

Opinnäytetyö (AMK)

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Röntgenhoitaja

2014

Viivi Hyvönen ja Miia Marttinen

OPPIMISTEHTÄVIÄ RÖNTGENHOITAJA- OPISKELIJOILLE

– Kuvanlaatu, potilasannokset sekä niihin vaikuttavat tekijät



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Radiografian ja sädehoiton koulutusohjelma | Röntgenhoitaja

2014 | 37+22

Jarno Huhtanen ja Leena Walta

Viivi Hyvönen ja Miia Marttinen

OPPIMISTEHTÄVIÄ RÖNTGENHOITAJAOPISEKELIJOILLE

– Kuvanlaatu, potilasannokset sekä niihin vaikuttavat tekijät

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on edistää röntgenhoitajaopiskelijoiden kuvantamis- ja optimointiosaamista. Opinnäytetyössä tuotettiin yhteensä 7 moniosaista oppimistehtävää, jotka käsittelevät röntgenkuvan muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutusta kuvanlaatuun ja potilaan sädeannokseen. Tehtävät rakentuvat kolmesta osasta, jotka ovat teoriaosuus, tutkimusartikkeli ja simulaatiotehtävä.

Oppimistehtävät on tuotettu näyttöön perustuen. Jokaiseen tehtävään kuuluvan teoriaosuuden ja tutkimusartikkelin on tarkoitus edistää sekä opiskelijoiden näyttöön perustuvaa toimintaa kliinisessä radiografiassa, ja samalla edistää opiskelijoiden tietämystä näyttöön perustuvasta radiografiatyöstä.

Oppimistehtävissä keskitytään seitsemään röntgenkuvan laatuun vaikuttavaan tekijään. Käsiteltäväksi valittiin fokus, suodatus, etäisyys, kilovoltti, milliampeerisekunti, hila ja rajaus. Oppimistehtävissä käsitellään myös kontrastia, erotuskykyä ja kohinaa sekä kuvantamissysteemin ominaisuuksista ja suorituskyvystä kertova DQE:ta, joiden avulla röntgenhoitajat arvioivat kuvanlaatua.

ASIASANAT:

(Oppimistehtävä, näyttöön perustuva toiminta, optimointi, kuvanlaatu, potilasannos, röntgenhoitajaopiskelija)

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Radiography and radiotherapy | Radiographer

2014 | 37+ 22

Jarno Huhtanen and Leena Walta

Viivi Hyvönen and Miia Marttinen

LEARNING TASKS FOR RADIOGRAPHY STUDENTS – Image quality and patient doses together with the factors affecting them

The aim of this functional thesis is to improve students' knowledge about parameters and image quality. Production of this thesis is seven learning tasks with multiple different sections which contains the factors affecting the formation of the x-ray image and how they affect the image quality and the patient dose. The tasks include three parts, which are the theory of the subject, a research article and the simulation task.

Learning tasks are produced based on evidence based practice. The aim of the theory of the subject and a research article in every task is to advance evidence based practice in clinical radiography, and at the same time advance student's knowledge about evidence based radiography.

This thesis is focused on seven different factors that affect the formation of x-ray image. These factors are focus, filtration, (focus to detector) distance, kilo voltage, milliamperere seconds, grid and collimation. In addition to this also contrast, resolution, and noise of the x-ray image are being studied. Also DQE-value, which measures the features and performance of the imaging systems, is included.

KEYWORDS:

Learning task, evidence based practice, optimization, image quality, patient dose, radiography student

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET (TAI SANASTO)	5
1 JOHDANTO	7
2 OPPIMINEN JA OSAAMISVAATIMUKSET	9
2.1 Röntgenhoitajan osaamisvaatimukset	9
2.2 Natiivikuvausten oppiminen	10
2.3 Oppimistehtävät	11
2.4 Näyttöön perustuva toiminta	13
3 OPTIMOINTI DIGITAALISESSA KUVANTAMISESSA	15
3.1 Potilasannos	16
3.2 DAP	17
3.3 Digitaalinen kuvantaminen	18
3.3 Röntgenkuvaan ja potilasannokseen vaikuttavat tekijät	19
3.4 Kuvanlaatu	22
4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS	27
5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	28
6 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS	31
7 POHDINTA	33
LÄHTEET	35

LIITTEET

- Liite 1. Oppimistehtävät
- Liite 2. Saatekirjeet

KÄYTETYT LYHENTEET

ALARA	<i>As Low As Reasonably Achievable</i> , säteilynkäytön optimointiperiaate (STUK 2011)
ARENE	Suomen Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto (ARENE 2006)
DAP	<i>Dose area product</i> , arvo joka tarkoittaa annoksen ja pinta-alan tuloa, ja sitä käytetään mittaamaan potilasanoksia muun muassa radiologisissa toimenpiteissä, läpivalaisu- ja natiiviröntgentutkimuksissa (Miettinen ym. 2000, 101).
DQE	<i>Detective quantum efficiency</i> , detektorin kvanttiefektii-visyys (STUK 2004, 106-107)
EBP	<i>Evidence based practise</i> , näyttöön perustuva toiminta (Sarajärvi ym. 2011, 11)
ESD	<i>Entrace skin dose</i> , mittari jolla mitataan potilaan pinta-annos röntgentutkimuksessa (STUK 2004, 119)
kV	Kilovoltti, ilmaisee kuvaus- eli putkijännitettä (STUK 2004)
mAs	Milliampeerisekunti, koostuu putkivirran (mA) ja kuvausajan (s) tulosta, kertoo röntgenlaitteen käyttämän säteilyn määrän (Whitley yms. 2005, 28)
MTF	<i>Modulation transfer function</i> , modulaation siirtofunktio, kuvaa detektorin kykyä siirtää kuvauskohteen paikka-

taajuusinformaatiota varsinaiseen kuvaan (Lanca & Silva 2013, 21, 25, 30-31)

NPS *Noise power spectra*, kohinan tehospetri, voidaan mitata röntgenkuvan kohinaa (Lanca & Silva 2013, 30)

REX *Reached exposure value*, annosindikaattori, joka mittaa saavutettua valoitusaikaa röntgentutkimuksissa, käytössä esim. Canonin laitteissa (Herrmann, ym. 2012, 13)

1 JOHDANTO

Vastavalmistuneilla röntgenhoitajilla on todettu olevan yleisesti hyvät valmiudet työelämään. Tutkimuksen mukaan juuri valmistuneet röntgenhoitajat kokivat kuitenkin heikoimmaksi osaamisalueekseen niin sanotun teknisen osaamisen (*digital skills*) ja kuvan laatuun vaikuttavien tekijöiden tuntemisen. Tätä perusteltiin sillä, etteivät opiskelijat olleet koulutuksen aikana saaneet tarpeeksi harjoitusta kuvantamislaitteiden käytössä ja kokivat mitä ilmeisimmin itsensä epävarmoiksi. (Mackay ym. 2008.)

Röntgenhoitajan työtä ohjaavan optimointi- eli ALARA – periaatteen (*"As Low As Reasonably Achievable"*) mukaan terveydelle haitallinen säteilyaltistus on pidettävä niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Se on yksi säteilysuojelun perusperiaatteista (STUK 2011). Tämä edellyttää toimivien kuvauslaitteiden lisäksi hyvää kuvanmuodostuksen ja teknologian tuntemusta ja oikein valittuja tutkimusparametreja.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia oppimistehtäviä (LIITE 1) röntgenhoitajaopiskelijoille. Oppimistehtävien tavoitteena on edistää opiskelijoiden parametri ja laatuosaamista. Oppimistehtävät käsittelevät röntgenkuvan muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutusta kuvanlaatuun ja potilaan sädeannokseen. Tehtävät rakentuvat kolmesta osa-alueesta, jotka ovat teoriaosuus, tutkimusartikkeli ja simulaatiotehtävä, joista teoriaosuuden ja tutkimusartikkelien tarkoituksena on edistää myös näyttöön perustuvaa kliinistä radiografiaa.

Oppimistehtävien tarkoituksena on tukea Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvoston ARENE:n julkaisemia röntgenhoitajakoulutuksen osaamisvaatimuksia sekä Turun ammattikorkeakoulun tavoitteita. ARENE:n julkaisemien osaamisvaatimusten mukaan röntgenhoitajan on osattava säteilyn turvallinen käyttö ja annoksen optimointi (ARENE 2006). Myös vastajulkaistussa Euroopan komission julkaisussa korostetaan potilasannoksen ja siihen vaikuttavien tekijöiden suhteen oppimista röntgenhoitajakoulutuksen aikana (European Commission 2014).

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävät röntgenkuvaan vaikuttavat tekijät, joiden avulla röntgenhoitaja voi vaikuttaa kuvanlaatuun ja potilaan sädeannokseen, on rajattu seitsemään tekijään. Nämä tekijät ovat kilovoltti, milliampeerisekunti, hila, fokus, etäisyys, suodatus ja rajaus. Tärkeimpiä tekijöitä joilla kuvanlaatua arvioidaan, ovat kontrasti, erotuskyky ja kohina sekä kuvantamissysteemin ominaisuuksista ja suorituskyvystä kertova DQE (STUK 2004, 82; Lanca & Silva 2013, 70). Lisäksi työssä kerrotaan mitkä tekijät vaikuttavat edellä mainittujen ilmiöiden syntyyn. Potilasannoksen yhteydessä käsitellään annosindikaattoreita ja Dose Area Product eli DAP- arvoa.

2 OPPIMINEN JA OSAAMISVAATIMUKSET

Tämän toiminnallisen oppinnäytetyön tuotoksena on oppimistehtäviä röntgenhoitajaopiskelijoille. Tehtävien tarkoituksena on lisätä opiskelijoiden tietoa parametrien vaikutuksesta kuvanlaatuun ja potilasannokseen. Oppimistehtävien on tarkoitus olla osana natiivikuvantamisen opintojaksoja ja ne toteutetaan näyttöön perustuen.

2.1. Röntgenhoitajan osaamisvaatimukset

Euroopan komissio yhdessä *European Society of Radiology (ESR)* kanssa, on laatinut ohjeistuksen koskien säteilysuojelun opetusta Euroopan unionin maissa. Näiden suuntaviivojen mukaan opetuksen tulisi muun muassa selvittää opiskelijoille potilasannoksen ja siihen vaikuttavien tekijöiden suhde. Lisäksi opiskelijan tulisi osata olla vastuussa asianmukaisten kuvausparametrien käytöstä kussakin kuvantamismodaliteetissa, tietää kuinka suodatus vaikuttaa röntgenkuvauksessa ja osata käyttää ja tallentaa potilasannoksia DAP-mittarin avulla. (European commission, 2014, 66-68.) Tuotettujen oppimistehtävien avulla pyritään kehittämään juuri näitä osaamisalueita. Oppinnäytetyön tuotoksena syntynyt tehtävävihko tukee tiedon muodostumista näyttöön perustuen. Oppimistehtävät ovat simulaatiotehtäviä, jotka perustuvat teoria tietoon ja kehittävät opiskelijan tuntemusta ja pätevyyttä aiheesta.

