

**RÖNTGENHOITAJIEN NATIIVITYÖASEMIEN NÄYTTÖJEN
SUORITUSKYKY JA KUVANKATSELUOLOSUHTEET**

Pilottitutkimus Oulun yliopistollisessa sairaalassa

Marko Jumisko
Timo Koivuperä
Opinnäytetyö
Syksy 2012
Radiografian ja sädehoidon kou-
lutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakou-
lu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Tekijät: Timo Koivuperä ja Marko Jumisko

Opinnäytetyön nimi: Röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskyky ja kuvankatseluolosuhteet – Pilottitutkimus Oulun yliopistollisessa sairaalassa

Työn ohjaajat: Anja Henner ja Aino-Liisa Jussila

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2012

Sivumäärä: 39+4

Röntgenhoitajan natiivityöaseman näyttöjen laitekanta on muuttunut viime vuosien aikana. On siirrytty valotauluista kuvaputkinäyttöjen kautta LCD-näyttöihin. Tämä muutos on tuonut mukanaan haasteita tekniselle laadunvalvonnalle ja kuvankatseluolosuhteille. Röntgenhoitajan natiivityöasema on digitalisoitunut ja on verrattavissa päätetyön tekemiseen, joka on puolestaan tuonut haasteita työpisteen säädettävyydelle. Kiinnostuimme aiheesta, koska röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen tekninen suorituskyky, kuvankatseluolosuhteet ja työpisteen säädettävyys vaikuttavat röntgenhoitajan natiivityöskentelyn sujuvuuteen, ergonomiaan ja potilasturvallisuuteen. Röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskykyä, kuvankatseluolosuhteita ja työpisteen säädettävyyttä ei ollut ennen tutkittu. Pilottitutkimuksemme suoritimme Oulun yliopistollisessa sairaalassa.

Pilottitutkimuksemme tarkoituksena oli kartoittaa Oulun yliopistollisen sairaalan röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskyky, kuvankatseluolosuhteet ja työpisteen säädettävyys. Pilottitutkimuksemme tavoitteena on kehittää röntgenhoitajan työolosuhteita, parantaa potilasturvallisuutta sekä kehittää laadunvarmistusta.

Pilottitutkimuksemme oli kvantitatiivinen tutkimus, ja aineistonkeruumenetelmänä olivat strukturoidun lomakkeen avulla tehdyt mittaukset ja havainnot. Tutkimusaineistoon valikoitui ne Oulun yliopistollisen sairaalan radiologisten yksiköiden natiivikuvantamisessa käytettävät näytöt, joista röntgenhoitajat hyväksyvät otetut natiivikuvat ja lähettävät ne pitkäaikaiseen arkistointiin.

Mittausten perusteella röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskyvyssä, kuvankatseluolosuhteissa ja työpisteiden säädettävyudessa on parantamisen varaa. Laittekanta ei ole kaikilta osin DICOM- kalibroitu, ja etenkin luminanssin minimi arvojen osalta ei yksikään näyttö täyttänyt suosituksia. Valaistus on työpisteissä liian kirkas, eikä kaikissa työpisteissä voi valaistusta säätää ollenkaan. Monissa työpisteissä työpöydän korkeutta ei voinut säätää ollenkaan, kuten ei myöskään kaikkien näyttöjen korkeutta.

Tämän pilottitutkimuksen havaintojen perusteella on mahdollista kehittää kuvankatseluolosuhteita ja työpisteen säädettävyyttä terveydenhuollon röntgenkuvantamisyksiköissä sekä toteuttaa laadunvalvontaa pilotoidulla tavalla.

Asiasanat: Työasemanäyttö, röntgenhoitaja, kuvankatseluolosuhteet, ergonomia, laadunvalvonta, röntgenkuvat, radiografia, pilottitutkimus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy

Authors: Timo Koivuperä and Marko Jumisko

Title of thesis: Assessment of Display Performance, Lighting and Ergonomics of X-ray Workstation Displays: A Pilot Study in Oulu University Hospital

Supervisors: Anja Henner ja Aino-Liisa Jussila

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2012 Number of pages: 39+4

There has been a change in x-ray workstation displays in the recent years from CRT displays to LCD displays. This change has brought new challenges to technical quality control. The digitalization of x-ray workstations has moved the work of radiographers closer to office work and this change presents new challenges to workstation ergonomics and lighting. We conducted our pilot study in Oulu University Hospital.

This pilot study assessed the display performance, lighting and ergonomics of x-ray workstation displays in Oulu University Hospital. The purpose of this pilot study is to improve the working conditions of radiographers, to improve patient safety and to improve quality control of the x-ray workstations.

This pilot study used quantitative methods for data collection. We measured and visually evaluated the display performance, lighting and ergonomics of x-ray workstations in Oulu University Hospital. In our data collection we used an illuminance meter for measuring ambient lighting, telescopic and near-range luminance meters for measuring luminance, a metric measure for measuring ergonomics and a magnifying glass for assessing test patterns on the displays. Data was analyzed with statistical methods calculating range, mean and standard deviation for the variables.

Findings revealed that there are much to be improved in the display performance, lighting and ergonomics of x-ray workstations. Many of the display devices are not DICOM calibrated and do not fulfill the acceptance criteria suggested for them. Lighting is generally high and at many workstations it cannot be adjusted at all. The ergonomics of the workstations is poor because the height of many tables and display devices cannot be adjusted.

With the findings of this pilot study it is possible to improve the working conditions of radiographers and to make quality control measurements in the piloted way.

Keywords: Workstation display, quality control, radiography, x-ray pictures, lighting, ergonomics, pilot study

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	RÖNTGENHOITAJAN NATIIVITYÖASEMAN NÄYTTÖJEN SUORITUSKYKY, KUVANKATSELUOLOSUHTEET JA SÄÄDETTÄVYYS	7
	2.1 Röntgenhoitajan natiivityöasema	7
	2.2 Röntgenhoitajan natiivityöaseman näyttöjen suorituskyky	9
	2.3 Röntgenhoitajan natiivityöasemien kuvankatseluolosuhteet ja säädettävyys	12
3	TUTKIMUSONGELMAT	15
4	TUTKIMUSMETODOLOGIA	16
5	TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN.....	17
	5.1 Aineiston rajaus.....	17
	5.2 Mittaus- ja havainnointivälineet.....	17
	5.3 Aineiston keruu	19
	5.4 Aineiston analysointi.....	21
6	TUTKIMUSTULOKSET	23
	6.1 Tutkimusaineiston kuvaus.....	23
	6.2 Röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskyky	24
	6.3 Röntgenhoitajien natiivityöasemien kuvankatseluolosuhteet	27
	6.4 Röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen ja työpöytien säädettävydet	28
7	POHDINTA	29
	7.1 Tutkimustulosten tarkastelu ja johtopäätökset	29
	7.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys	31
	7.3 Omat oppimiskokemukset.....	33
	7.4 Jatkotutkimushaasteet	34
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Röntgenhoitajan digitalisoitunut työympäristö on muuttanut laadunvarmistuksen tarvetta. Röntgenhoitajan natiivityöasemien laitteistojen valmistajia on paljon, ja laitteiden ominaisuudet heikkenevät ajan mukana, joten on tärkeää säännöllisesti tarkastella näytön ominaisuuksien riittävyyttä tarkoitettuun käyttöön. Liukkosen (2010, 102, 106.) mukaan näyttöjen laadunvalvonnassa on vielä paljon kehittämisen varaa, kun radiologisissa yksiköissä kokonaan ilman laadunvalvontaa jäi 60–80 % näytöistä ja keskimäärin vain 13 % näytöistä oli tehty vastaanottotarkistus. Terveyskeskuksissa 77 % vastaajista ei tiennyt tehdäänkö näytöille ollenkaan laadunvalvontaa muiden toimesta. Myös Annala (2004, 62 - 63) tutki pro gradu -tutkielmassaan kuvatyöasemanäyttöjen kuvanlaadun laadunvarmistusohjeistuksen tasoa radiologisissa kuvantamisyksiköissä ja hänen kyselynsä vastaajat totesivat valmiutensa huonoiksi ja vajavaisiksi.

Röntgenhoitajan työskentely on nykyään joiltain osin verrattavissa toimistotyöskentelyyn, koska digitalisoitunut työympäristö on muuttanut vanhat säätöpöydät työasemiksi ja potilastietojärjestelmät ovat muuttuneet sähköisiksi tietojärjestelmiksi. Digitaalisen kuvantamisen yleistyessä ovat röntgenhoitajan työpisteen valotaulut korvautuneet näytöillä. Näyttöjen mukaantulo on tuonut tullessaan muutokset röntgenhoitajan työpisteen olosuhteiden vaatimuksille. Röntgenhoitajan työasema näyttöineen on ensimmäinen fyysinen elementti, missä kuvauksessa syntynyttä kuvaa katsotaan ja arvioidaan. Sen perusteella tehdään päätös joko tutkimuksen tai sen osan uusimisesta tai tutkimuksen päättämisestä ja kuvien lähettämisestä kuva-arkistoon. Huonot kuvankatseluolosuhteet saavat hyvän kuvan näyttämään huonolta hyvältä näytöltä ja voivat pahimmillaan johtaa turhaan tutkimuksen uusimiseen. Tällöin tuhlataan röntgenosaston resursseja ja aiheutetaan turhaan potilaalle ylimääräistä säteilyrasitusta. Waaler ja Hoffman (2010, 4) totesivatkin tutkimuksessaan, että digitalisoitumisen myötä syyt uusintakuville ovat muuttuneet valotuksesta johtuvista enemmän asettelusta ja laitteiston käytöstä johtuviksi.

Työpisteen ja näytön säädettävyys vaikuttavat oleellisesti näytöltä havaitun kuvan laatuun. Hyvä säädettävyys mahdollistaa hyvät työskentelyasennot ja optimaaliseen ku-

vankatselukulmaan pääsemisen. (Rissanen 2006, 6; Työpaikan ergonomian tarkastusohje, Jääskeläinen 2010, hakupäivä 23.5.2011).

Röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskykyä, kuvankatseluolosuhteita ja työpisteen säädettävyyden vaikutusta kuvankatseluolosuhteisiin ei ole tutkittu. Liukkonen (2010) ja Annala (2004) ovat tutkineet radiologien ja klinikoiden käyttämien näyttöjen laatua ja laadunvalvontaa, mutta kummankaan tutkimus ei ole käsitellyt röntgenhoitajien käyttämiä näyttöjä.

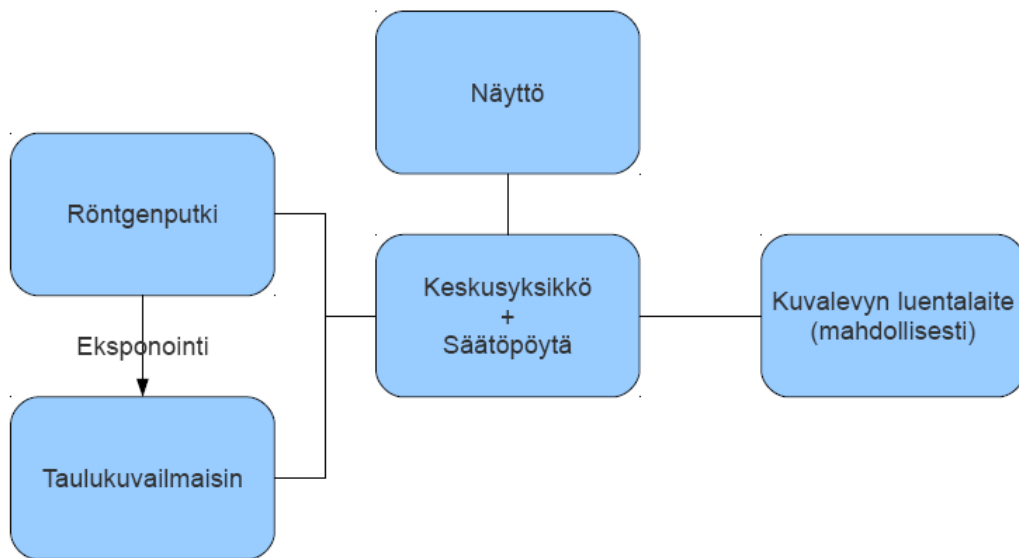
Tämän pilottitutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen tämän hetkinen suorituskyky, kuvankatseluolosuhteet ja työpisteen säädettävyys yleisellä tasolla, eikä yksilötasolla Oulun yliopistollisessa sairaalassa. Näyttöjen hyvä laatu ja oikeanlaiset kuvankatseluolosuhteet parantavat potilasturvallisuutta, koska tarpeettomien uusintakuvausten mahdollisuus pienenee. Tutkimuksemme tavoitteena on kehittää röntgenhoitajan työolosuhteita sekä parantaa potilasturvallisuutta. Hyvät näytöt ja kuvankatseluolosuhteet nopeuttavat röntgenhoitajan toteuttaman tutkimuksen kulkua. Hyvä ja monipuolinen työpisteen säädettävyys mahdollistaa hyvien kuvankatseluolosuhteiden luomisen erikokoisille työntekijöille ja parantaa työolosuhteita. Pilottitutkimus toteutettiin Oulun yliopistollisessa sairaalassa.

