

# Mammografian laadunvalvonta

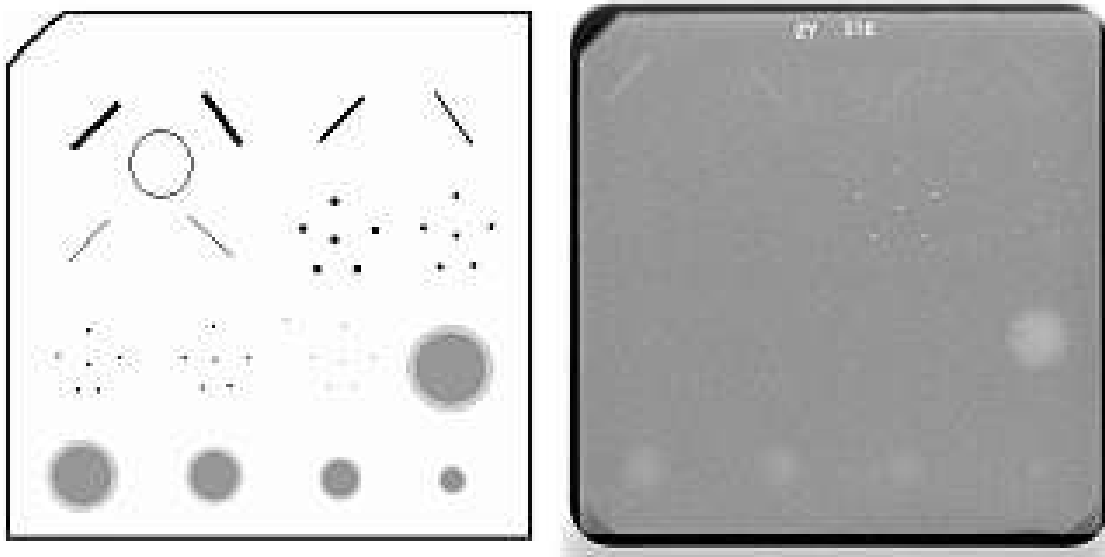
*Ylifyysikko Miika Nieminen, OYS*

---

Säännöllinen tekninen laadunvalvonta on edellytys laadukkaalle mammografiatoiminnalle. Laitteiden laatua tulee valvoa läpi niiden elinkaaren. Mammografialaitteiden laadunvalvonta käsittää pitkälti samat elementit kuin muutkin natiivikuvaukseen perustuvat modaliteetit, mutta testeihin sisältyy käyttösovelluskohtaisia erityispiirteitä, jotka tulee huomioida laadunvarmistuskäytäntöä laadittaessa. Testien suoritustiheys on myös usein tiheämpi modaliteetin erityisten kuvanlaatuvaatimusten vuoksi. Koska mammografiatoiminta Suomessa on käytännössä täysin digitalisoitunut käsitellään ilmaisinten osalta seuraavassa vain levykuvantajärjestelmien (CR, engl. computed radiography) ja taulukuvailmaisimien (DR, engl. direct radiography) laadunvalvontaa.

Kuten muissakin röntgensäteilyyn perustuvissa modaliteeteissa, tulee mammografiassa varmistua koko kuvantamisketjun laadusta. Tämä käsittää röntgengeneraattorin, röntgenputken, kuvaustelineen, kuvailmaisimen ja mahdollisen kuvalukijalaitteen sekä työasemanäytön laadunvalvonnan. Säteilyturvakeskus on julkaissut suosituksensa mammografialaitteiden laadunvalvonnasta osana terveydenhuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopasta [1]. Muita suosituksia mammografian laadunvalvonnan suorittamisesta on julkaistu Euroopan unionin alueella mm. EUREF:n ja IPEM:n toimesta [2, 3].

