

# TT-tekniikan kehityksen suuntaviivat

*Apulaisylifyysikko Mika Kortesniemi, HUS-Röntgen*

---

## **Yleiset kehityssuunnat**

Tietokonetomografian tekninen kehitys on mahdollistanut kuvausten merkittävän nopeutumisen, paikka- ja aikaerotuskyvyn kasvun, parantuneet annosoptimoinnin menetelmät sekä automatisoidumman kuvadatan rekonstruktio- ja analyysiketjun. Samalla kuvadatan määrä tutkimusta kohden on lisääntynyt jopa gigatavun kokoluokkaan. Tällaisiin datamääriin päädytään helposti, mikäli kuvattava alue kattaa esim. traumatopotilaalla käytännössä koko vartalon. Varsinainen kuvausaika saattaa kuitenkin olla vain muutamia sekunteja. Näissä nopeusluokissa hengitysliikkeilläkään ei ole enää perinteistä merkitystä kuvalaatuun.

Annosoptimoitua on paranneltu kehittyneempien mA-modulaatiotekniikoiden kautta. Helikaalikuvauksissa voidaan hyödyntää myös liikuvia säteilykeilan kollimaattoreita, joilla kuvanlaskennan kannalta turhaa säteilytystä helikaalisarjan alku- ja loppupäässä voidaan välttää ja näin alentaa annosta jopa yli 20 % lyhyillä helikaalisarjoilla. Tekniikka on käytössä tai tulossa käyttöön jo useimmilla valmistajilla.

Kuvadatan visualisointiin ja analyysiin tarvitaan perinteisesti erikoisominaisuuksilla ja -ohjelmistoilla varustettuja työasemia. Kasvavien tutkimusmäärien myötä paine uudentyypiseen radiologyöskentelymalliin kuitenkin kasvaa. Internetselainta hyödyntävät etäkäyttösovellukset tarjoavat ratkaisun ainakin yleisimpien kuvakatselutapojen osalta (MPR, MIP, VR, jne.). Etäkäyttöä tukeva palvelin tarjoaa kuvadatan ja analyysiohjelmat verkon yli vaikka läppäriltä käytettäväksi, kunhan internetyhteyden nopeus vain on riittävän suuri. Yhtäaikaista käyttäjiä voi järjestelmästä riippuen olla hyvinkin paljon, jopa kymmenille tuhansille perinteisille aksiaalikuville samanaikaisesti.

## **Leveämmät detektorit**

TT-tekniikan kehityksen potentiaalia kuvaa se, että eri valmistajat ovat päätyneet päätuotteissaan toisistaan vaihteleviin tekniisiin innovaatioihin. Detektorin leveyden ja rivimäärän kasvattamisessa ollaan saavutettu 16 cm:n kattavuus isosentrissä ja 320 leikkeen kuvaus yhden ro-

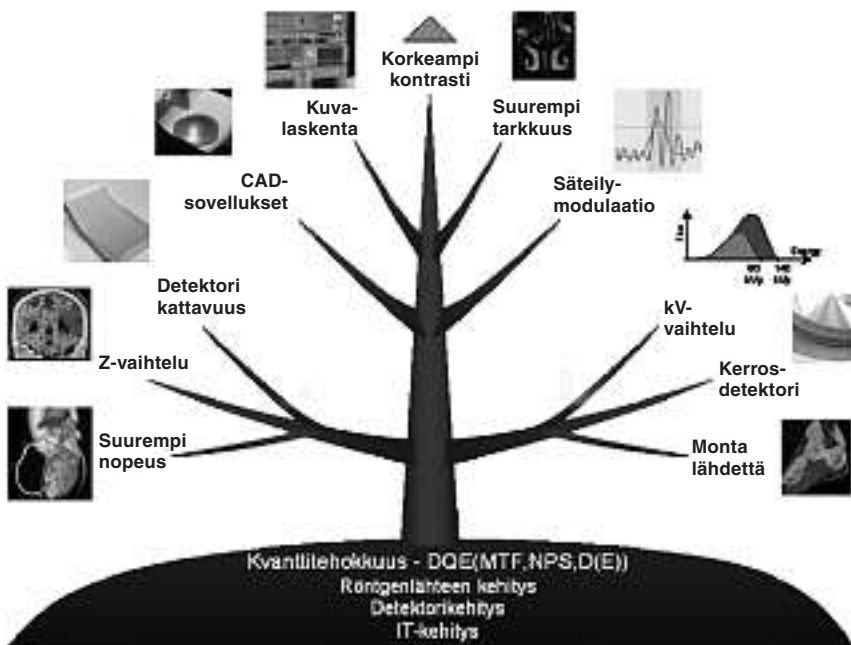
taation aikana (Toshiba Aquilion ONE). Tällä ratkaisulla voidaan kuvata esim. koko aivot tai sydämen alue aortankaarineen yhdellä rotaatiolla ja vastaavasti dynaaminen ja monifaasinen kuvaus on mahdollista korkealla aikaresoluutiolla. Koko sydän voidaan siis kuvata minimissään yhden pulssisyklin aikana. Suurentuneen säteilykeilan ansiosta sironnalla on entistä suurempi merkitys ja tästä syystä leveimmillä detektoreilla turvaudutaan hilan käyttöön.