2 RÖNTGENHOITAJAN NATIIVITYÖASEMAN NÄYTTÖJEN SUORITUSKYKY, KUVANKATSELUOLOSUHTEET JA SÄÄDETTÄVYYS

Röntgenhoitajan työaseman kuvankatseluolosuhteisiin vaikuttavat näytön tekniset ominaisuudet, työtilan valaistus ja pintamateriaalien ratkaisut. Työpisteen säädettävyys puolestaan mahdollistaa, että erikokoiset työntekijät voivat säätää työpistettä päästäkseen itselleen sopiviin optimaalisiin kuvankatseluolosuhteisiin. Tässä kappaleessa määrittelemme röntgenhoitajan natiiviyöaseman sekä käymme läpi tärkeimmät näyttöjen suorituskykyyn, kuvankatseluolosuhteisiin ja säädettävyyteen liittyvät asiat.

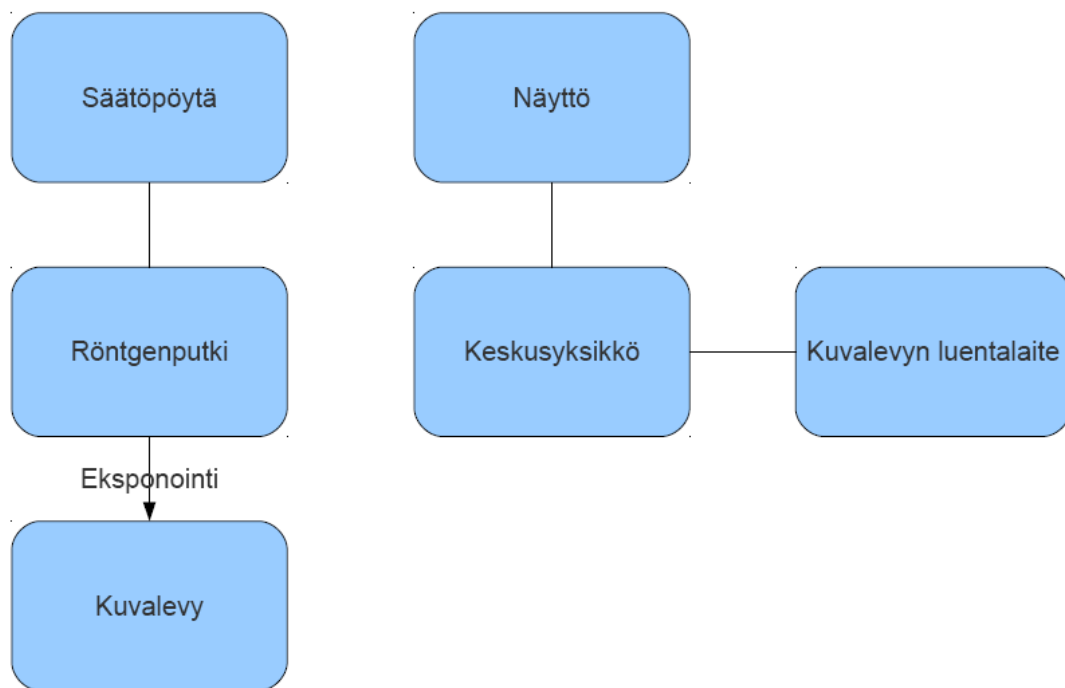
2.1 Röntgenhoitajan natiiviyöasema

Röntgenhoitajan natiiviyöasema on röntgenosastolla säätö- tai ohjaustilassa sijaitseva yksikkö, jolla tarkastellaan kuvauksessa tuotetut kuvat, käsitellään niitä, tehdään kuvaan tutkimuksen vaatimat merkinnät ja joko hyväksytään kuva ja lähetetään se pitkäaikaisarkistoon tai päätetään uusia tutkimus. Säätö- tai ohjaustila ei kuulu valvontaluokkaan, eikä aina tarkkailualueeseen, mutta jos säätö- tai ohjaustila on vain osittain tai ylhäältä tai sivuilta avoin voidaan se luokitella tarkkailualueeksi. (Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009, liite B.) Säteilyturvakeskus määrittelee röntgenhoitajan natiiviyöaseman näytön sekundaarisesti monitoriksi (Terveystieteiden tutkimuskeskuksen laadunvalvontaopas 2008, 59). Natiivikuvantamisjärjestelmiä on olemassa kahdenlaisia: taulukuvailmaisjärjestelmiä ja kuvalevyjärjestelmiä. Esittelemme näiden järjestelmien kokonpanojen erot.



KUVIO 1. Taulukuvailmaisinjärjestelmän kokoonpano.

Taulukuvailmaisinjärjestelmässä (digital radiography, DR) taulukuvailmaisain muuttaa havaitun röntgensäteilyn epäsuorassa konversiossa valon kautta sähköiseksi informaatioksi ja suorassa konversiossa puolestaan suoraan sähköiseksi informaatioksi. Syntynyt informaatio siirtyy kuvana työaseman näytölle. Järjestelmään kuuluu röntgenputki, taulukuvailmaisain ja järjestelmää ohjaava ja tiedon tallentava keskusyksikkö näyttöineen. Työaseman keskusyksikkö sisältää itsessään myös säätepöydän, jolla ohjataan järjestelmää. (Jurvelin 2005, 38.) Taulukuvailmaisinjärjestelmän etuna on järjestelmän kompakti koko ja nopea kuvanmuodostus (Lanca & Silva 2009, 60–61). Kuvausjärjestelmään on voitu liittää kuvalevyn luentalaite, jolla voidaan lukea kuvalevyille otettuja kuvia.



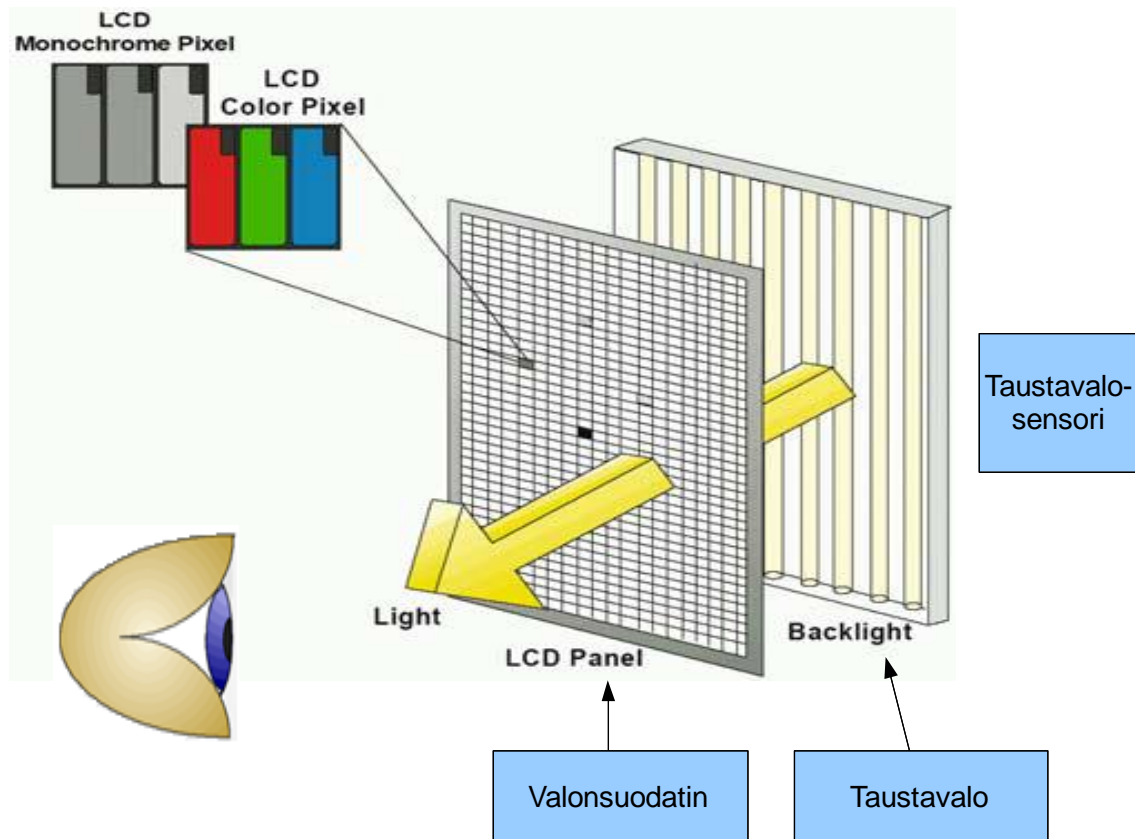
KUVIO 2. Kuvalevyjärjestelmän kokoonpano.

Kuvalevyjärjestelmillä (computed radiography, CR) työasema on erikseen säätöpöydästä ja työasemaan liittyy kuvalevynluentalaite, keskusyksikkö ja näyttö. Kuvalevyjärjestelmä perustuu epäsuoraan konversioon, jossa kuvalevyn sisällä on IP-levy (image plate, IP), johon eksponoinnin aikana muodostuu latentti kuva kohteesta. Kuvalevy luetaan kuvalevyn luentalaitteella, jossa viritystilat puretaan punaisen lasersäteiden avulla tapahtuvalla stimuloinnilla, jolloin viritystilat purkautuvat ja synnyttävät aallonpituudeltaan lyhyempää valoa. Tämän valon intensiteetti luetaan kuvalevynluentalaitteessa, josta kuva tallennetaan tietokoneelle digitaalisessa muodossa. (Lanca & Silva 2009, 59–60.) Työasemalla kuvaan tehdään tarvittavat merkkaukset ja muutokset. Järjestelmässä röntgenputken hallinta ja säädöt tehdään säätöpöydästä.

2.2 Röntgenhoitajan natiivityöaseman näyttöjen suorituskyky

Nykyään LCD-tekniikka (Liquid Crystal Display, eli nestekidenäyttö) on syrjäyttänyt vanhan kuvaputkitekniikan (CRT, cathode ray tube) sekä radiologisissa yksiköissä (Liukkonen 2010, 62) että terveyskeskuksissa (sama, 65). Tästä johtuen keskitymme

esittelemään pelkästään LCD-näyttöjen tekniikkaa ja kuvankatseluun olennaisesti liittyvät ominaisuudet.



KUVIO 3. LCD-näytön läpileikkaus (mukaiillen Kimpe 2006, 77.)

LCD-näytössä on perusrakenteena taustavalo, kaksi polarisaatiosuodinta, nestekidesolut sekä läpinäkyvät elektrodit. Nestekidesoluissa jokainen solu edustaa yhtä pikseliä. Väri-näyttöissä yksi pikseli muodostuu kolmen päävärin punaisen, vihreän ja sinisen avulla suodattamalla. Taustavalo tuotetaan yleensä kylmäkatodiloistelampulla ja tasoitetaan optisten valonohjainten ja valon hajoittajien avulla näyttöruudulle. (Fetterly ym. 2008, 195–196; Silvekoski 2001, 11–12.)

