of the liver: technique, indications, interpretation and pitfalls. *Radiology* 1996; 201: 1-14.
22. Bearcroft PWP. The use of spiral computed tomography in musculoskeletal radiology of the lower limb: the calcaneus as an example. *Eur J Radiol* 1998; 28: 30-38.
23. Rankin SC. Spiral CT: vascular applications. *Eur J Radiol* 1998; 28: 18-29.
24. EU Council Directive 97/43 Euratom of 31 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposures (repealing Directive 84/466 Euratom). *Official J Eur Communities* 1997; 180: 22.

Annos ja kuvanlaatu digitaalisessa kuvantamisessa

Kauno Kuusela
HUS Lääkintäteknikka

Johdanto

Kuvaustapa on riippumaton menetelmästä, jolla säteily muutetaan kuvaksi (esim. filmi/vahvistuslevy, levykuvantaminen, digitaalidetektor). Kuvausarvojen valinta tehdään kuvattavan kohteen ja tavoitteena olevan kuvanlaadun mukaan [1].

Digitaalisen kuvantamisen annoksen ja kuvanlaadun määrittely ja seuranta alkaa uuden laitteiston käyttöneuvonnasta ja vastaanottotarkastuksesta [2], sekä jatkossa laitteen vaatimien kalibrointien ja laadunvarmistustoimenpiteiden mukaisesti.

Digitaalidetektorin kvanttiherkkyys (DQE) on parempi kuin perinteisen filmi/vahvistuslevy-järjestelmien, näin ollen mahdollisuudet potilasannosten optimointiin on laitteiden valmistajien mukaan olemassa [3]. Kuvantamisjärjestelmissä olevat annosindikaattorit kertovat käyttäjälle lukuarvona mikä on ollut käytetty annostaso kuvauksissa. Kyseinen annosindikaattori (kuvausindeksi, S-arvo, LgM-arvo) on luotettava, kun se on säännöllisesti kalibroitu.

Laitteiston toiminnan tunteminen antaa mahdollisuudet annoksen ja kuvanlaadun optimointiin. Kuvantamisjärjestelmän antamat tiedot kertovat käyttäjälle annoksen seurantaan riittävät tiedot. Annosindikaattori, mAs-arvon jälkinäyttö sekä mahdollinen DAP-mittari ohjaavat käyttäjää kuvanlaadun arvioinnissa. Kuvauskohteen ja kuvan laadun mukaiset kuvausarvot (kV/mA/s), valotusautomaatin suhteellisen nopeuden valinta, valotusautomaatin tummuuden korjaus ja lisäsuodatuksen käyttö kaihtimessa mahdollistavat annoksen optimoinnin.

Annos ja kuvanlaatu

Filmi/vahvistuslevy-yhdistelmän valinta tehtiin kuvattavan kohteen ja tavoitteena olevan kuvanlaadun mukaan, jolloin filmi/vahvistuslevyn suhteellinen nopeus vaihteli 50–800 ja vastaavasti annos kasetilla 20–1,25 μGy . Filmi/vahvistuslevy yhdistelmän valinnalla vaikutettiin ratkaisevasti kuvan erottelun tarkkuuteen. Kun käytettiin suhteellista nopeutta 50 voitiin kuvasta

erotella 10 Lp/mm ja vastaavasti valinnalla 800 on kuvan erottelu 3,8 Lp/mm [4].

Siirryttäessä levykuvantamiseen ja digitaalidetektoriin on kuvausarvojen valinnoilla samat periaatteet. Kuvan erottelutarkkuuteen vaikuttaa käytössä oleva kuvamatriisin kuva-alkion (pixel) koko, käytetty annos ja kuvan kohina. Levykuvantamisessa kuva-alkion koko määräytyy lukijayksikön teknisistä ratkaisuksista ja digitaalidetektorissa kuva-alkion koosta (esim. n. 143 μm). Levykuvantamisen erottelukyky vaihtelee 2,5–5 Lp/mm lukijayksikön teknisistä ratkaisuksista riippuen ja digitaalidetektorissa kun kuva-alkion koko on n. 143 μm ja erottelukyky on n. 3,4 Lp/mm [5].

Kuvan kohina koostuu annosriippuvasta kvanttikohinasta ja annoksesta riippumattomasta levykuvantamisjärjestelmän tai digitaalidetektorin kohinasta. Levykuvantamisjärjestelmän tai digitaalidetektorin kohinaan ei käyttäjä voi vaikuttaa. Kuvanlaadun ja kohinan optimointi tehdään siten käytetyn annostason mukaan.