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto ARENE on julkaissut suomalaiselle röntgenhoitajakoulutukselle osaamisvaatimukset. Myös opetusministeriö on määritellyt osaamisvaatimukset ammattikorkeakouluista terveydenhuoltoon valmistuville. Niiden mukaan tulevan röntgenhoitajan täytyy osata käyttää kaikkia kuvauslaitteita ja menetelmiä ja toteuttaa kuvaustutkimuksia. Röntgenhoitajan tulee osata hyödyntää tutkittua tietoa ja soveltaa sitä ammatissaan. Lisäksi röntgenhoitajan tulee toimia säteilyltä suojautumisen ammattilaisena yhdessä muiden terveydenhuolto alan ihmisten kanssa. Röntgenhoitajan erityisalueena on säteilyannosten optimointi. Se tarkoittaa että röntgenhoitajan on osattava säteilyn turvallinen käyttö ja säteilyannosten optimointi. Tähän kaikkeen sisältyy

oleellisesti myös niin sanottu parametri osaaminen, josta oppimistehtävät tehtiin. Oppimistehtävissä käsiteltävät parametrit vaikuttavat myös huomattavasti kuvauksesta aiheutuvaan annokseen. (ARENE 2006; Opetusministeriö 2006.)

Turun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman opetussuunnitelman mukaan ammattiopintojen aikana opiskelija muodostaa käsityksen tulevasta ammatistaan ja oppii hallitsemaan kuvantamislaitteet ja menetelmät (Turun ammattikorkeakoulu 2013). Parametriosaaaminen nivoutuu opintojaksoihin, joiden tavoitteena on natiivikuvantamisen oppiminen. Oppimistehtävät tulevat kuulumaan osaksi edellä mainittuja opintojaksoja, sillä opettajat ja aikaisemmat opiskelijat ovat kokeneet parametriosaaamisen jääneen hieman vajavaiheeksi. Vuonna 2008 julkaistun brittiläisen tutkimuksen mukaan vastavalmistuneilla röntgenhoitajilla on hyvät valmiudet työelämään. Tutkimuksessa juuri valmistuneet röntgenhoitajat kokivat kuitenkin heikoimmaksi osaamisalueekseen niin sanotun teknisen osaamisen (*digital skills*) ja kuvanlaatuun vaikuttavien tekijöiden tuntemisen. Tätä perusteltiin sillä, etteivät opiskelijat olleet koulutuksen aikana saaneet tarpeeksi harjoitusta kuvantamislaitteiden käytössä ja kokivat mitä ilmeisimmin itsensä epävarmoiksi. (Mackay ym. 2008.)

2.2 Natiivikuvausten oppiminen

Anneli Holmström on tutkinut röntgenhoitajaopiskelijoiden natiivitutkimusten oppimista ja oppimiskulttuuria Suomessa. Holmströmin tutkimus paikantuu eräaseen monialaiseen ammattikorkeakouluun, jossa voi opiskella Röntgenhoitajaksi (AMK). Natiivitutkimusten opiskeluun sisältyy monia eri opintosisältöjä esimerkiksi anatomia ja fysiologia, säteilyn käyttö ja kuvantaminen ja potilaan hoitaminen. Nämä kaikki ovat keskeisiä osaamisalueita natiivitutkimusten onnistuneeseen suorittamiseen. (Holmström 2012, 34.)

Holmströmin mukaan oppimistapoja ja oppimisella saavutettuja lopputuloksia sekä tukivat että estivät oppimiskonteksteista ja opiskelijoista johtuvat tekijät. Opintojen ensimmäisenä vaiheena olivat teoriaopinnot. Opetus tapahtui opettajajohtoisesti, yhteistyötä opetellen, sisältäen natiivitutkimusten yleiset perusteet ja natiivitutkimusten tutkimuskohtaisen tietoperustan. Tulosten mukaan tietope-

rustan oppimista tukivat opiskelijan aiempi ammatillinen koulutustausta, työkokemus terveystalalla, opetussuunnitelma ja opettajajohtoinen opetus. Oppimista taasen eivät tukeneet lukiotausta, opetussisällön dekontekstuaalisuus, ryhmän heterogeenisuus ja laadittu oppimistehtävä. Oppimistehtävän ei koettu edistävän oppimista, sillä opiskelijoiden mukaan se vain altisti tehtävien kopioinnille. Teoriaopintoja harjoiteltiin käytännössä laboraatioharjoittelussa, jossa opiskelijat oppivat mallin mukaan kokeillen. Oppimista tukivat teoriaopinnot, oppimistehtävät ja itsenäinen kokeilu. Oppimista estävissä tekijöissä toistuivat myös teoriaopinnot, oppimistehtävät sekä opetuksen didaktiset ratkaisut. (Holmström 2012, 139, 142.)

Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä, että oppimista tukevan laboraatioharjoittelun perustana olisivat teoriaopinnot, oppimistehtävät ja itsenäinen kokeilu. Opinnäytetyömme tuotoksen eli oppimistehtävien, tulee siis pohjautua teoriaopintojen sisältöön ja mahdollistaa opiskelijoille itsenäistä kokeilua eikä altistaa heitä tehtävien plagioinnille.

2.3 Oppimistehtävät

Tämän opinnäytetyön tuotoksena on oppimistehtäviä tuleville röntgenhoitajaopiskelijoille. Tehtävien tarkoituksena on edistää opiskelijoiden parametri- ja laatuosaamista. Oppimistehtävä on tapa, jolla saadaan opiskelija oppimaan uusia asioita (Koli & Silander 2002, 36). Oppimistehtäviä on useita erilaisia, kuten tiedonhankintatehtävät, pohdintatehtävät, laadintatehtävät, raportit, case-tehtävät, laskelmat ja erilaiset testit (Jasu-Kuusisto & Mattila 2007, 16-25).

Oppimistehtäviä suunniteltaessa ensimmäinen vaihe on pohtia mitä oppimistehtävillä olisi tarkoitus oppia. Jotta opettaja ja opiskelija ymmärtäisivät opeteltavan aiheen, täytyy aihe esittää mahdollisimman konkreettisesti. Lisäksi on tärkeää pohtia minkä vaiheen opiskelijoille tehtävä on suunnattu. Seuraavana vaiheena oppimistehtävien suunnittelussa on miettiä, millaiset oppimistehtävät palvelevat juuri tätä tarkoitusta, ja miten se olisi helpoin oppia. (Koli & Silander 2002, 36.)

Oppimistehtäviä tehtäessä täytyy myös miettiä, miksi tehtäviä tehdään, eli mikä on niiden tarkoitus. On siis syytä perustella miksi tehtäviä tehdään. Lisäksi on

pohdittava antaako tehtävät suullisesti vai kirjallisesti ja kuinka kauan opiskelijoilla on aikaa tehdä oppimistehtäviä. Ajan rajauksella opiskelija saa kuvan siitä, missä ajassa hänen on tarkoitus suoriutua tehtävistä. Tehtävien laatijan on pohdittava millä kokoonpanolla tehtävät tehdään, niin että se palvelee opiskelijoita parhaiten. On myös hyvä suunnitella oppimistehtävän ohjaus ja arviointimenetelmät valmiiksi. (Koli & Silander 2002, 37.)

Aktivoiva opetus on yksi pedagogisista malleista. Aktivoivassa opetuksessa tarkoituksena on, että opiskelija ottaisi itse enemmän vastuuta omasta oppimisestaan ja että tuettaisi oppijan asiantuntijuuden kehittymistä. Tällöin opettaja olisi enemmänkin yhteistyökumppani kuin opettaja. Aktivoivassa opetuksessa oppiminen on keskeisin periaate. Aktivoivassa opetuksessa tulisi käyttää sellaisia menetelmiä jotka motivoivat ja aktivoivat oppijaa. Tarkoituksena ei ole vain opetella asioita ulkoa, vaan tällöin oppija yrittää rankentaa kokonaisuuksia oppimistaan asioista. (Lonka & Lonka, 1991, 8.) Tässä opinnäytetyössä sovelletaan aktivoivan opetuksen mallia jolloin oppimistehtävistä tehdään opiskelijaa aktivoivia ja motivoivia.

Opiskelijoiden mielipidettä simulaatioharjoitusten hyödyllisyydestä on tutkittu. Iso-Britanniassa toteutetussa tutkimuksessa järjestettiin puolipäivää kestävä käytännön simulaatioharjoitus, johon osallistui viiden eri terveystieteiden opiskelijoita. Heidän mielipidettään tällaisesta simulaatiotilanteesta selvitettiin ennen ja jälkeen simulaation kyselylomakkeen avulla. Myös joukko röntgenhoitajaopiskelijoita osallistui tähän tutkimukseen. Tutkimuksen mukaan suurin osa opiskelijoista ilmoitti simulaation kasvattaneen heidän tietämystään potilaan tilasta, kokemuksista ja muiden ammattilaisten roolista potilaan hoitopolussa. Samoin opiskelijoiden luotto omiin kliinisiin taitoihinsa lisääntyi. (Buckley ym. 2012, 362-369.)

2.4 Näyttöön perustuva toiminta

Näyttöön perustuva toiminta, *evidence based practise* (EBP), tarkoittaa toimintaa, joka perustuu johonkin saatavilla olevaan tietoon. Tiedon tulisi olla mahdollisimman ajantasaista. Tässä tarkoituksessa sana näyttö tarkoittaa tutkittua ja

totena pidettyä asiaa. Terveysthuollossa näyttöön perustuva toiminta tarkoittaa sitä, että potilaan hoidossa käytetään menetelmiä jotka perustuvat tutkittuun ja ajantasaiseen tietoon. Terveysthuollossa näyttöön perustuvan toiminnan tavoitteena olisi yhtenäistää potilaan hoitoa koskevat toimenpiteet ja käytännöt. (Sarajärvi ym. 2011, 11.) Tarve tällaiselle toiminnalle syntyi, kun havahduttiin siihen, että päätöksenteon tulisi perustua tämänhetkisten pitävimpien tutkimustulosten täsmälliseen ja tarkkaan käyttöön. Oli havaittu, että tutkimustulosten hyödyntäminen työelämässä oli vähäistä ja tähän tilanteeseen tarvittiin muutos. Näyttöön perustuvassa toiminnassa tunnustetaan kokemuksen tuoma arvo, mutta aktiivisesti myös pyritään päivittämään ja perustelemaan toimintaa ja käytäntöjä tieteelliseen näyttöön perustuen. (Smith 2007, 233-234.) Näyttöön perustuva toiminta alkoi 1970-luvulla, ja Suomessa asiasta alettiin keskustella 1990-luvun lopussa. Siitä lähtien näyttöön perustuva toiminta on saanut aina enemmän jalansijaa Suomessa. (Sarajärvi ym. 2011, 9; Cannon & Boswell 2012, 3.)

Smith on tutkimuksessaan tarkastellut näyttöön perustuvaa toimintaa ja sen toteutumista radiografiatyössä. Hänen mukaansa tälle työskentelytavalle olisi tarvetta niin radiologien kuin röntgenhoitajienkin työssä yhä enemmän. Näyttöön perustuva toiminta takaa potilaille parhaan mahdollisen hoidon niin tutkimuksen oikeellisuuden harkinnassa kuin sen optimoinnissakin. Smith korostaa, että näyttöön perustuvaan toimintaan pyrkiminen tulisi nykyisin olla jo jopa itsestään selvää, varsinkin radiografia-alalla, joka kehittyy koko ajan huimaa tahtia. (Smith 2007, 236.)