Yksi merkittävimmistä nestekidenäytön (Liquid Crystal Display, LCD) ominaisuuksiin vaikuttavista tekijöistä on taustavalon luminanssin hiipuminen. Taustavalo hiipuu ja heikkenee ajan myötä, sen puoliintumisaika on 30 000–50 000 tuntia. Taustavalon ajoit-taista hiipumista on vaikea havaita silmämääräisesti. (Fetterly, Blume, Flynn & Samei, 2008, 198.) Näyttöjen suorituskykyyn vaikuttavat tärkeimmät ominaisuudet ovat lumi-nanssi, kontrasti ja resoluutio. Mikään yksittäinen ominaisuus ei ole näytön suoritusky-

vyn mittari, vaan ominaisuudet vaikuttavat toisiinsa. (Ekholm & Peltola 2009, 23; Liukkonen 2010, 33.)

Luminanssi eli valovoima, kuvastaa näytön pinnalta lähtevän valon voimakkuutta. Luminanssin voimakkuus mahdollistaa paremman harmaasävyjen erottumisen. Luminanssiin vaikuttaa voimakkaasti näytön pinnan heijastusominaisuudet. Näytön luminanssilla on voimakas vaikutus kuvan kontrastiin. (Liukkonen 2010, 24.) Näytön luminanssilla on vaikutusta myös silmän rasiustasoon, jos luminanssi on liian pieni tai liian iso, joten näytön kirkkauden oikealla säädöllä on tärkeä merkitys silmän rasiuksen kannalta (Carrein 2003, 9). On myös huomioitavaa, että jos näyttöä käytetään jatkuvasti maksimi kirkkausasetuksilla, se pienentää huomattavasti taustavalon käyttöikää (Thompson, Koller & Eatough 2007, 259).

Kontrasti kuvaa näytön 100 %:n valkoisen ja mustan tason välistä suhdetta. Parempi kontrastisuhde mahdollistaa suuremman JND (just noticeable difference)-indeksin, joka tarkoittaa pienintä silmin havaittavaa harmaasävyeroa. Kontrastiherkyyteen vaikuttavat kohteen koko, valaistustaso, varjonmuodostus ja värit. (Liukkonen 2010, 24.) Näytölle heijastunut valon hajasäteily ja taustavalo heikentävät kontrastia (Barten 1999, 179; Thompson, Koller & Eatough 2007, 259).

Resoluutio eli erotuskyky määrittää näytöllä näkyvien pikseleiden määrän ja yksittäisen pikselin koon. Mitä suurempi resoluutio on, sitä tarkempi näytöllä näkyvä kuva on. Riittämätön näytön resoluutio huonontaa kuvien sisältämien pienten yksityiskohtien huomaamista. (Liukkonen 2010, 29.)

DICOM -kalibroinnilla tarkoitetaan DICOM-standardin (Digital Imaging and Communications in Medicine) osiossa PS 3.14 määriteltyä Grayscale Standard Display Function (GSDF)-näyttöfunktioita. Funktion tarkoituksena on suhteuttaa näytön pikseliarvot näkymään selvästi kirkkaustasojen muuttuessa ja standardoidun GSDF-funktion avulla yhtenäistetään kuvien näkyvyyttä, vaikka näyttöjen ominaisuudet olisivatkin erilaisia. (Digital Imaging and Communications in Medicine 2009, 5.) Näyttöfunktio perustuu ihmissilmän kontrastiherkyyteen, joka on vähemmän herkempi havainnoimaan suhteellisen pieniä muutoksia tummilla kuvan alueilla kuin kuvan kirkkailla alueilla. Tä-

män vuoksi on helpompi havainnoida suhteellisen pieniä luminanssin vaihteluita kuvan kirkkailla alueilla. (sama, 11.)

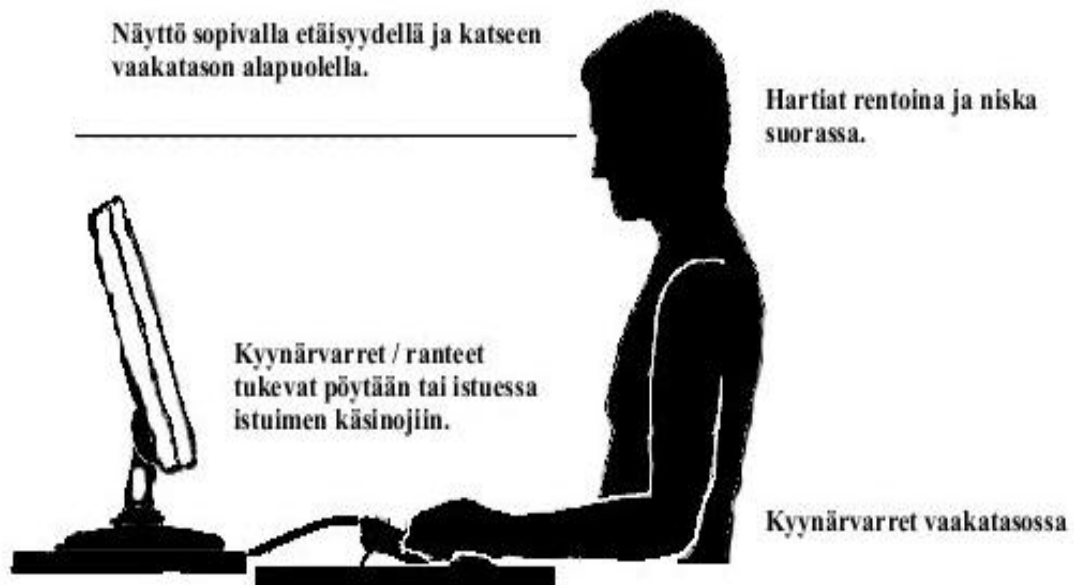
2.3 Röntgenhoitajan natiivityöasemien kuvankatseluolosuhteet ja säädettävyys

Illuminanssi kuvaa ympäristöstä näytön etupintaan tulevan valon määrää. Korkea illuminanssi heikentää kuvan laatua näytöllä eli kuvankatseluympäristön valaistuksella on suuri vaikutus näytöllä näkyvän kuvan laatuun. (Liukkonen 2010, 25; Thompson 2007, 259.) Illuminanssi siis kuvaa huoneen valaisimista ja mahdollisista ikkunoista suoraan näytölle tuleva tai jonkin pinnan kautta heijastuvaa valon määrää. Alhaisilla illuminanssitasoilla visuaalinen erotuskyky on parempi, kuin korkeilla illuminanssitasoilla (Chen & Lin 2004, 173). Diagnostiselle näytölle on ehdotettu illuminanssin tasoksi 25–40 luksia, jolloin valaistus olisi miellyttävä silmälle ja mahdollistaisi hyvän työskentelyn radiologisella työasemalla (Brennan, McEntee, Evanoff, Philips, O’Connor & Manning 2007, 180).

Työtila	Illuminanssi (luksia)
Leikkaussali	300–400
Ensiapu-tilat	150–300
Sairaalan osastot	200–250
Toimistot	50–180
Röntgen (TT, MRI, NM)	15–60
Röntgen (natiivisanelu)	2–10

TAULUKKO 1. Kuvankatseluympäristöjen tyypillisiä illuminanssiarvoja (mukaeltu Samei ym. 2005, 1213.)

Katselukulma kertoo, kuinka laajasta katselusektorista voidaan näyttöä katsoa ilman että kuvanlaatu kärsii oleellisesti. Katselukulma ilmaistaan asteina vaaka- ja pystysuunnassa. (Liukkonen 2010, 28.) Taustavalosta lähtevä valo kulkee usean kerroksen läpi ja heikkenee voimakkaasti tämän seurauksena. Katselukulmaa voidaan parantaa lisäämällä näytön uloimpaan kerrokseen kalvo, joka sirottaa valoa laajemmalle katselukulmalle. (Silvekoski 2001, 10.)



KUVIO 4. Työpisteen ergonomia (mukaiillen Rissanen 2006, 6.)

Työpisteen työtason korkeus ja näyttöruudun asento ja korkeus tulisi olla säädettävissä siten, että työntekijän on mahdollista työskennellä rennossa ja oikeassa seisoma- tai istuma-asennossa. Hyvässä työskentelyasennossa hartioiden tulee olla rennot ja niska suorassa. Kyynärvarret tulee olla vaakatasossa ja kyynärvarret tai ranteet tulee tukeutua pöytään tai istuimen käsinojiin. Näytön täytyy sijaita näkemisen kannalta sopivalla etäisyydellä ja katseen vaakatason alapuolella. (Rissanen 2006, 6). Seisomatyössä työpisteen korkeuden säädöllä on tärkeä merkitys, jotta päästäisiin tehokkaan työskentelyn alueelle. (Työpaikan ergonomian tarkastusohje, Jääskeläinen 2010, hakupäivä 23.5.2011) Hyvän työpöydän työtason tulee olla helppo ja yksinkertainen säätää ja työtason tulee olla vaalea ja kiiltämätön. (Bilund-Rytkönen 2004, 16; Rissanen 2006, 9–10.) Röntgenhoitajan natiivityöaseman työpöydän ja näytön etupinnan välinen etäisyys testikuvien katselussa tulee olla 30 cm American Association of Physicists in Medicinen (AAPM) ohjeistuksen mukaan. (Samei 2005, 68.)

Suomessa Säteilyturvakeskus (STUK) ohjeistaa laadunvalvonnan viranomaisohjeistuksella ja tiedotteilla. Säteilyturvakeskus myös valvoo laadunvalvonnan toteutumista ja kehittämistä yhtenä osana kliinistä auditointia. (Säteilylaki 27.3.1991/592. 53 §.) Säteilyturvakeskus suorittaa tarkastuksia määräaikaissä, mutta myös yleensä toiminnan alkamissa tai loppuessa tai oleellisesti muuttuessa tai uuden laitteen käyttöönoton yhteydessä

(Terveydenhuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas 2008, 11). Laadunhallinnasta ohjeistetaan säteilyturvallisuusohjeissa (Säteilytoiminnan turvallisuusperiaatteet 2005, 6.5) ja säteilylaissa (Säteilylaki 27.3.1991/592, 40 §). Säteilyturvakeskuksen ohjeistuksen pohjana on toiminut AAPM:n 2005 julkaisema suositus ” Assessment of display performance for medical imaging systems”, jossa käydään läpi tärkeitä kuvanlaatuun vaikuttavia näytön teknisiä ominaisuuksia.

3 TUTKIMUSONGELMAT

Pilottitutkimuksemme tarkoituksena on kuvailla, millaiset ovat röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen tämänhetkinen suorituskyky, kuvankatseluolosuhteet ja työpisteen säädettävyydet. Vertaamme saatuja tuloksia olemassa oleviin suosituksiin ja standardeihin. Pilottitutkimuksen tavoitteena on, että tämän lähtötilaselvityksen pohjalta on mahdollista kehittää kuvankatseluolosuhteita ja työpisteen säädettävyyttä terveydenhuollon röntgenkuvantamisyksiköissä sekä toteuttaa mittaukset pilotoidulla tavalla.

Tutkimusongelmat:

1. Millainen on röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskyky?
2. Millaisissa kuvankatseluolosuhteissa röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjä käytetään?
3. Millaiset ovat röntgenhoitajan natiivityöaseman näytön ja työpöydän säädettävyydet?

4 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Tutkimuksemme on kvantitatiivinen, koska pyrimme kuvailevalla analyysillä etsimään vastauksia röntgenhoitajan natiivityöasemien näyttöjen suorituskyvyn, kuvankatseluolosuhteiden ja työpisteen säädettävyyden arviointiin. Työmme tarkoituksena on myös kuvailla millaiset ovat Oulun yliopistollisen sairaalan kuvantamisyksiköiden röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen suorituskyvyn, kuvankatseluolosuhteiden ja työpisteen sekä näyttöjen säädettävyyden tilanne. (ks. Boglan & Biklen 1992, 50–52; Heikkilä 2008, 14). Tutkimuksessamme kuvailemme tutkittavaa asiaa numeraalisesti metrimittaa, suurennuslasia, Unfors Luxi -mittaria ja Konica Minolta LS-110 -luminanssimittaria käyttäen (ks. Vilkkä 2005, 49). Tutkimuksemme sijoittuu objektiivis-teoreettiseen tutkimuskenttään, koska tutkimuksemme taustalla on rationaalis-empiirinen tieteellinen ajatustraditio, jossa tavoitteena on tulosten yleistettävyys vastaavissa kuvantamisyksiköissä. (ks. Tutkijan positio, Virtuaali ammattikorkeakoulu, hakupäivä 24.2.2012).

