



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

SÄTEILYTURVALLISUUS PET- TT TUTKIMUKSESSA

Ammatillinen posteritöntgenhoitajaopiskelijoille.

TEKIJÄ/T:
Joel Asikainen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala		
Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma		
Työn tekijä(t) Joel Asikainen		
Työn nimi SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA		
18.1.2016	Sivumäärä/Liitteet	35/4
Ohjaaja(t) Lehtori Pirjo Leppäsaari		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu Terveysala Kuopion yksikkö Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Säteily suojeleminen on tärkeä osa röntgenhoitajan toimenkuvaa. Positroniemissiotomografia- ja tietokonetomografiatutkimus (PET-TT) luo haasteita röntgenhoitajille säteily suojeleminen näkökulmasta, koska tutkimuksessa käytetään kahta erilaista säteilylähdettä samanaikaisesti.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön röntgenhoitajakoulutukseen asiantuntijatietoon perustuva posterit aiheesta "Säteilyturvallisuus PET-TT tutkimuksessa". Posterin tavoitteena on antaa tietoa röntgenhoitajaopiskelijoille säteily suojeleminen periaatteiden toteuttamisesta PET-TT tutkimuksessa, ja näin tukea heidän valmistautumistaan ammattitaitoa edistävään harjoitteluun isotooppilääketieteen yksiköihin ja valmistaa heitä myös työelämän tuomiin haasteisiin.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, jossa menetelmänä käytettiin projektityömenetelmää. Projekti toteutettiin yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysalan Kuopion yksikön Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman kanssa. Tietoa posteriin etsittiin kirjallisuudesta, eri tietokannoista ja lisätietoa kysyttiin alan ammattilaisilta kuten fyysikoilta ja röntgenhoitajilta. Näiden tietojen pohjalta luotiin ensin posterin koeversioita ja lopuksi opinnäytetyön lopullinen tuotos eli posterit. Yhteistyötä ohjaavan opettajan kanssa tehtiin koko opinnäytetyöprosessin ajan. Posterit on esillä sähköisessä muodossa Theseuksessa. Posterit tulee esille myös radiografian ja sädehoidon luokkatiloihin.</p> <p>Posterissa on johdanto aiheeseen. Posterin yläosassa on tieto tekijästä. Posterissa esitellään perustietoa PET-TT tutkimuksesta, säteily suojeleminen, gamma- ja röntgensäteilystä. Johtopäätöksenä posterissa esitetään, että säteily suojeleminen PET-TT-tutkimuksessa on haasteellista. Kun säteily suojeleminen periaatteita toteutetaan oikein, voidaan potilaan, väestön yksilön, sikiön ja säteilyöntekijöiden säteilyannokset pitää alhaisina. Posterissa edetään loogisesti menetelmästä säteily suojeleminen keinoihin. Posterissa on sisältöä tukeva kuva aivojen PET-TT-tutkimuksesta. Kuvien tekijänoikeudet on otettu työssä huomioon. Posterin alaosaan tulee ilmi posterin tilaaja sekä tietoa käytetyistä lähteistä. Posterit on suunniteltu A0 mittaan kooltaan 841 mm × 1 189 mm.</p> <p>Jatkotutkimusaiheina voisi toimia tutkimus säteily suojeleminen hyödyllisyydestä PET-TT-tutkimuksessa. Suojainten käytön hyödyistä ja haitoista on tietoa niukasti eikä varmaa tutkimustietoa löytynyt opinnäytetyön työstövaiheessa.</p>		
Avainsanat Säteily suojeleminen, PET-TT, Positroniemissiotomografia, radiolääkkeet, gamma-säteily, annos		

Field of Study Social Sciences, Business and Administration			
Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiationteraphy			
Author(s) Joel Asikainen			
Title of Thesis Radiation protection in PET-TT			
Date	18.1.2016	Pages/Appendices	35/4
Supervisor(s) Pirjo Leppäsaari			
Client Organisation Savonia University of Applied Science, Degree Programme of Radiography and Radiotherapy			
<p>Abstract</p> <p>Radiation protection is an important part of an x-ray technician's job. Positronemissiontomography and computed tomography (PET-TT) bring challenges for an x-ray technician from the perspective of radiation safety because of the simultaneous usage of two different kinds of radiation.</p> <p>The purpose of this thesis was to produce a poster for the health care unit of Savonia university of applied sciences about radiation protection in PET-TT. The goal of the poster is to give information for an x-ray technician-students about the principles of radiation safety concerning PET-TT, and so prepare them for the practical training in nuclear medicine units, and also prepare them for challenges after the graduation.</p> <p>The thesis was carried out as a practice-based thesis, in which a project-based approach was used. The project was produced in collaboration with Savonia-university of applied sciences. Information for the poster was searched from the literature, internet and from interviews with professionals. Through this information, sketch posters were made, which then were refined to the resulting poster. There was collaboration with the teacher through the thesis process. The poster is available in thesus, and also a paper version can be found from Savonia.</p> <p>The poster has an introduction. The poster has the author information at top. In the poster, there is basic information about radiation protection, gammarays and x-rays. As a conclusion, the poster presents that radiation protection in PET-TT-examination is challenging. When the principles of radiation protection are applied correctly, radiation dosage to the patients, fetus, workers and individuals can be kept at low levels. Subjects in the poster progress in a logical order from the practice to methods of radiation protection. The poster has images that support the main idea. Copyrights of images have been taken account for. The lower part of the poster contains information about the partners of the thesis. Also the sources can be found from the bottom. The poster is designed to A0 size at 841 mm × 1 189 mm.</p> <p>Further research topics could be the usage and use of radiation protection gear in PET-TT-examination.</p>			
<p>Keywords Radiation, protection, PET-TT, positronemission, computed tomography</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	SÄTEILY JA SÄTEILYN TERVEDELLE HAITALLISET VAIKUTUKSET	6
2.1	Ionisoiva ja ionisoimaton säteily.....	6
2.2	Säteilyn terveydelle haitalliset vaikutukset	6
2.3	Stokastiset ja deterministiset haitat.....	7
3	PET-TT KUVANTAMISMENETELMÄNÄ	8
3.1	Positroniemissiotomografia	8
3.2	Tietokonetomografia	9
3.3	PET-TT.....	10
4	SÄTEILYN TURVALLINEN LÄÄKETIETEELLINEN KÄYTTÖ.....	11
4.1	Säteilysuojelu	11
4.2	Säteilysuojelu Positroniemissiotomografiassa	11
4.3	Säteilysuojelu tietokonetomografiatutkimuksessa	12
4.4	Säteilysuojelun suureet ja annostasot PET-TT-tutkimuksessa.....	12
5	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE, TUOTOS JA TAUSTAKYSYMYKSET.....	14
6	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	15
6.1	Toiminnallinen opinnäytetyö	15
6.2	Tarpeen tunnistaminen ja määrittely	16
6.3	Projektin suunnittelu	16
6.4	Projektin toteutus ja päättäminen	18
6.5	Projektin tuotoksen arviointi	19
7	POHDINTA.....	21
7.1	Luotettavuus	21
7.2	Eettisyys.....	22
7.3	Opinnäytetyöprosessi	22
	LÄHTEET	25
	LIITE 1: SWOT ANALYYSI	29
	LIITE 2: AIKATAULU	30
	LIITE 3: POSTERIN RAAKAVERSIO	31
	LIITE 4: POSTERI – SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA.....	32

1 JOHDANTO

Säteilyn käytön oikeutukseen liittyvä röntgenhoitajan vastuu on usein säteilyturvallisuuksessa. Säteilyturvallisuuden takaamiseksi potilaan kannalta myös röntgenhoitajan tärkeänä tehtävä on arvioida tutkimuksen oikeutusta, joka on kirjattu säteilylakiin ja säteilyasetukseen vaikkakin oikeutusarvioinnin tekee asetuksen 423/2000 mukaisesti potilaan hoitavalääkäri ja toimenpidevastuussa oleva lääkäri. (Nikupaavo 2012, 35.) Säteilylaissa on säädetty laki, jonka tavoitteena on estää ja rajoittaa säteilystä aiheutuvia terveydellisiä ja muita haittavaikutuksia (Säteilylaki 1991/592, § 1). Säteilyasetuksessa taas määritetään säteilyannosten rajat, joille potilaat, sivulliset ja säteilytyöntekijät voivat altistua (Säteilyasetus 1991/1512, § 3). Potilaiden säteilynsuojelun lisäksi röntgenhoitajien tulee ottaa huomioon sivullisten henkilöiden säteilynsuojelu, kuten avustajat, hoitajat ja potilaan läheisyydessä oleskelevat henkilöt, sekä mahdollinen sikiö (Röntgentutkimukset terveydenhuollossa 2014).

Tärkeä osa röntgenhoitajan työtä on myös oman säteilyturvallisuuden takaaminen (Röntgentutkimukset terveydenhuollossa 2014). Työntekijöiden terveyden takaamiseksi on määritelty annosmaksimit, jotka löytyvät säteilyasetuksesta (Säteilyasetus 1991/1512, § 3). Työntekijöiden saamat annokset on pidettävä niin alhaisena kuin on mahdollista, joten annosmaksimit ovat vain arvoja, jotka eivät saa ylittyä (Röntgentutkimukset terveydenhuollossa 2014; Säteilylaki 1991/592, § 1). Positroniemissio- ja tietokonetomografiatutkimuksessa (PET-TT- tutkimuksessa) on yhdistetty kaksi ionisoivaan säteilyyn perustuvaa kuvantamismenetelmää, joissa potilas altistuu sekä gamma- että röntgensäteilylle (Anderson ja Mathews 2015, 1-2).

Säteilyn turvallista käyttöä suunniteltaessa on huomioitava säteilynsuojelun periaatteet oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaate, jotka on kirjattu säteilylakiin. Oikeutus tarkoittaa, että toiminnasta saatava hyöty on haittaa suurempi. Optimointi tarkoittaa toiminnan järjestämistä siten, että säteilystä aiheutuva annos pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Yksilönsuoja tarkoittaa sitä, että yksilön eli säteilytyöntekijän, väestön yksilön ja sikiön saama annos ei ylitä annettuja annosrajoja. (Säteilylaki 1991/592, § 1.)

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön röntgenhoitajakoulutukseen asiantuntijatietoon perustuva ammatillinen posterit. Posterin tavoitteena oli antaa teoriatietao röntgenhoitajaopiskelijoille säteilyturvallisuuksesta PET-TT-tutkimuksessa.

2 SÄTEILY JA SÄTEILYN TERVEYDELLE HAITALLISET VAIKUTUKSET

Säteily on energiaa, jota virtaa kaikkialla. Säteily voi olla joko aaltomaista sähkömagneettista säteilyä tai hiukkasten liike-energiaa. Säteilyä on esimerkiksi lämpö, radioaallot, röntgensäteily ja radioaktiivisten aineiden lähettämä hiukkassäteily. (Energiateollisuus 2007, 3.)

Sähkömagneettinen säteily on yleisnimitys sähkömagneettisen kentän liikkeelle (STUK b). Luonnon aiheuttamia sähkömagneettisia kenttiä ovat maan magneettisuus ja auringon aiheuttama magneettikenttä, ihmisten luomia lähteitä taas ovat esimerkiksi radiomastot (STUK e).