### **Uusi detektorimateriaali**

Detektorien kehitykseen kuuluu myös uuden tuikemateriaalin kehittäminen, jolla rotaation aikana kerättävä projektiomäärä voidaan kasvattaa yli kaksinkertaiseksi aiempaan verrattuna (Ge CT750 HD). Tämä on mahdollista parantuneiden tuikeominaisuuksien ja herkkyyden ansiosta. Suurempaa projektiomäärää voidaan käyttää kuvanlaadun parantamiseen (0,23 mm resoluutio) tai kahden energiatason kuvaukseen yhden rotaation aikana. Tällöin röntgenputken jännitettä poikkeutetaan esim. 80 ja 140 kVp välillä ja detektorin päässä kerätään näin erilliset alemman ja ylemmän energian kuvadatat saman rotaation aikana. Jälkikäteen kuvadatasta voidaan rekonstruoida haluttuja energiatasoja vastaavia ”virtuaalimonokromaattisia” kuvia, jolloin eri kudosten vaimennusominaisuuksia voidaan hyödyntää paremmin haluttujen kontrastien löytämiseksi.

### **Paranneltu kaksiputkiratkaisu**

Kaksienergiakuvaukseen ja kuvauksen aikaresoluution merkittävään parantamiseen on myös kehitetty paranneltu kahden röntgenputken ja detektorin ratkaisu (Siemens Definition Flash). Kuvausnopeutta voidaan kasvattaa 43 cm/s tasolle, mikä merkitsee esim. triple rule out kuvausta koko ylävartalon alueelle alle yhden sekunnin aikana, jolloin kuvaus voidaan käytännössä toteuttaa ilman hengityspidätystä. Vastaavasti korkean pitchin kuvauksella sydän voidaan kattaa yhden sykkeen aikana nopeana helikaalikuvauksena (250 ms). Toisaalta kaksienergiakuvauksella saadaan luotettavampi varjoaineen ja luukudoksen erottelu, joka helpottaa kuvadatan analyysiä. Potilaspöydän edestakaisella liikkeellä voidaan toteuttaa dynaaminen kuvaus jopa 48 cm:n kuvausalueelle. Vastaavanlaista pöydänliiketekniikkaa on käytössä myös muilla valmistajilla.



## Lyhentyvät rotaatioajat

Paranneltu aikaresoluutio on saavutettu myös entisestään lyhentyneiden rotaatioaikojen avulla, minimissään liikutaan 0,27 sekunnin rotaatioajassa (Philips iCT). Lyhyt rotaatioaika yhdistettynä leveämpään detektoriin mahdollistaa korkealaatuiset kuvat liikkuvasta kohteesta, kuten sydäimestä, tai dynaamisen kuvauksen aivojen alueelta, jossa kuvausalueen pidentämiseen voidaan käyttää pöydän edestakaista liikettä. Paikkaerotuskyvyn ja leikemäärän kasvattamiseen puolestaan voidaan käyttää fokuksipisteen poikkeutusta (kaksinkertainen z-näytteistys), jolla z-suunnassa kerätään käytännössä kaksinkertainen määrä leikedataa.

## Jatkokehitysnäkymiä

Lopussa oleva kuva tiivistää käsitystäni TT-tekniikan suuntaviivoista. Parantuvat röntgenlähteen, detektorin ja kuvailaskennan ratkaisut nostavat järjestelmien tehokkuutta, kuvataan sitä sitten kuvanlaadun tai

annosoptimoinnin kannalta. Teknisestä näkökulmasta tavoite on parantaa kuvauksen kvanttitehokkuutta, jolloin röntgensäteilyä voidaan hyödyntää paremmin kuvatiedon luomisessa.

Karkeasti ottaen kehitys etenee 1) yhä vaativampien dynaamisten ilmiöiden kuvaamiseen hyvällä kuvanlaadulla, esimerkkinä sydämen tutkimukset, ja 2) energiaspesifiin kuvaukseen, jossa pyritään parantamaan eri kudosten erottelua eli kontrastiominaisuuksia. Radiologisen kuvantamisen keskeinen laatusuure on kontrasti ja sen parantaminen avaa merkittäviä uusia diagnostisia sovelluksia TT:n käyttöön. Kuvälaskennan ja visualisoinnin avulla isotrooppista 3D-kuvatietoa voidaan kokonaisuutena hallita paremmin, joka tulee tarpeeseen voimakkaasti kasvavien kuvadatamäärien vuoksi. Annosoptimoinnin osalta spektriä tullaan hyödyntämään jatkossa yhä kehittyneemmillä menetelmillä, jolloin mA-modulaation rinnalla voidaan moduloida myös säteilyenergian jakaumaa.