



PEREHDYTYSOPAS ETELÄ-SAVON SOSIAALI- JA TERVEYSPALVELUIDEN ISOTOOPPILÄÄKETIETEEN TYÖPISTEeseen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Kaisa Kovanen	
Työn nimi Perehdytysopas Etelä-Savon sosiaali- ja terveyspalveluiden isotooppilääketieteen työpisteeseen	
Päiväys 07.05.2017	Sivumäärä/Liitteet 48/2
Ohjaaja(t) Lehtori Ritva Pirinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Etelä-Savon sosiaali ja terveyspalveluiden kuntayhtymä	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan perehdyttämään työntekijän työhön, työvälineiden ja laitteiden oikeaan käyttöön sekä turvallisiin työtapoihin. Perehdyttämisen avulla työntekijä saa valmiudet toimia työssä oikealla ja turvallisella tavalla. Perehtyminen kannattaa suunnitella ja toteuttaa huolellisesti. Onnistunut perehdytys lisää työntekijän sitoutumista työhön, vähentää virheiden tapahtumista, parantaa työn laatua, tulosta ja asiakastyytyväisyyttä.</p> <p>Isotooppilääketieteessä tutkitaan ihmisen elimistön toimintaa. Isotooppeja voidaan käyttää potilaan elintoimintojen selvittämiseen tai sairauksien hoitamiseen. Tutkimuksessa potilaalle annetaan radioaktiivista ainetta radiolääkkeen muodossa ja seurataan sen kertymistä kohdekudoksessa. Radiolääkkeen muodostavat lääkeaine ja radionuklidi. Lääkeaine kuljettaa yhdisteen tutkittavaan kohteeseen ja radionuklidin lähettämää säteilyä havaitaan gammakameralla.</p> <p>Röntgenhoitaja suorittaa lääkärin potilaalle määräämiä tutkimuksia. Röntgenhoitaja toimii työssään säteilynkäytön asiantuntijana ja huolehtii potilaan yksilöllisestä ohjauksesta. Röntgenhoitajalla tulee olla riittävästi tietoa isotooppeista, radiolääkkeistä, puhdistilatyöskentelystä, kuvantamislaitteista sekä säteilysuojelusta työskennellessään isotooppityöpisteessä.</p> <p>Opinnäytetyö oli toiminnallinen opinnäytetyö, joka toteutettiin yhteistyössä Etelä-Savon sosiaali- ja terveyspalveluiden isotooppilääketieteen kanssa sekä Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysalan Kuopion yksikön röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman kanssa. Työn tarkoituksena oli koota perehdytysopas, joka sisältää tärkeää tietoa isotooppityöpisteeseen töihin tulevalle röntgenhoitajalle. Perehdytysopas tukee muuta työyksikössä tapahtuvaa perehdytystä antamalla työvälineen, jota työntekijä voi lukea sopivina hetkinä ja johon voi palata perehtymisen eri vaiheissa. Työn tavoitteena oli parantaa työntekijän perehtymistä ja sitoutumista työhön. Perehdytysopas sisältää tietoa isotooppilääketieteestä, hoitajan työpäivän kulusta, työskentelystä radiofarmasiakaapissa, kuvantamislaitteistosta sekä säteilysuojelusta. Perehdytysopas on suunnattu röntgenhoitajille, jotka tuntevat säteilyfysiikan ja säteilysuojelun perusteet.</p> <p>Jatkotutkimusaiheina voisivat olla perehdytysoppaan kehittäminen röntgenhoitajilta tai opiskelijoilta kerättävän palautteen pohjalta sekä opasvideon kuvaaminen radiolääkkeen käyttökuntoon saattamisesta radiofarmasialaboratoriossa.</p>	
Avainsanat Perehdytysopas, isotooppilääketiede, radiolääke, radionuklidilaboratorio, säteilysuojelu, röntgenhoitaja	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	PEREHDYTYS JA PEREHDYTYSOPAS	6
3	ISOTOOPPILÄÄKETIEDE	8
3.1	Radionuklidi ja radiolääke.....	8
3.2	Isotooppilääketieteessä yleisimmin käytetyt isotoopit	8
3.3	Gammakamera ja SPET	10
3.4	Tietokonetomografia ja kuvafuusio.....	10
3.5	Radionuklidilaboratorio ja puhdistilatyöskentely.....	11
3.6	Radiografiatyön prosessi isotooppilääketieteen tutkimuksessa	12
3.7	IBC-NM annoskalibraatiojärjestelmä	13
4	SÄTEILYSUOJELU	14
4.1	Potilaan ja hänen omaisten säteilysuojelu	14
4.2	Työntekijän säteilysuojelu	15
4.3	Radioaktiivinen jäte	15
4.4	Poikkeava tilanne.....	16
4.5	Laadunvarmistus	16
5	ETELÄ-SAVON SOSIAALI- JA TERVEYSPALVELUT SEKÄ ISOTOOPPILÄÄKETIETEEN TYÖPISTE	18
6	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET, TUOTOS JA TAUSTAKYSYMYKSET	19
7	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	20
8	POHDINTA.....	22
8.1	Opinnäytetyöprosessin ja tuotoksen arviointi.....	22
8.2	Eettisyys ja luotettavuus	23
8.3	Ammatillinen kehittyminen	23
8.4	Jatkokehittämissideat	25
	LÄHTEET JA LIITTEET	26
	LIITE 1: PEREHDYTYSOPAS	31
	LIITE 2: TUTKIMUSLUPA.....	48