Hiukkassäteily lajitellaan neljään alalajiin, jotka ovat alpha-, beta-, gamma- ja neutriinosäteily. Alphasäteilyssä atomin ytimestä irtoaa alphahiukkanen. Alphahajoaminen tapahtuu usein raskaissa ytimissä, jossa ytimen sidosvoimat eivät enää kykene pitämään ydintä koossa. Betasäteilyssä atomista lähtee elektroni tai muu positiivisesti varattu hiukkanen. Betasäteily kantaa ilmassa metrejä, mutta pysähtyy kudoksessa hyvin nopeasti. Gammasäteily tapahtuu usein alpha- ja betahajoamisen yhteydessä, jolloin emäytimestä lähtee hiukkanen, josta taas lähtee gammasäteilyä. Gammasäteily lävistää huomattavasti paremmin ainetta, jopa metallia. Neutriinosäteily koostuu atomin ytimen osista, joilla ei ole sähkövarausta. Neutriinosäteily on hieman läpitukenutuvampaa kuin alpha- ja betasäteily. Säteily jaotellaan kahteen osaan sen kyvyn mukaan vaikuttaa aineessa eli ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn. (Energiateollisuus 2007, 3-7.)

2.1 Ionisoiva ja ionisoimaton säteily

Ionisoivalla säteilyllä tarkoitetaan säteilyä, jolla on riittävästi energiaa irrottamaan säteilyn kohteeksi joutuvan aineen atomeista elektroneja tai rikkomaan aineen molekyyliä. Yleisiä ionisoivan säteilyn tyyppisiä ovat gamma-, kosminen- ja röntgensäteily. Radioaktiiviset aineet lähettävät ionisoivaa säteilyä ja muun muassa positroniemissiotomografiatutkimuksessa (PET tutkimuksessa) käytettävät radiolääkkeet ovat ionisoivan säteilyn lähteitä. Gammasäteily, jota PET- laitteet hyödyntävät, on ionisoivaa sähkömagneettista säteilyä. (STUK d.) Muita esimerkkejä ionisoivasta säteilylähteistä ovat röntgenlaitteet ja sädehoitolaitteet (STUK f).

Ionisoimaton säteily on säteilyä, jonka energia ei riitä ionisoimaan atomia eli aiheuttamaan siihen sähkövarausta (Energiateollisuus 2007, 4). Koska ionisoimattoman säteilyn energia ei riitä aiheuttamaan vuorovaikutusta aineen kanssa, on se vaaratonta ihmiselle (STUK f). Ionisoimatonta säteilyä on muun muassa valo ja lämpösäteily (Energiateollisuus 2007, 4).

2.2 Säteilyn terveydelle haitalliset vaikutukset

Elävissä soluissa ionisoiva säteily voi aiheuttaa eitoivottuja muutoksia. Ionisaatio voi vaurioittaa DNA (Deoksiribonukleiinihappo) ketjuja, jotka ovat solujen perimäainesta (STUK d). DNA on säteilylle hyvin herkkä ja DNA rihman riittää katkaisemaan vain yksi foton tai hiukkanen, joten pienikin annos

on periaatteessa vaarallinen. (Paile 2000, 660.) DNA-rihman katkeaminen voi aiheuttaa terveyshaittoja ja pahimmassa tapauksessa johtaa syöpään (STUK d). Ionisoivan säteilyn aiheuttamat terveyshaitat jaetaan kahteen ryhmään eli stokastisiin ja deterministisiin haittavaikutuksiin (Valentin 2007, 49).

2.3 Stokastiset ja deterministiset haitat

Stokastinen eli satunnainen haitta syntyy, kun säteily aiheuttaa yhden solun geneettisen muutoksen. Haitan ilmenemisenä solun tulee jakautua kopiona virhe mukanaan. Jos solu on somaattinen, voi solussa myöhempien vaurioiden seurauksena kehittyä syöpä, tai muu terveyttä uhkaava sairaus. Kynnysarvoa säteilyn määrälle ei ole. Periaatteessa syöpä voi saada alkunsa yhdestä natiiviröntgenkuvasta, mutta todennäköisyys on äärettömän pieni. Todennäköisyydet kasvavat, kun altistusta lisätään. (Paile 2000, 660; Valentin 2007, 49.)

Deterministinen eli suora haitta perustuu säteilyn aiheuttamaan solutuhoon. Deterministisiä haittoja on säteilytauti luuydin- ja suolistovaurioineen, säteilypalovamma, sädepneumoniitti, harmaakaihi ja sikiövaurio. Näitä esiintyy suurien annosten yhteydessä esimerkiksi säteilyonnettomuuksissa, mutta myös sädehoidossa mikäli hoidettava alue on lähellä kriittistä elintä esimerkiksi keuhkoa. Haitta ilmenee välittömästi säteilytyksen yhteydessä. Deterministisessä haitassa on kynnysarvo, ja jos annos jää sen alapuolelle, determinististä haittaa ei ilmene. (Paile 2000, 660; Valentin 2007, 49.)

3 PET-TT KUVANTAMISMENETELMÄNÄ

PET-TT-kuvaus eli positroniemissiotomografian ja tietokonetomografian yhdistävä tutkimus voidaan jakaa kahteen eri kuvantamismenetelmään, positroniemissio- ja tietokonetomografiakuvaukseen (Anderson ja Mathews 2015, 1). Alla käsitellään positroniemissiokuvantamista, tietokonetomografiakuvantamista ja näiden kahden yhdistelmää, PET-TT kuvantamista.

3.1 Positroniemissiotomografia

Positroniemissiotomografia perustuu positronin annihilaatioon aineessa (Anderson ja Mathews 2015, 1). Potilaalle annettu radiolääke hajoaa emittoimalla positronin. Positronin annihiloituessa syntyy kaksi 511 keV fotonia, gamma kvanttia, jotka annihilaation seurauksena sinkoutuvat täysin vastakkaisiin suuntiin. (Anderson ja Mathews 2015, 1.) Yhtä aikaa detektorille saapuvat fotonit voidaan havaita koinssidenssimittauksella (Jauhiainen 2007, 47). Fotoneiden saapumisajan perusteella voidaan laskea kohta, jossa annihilaatio on tapahtunut ja tämän avulla muodostaa kuvamatriisi (Anderson ja Mathews, 2015, 1).

PET-isotoopit tyypillisesti valmistetaan Syklotronissa. Syklotroni on kiihdytin, jossa kiihdytetään varattuja hiukkasia kuten protoneita ja deuteronia korkeaan energiaan sähkökentässä. Hiukkaset käännytetään magneettikentällä pyöreeen liikerataan ja kiihdytetään tiettyyn nopeuteen. Kun haluttu nopeus on saavutettu, törmäytetään hiukkaset kohteeseen ja syntyy haluttu isotooppi. Esimerkiksi yleisn käytetty F-18 (fluorin isotooppi 18) isotooppi syntyy, kun törmäytetään kiihdytettyjä protoneita O-18:lla (hapen isotooppi 18) rikastettuun veteen. Valmis radionuklidi leimataan kemiallisiin yhdisteisiin. Kemiallista yhdistettä, johon on liitetty radionuklidi kutsutaan radiolääkkeeksi. (Hogg ja Testenera 2010, 76-79.)

Positroniemissiotomografiatutkimuksen tyypillinen kulku alkaa, kun radiolääke saadaan valmiiksi annosteltuna radiofarmasiatilasta. Tämän jälkeen radiolääkkeen aktiivisuus tarkastetaan. Tarkistuksen jälkeen ruisku asetetaan lyijysuojattuun laatikkoon odottamaan käyttöä. Potilaalle kerrotaan tutkimuksen kulku, kanyloidaan ja myös mitataan verensokeri. Tämän jälkeen potilas ohjeistetaan rauhalliseen tilaan makuulle. Tietyn ajan kuluttua radiolääke injektoidaan potilaaseen nopeasti ja huolellisesti. Ruisku huuhdellaan keittosuolaliuoksella, jotta kaikki aktiivinen lääkeaine siirtyisi potilaaseen. Tämän jälkeen potilas makaa vielä 30–60 minuuttia, jotta radiolääke hakeutuu haluttuun elimen. Odotusajan kuluttua potilas käy vessassa, jonka jälkeen potilas siirtyy rauhallisesti kuvaushuoneeseen. Potilas asetellaan hyvään asentoon kuvauspöydälle ja suoritetaan ensimmäinen kuvaus PET-kameralla (Kuva 1). Kuvauksen aikana potilas liikkuu pöydällä PET-kameran läpi, jolloin potilaasta kerätään positroniemissiodata. Kuvaus otetaan askeleittain ja jokainen askel vie noin 7-8 min. Askeleella kuvataan noin 15 cm kerrallaan. Potilaan kuvaus vie riippuen alueesta jopa 60 minuuttia. (Anderson ja Mathews 2015, 2.)



Kuva 1. PET kamera (liz west 2006.)

3.2 Tietokonetomografia

Tietokonetomografia perustuu röntgensäteilyyn, joka tuotetaan röntgenputkella. Röntgenputkessa katodin (negatiivinen elektrodi) ja anodin (positiivinen elektrodi) välille synnytetään korkeajännite. Kun katodia kuumennetaan voimakkaalla sähkövirralla, irtoaa siitä elektroneja, jotka putken jännitteen takia kiihtyvät kohti anodia. Elektronien osuessa anodille suurin osa niiden energiasta muuttuu lämmöksi. Loput säteilystä muuttuvat röntgensäteilyksi, josta 15 % on karakterista röntgensäteilyä ja loput 85 % jarrutus säteilyä. (Jauhiainen 2007, 35 19.) Tietokonetomografiassa röntgenputki ja detektori pyörivät potilaan ympäri kuvaten satoja projektiokuvia. Kuvauksen aikana potilas liikkuu kuvauspäöydällä automaattisesti kuvauslaitteen läpi (Kuva 1). Projektiokuvien muodostus perustuu röntgensäteilyn absorptioon. (Jauhiainen 2007, 14 35.) Näistä projektiokuvista rekonstruoidaan leikekuva, joka on tietynlevyinen siivu kohteesta. Useat leikekuvat muodostavat kuvamatriisin, josta luodaan visualisaatio tietokoneen näytölle. (Jauhiainen, 2007, 35.)



Kuva 2. TT-laite (Egg 2006)

3.3 PET-TT

PET-TT kuvantamisessa yleensä ensin suoritetaan PET kuvaus, jonka jälkeen potilaasta otetaan tietokonetomografiakuva. Uusimmissa laitteissa nämä kaksi kuvausta voidaan suorittaa yhdellä kuvantamislaitteella (Kuva 1.) Kahdesta eri menetelmällä hankitusta kuvasta fuusioidaan (yhdistetään) yksi kuva, jossa aktiivisuuskuva sijoitetaan topografiseen TT-kuvaan. Saadusta kuvasta voidaan nähdä aktiivisuuden sijoittuminen huomattavasti paremmin, kuin pelkällä aktiivisuuskartalla. (Anderson ja Mathews 2015, 1.) Esimerkiksi sydäimestä voidaan ottaa ensin perfuusiokuvaus, joka näyttää sydämen verenkierron tilan, jonka jälkeen yhdistetään aktiivisuuskuva tarkkaan tietokonetomografiakuvaan. Tätä kahden kuvan yhdistämistä kutsutaan hybridikuvaksi, eli kuvassa on kahdesta kuvantamismenetelmästä saatavat tiedot. (Saraste ja Knuuti 2012, 2.)