Käytämme tutkimuksessamme deduktiivista tutkimusstrategiaa, koska olemme johtaneet tutkittavat asiat teorian tiedosta ja tarkastelemme ilmiöiden piirteitä käytännössä. Deduktiivisen tutkimusotteeseen kuuluvat kaikki matemaattisen osoittamisen keinot, kuten meidän tutkimuksessa käyttämämme tilastolliset analyysin työkalut. (Deduktiivisen päättelyn logiikka, Virtuaali ammattikorkeakoulu, hakupäivä 24.2.2012.)

Tutkimuksessamme keräämme aineistoa systemaattisesti havainnoimalla testikuvia silmämääräisesti suurennuslasia käyttäen, mittaamalla luminanssia luminanssimittarilla, il-luminanssia ja DICOM-kalibraatiota luksimittarilla ja työpisteen säädettävyyttä metrimitalla. Systemaattinen havainnointi puolestaan edellyttää strukturoidun havainnointilomakkeen tekemistä (Liite 1–4), jonka perusteella järjestelmällisesti havainnoidaan tutkittavia asioita. (ks. Vinkka 2005, 76.)

5 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

Pilottitutkimuksemme suorittamisessa etenimme vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa kokosimme tutkimuksemme viitekehyksen tuoreimmista alan tutkimuksista ja raporteista. Toisessa vaiheessa muodostimme viitekehyksemme perusteella tutkimusongelmamme, joiden muodostumisen jälkeen teimme strukturoidut mittaus- ja havainnointilomakkeet, jotka puolestamme esitetasimme. Esitestauksen jälkeen kolmantena vaiheena sovimme kuvantamisyksiköiden kanssa aikataulun aineiston keräämiselle. Neljännessä vaiheessa syötimme aineiston taulukoihin ja analysoimme ne ja analyysin perusteella teimme johtopäätöksemme.

5.1 Aineiston rajaus

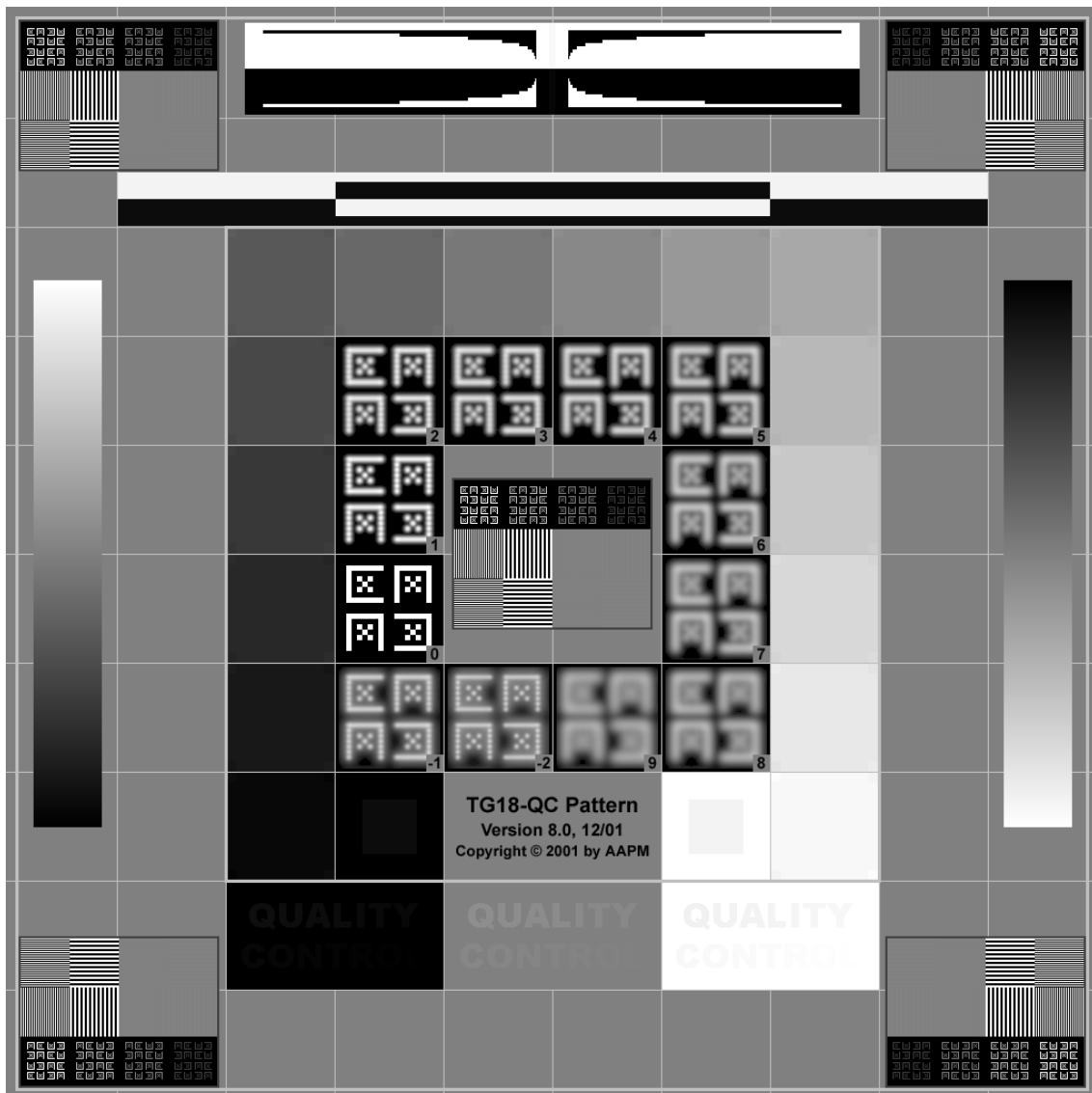
Tutkimukseen valitsimme Oulun yliopistollisen sairaalan radiologiset yksiköt, joissa röntgenhoitajat ottavat natiivikuvia: avohoitotalon röntgen, eteläinen keskusröntgen, hammas- ja suusairauksien röntgen, Haukiputaan röntgen, lasten röntgen ja päivystysröntgen. Aineistoon sisällytettiin näiden yksiköiden röntgenhoitajien natiivikuvantamisessa käytettävät LCD-näytöt, joista kuva hyväksytään ja lähetetään pitkäaikaiseen arkistointiin.

Valitsimme Oulun yliopistollisen sairaalan radiologiset yksiköt tutkimuksen kohteiksi siksi, että erikoissairaanhoidolain (1.12.1989/1062) mukaan yliopistolliset sairaalat tuottavat erikoissairaanhoidon palveluja, joten käytettäviltä laitteilta vaaditaan korkeaa tasoa. Potilasturvallisuuden vuoksi on tärkeää selvittää millaiset ovat yliopistollisen sairaalan röntgenosastojen näyttöjen todellinen laatu ja kuvankatseluolosuhteet.

5.2 Mittaus- ja havainnointivälineet

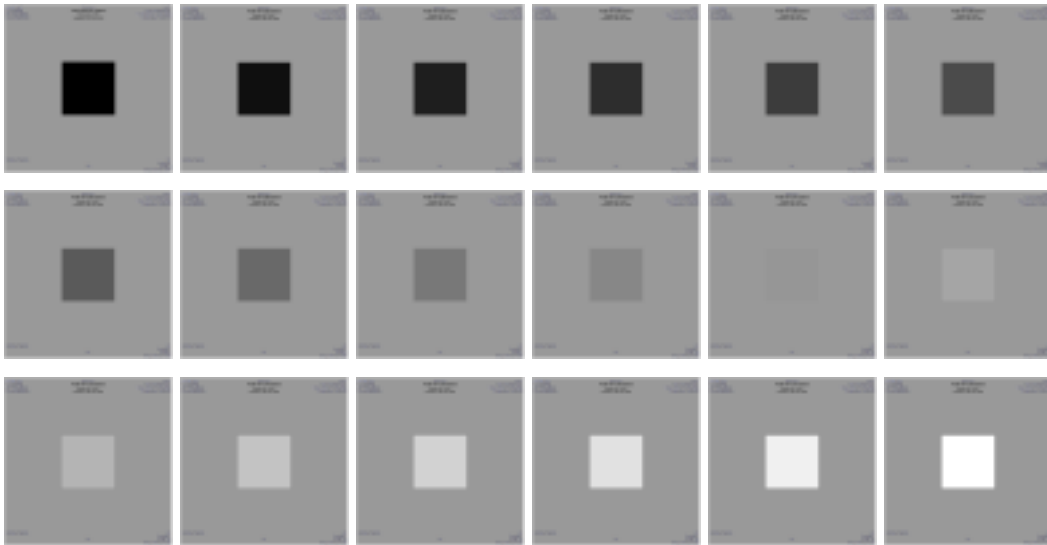
Tutkimuksessa teimme mittaukset Unfors Luxi -mittarilla, Konica Minolta LS-110 -luminanssimittarilla, mittanauhalla, sekä suurennuslasilla. Unfors Luxi -mittarilla mittasimme illuminanssia ja testikuvista näytön DICOM-kalibraatiota. Konica Minolta LS-110 -mittarilla mittasimme luminanssia. Mittanauhalla mittasimme työpöydän säädettä-

vyyttä, sekä näytön etäisyyttä työpöydän etureunasta. Suurennuslasilla arvioimme TG18-QC -testikuvaa näytöiltä.



KUVIO 5. American Association of Physicist in Medicinen tekemä TG18-QC testikuva kuvamonitorien laadunvarmistukseen (Samei 2006, hakupäivä 25.5.2011.)

Testikuvina käytimme AAPM:n tekemiä testikuvia TG18-QC, jonka avulla arvioitiin näytön paikkaerotuskykyä, kulmariippuvuutta, kohinaa, kontrastia ja kuvan tasaisuutta. DICOM-harmaasävykalibraation mittaamisessa käytimme TG18-LN1–TG18-LN18 testikuvista 18 eri harmaasäryn arvoa.



KUVIO 6. AAPM:n tekemät TG18-LN–TG18-LN18 testikuvat DICOM-kalibraation mittaukseen (mukaillen Samei 2006, hakupäivä 25.5.2011.)

Mittausten ja havainnointien kirjaamiseen käytimme strukturoituja lomakkeita (ks liitteet 1–4), jotka olimme rakentaneet käyttäen apuna Esa Liukkosen väitöskirjaa (Liukkonen 2010, 156–158), sekä Jääskeläisen tekemää työpaikan ergonomian tarkastusohjetta (Jääskeläinen 2010, hakupäivä 23.5.2011).

5.3 Aineiston keruu

Sovimme yksiköiden kanssa etukäteen aikatauluista. Sovimme, että tullessamme tekemään havainnoiteja ja mittauksia paikalla olisi henkilökuntaan kuuluva röntgenhoitaja, joka pystyisi vahvistamaan, että mittaukset tehdään todellisissa kuvankatseluolosuhteissa.

Huoneen valoisuutta, eli illuminanssia, mittasimme Unfors Luxi -mittarilla, joka asetettiin sammutetun näytön etupuolelle anturi kohti huonetta. Tällöin mittari mittasi ympäristöstä näytön etupintaan tulevan valon voimakkuuden (Liite 1).

Näytöltä heijastuvan valon voimakkuutta, eli luminanssia, mittasimme Konica Minolta LS-110 -mittarilla. Mittari suunnattiin kohtisuoraan kohti näytön keskikohtaa yhden metrin etäisyydeltä. Mittarin focus asetettiin yhteen metriin.

DICOM-kalibraation mittasimme Unfors Luxi -mittarilla mitaten näytöltä 18 eri harmaasävyarvoa testikuvista TG18-LN1–TG18-LN18. Mittarin mittaussosaan kiinnitettiin luminanssiputki, joka painettiin näytön etupintaa vasten testikuvan keskelle. Tällöin mittaus tapahtui aina samalta etäisyydeltä (Liite 1).