Myös Hafslund ym. ovat tarkastelleet näyttöön perustuvaa toimintaa radiografiatyössä. Heidän mukaansa radiografiatyön ammattilaisten ja opiskelijoiden tulisi käyttää tätä menetelmää työssään systemaattisesti. He korostavatkin, että näyttöön perustuvaan toimintaan tulisi perehtyä jo opiskelujen aikana. Tutkimukset osoittavat, että näyttöön perustuva toiminta muuttaa opiskelijoiden tapaa käyttää tietoa. He oppivat käyttämään informaatiota systemaattisemmin, eivätkä enää vain passiivisesti vastaanota tietoa vaan hakevat ja analysoivat sitä itse aktiivisesti. (Hafslund ym. 2008, 344-345.)

Tänä päivänä myös radiografian ja sädehoidon opettajat toivovat opetuksen perustuvan näyttöön. Tämä käy ilmi Radiografia - lehden artikkelista, joka käsittelee aiheesta kertovaa ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyötä. Tämän mukaan kaikki alan opettajan yhtä lukuun ottamatta haluavat oman opetuksensa olevan näyttöön perustuvaa ja suurin osa koki, että heillä on mahdollisuus perustaa opetuksensa näyttöön. (Laaksonen 2012, 23-25.)

3 OPTIMOINTI DIGITAALISESSA KUVANTAMISESSA

Optimointiperiaate eli ALARA ("As Low As Reasonably Achievable"), tarkoittaa säteilyn käytössä sitä, että sädeannos on pidettävä aina niin pienenä kuin on mahdollista. Se on yksi säteilysuojelun perus periaatteista (STUK 2011).

Optimointiin velvoittaa myös laki. Säteilylain 1991/1952 mukaan ” *Ennen säteilyn kohdistamista ihmiseen toimenpiteen suorittajan erityisenä velvollisuutena on varmistaa, että: 1) säteilylähteen varo- ja suojausjärjestelmät ovat kunnossa ja käytettävät laitteet toimivat moitteettomasti; 2) potilas on asianmukaisesti suojattu ja säteilyaltistus rajattu niihin kehon osiin, joihin säteily on tarkoitus kohdistaa; ja 3) potilaalle annettava radioaktiivinen aine on asianmukaisesti tarkastettu.* ”

ST ohje 1.1 *Säteilytoiminnan turvallisuus*, ohjeistaa, että toiminnan harjoittaja on veloitettu suorittamaan toimenpiteitä jotka parantavat säteilyturvallisuutta ja jotka ovat parantavien vaikutusten ja kustannusten kannalta perusteltuja. Toimenpiteiden tarkoituksena on pitää henkilökohtainen säteilyaltistus mahdollisimman pienenä ja lisäksi varmistaa että säteilylle altistuu mahdollisimman vähän ihmisiä. Säteilyturva keskus on asettanut annosrajoja, jotta optimointiperiaate toteutuisi. Säteilylaki oikeuttaa säteilyturvakeskuksen asettamaan tällaisia rajoituksia. (ST ohje 1.1, 2013.)

Siirryttäessä digitaaliseen kuvantamiseen, optimoinnista on tullut monimutkaisempaa, sillä detektorien ansioista säteilyannos voi vaihdella ilman suurta muutosta kuvan laadussa. Vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa tutkittiin säteilyannosten eroja ja kuvien hylkäämistä ennen optimointia. Tarkoituksena oli selvittää, onko tarvetta toteuttaa tämän kaltaista optimointia. Tutkimus perustui DAP (*dose area product*) ja ESD (*entrance surface dose*) arvoihin. Tutkimus osoitti huomattavan eron DAP ja ESD arvoissa, kun niitä verrattiin optimointia ennen ja optimoinnin jälkeen. Optimointi keinoina käytettiin muun muassa laitteiden täydellistä kalibrointia laitteiden käyttöohjeiden mukaan, ja kilovolttien muuttamista. (Zhang, M. & Chu, C. 2011.)

3.1 Potilasannos

Lääketieteellisen säteilyn käytössä säteilysuojelun tarkoituksena on pitää säteilylle altistuminen mahdollisimman vähäisenä, ALARA- ohjeen mukaisesti. Röntgenhoitajan tulee huolehtia sekä potilaan, henkilökunnan että ympäristön säteilyrasituksen minimoinnista. Potilaan lääketieteellisessä tutkimuksessa saamalle säteilyannokselle ei ole asetettu enimmäisrajoja, tosin tutkimuskohtaisesti nämä säteilyannoksen vertailutasot on asetettu. Vertailutasot auttavat röntgenhoitajaa arvioimaan potilaan annoksen suuruutta. Näihin tasoihin ei siis tule pyrkiä eivätkä ne ole röntgentutkimuksille suositeltuja annoksia, vaan huomautusraja sille, että säteilyannosta on alennettava. Suomessa käytössä olevien röntgentutkimusten vertailutasojen mukaan esimerkiksi thorax PA-kuvan pintaannoksen (ESD, *Entrace skin dose*) vertailutaso on 0,2 mGy. Väestön efektiivisen annoksen raja suunnitellussa altistustilanteessa on 1 mSv vuodessa. Säteilyöntekijöille on erikseen lainsäädännössä määritetty omat annosrajat, joihin lasketaan työperäinen altistus. Työperäisessä altistuksessa rajana on 20 mSv:n efektiivinen annos 1 vuodessa, tietyn 5-vuotiskauden aikana. Lisäksi efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv minään yksittäisenä vuotena. (Lanca & Silva 2013, 51, STUK 2004, 117-118, 138-140, 155-156.)

Säteilyrasituksen määrittämiseen käytetään eri mittareita, jotka mittaavat potilaan säteilyannosta. Mittauksessa tavallisimmin käytettävät säteilyannosten suuret ovat absorboitunut annos, ekvivalenttiannos ja efektiivinen annos. Annosten määrittämisen tavoitteena on arvioida säteilystä aiheutunutta haittaa. (Lanca & Silva 2013, 51, STUK 2004, 117.)

Absorboitunut annos, D, on säteilybiologiassa, kliinisessä radiologiassa ja säteilysuojelussa käytettävä annoksen perussuure. Absorboitunut annos kuvaa ionisoivan säteilyn aiheuttamaa säteilyannosta tietylle elimelle, kudokselle tai kudoksen herkälle osalle. Absorboitunut annos määrittää siis kohdemassaan siirtyneen säteilyn energiamäärän. Sen yksikön nimi on gray (Gy). (STUK 2009, 38-39, Lanca & Silva 2013, 52.)

Ekvivalenttiannos kuvaa ionisoivan säteilyn aiheuttamaa biologista vaikutusta kudokselle tai elimelle. Ekvivalenttiannoksen yksikön nimi on sievert (Sv). Se voidaan määrittää absorboituneen annoksen ja kulloinkin käytössä olleen säteilylajien painotuskertoimien avulla. Näin eri säteilylajien ekvivalenttiannoksia voidaan suoraan verrata keskenään. (STUK 2009, 39, Lanca & Silva 2013, 52.)

Efektiivinen annos kuvaa ionisoivan säteilyn aiheuttamaa terveydellistä kokonaisuutta. Se määritetään ekvivalenttiannoksen ja kudoksille määritettyjen painotuskertoimien mukaan. Sen yksikön nimi on myös sievert (Sv). Kudosten painotuskertoimet kertovat siis niiden säteilyherkkyyden ja kuvaavat molempien sukupuolien ja kaikkien ikäluokkien riskikeskiarvoja. Efektiivinen annos on yleinen säteilystä aiheutuvan riskin kuvaaja, vaikka yksilötasolla se ei kerrokaan tarkasti säteilyn aiheuttamaa haittaa. (STUK 2009, 43-44, Lanca & Silva 2013, 52-53 & STUK 2004, 127-128.)

REX arvo on yksi eri valmistajien käyttämistä annosindikaattoreista. Annosindikaattori ilmoittaa kuvausjärjestelmän mukaan arvon, josta voi päätellä millaisen annostason potilas on saanut (Järvinen 2003). REX lyhenne tulee sanoista *reached exposure value*, joka tarkoittaa suomeksi saavutettua valotus aikaa. REX arvoa käytetään Canonin röntgenlaitteissa. Muiden valmistajien laitteiden vastaavia arvoja ovat mm. EI, 1gM ja S. Digitaalisessa kuvantamisessa ei ole ollut hyvää keinoa tunnistaa valotuksessa tapahtuneita virheitä, joten niiden tunnistamiseksi on alettu seuraamaan annosindikaattorin arvoa. Seuraamalla annosindikaattorin arvoa joka kuvassa, voidaan seurata ja poistaa niitä suuntauksia, jotka johtavat annosten muuttumiseen. Röntgenhoitajien täytyy myös muistaa arvoja seuratessaan arvojen vaihtelu eri valmistajien välillä. (Herrmann, ym. 2012, 13, 25.)

3.2 DAP

DAP arvo tarkoittaa annoksen ja pinta-alan tuloa, ja sitä käytetään mittamaan potilasannoksia muun muassa radiologisissa toimenpiteissä, läpivalaisu- ja natiiviröntgentutkimuksissa (Miettinen ym. 2000, 101). DAP arvo voidaan mitata yhtäjaksoisesti koko tutkimuksesta tai se voidaan laskea vaiheittain mitatuista

arvoista. DAP:n suurena käytetään yleensä $Gym2$. (Pöyry. 2004, 11,18.) Lyhennelmä DAP tulee englanninkielen sanoista *dose area product*. DAP annokseen ei vaikuta ihon etäisyys fokukseen, koska annos pienenee samalla kun säteilykeilan pinta-ala suurenee. Tästä syystä DAP mittari sopii kaikkien edellä mainittujen tutkimusten annosmittariksi ja mittaa riittävästi kokonaissäteilyaltistusta. DAP mittari asennetaan kaihdivinkoteloon. (Miettinen ym. 2000, 101.) DAP-mittarilla voidaan tutkia eri potilaiden saamia annoksia, kun potilaille on tehty sama tutkimus. Näitä eri potilaiden välillä huomattuja eroja DAP - arvossa voitaisiin vähentää kiinnittämällä enemmän huomiota optimointiin. Röntgenlaitteissa olevat DAP mittarit kalibroidaan säteilyturvakeskuksen mittanormaallilaboratoriossa, ja ne tulisi kalibroida niin, että DAP arvo ilmoittaa annoksen ja pinta-alan tulon potilaaseen kohdistuvassa sädekeilassa. (Pöyry. 2004,19.)

3.3 Digitaalinen kuvantaminen

Siirryttäessä digitaaliseen ja suoradigitaaliseen kuvantamiseen, ensimmäinen haaste oli saada oikea suhde kuvanlaadun ja potilasannoksen välille, ja ottaa huomioon se, että kuvia on mahdollista käsitellä myös jälkikäteen. Perinteisessä kuvantamisessa filmi-vahvistuslevy-yhdistelmä ja suhteellinen nopeus olivat ne tekijät, jotka määräsivät ehtoja kuvausarvoille ja annosoptimoinnille. Digitaalisessa kuvantamisessa on enemmän tekijöitä joiden avulla voidaan vaikuttaa kuvanlaatuun ja annokseen. Näiden tekijöiden ymmärtämiseen ja laitteiden turvalliseen käyttöön vaaditaan lääketieteellisen fysiikan ymmärrystä ja riittävä koulutus. (Physico – Medicae 2005).

