

Säteilyannoksen optimointi ja kuvankäsittely

ylifyysikko Jyrki Ruuhonen, Seinäjoen keskussairaala

Yleisesti röntgenkuvauksen säteilyn käytön annosoptimoinnilla tarkoitetaan halutun diagnostisen informaation saavuttamista pienimmällä mahdollisella säteilyannoksella. Se kuinka hyvä kuva kunkin diagnoosin tekemiseen tarvitaan, riippuu eritoten tehtävästä tutkimuksesta, mutta myös osaltaan kuvan tulkitsijasta ja hänen kokemuksestaan. Annosoptimoinnin perusedellytyksenä ovat luotettavasti ja oikein toimivat sekä kyseisen tutkimuksen tekemiseen parhaiten soveltuvat laitteet. Koko röntgenkuvausketju lähtien kuvausarvoista, kuvankäsittelyparametreihin ja kuvan katselumonitoriin sekä kuvan katseluolosuhteisiin asti tulee olla optimoitu. Lisäksi koko ketjun oikea toiminta tulee olla varmistettu säännöllisellä laadunvalvonnalla. Fysikaalisesti onnistunut hyvä digitaalinen kuvadata voidaan pilata kuvan huonolla esityksellä, huonolaatuisella kalibroimattomalla kuvankatselumonitorilla tai pelkästään liian voimakkaan taustavalon omaavilla kuvankatseluolosuhteilla.

Detektorin ja laitteiston ominaisuudet määräävät kuinka hyvään tulokseen annosoptimoinnissa voidaan päästä, mutta kuvausarvojen oikealla valinnalla (kV, mAs, suodatus, rajaus, jne.) ja harkitulla kuvauksen oheisvarusteilla, kuten hajasäteilyhilan käytöllä määritetään kuvan fysikaalinen laatu ja kuvauksen annostasoa. kV-arvon valinnalla määritetään erityisesti kuvan fysikaalinen kontrasti ja mAs-arvolla vastaavasti kuvan kohinan määrä ja annostasoa. Kuvattava kohde on rajattava tarkasti sironnan määrän ja annoksen minimoimiseksi. On valittava optimaalinen suodatus, optimaalinen kuvausgeometria (etäisyys ja projektio) kohteeseen nähden sekä käytettävä sopivaa hilaa paksuilla kohteilla, jotta saatava kuvan laatu ja kuvauksessa käytetty annos tulee optimoitua.

Digitaaliseen kuvantamiseen ja toimenpideradiologian dosimetriaan liittyvässä DIMOND III tutkimusprojektin loppuraportissa kuvanlaatu jaetaan kolmeen laatuiluokkaan: 1) korkeaan (high) eli kuvanlaatuun, joka tarvitaan primääriin diagnostiikkaan, 2) keskitasoon (medium), joka riittää kontrollikuvauksissa ja 3) matalaan (low), jota voidaan käyttää jatkuvan seurannan tapauksissa. Tämä kuvien laatuiluokitus painottaa kuvauksen indikaatiosta lähtevää kuvauksen annosoptimointia. Annosoptimoinnissa apuna ovat kuvauslaitteissa olevat potilaan säteilyannosta mittaavat annosmittarit tai laskennalliset annosnäytöt sekä detektorille tulevan säteilyannoksen annosindikaattorit.