1 JOHDANTO

Perehdytyksellä tarkoitetaan kaikkea sitä toimintaa, jonka avulla työntekijä oppii tuntemaan uuden työpaikkansa ja sen tavat. Perehdytyksen tulee sisältää tietoa työstä kokonaisuutena sekä siitä, mistä osista työ koostuu ja mitä työntekijältä vaaditaan. Perehdytyksessä käydään läpi myös työhön kuuluvien laitteiden ja ohjelmien käyttäminen sekä turvallisuusohjeistus. Hyvä perehdytys on ennalta suunniteltua ja jatkuvaa. Hyvää perehdytystä parantavat nimetyt vastuuperehdyttäjät, perehdyttäjien koulutus tehtävään, kirjallinen aineisto, suunnitelmallisuus ja koko työyhteisön osallistuminen. Järjestelmällisellä perehdytyksellä työntekijän oppiminen tehostuu, työpaikkaan syntyy myönteisempi suhtautuminen sekä virheet ja turvallisuusriskit vähenevät. (Penttinen ja Mäntynen 2009, 2 - 3.)

Tein röntgenhoitajan opintoihini kuuluvan isotooppitutkimusten harjoittelun Etelä-Savon sosiaali- ja terveuspalveluiden (ESSOTE) isotooppilääketieteen työpisteessä, josta sain opinnäytetyölleni aiheen. Työn tarkoituksena oli koota perehdytysopas ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpisteeseen. Sairaalalla on käytössä kuvantamisen toimintakäsikirja sekä työohjeet isotooppitutkimuksiin. ESSOTE:lta puuttuu kuitenkin opas isotooppilääketieteen työpisteen toiminnasta ja siellä työskentelystä. Koen itse työskentelyn isotooppitutkimusten kanssa mielenkiintoiseksi, minkä vuoksi halusin opinnäytetyöni käsittelevän tätä aihetta.

Opinnäytetyöni on toiminnallinen opinnäytetyö, jonka tavoitteena on parantaa uuden työntekijän perehtymistä ja sitoutumista uuteen työhön. Työssäni etsin tietoa, mitä on hyvä perehdytys ja millainen kirjallinen materiaali tukee sitä, mitä uuden työntekijän on hyvä tietää aloittaessaan työskentely isotooppilääketieteen työpisteessä ja mitkä ovat keskeisimmät sisällöt, mitä perehdytysoppaan tulisi sisältää. Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt perehdytysopas sisältää tietoa isotooppilääketieteestä, hoitajan työpäivän kulusta, työskentelystä radiofarmasiakaapissa, kuvantamislaitteistosta sekä säteilysuojelusta.

ESSOTE tuottaa viimeisimpään tietoon perustuvia erikoissairaanhoidon palveluita ihmisten tarpeisiin, antamaan potilaille erinomaisen palvelukokemuksen sekä luomaan sujuvat ja toimivat hoitoketjut. (Etelä-Savon sairaanhoitopiirin henkilöstökertomus 2015, 2 - 3.)

2 PEREHDYTYS JA PEREHDYTYSOPAS

Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan perehdyttämään työntekijän riittävästi työhön, työvälineisiin sekä turvallisiin työtapoihin. Perehdytystä tulee järjestää ennen uuden työn aloittamista tai työtehtävien muuttuessa. Työntekijälle tulee antaa opastusta haittojen ja vaarojen estämiseksi sekä turvallisuutta ja terveyttä uhkaavan haitan ehkäisemiseksi. (Työturvallisuuslaki 2002, 14§.) Perehdytyksellä tarkoitetaan kaikkea sitä toimintaa, jonka avulla uusi työntekijä oppii tuntemaan uuden työpaikkansa ja sen tavat. Perehdytyksen tulee sisältää tietoa siitä, mistä osista työ koostuu ja mitä työntekijältä vaaditaan. Perehdytys voidaan jakaa yritykseen ja työyhteisöön perehdyttämiseen sekä työhönopastukseen. Yritykseen ja työyhteisöön perehdyttämisessä perehtyjä tutustuu työpaikkaansa, sen toiminta-ajatukseen, työtapoihin ja työtovereihin. Työhönopastuksessa perehtyjä oppii omat työtehtävänsä ja saa tietoa niihin liittyvistä vastuista. Perehdytyksessä käydään läpi myös työhön kuuluvien laitteiden ja ohjelmistojen käyttö sekä turvallisuusohjeistus. (Kangas 2003, 4 - 5; Penttinen ja Mäntynen 2009, 2 - 3.)