Digitaalidetektorilaitteiston valotusautomaatin toiminnan tarkistus laitteen vastaanottotarkastuksen yhteydessä tehtiin käyttäen suhteellista nopeutta 400. Potilasannoksen annosmittaus suoritettiin kohteen ja digitaalidetektorin pinnalta. Kuvausarvoina käytettiin laitteen thorax-ohjelman arvoja, jännitteenä 125 kV. Kohteena oli 10 cm vettä ja 1 cm plexiä. Kohteen pinnalta mitattu annos oli 34,99 μGy ja annos digitaalidetektorin pinnalta mitattuna 2,614 μGy . Kun otettiin käyttöön mahdollinen automaattinen kohdeohjelman mukainen lisäsuodatus 0,2 mm Cu:ta, annos kohteen pinnalta mitattuna pieneni 34,1 % [5].

Röntgenlaitteiden käyttöönottotarkastusten yhteydessä on STUK suorittanut vastaavia mittauksia [6]. Mittauksissa keskimääräiset potilaan ihoannokset thorax pa -kuvauksissa vaihtelivat 90–230 μGy :n välillä (korjauskertoimena oli käytetty 1,1) jolloin ne vastasivat potilaan iholle tulevaa annosta.

Potilaan ihoannos (ESD-arvo) jää pienemmäksi uusien laitteiden hilojen rakenteen ansioista vaikka käytettäisiin samaa suhteellista nopeutta [5].

Laadunvarmistus

Digitaalisessa kuvantamisessa laitteiston osuus kuvanlaadussa on suurempi kuin perinteisessä filmi/vahvistuslevykuvauksessa, siten myös laitteiston laadunvarmistukseen on kiinnitettävä erityistä huomioita. Järjestelmät vaativat kalibroitua säännöllisesti, kalibrointien yhteydessä tulee tarkistaa laitteiston toiminta ja kuvanlaatu.

Samoin kuin levykuvantamisessa digitaalisen järjestelmän dynamiikka on

suuri ja siten ns. valotusvara on erittäin laaja; digitaalidetektorit pystyvät muodostamaan kuvan laajalla suhteellisella nopeudella esim. 25–3200 [7]. Järjestelmän dynamiikan tunnistaminen on yksi laadunvarmistuksen kohteista.

Laitteiston toiminnan seuranta alkaa järjestelmän monitorin kuvanlaadun arvioinnilla. Järjestelmään taltioituilla testikuvilla arvioidaan monitorin kuvanlaatu ja sitä verrataan vertailuarvoihin.

Röntgenlaitteiston ja digitaalidetektorin toimintaa arvioidaan kuvattaessa testilevyä ja potilasvastinetta. Kuvauksen avulla arvioidaan koko laitteiston toimintaa. Kuvattavan testilevyn tulee sisältää erilaisia kontrastitasoja, erottelukykytestilevyn, alueet kuvan homogeenisuuden määrittämiseksi sekä potilasvastineen (esim. 25 mmAl) [8].

Testilevy ja potilasvastine kuvataan kiinteillä kuvausarvoilla tai valotusautomaattia käyttäen, jännite kV 70. Kuvaus suoritetaan kahdella eri suhteellisella nopeusvalinnalla esim. 200 ja 800. Kuvanlaadun ja kuvissa ilmenevän kohinan arvioinnin yhteydessä tunnistetaan generaattorin mAs-arvon jälkinäyttö, kuvausindeksi sekä DAP-mittarin näyttämä.

Tunnistettujen tietojen ja vertailuarvojen avulla varmistamme kuvauslaitteiston toiminnan.

Yhteenveto

Laitteiden vastaanottotarkastuksissa tehtyjen mittausten mukaan levykuvantamisjärjestelmissä ja digitaalidetektoria käytettäessä on mahdollista päästä samoihin suhteellisiin nopeuksiin kuin perinteisellä tekniikalla ja siten pienempiin ihoannoksiin (ESD-arvoihin), poikkeuksena pienet kohteet, joissa on tavoitteena tunnistaa pieniä kontrastieroja [5].

Digitaalidetektorijärjestelmässä kuvauksen suhteellisen nopeuden nosto pienentää kuvanlaatua. Kuitenkin kuvanlaatu voi olla riittävä sille kuvaukselle tai kohteelle, jota tutkitaan. Digitaalidetektorijärjestelmän on ilmoitettu vastaavan filmi/vahvistuslevyjen suhteellista nopeutta 400 [1].