Arvioimme silmämääräisesti pimeältä näytöltä mahdollisesti heijastuvat kohteet, esim. valaisimet, ikkunat, yms. (Liite 1).

Arvioimme TG18-QC -testikuvasta silmämääräisesti suurennuslasin avulla näytön suorituskykyä. Testikuvasta arvioidaan seuraavat asiat:

1. Onko testikuvan mittasuhte on oikea ja sijaitseeko kuva näytön aktiivisen alueen keskellä?
2. Näyttääkö testikuva stabiililta ja normaalilta?
3. Näkyykö testikuvassa kohinaa?
4. Näkyvätkö testikuvan pystysuorat, liukuvan kirkkauden palkit kirkkaudeltaan portaattomasti muuttumina?
5. Eroavatko testikuvan keskialuetta ympäröivät kirkkausportaikon eri portaat toisistaan ja erottuvatko myös neliöiden nurkissa olevat pienikontrastiset kohteet?
6. Erottuvatko kirkkaimman ja tummimman portaan sisällä näkyvät pienikontrastiset neliöt?
7. Onko testikuva tasainen? Näkyvätkö samaa pikseliarvoa vastaavat pinnat yhtä kirkkaina?
8. Mitkä ovat testikuvan keskellä ja reunoissa olevien Cx-merkkien terävyysluokittelut?
9. Näkyykö testikuvan ylälaidassa olevissa mustavalkoisten kuvioiden rajapinnoissa virheitä?
10. Toistuvatko testikuvan keskellä ja reunoissa olevat viivaparit oikein?

(Liite 2)

Mittasimme röntgenhoitajan natiivityöaseman työskentelytason korkeuden säädettävyyttä mittanauhan avulla mittaamalla matalimman ja korkeimman kohdan, mihin työpiste säätyy. Mittanauhalla mittasimme työskentelytason etureunan ja näytön etupinnan

välisen etäisyyden. Arvioimme, oliko näytön korkeus ja katselukulma säädettävissä (Liite 3).

Työpisteen säädettävyyden mittauksilla ja arvioinneilla oli tarkoitus selvittää työpisteen säädettävyyden monipuolisuutta. Mitä monipuolisemmat ja laajemmat säädettävyydet työpisteellä on, sitä paremmin erikokoiset työntekijät pääsevät optimaaliseen kuvankatseluasentoon.

Havainnoimme myös työpisteen lähettyvillä olevien valaisimien voimakkuuden säätömahdollisuudet. Selvitimme, lähteekö valo valaisimesta ylä- vai alasuuntaan sekä heijastuuko valaisimien lähettämä valo katselijan silmiin. Tarkastelimme, olivatko työsken- kentelytaso ja seinät matta- vai kiiltäväpintaisia. (Liite 4).

5.4 Aineiston analysointi

Tutkimuksemme tuloksia analysoimme kuvailevan tilastoanalyysin menetelmillä, joilla pyrimme kuvailemaan tutkittavien asioiden määrällisiä muuttujia. Taulukoimme mittaus- ja havainnointitulokset Microsoft Excel 2010 -ohjelmalla. Syötimme DICOM-kalibraatiomittausten tulokset EUREF:n valmiiseen laskentakaavioon (EUREF 2009, hakupäivä 28.2.2012), joka laskee mittaustuloksista näyttökohtaiset GSDF-luminanssivasteet. DICOM-kalibraatiomittauksista taulukoimme erikseen L_{\max} ja L_{\min} arvot, joille määrittelimme vaihteluvälin, aritmeettisen keskiarvon ja keskihajonnan. Iluminanssin ja luminanssin mittaustaulukoiden pohjalta teimme kaaviot tulosten jakautumisesta ja määrittelimme tulosten vaihteluvälin, aritmeettisen keskiarvon ja keskihajonnan.

Kuvankatseluolosuhteiden havainnointitulokset analysoimme havainnointilomakkeiden pohjalta tehtyjen taulukoiden avulla. Vertasimme havaittuja tuloksia saman natiivivä- työaseman mitattuihin tuloksiin ja pohdimme asioiden mahdollista syy-seuraussuhdetta. Säädettävyyden havainnointitulosten pohjalta pohdimme, mahdollistiko natiivivä- aseman säädettävyyden eri ihmisten pääsyn hyvään työskentely- ja kuvankatsomisasentoon.

Aineiston analyysissä etenimme vaiheittain. Ensimmäisenä vaiheena oli tulosten taulu- kointi. Toisena vaiheena oli taulukoiden tulkinta. Kolmantena vaiheena oli tulosten ver-

tailu olemassa oleviin AAPM:n ja STUK:n antamiin suosituksiin. Neljäntenä vaiheena oli johtopäätösten vetäminen.

6 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimuksessamme mittasimme 17 eri röntgenhoitajan natiivityöpisteen näyttöä kuu-
della eri Oulun yliopistollisen sairaalan yksikössä: avohoitotalon röntgen, eteläinen kes-
kusröntgen, hammas- ja suusairauksien röntgen, Haukiputaan röntgen, lasten röntgen ja
päivystysröntgen.

Kaikkia mittauksia emme saaneet tehtyä kaikille näytöille sen takia, ettei niissä saanut
testikuvia TQ18-LN1–TG18-LN18 näkyville ilman laite-edustajan huoltokäyntiä. Kai-
kista kosketusnäytöistä emme saaneet mitattua kaikkia DICOM -mittauksia.

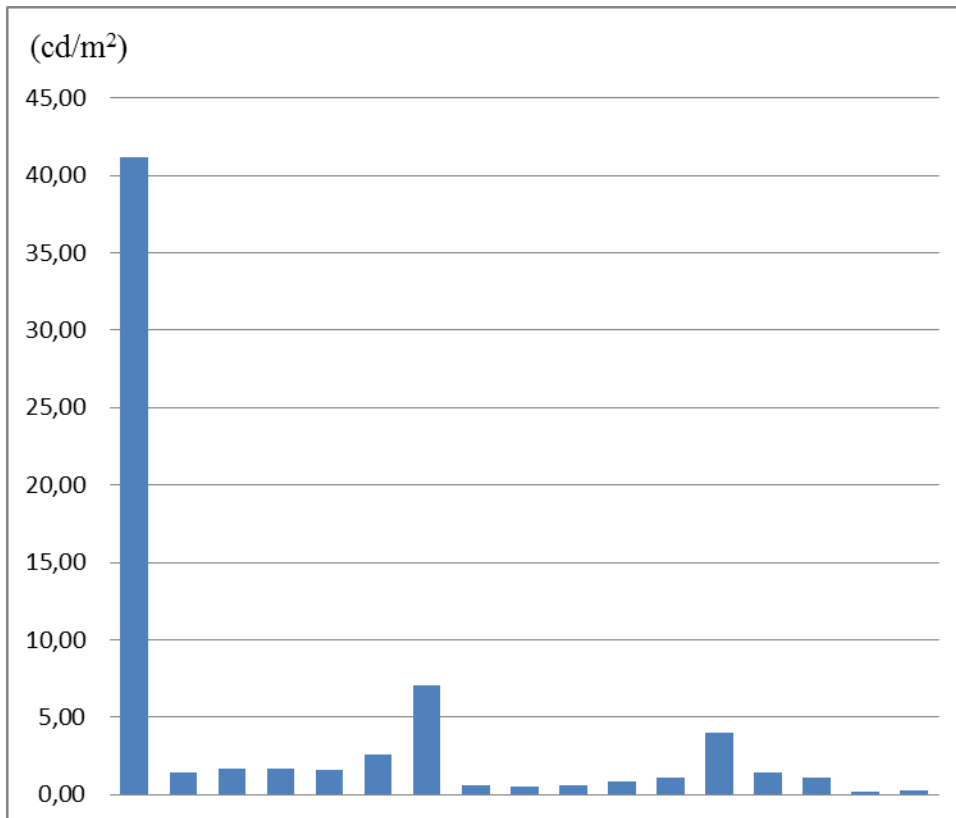
6.1 Tutkimusaineiston kuvaus

Tutkimusaineisto koostui Oulun yliopistollisen sairaalan kuvantamisyksiköiden rönt-
genhoitajien natiivityöasemien näytöistä. Näytöt jakaantuivat eri osastojen kesken tau-
lukko 2:n osoittamalla tavalla. Kaikki tutkimukseen sisältyneet näytöt olivat tekniikal-
taan LCD-näyttöjä.

Kuvantamisyksikkö	Näyttöjen lukumäärä
Avohoitotalon röntgen	4
Eteläinen keskusröntgen	3
Hammas- ja suusairauksien röntgen	2
Haukiputaan röntgen	1
Lasten röntgen	3
Päivystysröntgen	4
Yhteensä	17

TAULUKKO 2. Näyttöjen jakautuminen eri kuvantamisyksiköiden kesken

6.2 Röntgenhoitajien natiiviyöasemien näyttöjen suorituskyky

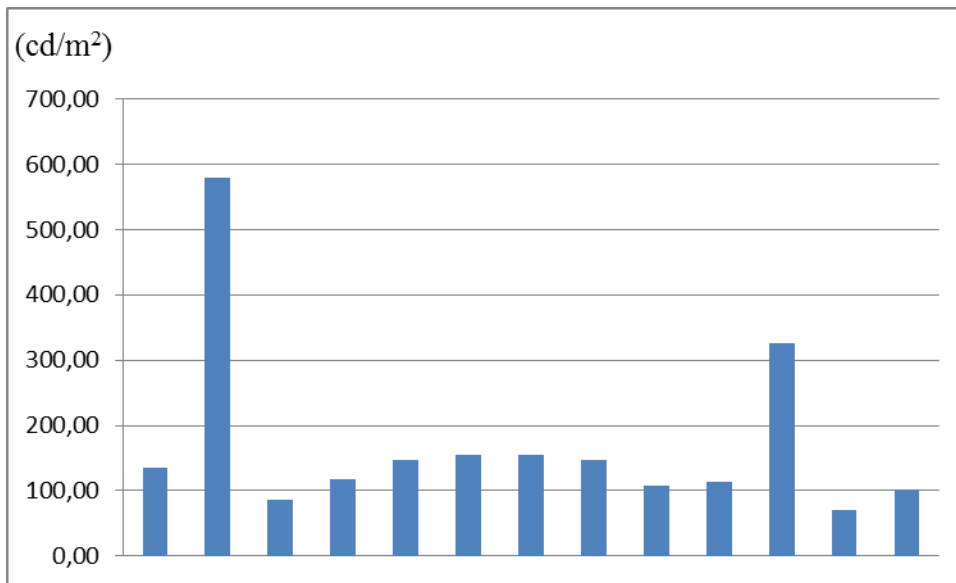


KUVIO 7. Luminanssin jakauma mitattujen näyttöjen kesken ($n = 17$)

Luminanssi kuvaa näytöltä heijastuvan valon voimakkuutta. Luminanssiin vaikuttaa voimakkaasti näytön pinnan heijastusominaisuudet. Näytön luminanssilla on voimakas vaikutus kuvan kontrastiin (Liukkonen 2010, 24). Ainoastaan kahdella mitatulla näytöllä oli luminanssin voimakkuus yli 5 cd/m^2 . Näistä toisella luminanssi oli yli 40 cd/m^2 . Luminanssin vaihteluväli oli $W=[0,18, 41,47]$, aritmeettinen keskiarvo puolestaan oli $3,98 \text{ cd/m}^2$ ja keskihajonta oli $9,73 \text{ cd/m}^2$.