PET-TT kuvantamisessa fysikaaliset ilmiöt on otettava huomioon kuvauksessa, yksi näistä ilmiöistä on säteilyn vaimeneminen kudoksessa. Vaimeneminen on otettava huomioon kuvanmuodostuksessa, koska ilman korjausta potilaan pinnalta mitatut aktiivisuudet korostuvat ja syvällä olevat vaimenevat väärinä kuvaa. Attenuaatiokorjauksella (vaimennuskorjauksella) pyritään poistamaan vaimenemisesta aiheutuva artefakta. Yleisin käytössä oleva vaimennuskorjaustekniikka käyttää tietokonetomografiakuvaa apuna vaimennuskorjauksen luonnissa. Potilaasta otetaan tietokonetomografiakuva, josta tietokone rekonstruoi erillisen vaimennuskartan. Vaimennuskarttaa käytetään hyväksi, jotta voidaan suorittaa vaimennuskorjaus PET kuvaan. (Hogg ja Testenera 2010, 20-21.)



KUVA 3. PET-TT laite (Hg6996 2009.)

4 SÄTEILYN TURVALLINEN LÄÄKETIETEELLINEN KÄYTTÖ

Säteilyn lääketieteellisellä käytöllä tarkoitetaan sosiaali ja terveysministeriön asetuksen mukaan röntgentutkimusta, isotooppitutkimusta, isotooppihoitoa, sädehoitoa sekä muuta tutkimus- tai hoitotoimenpidettä, jossa kohteena oleva henkilö tarkoituksellisesti altistetaan ionisoivalle säteilylle (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000, § 1). PET-TT tutkimuksessa käytetään radioaktiivisia isotooppeja ja röntgensäteilyä. PET-TT luetaan lääketieteelliseksi menetelmäksi (Anderson ja Mathews 2015, 1).

4.1 Säteilysuojelu

Säteilysuojelun tarkoitus on pienentää yksilöiden saamaa säteilyannosta ja tavoite vähentää säteilyn aiheuttamia terveyshaittoja (Säteilylaki 1991/592, § 1). Säteilysuojelun kolme periaatetta ovat oikeutus, optimointi ja yksilönsuoja (Valentin 2007, 88-89). Oikeutusperiaate tarkoittaa, että toiminnalla saavutettava hyöty on suurempi kuin toiminnasta aiheutuva haitta (Säteilylaki 1991/592, § 1). Optimointiperiaate tarkoittaa potilaan saaman annoksen minimoimista siten, että tarvittava lääketieteellinen vaste saadaan (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000, § 9). Yksilönsuojaperiaate tarkoittaa, että esimerkiksi läheisten tai työntekijöiden annokset ovat niin pienet kuin mahdollista. Yksilönsuoja koskee myös sikiötä. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000, § 10.)

4.2 Säteilysuojelu Positroniemissiotomografiassa

Oikeutusperiaatteen toteutumiseksi positronieissiokuvantamisessa tulee kuvauksesta saatavan hyödyn olla haittaa suurempi. Kuvauksen oikeutuksesta vastaa lääkäri, mutta röntgenhoitajan tulee myös arvioida jokaista tapausta tilannekohtaisesti. (Säteilylaki 1991/592, § 1.) **Optimointiperiaate** toteutuu, kun potilaalle annetaan oikea aktiivisuus radiolääkettä. Radiolääkkeen aktiivisuuden oikea taso mitataan ennen potilaaseen laittoa kalibroidulla mittarilla. Annettu aktiivisuus aiheuttaa potilaalle säteilyannosta. Kuvauksen onnistuminenkin on osa optimointia, kun kuvaus onnistuu, ei kuvausta tarvitse suorittaa uudestaan. Onnistumisen takaamiseksi kuvaus tulee suorittaa oikeaan aikaan ja oikeassa vaiheessa. Potilas ohjeistetaan toimimaan siten, että radiolääke poistuisi mahdollisimman tehokkaasti esimerkiksi ohjestamalla potilasta nauttimaan runsaasti nestettä. (Hogg 2012, 82-85.)

Yksilönsuojan toteutuksessa haasteita luo radiolääke, sillä se säteilee korkeaenergistä gammasäteilyä, joka läpäisee tehokkaasti väliaineita (Madsen, Andeson, Halama, Simpkin, Votaw, Wendt, Lawrence Ja Yester 2006, 4). Radiolääkkeiden aiheuttaman säteilyannoksen minimointiin henkilökunnan ja yksilön osalta on kolme pääkeinoa: aika, etäisyys ja suojaus. Suojainten käyttö on

korkeaenergisten säteilylähteiden käytön kannalta ongelmallista, koska suojautumismateriaalia tarvittaisiin kohtuuttoman paljon, jotta annosta saataisiin kohtuullisesti laskettua. Raskaiden suojainten käyttö myös haittaa tutkimuksen suoritusta ja siten pidentää altistusaikaa. Suojainten käyttöä ei altistusajan pidentymisen takia suositella. Henkilökunnan ja läheisten ihmisten annos pienenee, mitä pidemmän matkan päässä he ovat säteilylähteestä, ruiskusta tai potilaasta. Säteilyn intensiteetti pienenee neliölain mukaisesti, joten etäisyys on tehokas suojautumiskeino säteilyltä. Neliölaki tarkoittaa säteilyn intensiteetin pienenemistä suhteessa etäisyyden neliöön: yhden metrin päässä säteilylähteestä säteilyn intensiteetti pienenee neljännekseen, kahden metrin päässä kahdeksannekseen ja niin edelleen. Myös säteilylähteen läheisyydessä vietetty aika on suuressa roolissa suojautumisessa säteilyltä. Mitä vähemmän aikaa radioaktiivista ainetta käsitellään ja sen läheisyydessä oleskellaan, sitä pienempi annos saavutetaan. Potilaan ohjauksella on suuri merkitys läheisten säteilyannoksen minimoimisessa. Potilasta tulee ohjata hyvin välttämään läheisyyttä hoitajiin ja lähimmäisiin tutkimuksen jälkeen sekä juomaan paljon, jotta radiolääke poistuu kehosta mahdollisimman tehokkaasti. (Hogg 2010, 80-81.)

4.3 Säteilysuojelu tietokonetomografiatutkimuksessa

Oikeutusperiaatteen toteutumiseksi myös tietokonetomografiassa tulee kuvauksesta saatavan hyödyn olla haittaa suurempi. Kuvauksen oikeutuksesta vastaa lääkäri mutta röntgenhoitajan tulee myös arvioida jokaista tapausta tilannekohtaisesti. (Säteilylaki 1991/592, § 1.) **Optimointiperiaate** toteutuu, kun valitaan oikea ohjelma ja arvioidaan kuvausarvoja. Kuvauksalan minimoiminen, siten että tarvittava data saadaan, on myös tärkeä osa säteilysuojelua ja optimointia. Potilaan valmistelu ja ohjaaminen lisäävät kuvauksen onnistumisen todennäköisyyttä, pienentäen mahdollisten uusintakuvien ottoa. Säteilysuojien käyttö myös parantaa säteilysuojelua, jos niiden käyttö on mahdollista. (Röntgentutkimukset terveydenhuollossa 2014.) **Yksilönsuojan** varmistamiseksi röntgenhoitajien tulee kysyä potilaalta raskauden mahdollisuutta. Röntgenhoitajien tulee myös varmistaa, että kuvaushuoneessa ei ole ylimääräisiä ihmisiä kuvauksen aikana. Jos huoneessa on kuvauksen aikana henkilökuntaa, tulee varmistaa että raskauden mahdollisuutta ei ole, he ovat tietoisia säteilyn haitallisuudesta ja että he ovat yli 18 vuotiaita. Huoneessa olevat henkilöt tulee myös ohjeistaa sijoittumaan huoneessa siten, että heidän annoksensa on mahdollisimman pieni: suurin annos on gantryn edessä välittömässä läheisyydessä (STUK c.)

4.4 Säteilysuojelun suuret ja annostasot PET-TT-tutkimuksessa

Säteilysuojelun perussuureilla tarkoitetaan absorboitunutta-, ekvivalenttista ja efektiivistä annosta, jotka auttavat säteilysuojelun suunnittelussa. Jotta säteilyn terveyshaittaa voidaan arvioida, tulee ensin laskea absorboitunut annos, sitten ekvivalenttiannos ja lopuksi efektiivinen annos. **Absorboitunut** annos kuvastaa ionisoivasta säteilystä tarkastelukohteeseen siirtynyttä energiaa ja sen mitta-yksikkö on J kg^{-1} eli gray (Gy). Säteilysuojelun kannalta absorboitunut annos on ongelmallinen koska annosten välitön mittaaminen on liki mahdotonta teknillisistä syistä. Absorboitunut annos itsessään ei

riitä kuvastamaan terveydellistä haittaa, koska esimerkiksi samansuuruisilla absorboituneilla annoksilla eri lajin säteilyä on erilaiset biologiset vaikutukset. Jotta säteilyn terveydellinen haitta saataisiin mitattua, tulee ottaa huomioon eri muuttujia joita ovat esimerkiksi säteilyn laji, energiajakauma ja kudosherkkyys. Terveydellisen haitan todennäköisyyden mittaamiseksi on luotu suureet ekvivalenttinen ja efektiivinen annos. Ekvivalenttiseen ja efektiiviseen annokseen liittyy fysikaalisten suureiden lisäksi tilastollisia elementtejä. (Marttila, 69-82.)

Ekvivalenttiannos (H_T) on elimen tai kudokseen absorboituneiden annosten painotettu summa. Ekvivalenttisen annoksen laskemiseksi on käytettävä ICRP:n luomia säteilyn painotuskertoimia ja elimen keskimääräisiä absorboituneita annoksia. **Efektiivinen** annos on kudosten painotuskertoimilla painotettujen keskimääräisten ekvivalenttiannosten summa. Painotuskertoimet luonnehtivat elimen tai kudoksen osuutta sattumanvaraisen säteilyhaitan todennäköisyydestä idealisoidussa tilanteessa, jossa elimistöä kohtaavan ionisoivan säteilyn kentällä on kauttaaltaan sama arvo. Efektiivisen annoksen yksikkö on sievert (Sv). (Marttila, 69-82.)

PET-TT tutkimuksessa annosta syntyy kahdesta säteilylähteestä, tietokonetomografiasta ja radiolääkkeestä (Anderson ja Mathews 2015, 2). Esimerkkejä annostasosta tutkimuksissa: Luuston aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimuksesta kokonaisannos on 8,6 mSv, radiolääkkeen osuus annoksesta on 3,6 mSv ja tietokonetomografian osuus noin 5 mSv. Koko kehon aineenvaihdunnan laajasta PET-TT tutkimuksesta syntyy kokonaisannoksena noin 12 mSv, josta 7mSv radiolääkkeestä ja 5 mSv tietokonetomografiasta. Eturauhasen aineenvaihdunnan PET-TT-tutkimus aiheuttaa 9 mSv:n kokonaisannoksen, 5 mSv annoksesta johtuu tietokonetomografiasta ja 4 mSv radiolääkkeestä. (Pitkonen ja Sipilä 2015.)