Perehdytys on suunniteltava etukäteen perehtyjälle sopivaksi. Perehtyjän aikaisempi tietopohja luo perustan oppimiselle. Uudelle työntekijälle kaikki on uutta, mutta myös työhön palaaja voi kaivata perehdytystä, kuten hoitovapaalta, opiskelujaksolta tai pitkäaikaisen ulkomailta työskentelyn jälkeen uusi perehdytys saattaa olla tarpeen. Työtehtävien muuttuessa uusien laite- ja välinehankintojen myötä on varattava riittävästi aikaa muutosten opetteluun. Perehdytyksen suunnittelussa on hyvä olla mukana eri ammattiryhmien edustajia, joiden kanssa perehtyjä tulee tekemään töitä. Työyhteisössä on hyvä suunnitella etukäteen vastualueet, joihin perehdyttämisestä kukin työntekijä vastaa. Hyvää perehdytystä parantavat nimetyt vastuuhenkilöt, perehdyttäjien koulutus tehtävään, kirjallinen aineisto, suunnitelmallisuus ja koko työyhteisön osallistuminen perehdytykseen. (Kangas 2003, 4 - 5; Penttinen ja Mäntynen 2009, 2 - 3.)

Hyvin tehty perehdytys kannustaa työntekijää omatoimisuuteen, lisää työturvallisuutta ja työhönsitoutumista. Omatoiminen työntekijä osaa arvioida kriittisesti käytössä olevia toimintatapoja ja tarvittaessa kehittää uusia. Hän ottaa enemmän vastuuta omasta työstään ja on aktiivinen työyhteisössä. Työhönsä sitoutunut henkilö työskentelee tavoitteellisesti ja haluaa kehittää jatkuvasti itseään eri menetelmillä. (Penttinen ja Mäntynen 2009, 4 - 5.)

Uuden työntekijän perehtymistä voidaan tukea kirjallisen materiaalin avulla. Perehtymistä varten voidaan suunnitella ja toteuttaa tietomateriaalia, joka kootaan esimerkiksi Tervetuloa-viikkoon tai oppaaseen. Materiaali suunnitellaan käytännön pohjalta niin, että siihen on helppo tutustua perehtymisen eri vaiheissa. Perehdytysmateriaalin tavoite on tutustuttaa perehtyjä asioihin, jotka auttavat häntä työssä. Perehdytysopas on helposti saatavilla oleva kirjallinen materiaali, josta asioita voi omaksua silloin kuin siihen on parhaiten aikaa. (Kjelin ja Kuusisto 2003, 206.)

Perehdytysopasta suunniteltaessa rajataan kohderyhmä tarkasti, jotta oppaan sisältö osataan kohdistaa kohderyhmän tarpeita vastaavaksi. Oppaaseen sisällytetään vain oppimisen kannalta olennainen

informaatio. Tekstin tulee olla mahdollisimman helppolukuista sekä vaikeat termit on hyvä avata. (Loiri ja Juholin 2006, 10; University of Washington medical center 2014.)

Tekstin selkeä ulkoasu helpottaa tekstin lukemista ja ymmärtämistä. Ulkoasuun vaikuttavat tekstin tyyli, kuvat ja värit. Julkaisun ulkoasuun vaikuttaa usein taustaorganisaation visuaalinen identiteetti. Julkaisun ulkoasulla tulisi olla samat pääpiirteet kuin muilla organisaation julkaisuilla, joiden avulla se tunnustetaan osaksi organisaation viestintää. (Loiri ja Juholin 2006, 10, 33 - 34.)

3 ISOTOOPPILÄÄKETIEDE

Isotooppilääketieteellä tarkoitetaan lääketieteen alaa, jossa käytetään radioaktiivista ainetta radiolääkkeen muodossa sairauksien tutkimiseen ja hoitamiseen. Isotooppitutkimuksilla voidaan selvittää elinten toiminnallisia tai aineenvaihdunnallisia muutoksia. Isotooppitutkimusten avulla voidaan havaita muutoksia elimen toiminnassa ennen kuin ne näkyvät röntgen- tai magneettitutkimuksissa. (Korpela 2004, 220 - 224.)

Radioaktiivisia aineita voidaan käyttää myös radionuklidihoidona. Radionuklidihoidolla tarkoitetaan hoitoa, jossa tavoitteena on tuhota haluttuja soluja niin että ympäröivä kudos vaurioituu mahdollisimman vähän. Säteilystä kudokseen absorboitunut energia aiheuttaa soluvaurioita ja solujen kuolemaa. Radionuklidihoidossa radioaktiivinen aine aiheuttaa hajotessaan lyhyen kantaman hiukkassäteilyä, eli alfa- tai beetasäteilyä. (Mäenpää ja Tenhunen 2012.)

