

Perusfysiikkaa: Mitä pitää muistaa tehdä eri tavalla kun lapsipotilasta kuvataan?

Ylifyysikko Jyrki Ruuhonen, EPSHP, Seinäjoen keskussairaala, Radiologia

Lasten kuvauksessa on useita huomioitavia erityispiirteitä kuvaustekniikan ja säteilysuojelun kannalta. Lasten säteilyherkkyys on sitä suurempi, mitä nuorempi lapsi on. Ihan pienillä lapsilla säteilyherkkyys on jopa 10 kertaa aikuista suurempi. Lapsipotilaat ovat myös pienikokoisempia, jolloin säteilyherkät sisäelimet ovat lähempänä ihoa ja oman kehon antama suoja on vähäisempi kuin aikuisilla. Toisaalta lasten pienempi koko antaa mahdollisuuden käyttää selvästi pienempää säteilyannosta kuvauksessa kuin aikuisella. Haasteena lasten kuvauksessa on usein myös asettelu ja lapsen paikalla pysyminen kuvauksen ajan. Tämän takia lapsen kuvaukseen kuuluu tavallisesti myös asianmukaisen kiinnityksen järjestäminen ja kuvausajan minimoiminen tarve. Kaikki edellä mainitut seikat kertovat tarpeesta suunnitella lapsen röntgentutkimus aina tapauskohtaisesti. Lasten kuvaus ei saisi olla koskaan rutiniinomainen toimenpide.

Röntgenkuvaustekniikan kannalta röntgenputken jännite, kV-arvo, määrää kuvan kontrastin. kV-arvon pienentyessä kuvan kontrasti kasvaa. Tämän lisäksi röntgensäteilyn energian on oltava oikealla energia-alueella kuvattavien kohde-elinten tiheyden sekä potilaan koon (paksuuden) mukaan. Huomion kiinnittäminen kV-arvon oikeaan valintaan korostuu lasten kuvauksessa, koska lapsen koko vaihtelee suuresti iän mukaan kuin myös saman ikäistenkin lasten välillä. Näin ollen esimerkiksi lasten keuhkokuvauksissa pelkkä iän mukainen kV-arvon valinta ei ole riittävää, vaan huomioon pitää ottaa aina myös lapsen koko.

Röntgenputken virta (mA) määrää säteilyn voimakkuuden koko röntgenspektrin alueella ja siten se myös määrää kuvausajan (säteilytysajan), joka tarvitaan tuottamaan kuvausindikaatio huomioiden riittävän kohinan kuva digitaalisessa röntgenkuvauksessa. Lasten liikeherkkyyden johdosta, käsisäädöillä kuvattaessa mA-valinta tulisi tehdä aina niin, että kuvausaika olisi mahdollisimman lyhyt. Fokuskoon valinta vaikuttaa myös kuvausaikaan. Aikuisia kuvattaessa apuna käytetään tavallisesti kuvauslaitteiston valotusautomaattia, joka säättää röntgen-

putken virtaa ja kuvausaikaa tulevaa säteilyannosta mittaamalla. Lapsilla valotusautomaatin mittakammioiden oikea valinta kuvausasettelun mukaan on kuitenkin sitä haasteellisempaa, mitä pienempi lapsi on kyseessä. Esimerkiksi lasten keuhkokuvauksessa valotusautomaattia voidaan pääsääntöisesti käyttää vasta silloin, kun voidaan varmistua, että mittakammio (tai kammiot) saadaan keuhkojen kohdalle.

Röntgenkuvausenergioilla vallitsevana vuorovaikutuksena on ns. Compton-sironna. Compton sironnassa röntgenfotonin törmäys aineen elektroniin saa aikaan ionisaation (elektronin irtoamisen atomista) ja fotonin energia ja suunta muuttuu. Sironnan määrä kasvaa, kun kenttäkoko, kohteen paksuus ja kV-arvo kasvaa. Sironnan määrän kasvaessa kuvan kontrasti heikkenee ja erotuskyky pienenee. Säteilysuojellisesti kohdealueen tarkka raja on lapsipotilaalla erityisen tärkeää. Tarkan rajauksen vaatimus, lapsen pieni koko (paksuus) ja matalamman kV-arvon käyttö ovat luontaisia etuja kuvanlaadun kannalta. Hilan käytön tarve sironnan pienentämiseksi ja siten kuvan laadun parantamiseksi, tulee kyseeseen vasta isompi kokoisilla lapsilla. Toisaalta käytettävä primäärisäteilyn suodatus (kupari ja/tai alumiini) vähentää röntgenspektrin matalaenergistä potilaaseen absorboituvaa säteilyä pienentäen säteilyannosta. Lasten keuhkokuvauksissa on hyvä käyttää voimakkaana suodattimena toimivaa kuparisuodatusta.

Digitaalisessa röntgenkuvauksessa oleva kuvankäsittelyn (image processing) mahdollisuus on myös huomioitava yhtenä tärkeänä osana kuvausketjua. Digitaalisella kuvankäsittelyllä tarkoitetaan tavallisesti erityisellä kuvankäsittelyohjelmalla tehtyjä laskennallisia toimenpiteitä kuvadatalle. Riippuen kuvauslaitteesta ja laitevalmistajasta laitteella on valittavissa erilaisia kuvauskohteita varten suunniteltuja kuvanluentaohjelmia ja näihin ohjelmiin liittyviä erilaisia kuvankäsittelyparametreja voidaan muokata. Näillä toimenpiteillä vaikutetaan kuvassa olevan informaation esitykseen. Lasten kuvausprotokollat vaativat pääsääntöisesti omia kuvanluentaohjelmia tai kuvauslaitteen luentaohjelmien säätöjen vaikutus kuvaan on ainakin syytä käydä läpi erikseen. Haasteena on, että kuvanluentaohjelmien kuvankäsittelymenetelmät ja kuvankäsittelyparametrit sekä parametrien nimeämiset ovat hyvin laitevalmistajakohtaisia. Tavallisesti käytettävissä on seuraavanlaisia kuvankäsittelymenetelmiä tai niiden muunnelmia: harmaasävyasteikon muokkaaminen (gradation / look-up table processing), kuvasignaalin paikkataajuuksien suodatus (spatial frequency processing) ja epätarkan maski-

kuvan käyttöön perustuvat menetelmät (adaptive unsharp masking). Kuvankäsittelyn tavoitteena on saada kuvan tärkeä informaatio helpommin havaittavaksi ja siten kuvankäsittelyn avulla voidaan parhaimmillaan myös alentaa kuvauksessa tarvittavaa säteilyannosta.

Kirjallisuutta:

1. Lasten röntgentutkimusohjeisto, STUK tiedottaa 1/2005
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/stuk_tiedottaa
2. Säteilyn käyttö, toim. Olavi Pukkila, Säteily- ja ydinturvallisuus kirjasarjan osa 3, STUK 2004.