Röntgengeneraattorin, röntgenputken ja kuvaustelineen tekniset testit suoritetaan vähintään kerran vuodessa. Näihin kuuluvat röntgenputken jännitteen tarkkuuden määrittäminen, virran ja sähkömäärän tarkkuuden määrittäminen sekä säteilyntuoton mittaus kaikilla energioilla, fokusmateriaaleilla ja suodatusmateriaaleilla. Laitteen vastaanoton yhteydessä määritetään jännitteen aaltomuoto sekä suodatus puoliarvopaksuusmittauksin. Jatkossa suodatuksen tarkastamiseksi riittää valotusautomaatin jälkinäytön seuraaminen kuvattaessa vakiofantomia vakioasetuksilla. Potilasta jäljitteleväksi testikappaleeksi soveltuu testeihin esim. 45 mm paksuinen tasainen PMMA-kappale. Valotusautomaatin paksuuskompensaation testaus suoritetaan eripaksuisia (esim. 20, 40 ja 60 mm) PMMA-levyjä käyttäen. Rinnan kompressiotoiminta ja -voima tarkistetaan kalibroidulla vaa'alla sekä mahdollisen biopsiajärjestelmän oikea toiminta tarkistetaan. Annosindikaattorin kalibroinnin tarkkuus



*Kuva 1. ACR-fantomin kaaviokuva (vasemmalla) ja mammografialaitteella otettu kuva (oikealla). Kuvasta tulisi erottua vähintään 4/6 kuitua, 3/5 kalkkiryhmää ja 3/5 massaa.*

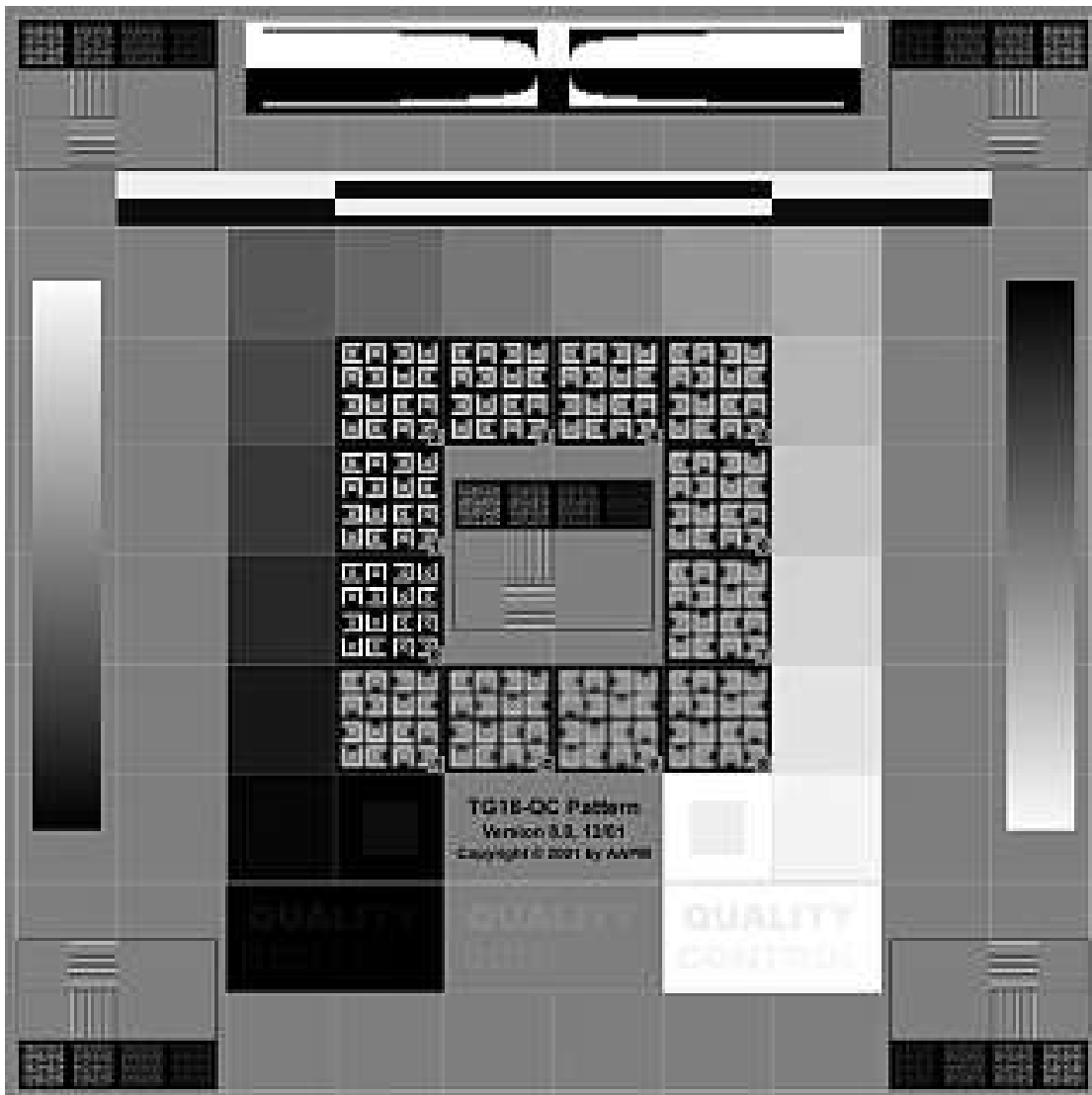
tarkistetaan. Mikäli laite on varustettu annosnäytöllä tulee sen oikeellisuus varmistaa joko säteilyntuottomittauksista määrittämällä tai soveltuvan testikappaleen ja ionisaatiokammion avulla [4]. Korjausrajat em. teknisille testeille on esitetty STUK:n laadunvarmistusoppaassa [1].