3.1 Radionuklidi ja radiolääke

Atomi koostuu ytimeistä ja sitä ympäröivästä elektroniverhosta. Atomin ydin (nuklidi) koostuu protoneista ja neutroneista. Eri alkuaineilla on ytimissään eri määrä protoneita. Kun saman alkuaineen ytimessä on eri määrä neutroneja kutsutaan niitä tämän aineen isotoopeiksi. Protonien ja neutronien summa eli massaluku voidaan merkitä kemiallisen merkin yhteyteen vasempaan yläindeksiin, kuten ^{99}Mo . Joidenkin aineiden isotoopit ovat rakentuneet epästabiililla tavalla ja ne voivat hajota toisiksi aineiksi. Näitä kutsutaan radionuklideiksi, koska hajotessaan ydin emittoi ympäristöön hiukkasia ja sähkömagneettista säteilyä eli gammasäteilyä. Hajoamisessa syntyy uusi ydin, joka voi olla eri alkuainetta kuin alkuperäinen ydin. Radioaktiivisen aineen aktiivisuus pienenee ydinten hajotessa. Puoliintumisajalla tarkoitetaan aikaa, jonka kuluessa aineen ytimistä on hajonnut puolet ja aktiivisuus on pienentynyt puoleen. (Koskinen ja Savolainen 2003, 24; Pöllänen 2003, 12 - 13.)

Radiolääkkeellä tarkoitetaan radioaktiivisen aineen sekä kemiallisen aineen (kitin) yhdistelmää. Kitin valinnalla voidaan vaikuttaa, miten radioaktiivinen aine jakautuu elimistössä. Tutkimuksen onnistumiseksi on tärkeää, että radioaktiivinen aine saadaan hakeutumaan haluttuun kohteeseen. Yleisimmin radiolääke annetaan laskimonsisäisenä injektiona, mutta se voidaan antaa myös suun kautta tai hengitettävänä aerosolina. (Korpela 2004, 220 - 224; Knuuti ja Kajander 2016.)

3.2 Isotooppilääketieteessä yleisimmin käytetyt isotoopit

Isotooppidiagnostiikassa käytetään useita eri radioaktiivisia aineita, jotka täyttävät kuvantamisen niille asettamat vaatimukset. Käytettävät isotoopit ovat keinotekoisia ja niitä voidaan tuottaa joko syklotronilla tai generaattorilla. Niitä voi syntyä myös fission tuotteena. Generaattorilla tuotetuista tunnetuin on $^{99\text{m}}\text{Teknetium}$. $^{99\text{m}}\text{Teknetium}$ illa tehdään yli 80% kaikista isotooppitutkimuksista. Se on kemiallisesti hyvin reaktiivinen ja sillä voidaan leimata monia eri elin- ja kudosspesifisiä yhdisteitä. $^{99\text{m}}\text{Teknetium}$ lähettää 140 keV gammasäteilyä, joka sopii hyvin gammakameralla tehtäviin mittauk-

siin. Siinä on myös lyhyt puoliintumisaika (n. 6h). (Korpela 2004, 220 - 224; Knuuti ja Kajander 2016.)

^{99m}Teknetiumin lyhyen puoliintumisajan vuoksi sitä ei voida tilata varastoon, vaan sitä tuotetaan sairaaloissa päivittäin teknetium generaattorilla. Teknetium-generaattori uusitaan viikoittain. (Vierula, 2009; Knuuti ja Kajander 2016.) Teknetium-generaattorissa on emonuklidi ⁹⁹molybdeeni, joka tuotetaan ydinreaktiossa säteilyttämällä esim. ⁹⁸molybdeenia. ⁹⁹Molybdeeni hajoaa 66 tunnin puoliintumisaikalla ^{99m}teknetiumiksi, joka on metastabiilitila. Emonuklidi ⁹⁹molybdeeni on paksun lyijykuoren sisällä, josta hajonnutta ^{99m}teknetiumia eluoidaan eli huuhdellaan pois suolaliuoksella sille tarkoitettun kulkureitin kautta. Valmis teknetium-liuos imetään vakuumpulloon. (Korpela 2004, 227 - 229.)

Jodi on kilpirauhashormonien ainesosa ja se kertyy kilpirauhaseen aktiivisen kuljetusmekanismin kautta. Normaalisti elimistö saa jodia ravinnon mukana. Jos jodia joutuu elimistöön normaalia enemmän kilpirauhanen ottaa sitä käyttöönsä vain tarvitsemansa osan. Radioaktiivinen jodi kertyy kilpirauhaseen stabiilin Jodin tavoin. (Mäenpää 2014.) Radioaktiivinen ¹²³jodi soveltuu isotooppitutkimuksiin. ¹²³Jodi hajoaa elektronisieppauksella ja lähettää 150 keV gammasäteilyä. Sen puoliintumisaika on 13 tuntia. ¹²³Jodia käytetään kilpirauhasen sekä lisäkilpirauhasen gammakuvauksessa. (Korpela 2004, 224, 228, 231.) ¹²³Jodia voidaan käyttää myös aivoreseptoreiden tutkimiseen. Lääkkeen kilpirauhaseen kertymisen estämiseksi potilaalle annetaan ennen lääkeaineinjeksiota kaliumperkloraattia kilpirauhasen säderasituksen minimoimiseksi. (Valmisteyhteenveto 2000.) ¹²³Jodi aiheuttaa pienemmän säteilyrasituksen potilaalle kuin ¹³¹jodi, joten sen käyttäminen diagnostiseen tarkoitukseen on suositeltavampaa. (Korpela 2004, 224, 228, 231.)