5 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE, TUOTOS JA TAUSTAKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön röntgenhoitajakoulutukseen asiantuntijatietoon perustuva ammatillinen posterit. Posterin tavoitteena on antaa teoretista tietoa röntgenhoitajaopiskelijoille säteilyturvallisuudesta PET-TT-tutkimuksessa. Posterin tietoa voidaan hyödyntää lisäksi harjoittelussa.

Opinnäytetyötä ohjaavat taustakysymykset:

1. Miten tehdään posterit röntgenhoitajaopiskelijoille opetuksen säteilyturvallisuudesta PET-TT-tutkimuksissa?
2. Mitkä ovat röntgenhoitajaopiskelijoiden opetuksen kannalta keskeiset sisällöt posteriin säteilyturvallisuudesta PET-TT-tutkimuksissa?

6 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

6.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Toiminnallinen opinnäytetyö on yksi opinnäytetyön muodoista. Vilkan ja Airaksisen mukaan toiminnallisen opinnäytetyön lopputuloksena on konkreettinen tuote, opas tai tapahtuma. Toiminnallisissa opinnäytetöissä on yhteisenä piirteenä visuaalisin ja viestinnällisin keinoin luotava kokonaisilme, jonka keinoilla pyritään tuomaan esille päämäärä. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tekstin tulee olla kohderyhmälle suunnattua ja tarkoitusta palvelevaa. (Vilka ja Airaksinen 2003, 51,9.) Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö, joka toteutetaan projektityömenetelmällä. Tässä opinnäytetyössä tuote on ammatillinen teorian tietoon perustuva posterit.

Opinnäytetyö toteutettiin projektityömenetelmällä. Projekti on tietyn ajan kestävä prosessi ja tässä tapauksessa tähtää kertaluontoiseen tulokseen. Työelämälähtöinen projekti on useamman tai tässä tapauksessa yhden opiskelijan projekti. Opinnäytetyö on koulutusala-kohtainen. Vilkan ja Airaksisen mukaan projektityölle on suotavaa, että siinä toteutuu kolmikantaperiaate: suunnitteluvaiheessa tulisi olla mukana työn tilaaja ja ohjaaja, sekä työntekijä. Opinnäytetyön prosessissa on jatkuvasti mukana ohjaaja, opponentit, pajojen opettajat ja toimeksiantaja, joten kolmikantaperiaate toteutui. (Vilka ja Airaksinen 2003, 49.) Kettusen mukaan projektin rakenne sisältää seuraavat viisi kohtaa, jotka ovat tarpeen tunnistaminen, määrittely, suunnittelu, toteutus ja projektin päättäminen (Kettunen 2009, 43).

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön röntgenhoitajakoulutukseen asiantuntijatietoon perustuva ammatillinen posterit. Posterin tavoitteena on antaa teorian tietoa röntgenhoitajaopiskelijoille säteilyturvallisuudesta PET-TT-tutkimuksessa. Posterin tietoa voidaan hyödyntää lisäksi harjoittelussa. Posterini on ammatillinen posterit, jossa kuvattiin projektiani ja sen sisältöä. Projekti tuotettiin tiiviissä yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun edustajan kanssa. Palautetta projektiini sain ohjaajalta ja opponenteilta. Posterin teoria perustuu asiantuntijatietoon. Projektin toteutus tapahtui projektityön suunnitelman mukaisesti.

Posterit lajitellaan yleensä kahteen eri kategoriaan tieteenalalla: ammatillinen posterit ja tieteellinen posterit. Ammatillisella posterilla voidaan kuvata esimerkiksi ryhmän toimintaa, projektin tapahtumia ja muuta sisältöä, ammatillisen posterin tyyli on vapaamuotoinen. Tieteellisellä posterilla taas kuvataan tutkimusta ja sen tuloksia lyhyesti ja ytimekkäästi. Tieteellisen posterin sisältö on tarkemmin määrittä: se koostuu johdannosta, aineisto- ja menetelmä kuvauksista, tuloksista sekä johtopäätöksistä. (Perttilä 2007.) Tässä opinnäytetyössä tuotoksena luotiin ammatillinen posterit, jossa kuvattiin

PET-TT-tutkimuksen säteilyturvallisuutta lyhyesti, selkeästi ja asiallisesti. Työn tarkoitus ja taustakysymykset ohjasivat tiedonhankintaa, tietolähteiden valintaa ja työskentelyä. Vilkan ja Airaksisen mukaan tuotosta valmistaessa tulee miettiä typografiaa, posterin kokoa ja tyyliä. Tuotoksen tulee olla yksilöllinen ja erottuva. Myös mahdolliset vaatimukset tilaavalta osapuolelta tulee ottaa huomioon, näitä vaatimuksia on esimerkiksi tuotteessa näkyvä työntilaajan logo. (Vilka ja Airaksinen 2003, 52.) Ammatillisen posterin tulee esittää asia lyhyesti ja ytimekkäästi, jotta posterin tila saadaan käytettyä hyvin, ja tarvittava tieto saadaan tuotua esille. Kohderyhmän ja ajatuksen tulee olla kokoajan mielessä posteria luodessa, myös posterin sijainti tulee huomioida suunnittelussa. (Perttilä 2007.) Posteriin valittavien kuvien pitää olla oikean kokoisia ja tuoda jotain kokonaisuuteen ja yksinkertaiset kuvat ovat parempia kun monimutkaiset kuvat (Leinonen ja Särkämö 2007).

6.2 Tarpeen tunnistaminen ja määrittely

Projekti lähtee liikkeelle tarpeen tunnistamisesta tai ideasta. Määrittelyvaiheessa arvoidaan toteutettavuutta ja mikäli idea on toteuttamiskelpoinen, siirrytään suunnitelmavaiheeseen. (Heinonen 2010, 5.) Tarve posterille tuli työntilaaajalta Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmalta, jolla oli tarve saada oppimateriaalia säteilyturvallisuudesta PET-TT tutkimuksesta posterin, tai muunlaisen oppimateriaalin muodossa. Tarpeen määrittämisen aikaan ideaksi muodostui ammatillisen posterin luominen röntgenhoitajaopiskelijoiden harjoitteluun.

6.3 Projektin suunnittelu

Projektisuunnitelma vastaa toiminnallisten töiden toimintasuunnitelmaa ja on tärkeä osa projektia. Projektisuunnitelmassa selvitetään projektin taustat ja lähtötilanne. Suunnitelmassa tulee olla projektin tarkoitus, tavoite ja mahdolliset rajaukset. Projektisuunnitelmassa mahdolliset tulevat ongelmat olisi hyvä kartoittaa, jotta voidaan ennakoida mahdollisia kompastuskiviä projektin tuottamisessa. Tähän ongelman kartoitukseen sopii esimerkiksi SWOT-analyysi, jossa kartoitetaan projektin vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat, joita voi projektin edetessä tulla vastaan. (Vilka ja Airaksinen 2003, 49.) SWOT-analyysi tulee englannin kielen sanoissa Strengths, Weaknesses, Opportunities ja Threats. Se on tärkeä väline analysoitaessa työpaikalla tapahtuvaa oppimista ja sen toimintaympäristöä kokonaisuutena. (SWOT-analyysi.) Liitteessä 1 on kuvattu SWOT-analyysini.

Vahvuutenani oli motivaatio jonka antoi mielenkiintoinen aihe. Vahvuutenani oli myös hankkimani tietopohja kirjallisuudesta, tietokannoista ja asiantuntijoilta. tietopohja, jonka oli hankittu hakemalla tietoa tietokannoista. Vahvuuteni oli myös kyky käyttää tietokoneita ja ohjelmia, joilla posteria työstettiin. Mahdollisuutena oli oppia uusia asioita radionuklidien toiminnasta ja kasvaa ammatillisesti.

Myös uuden oppimateriaalin luominen ja tiedon välittäminen röntgenhoitajaopiskelijoille olivat mahdollisuuksia. Heikkoutena oli tiukka aikataulu, jossa pitäisi opinnäyte työstää palautusvalmiiksi. Uhkana oli motivaation loppuminen ja tarvittavan tiedon puute. Suunnittelun alkuvaiheessa muodostettiin myös aikataulu opinnäytetyölle joka löytyy liitteessä 2. Aikataulua muutettiin monesti prosessin aikana, koska opinnäytetyö oli suunniteltua vaativampi ja laajempi. Aikataulu selkesi vasta työn loppuvaiheessa.

Suunnitteluvaiheessa loin opinnäytetyölle teoreettisen viitekehysten, johon posterin sisältö perustui. Teoreettisen viitekehysten luomiseen haettiin tietoa käyttämällä eri tietokantoja kuten PubMed, Aapeli ja Google scholar. Tiedonhankintaa laajennettiin kyselemällä asiantuntijoilta mahdollisia artikkeleita ja lähteitä. Tietoa etsittiin hakusanoilla myös internetin hakukoneilta hakusanoilla PET-TT, Pet radiation protection, CT radiation protection, gamma rays, gamma protection, x-ray protection, luotettavuus opinnäytetyössä, toiminnallinen opinnäytetyö ja projektityö. Lisää tietoa ja hyviä lähteitä löydettiin myös lähdetekstien lähteistä. Työssä hyödynnettiin virallisista lähteistä löytyvää tietoa sekä kirjallisuutta; näin varmistettiin tiedon oikeellisuudesta. (Vilka ja Airaksinen 2003, 73.) Taulukossa 2 kuvataan kuinka eri tietokannoista löytyi tietoa työsuunnitelmaan, posteriin sekä opinnäytetyön raporttiin.

TAULUKKO 2. Taulukko kirjallisuushausta.

Tietokanta	Hakusana	Hakutulokset	Valitut aineistot
AAPM	Radiation protection pet	231	3
Google Scholar	recommendations radi- ological protection	71700	2
Google	eanm technologist guide	3760	1
Aapeli	Projektityö	80	2

Tässä opinnäytetyössä tuotoksena luotiin ammatillinen poster, jossa kuvattiin PET-TT tutkimuksen säteilyturvallisuutta lyhyesti, selkeästi ja asiallisesti. Työn tarkoitus ja taustakysymykset ohjasivat tiedonhankintaa, tietolähteiden valintaa ja työskentelyä. Vilkan ja Airaksisen mukaan tuotosta valmistessa tulee miettiä typografiaa, posterin kokoa ja tyyliä. Tuotoksen tulee olla yksilöllinen ja erottuva. Myös mahdolliset vaatimukset tilaavalta osapuolelta tulee ottaa huomioon, näitä vaatimuksia on esimerkiksi tuotteessa näkyvä työntilaajan logo. (Vilka ja Airaksinen 2003, 52.) Ammatillisen posterin tulee esittää asia lyhyesti ja ytimekkäästi, jotta posterin tila saadaan käytettyä hyvin, ja tarvittava tieto saadaan tuotua esille. Kohderyhmän ja ajatuksen tulee olla koko ajan mielessä posteria luodessa, myös posterin sijainti tulee huomioida suunnittelussa. (Perttilä 2007.) Posteriin valittavien

kuvien pitää olla oikean kokoisia ja tuoda jotain kokonaisuuteen ja yksinkertaiset kuvat ovat parempia kun monimutkaiset kuvat (Leinonen ja Särkämö 2007). Posterissani on otettu huomioon hyvän posterin ominaisuudet. Posterini on selkeä, johdonmukainen, informatiivinen ja helposti lähestyttävä. Posterissa on myös mietitty kuvien asettelua, niiden merkitystä sisällön kannalta ja niiden koosta. Typografiaan on myös panostettu valitsemalla selkeä fontti, hyvä kirjainkoko ja hyvä riviväli.