Viitteet

1. Siemens Multix FD/Vertex FD käyttöohje AXB4-210.620.01.01.02.
2. STM:n asetus N:o 423/2009
3. Philips, Digital Diagnost specifications (4512 158 10741/712 2001-09)
4. Röntgenaufnahmetechnik E.A Hoxtex /A.Schenz, ISBN 3-8009-1566-9
5. HUS Lääkintäteknikka, Kuvantamistekniikka vastaanottotarkastukset

6. Karppinen J. Potilasannoksen digitaalisessa kuvantamisessa. In: Servomaa A (toim.). Säteilyturvallisuus ja laadunvarmistus röntgendiagnostiikassa. STUK-A152. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 1998. p. 88-91.
7. Trixell Pixium, Kirsti Baston, Oriola Oy Medion
8. DIGRAD, Test Phantom for Digitale Radiography, Pehamed, www.pehamed.de

Lääketieteellisen röntgentoiminnan laadunvarmistus – Esimerkki Lapin sairaanhoitopiiristä

Seppo Suvanto
Lapin keskussairaala

1. Alkutilanne

- määräykset ja ohjeet ovat lisääntyneet
- työmäärä on lisääntynyt
- laitekanta on eri-ikäistä
- oma korjaus- ja huoltohenkilökunta minimoitu tai nollattu
- laitehuolto ”valuu” yhä etelämmäksi
- kuntien talous huononee

--> laadunvarmistus hankaloituu

2. Laadunvarmistus

Kehityskoneiden seuranta

- laitetoimittajan mittaus ja säätö 1–2 kertaa vuodessa
- röntgenhoitaja valvoo testikuvalla, että kehityskone pysyy normien välissä
 - pimiön suojavalot
 - nopeus
 - kontrasti
 - huntu

Sairaanhoitopiirissä on haettu filmille sama yhteinen tehokas kehitysnopeus, sama kontrasti ja alhainen huntu, vaikka tutkimusmäärät eri työpisteissä ovat hyvinkin erilaisia.

--> tavoitteisiin on päästy

Edut:

- valotettu filmi voidaan kehittää missä terveyskeskuksessa tahansa sairaanhoitopiirissämme

- samanlainen kehitys mahdollistaa generaattoreiden tarkemman seurannan ja vertailun; mm. ESD

Röntgenlaitteiden seuranta

- laitetoimittajan mittaus ja säätö kerran vuodessa
- röntgenhoitaja valvoo fantomimittauksin, että röntgenlaite pysyy normien rajoissa
- jos ongelmia --> mittauskertoja lisätään

Röntgenhoitajien samanlaiset työtavat

- kuvauskilovoltit yhdenmukaistettu eri tutkimuksissa
- sädesuojainten käyttö yhdenmukaista
- vastuu omasta työpisteestä ja työn laadusta
- ongelmia ratkotaan yhdessä

3. Pinta-annos 2002

Dap-mittari; Lapponia

ESD = pinta-annoksen laskeminen säteilytuotosta

- Vertailukelpoisiin mittaustuloksiin pääsemiseksi oli valmistelutöitä tehtävä – samaa fantomia kuvattiin koko sairaanhoitopiirissä samalla kilovoltilla.
--> kuvausarvoja ajettiin lähemmäksi toisiaan
- Virheiden eliminoimiseksi luotiin yhteinen mittauspöytäkirja pinta-annoksen laskemiseksi.
- Valittiin mitattavat tutkimukset
 - thx-teline: thorax pa ja thorax sivu; kv 125–145, 20 potilasta
 - bucky-teline: lanneranka ap; kv 73–81, 20 potilasta.
- Yhteenvedo järjestettiin alueellisen koulutuspäivän yhteydessä 26.11.2002 Lapin keskussairaalassa.

Annostuottovertailu

- thorax-jännitteellä kohonneita annostuottoja

--> annostuotto suuri thorax-kuvauksissa, kun röntgenputkesta puuttuu kupari

ESD-vertailu

- a) thorax -kuvauksessa kohonneita annoksia
 - LKS, Ranua ja Pelkosenniemi
- b) lanneranka AP -annokset normaaleja
 - Ivalo:0,49 (Cu) – vahvistuslevyn nopeus 400
 - Pello 1,86 (-2,7 mmal) – vahvistuslevyn nopeus 250

LKS/huone 3 – lanneranka AP

Potilas	2	163/47	80 kV	ESD	0,63
Potilas	5	164/40	73 kV	ESD	1,07
Potilas	2	163/47	80 kV	ESD	0,63
Potilas	10	166/99	77 kV	ESD	7,88

Onko röntgenhoitaja heikoin lenkki laadunvarmistuksessa?

4. Yhteenveto

- kaikki röntgenhoitajat osallistuvat laaduntarkkailuun
- virheet/oivallukset löytyvät yhdessä helpommin
- keskenäinen tulosten vertailu antaa sisältöä luvuille:
 - samanlaisten laitteiden merkittävät erot mittaustuloksissa tulevat paremmin esille ja johtavat toimenpiteisiin

--> sädeannokset laskevat

--> kuvalaatu paranee

--> digi-kuvaukseen siirtyminen muuttuu helpommaksi

--> koko sairaanhoitopiiriä käsittävä laatutyö antaa röntgenhoitajalle paremman työrauhan tehdä laatutyötä.