¹³¹Jodia käytetään kilpirauhasen radiojodihoidoissa isoina annoksina ja samalla voidaan kuvata kilpirauhasta. (Korpela 2004, 224, 228, 231.) ¹³¹Jodin puoliintumisaika on noin 8 vuorokautta. ¹³¹Jodin hajotessa syntyy beetasäteilyä, jonka kantama kudoksessa on noin 2mm. Hajoamisessa syntyy myös gammasäteilyä, joka mahdollistaa potilaan kuvaamisen. (Mäenpää 2014.)

²²³Radiumia voidaan käyttää eturauhassyövän luustoetäpesäkkeiden hoitamiseen. ²²³Radiumdikloridia sisältävä lääkeaine jäljittelee luussa esiintyvän kalsiumin toimintaa. ²²³Radium hakeutuu elimistössä kalsiumin tavoin luiden rakennuskohtiin, ja siten myös osteoblastisiin etäpesäkkeisiin joita eturauhassyövän aiheuttamat luustoetäpesäkkeet ovat. ²²³Radium säteilee lyhyen kantaman alfasäteilyä. ²²³Radiumin puoliintumisaika on 11,4 vuorokautta. (Mäenpää ja Tenhunen 2012; Kallio-koski 2015.) Alfasäteily on hiukkassäteilyä, jonka hiukkasessa on kaksi neutronia ja protonia. Alfasäteily on voimakkaasti ionisoivaa ja tuhoaa ympäröiviä kasvainsoluja. (Vähäkangas ja Kosma 2012.)

³²Fosforia voidaan käyttää verisairauksien radionuklidihoidoissa. ³²Fosforin hajotessa syntyy beetasäteilyä ja sen puoliintumisaika on 14,3 päivää. Laskimoon annettuna se hakeutuu kudoksiin, joissa fosforin aineenvaihdunta on nopeaa kuten luuydin ja perna. Radiofosforihoidolla voidaan vähentää luuytimen toimintaa. (Mäenpää ja Tenhunen 2012.)

3.3 Gammakamera ja SPET

Radiolääkkeen jakautumista elimistössä seurataan kuvauslaitteella eli gammakameralla. Gammakamera havaitsee radiolääkkeen aiheuttamaa gammasäteilyä. Potilaan radiolääkejakaumasta kerätään tietoa riittävän kauan ja kerättyjen havaintojen pohjalta muodostetaan kuvamatriisille kuva. Gammakameran osia ovat kollimaattori, ilmaisinkide, valojohdin, valomonistinputket, kuvanmuodostuslaitteet ja näyttölaitteet. Potilaalle annettu radiolääke lähettää säteilyä joka suuntaan. Kollimaattorin avulla rajataan kuvaan vain halutusta suunnasta tuleva säteily. Kollimaattorista läpi tulleet säteet törmäävät natriumjodidi -kiteeseen, joka muuttaa säteilyn valoksi. Valomonistinputket muuntavat valonvälähdykset sähköisiksi pulsseiksi, joiden avulla muodostetaan kuvaa radioaktiivisen lääkkeen jakaumasta. Jokainen gammakameraan tuleva gammasäde mitataan erikseen. (Korpela 2004, 228, 236.)

Perinteisessä isotooppitutkimuksessa potilaasta tulevaa säteilyä havaitaan tasokuvauksella, jossa kuvataan haluttu kohde tai koko keho tietyistä suunnista. Tyypillinen esimerkki on luuston gammakuvaus, jossa koko keho kuvataan etu- sekä takasuunnasta. Kuvauspöytää liikutetaan hitaasti gammakameroiden välissä niin, että haluttu kohde on käynyt kokonaan kuvakentässä. (Koskinen ja Savolainen 2003, 45; Knuuti ja Kajander 2016.) Hyvän kuvan saamiseksi gammakameran täytyy olla mahdollisimman lähellä kohdetta. Nykyaikaisissa laitteissa on kohteen tunnistus, jonka avulla gammakamera pyrkii liikkumaan mahdollisimman lähellä kohdetta. (Symbia T Series 2014, 40.)

Emissiotomografia (SPET = single photon emission tomography) tarkoittaa kerroskuvausta, jossa gammakamera kiertää potilaan ympäri. Kerätystä informaatiosta tietokone muodostaa kolmiulotteisen kuvan. (Knuuti ja Kajander 2016.) SPET -tekniikkaa hyödynnetään ontelomaisten rakenteiden, kuten sydämen tai munuaiseten kuvaamisessa. Kuvaustekniikalla saadaan kolmiulotteinen aktiivisuusjakauma, joka hahmottaa kohteen muotoa ja paikkaa paremmin. Kuvaa voidaan tarkastella myös poikkileikkeinä. (Koskinen ja Savolainen 2003, 45.)