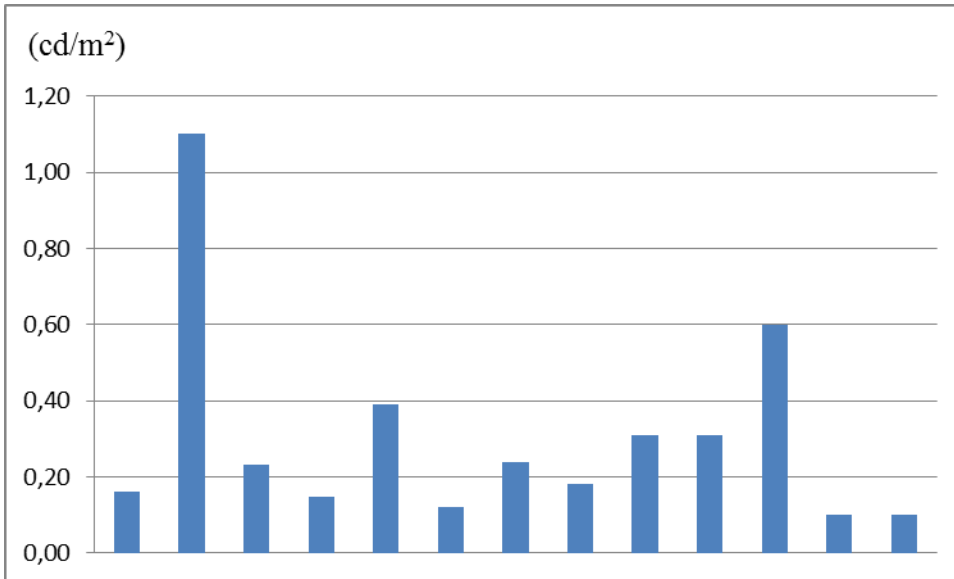
DICOM-kalibraatio tarkoittaa DICOM-standardissa määriteltyä GSDF-näyttöfunktioita, jonka tarkoituksena on suhteuttaa näytön pikseliarvot näkymään selvästi kirkkaustasojen muuttuessa. GSDF-funktiolla yhtenäistetään kuvien näkyvyyttä, vaikka näyttöjen ominaisuudet olisivatkin erilaisia. (Digital Imaging and Communications in Medicine 2009, 5.) DICOM-kalibraatiossa oli mittausten mukaan vain kolme näyttöä, mutta täytyy ottaa huomioon, että neljältä Philipsin työaseman näytöltä emme saaneet näkyviin mittauksiin tarvittavia testikuvia. Kahdelta kuvalevyjärjestelmän työaseman näytöl-

tä saatu mitattua kaikkia tarvittavia testikuvia kosketusnäytön takia. Kahdeksan mitattua näyttöä ei siis ollut DICOM-kalibraatiossa.



KUVIO 8. Mitattujen näyttöjen L_{max} arvojen jakauma ($n = 13$)

L_{max} -arvo on mitattu DICOM-kalibraation mittauksiin liittyvästä TG18-LN18 -testikuvasta. AAPM raportissaan (ks. Samei 2006, 1215) suosittelee sekundaarisille näytöille L_{max} -arvon alarajaksi 100 cd/m². Tutkimuksen aineistoon kuuluneista 17 näytöstä neljässä emme saaneet näkyviin haluttua testikuvaa. Mitatuista 13 näytöstä ainoastaan kaksi ei täyttänyt AAPM:n suosittelemaa alarajaa. L_{max} -arvon vaihteluväli oli $W=[70,52, 578,63]$, aritmeettinen keskiarvo oli 172,26 cd/m² ja keskihajonta oli 137,09 cd/m².

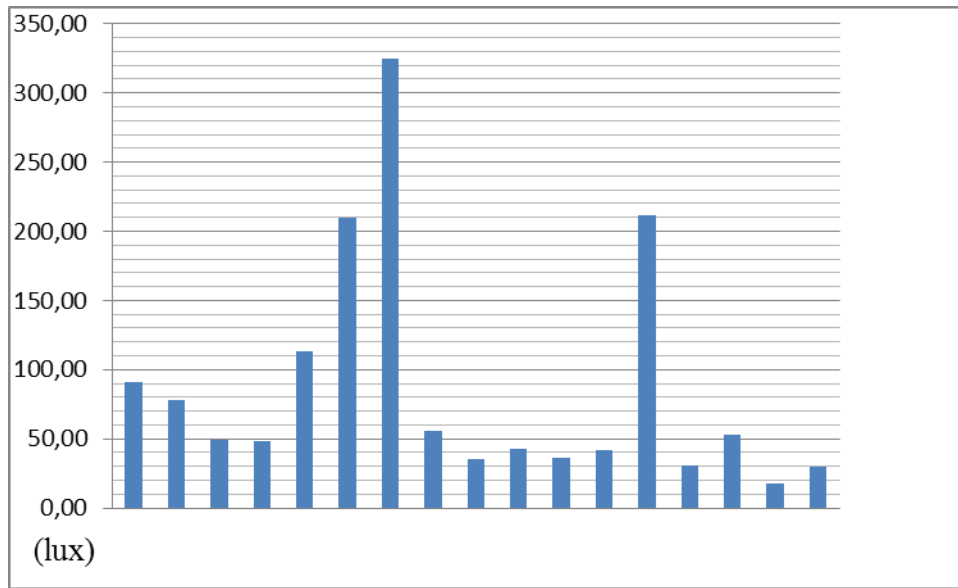


KUVIO 9. Mitattujen näyttöjen L_{min} arvojen jakauma ($n = 13$)

L_{min} -arvo on mitattu DICOM-kalibraation mittauksiin liittyvästä TG18-LN01 -testikuvasta. AAPM:n raportissa (ks. Samei 2006, 1215) suosittelee sekundaarisille näytöille L_{min} -arvon alarajaksi vähintään 1,5 kertaa näytöltä heijastuvan valon voimakkuudeksi, mutta mielellään nelinkertainen heijastuvan valon voimakkuuteen nähden. Mitatuista näytöistä yksikään ei täytä AAPM:n antamaa suositusta. L_{min} -arvon vaihteluväli oli $W=[0,10, 1,10]$, aritmeettinen keskiarvo oli $0,31 \text{ cd/m}^2$ ja keskihajonta oli $0,28 \text{ cd/m}^2$.

TG18-QC -testikuvan visuaalisessa arvioinnissa kaikki mitatut näytöt täyttivät AAPM:n suositukset (ks. Samei 2006, 1215). Yhdessäkään näytössä ei ollut havaittavissa poikkeavuuksia ja ne näyttivät kaikki vaatimukset tältä osin.

6.3 Röntgenhoitajien natiivityöasemien kuvankatseluolosuhteet



KUVIO 10. Illuminanssin jakauma mitattujen näyttöjen kesken ($n = 17$)

Illuminanssi kuvaa ympäristöstä näytön etupintaan tulevan valon määrää. Neljällä näytöllä näytölle heijastuvan valon voimakkuus oli enemmän kuin 100 luksia. Yhdeksälle näytölle heijastuvan valon voimakkuus oli vähemmän kuin 50 luksia. Illuminanssin vaihteluväli oli $W=[17,69, 324,77]$, aritmeettinen keskiarvo oli 86,38 lux ja keskihajonta oli 84,28 lux. Alhaisilla illuminanssitasoilla visuaalinen erotuskyky on parempi kuin korkeilla illuminanssitasoilla (Chen & Lin 2004, 173). Primaarisen näytön illuminanssin tasoksi on ehdotettu 25–40 luksia, jolloin valaistus olisi miellyttävä silmälle ja mahdollistaisi hyvän työskentelyn radiologisella työasemalla (Brennan, McEntee, Evanoff, Phillips, O'Connor & Manning 2007, 180). Illuminanssin osalta yhdeksän näytön tulokset asettuivat primaariselle näytölle ehdotettuun tasoon tai hyvin lähelle sitä.

Valaistus oli säädettävissä vain seitsemässä työpisteessä 17 mitatussa. Työpisteissä kolmessa valaisimet valaisivat ylöspäin, yhdeksässä alaspäin ja viidessä työpisteessä oli mahdollisuus itse valita. Seitsemässä työpisteessä tuli näyttöä katseltaessa silmiin valoa. Mitatuilta näytöiltä kahdeksassa näkyi valonlähteiden heijastuksia ja yhdeksässä näkyi muita heijastuksia.

Kaikissa 17 mitatussa työpisteessä oli jokaisen lähetyvillä yksi tai useampi ikkuna. Näistä 13:ssa oli ikkuna peitettävissä ja niissä, joissa oli lähetyvillä useampi ikkuna,

vain toinen oli peitettävissä. Suurin osa ikkunoista oli sisäikkunoita. Ainoastaan Haukiputaan ja avotalon röntgenissä oli ulkoikkuna työpisteen lähetyvillä.

Työtaso oli mattapintainen 12 työpisteessä ja kirkaspintainen viidessä. Seinämateriaali oli mattapintainen 16 työpisteessä, ja yksi työpiste sijaitsi keskellä huonetta.

Näyttöpäätetyössä suositellaan, että valaisimet olisi sijoitettu näyttöjen sivuille heijastusten välttämiseksi ja että valaistus olisi säädettävissä. Kalusteiden tulisi olla niin sijoitettu, etteivät valaisimista tai ikkunoista tuleva valo aiheuttaisi heijastuksia tai häikäisyä. Hyvän työpöydän työtason tulisi olla pintamateriaaliltaan vaalea ja kiiltämätön. (Bilund-Rytkönen 2004, 16; Rissanen 2006, 11.)

6.4 Röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen ja työpöytien säädettävyydet

Työpisteen korkeuden säädettävyyden vaihteli työpisteittäin: osissa työpisteissä oli kiinteä korkeus pöydällä, toisissa säädettävyyttä rajoittivat työaseman johdot tai työpisteen suunnittelu. 17 työpisteestä seitsemässä oli säädettävä korkeus ja kymmenessä oli korkeus kiinteä. Näytön korkeuden oli säädettävissä kahdeksassa näytössä 17:sta ja katse-lukulma oli kaikissa mitatuissa näytöissä säädettävä. Hyvän työpisteen työpöydän korkeuden ja näytön asennon ja korkeuden tulisi olla helposti ja yksinkertaisesti säädettävissä. Säädettävyydellä tulisi mahdollistaa erikokoisten työntekijöiden mahdollisuus työskennellä rennossa ja oikeassa seisoma- tai istuma-asennossa. (Rissanen 2006, 6.)

Työskentelytason etureunan etäisyys näyttöön vaihteli 26–67 cm. Yksikään näyttö ei ollut AAPM:n suositusten (Samei 2006, 1213) mukaisella 30 cm:n etäisyydellä.

7 POHDINTA

Tässä kappaleessa tarkastelemme tutkimuksemme tuloksia ja vertaamme niitä vastaavanlaisiin tutkimuksiin. Tarkastelemme tutkimuksemme reliabiliteettia, validiteettia ja eettisyyttä. Käymme läpi oppimiskokemuksiamme ja esitämme jatkotutkimushaasteita.

7.1 Tutkimustulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Pilottitutkimuksemme tarkoituksena oli kuvailla, millaiset ovat röntgenhoitajien natiivityöasemien näyttöjen tämänhetkinen suorituskyky, kuvankatseluolosuhteet ja työpisteen säädettävyydet Oulun yliopistollisen sairaalan kuvantamisyksiköissä. Tutkimuksen tavoitteena on, että tämän lähtötilaselvityksen pohjalta on mahdollista kehittää kuvankatseluolosuhteita ja työpisteen säädettävyyttä terveydenhuollon röntgenkuvantamisyksiköissä sekä toteuttaa mittaukset pilotoidulla tavalla.

Röntgenhoitajien natiivityöasemien suorituskyvyn tuloksista luminanssin, eli suljetulta näytöltä heijastuneen valon voimakkuuden osalta pilottitutkimuksemme tulokset olivat hieman korkeammat kuin Liukkosella (2010, 70, 91) ja Latomäellä opinnäytetyöhön (2010, 42), jotka tutkivat radiologien käyttämiä näyttöjä.

DICOM-kalibraatioissa oli meidän tutkimuksen mukaan vain kolme näyttöä 11 mitatusta näytöstä, joka on vähemmän kuin Liukkoson (2010, 72, 91-93) ja Latomäen (2010, 42-44) tutkimuksissa.

L_{\min} -arvot olivat samansuuntaisia kuin Liukkoson (2010, 70, 90-91) tutkimuksessa, mutta meidän tutkimuksessamme yksikään näyttö ei täyttänyt AAPM:n suosituksia suhteessa näytöltä heijastuvaan valoon.