6.4 Projektin toteutus ja päättäminen

Projekti aloitetaan määrittelyvaiheella, josta edetään toteutusvaiheeseen (Heinonen 2010, 5). Projektin alussa luodaan suunnitelma, jonka mukaan edetään työvaiheessa kohti projektin päättämistä (Vilka ja Airaksinen 2003, 49). Projekti päätetään esittämällä loppuraportti tai loppuseminaarissa, tässä tapauksessa opinnäytetyöseminaarissa. Loppuraportissa kerrotaan projektin taustoista ja tavoitteista ja niiden saavuttamisesta. Myös työnkulku ja johtopäätökset kuuluvat loppuraporttiin. (Vilka ja Airaksinen 2003, 49.)

Projekti suunnittelu käynnistyi tammikuussa 2015, kun aihekuvaus oli hyväksytty. Suunnitelma hyväksyttiin marraskuussa 2015, josta siirryttiin toteutusvaiheeseen. Tavoitteena opinnäytetyön valmistumiselle oli joulukuu 2015. Projektin alku, keski ja loppuvaiheessa ohjaaja antoi palautetta, jonka avulla muokkasin posteria. Kävin ohjauskeskusteluja ohjaavan opettajan kanssa. Opinnäytetyön raportin kirjoittaminen alkoi marraskuun 2015 alussa samalla, kun aloitin opinnäytetyön tuotoksen tekemisen.

Posterin teko-ohjelmaksi valitsin Adobe Indesign-ohjelman, jossa on ilmainen 30 päivän kokeilujakso. Löysin ohjelman etsimällä tietoa posterin tekoon tarkoitetuista ohjelmista ja keinoista. Tämä on yleisesti käytetty ja keuhuttu ohjelma, joten näiden positiivisten kommenttien seurauksena päädyin kyseiseen ohjelmaan.

Aloin tekemään koeversioita posterista teoreettisen viitekehyksen pohjalta ja työskentelyäni ohjasi taustakysymykset. Koeversioista pyysin palautetta opettajalta sekä opinnäytetyöpajassa muilta opiskelijoilta. Palautteessa ohjaaja puuttui lähinnä sisältöön. Opiskelijoiden palaute liittyi ulkoasuun. Näiden kommenttien kautta kehitin posteria viimeiseen viralliseen muotoon. Tämä vaihe oli minusta mielekkäin ja koin luovuuden mahdollisuuden antavan lisää motivaatiota työskentelyyni.

Raportin kirjoituksen aikana sain palautetta ohjaajalta, joka neuvoi ulkoasussa, oikeinkirjoituksessa ja sisällössä. Opinnäytetyönprosessin mukaisesti kävin opinnäytetyöpajoissa esittelemässä opinnäytetyön tilannekatsauksen. Raportissa käytin hyväksi suunnitelmavaiheessa kerättyä tietoa, etsin myös lisää materiaalia raportin kirjoituksen aikana. Raportin ollessa melkein valmis käytin sitä ABC pajassa sekä lähs valmiin opinnäytetyön ohjauksessa jossa sain kommentteja oikeinkirjoitukseen. Raportti valmistui talvella 2016.

Opinnäytetyö palautettiin arvioitavaksi talvella 2016, jonka jälkeen pidettiin opinnäytetyöseminaari. Opinnäytetyöseminaarissa esiteltiin opinnäytetyön taustat, tarpeet ja tuotos. Seminaarissa arvioitiin opinnäytetyön tuotosta sekä raporttia.

6.5 Projektin tuotoksen arviointi

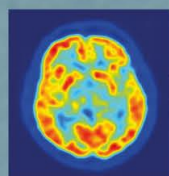
Tuotosta arvioi ohjaava opettaja ja opiskelijat. Arviointi tapahtui työvaiheessa posterin raakaversioiden arvioinnissa ja työn valmistuttua tuotoksen arviointina. Ohjaaja antoi palautetta lähinnä posterin sisällöstä, tiedosta, mikä sisällytetään posteriin. Palauteessa käytiin läpi oikeinkirjoitusta sekä tekstin muotoilua sekä sisältöä. Opiskelijat kehuivat ulkoasua, selkeyttä, johdonmukaisuutta ja luettavuutta. Parannusehdotuksia sain fonttiin liittyen jolloin luettavuus paranee, kirjoitusvirheen poistamisesta ja pienen kosmeettisen muutoksen tekemiseen. Posteria arvioidaan ammatillisen posterin arviointikriteereitä hyödyntäen. Ammatillisen posterin arviointikriteerit pitävät sisällään posterin ulkoasun, sisällön, tyylin ja asettelun arviointia.(Perttilä 2007.) Projektini tuotoksen, ammatillisen posterin arviointi on osa opinnäytetyöprosessia. Posterin ulkoasu on siisti, tekstit selkeät ja hyvin luettavissa.

SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA

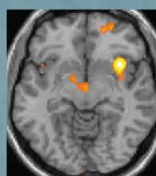
Joel Arikainen TRI 25

PET-TT

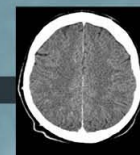
Positroniemissiotomografia- ja tietokonetomografiatutkimuksessa (PET-TT-tutkimus) yhdistetään kaksi kuvantamismenetelmää eli positroniemissiotomografia ja tietokonetomografia. Positroniemissiotomografiassa hyödynnetään gammasäteilyä ja tietokonetomografiassa röntgensäteilyä. Säteilysuojelussa nämä ionisoivan säteilyn lajit on otettava huomioon.



COPYRIGHT CC JENS MAUS,



COPYRIGHT CC ARNE MAY



COPYRIGHT CC MIKAEL HÄGGSTRÖM

GAMMASÄTEILY

Protonin annihiloituessa syntyy kaksi 511 keV gammakvanttia. Gammasäteily tunkeutuu hyvin väliaineeseen. Gammasäteilyn intensiteetin puolittamiseen vaaditaan 6mm lyijyä.

HYBRIDIKUVA

Fuusioimalla positroniemissiotomografia- ja tietokonetomografiakuvat saadaan hybridikuva. Hybridikuvassa yhdistyvät PET-kuvan fysiologinen ja TT-kuvan anatominen tieto.

RÖNTGENSÄTEILY

Röntgensäteily syntyy röntgenputkessa kun katodilta irtoavia elektroneja kiihdytetään korkeajännitteellä anodille. Röntgensäteily läpäisee hyvin kudosta, mutta vaimenee tehokkaasti raskaassa väliaineessa. Röntgensäteilyn intensiteetin puolittamiseen vaaditaan 125 kV käyttöjännitteellä tuotettuun röntgensäteilyyn 0,28 mm lyijyä.

Optimointi

Optimoinnin tarkoituksena on pitää potilaan säteilyaltistus niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Optimoinnin keinoja PET-tutkimuksessa ovat mm. oikea aktiivisuus oikea aikaisesti, hyvä ohjaus ja runsas juominen.

Oikeutus

PET-TT-tutkimuksesta potilaalle aiheutuvan hyödyn on oltava haittaa suurempi. Oikeutusarvioinnin tekee aina lääkäri. Röntgenhoitaja osallistuu myös oikeutuksen arviointiin.

Optimointi

Optimoinnin tarkoituksena on pitää potilaan säteilyaltistus niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein mahdollista. Optimoinnin keinoja potilasanoksen minimointiin tietokonetomografiassa ovat mm. säteilysuojien käyttö, oikeiden kuvausparametrien valinta ja hyvä valmistelu.

Ylivilönsuoja

PET-TT-Tutkimuksessa säteilyöntekijöiden, sikiön eikä väestön yksilön säteilyannos saa ylittää Säteilyturvakeskuksen (STUK) määrittämiä annosrajoja.

Johtopäätökset

Säteilysuojelu PET-TT-tutkimuksessa on haasteellista. Kun säteilysuojelun periaatteita toteutetaan oikein, voidaan potilaan, väestön yksilön, sikiön ja säteilyöntekijöiden säteilyannokset pitää alhaisina.

7 POHDINTA

7.1 Luotettavuus

Luotettavuuden takaamiseksi lähdekritiikki on välttämätöntä. Opinnäytetyötä tehdessä tarkkaillaan Vilkan ja Airaksisen ohjeiden mukaisesti lähteitä ja seurataan niiden ikää, laatua ja uskottavuutta. Myös ensisijaisten lähteiden suosiminen on kannattavaa, koska toissijaiset lähteet ovat ensisijaisen lähteen tulkintaa. (Vilka ja Airaksinen 2003, 72 -73.) opinnäytetyössä hyödynnetään mahdollisuuden mukaan systemaattisia katsauksia, koska ne ovat Elomaan ja Mikkolan (2012) mukaan vahvimman näytön kulmakiviä.

Tiedon etsimisessä on tärkeää muistaa lähdekritiikki. Tiedonlähteitä on monentasoisia ja tämä tulee ottaa huomioon lähteiden valinnassa opinnäytetyöhön, jotta tuotettu materiaali täyttää vaatimukset luotettavuuden osalta. Tietoa tulee etsiä, mikäli mahdollista, luotettavien tahojen kautta jolloin mahdollisuus huonojen lähteiden käyttöön pienenee. Tiedonhaussa tulee etsiä mahdollisimman uusia lähteitä, koska uutta tutkimustietoa tulee esille jatkuvasti ja vanhempi tutkimus voidaan jopa hylätä uuden tiedon valossa. Kun useita tietolähteitä, julkaisuja ja artikkeleita on etsitty, tulee aloittaa valintaprosessi, missä valitaan tieto omaan projektiin, tässä tapauksessa opinnäytetyöhön.

Lähteden valinta on tärkeä osa opinnäytetyöprosessia. Opinnäytetyön luotettavuuden takaamiseksi on tärkeää kiinnittää huomiota lähteisiin, joita opinnäytetyössä käytetään. Hyviä keinoja lähteen laadun varmistamiseksi on aloittaa tutkimalla julkaisijaa. Julkaisut yleisesti laadukkaiksi todetuissa lähteissä, kuten PubMedissä, ovat läpikäyneet jo tiukan seulan niiden sisällöstä ja laadusta. Seuraavaksi tulee katsoa kirjoittajaa, tuotetun tiedon laatijaa. Kirjoittajan taustat tulisi olla esillä laadukkaassa lähteessä jolloin voidaan varmistua aineiston laatijan asiantuntijuudesta. Kirjoittaja joka on kirjoittanut useita julkaisuja ja jota on lainattu muissa tutkimuksissa, on todennäköisemmin laadukkaan tiedon takana. Julkaisun mahdollisten lähteiden tarkistaminen on myös osa luotettavuuden takaamista. Lähteiden julkaisuissa tulee olla selkeästi esillä ja niiden pitää olla sellaisia jotta lähteenmateriaali voidaan tarvittaessa uudelleen etsiä, ja tieto tarkistaa. Tämä pätee hyvin opinnäytetyöhöni; lähteet on merkitty siten, että ne voidaan tarvittaessa etsiä uudelleen ja tarkistaa niiden sisältö ja mahdollisesti laatu.