Yhtenä osana optimoinnissa on laitteen kuvausohjelmaan kuuluvan digitaalisen kuvankäsittelyn (image processing) hallinta. Digitaalisella kuvankäsittelyllä tarkoitetaan tavallisesti erityisellä kuvankäsittelyohjelmalla tehtyjä laskennallisia toimenpiteitä kuvadatalle. Näillä toimenpiteillä vaikutetaan kuvassa olevan informaation esitykseen. Kuvauslaitteella kuvankäsittelytoimenpiteet voivat perustua käyttäjän tekemään yksityiskohtaiseen kuvankäsittelyparametrien säätämiseen tai kuvankäsittelyohjelmassa tehtyyn suoraan valintaan erilaisista kuvankäsittelyvaihtoehdoista. Kuvausohjelmassa tehdyn valinnan mukaan voidaan esimerkiksi korostaa kuvassa olevia kudosrajapintoja tai suodattaa kohinaa pois kuvasta. Kuvan tulkinnan kannalta oleellisena asiana on tietää mitä kuvankäsittelytoimenpiteitä on käytettävissä, miten ne vaikuttavat kuvaan ja miten niitä voi parhaiten käyttää hyväksi. Riippuen kuvauslaitteesta ja laitevalmis-

tajasta laitteella on valittavissa erilaisia kuvauskohteita varten suunniteltuja kuvanluentaohjelmia ja näihin ohjelmiin liittyviä erilaisia kuvankäsittelyparametreja voidaan muokata. Kuvanmuodostuksessa laite käyttää kohteeseen määritettyä kuvanluentaohjelmaa ja esittää siten saadun kuvan automaattisesti suoraan luentaohjelman määräämällä tavalla. Kuvanluentaohjelmien kuvankäsittelymenetelmät ja kuvankäsittelyparametrit sekä parametrien nimeämiset ovat hyvin laitevalmistajakohtaisia, mutta tavallisesti käytettävissä on seuraavanlaisia kuvankäsittelymenetelmiä tai niiden muunnelmia: harmaasävyasteikon muokkaaminen (gradation / look-up table processing), kuvasignaalin paikkataajuuksien suodatus (spatial frequency processing) ja epätarkan maskikuvan käyttöön perustuvat menetelmät (adaptive unsharp masking). Kuvankäsittelyn tavoitteena on saada kuvan tärkeä informaatio helpommin havaittavaksi ja siten hallitun kuvankäsittelyn avulla voidaan parhaimmillaan myös alentaa kuvauksessa tarvittavaa säteilyannosta.

Kuvauslaitteelta kuva lähetetään digitaaliseen kuva-arkistoon, jonka kautta se haetaan lausuttavaksi kuvankatselutyöasemalle. Kuvankatselutyöasemalla kuvalle voidaan tehdä edelleen kuvankäsittelytoimenpiteitä riippuen työaseman kuvankatseluohjelmistosta. Kaikista kuvankäsittelytoimenpiteistä pitää yleisesti huomioida, että mikään toimenpide ei kasvata kuvan kokonaisinformaatiota vaan kuvankäsittelytoimenpiteiden tarkoituksena on pyrkiä esittämään kuvan tärkeä kuvainformaatio helpommin havaittavana. Yhden kuvankäsittelytoimenpiteen tekeminen voi parantaa esimerkiksi rajapintojen näkymistä mutta samalla kuvassa näkyvä kohinan määrä kasvaa.

Kirjallisuutta ja lähteitä

- Säteilyturvakeskuksen ”Säteily- ja ydinturvallisuus” -kirjasarjan osa 3: Säteilyn käyttö, toim. Olavi Pukkila, STUK 2004. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja/
- ICRP Publication 93, Managing patient dose in digital radiology, 2005
- DIMOND III, Image quality and dose management for digital radiography, Final report, 2004 <http://www.dimond3.org>
- Computed radiography versus mobile direct radiography for bedside chest radiographs: Impact of dose on image quality and reader agreement., De Boo DW et. al., Clin Radiol. 2011 Sep;66(9):826–32.
- Flat-panel-detector chest radiography: effect of tube voltage on image quality. Uffmann M et. al. Radiology. 2005 May;235(2):642-50.
- Eri laitetoimittajien käyttömanuaalit ja tekniset manuaalit. Manuaaleista löytyy tavallisesti yksityiskohtaista tietoa käyttämäsi laitteen kuvankäsittelymahdollisuuksista ja käytössä olevista kuvankäsittelyparametreista ja niiden vaikutuksesta kuvaan.