Teknologian kehittyessä myös röntgenhoitajan työ on muuttunut. Suurin muutos lieneekin ollut suoradigitaalisiin laitteisiin siirtyminen. Suoradigitaaliset laitteet ovat tuoneet monia parannuksia ja yksinkertaistaneet röntgenhoitajan työtä esimerkiksi kuvausprosessin nopeutumisella ja kuvanmuokkauksen mahdollistamisella. Kuvausprosessin automatisoituminen ei ole kuitenkaan ollut aivan ongelmaton. Röntgenhoitajat kiinnittävät aiempaa vähemmän huomiota kuvausarvoihin ja niiden säätämiseen. Tätä ilmiötä kutsutaan nimellä ”*dose creep*” ja se viittaa siihen, miten kuvausarvot hiljalleen nousevat tarpeettoman suuriksi, ikään kuin huomaamatta. (Herrmann ym. 2012 1-2.) *Dose creep* ilmiö on havait-

tu myös Ma ym. tutkimuksessa, jossa tutkittiin kV- ja mAs-arvojen sekä fokukseen vaikutusta kuvanlaatuun. Tutkimuksessa todettiin että havaittava kuvanlaatu pysyi hyväksyttävänä ja vakaana, vaikka kV ja mAs arvoja muutettiin laaja-alaisesti. Tästä johtuen potilasannokset voivat nousta tarpeettoman suuriksi, jos röntgenhoitaja ei kiinnitä huomiota annoksen ja kuvanlaadun optimointiin. (Ma ym. 2014, 479-485.) Suoradigitaalisten laitteiden käyttö on nykyään hyvin yleistä, mutta laitteet ja tekniikka ovat kuitenkin olleet käytössä verrattain lyhyen aikaa. Röntgenhoitajien ja radiologien tulisi yhdessä pohtia ja säätää juuri kyseiselle osastolle sopivat kuvausparametrit ja aktiivisesti pyrkiä niissä pysymään. (Herrmann ym. 2012 1-2.)

3.4 Röntgenkuvaan ja potilasannokseen vaikuttavat tekijät

Tässä opinnäytetyössä käsittelemme seitsemää eri tekijää jotka vaikuttavat röntgenkuvan muodostumiseen. Valitsimme käsiteltäväksi fokuksen, suodatuksen, etäisyyden, kilovoltin, milliampeerisekunnin, hilan ja rajauksen.

Fokus on se kohta röntgenputken anodilautasella, jolle katodilta lähtevä elektronisuihku fokusoidaan. Anodilautasen pyörimisliikkeen johdosta sähköinen fokusalue vaihtaa koko ajan paikkaa fokusradalla, tämä ehkäisee lautasen liiallista paikallista kuumenemista. Tällä sähköisen fokuksen alueella syntyy röntgensäteily. Röntgenputkesta ulos projisoituva röntgensäteily suuntautuu kuvauskohteeseen optisen fokuksen kokoisena. (Jurvelin 2005, 32-33.) Fokus vaalitaan käyttötarpeen mukaan. Se voi olla iso tai pieni. Isoa fokusta käyttämällä saadaan aikaan iso teho ja lyhyt kuvausaika. Toisaalta kuitenkin kuvan terävyys kärsii. (STUK 2004.) Fokuksen koolla ei ole tuntuvaa merkitystä potilasannokseen (Carlton & Adler 2006).

Suodatus tarkoittaa röntgenputken anodilautasella olevan suojaamattoman kohdan eteen laitettavaa levyä, jonka avulla säteilystä absorboituu pois pehmeä säteily. Tämä säteily ei ole kuvanmuodostuksen kannalta merkittävää, vaan nostaa turhaan potilaan saamaa annosta. (STUK 2004, 35-36.) Suodatuksessa käytetään tavallisesti 1-3 mm paksuista alumiini- tai kupari levyä (Carlton & Adler 2006, 165). Vähimmäissuodatuksesta on annettu määräys, jonka mukaan

lääkinnällisessä kuvantamisessa tulisi käyttää vähintään 2,5 mm suodatusta (STUK 2004, 35-36). Eräässä tutkimuksessa tutkittiin suodatuksen vaikutusta kuvanlaatuun ja potilasannokseen kuvaamalla potilaita eri suodatuksilla. Tässä tutkimuksessa todettiin, että lisäsuodatuksen käyttö vähentää potilasannosta kuvan laadun pysyessä silti diagnostisena. (Hamer ym. 2005.)

Etäisyys mitataan röntgenputken fokuksesta detektorille. Tavallisimmissa röntgentutkimuksissa kuvausetäisyys on 110-120cm. Liian lyhyt etäisyys aiheuttaa kuvaan geometrisiä vääristymiä. (Whitley ym. 2005, 29.) Etäisyyden pienentyessä potilaan saama sädeannos kasvaa (Jurvelin. 2005, 42; Brennan & Nash, 1998). Tämä selittyy etäisyyden neliölailalla, jonka mukaan etäisyyden kaksinkertaistuesssa potilaan saama säteilyannos pienenee neljäsosaan (Physico - Medicae 2013).

Kilovoltti (kV) ilmaisee kuvausjännitettä. Kun kV:tä nostetaan, säteilyn läpäisevyys kasvaa. Samalla myös potilaan saama säteilyannos kasvaa. Tämä vaikuttaa myös huomattavasti kontrastiin sitä heikentäen. (Whitley ym. 2005, 28-29; Allen ym. 2013, 223-227.) Tämä asia on tullut esiin myös 2013 julkaisussa kiinalaisessa tutkimuksessa, jossa tulokset osoittivat matalan kV:n käytön parantavan kuvanlaatua (Hui Guo ym. 2013, 130). Jos säteilyn läpäisevyys kasvaa liian suureksi, säteet vain läpäisevät kuvattavan kohteen eivätkä osallistu varsinaiseen kuvan muodostukseen. Näin ollen kuvan kontrastista tulee huono. Tavallisimmin käytetyt kV-arvot lääketieteellisessä kuvantamisessa ovat 50-120kV riippuen kohteen paksuudesta. (Whitley ym. 2005, 28-29.)

Milliampeerisekunti (mAs) koostuu putkivirran (mA) ja kuvausajan (s) tulosta. Milliampeerisekunti kertoo käytetyn säteilyn määrän (quantity). (Whitley yms. 2005, 28.) Se ei kuitenkaan vaikuta säteilyn laatuun (quality). Milliampeerisekunti ilmenee kuvanlaadussa vaikuttaen kuvan tummuuteen. (Bushong 2011, 237,249.) Jotta välttyttäisiin liike-epätarkkuuksilta, putkivirran tulisi olla mahdollisimman suuri ja kuvausajan mahdollisimman lyhyt (Whitley ym. 2005, 28). Dose creep ilmiön takia on mahdollista, että mAs-arvoa muuttaessa potilasannos nousee, vaikka kuvanlaadussa ei havaita eroja (Ma ym. 2013).

Hilaa käytetään jotta sironnut säteily ei pääsisi detektorille. Sen käyttö parantaa kuvan kontrastia. Hila asetetaan potilaan ja detektorin väliin. (STUK 2004.) Hilaa käytetään yleensä kuvauskohteissa, joiden paksuus on yli 10 cm, jolloin säteilyä absorboituu suuresti esimerkiksi keuhkokuvissa. Tämän lisäksi hilaa tulisi käyttää kun käytettävä kV on yli 60. (Uffman & Scafer – Prokop 2009, 205, Carlton & Adler 2006, 257.) Hilan toiminta perustuu ohuisiin lamelleihin jotka absorboivat muun kuin kohtisuoraan tulevan säteilyn. Hilalamellit on yleensä valmistettu lyijystä. Lamellien välissä on hyvin säteilyä läpäisevää ainetta, esimerkiksi alumiinia. Lamellit voivat olla esimerkiksi 2,4mm korkeita ja 0,05mm paksuja. Hilasuhde ilmaistaan lamellien korkeuden suhteella lamellien väliin. (STUK 2004.) Käytössä on erilaisia hiloja esimerkiksi liikkuva hila, ilmahila ja tavallinen hila. Keatingin ja Grangen tutkimuksen mukaan hilan käyttö vaikutti suuresti kuvan laatuun parantaen sitä. He tutkivat kaularangan kuvien kontrastia, terävyyttä ja diagnostisuutta ilman hilaa, tavallisella hilalla ja liikkuvalla hilalla. Tutkimuksessa he kuvasivat teurastettujen lampaiden kaularankoja. Ilman hilaa kuvanlaatu oli heikompi, mutta potilasannos pienempi. (Keating & Grange 2011, 139, 143.) Shaw, Crawshaw ja Rimmer tutkivat hilan vaikutusta efektiiviseen annokseen ja kuvanlaatuun. Tutkimuksen mukaan ilmahilaa käytettäessä efektiivinen annos on pienempi kuin tavallista hilaa käytettäessä. Kuitenkin, kuvanlaatu on ilmahilaa käytettäessä huonompi. (Shaw ym. 2013.)

Rajauksella ja kenttäkoolla säädetään säteilykeilaa niin että se rajoittuu vain kohteeseen jota halutaan tutkia. Sillä tavoin saadaan suojeltua tutkittavaa kohdetta ympäröiviä kudoksia turhalta säteilyannokselta. Mahdollisimman tarkka rajaus johtaa pienempään annokseen. Rajauksesta johtuen säteilyn määrä pienenee, josta seuraa kontrastin ja resoluution paraneminen röntgenkuvassa. Kenttäkoko on luultavimmin yksi suurimmista syistä joka aiheuttaa vaihtelua kuvauskohdetta ympäröivissä kudoksissa. Aina röntgentutkimusta tehtäessä tulisi muistaa, että kenttäkoko olisi niin pieni kuin mahdollista, sillä kenttäkoon rajaus vaikuttaa sekä potilaan annokseen että kuvanlaatuun ja on yhteydessä DAP arvoon. (Lanca & Silva 2013, 41.) Rajauksen vaikutusta potilasannokseen on tutkittu. Tutkimuksessa kuvattiin ls-ranka fantomia ja verrattiin kahden eri rajauksen vaikutusta annokseen. Käytetyt kuva-alat olivat 35 x 43 cm ja 20 x 43 cm.

Annosmittaus suoritettiin mittareilla, jotka oli aseteltu kuvattavalle alueelle. Annos nousi selkeästi korkeammaksi suuremmalla rajauksella, joten sillä on selvä vaikutus potilaan annokseen. (Fauber & Dempsey, 2013.)

3.5 Kuvanlaatu

Tärkeimmät kuvanlaadun arviointiin vaikuttavat tekijät ovat kuvan kontrasti, erotuskyky ja kohina. Yhdessä nämä kolme muodostavat pitkälti röntgenkuivissa havaittavat yksityiskohdat. Ne ovat itsenäisiä tekijöitä, mutta usein liittyvät ja vaikuttavat toisiinsa. (STUK 2004, 82.) Kuvanlaatuun vaikuttaa myös kuvantamissysteemin ominaisuudet ja suorituskyky (Lanca & Silva 2013, 70).

Näiden lisäksi kuvanlaatuun vaikuttaa myös moni muu asia mihin röntgenhoitaja voi vaikuttaa. Röntgenhoitajalla on suuri vaikutus kuvanlaatuun, sillä siihen vaikuttavat mm. säteilyn ominaisuudet, absorptio, fokus, suodatus, hajasäteily. Lisäksi röntgenhoitaja valitsee kuvaukseen oikean telineen, detektorin, kuvausarvot ja etäisyyden, fokuksen sekä hilan tarvittaessa. (Sädeturvapäivät 2009.)

Oslon yliopistossa ja yliopistosairaalassa tehdyn tutkimuksen mukaan röntgenhoitajat kokevat hyvän kuvanlaadun olevan yhteydessä erityisesti parametreihin, kun sen sijaan radiologit kokevat että kuvan diagnostiikka kertoo enemmän kuvanlaadusta kuin parametrit. (Ween ym. 2005, 191.)