Mammografiassa kliiniselle kuvalaadulle asetetut vaatimukset ovat korkeammat kuin muissa röntgentutkimuksissa. Tämän vuoksi teknistä kuvanlaatua seurataan tiheämmin aikavälein. Seulontamammografialle suositellaan kuvalaatutestejä vähintään kerran viikossa [1]. Yleisimmin käytetty testikappale on amerikkalaisen radiologijärjestön ACR:n käyttämä fantomi, jota on menestyksekkäästi käytetty järjestön akkreditointiohjelmassa [5]. Testikappale jäljittelee mammografiakuvissa tyypillisesti esiintyviä löydöksiä ja rakenteita, ja siitä otetusta kuvasta määritetään eri kokoisten massojen, mikrokalkkien ja säikeiden näkyvyys (kuva 1). Myös muita vastaavia testikappaleita on kehitetty mammografian kuvanlaadun arviointiin. Antropomorfisia fantomeja käyttämällä saadaan parempi käsitys laitteiden kliinisestä suorituskyvystä. Oli käytetty testikappale mikä tahansa, fantomikuvan visuaalinen tarkastelu on syytä tehdä samalta diagnostiselta työasemanäytöltä, jota käytetään varsinaisten mammografiakuvien tulkinnessa.

Testikappaleen kuvaamiseen ohella tulee arvioida digitaalisten järjestelmien tuottaman kuvan tasaisuutta ja kuvavirheet kuten raidat (CR) ja pikselivirheet (DR) ja epätasaisuudet eksponoimalla kuvalevy ilman fantomia. Kuvalevylukijoiden laadunvalvonta tehdään normaaliin tapaan määrittämällä kuvalevyn luennan täsmällisyys, ja arvioimalla aiheutuuko kuvailmaisimen aikaisemmasta säteilytyksestä jäännöskuvaa. Jäännöskuvatesti on tärkeä myös taulukuvailmaisimien laadunvalvonnassa. Eräät laitevalmistajat ovat kehittäneet ilmaisimiaan varten omia testikappaleita ja automaattisia analyysiohjelmia laadunvarmistusta helpottamaan. Analyysiohjelmien avulla voidaan testikappaleesta määrittää mm. ilmaisimen modulaation siirtofunktio (MTF, engl. modulation transfer function) sekä kuvan signaali- ja kontrastikohinasuhde. Huolimatta testien tuottamista yksityiskohtaisista teknisistä tiedoista testien suoritus on usein suoraviivaista ja helppoa, ja voidaan tarvittaessa toteuttaa laitteen käyttäjien toimesta. Laitteiden huoltoon kuuluu säännöllinen ilmaisimen vahvistuksen, lineaarisuuden ja pikselivirheiden kalibroiminen. Näiden toimenpiteiden tarve voi käydä ilmi laitevalmistajan tarjoamissa yksityiskohtaisemmissa testeissä.