Opinnäytetyö ei ole tieteellistä tutkimusta, mutta siinä tulee käyttää hyviä tieteellisiä tutkimuskäytänteitä jotta tuotettu materiaali olisi mahdollisimman laadukasta. Arvioin koko opinnäytetyöprosessin aikana käyttämiäni lähteitä yllämainittujen kriteerien mukaan. Valitsin vain luotettavaksi toteamiani lähteitä. Opinnäytetyöni luotettavuutta lisää Savonia-AMK:n raportointiohjeiden noudattaminen, jolloin lähdeviittaukset ovat helposti tarkastettavissa.

7.2 Eettisyys

Opinnäytetyöprosessissa edellytetään ammattieettisten ja tutkimuseettisten periaatteiden noudattamista. Jo opinnäytetyön aiheen valintaan liittyy eettisiä kysymyksiä, onko aihe merkityksellinen ja toteuttamisen arvoinen. Terveystieteiden tutkimuksen eettistä toimintaa ohjaa myös useat lait ja säädökset joiden noudattaminen on tärkeää tehdessä opinnäytetyötä (KAMK.) Opinnäytetyön eettiseen toimintaan liittyy vahvasti rehellisyysperiaate; opiskelijan tulee tuottaa rehellistä, aitoon tietoon perustuvaa tekstiä eikä plagioida tai väärentää sisältöä. Myös piittaamattomuus tieteellisestä käytännöstä on eettisesti väärin. (Varantola 2012, 3-4.) Opinnäytetyö tehdään luotettavan tiedon pohjalta eikä sisällä plagiointia sisältöä. Lähteet kirjoitetaan raportointiohjeen mukaan, jolloin opinnäytetyön lukija voi itse selvittää halutessaan lähteiden todenperäisyyden ja luotettavuuden.

Opinnäytetyöprosessiin liittyy sopimuksia tekijänoikeuksista, julkaisusta ja tutkimuslupahakemuksista. Savonia-ammattikorkeakoulun ollessa työn tilaaja tarvitaan vain ohjaus- ja hankkeistamissopimus. Opinnäytetyötä tehdessä on allekirjoitettu opinnäytetyön ohjaussopimus työn tilaajan ja koulutusyksikön välillä opinnäytetyöprosessin alkuvaiheessa. Ohjaussopimuksessa käydään läpi vastuusta, joka opiskelijalla on opinnäytetyötä kohtaan. Ohjaussopimuksessa kerrotaan oppilaitoksen velvollisuudesta ohjaamiseen. Sopimuksessa käsitellään myös tekijänoikeudet, julkaisuoikeudet, kustannukset ja niiden korvaamiset.

7.3 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöprosessi alkoi opinnäytetyöpajassa, jossa minulle esiteltiin mahdollisia opinnäytetyön aiheita. Olin alun perin ajatellut tehdä opinnäytetyöni säteilyturvallisuudesta röntgentutkimuksissa, mutta aiheesta tuli liian monimuotoinen. Lopulta opettaja esitti minulle aiheen, säteilyturvallisuus PET-TT tutkimuksessa, jonka koin mielenkiintoiseksi, haastavaksi ja kykyjeni mukaiseksi. Prosessin alkuvaiheessa luotiin aihekuvaus, jossa esiteltiin opinnäytetyön aihe.

Aiheen valinnan jälkeen alkoi työsuunnitelman laatiminen. Työsuunnitelmassa esitettiin tietopohja johon koko opinnäytetyö perustui. Suunnittelussa luotu tietopohja oli merkittävästi laajempi kuin mitä posterin sisältö antoi olettaa mutta ilmeisen tarpeellista. Suunnitelman luominen oli haasteellista, mutta lopulta sain hyväksynnän suunnitelmasta ja pystyin etenemään opinnäytetyön toteutusvaiheeseen.

Toteutusvaiheessa työstin posteria ja raporttia yhtä aikaa tiukalla aikataululla. Posterin työstön aikana sain kommentteja sisällöstä ohjaavalta opettajalta ja opponenteilta joiden perusteella valitsin posteriin tulevat teoriat. Kommentit olivat erittäin rakentavia ja niiden ansiosta sain posteriin oikeat

asiatiedot. Myös ulkoasua muokattiin kommenttien pohjalta, ja tuotoksen lopullisessa versiossa ulkoasu on selkeä. Posterin työstössä käytettiin indesign-ohjelmaa, jonka käytön opettelin posteria tehdessä.

Opinnäytetyössä esiintyneet taustakysymykset, ”Miten tehdään posterit röntgenhoitajaopiskelijoille opetukseen säteilyturvallisuudesta PET-TT-tutkimuksissa?” ja ”Mitkä ovat röntgenhoitajaopiskelijoiden opetuksen kannalta keskeiset sisällöt posteriin säteilyturvallisuudesta PET-TT-tutkimuksissa?” ohjasivat opinnäytetyöprosessia merkittävästi. Posterin laatiminen oli teknisellä ja teoreettisella tasolla aivan uusi asia minulle. Ensimmäisenä otin selvää posteriin käytettävien ohjelmien kirjoista ja valitsin keskustelupalstojen kommenttien perusteella Indesign-ohjelman. Seuraavaksi selvitin minkä tyylinen posterin tulee olla. Löysin useita oppaita internetistä joista yksi vastasi tarpeisiini. Lähteen perusteella loin mielessäni kuvan millainen valmiin posterin tulee olla visuaalisesti, selkeä ja informatiivinen. Sisällön valinta posteriin oli haasteellisin osuus opinnäytetyön tuotoksen tekemisessä. Posterin sisältö muodostui ohjaajan ja omien ideoiden kompromissien kautta täyttäen selkeyden ja informatiivisuuden asettamat rajat.

Radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelman toiminta perustuu opiskelijan oppimisprosessiin joka kestää koulutusohjelman alusta loppuun. Opiskelijan tarkoituksen on sisäistää radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelman sisältö ja syventää osaamistaan harjoitteluiden aikana. Oppimisprosessi antaa valmiudet työelämään prosessin päätyttyä. (Savonia-Ammattikorkeakoulu 2011.)

Röntgenhoitajan osaamisen kehittyminen jaetaan useaan kategoriaan jotka ovat hoitamisosaaminen, viestintä ja vuorovaikutus, menetelmäosaaminen, turvallisuusosaaminen, tutkiminen, kehittäminen ja johtaminen. Osaamisalueiden avulla voidaan arvioida opiskelijan kehittymistä radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelman osaamistavoitteiden saavuttamisessa.

Kehityin opinnäytetyötä tehdessä kaikilla röntgenhoitajan osaamisalueilla. Hoitamisosaamisessa kehityin saamalla lisää tietoa isotooppien käytöstä sekä menetelmistä. Pystyn paremmin ymmärtämään toimintaani isotooppien kanssa ja kykenen paremmin ottamaan huomioon säteilysuojelun potilaan hoitamisessa. Ohjaamisosaamiseen sain merkittävästi lisää tietoa. Opinnäytetyöprosessin aikana kävin läpi lukuisia artikkeleita ja muita tietolähteitä koskien säteilysuojelua ja isotooppeja. Kykenen paremman tietopohjani kanssa ohjaamaan potilaita paremmin, ja ymmärrän itse oman ohjaamiseni merkityksen tutkimuksen onnistumisen kannalta.

Viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen kehittyi opinnäytetyöprosessin kautta huomattavasti. Tein yhteistyötä ohjaavan opettajan, sairaalan fyysikoiden ja äidinkielenopettajan kanssa. Viestintä tapahtui enimmäkseen sähköpostilla, mutta myös vuorovaikutusosaaminen kehittyi ohjaamistuokiolla ohjaavan opettajan kanssa.

Menetelmäosaaminen vahvistui tiedonhankinnan kautta, mitä tein suunnitelmavaiheessa, sekä opinnäytetyövaiheessa. Vahvistuin merkittävästi tiedonhankinnan kriittisessä arvioinnissa tutkiessani

useita artikkeleita, samalla pohtien niiden luotettavuutta. Tiedonhakutaidotkin kehittyivät merkittävästi, ennen opinnäytetyötä en ollut käyttänyt koulun kirjaston hakupalveluita, ja muita opinnäytetyössä hyödynnettyjä hakukoneita. Sain hyödynnettyä tiedonhakua käsitelleen luennon antia erityisen paljon opinnäytetyön teoreettista pohjaa valmisteltaessa.

Johtamisosaamisessa ei tapahtunut merkittävää kehittymistä, mutta tutkimisen ja kehittämisen osaamisalueet korostuivat erityisen paljon opinnäytetyöprosessin läpikäymisen aikana. Tutkimussuunnitelman luominen ja sen käyttö opinnäytetyöprosessissa on samantyylistä, jokseenkin laajempaa kuin oikeassa tutkimuksessa. Opinnäytetyön tutkimussuunnitelma pitää sisällään kaiken sen, mitä oikeasta tutkimussuunnitelmasta tulee löytyä. Kehittämisaaminen ei ollut opinnäytetyössäni pääosassa, mutta kun halutaan luoda uutta kehitystä edistävää materiaalia, tulee luoda suunnitelma joka on samantyylinen kuin opinnäytetyöprosessissa. Kehitystyössä vaiheet ovat myös samat kuin opinnäytetyössä, ideasta luodaan suunnitelma joka toimeenpannaan ja lopussa kirjoitetaan raportti, miten toimittiin.

Jatkotutkimusaiheina voisi toimia tutkimus säteilysuojainten hyödyllisyydestä PET-TT-tutkimuksessa. Suojainten käytön hyödyistä ja haitoista on tietoa niukasti eikä varmaa tutkimustietoa löytynyt opinnäytetyön työstövaiheessa.