Kontrasti ilmenee kuvassa näkyvänä tummuuden vaihteluna. Kontrastin ollessa suuri, näkyy kuvassa selkeästi vaaleita ja tummia alueita. Kontrastin ollessa pieni on kuvan harmaaskaala hyvin kapea. (STUK 2004, 83.) Kontrastilla tarkoitetaan sitä eroa kuvasignaalissa, millä kaksi kuvassa olevaa kohdetta erottuu toisistaan (Jurvelin 2005, 24). Röntgenkuivissa kontrasti ilmenee siinä, miten hyvin kuvausalueen luiset rakenteet ja eri kudokset erottuvat toisistaan (Whitley ym. 2005, 15).

Putkijännitteen (kV) määrä on yksi merkittävimmistä kontrastiin vaikuttavista tekijöistä. Kuvattavan kohteen tiheys määrittää paljonko putkijännitettä on käytettävä hyvän kontrastin aikaansaamiseksi. (Whitley ym. 2005, 13.) Putkijännitettä lisättäessä kontrasti alkaa pienentyä sironneen säteilyn lisääntyessä. Täl-

laisessa tapauksessa voidaan ottaa käyttöön hila, joka vähentää sirontaa ja lisää kontrastia. Toisaalta tämä taas vaatii putkivirran lisäämistä ja samalla myös potilaan saama säteilyannos kasvaa. Viime aikoina on kuitenkin esitetty, että nykyaikaisten suoradigitaalisten laitteiden kehittynyt tekniikka mahdollistaisi totuttua matalamman putkijännitteen käytön, joka johtaisi kuvan parempaan kontrastiin. (Uffman & Scafer – Prokop 2009, 205-206.) Digitaalilaitteilla pystytään tekemään suuriakin muutoksia kontrastissa kuvan ottamisen jälkeen (STUK 2004, 86). Myös kuvauskohteen tasainen kompressio lisää kontrastia (Jurvelin 2005, 40-42).

Erotuskyky kuvaa sitä pienintä etäisyyttä, jolla pystytään vielä erottamaan kaksi kohdetta erillisinä kohteina (Jurvelin 2005, 26). Kuvanlaadun kannalta on tärkeää tuottaa erotuskyvyltään mahdollisimman tarkkoja kuvia. Röntgenkuvan erotuskyvyn tarkkuuteen voimakkaimmin vaikuttavat tekijät ovat geometria, liike ja absorptio. (Whitley ym. 2005, 18.)

Geometrisellä epätarkkuudella tarkoitetaan puolivarjoa, jonka aiheuttaa optisen fokuksen koko (Jurvelin 2005, 41). Röntgensäteet eivät siis lähde röntgenputkesta pistemäisestä lähteestä, vaan anodilautasen fokusradalta. Tämä aiheuttaa röntgenkuvaan puolivarjon eli ”*penumbran*”, joka muodostuu kuvauskohteen reunoille. (Whitley ym. 2005, 18.) Geometristä epätarkkuutta voidaan ehkäistä käyttämällä mahdollisimman pientä fokusta ja mahdollisimman suurta välimatkaa fokuksen ja detektorin välissä. Toisaalta fokuksen koon valintaa rajoittavat myös muut kuvausparametrit esimerkiksi putkijännite ja –virta. (Jurvelin 2005, 41.) Pieniin ja yksityiskohtia tarkasteleviin kuvauskohteisiin on siis yleisesti totuttu käyttämään pientä fokusta ja suuremmissa kohteissa isoa fokusta. Kuitenkin 2010 julkaistun tutkimuksen mukaan ison tai pienen fokuksen välillä ei havaittu juurikaan eroja kuvien geometrisessä epätarkkuudessa. Tosin kuvauskohteina oli vain neljä eri anatomista kohdetta, joissa näitä eri fokuksia on tavallisesti käytetty. Fokuksen koolla ei myöskään ollut vaikutusta potilaan sädeannokseen. (Gorham & Brennan 2010, 304, 308.) Tämä tutkimustulos antaa siis viitteitä siihen, ettei fokuksen kokoa vaihtamalla puolivarjo epätarkkuutta saataisi vähennettyä, vaan ne ovat röntgenkuvassa esiintyä ”pakollinen paha”.

Liike-epätarkkuus on yleensä potilaasta johtuvaa. Se voi olla ”tahatonta” tai ”tahallista”. Potilasta ohjataan olemaan täysin liikkumatta kuvauksen aikana, mutta toisinaan esimerkiksi hengitys tai vapina aiheuttaa kuvaan tahatonta epätarkkuutta. Tällaista liikettä voidaan pyrkiä vähentämään käyttämällä eri apuvälineitä esimerkiksi hiekkapusseja. (Whitley ym. 2005, 18.) Tahallista epätarkkuutta saattaa aiheutua esimerkiksi levotonta lasta kuvattaessa. Tällöin saatetaan tarvita kiinnipitäjä huolehtimaan lapsen paikallaolosta kuvauksen aikana. (STUK 2005.) Liike-epätarkkuutta voidaan ehkäistä myös mahdollisimman lyhyellä valotusajalla (Jurvelin 2005, 42).

Absorptiosta johtuva epätarkkuus syntyy ihmisruumiin epäsäännöllisestä muodosta ja siitä miten säteily läpäisee sen eri rakenteita. Kuvattavat kohteet ovat yleensä paksumpia keskeltä ja ohenevat sen reunoja kohti mentäessä, kuten ellipsi. Tämä johtaa siihen, että absorptio on suurinta paksuissa osissa ja heikompi ohuemmissa. Näin nämä ohuet reuna-alueet näkyvät kuvassa epätarkasti. Tällaista epätarkkuutta röntgenkuvissa on hankala poistaa täysin. (Whitley ym. 2005, 19.)

Kuvan erotuskykyä on mahdollista mitata erotuskykymittausten avulla. Tällainen mittaus antaa kuitenkin vain hyvin rajoittuneen arvion kuvantamissysteemin piirtokyvystä. Modulaation siirtofunktio, *Modulation Transfer Function* (MTF), kuvaa paremmin tätä piirtokykyä, sillä se kuvan kaikkien paikkataajuuksien kuvautumisen. (STUK 2004, 87.)

Kohina on röntgenkuvassa ilmenevää satunnaisesti vaihtelevaa tummuutta. Se näkyy kuvassa rakeisuutena tai epätasaisuutena. Kohina vaikeuttaa erityisesti kuvan pienten kontrastien havaittavuutta. Mikäli primaarisäteilyn määrä ei ole riittävä, syntyy kuvaan kohinaa. (Bushong 2011, 610, STUK 2004, 93.) Mitä vähemmän siis kuvattaessa käytetään mAs:a, sitä enemmän kuvaan syntyy kohinaa. Tämä aiheuttaa ongelman, kun potilaan sädeannos pyritään pitämään mahdollisimman pienenä, mutta kuitenkin kuvien tulisi olla diagnostisia. Täydellisen yhtälön löytäminen on vaikeaa. (Matthews & Brennan 2009, 265.) Varsinaista kohinaa ei voida kuvankäsittelyssäkään poistaa ilman, että muu kuvasignaali huononisi (STUK 2004, 94.) Vuonna 2009 julkaistussa tutkimuksessa ha-

vaittiin, ettei kuvissa esiintyvä kohina kuitenkaan haitannut radiologien kuvientulkintaa, vasta ennen kuin kohinan määrä oli selvästi haitaksi kuvan diagnostiikalle ja aiheutti selviä puutoksia kuvanlaadussa (Uffman & Scafer – Prokop 2009, 205). Kohinaa voidaan mitata kohinan tehospektrillä, *Noise Power Spectra* (NPS). (Lanca & Silva 2013, 30.)

DQE, *detective quantum efficiency*, eli detektorin kvanttiefektiiivisyys ilmaisee kuvantamissysteemin laatua. Se kertoo informaationsiirron tehokkuudesta eli siitä miten tehokkaasti potilaaseen kohdistettua röntgensäteilyä on käytetty kuvanmuodostamiseen. (STUK 2004, 106-107.) DQE on nykyaikaisessa digitaalisessa kuvantamisessa yksi keskeisimpiä kuvanlaatuun vaikuttavista ja sitä ilmaisevista tekijöistä. DQE:n mitta-asteikko on 0-1, käytännössä ei kuitenkaan maksimiarvoon (1) päästä, joten todelliset arvot ovat sitä pienempiä. DQE-arvon kasvaessa kuvanlaatu paranee ja myös potilasannosta on mahdollista vähentää kuvanlaadun kärsimättä.

DQE:n arvoon vaikuttavat modulaation siirtofunktio MTF ja kohinan tehospektri NPS. MTF kuvaa detektorin kykyä siirtää kuvauskohteen paikkataajuusinformaatiota varsinaiseen kuvaan. NPS kertoo kohinan määrästä ja muista ominaisuuksista. DQE- arvo koostuu siis kuvantamissysteemin kohinan ja kontrastisuorituskyvyn yhteisvaikutuksesta ja se ilmaistaan yhden paikkataajuusmuuttujan funktiona. (STUK 2004, 106-108; Lanca & Silva 2013, 21, 25, 30-31.)

Visuaalinen kuvanlaatu tarkoittaa silmämääräistä kuvanlaatua. Sekä diagnostisen että teknisen kuvanlaadun arviointi perustuu useimmiten kuvan katselijan visuaaliseen arvioon. Silmämääräistä kuvanlaatua voidaan mitata erilaisilla testeillä, jotka suoritetaan esimerkiksi niihin tarkoitetuilla fantomeilla tai testilevyillä. Tällaisten testien arviointiperusteiden määrittäminen ja säilyttäminen on kuitenkin vaikeaa, sillä tulokset saattavat vaihdella katselijasta ja katselukerrasta riippuen. Visuaalinen kuvanlaatu perustuukin melko karkeisiin ja subjektiivisiin yksilöiden arvioihin. (STUK 2004, 99-101.)

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa oppimistehtäviä röntgenhoitajaopiskelijoille. Toimeksianto tähän työhön tuli Turun ammattikorkeakoulun radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelmasta.

Tavoitteena on lisätä opiskelijoiden tietämystä siitä kuinka kuvausparametrit vaikuttavat kuvanlaatuun ja potilasannokseen. Oppimistehtävät käsittelevät röntgenkuvan muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutusta kuvanlaatuun ja potilasannokseen. Työn tuotoksena syntyy harjoitusvihko ensimmäisten vuosikurssien opiskelijoille, jonka avulla he voivat simuloida oikean kaltaisia natiivikuvantamis tutkimuksia ja niiden kautta oppia kuvanlaatuun ja potilasannokseen vaikuttavista tekijöistä.