3.4 Tietokonetomografia ja kuvafuusio

Tietokonetomografialla (TT) saadaan tomografisia leikekuvia röntgensäteilyä hyödyntäen. Röntgenputken tuottama röntgensäteily kohdistetaan kohteeseen ohuena keilana, ja kohteen läpäissyt säteily mitataan detektorielementeillä. Röntgenputki ja detektorielementit pyörivät kohteen ympärillä ottaen satoja projektioita, joista rekonstruoidaan leikekuvia. Leikekuva kuvaa tietyn levyistä poikkileikkettä kohteesta. Kohteesta voidaan laskennallisesti muodostaa eri suuntien leikekuvia. Kuva esitetään kuvamatriisilla, jossa jokainen kuvan pikseli kuvautuu eri harmaansävyinä. Harmaansävy edustaa kohteesta saatua säteilynvaimenemistietoa. (Jauhiainen 2003, 39 - 43; Benner ja Hall 2007; Woodward ja Chapman 2014, 697.)

Gammakamera voidaan yhdistää esimerkiksi tietokonetomografialaitteisiin. Gammakameran ja TT:n laiteyhdistelmällä saadaan kahta erilaista kuvantamismenetelmää yhdistävä isotooppiradiologinen tutkimus. Molempien kuvien data kerätään samalla kuvauskerralla, joten anatomia saadaan pysymään lähes muuttumattomana näiden välillä. Eri kuvantamismenetelmät yhdistämällä saadaan esim. SPET-TT kuvista tietoa potilaan anatomiaa sekä fysiologiasta yhdellä tutkimuskerralla. (Seppänen, Kajander ja Knuutti s.a., 1 - 2.)

3.5 Radionuklidilaboratorio ja puhdistilatyöskentely

Radionuklidilaboratoriolla tarkoitetaan tilaa, jossa käsitellään radioaktiivisia aineita avolähteinä. Iso- tooppityöskentelyssä radionuklidilaboratoriossa valmistetaan radiolääkkeitä. Radiolääkkeiden käsitte- lyä ja valmistusta ohjaavat säteilylaki sekä lääkeainelaki. Radiolääkkeiden valmistustilojen tulee olla sellaiset, että radiolääkkeen puhtaus ja työntekijän säteilyturvallisuus voidaan taata. (Korpela 2004, 234.)

Suunniteltaessa radionuklidilaboratoriota tulee ottaa huomioon sille asetetut säteilyturvallisuusvaa- timukset. Toiminta tulee suunnitella siten, että henkilökunnan säteilyaltistus on niin pieni kuin käy- tännöllisin toimin on mahdollista. Säteilytyöntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää 0,3 mSv vuodessa. Työskentelyn laboratoriossa tulee olla turvallista ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön vähäiset. Ulkopuolisten pääsy laboratorioon tulee olla estetty ja tarpeetonta liikkumista tiloissa tulee välttää. Radioaktiivisten aineiden varastointi ja jätteiden hävitys tulee järjestää turvalli- sesti, niin että siitä ei aiheudu ympäristölle haittaa (Väisälä, Korpela ja Kaituri 2004, 286 - 291; Sä- teilyturvallisuus avolähteiden käytössä 2016.)

Radionuklidilaboratorio tulee merkitä säteilyvaaraa osoittavalla merkillä. Henkilökunnalle on oltava henkilökohtaiset säteilysuojaimet altistuksen minimoimiseksi. Radioaktiivisia aineita käsiteltäessä tu- lee käyttää säteilysuojuksia aina kuin se on mahdollista. Ruiskut ja lagenulat, jotka sisältävät aktii- vistä ainetta säilytetään lyijysuojassa. Säteilylähteeseen tulee laittaa merkintä, josta selviää sen si- sältämä radionuklidi sekä aktiivisuus merkittynä ajankohtana. (Säteilyturvallisuus avolähteiden käy- tössä 2016.) Radionuklidilaboratoriossa oleva laminaarivirtauskaappi sisältää lyijysuojan teknetium generaattorille, sekä annosmittarin radioaktiivisten aineiden aktiivisuuden mittaamista varten (Kor- pela 2004, 234).