LÄHTEET

Egg 2006. Computed tomography in FN Motol, Prague, 2006-12-01 [digikuva]. Wikimedia commons [verkkojulkaisu]. Sijainti: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pocitacovy_tomograf.jpg?uselang=fi

ELOMAA, Leena ja MIKKOLA, Hannele 2010. Näytön jäljillä [Verkkojulkaisu][Viitattu: 2015-10-19] Saatavissa: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522161611.pdf>

ENERGIATEOLLISUUS. Hyvä tietää säteilystä 2007. Energiateollisuus ry. Helsinki [pdf julkaisu] Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/hyva_tietaa_sateilysta_lr_130808.pdf

GARRISON, Anita ja BUSHY, Angeline 2004. The Research Poster Appraisal Tool (R-PAT-II): Designing and Evaluating Poster Displays .[Julkaisu] [Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: <http://www.nahq.org/uploads/researchposter.pdf>

HEINONEN, Kimmo 2010. Projektinhallinta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden osasto. Kandidaatintyö. [Viitattu 2015-10-18.] Saatavissa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/66192/nbnfi-fe201011102744.pdf>

Hg6996 2009. GE Discovery D600 PET/CT System, with 16 slice CT System, built in 2009; Gantry Diameter: 70cm [digikuva]. Wikimedia commons [verkkojulkaisu]. Sijainti: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:16slicePETCT.jpg?uselang=fi>

HOGG, Peter ja TESTENERA, Giorgio 2010. Principles and practice of PET/CT. [Julkaisu][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: http://www.eanm.org/publications/tech_guidelines/docs/gl_Principles_and_Practice_of_PET-CT_Part_1.pdf

HOGG, Peter 2012. Pet/Ct Radiotherapy Planning Part 3 A technologist Guide.[Julkaisu][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: http://www.eanm.org/publications/tech_guidelines/docs/gl_PET-CT_Radiotherapy_Planning_Part_3.pdf

JAUHIAINEN, Juha. Röntgenkuvaus, digitaalinen kuvaus ja tietokonetomografia. OAMK [Luento] [Viitattu 2015-10-9.] Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~jjauhia/opetus/mittalaitteet/mittalaitteet07-v1.1.pdf>

KAIJALUOTO, Sampsa 2014. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2012. Stuk [Verkkójulkaisu] [Viitattu 2015-10-9.] Saatavissa: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126620/STUK-B_169.pdf?sequence=1

KAMK. Opinnäytetyön eettiset suositukset. [verkkosivu][Viitattu 2015-10-19] Saatavissa: <http://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Opinnaytetyoprosessi/SoTeLi/Opinnaytetyoprosessi/Eettiset-suositukset>

KETTUNEN, Sami 2009. Onnistu projektissa. Helsinki: WSOYpro oy

KOMPPA, Tuomo ja KORPELA, Helinä 2000. Potilaiden säteilyannokset röntgen- ja isotooppitutkimuksissa. Duodecim [digilehti] [Viitattu 2015-10-9.] Saatavissa: http://duodecimlehti.fi/web/guest/artikkeli?article_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&viewType=viewArticle&tunnus=duo91424&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_auth=

KORPELA, Helinä. Isotooppilääketiede [PDF] [Viitattu 2015-10-9.] Saatavissa: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_3.pdf/5a5eba88-7559-41a4-b0b8-ebef3cad5724

LEINONEN, Alina ja SÄRKÄMÖ, Teppo 2007. Ohjeita aloittelevalle tieteellisen posterin kirjoittajalle [Ohje] [Viitattu 2015-10-18] Saatavissa http://www.helsinki.fi/behav/tiedepaiva/2008/posteriohjeet_yksi%20koko4.07.pdf

Liz West 2006. PET scan. [digikuva]. Wikimedia commons [verkkójulkaisu]. Sijainti: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PET_scan.jpg

MADSEN, Mark., ANDERSON, Jon., HALAMA, James., SIMPKIN, Douglas., VOTAW, John., WENDT, Richard., LAWRENCE, Williams ja YESTER, Michael 2006. AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements. [Verkkójulkaisu][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: https://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_108.pdf

MARTTILA, Olli. Suureet ja yksiköt. STUK. [Kirja][Viitattu: 2015-10-19] Saatavissa: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_2.pdf/962923f7-3843-4528-8b26-67d239988ffc

NIKUPAAVO, Ulla. 2012. Röntgenhoitajan rooli säteilyaltistuksen oikeutuksessa. [Luento][Viitattu 2015-10-18] Saatavissa: www.sadeturvapaivat.fi/file.php?612

PAILE, Wendla 2000. Ionisoivan säteilyn haitat. Duodecim. [Lehti][Viitattu: 2015-10-19] Saatavissa: <http://www.terveyskirjasto.fi/xmedia/duo/duo91423.pdf>

- PERTTILÄ, Anne 2007. Ohjeita posterin tekoon. Laurea ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2015-10-18]. Saatavissa: http://viestintapiste.laurea.fi/ind.pdf.doc.ppt/Posterin_suunnittelu.pdf.pdf
- PITKONEN, Miia ja SIPILÄ, Outi 2015. HUSLAB. Isotooppitutkimuksissa aikuiselle annettava keskimääräinen aktiivisuus ja siitä arvioitu efektiivinen annos [Ohje][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: http://huslab.net/hus_kuvantaminen/yleisohjeet/yleisohjeet/yleisohjeet_sateilyn_liittyvat/isotooppi-tutkimusten_merkkiaineet_annettavat_aktiivisuudet_ja_arvioidut_efektiiviset_annokset.pdf
- RANTANEN, Minna 2000. SÄDETURVALUENTO. Suomen radiologiyhdistys [Seminaari][Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: <https://www.sry.fi/index.php?44>
- RANTASAARI, Jukka., LAITINEN, Markku ja PITKÄNEN, Jukka 2012. Lähdekritiikki. [Viitattu 2015-10-18]. Saatavissa: <http://www.lpt.fi/tietokeskus/tiedonhankinta/>
- Röntgentutkimukset terveydenhuollossa 2014. Stuk [ST-Ohje][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST3-3>
- SARASTE, Antti ja KNUUTI, Juhani. Perfuusio- ja hybridikuvantaminen 2012 Sydänääni [digilehti] [Viitattu 2015-10-9.] Saatavissa: http://www.fincardio.fi/@Bin/505498/sa1A_12_teema_luku3.pdf
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2014. Röntgenhoitajan ammatilliset kompetenssit. [viitattu 2015-12-16]. Saatavissa: <http://webd.savonia.fi/nettiops/TR11S%20ammatilliset%20kompetenssit.pdf>
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2011. Asiantuntijuuden kehittäminen. [viitattu 2015-12-16]. Saatavissa: <http://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetussuunnitelmat?yks=KS&krtid=390&tab=4>
- SILFVERBERG, Paul 2007. Ideasta Projektiksi. Helsinki:Edita
- SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS SÄTEILYN LÄÄKETIETEELLISESTÄ KÄYTÖSTÄ. L 423/2000. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000423>
- STUK a. Röntgentutkimusten säteilyannoksia. [Verkkosivu][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/rontgentutkimukset/rontgentutkimusten-sateilyannoksia>
- STUK b. Sanasto. [verkkosivu][Viitattu 2015-10-19] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sanasto>
- STUK c. Kuka toimii kiinnipitäjänä röntgentutkimuksessa?. [verkkosivu][Viitattu 2015-10-19] Saatavissa: <https://www.stuk.fi/-/kuka-toimii-kiinnipitajana-rontgentutkimuksessa->

STUK d. Ionisoiva säteily. [verkkosivu][Viitattu 2015-10-19] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ionisoiva-sateily>

STUK e.Sähkömagneettiset kentät. [verkkosivu][Viitattu 2015-10-19] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sahkomagneettiset-kentat>

STUK f.Mitä on säteily?.[verkkosivu][Viitattu 2015-10-19] Saatavissa: <http://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on>

SUOMEN RÖNTGENHOITAJALIITTO RY. 2000. Röntgenhoitajan ammattietiikka. [Viitattu 2015-10-19]. Saatavissa: <http://www.suomenrontgenhoitajaliitto.fi/doc/eettisetohjeet.pdf>

SWOT-analyysi. Opetushallitus [verkkosivu][Viitattu: 2015-10-19] Saatavissa: http://www.oph.fi/saadokset_ja_ohjeet/laadunhallinnan_tuki/wbl-toi/menetelmia_ja_tyovalineita/swot-analyysi

Säteilyasetus. 1991/1512. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19911512>

Säteilylaki. 1991/592. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>

Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009. Stuk [ST-ohje][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST1-6?toc=1>

VALENTIN, J 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological protection. ICRP [Julkaisu][Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: http://www.icrp.org/docs/ICRP_Publication_103-Annals_of_the_ICRP_37%282-4%29-Free_extract.pdf

VALENTIN, J 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological protection. ICRP [Julkaisu][Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: <http://pbdupws.nrc.gov/docs/ML1208/ML12089A654.pdf>

VARANTOLA, Krista 2012. Tutkimusetiikka yliopiston arjessa. Tieteessä tapahtuu [digilehti] [Viitattu 2015-10-9.] Saatavissa: <http://ojs.tsv.fi/index.php/tt/article/viewFile/6498/5344>

VILKKA, Hanna ja AIRAKSINEN, Tuula. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö.Helsinki: Tammi

LIITE 1: SWOT ANALYYSI

Vahvuudet Motivaatio Tieto Taito	Heikkoudet Aikataulun epärealistisuus Tieto opinnäytetyön vaativuudesta
Mahdollisuudet Luoda oppimateriaalia vrt. muualla työssä harjoittelu Kehittää ymmärrystä PET tutkimuksesta Oma ammatillinen kasvu	Uhat Motivaation loppuminen Tiedon saaminen Aikataulun pettäminen

LIITE 2: AIKATAULU

Kevät 2015 – Aihekuvauksen hyväksyntä

Kevät – Syksy 2015 – Materiaalin etsintä

Syksy 2015 – Työsuunnitelman hyväksyntä

Syksy 2015 – Materiaalin etsintä, posterin työstö

Syksy 2015 – Opinnäytetyön työstäminen

Kevät 2016 – Opinnäytetyön valmistuminen

LIITE 3: POSTERIN RAAKAVERSIO

SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA

Joel Asikainen TR12S

PET
Parustuu protonin annihilationon saadaan aktiivisuusmatrissi



GAMMA-SÄTEILY
Protonin annihilationissa syntyy kaksi 511 keV gammaväriä. Tunnettu hyvin välläiseen intensiteetin puoltamiseen vaahtaan 6 mm lyijyä

SUOJUTUMINEN
Korkeaa läpiseävyyden takia henkilökohtainen suojaaminen käytöön hankalaa. Etäisyys säteilylähteen pienentää säteilyn intensiteettiä neljän mahaan, eli 1m säteilylähteestä = säteilyn intensiteetti laskee 1/4 ja 2m säteilylähteestä laskee 1/16. Aika joka viikoksiin säteilylähteen läheisyydessä on suoraan verrannollinen annokseen.

PET-TT
Yhdistää kaksi kuvantamistekniikkaa: Positroniemissiotomografian ja tietokonetomografian



HYBRIDIKUVA
TT ja PET kuvallu fuusioimalla saadaan hybridikuva. Hybridikuvassa yhdistyy PET kuvasta saatava aineenvaihdunta- ja tietokonetomografista saatava topografinen data. Hybridikuvasta voidaan diagnosoida tarkemmin mieluksi aktiivisuus sijaitsee keuhkoissa.

ANNOSEIMERIKKEÄ
Luonnon taustaaktiivisen annosnopeus vaihtelee suomen 0,05-0,30 μ Sv/h. Annosnopeus potilaan välittömässä läheisyydessä 45 minuutin kuluttua 500MBq aktiivisen amebien annon jälkeen 224 μ Sv/h, mutta päässä potilaasta annosnopeus on noin 52 μ Sv/h. Annosnopeus matrin päässä tietokonetomografiallaan buvusosaa annosnopeus on noin 73 μ Sv/h.

TIETOKONETOMOGRAFIA
Parustuu röntgensäteilyn voimenneen välläisessä saadaan tiheysmatrissi



RÖNTGENSÄTEILY
Syntyy röntgensäteilystä kun katodilla irtaavuu elektroneita kiihdytetään korkeajännitteellä anodille. Läpäisee hyvin kudosta. Intensiivisin puoltamiseen vaahtaan 125 kV käytännöllisesti tuotettuun röntgensäteilyyn 0,28 mm lyijyä

SUOJUTUMINEN
Henkilökohtainen suojaaminen käytössä mieluksi huoneeseen oltavaan buvusosassa. Etäisyys säteilylähteen pienentää säteilyn intensiteettiä neljän mahaan. Oikea toiminta laitteella. Ei ylimääräisiä henkilöitä buvusosassa. Kuvauksen ovet huovutettuja suljettu.

SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA

Joel Asikainen TR12S

SÄTEILYTURVALLISUUS
PET-TT:ssä (positroniemissiotomografiassa) on kaksi säteilyllä altistavaa tekniikkää, tietokonetomografia ja positroniemissiotomografia. Tietokonetomografia altistaa potilaan/henkilökunnan röntgensäteilyllä ja positroniemissiotomografia gamma-säteilyllä. Röntgensäteily on matalaenergiempää ja siitä voidaan suojaus hyvin käytännöllisesti suojata, kun taas gamma-säteily on korkeanenergiempää ja epäilee huomattavasti enemmän materiaalia.

Optimointi
PET-TT kuvauksessa on kolme tärkeää tekijää joilla säteilyaltistusta voidaan pienentää.
AIKA - ETÄISYYS - SUOJAUS

Yksilönsuoja
mahdollisen sikiön, henkilökunnan ja muiden yksilöiden annokset tulee olla alhaiset

Oikeutus
Toimenpiteen pitää olla oikeutettu



1. SAVONIA Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma Joel Asikainen TR12S Opinnäytetyö

2. SAVONIA Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma Joel Asikainen TR12S Opinnäytetyö

SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA

Joel Asikainen TR12S

PET-TT
Positroniemissiotomografia- ja tietokonetomografiatuloksissa (PET-TT-tuloksissa) yhdistetään kaksi kuvantamistekniikkaa eli positroniemissiotomografia ja tietokonetomografia. Positroniemissiotomografiassa gamma-säteilyllä ja tietokonetomografiassa röntgensäteilyllä. Säteilysuojelussa nämä intensiivisen säteilyn lajit on otettava huomioon.

GAMMA-SÄTEILY
Protonin annihilationissa syntyy kaksi 511 keV gammaväriä. Gamma-säteily tunnettu hyvin välläiseen intensiteetin puoltamiseen vaahtaan 6 mm lyijyä.

Optimointi
Optimoinnin tavoitteena on pitää potilaan säteilyaltistus niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Optimoinnin keinoja PET-tutkimuksessa ovat mm. oikea aktiivisuus oikea aikaasi, hyvä suojaus ja rannus juominen.

HYBRIDIKUVA
Fuusioimalla positroniemissiotomografia- ja tietokonetomografialla saadaan aikaan hybridikuva. Hybridikuvassa yhdistyy PET-kuvan fyysilöginen ja TT-suoran anatominen tieto.

Oikeutus
PET-TT-tutkimuksesta potilaalle aiheutuu hyvin vähäinen annos. Oikeutusarvioinnin taava on aina lääkärin. Röntgensäteilystä osallisuus myös oikeutuksen arvioinnin.

Yksilönsuoja
PET-TT-tutkimuksessa säteilyaltistuskäsitteiden, niiden aiheuttamien yksilön säteilyannos saa ylläpitää säteilyturvahuuhtelun (TUKU) määräämiä annosrajoja.

RÖNTGENSÄTEILY
Röntgensäteily syntyy röntgensäteilystä kun katodilla irtaavuu elektroneita kiihdytetään korkeajännitteellä anodille. Röntgensäteily läpäisee hyvin kudosta, mutta voimaa tehokkaasti rauhassa välläisessä. Röntgensäteilyn intensiivisin puoltamiseen vaahtaan 125 kV käytännöllisesti tuotettuun röntgensäteilyyn 0,28 mm lyijyä.

Optimointi
Optimoinnin tavoitteena on potilaan säteilyaltistuksen pieneneminen niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein mahdollista. Optimoinnin keinoja potilaansuojassa mm. oikea aktiivisuus oikea aikaasi, hyvä suojaus ja rannus juominen.


Johdopäätökset
Säteilysuojelun PET-TT-tutkimuksessa on haasteellista. Kun säteilysuojelun periaatteita toteutetaan oikein, voidaan potilaan, väestön yksilön, sikiön ja säteilyteknikkajien säteilyannokset pitää alhaisina.

3. SAVONIA

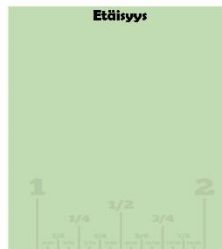
SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA

Joel Asikainen TR12S

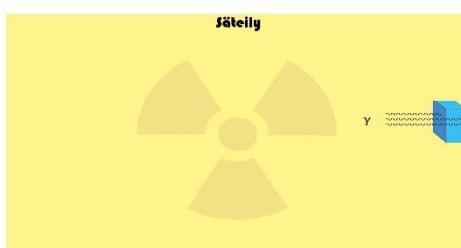
Aika



Etäisyys



Säteily



4. SAVONIA Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma Joel Asikainen TR12S Opinnäytetyö

LIITE 4: POSTERI – SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA



SAVONIA

SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA Posteri
Asikainen Joel

Savonia-ammattikorkeakoulu Terveysala Kuopio,
Radiografian- ja sädehoidon
koulutusohjelma

Sisällysluettelo

Tuotoksen kuvaus.....	3
Posteri.....	4
Lähteet.....	5

Tuotoksen kuvaus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Savonia ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön röntgenhoitajakoulutukseen asiantuntijatietoon perustuva ammatillinen posterit. Posterin tavoitteena on antaa teoriatieta röntgenhoitajaopiskelijoille säteilyturvallisuudesta PET-TT-tutkimuksessa. Posterin tietoa voidaan hyödyntää lisäksi harjoittelussa.

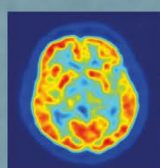
Posterissa on johdanto aiheeseen. Posterin yläosassa on tieto tekijästä. Posterissa esitellään perustietoa PET-TT-tutkimuksesta, säteilysuojelusta, gamma- ja röntgensäteilystä. Johtopäätöksenä posterissa esitetään, että säteily-suojelu PET-TT-tutkimuksessa on haasteellista. Kun säteilysuojelun periaatteita toteutetaan oikein, voidaan potilaan, väestön yksilön, sikiön ja säteilytyöntekijöiden säteilyannokset pitää alhaisina. Posterissa edetään loogisesti menetelmästä säteilysuojelun keinoihin. Posterissa on sisältöä tukeva kuva aivojen PET-TT-tutkimuksesta. Kuvien tekijänoikeudet on otettu työssä huomioon. Posterin alaosassa tulee ilmi posterin tilaaja sekä tietoa käytetyistä lähteistä. Posterit on suunniteltu A0 mittaan kooltaan 841mm × 1189mm.

SÄTEILYTURVALLISUUS PET-TT TUTKIMUKSESSA

Joel Arikainen TRI 25

PET-TT

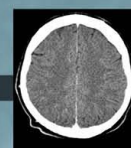
Positroniemissiotomografia- ja tietokonetomografiatutkimuksessa (PET-TT-tutkimus) yhdistetään kaksi kuvantamismenetelmää eli positroniemissiotomografia ja tietokonetomografia. Positroniemissiotomografiassa hyödynnetään gammasäteilyä ja tietokonetomografiassa röntgensäteilyä. Säteilysuojelussa nämä ionisoivan säteilyn lajit on otettava huomioon.



COPYRIGHT CC JENS MAUS.



COPYRIGHT CC ARNE MAY



COPYRIGHT CC MIKAEL HAGSTRÖM

GAMMASÄTEILY

Protonin annihiloituessa syntyy kaksi 511 keV gammakvanttia. Gammasäteily tunkeutuu hyvin väliaineeseen. Gammasäteilyn intensiteetin puolittamiseen vaaditaan 6mm lyijyä.

HYBRIDIKUVA

Fuusioimalla positroniemissiotomografia- ja tietokonetomografiakuvat saadaan aikaan hybridikuva. Hybridikuvassa yhdistyvät PET-kuvan fysiologinen ja TT-kuvan anatominen tieto.

RÖNTGENSÄTEILY

Röntgensäteily syntyy röntgenputkessa kun katodilta irtoavia elektroneja kiihdytetään korkeajännitteellä anodille. Röntgensäteily läpäisee hyvin kudosta, mutta vaimenee tehokkaasti raskaassa väliaineessa. Röntgensäteilyn intensiteetin puolittamiseen vaaditaan 125 kV käyttöjännitteellä tuotettuun röntgensäteilyyn 0,28 mm lyijyä.

Optimointi

Optimoinnin tarkoituksena on pitää potilaan säteilyaltistus niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Optimoinnin keinoja PET-tutkimuksessa ovat mm. oikea aktiivisuus oikea aikaisesti, hyvä ohjaus ja runsas juominen.

Oikeutus

PET-TT-tutkimuksesta potilaalle aiheutuvan hyödyn on oltava haittaa suurempi. Oikeutusarvioinnin tekee aina lääkäri. Röntgenhoitaja osallistuu myös oikeutuksen arviointiin.

Optimointi

Optimoinnin tarkoituksena on pitää potilaan säteilyaltistus niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein mahdollista. Optimoinnin keinoja potilaansannoksen minimointiin tietokonetomografiassa ovat mm. säteilysuojien käyttö, oikeiden kuvausparametrien valinta ja hyvä valmistelu.

Yksilönsuoja

PET-TT-tutkimuksessa säteilytyöntekijöiden, sikiön eikä väestön yksilön säteilyannos saa ylittää säteilyturvakeskukseen (STUK) määrittämiä annosrajoja.

Johtopäätökset

Säteilysuojelun PET-TT-tutkimuksessa on haasteellista. Kun säteilysuojelun periaatteita toteutetaan oikein, voidaan potilaan, väestön yksilön, sikiön ja säteilytyöntekijöiden säteilyannokset pitää alhaisina.

Lähteet

- HOGG, Peter ja TESTENERA, Giorgio 2010. Principles and practice of PET/CT. [Julkaisu][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: http://www.eanm.org/publications/tech_guidelines/docs/gl_Principles_and_Practice_of_PET-CT_Part_1.pdf
- HOGG, Peter 2012. Pet/Ct Radiotherapy Planning Part 3 A technologist Guide.[Julkaisu][Viitattu: 2015-10-18] Saatavissa: http://www.eanm.org/publications/tech_guidelines/docs/gl_PET-CT_Radiotherapy_Planning_Part_3.pdf
- JAUHIAINEN, Juha. Röntgenkuvaus, digitaalinen kuvaus ja tietokonetomografia. OAMK [Luento] [Viitattu 2015-10-9.] Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~jjauhiai/opetus/mittalaitteet/mittalaitteet07-v1.1.pdf>
- PERTTILÄ, Anne 2007. Ohjeita posterin tekoon. Laurea ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2015-10-18]. Saatavissa: http://viestintapiste.laurea.fi/ind.pdf.doc.ppt/Posterin_suunnittelu.pdf.pdf
- SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS SÄTEILYN LÄÄKETIETEELLISESTÄ KÄYTÖSTÄ. L 423/2000. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-9-10.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000423>
- RXLIST. 2008. Fludeoxyglucose F 18 Injection. [Viitattu 2015-10-18]. Saatavissa: <http://www.rxlist.com/fludeoxyglucose-drug.htm>
- NDT.2016. Half-Value Layer. [Viitattu 2015-10-18]. Saatavissa: <https://www.nde-ed.org/Education-Resources/CommunityCollege/Radiography/Physics/HalfValueLayer.htm>