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön työstäminen alkoi keväällä 2013 kirjallisuuden haulla ja aiheen rajauksella. Valitsimme aiheemme, OPPIMISTEHTÄVIÄ RÖNTGENHOITAJA-OPISKELIJOILLE - Kuvanlaatu, annos ja niihin vaikuttavat tekijät, koska se tuntui ajankohtaiselta ja halusimme syventää omaa tietouttamme siitä. Lisäksi aiheen toiminnallinen puoli, oppimistehtävien laatiminen, kiinnosti meitä. Toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistyvät ammatillinen tieto ja taito. Toiminnallisessa opinnäytetyössä on lopputuotos, esimerkiksi opas tai ohje. (Vilkkä & Airaksinen 2004, 41-42.) Tämän opinnäytetyön tuotoksena on oppimistehtäviä tuleville opiskelijoille. Tehtävät edistävät opiskelijoiden parametri- ja laatuosaamista. Oppimistehtävä on keino, jolla saadaan opiskelija oppimaan uusia asioita (Koli & Silander 2002, 36). Loppukeväällä 2013 osallistuimme myös Turun ammattikorkeakoulun Radiografia- ja sädehoitotyön luokkaan hankitun uuden hoitajantyöaseman (Mr. Eizo) käyttökoulutukseen. Uusi hoitajantyöasema on kuvanlaadun tarkastelun kannalta merkittävässä osassa laadittavien oppimistehtävien suorittamista.

Kirjallisuuskatsauksen kokosimme kerättyyn kirjallisuuteen perustuen. Aineistoa keräsimme kotimaisista ja ulkomaisista alan kirjoista, artikkeleista sekä tutkimuksista. Tietoa keräsimme tehtävien sisältöön liittyvistä aiheista, sekä myös oppimistehtävien laatimisesta, opetusmetodeista ja röntgenhoitajaopiskelijoiden oppimistarpeista. Tämän teoriaosuuden perusteella aloitimme oppimistehtävien sisällön ja toteutustavan luonnostelun syksyllä 2013. Tehtävien suunnittelussa sovelsimme aktivoivan opetuksen mallia, jotta oppimistehtävät aktivoivat ja motivoivat opiskelijaa. Aktivoivassa opetuksessa tarkoituksena on, että opiskelija ottaisi itse enemmän vastuuta omasta oppimisestaan ja että tuettaisi oppijan asiantuntijuuden kehittymistä. (Lonka & Lonka, 1991.) Oppimistehtävät ovat näyttöön perustuvia. Terveystieteiden huollossa näyttöön perustuva toiminta tarkoittaa sitä, että potilaan hoidossa käytetään menetelmiä jotka perustuvat tutkittuun ja ajantasaiseen tietoon (Sarajärvi ym. 2011, 11). Radiografian ja sädehoidon opettajat toivovat opetuksen perustuvan näyttöön (Laaksonen 2012, 23- 25).

Syksyllä 2013 laadimme opinnäytetyöllemme toimeksiantosopimuksen hake-
muksen ja sitä varten oppimistehtävien tuli olla valmiina. Laadimme oppimistehtävistä alustavat versiot ja testasimme niiden toimivuutta käytännössä opinnäytetyöohjaajamme kanssa Turun ammattikorkeakoulun Radiografia- ja sädehoitotyön luokassa uudella hoitajantyöasemalla. Testaukseen kuului itse tehtävien toimivuuden lisäksi paljon käytännön seikkoja, jotka tuli selvittää. Tällaisia olivat esimerkiksi tehtäviin soveltuvien fantomien valikointi. Tämän testauksen perusteella tehtäviin tehtiin korjauksia ja parannuksia. Korjauksia tehtiin niin tehtävien sisältöön, kuin rakenteisiin. Lisäksi laadituille tehtäville laadittiin yleisesittely sekä toimintaohjeet niiden tekemiseksi.

Toimeksiantosopimuksen hakua varten laadittiin tutkimussuunnitelma. Siihen sisällytettiin kirjallisuuskatsauksen tiivistelmä, opinnäytetyön tarkoitus ja toteutus sekä aikataulu. Liitteenä olivat laaditut oppimistehtävät (LIITE 1) ja saatekirjeet (LIITE 2). Toimeksiantosopimuksen hakemus toimitettiin Turun ammattikorkeakoulun edustajalle, radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman koulutuspäällikölle. Hänen hyväksytyään toimeksiannon pääsimme testaamaan tehtäviä vielä vapaaehtoisella testiryhmällä. Testiryhmään kuului kolme oman vuosikurssimme (NRADIK11) opiskelijaa. Tähän testaukseen osallistuminen perustui täysin osallistujien omaan vapaa-ehtoisuuteen ja se tuotiin heille esille vapaaehtoisesta saatekirjeessä, jonka he allekirjoittivat. Tutkimukseen osallistuvien tulee toimia omasta halukkuudestaan ja vapaasta tahdostaan, tämä kuuluu hyvin tieteellisiin käytäntöihin (Hirsjärvi ym. 2009, 25).

Tämä vapaaehtoisten kanssa suoritettu testitilanne käytiin samassa tilassa sekä samoilla laitteilla kuin oppimistehtävien ensimmäinen testaus, Turun ammattikorkeakoulun Radiografia- ja sädehoitotyön koulutusohjelman tiloissa. Tilanne pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman samalla tavalla kuin tulevaisuudessa muidenkin opiskelijoiden kanssa. Tehtävien laatijat olivat kuitenkin koko ajan paikalla havainnoimassa tilanteen edistymistä ja tarvittaessa neuvomassakin. Lisäksi tilannetta oli mukana valvomassa koulutusohjelman opettaja. Testiryhmä suoritti tehtävät annettujen olevien ohjeiden mukaan ja antoi niiden toimivuudesta ja ymmärrettävyydestä palautetta. Tehtäviin tehtiin korjauksia saadun

palautteen perusteella. Korjaukset koskivat pitkälti tehtävien suorittamiseen liittyviä ohjeita, ulkoasua sekä yleisesti tekstin luettavuutta ja sujuvuutta. Tehtävien varsinaiseen sisältöön ei tehty muutoksia juuri lainkaan. Valmiit tehtävät vietään verkko-oppimisympäristöön tulevia ryhmiä varten. Valmis opinnäytetyö julkaistaan sähköisessä muodossa ammattikorkeakoulujen julkaisuarkistossa theseus.fi ja paperiversiona Turun ammattikorkeakoulun kirjastossa.

6 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Opinnäytetyön tulee noudattaa hyviä tieteellisiä käytäntöjä. Tämä tarkoittaa, että työssä on käytetty eettisesti kestäviä tiedonhankintamenetelmiä, sekä että lähdeviitteet ja merkinnät on tehty huolellisesti. (Vilka 2005, 30). Lähteiden luotettavuutta voidaan tarkastella katsomalla muun muassa sen ikää, laatua ja tunnettavuutta. Näiden tekijöiden avulla lukijalle selviää työn kirjoittajan perehtyneisyys aiheeseen ja oman alan kirjallisuuteen. (Vilka & Airaksinen 2003, 72.) Lähteinä työssä on käytetty tasapuolisesti sekä kotimaisia, että ulkomaalaisia lähteitä ja käytetyt lähteet ovat olleet ajantasaisia. Lähteitä työhön on haettu lääketieteellisistä tietokannoista, sekä manuaalisesti kirjoista ja muista alan julkaisuista. Työn etenemistä ajatellen laadittiin tutkimussuunnitelma ja tutkimuslupa työhön haettiin Turun ammattikorkeakoulun radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelman koulutuspäälliköltä.

Työn luotettavuutta lisää oppimistehtävien esitestaus. Oppimistehtävistä laadittiin ensin luonnokset, jotka esitettiin allekirjoittaneiden ja opinnäytetyön ohjaajan toimesta. Ensimmäisen esitestauksen jälkeen oppimistehtäviä muokattiin testauksen pohjalta ilmikeyneiden seikkojen perusteella. Tämän jälkeen toteutettiin vielä toinen esitestaus kolmen hengen vapaaehtoisryhmällä. Tärkeää tutkimuksen tekemisessä on ihmisarvon kunnioittaminen. Tutkimukseen osallistumisen täytyy aina olla täysin vapaaehtoista, ja osallistujalle on tehtävä selväksi, että on lupa kieltäytyä milloin vain. On siis tärkeää miettiä kuinka vapaaehtoisten suostumus hankitaan. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen, 2013. 218-219; Hirsjärvi ym. 2009, 25.) Vapaaehtoisille annettiin saatekirjeet, joissa kerrottiin opinnäytetyöstä, esitestauksesta ja että osallistuminen esitestaukseen on täysin vapaaehtoista. Lisäksi heitä informoitiin, ettei heidän vastauksiaan tulla julkaisemaan missään, vaan niiden pohjalta oppimistehtäviä tullaan kehittämään edelleen.

Esitestaustilanteessa testiryhmälle annettiin tehtävät tulostettuna, jonka ohjeiden mukaan he suorittivat oppimistehtävät. Esitestaus ryhmälle annettiin myös

mahdollisuus kertoa kehitysehdotuksia tehtäville, joiden mukaan tehtävien muotoa ja rakennetta muokattiin. Paikalla esitestausta oli valvomassa toinen työtä ohjaavista opettajistamme.

Työn luotettavuutta olisi voinut oleellisesti heikentää se, että työn tekijät eivät ole aikaisemmin laatineet oppimistehtäviä eikä oppimistilanteita, joten aihealue oli uusi molemmille. Työn luotettavuutta pyrittiin kuitenkin lisäämään useammalla esitestauskerralla, joiden avulla tehtävien toimivuutta pystyttiin lisäämään. Käytössä olevalla laitteistolla oli myös hieman vaikeampaa toteuttaa osa suunnitelluista tehtävistä, minkä johdosta teoria osio poikkeaa hieman lopullisista tehtävistä. Lisäksi pieni osa käytetyistä lähteistä on hieman vanhaa, esimerkiksi 2000-luvun alulta, mutta ne katsottiin kuitenkin ajankohtaisiksi ja paikkaansa pitäviksi.

7 POHDINTA

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa oppimistehtäviä röntgenhoitaja-opiskelijoille. Tavoitteena on edistää opiskelijoiden parametri- ja laatuosaamista. Toimeksianto opinnäytetyölle tuli Turun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmalta.

Tämä opinnäytetyöprosessi on ollut hyvin opettavainen sekä tukenut sen tekijöiden ammatillista kasvua. Opinnäytetyön tekeminen on kehittänyt uuden materiaalin ja sisällön kirjoittamista lähteisiin perustuen. Lisäksi prosessi on opettanut muun muassa tiedonhakua, lähdekritiikkiä, sekä muita hyviä tieteellisiä käytäntöjä. Opinnäytetyön tekijöiden tietämys ja asiantuntijuus itse aiheesta lisääntyi merkittävästi. Opinnäytetyöprosessia varten laadittiin aikataulu. Realistisen aikataulun laatiminen oli haastavaa. Vaikka opinnäytetyö valmistui suunnitellun aikataulun mukaan, oli työn tekijöillä vaikeuksia pysyä aikataulussa ja osa opinnäytetyön vaiheista saatiin ajallaan valmiiksi muiden joustavuuden ansiosta.

Prosessin alussa käytiin keskusteluja aiheen rajauksesta. Ensiksi lähdettiin kirjoittamaan mitkä parametrit otetaan mukaan, ja millä perusteilla ne valitaan. Päädyimme kuuteen eri tekijään. Työn edetessä todettiin, että myös röntgenkuvan raja-alue olisi hyvä sisällyttää viitekehykseen. Lisäksi pohdittiin otetaanko sekä DAP että ESD käsiteltäväksi optimointi osiossa. Lopuksi päätettiin ottaa mukaan vain DAP, jotta työstä ei tulisi liian laaja.