Puhdistilalla tarkoitetaan tilaa, jossa pyritään kontrolloimaan ilmassa olevien hiukkasten määrää, lämpötilaa, kosteutta sekä painesuhdetta ympäröiviin tiloihin nähden. Lääkkeiden valmistuksessa vaaditaan steriiliä ympäristöä, koska tuotteeseen joutuvat mikrobit voivat aiheuttaa tuotteen pilaan- tumista tai infektion potilaalle. Puhdistilan materiaalit tulee valita huolellisesti niin, että ne eivät ai- heuta kontaminaatiota puhdistiloissa. Materiaaleilla tarkoitetaan käytettäviä raaka-aineita, tarvikkei- ta, säilytysastioita, pakkausmateriaaleja, laitteita sekä työntekijän vaatteita. Puhdistilaan vietävät materiaalit kuljetetaan sulkutilan kautta. Sulkutilan on tarkoitus estää ilmapirtauksen pääsy ulkopuo- lelta puhdistiloihin. Henkilöt ja materiaalit kulkevat puhdistiloihin eri sulkutilojen kautta. Puhdasti- laan tuotavat materiaalit desinfioidaan alkoholiliuoksella ennen sulkutilaan vientiä. Puhdistilassa

työskentelevällä työntekijällä on oltava hyvä terveydellinen tila ja henkilökohtainen hygienia. Infektiotaudit, nuha, yskä, haavat ja ihottumat estävät puhdistilatyöskentelyn. Työskennellessä puhdistiloissa työntekijä pukeutuu puhdistilavaatteisiin. Näiden avulla minimoidaan ihmisen tuottamaa kontaminaatiota. Tilan puhtausluokitus vaikuttaa pukeutumiseen. (Rajala 2007, 9 - 10.)

Kriittisimmät puhdistilatyöskentelyn vaiheet tehdään laminaarivirtauskaapissa. Laminaarivirtauskaapin pinnat puhdistetaan alkoholiliuoksella ennen ja jälkeen siellä työskentelyn. Kaapissa työskennellessä tulee välttää nopeita ja äkkinäisiä liikkeitä, jotka voivat häiritä puhdasilman virtausta. (Rajala 2007, 11.)

Puhdistilat luokitellaan eri puhtausluokkiin sen mukaan, kuinka paljon partikkeleita tietyssä määrässä ilmaa esiintyy. Puhdistilaluokille on määritetty suositusraja-arvot hiukkaspitoisuuksille ja mikrobi-kontaminaatioille. GMP (Good Manufacturing Practise) jakaa puhdistilat luokkiin A-D. Luokitus antaa suositusraja-arvoja steriilien lääkeaineiden valmistus- ja käsittelytiloihin. Puhtausluokka A tulisi olla tiloissa, jossa mikrobikontaminaation riski on suuri, esimerkiksi käsiteltäessä avoimia lääkeaineampulleja ja yhdisteltäessä lääkeaineita. Puhtausluokka B vaaditaan lääkeaineiden aseptiseen valmisteluun ja ruiskujen täyttämiseen. Puhtausluokat C ja D sopivat lääkeaineen valmistuksen vaiheisiin, jossa mikrobikontaminaation riski on vähäinen. Luokille on määritetty hiukkaspitoisuuden suositusraja-arvot levossa ja käytössä. Suositusraja-arvot on esitetty taulukossa 1. (European comission 2008, 2 - 3.)

TAULUKKO 1. Puhdistilaluokissa hyväksytyt hiukkasten määrät (European comission 2008, 2.)

Sallittu hiukkasten määrä kuutiossa ilmaa ja mitattavat hiukkaskoot				
Luokka	Levossa		Käytössä	
	0,5µm	5,0µm	0,5µm	5,0µm
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu

3.6 Radiografiatyön prosessi isotooppilääketieteen tutkimuksessa

Radiografiatyön prosessi koostuu suunnittelu-, toteutus- ja arviointivaiheesta. Prosessin tavoitteena on potilaan tutkiminen. Lähettävästä yksiköstä potilas saa tietoa, mitä tutkimuksella pyritään selvittämään ja miten tutkimukseen tulee valmistautua. Röntgenhoitaja huolehtii, että potilaille jaettavat valmistautumishjeet ovat ajantasaiset ja helposti ymmärrettävät. Lähettävä yksikkö ohjaa myös potilasta mahdollisissa lääkkeiden tauotuksissa. (Suojoki 2003, 676.) Suunnitteluvaiheessa röntgenhoitaja tutustuu potilaan lähetteeseen. Lähetteen antamalla tiedoilla röntgenhoitaja valmistelee radio-lääkkeen, tutkimushuoneen sekä laitteet tutkimusta varten. Röntgenhoitaja hankkii riittävästi tietoa notilaasta jotta tutkimus pystytään toteuttamaan mahdollisimman turvallisesti. Hän suunnittelee

tutkimuksen toteutuksen ja aikataulun. Lähetteen perusteella röntgenhoitaja arvioi tutkimuksen oikeutusta sekä sitä, tarvitseeko hän tutkimukseen mukaan muita ammattilaisia. (Röntgenhoitajan ammattietiikka 2000, 1; Sorppanen 2006, 112 - 114, 179.)