L_{\max} -arvoja vertaillessa Liukkoson (2010, 70, 90-91), Kaijoluodon (2011, 51) ja Thompsonin (Thompson, Koller & Eatough 2007, 258) tutkimuksiin näemme, että meidän tutkimuksissaan näyttöjen L_{\max} -arvot ovat yleensä ottaen suurempia kuin meidän

tutkimuksessamme. Meidän tutkimuksessamme kaksi näyttöä oli samalla tasolla kuin edellä mainittujen tutkimusten. Edellä mainitut tutkimukset käsittelivät radiologien käyttämiä näyttöjä, joten tulokset olivat odotettavissa.

TG18-QC -testikuvan arvioinnin tuloksia vertailtaessa Liukkosen (2010, 75–76, 87– 89) ja Latomäen (2010, 45–46) tutkimuksiin tulokset ovat samansuuntaisia: yhtään suuria virheitä tai geometrisiä vääristymiä ei löytynyt, mikä johtuu LCD-näyttöjen käyttämästä teknologiasta.

Röntgenhoitajien natiivityöasemien kuvankatseluolosuhteiden tuloksia vertailtaessa illuminanssin osalta Liukkosen (2010, 66–67), Latomäen (2010, 41–42) ja Thompson, Koller & Eatoughn (2007, 258) tutkimuksiin. Tutkimuksessamme illuminanssi, eli huoneen valoisuus oli kautta linjan kirkaampi ja vaihteluväli suurempi, kuin edellä mainituissa tutkimuksissa. Meidän tutkimuksemme tulokset ovat parempia mitä Liukkosen (2010, 85–86) tutkimuksen terveyskeskusten osalta. Liukkosen mukaan terveyskeskuksissa mitatut illuminanssin arvot olivat pääsääntöisesti korkeita.

Valaistuksen ja heijastusten osalta tulokset olivat linjassa Liukkosen (2010, 68–69, 89) ja Latomäen (2010, 41–42) tutkimusten kanssa, eli ne työpisteet, joissa valaistus ei ollut säädeltävissä, eivät täyttäneet suosituksia.

Röntgenhoitajan natiivityöaseman näytön ja työpöydän säädettävyyden osalta emme ole löytäneet vastaavanlaisia tutkimuksia mihin verrata.

Johtopäätös on, että näyttöjen laitekantaa olisi hyvä uudistaa ja uusien näyttöjen tulisi olla jo valmiiksi DICOM-kalibroituja. Laadunvarmistukseen tarvittavien testikuvien tulisi olla saatavilla kaikilla työasemilla, koska laadunvarmistusta täytyy tehdä säännöllisesti. LCD-näytöillä ei ole niiden käyttämän teknologian ansiosta havaittavissa geometrisiä vääristymiä tai virheitä resoluution visuaalisessa tarkastelussa, joten LCD-näytöillä kyseisiä testejä ei tarvitsisi tehdä. Valaistusta, sisustusta ja näyttöjen sijoittelua tulisi kehittää näyttöpäätetyöhön sopivammaksi, tutkimuksessamme hyvänä osoituksena tästä on näytöltä heijastuvan valon voimakkuus verrattaessa L_{\min} -arvoon, joka ei yhdessäkään mitatussa näytössä täyttänyt AAPM:n suosituksia, koska ympäröivä valaistus oli liian kirkas ja näytöillä oli paljon heijastuksia. Työpiste tulisi suunnitella selvästi joko istu-

ma- tai seisomatyötä varten ja sen pohjalta suunnitella työpisteen säädettävyys. Näytön korkeuden, katselukulman ja työpisteen pöydän korkeuden tulisi olla aina säädettävissä.

Johtopäätös pilottitutkimuksen toteuttamisesta on, että pilottitutkimuksemme oli onnistunut ja työtämme voi hyödyntää tulevilla tutkimuksilla.

7.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimusmenetelmän ja käytettyjen mittareiden kykyä saavuttaa tarkoitettuja tuloksia. Mittausten osalta reliabiliteetilla tarkoitetaan mittaustulosten toistettavuutta ja olettamusta, että mitattaessa kalibroituilla mittareilla samanlaisissa olosuhteissa päästäisiin samanlaisiin tuloksiin. Kvantitatiivisissa tutkimuksissa on tavoitteena saavuttaa korkea reliabiliteetti. (Virtuaali ammattikorkeakoulu, hakupäivä 1.10.2012.)

Tutkimuksemme viitekehyksen kokoamisessa ja teorian tiedon tarkastamisessa on ollut mukana asiantuntijoita. Asiantuntijoina ovat toimineet Oulun ammattikorkeakoulun puolelta yliopettaja Anja Henner ja lehtori Aino-Liisa Jussila ja Oulun yliopistollisen sairaalan puolelta tutkimuskoordinaattori Esa Liukkonen. Oulun ammattikorkeakoulun äidinkielen tuntiopettaja Marja Kuure antoi tekstinohjausta opinnäytetyön loppuraporttillemme.

Strukturoidut mittaus- ja havainnointilomakkeet olimme tehneet itse käyttäen apuna Esa Liukkonen väitöskirjan mittaus- ja havainnointilomakkeita (2010, 156–158), sekä Kirsi Jääskeläisen työpaikan ergonomian tarkastusohjetta (2010, hakupäivä 23.5.2011). Lomakkeiden tarkastuksessa on käytetty aikaisemmin mainittuja asiantuntijoita apuna. Lomakkeiden osalta luotettavuutta lisää lomakkeiden yleinen saatavuus.

Testikuvien osalta reliabiliteettia lisäsi se, että testikuvina käytettiin AAPM:n tekemiä testikuvia. Luotettavuutta lisäsi myös se, että mittasimme ja arvioimme testikuvat aina saman protokollan kautta.

Illuminanssin ja DICOM-kalibraation mittauksissa käytimme Unfors Luxi -mittaria, jonka mittausalue on 0,05–50 000 cd/m² ja 0,05–50 000 lux ja tulostarkkuus 10⁻². Mittarin ominaisuudet vastasivat AAPM:n suosituksia, paitsi mittarin spektrin vasteen osalta, joka oli 4 %, kun se AAPM:n suositusten mukaan tulisi olla 3 %. Kalibroimme mittarin käyttöohjeiden mukaan ennen mittauksia. Luminanssin mittauksissa käytimme Konica Minolta LS-110 -mittaria jonka mittausalue oli 0,001–999,900 cd/m² ja tulostarkkuus 10⁻². Mittari vastaa AAPM:n suosituksia, paitsi spektrin vaste on 8 %, kun se AAPM:n suositusten mukaan tulisi olla 3 %.

Esitestauksen olimme suorittaneet koulun röntgenluokassa. Esitestauksen perusteella saimme parannettua mittaus- ja havainnointilomakkeita ja mittausten suorittamista, joka puolestaan kasvatti tutkimuksemme reliabiliteettia.

Laittamalla mittaus- ja havainnointilomakkeet ja tutkimuksen suoritustavan yleisesti saataville parannamme tutkimuksen toistettavuutta, jota kautta tutkimuksen reliabiliteetti kasvaa.

Sovimme mittauspaikkojen kanssa mittausaikatauluista etukäteen. Mittauksiin tullessamme tarkistimme, että kuvankatseluolosuhteet vastasivat työskentelyolosuhteita. Ennen mittauksia varmistimme, että mitattavat näytöt olivat olleet päällä vähintään 30 minuuttia ja varmistimme näyttöjen puhtauden.

Tutkimuksemme reliabiliteettia paransi aineistonkeruussa ja tilastoaineiston syöttämisessä lomakkeilta tietokoneelle käyttämämme tutkijatriangulaatio, jossa kumpikin tutkija osallistui mittausten, havainnointien ja syöttämisen suorittamiseen. (ks. Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, hakupäivä 24.2.2012.) Valoisuuksia mitattaessa otimme jokaisessa mittauksessa kolme mittausta ja käytimme niiden keskiarvoa tuloksien laskennassa. Käytimme mittauksissa kalibroituja ja tarkoitukseen sopivia mittareita, sekä teimme mittaukset aina samalla tavalla. Käytimme yleisesti hyväksytyjä ja tarkoitukseen sopivia testikuvia mittauksissamme. Mittauksia aloittaessamme varmistimme, että mittausolosuhteet ovat mahdollisimman lähellä työskentelyolosuhteita, jotta mittaukset vastaisivat todellisia työskentelyolosuhteita.

Validiteetilla tarkoitetaan tutkimuksen kykyä selvittää sitä, mitä sillä on tarkoitus selvittää. Tutkimus on validi, jos tutkimuksen mittaustulokset osoittavat, että saatu tieto vastaa vallalla olevaa teoriaa tai pystyy parantamaan tai tarkentamaan sitä. Validiteetin arvioinnissa kohdistetaan huomio siihen, kuinka hyvin tutkimusmenetelmät vastaavat tutkittavaa ilmiötä. (Virtuaali ammattikorkeakoulu, hakupäivä 1.10.2012.)

Tutkimuksemme **sisäistä validiteettia** parantavat kalibroitujen mittareiden käyttö, yleisesti hyväksytyjen testikuvien käyttö ja mittausten toistaminen aina teknisesti samalla tavalla. Sisäistä validiteettia heikensi se, että emme voineet suorittaa kaikkia näytön suorituskykyyn liittyviä mittauksia kaikilla näytöillä, koska emme saaneet haluttuja testikuvia näkyviin tai näytön tekniikan takia mittaus ei teknisesti ollut mahdollista. **Ulkoista validiteettia** parantaa mittaukselle tekemämme esitestaus ja saamamme tulokset ovat samansuuntaisia mitä muut vastaavat tutkimukset ovat saaneet.

Tutkimuksemme **eettisyyteen** vaikuttavat se, että tutkimme vain röntgenhoitajien natiivikuvantamisessa käyttämiä näyttöjä ja kuvankatseluolosuhteita. Emme tutki röntgenhoitajien osuutta, emmekä käsittele potilastietoja lainkaan. Tutkimuksen eettisyyttä lisää myös opinnäytetyön ohjeiden seuraaminen, opinnäytetyömme ohjaajien ohjaus ja asiantuntijoiden käyttäminen teorian tiedon ja tutkimuksen suorittamisen kokoamisessa. Kirjallisten ohjeiden ja ohjauksen seuraamisella pyrimme välttämään huolimattomuudesta, vääristä tulkinnoista, huonoista mittaustuloksista johtuvat virheet ja karttamaan vilpillistä tutkimusta.

7.3 Omat oppimiskokemukset

Tutkimusta tehdessämme olemme syventäneet tietämystämme näyttöjen teknologisista ominaisuuksista, kuvankatselemiseen vaikuttavista asioista ja työpisteen oikeanlaisesta säädettävyydestä. Tutkimuksesta syntynyttä tietoa voimme käyttää röntgenhoitajan työssä monipuolisesti, esim. laadunvarmistuksessa ja sen kehittämisessä, laitehankinnassa, työpisteen valaistuksen, kalustuksen ja sijoittelun suunnittelemisessa.

Tutkimuksen aloittaminen oli haastavaa, sillä vastaavia tutkimuksia ei ollut tehty, joten viitekehys koottiin vastaavanlaisten tutkimusten joukosta. Näistä tutkimuksista suurin osa oli vieraskielisiä. Viitekehysten kokoaminen opetti meitä lukemaan tieteellistä am-

mattikirjallisuutta ja poimimaan sieltä meillä hyödylliset artikkelit. Koska vastaavia tutkimuksia ei ollut ennen tehty, kului aikaa paljon aihealueeseen liittyvän tiedon analysoimiseen ja viitekehysten rakentamiseen. Myös aihealueen rajaaminen oli ongelmallinen, sillä kuvankatseluolosuhteisiin pääsemisen kannalta ergonomian tarkastelu oli oleellista, mutta tarkastelun laajuus opinnäytetyön laajuutta vastaavaksi vaati paljon pohdintaa.

Aineiston analysoinnissa ja johtopäätösten tekemisessä, jouduimme pohtimaan paljon tarvittavia tilastollisia menetelmiä ja asioiden syy–seuraussuhteita. Aineiston keräämisen jälkeen laajensimme aineiston analyysiä kattamaan paremmin tutkimusongelmiamme.