Oppimistehtäviä suunniteltaessa oli valittava tehtävien toteutustapa. Alusta saakka ideana oli toteuttaa tehtävät simulaatiotehtävinä, joissa voitaisiin hyödyntää Turun ammattikorkeakoulun Radiografia- ja sädehoitotyön koulutusohjelman harjoitusluokan uutta hoitajantyytä, Mr. Eizoa. Simulaatiotehtävät päätettiin toteuttaa näyttöön perustuen, jolloin teorian ja käytännönharjoitukset saatiin yhdistettyä. Myös opinnäytetyössä käytetyt tutkimukset puolsivat tätä päätöstä. Oppimistehtävien laatiminen teoriaan perustuen eteni sujuvasti. Kun tehtävät oli päätetty toteuttaa näyttöön perustuen, oli tehtävien sisältö ja raken-

ne helpompi suunnitella. Omat rajoituksensa oppimistehtäviin toi käytössä oleva tila ja muut resurssit.

Laadittujen oppimistehtävien tavoitteena on siis edistää opiskelijoiden parametri ja laatuosaamista. Tämän lisäksi tehtävät tutustuttavat opiskelijat jo opintojen varhaisessa vaiheessa näyttöön perustuvaan toimintaan. Tämä lisää heidän ymmärrystään kuinka hyödyntää tutkittua tietoa opinnoissaan ja jatkossa myös työelämässä.

Laaditut oppimistehtävät parantavat harjoitusluokan käyttömahdollisuuksia. Etukäteen laaditut oppimistehtävät mahdollistavat monipuolisemman ja systemaattisemman tilan käytön. Esimerkiksi tämän opinnäytetyön tekijät kokivat omien opintojensa aikana harjoitusluokan hyödyntämisen jääneen melko vähäiseksi. Oppimistehtävät ovat myös opettajan apuna tuntien suunnittelussa, kun tehtävät on todettu toimiviksi ja niillä on valmiit pohjat. Tämän opinnäytetyön puitteissa tehtäville ei kuitenkaan laadittu oikeita vastauksia, joten vastausten oikeellisuus on opettajan vastuulla.

Opinnäytetyön aiheen laajuudesta johtuen jo työtä tehdessä nousi esiin useampi jatkokehitysehdotus. Lisätehtäviä aiheesta olisi mahdollista kehittää tekemällä annosmittauksia ESD-mittarilla, sekä tutkimalla spatiaalista resoluutiota laatu-
fantomien avulla. Lisäksi voisi tehdä opinnäytetyön, jossa tutkitaan tässä työssä tehtyjen oppimistehtävien käytettävyyttä.

LÄHTEET

Allen, E.; Hogg, P.; Wang, K.M. & Szczepura, K. 2013. Fact or fiction: An analysis of the 10 kVp 'rule' in computed radiography. *Radiography*. Vol. 19. 223-227.

ARENE 2006. Koulutusohjelmakohtaiset kompetenssit. Viitattu 8.5.2013.

Buckley, S.; Hensman, M.; Thomas, S.; Dudley, R.; Nevin, G. & Coleman, J. 2012. Developing interprofessional simulation in the undergraduate setting: Experience with five different professional groups. *Journal of Interprofessional Care*. Vol. 12. 362-369.

Brennan, P. & Nash, M. 1998. Increasing FFD: an effective dose-reducing tool for lateral lumbar spine investigations. *Radiography*. Vol. 4. 251-259.

Bushong, S.C. 2013. *Radiologic Science for Technologists. Physics, biology and protection*. 10th edition. USA: Mosby.

Carlton, R.R & Adler, A.M. 2006. *Principles of Radiographic Imaging. An Art and a Science*. 4th edition. Delmar, Cengage Learning.

Cannon S. & Boswell C. 2012. *Evidence-Based Teaching in Nursing, A Foundation for Educators*. Jones & Bartlett learning. LCC.

European commission 2014. Radiation protection no 175. Guidelines on radiation protection education and training of medical professionals in the European Union. Viitattu 7.5. 2014. http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/175.pdf

Fauber, T. L & Dempsey, M.C. 2013. X-ray Field Size and Patient Dosimetry. *Radiologic technology*, Vol 85, 155 – 161.

Gorham. S. & Brennan. P. C. 2010. Impact of focal spot size on radiologic image quality: A visual grading analysis. *Radiography*. Vol. 16, 304-313.

Guo H.; Liu W.Y.; He X.Y.; Zhou X.S.; Zeng Q.L. & Li B.Y. 2013. Optimizing Imaging Quality and Radiation Dose by the Age-Dependent Setting of Tube Voltage in Pediatric Chest Digital Radiography. *Korean J Radiol*. Jan-Feb. Vol. 14, 126–131.

Hafslund. B.; Clare. J.; Graverholt. B. & Wammen Nortvedt. M. 2008. Evidence – based radiography. *Radiography*. Vol. 14, 343-348 .

Hamer, O.W.; Sirlin, C. B.; Strotzer, M.; Borisch, I.; Zorger, N.; Feuerbach, S.;Völk, M. 2005. Chest Radiography with a Flat-Panel Detector: Image Quality with Dose Reduction after Copper Filtration. *Radiology*. Vol. 237. 691–700

Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Holmström, Anneli. 2012. *Etnografinen tutkimus natiivitutkimusten oppimisesta röntgenhoitajapiskelijöiden opinnoissa*. Oulun yliopisto.

Holopainen, M & Jokinen, S. 2002. *Digitaalinen kuvantaminen*. Oulun yliopisto.

Jasu-Kuusisto K & Mattila H. 2007. *Oppimistehtävä verkko-opetuksessa*. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu.

- Keating, M. & Grange, S. 2011. Image quality in the anteroposterior cervical spine radiograph: Comparison between moving, stationary and non-grid techniques in a lamb neck . Radiography. Vol. 17, 139-144.
- Koli H & Silander P. 2002. Oppimisprosessin suunnittelu ja ohjaus. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
- Laaksonen L. 2012. Radiografian ja sädehoidon opettajat haluavat perustaa opetuksen näyttöön. Radiografia Vol. 3, 23-26.
- Lanca, L & Silva, A. 2013. Digital Imaging Systems for Plain Radiography. New York: Springer.
- Lonka, K. & Lonka, I. 1991. Aktivoiva opetus – Käsikirja aikuisten ja nuorten opettajille. Helsinki. Kirjayhtymä Oy.
- Mackay, S.J.; Anderson, A.C. & Hogg, P. 2008. Preparedness for clinical practice – Perceptions of graduates and their work supervisors. Radiography. Vol. 14, 226-232.
- Ma, W.K.; Hogg, P. & Norton, S. 2014. Effect of Kilovoltage, Milliampere Seconds, and Focal Spot Size on Image Quality. Radiologic Technology. Vol. 85, 479-485.
- Ma, W.; Hogg, P.; Tootel, A.; Manning, D.; Thomas, N.; Kane, T.; Kelly, J.; McKenzie, M. & Kitching, J. 2013. Anthropomorphic chest phantom imaging e The potential for dose creep in computed radiography. Radiography. Vol. 19, 207-211.
- Matthews, K. & Brennan P.C. 2009. Optimisation of X-ray examinations: principles and an Irish perspective. Radiography. 2009; Vol.15, 262-268 .
- Miettinen, A.; Servonmaa, A.; Toivonen, M. 2000. Säteilyturvakeskus. Potilasannoksen määrittäminen: Annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen ja pinta-annoksen laskenta. Viitattu 21.5.2013 http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/a174_6.pdf
- Moore, C.; Avery, G.; Balcam, S.; Needler, L.; Swift, A.; Beavis, A. & Saunderson J. 2012. Use of a digitally reconstructed radiograph-based computer simulation for the optimisation of chest radiographic techniques for computed radiography imaging systems. British Journal of Radiology. Vol. 85. 630-639
- Opetusministeriö 2006. Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon, Koulutuksesta valmistuvien ammatillinen osaaminen, keskeiset opinnot ja vähimmäisopintopisteet. Viitattu 14.8.2013. <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2006/liitteet/tr24.pdf?lang=fi>
- Paile W. 2009. Säteilysuojelun perussuosituksen 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103.
- Kortesiemi, M. 2005. Julkaisut. Muut julkaisut. Digitaalinen röntgenkuvaus ja säteilyannokset. Viitattu 23.8.2013. <http://physicomedicae.fi/julkaisut/maat-julkaisut/80-digikuvaus-ja-annokset.html>
- Physico – Medicae 2013. Palvelut. Säteilyturvallisuus. Viitattu 15.5.2013. <http://physicomedicae.fi/palvelut/sateilyturvallisuus.html>
- Pöyry, P. 2004. Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittaaminen röntgendiagnostiikassa ja DAP-mittareiden kalibrointi. Viitattu 22.8.2013. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/fysik/pg/poyry/annoksen.pdf>
- Sarajärvi, A.; Mattila, L.R. & Rekola L. 2011. Näyttöön perustuva toiminta, avain hoitotyön kehittämiseen. 1. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.

Seibert, J. & Morin, R. 2011. The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population. *Pediatric Radiology*. Vol. 41. 573-581.

Shaw, D.J.; Crawshaw, I.; Rimmer, S.D. 2013. Effects of tube potential and scatter rejection on image quality and effective dose in digital chest X-ray examination: An anthropomorphic phantom study. *Radiography*. Vol. 19. 321-325.

Smith, Tony. 2008. Evidence based medical imaging (EBMI). *Radiography*. Vol. 14, 233-237 .

Soimakallio. S.; Kivisaari. L.; Manninen. H.; Svedström. E. & Tervonen.O. 2005. *Radiologia*. Porvoo: WSOY.

ST-ohje 1.1. Säteilytoiminnan turvallisuus. 1.8.2013.

STUK-A235. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

STUK 2005. Julkaisut ja määräykset. STUK opastaa – sarja. Lasten röntgentutkimusohjeisto. Viitattu 3.5.2013.

STUK 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Pukkila, O. (toim.) Säteily- ja ydinturvallisuus –kirjasarja. 3 Säteilyn käyttö. Säteilyturvakeskus. Viitattu 24.3.2013. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja4/ files/1222263251_0021055/default/kirja4_01.pdf

STUK 2009. Mustonen, R; Sjöblo, K. L; Bly, R; Havukainen, R; Ikäheimonen, T. K; Kosunen, A; Markkanen, M & Paile, W. Säteilysuojelun perussuositukset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103.Viitattu 20.4.2013. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/a_sarja/fi_FI/stuk-a235/ files/81687360018055623/default/stuk-a235.pdf

Sädeturvapäivät. 2009. Röntgenhoitajan rooli kuvanlaadussa. Viitattu 13.5.2013. http://www.sadeturvapaivat.fi/index.php?id=688&cat_ids=x67x#cat67

Säteilylaki 27.3.1991/592

Turun ammattikorkeakoulu 2013. Opetussuunitelmat. Viitattu 8.5.2013

Uffmann. M. & Schaefer – Prokop. C. 2009. Digital radiography: The balance between image quality and required radiation dose. *European journal of radiography*. Vol. 72, 202–208 .

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Ween, B; Kristoffersen, D. T. ; Hamilton, G. A. & Olsen, D. R. 2005. Image quality preferences among radiographers and radiologists. A conjoint analysis. *Radiography*. Vol. 11, 191-197.

Whitley. A, S.; Sloane. C.; Hoadley. G.; Moore. A, D.& Alsop. C, W. 2005. Clark's positipning in radiography. 12th edition. USA, NY. Oxford University Press Inc. 28-29.