Työasemanäytön laadunvalvonta on oleellinen osa laadukasta mammo-grafiatoimintaa. Radiologin toimesta on syytä arvioida kuvankatseluolosuhteita ja kuvanlaatua testikuvaa käyttäen (kuva 2) vähintään kerran viikossa, mielellään päivittäin ennen työskentelyn aloittamista. Myös kuvauskonsolin näytön laatua on syytä seurata säännöllisesti. Näyttöjen tekniset laadunvarmistusmittaukset on syytä tehdä vähintään kerran vuodessa. Näissä mittauksissa seurattavia ominaisuuksia ovat kuvavääristymät, heijastukset, kontrastikynnys, kirkkaus-, harmaasävykalibrointi-, tasaisuus- ja kohinaominaisuudet, resoluutio, bittisyvyys sekä pikselivirheet [1, 6]. Kliinisen kuvalaadun arviointiin kannattaa valita hyviä kliinisiä mammo-grafiakuvia.

Mammografian kuvantamisketjun kaikkien osien säännöllisellä laadunvalvonnalla varmistetaan, että kuvantamisketjun toiminta ja kuvanlaatu on optimaalista.



*Kuva 2. AAPM-TG18-QC -testikuva työasemanäytön laadun arviointiin. Kuvan keskellä ja kulmissa on resoluution tarkistamiseen käytettävät testikohteet (pysy- ja vaakaviivastot ja Cx-merkit). Keskustan ympärillä on Cx-merkkien terävyyden ilmaisemiseksi käytettävät isompikokoiset arvosteluesimerkit. Niiden ympärillä on 18 eri kirkkautsista neliötä, joiden tulee erottua toisistaan. Tummin ja vaalein neliön sisällä on pienemmät neliöt ja muiden neliöiden nurkissa matalakonstrastiset kohteet; niiden tulee myös erottua. ”QUALITY CONTROL” -tekstien kirjainten avulla arvioidaan, että kontrastikynnys on säilynyt ennallaan. Kuvan laidoilla on kirkkausrampit, joiden tulee näkyä portaattomana kirkkausmuutoksena. Kuvan yläosassa olevien mustavalkoisten kohteiden rajakohdissa ei tulisi näkyä häiriöitä. Testikuvan viivojen tulisi näyttää suorilta, ja neliöiden neliömäisiltä.*

## **Kirjallisuutta**

1. STUK tiedottaa 2/2008. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen laadunvalvontasuositus. Helsinki, 2008.
2. European Commission. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. Fourth Edition. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2006. [www.euref.org](http://www.euref.org)
3. Institute of Physics and Engineering in Medicine (IPEM). Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X-ray imaging systems. IPEM Report No. 91. York: IPEM; 2005.
4. STUK tiedottaa 1/2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. Helsinki, 2004.
5. Destouet JM, Bassett LW, Yaffe MJ, Butler PF, Wilcox PA. The ACR's Mammography Accreditation Program: Ten Years of Experience Since MQSA. *J Am Coll Radiol* 2005;2:585–594.
6. Samei E, Badano A, Chakraborty D, Compton K, Cornelius C, Corrigan K, Flynn MJ, Hemminger B, Hangiandreou N, Johnson J, Moxley-Stevens DM, Pavlicek W, Roehrig H, Rutz L, Shepard J, Uzenoff RA, Wang J, Willis CE. Assessment of display performance for medical imaging systems: Executive summary of AAPM TG18 report. *Medical Physics* 2005;32:1205–1225.