

TT:n perustekniikka

Touko Kaasalainen (fysikko, HUS-Kuvantaminen)

Röntgentietokonetomografia (TT) on radiologisessa kuvantamisessa yleisesti käytetty modaliteetti. Nykyiset TT-laitteet perustuvat tavallisesti ns. fan beam -tekniikkaan, jossa röntgenputkelta lähtevät röntgensäteet kollimoidaan viuhkanmuotoiseksi keilaksi. Kohdetta säteilytetään röntgensäteilyn avulla useasta eri suunnasta ja säteilyn vaimenemista mitataan lukuisilla detektorielementeillä kuvattavan kohteen vastakkaiselta puolelta. Saaduista projektiokuvista rekonstruoidaan laskennallisesti halutun paksuisia poikkileikekuvia ja edelleen erisuuntaisia reformaattikuvia monipuolista kuvakatselua varten. Tuotetut poikkileikekuvat tarjoavat huomattavasti yksityiskohtaisempaa ja kattavampaa tietoa elimistä kuin tavalliset kaksiulotteiset projektiokuvat, joissa elimet kuvautuvat päällekkäin. Fan beam -laitteiden lisäksi käytössä on myös kartiokeila-TT-tekniikkaan perustuvia laitteita, erityisesti hammas- ja raajakuvaukseen tarkoitetuissa laitteissa. TT-laitteiston toiminta edellyttää yleisesti monialaista teknologian yhteensovittamista, mm. elektroniikka, optiikka, säteilyn havaitseminen ja röntgenfysiikka, matematiikka, tietotekniikka, mekaniikka ja biolääketiede.

TT-laitteiden käyttö erilaisilla lääketieteellisillä indikaatioilla on lisääntynyt huomattavasti runsaan kymmenen viime vuoden aikana laitetekniikassa tapahtuneiden kehitysaskelien myötä. TT-kuvauksia voidaan suorittaa kahdella eri tekniikalla; aksiaalijä ja helikaalikuvauksena. Aksiaalikuvaus tapahtuu pöytä liikkuu säteilytysten välillä, kun taas helikaalitekniikassa pöytä liikkuu gantryssa tasaisesti säteilytyksen aikana. Jatkuvan kuvauksen mahdollistaa ns. slip ring -teknologia, jonka avulla sähköteho voidaan välittää gantryssa 360° pyöriville komponenteille, kuten röntgenputkelle ja detektorille, ilman fyysisiä kaapeleita. Helikaalikuvauksessa yhdistettynä monileikelaitteisiin mahdollistaa nopean kuvauksen prosessin ja lisää TT:n käyttösovellusten laajuutta. Uusimmilla monileikelaitteilla kokokehon TT-kuvauksia voidaan tehdä nopeimmillaan jopa alle viidessä sekunnissa, ja esimerkiksi sydän kuvata yhden sydämen lyönnin aikana. Kuvista saatava diagnostinen informaatio on lisääntynyt laitteiden kehittyessä, mutta samalla kuvien lukumäärät ovat lisääntyneet huomattavasti, mikä on aiheuttanut uusia vaatimuksia kuvankatseluun ja kuvien arkistointiin.

TT-laitteen tärkeimpiä peruskomponentteja ovat röntgenputken, detektorin, slip ringin ja potilaspöydän ohella myös sähkötehon tuottava röntgengeneraattori, säteilykeilan kollimaattori sekä rekonstruktio tietokone. Generaattorin teho vaikuttaa mm. kuvausarvojen valintaan ja isokokoisten potilaiden kuvauksessa vaaditaan usein generaattorilta enemmän tehoa. Valittava kuvausjännite vaikuttaa säteilyn läpionkevuuteen, jonka vuoksi paksuimmilla potilailla voidaan tarvita korkeampaa kuvausjännitettä kuin hoikemmilla potilailla.

Potilaskoon vaihtelu vaikuttaa huomattavasti kuvanlaatuun ja käytettäviin kuvausparametreihin etenkin käytettäessä kiinteitä kuvausarvoja. Nykyisissä laitteissa käytetään usein kuitenkin automaattista putkivirran modulaatiota, joka säätelee käytettävää putkivirtaa riippuen kudosten aiheuttamasta röntgensäteilyn vaimenemisesta siten, että kuvissa näkyvä kohina ja tätä kautta kuvien diagnostinen laatu säilyisi vakiona. Putkivirran modulaatio paitsi vakioi kuvanlaatua niin myös vähentää potilaan säteilyannosta. Putkivirran modulaatio on mahdollista tehdä nykyisissä monileikelaitteissa kolmessa

suunnassa, jolloin tutkimusten optimointi on aiempaa tehokkaampaa. Automaattista putkivirran modulointia käytettäessä on kuitenkin huomioitava, että eri laitevalmistajilla on omat modulaatiomenetelmänsä.

TT-kuvauksen optimoinnissa tulee huomioida paitsi kuvausjännite ja käytettävä putkivirta myös monia muita kuvausparametreja, kuten esimerkiksi kuvauksessa käytettävä kollimaatio, pitch, rotaatioaika, rekonstruktiossa käytettävä leikepaksuus, SFOV (Scan Field of View), DFOV (Display Field of View), rekonstruktioalgoritmi jne. Kuvanlaadun ja potilasannoksen optimointiin on viime vuosien aikana kehitetty myös erilaisia iteratiivisia rekonstruktioimenetelmiä, joiden avulla ALARA-periaatetta voidaan toteuttaa entistä tehokkaammin. Lisäksi uusissa laitteissa on käytössä myös ns. helikaalikuvauksen ylisäteilytysalueen estävä adaptiivinen kollimointi. Viimeisten vuosien aikana on käyttöön tullut myös monienergiälaitteita, jotka mahdollistavat spektraalikuvauksen ja sen tarjoamat uudet käyttösovellukset.