Zhang, M. & Chu, C. 2011. Optimization of the Radiological Protection of Patients Undergoing Digital Radiography. *J Digit Imaging*. 2012 February; Vol. 25, 196.

kV erotuskyky mAs DAP kontrasti hila
kohina suodatus optimointi rajaus etäi-
syys REX fokus kV erotuskyky mAs DAP
kontrasti hila kohina suodatus optimointi
raiaus etäisvys REX fokus kV erotuskvky

OPPIMISTEHTÄVIÄ

KUVANLAADUSTA, POTILASANNOKSISTA
SEKÄ NIIHIN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

fokus kV erotuskyky mAs DAP kontrasti
hila kohina suodatus optimointi rajaus
etäisyys REX fokus kV erotuskyky mAs
DAP kontrasti hila kohina suodatus opti-

Oppimistehtävät

Tämä tehtävävihko sisältää simulaatiotehtäviä tärkeimmistä röntgenkuvan kuvanlaatuun ja potilasannokseen vaikuttavista tekijöistä. Simulaatiotehtävät tehdään harjoitusluokan 534 hoitajan työasemalla.

Tutustukaa ennen tehtävien tekoa tutkimusartikkeleihin, joihin kukin tehtävä perustuu.

Tehtävät tehdään pienryhmissä (3-4 henkeä). Jokainen opiskelija täyttää oman tehtävävihkonsa. Yksi tehtävä on kestoltaan noin 20 minuuttia. Jokaisessa simulaatiotehtävässä on ilmoitettu kuvausohjeet. (kV, mAs, lisäsuodatus, etäisyys, hila, rajausta ja fokus) Muistakaa lukea ohjeet tarkasti ja noudattaa niitä! **Muistakaa nollata DAP mittari aina ennen uuden kuvan ottoa!** Kirjatkaa ylös pyydetyt arvot ja havainnot niille varattuihin kohtiin. Otettujen kuvien kuvanlaadun tarkastelu tapahtuu Mr Eizo:lla.

Tehtävissä tarkastellaan DAP ja REX arvojen avulla potilaan säteilyannosta. REX arvo on yksi eri valmistajien käyttämistä annosindikaattoreista. Annosindikaattori kertoo lukuarvona millaisia annostasoja kuvassa on käytetty. Annosindikaattoria käytetään digitaalisessa kuvantamisessa, jotta saataisiin selville, että käytetään oikeanlaisia kuvausarvoja ja annokset pysyisivät kunkin tutkimuksen kohdalla optimaalisina. Vaikka annosindikaattori kertoo käytetyn säteilyn määrästä, se ei ole suoraan verrannollinen potilaan saamaan säteilyannokseen. (Seibert & Morin, 2011.) REX lyhenne tulee sanoista reached exposure value, joka tarkoittaa suomeksi saavutettua valoisuus aikaa. REX arvoa käytetään Canonin röntgenlaitteissa ja hyvä REX arvo on normaalisti n. 100-300.

Tehtävävihko sisältää tehtävät seuraavista aiheista:

- mAs&kV
- Hila
- Fokus
- Etäisyys
- Lisäsuodatus
- Rajausta

Laitteiden käynnistys:

Laittakaa virrat päälle seinässä olevasta pääkytkimestä. Tämän jälkeen käynnistäkää Mr. Eizon tietokone ja näyttö, sekä Canonin tietokone ja näyttö. Laittakaa virrat päälle säätöpöytään. Mr. Eizolle kirjaututaan omilla Turun AMK:n käyttäjätunnuksilla. Laittakaa detektori päälle.

Tekstin lisääminen kuviin:

Kun olette ottaneet kuvan, valitkaa kohta **annotation**, ja tämän jälkeen valitkaa **free annotation**. Sitten kohta **add text** ja **free keyboard**. Sitten voit kirjoittaa haluamanne tekstin/numeron ja klikata kuvaan siihen kohtaan mihin sen haluatte. Tämän jälkeen painakaa **ok**. Lisäys on onnistunut kun merkinnän kehys muuttuu vihreäksi.

KÄYTETYT LYHENTEET

ALARA	<i>As Low As Reasonably Achievable</i> , säteilynkäytön optimointiperiaate (STUK 2011)
ARENE	Suomen Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto (ARENE 2006)
DAP	<i>Dose area product</i> , arvo joka tarkoittaa annoksen ja pinta-alan tuloa, ja sitä käytetään mittamaan potilasannoksia muun muassa radiologisissa toimenpiteissä, läpivalaisu- ja natiiviröntgentutkimuksissa
DQE	<i>Detective quantum efficiency</i> , detektorin kvanttiefektiivisyys (STUK 2004, 106-107)
EBP	<i>Evidence based practise</i> , näyttöön perustuva toiminta (Sarajärvi ym. 2011, 11)
ESD	<i>Entrace skin dose</i> , mittari jolla mitataan potilaan pinta-annos röntgentutkimuksessa (STUK 2004, 119)
kV	Kilovoltti, ilmaisee kuvaus- eli putkijännitettä (STUK 2004)
mAs	Milliampeerisekunti, koostuu putkivirran (mA) ja kuvausajan (s) tulosta, kertoo röntgenlaitteen käyttämän säteilyn määrän (Whitley yms. 2005, 28)
MTF	<i>Modulation transfer function</i> , modulaation siirtofunktio, kuvaa detektorin kykyä siirtää kuvauskohteen paikkataajuusinformaatiota varsinaiseen kuvaan (Lanca & Silva 2013, 21, 25, 30-31)
NPS	<i>Noise power spectra</i> , kohinan tehospektri, voidaan mitata röntgenkuvan kohinaa (Lanca & Silva 2013, 30)

REX

Reached exposure value, annosindikaattori, joka mittaa saavutettua valoitusaikaa röntgentutkimuksissa, käytössä esim. Canonin laitteissa (Herrmann, ym. 2012, 13)

Saatekirje vapaaehtoiselle

Hyvä vapaaehtoinen

Olemme kaksi viimeisen vuoden röntgenhoitajaopiskelijaa Turun ammattikorkeakoulusta. Teemme opinnäytetyötä, jonka aiheena on Oppimistehtäviä röntgenhoitajaopiskelijoille -kuvanlaatu, potilasannos ja niihin vaikuttavat tekijät. Lopullinen työ tulee sisältämään erilaisia oppimistehtäviä niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat röntgenkuvan kuvanlaatuun ja potilaan sädeannokseen. Oppimistehtävät rakentuvat kustakin aiheesta kertovasta fakta- ja tutkimustiedosta, jonka pohjalta toteutetaan simulaatiotehtävä. Tehtävän tulokset kirjataan ylös tehtäväpaperiin. Opinnäytetyön valmistuu keväällä 2014.

Kohteliaimmin pyydämme Teitä vapaaehtoiseksi esitestaamaan laatimiamme tehtäviä. Tehtävien testaus suoritetaan Turun ammattikorkeakoulun Ruiskadun kampuksella. Tarkoituksena on, että Te teette tehtävät ohjeiden mukaan ja annatte palautetta niiden selkeydestä ja käytettävyydestä. Tarkoituksena ei siis ole mitata teidän tietojanne kyseisestä aiheesta, vaan saada palautetta tehtävien toimivuudesta ja ymmärrettävyydestä. Tehtävien testauksessa käytetään luokan 354 röntgenlaitetta ja paikalla on henkilö, joka vastaa laitteen käytöstä ja opastaa siinä tarvittaessa. Tapahtuma toteutetaan syksyn 2013 aikana ja tarkempi aika selviää syksyn aikana. Tehtävien testaus kestää tunnista puoleentoista tuntiin.

Tekemiänne tehtäviä ja palautetta niistä käytetään vain varsinaisten tehtävien laatimisessa apuna. Tehtäväpaperit tuhotaan opinnäytetyön tekijöiden osalta työn valmistuttua. Nimeänne tai muita tunnistetietoja ei tuoda julki missään vaiheessa opinnäytetyöprosessia. Opinnäytetyö julkaistaan sähköisesti ammattikorkeakoulujen julkaisuarkistossa osoitteessa theseus.fi ja paperiversiona Turun ammattikorkeakoulun kirjastossa.

Osallistumiseen on täysin vapaaehtoista ja Teillä on oikeus keskeyttää osallistumiseen missä vaiheessa tahansa. Opinnäytetyötämme ohjaa Jarno Huhtanen (puh. 040 355 0411, sähköposti jarno.huhtanen@turkuamk.fi).

Suostun vapaaehtoiseksi henkilöksi testaamaan tehtäviä ja annan luvan tehdä korjauksia niiden pohjalta valmiiseen opinnäytetyöhön.

Päivämäärä, paikka, allekirjoitus ja nimenselvennys

Kiittäen

Viivi Hyvönen

Röntgenhoitajaopiskelija

Turun AMK

viivi.hyvonen@students.turkuamk.fi

Miia Marttinen

Röntgenhoitajaopiskelija

Turun AMK

miia.k.marttinen@students.turkuamk.fi

Saatekirje koulutuspäällikölle

Hyvä koulutuspäällikkö

Teknologian kehittyessä myös röntgenhoitajan työ on muuttunut. Suurin muutos lieneekin ollut suoradigitaalisiin laitteisiin siirtyminen. Kuvausprosessin automatisoituminen ei ole kuitenkaan ollut aivan ongelmatonta. Röntgenhoitajat kiinnittävät aiempaa vähemmän huomiota kuvausarvoihin ja niiden säätämiseen. Olemme kaksi viimeisen vuoden röntgenhoitajaopiskelijaa Turun ammattikorkeakoulusta. Koulullemme ostettiin viime vuonna uusi röntgenhoitajantyöasema Mr Eizo. Tätä työasemaa hyödyntäen teemme opinnäytetyön, jossa teemme oppimistehtäviä röntgenhoitajaopiskelijoille. Oppimistehtävät käsittelevät eri röntgenkuvaukseen vaikuttavia tekijöitä, ja näiden tekijöiden vaikutusta röntgenkuvanlaatuun ja potilasannokseen.

Lopullinen työ sisältää valmiit tehtävät, jotka laaditaan Microsoft Word® ohjelmalla, ja vietään lopulta verkko-oppimisympäristöön Optimaan. Opinnäytetyö valmistuu keväällä 2014. Testaamme ensin tehtävät itse, jonka jälkeen testiryhmä testaa tehtävät. Valitsemme itse testiryhmän jäsenet. Tehtävät esitestaa joukko vapaaehtoisia. Vapaaehtoisille annetaan saatekirjeet, jossa heille kerrotaan vapaaehtoisuudesta. Tehtävät on etukäteen käsikirjoitettu, jotta ne on helppo testata. Testiryhmän testauksen jälkeen testiryhmä antaa palautetta ja mahdollisia muutos ehdotuksia tehtävistä, jonka pohjalta tehtäviä tarvittaessa muokataan. Vapaaehtoisten tietoja ei julkaista missään ja testilomakkeet hävitetään opinnäytetyön valmistuessa.

Opinnäytetyömme ohjaajana toimii tuntiopettaja Jarno Huhtanen (puh. 040 355 0411, jarno.huhtanen@turkuamk.fi) Turun ammattikorkeakoulusta. Jos Teillä on kysyttävää, voitte ottaa yhteyttä opinnäytetyön tekijöihin tai ohjaavaan opettajaan.

Kiittäen

Viivi Hyvönen

Röntgenhoitajaopiskelija

Turun AMK

viivi.hyvonen@students.turkuamk.fi

Miia Marttinen

Röntgenhoitajaopiskelija

Turun AMK

miia.k.marttinen@students.turkuamk.fi

