

Digitaalisen natiivikuvauksen perusteet

Sairaalafyysikko Hanna Matikka, Kuopion yliopistollinen sairaala, Kuvantamiskeskus

Digitaalinen röntgenkuvaus sai alkunsa ensimmäisten kuvalevyjen ilmestyessä markkinoille 1980-luvun alussa. Tuohon saakka – noin 90 vuoden ajan – röntgenkuvat oli otettu ja taltioitu analogisessa muodossa filmeille. Aluksi kuvalevyjen käyttöönottoa hidastivat niiden tekniset vaatimukset, kalleus, hitaus sekä rajoitteet kuvanlaadussa, mutta vähitellen 1990-luvulla kuvalevyjen rutiininomainen käyttö alkoi yleistyä. Noin kymmenen vuotta tämän jälkeen, 2000-luvun alussa, ensimmäiset suoradigitaaliset taulukuvailmaisimet tuotiin kliiniseen käyttöön tarjoten vaivattomamman ja nopeamman vaihtoehdon digitaalisen röntgenkuvan tuottamiselle.

Digitaalinen röntgenkuva muodostuu pienistä suorakulmaisista kuva-alkioista, pikseleistä, joista jokaiseen on tallennettu numerona tieto pikselin harmaasävyarvosta. Kuvan matriisikoko määrittää kuva-alkioiden lukumäärän (ja koon) ja vaikuttaa siihen, kuinka pieniä yksityiskohtia kuvasta voidaan erottaa. Kuvan bittisyys puolestaan määrittää sen, kuinka monta erilaista harmaasävyä kuvassa voi enimmillään olla: kahdeksanbittisessä 256 harmaasävyä, kymmenenbittisessä 1024 jne. Tietokoneen monitorilta katsotun kuvan harmaasävyjen määrään vaikuttaa lisäksi kuvankatseluohjelman ja monitorin bittisyys.

Digitaaliset natiivikuvat voidaan jaotella ilmaisintekniikan perusteella kahteen luokkaan: kuvalevyillä (computed radiography, CR) ja suoradigitaalisilla taulukuvailmaisimilla (digital radiography, DR) tuotettuihin röntgenkuviin. Kuvalevyjen tapauksessa röntgenkuvan muodostuminen tapahtuu erillisen kuvanlukijan avulla, kun taas taulukuvailmaisimilla kuva saadaan ilmaisimelta suoraan sähköisessä muodossa. Taulukuvailmaisimet on edelleen jaoteltavissa kahteen luokkaan sen perusteella muutetaanko säteily ilmaisimessa suoraan sähköiseksi signaaliksi (A-Se-detektorit) vai syntyykö signaali epäsuorasti (CsI ja CsI:Tl-detektorit) siten, että säteily synnyttää ilmaisimessa ensin valoa, joka sitten muutetaan fotodiodeilla sähkövarauksiksi. Epäsuora tapa on nykyisissä natiivikuvaukseen tarkoitetuissa taulukuvailmaisimissa yleisin.

Ilmaisintekniikoiden keskinäiseen vertaamiseen käytetään yleisesti suuretta DQE (Detective Quantum Efficiency). DQE kuvastaa sitä, miten tehokkaasti ilmaisimissa muuttuu tulevan säteilyn käyttökelpoiseksi signaaliksi. Korkeamman DQEn järjestelmässä sama kuvanlaatu saavutetaan pienemmällä säteilyn määrällä. Ideaalidetektorilla DQE on 100 %, jolloin kaikki säteilyn energia absorboituu detektoriin ja siirtyy kuvainformaatioksi. Käytännössä kuvailmaisimen DQE on aina tätä pienempi, koska ilmaisimissa itsessään syntyy kohinaa ja tapahtuu signaalin häviämistä etenkin korkeammilla paikkataajuuksilla. Tällä hetkellä markkinoilla olevien natiivikuvaukseen tarkoitettujen taulukuvailmaisimien DQEt ovat yleisesti välillä 65–75 %. Kuvalevyillä DQEt ovat kuvalevymateriaalista ja lukutekniikasta riippuen n. 30–60 %. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yleensä siirryttäessä kuvalevytekniikasta suoradigitaaliseen kuvaukseen, kuvauksessa käytettävää säteilyn määrää voidaan pienentää n. 30–50 % kuvanlaadun kärsimättä.

Digitaalisella natiivikuvauksella saavutettavia suurimpia etuja on vaivaton ja nopea kuvanmuodostus, tasaisempi kuvanlaatu ja sähköisen kuvansiirron ja -käsittelyn help-

pous. Oleellisena erona on myös kuvareseptorin laajempi dynamiikka, joka digitaalisilla reseptoreilla on luokkaa 1:10 000, kun filmeillä se on noin 1:30. Tämä mahdollistaa sen, että natiivikuvauksia voidaan tehdä onnistuneesti hyvinkin erilaisilla annostasoilla yhtä ja samaa kuvailmaisinta käyttäen. Kuvalevyihin verrattuna taulukuvailmaisimien etuna on ilmaisimen nopeus ja kuvanmuodostuksen vaivattomuus sekä korkeampi DQE, mikä mahdollistaa joko kuvaamisen matalammilla sädeannoksilla tai samaa annostasoa käytettäessä paremman kuvanlaadun. Heikkoutena puolestaan on se, että taulukuvailmaisimet ovat useimmiten laitesidonnaisia, painavampia ja merkittävästi kalliimpia kuin kuvalevyt. Lisäksi taulukuvailmaisimia ei ole saatavilla yhtä monenkokoisina kuin kuvalevyjä.

Käytännössä digitaalinen kuvantaminen on helpottanut röntgenkuvausta ja kuvien käyttöä monin tavoin. Samaan aikaan kuvaukseen käytettävä tekniikka on muuttunut monimutkaisemmaksi, joten nykyaikaisten kuvauslaitteiden, kuvareseptorien ja kuvankäsittelyn hallitseminen on haaste ennen kaikkea laitteistoa käyttävälle röntgenhoitajalle. Vaaranpaikkana onkin, että röntgenhoitajan ammattitaito ja ydinosaaminen hautautuvat automaattisen ja näennäisesti helppokäyttöisen laitetekniikan alle. Tällöin myös tekniikan tarjoamat mahdollisuudet annoksen ja kuvanlaadun optimoinnissa jäävät ainakin osittain hyödyntämättä. Nykyaikaisessa natiivikuvantamisessa olisikin erityisen tärkeää kiinnittää huomiota sekä käyttäjien riittävään perehdytykseen että eri ammattiryhmien tietojen päivittämiseen. Moniammatillinen yhteistyö on perusedellytys laitetekniikan tarjoamien mahdollisuuksien täysimittaiseen hyödyntämiseen sekä kuvanlaadun että annoksen optimoinnissa.

Kirjallisuutta

- Lanca L, Silva A (2013), Digital Imaging Systems for Plain Radiography.
- Körner ym. Advances in Digital Radiography: Physical Principles and System Overview. *RadioGraphics* 2007, 27: 675–686.
- Schaefer-Prokop ym. DR and CR: Recent advances in technology. *European Journal of Radiology* 2009, 72: 194–201.
- Säteilyturvakeskus (2004). Säteily- ja ydinturvallisuus – kirjasarja, Osa 3: Säteilyn käyttö.