Opinnäytetyön kirjoittamisen yhteydessä olemme oppineet paljon prosessikirjoittamisesta ja kirjoittamaan asiatekstiä. Olemme syventäneet tietojamme näytön suorituskykyyn ja kuvankatseluolosuhteisiin vaikuttavista tekijöistä. Yhteistyötahon kanssa toimiessamme opimme myös moniammatillisesta yhteistyöstä.

Kokonaisuutena pilottitutkimuksemme työprosessi vei paljon aikaa. Viitekehysten teoriatiedossa oli paljon matematiikkaa, joka antoi haasteen tulosten analysoinnin suunnittelulle. Jouduimme aineiston keräämisen jälkeen pohtimaan uudelleen aineiston analysoinnin laajuutta, jotta pystyimme nostamaan aineistosta esiin kiinnostavia osa-alueita ja vertailemaan niitä suosituksiin ja vastaavanlaisiin tutkimuksiin. Vaikka olimme esitestanneet tutkimuksemme suorittamisen, emme olleet tarpeeksi laajasti esitestanneet aineiston analysointiamme. Vastoinkäymisiä oli, mutta niiden yli pääsimme päättävällä ja määrätietoisella työllä.

7.4 Jatkotutkimushaasteet

Tämän pilottitutkimuksen pohjalta jatkotutkimushaasteina voisi olla röntgenhoitajien natiiviyöasemien suorituskyvyn ja kuvankatseluolosuhteiden mittaamista terveystieteissä, keskussairaaloissa ja muissa yliopistollisissa sairaaloissa ja verrata näitä tu-

loksia keskenään. Näin syntyisi kattava kuva Suomen radiologisten yksiköiden röntgenhoitajien natiivityöasemien tilasta.

Toisena haasteena esitämme kriteerien määrittelyä hyvälle röntgenhoitajan työasemalle. Tällainen työ voisi toimia pohjana radiologisten yksiköiden laadunvarmistuksen ja suositusten kehittämisessä sekä oppaana hankintoja varten.

Kolmantena haasteena esitämme laajempaa tutkimusta röntgenhoitajien natiivityöasemien ergonomiasta ja käytettävyydestä. Tällaisen tutkimuksen avulla voitaisiin tarkemmin kehittää röntgenhoitajan työnkuvaa ja työpisteen käytettävyyttä.

LÄHTEET

Annala, H. 2004. Kuvatyöasemanäyttöjen kuvanlaadun laadunvarmistusohjeiden taso radiologisissa kuvantamisyksiköissä. Pro gradu -tutkielma, Oulun yliopisto.

Barten, P. G. J. 1999. Contrast sensitivity of the human eye and its effects on image quality. Knegsel: HV Press.

Bilund-Rytkönen, M. 2004. Ergonomia digitaalisessa kuvantamisessa. Työturvallisuuskeskus.

Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. 1992. Qualitative research for education. (2nd ed.) An introduction to theory and methods. New York: McGraw-Hill.

Brennan, P., McEntee, M., Evanoff, M., Phillips, P., O'Connor, W. T. & Manning, D. J. 2007. Ambient Lighting: Effect of Illumination on Soft-Copy Viewing of Radiographs of the Wrist. American Journal of Roentgenology 188, 177-180.

Carrein, G. 2006. Defective Pixels in Medical LCD Displays: Problem Analysis and Fundamental Solution. Journal of Digital Imaging 19 (1), 76-84.

Chen, M. & Lin C. 2004. Comparison of TFT-LCD and CRT on visual recognition and subjective preference. International Journal of Industrial Ergonomics 34, 167-174.

Deduktiivisen päättelyn logiikka, Virtuaali ammattikorkeakoulu. 2012. Hakupäivä 24.2.2012,

<http://www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193463919223/1193464257338/1193665318635.html>

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 14: Grayscale Standard Display Function. 2009. National Electrical Manufacturers Association.

Ekholm, M. & Peltola, J. 2009. Tietokoneen näytön ja käyttöympäristön valaistus ovat digitaalisen röntgenkuvan laatutekijöitä. Suomen Hammaslääkärilehti (2), 20-25.

Erikoissairaanhoidolaki 1.12.1989/1062.

Fetterly, K. A., Hartwig, R. B., Michael, J. F. & Samei, E. 2008. Introduction to Gray-scale Calibration and Related Aspects of Medical Imaging Grade Liquid Crystal Displays. Journal of Digital Imaging (21) 2, 193-207.

Jurvelin, J. S. 2005. Röntgenkuvaus. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 32-43.

Jääskeläinen, K. 2010. Työpaikan ergonomian tarkastusohje. Hakupäivä 23.5.2011, http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/metodit/erg_tarkastusohje/Sivut/default.aspx

Kaijoluoto, S. 2011. Teknisten ja katsojasta riippuvien tekijöiden vaikutus radiologisten kuvien havainnointiin. Pro gradu – tutkielma, Jyväskylän yliopisto.

Lanca, L. & Silva, A. 2009. Digital radiography detectors – A technical overview: Part 1. Radiography 15, 58-62.

Latomäki, A. 2010. Primaaristen radiologisten lausuntomonitorien laadunvalvontamittauksia. Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

Liukkonen, E. 2010. Radiologisten kuvien katselussa käytettävien näyttöjen laatu. Oulu. Tampere: Juvenes Print.

Rissanen, A-L. 2006. Näyttöpäätetyö. Tampere: PK-Paino Oy.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. Triangulaatio. Hakupäivä 24.2.2012, http://www.fsd.uta.fi/metodit/ergonomia/metodit/erg_tarkastusohje/Sivut/default.aspx

Samei, E., Badano, A., Chakraborty, D., Compton, K., Cornelius, C., Corrigan, K., Flynn, M. J., Hemminger, B., Hangiandreou, N., Johnson, J., Moxley-Stevens, D. M.,

Pavlicek, W., Roehrig, H., Rutz, Shepard, J., Uzenoff, R. A., Wang, J. H. & Willis, C.E. 2005. Assessment of display performance for medical imaging systems. American Association of Physicists in Medicine (AAPM) task group 18. AAPM on-line report no.03. Hakupäivä 26.5.2011, http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03.pdf

Silvekoski, V. 2001. Litteiden näyttöjen mittausproseduurien kehittäminen. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu.

Säteilylaki 27.3.1991/592

Säteilyturvallisuus työpaikalla, 2009. Säteilyturvallisuus ohje 1.6. Säteilyturvakeskus. Hakupäivä 5.5.2011, <http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST1-6?toc=1>

Terveysturvan röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas 2/2008. STUK tiedottaa. Säteilyturvakeskus.

Thompson, D. P., Koller, C. J. & Eatough, J. P. 2007. Practical assessment of the display performance of radiology workstations. The British Journal of Radiology (80), 256-260.

Tutkijan positio, Virtuaali ammattikorkeakoulu. 2012. Hakupäivä 24.2.2012, <http://www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464114103/1194104842149/1194105145587.html>

Tutkimuksen reliabiliteetti, Virtuaali ammattikorkeakoulu. 2012. Hakupäivä 1.10.2012, <http://www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464185783/1194413792643/1194415307356.html>

Tutkimuksen validiteetti, Virtuaali ammattikorkeakoulu. 2012. Hakupäivä 1.10.2012, <http://www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464185783/1194413809750/1194415367669.html>

Tutkimusprosessi, KvantiMOTV. 2009. Hakupäivä 24.2.2012,
<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/tutkimus/prosessi.html>

Waler, D. & Hofmann, B. 2010. Image rejects/retakes – radiographic challenges. Radiation Protection Dosimetry, 1-5.

Vilka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Keuruu: Otava.

MITTAUSLOMAKE

LIITE 1

Mittauspaikka:

Näytön merkki ja malli:

Mittaus pvm ja aika:

Näytön resoluutio ja tuumakoko:

Suoritettava mittaus	Mittaustulokset	
1. Huoneen valoisuus (illuminanssi) (Näytön etupinnalta mitattuna)	_____/_____/_____ lux	
2. Näytön etupinnalta lähtevä valo (luminanssi) (30 cm:n etäisyydeltä mitattuna)	_____/_____/_____ cd/m ²	
3. DICOM -kalibraatio (luminanssimittarilla testikuvista TG18-LN1– TG18-LN18 kolme mittausta per testikuva)	1. _____/_____/_____ cd/m ² 2. _____/_____/_____ 3. _____/_____/_____ 4. _____/_____/_____ 5. _____/_____/_____ 6. _____/_____/_____ 7. _____/_____/_____ 8. _____/_____/_____ 9. _____/_____/_____ 10. _____/_____/_____ 11. _____/_____/_____ 12. _____/_____/_____ 13. _____/_____/_____ 14. _____/_____/_____ 15. _____/_____/_____ 16. _____/_____/_____ 17. _____/_____/_____ 18. _____/_____/_____	
4. Pimeältä näytöltä heijastuvat koh- teet.	Valonlähteet: Kyllä __ Ei __	Muut kohteet: Kyllä __ Ei __

TG18-QC -TESTIKUVAN ARVIOINTILOMAKE

LIITE 2

TG18-QC -testikuvan visuaalinen arviointi (silmämääräisesti + suurennuslasi)

1. Kuvan mittasuhte on oikea ja kuva sijaitsee näytön aktiivisen alueen keskellä.	Kyllä ___ Ei ___
2. Kuva näyttää stabiililta ja normaalilta.	Kyllä ___ Ei ___
3. Kuvassa ei ole silmin näkyvää kohinaa (ajallisesti tapahtuvaa pikselien kirkkausvaihtelua tai paikallista tummuusvaihtelua tasaiseksi tarkoitettulla alueella).	Kyllä ___ Ei ___
4. Kuvassa olevat pystysuorat, liukuvan kirkkauden palkit näkyvät kirkkaudeltaan portaattomasti muuttuvina.	Kyllä ___ Ei ___
5. Keski-aluetta ympäröivän kirkkausportaiden eri portaat erottuvat toisistaan, myös neliöiden nurkissa olevat pienikontrastiset kohteet.	Kyllä ___ Ei ___
6. Kirkkaimman ja tummimman portaan sisällä näkyvät pienikontrastiset neliöt erottuvat.	Kyllä ___ Ei ___
7. Kuva on tasainen: kuvassa näkyvät samaa pikseliarvoa vastaavat pinnat näyttävät yhtä kirkkailta.	Kyllä ___ Ei ___
8. Kuvan keskellä ja kulmissa olevien resoluutiokohteiden Cx-merkkien terävyysluokittelu.	___ ___ ___ ___ ___
9. Kuvan ylä-laidassa olevissa mustavalkoisissa kuvioissa ei näy virheitä mustan ja valkoisen rajapinnassa.	Kyllä ___ Ei ___
10. Kuvan keskellä ja reunoilla näkyvät viivaparit toistuvat oikein. (Nyqvist ja puoli-Nyqvist)	Kyllä ___ Ei ___

SÄÄDETTÄVYYDEN HAVAINNOINTILOMAKE

LIITE 3

Havainnointipaikka:

Päivämäärä:

1. Työskentelytason korkeuden säätö (mittanauhalla min–max)	
2. Näytön säädettävyys a. Korkeuden säädettävyys b. Katselukulman säädettävyys	a. Kyllä ___ Ei ___ b. Kyllä ___ Ei ___
3. Työskentelytason etureuna (mittanauhalla etäisyys etureunasta näyttöön)	

KUVANKATSELUOLOSUHTEIDEN HAVAINNOINTILOMAKE

LIITE 4

Havainnointipaikka:

Päivämäärä:

<p>1. Ikkunat</p> <ul style="list-style-type: none">a. sijoitus näyttöön nähdenb. ikkunoiden peitettävyyys	
<p>2. Työtilan valaistus</p> <ul style="list-style-type: none">a. kirkkauden säädettävyyysb. ylä-, alasuuntac. katsojan silmiin tuleva valo	
<p>3. Työskentelytilan pintamateriaalit</p> <ul style="list-style-type: none">a. työskentelytasob. seinät (matta vai kiiltävä)	