Röntgenhoitaja varmistaa potilaan henkilöllisyyden ennen tutkimuksen aloitusta. Röntgenhoitaja huolehtii, että potilas saa riittävästi tietoa tutkimuksesta ja sen kulusta. Hoitaja varmistaa potilaalta, onko hän valmistautunut tutkimukseen annettujen ohjeiden mukaisesti. Hoitaja käy läpi potilaan kanssa tutkimuspäivän aikataulun, milloin hänen tulee palata takaisin kuvausta varten. Potilas ohjataan tyhjentämään rakko ennen kuvausta. Ennen radiolääkkeen antamista potilaalle hoitaja varmistaa, että lääke ja annos ovat oikeat. Lääke annetaan potilaalle oikeaan paikkaan ja potilaan tietoihin kirjataan annettu annos. Potilas kuvataan, kun radiolääke on jakautunut elimistössä halutulla tavalla. Potilaan asentoa voidaan tukea tyynyillä ja vöillä, jotta potilas jaksaa olla paikallaan kuvauksen ajan. (Suojoki 2003. 676.) Kuvauksen jälkeen röntgenhoitaja ohjaa potilasta tutkimuksen jälkihoidossa ja varmistaa hoidon jatkuvuuden. Hoitaja kirjaa ylös tutkimuksesta tarvittavat asiat. Lopuksi röntgenhoitaja arvioi tutkimuksen onnistumista. (Sorppanen 2006, 112 - 114, 179.)

3.7 IBC-NM-annoskalibraatiojärjestelmä

IBC-NM on automaattinen annoskalibraatiojärjestelmä, joka helpottaa ja ohjaa päivittäistä työskentelyä isotooppi työpisteessä. Ohjelmaa käytetään radioaktiivisten aineiden ja kittien varastotilanteen seurantaan, ohjaamaan radiolääkkeiden käyttökuntoon saattamista, aktiivisuuden mittaukseen, potilaalle annostellun lääkkeen merkitsemiseen ja kirjaamiseen sekä jätteiden aktiivisuuden seurantaan. (Koponen 2016, 48.)

IBC-ohjelmaan tallennetaan tieto työpisteeseen saapuvista radioaktiivisista aineista ja kiteistä, niiden voimassaoloajoista ja aktiivisuuksista. Radionuklidilaboratorion laminaarivirtauskaapissa on IBC-ohjelma sekä annoskalibraattori. Ohjelma ohjaa radiolääkkeiden valmistusta vaihe vaiheelta. Kun hoitaja eluoi teknetium generaattorin, hän lisää eluaatin ohjelman varastosaldoihin. Ohjelma neuvoo hoitajaa, kuinka paljon hänen tulee ottaa eluaattia ja paljonko siihen tulee lisätä keittosuolaliuosta valmistaa halutun radiolääkkeen. Ohjelma ohjaa hoitajaa sekoittamaan lääkkeen ja käynnistämään ajastimen joka kertoo kuinka kauan lääkkeen tulee tekeytyä ennen sen vetämistä potilasruiskuun. Ohjelma laskee paljonko hoitajan tulee ottaa valmista radiolääkettä ruiskuun, jotta siinä olisi oikea aktiivisuus sitä annettaessa potilaalle. (Koponen 2016, 48.)

4 SÄTEILYSUOJELU

Säteilysuojelun tavoitteena on ehkäistä säteilystä aiheutuvia terveyshaittoja. Säteilyn käytön tulee täyttää kolme peruseriaatetta: oikeutus, optimointi ja yksilönsuoja. Oikeutusperiaatteen mukaan säteilynkäytöstä saatavan hyödyn tulee olla siitä aiheutuvaa haittaa suurempi. Optimointiperiaatteen mukaan säteilyaltistus pitää rajoittaa mahdollisimman pieneksi kuin mahdollista. Yksilönsuojaperiaate ohjaa säteilytyöntekijöiden, sikiön ja väestön säteilyaltistusta annosrajojen avulla. (Järvinen 2005, 83.)

Säteilyn aiheuttamat terveyshaitat voidaan jakaa kahteen ryhmään, suoriin ja satunnaisiin vaikutuksiin. Suorat eli deterministiset vaikutukset ovat haitallisia kudusreaktioita. Ne johtuvat sädeannoksen aiheuttamasta laajasta solutuhosta tai solujen toiminnan häiriöstä. Säteilyn aiheuttaman vaurion täytyy tapahtua riittävän monessa tietyssä kudoksen solussa ennen kuin se on havaittavissa. Satunnaiset eli stokastiset vaikutukset tulevat ilmi vasta vuosien kuluttua säteilyaltistuksesta. Säteily voi aiheuttaa muutoksia perimässä ja aiheuttaa syöpää. (Mustonen ym. 2009, 29 - 31.)

Säteilylain mukaan säteilytoiminnan turvallisuudesta vastaa säteilytoiminnan harjoittaja. Säteilyturvallisuuskeskus määrittää yleisen säteilynkäytön turvallisuusohjeistuksen. Ohjeistus koskee myös isotooppityöntekijöiden ja säteilyturvallisuutta avolähteiden käytössä. (Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä 2016.)

Toiminnan harjoittajan tulee tehdä ennalta toimintaan liittyvä riskinarviointi, jonka perusteella lähdetään suunnittelemaan toiminnalle tiloja. Arvioinnissa tulee huomioida ulkoinen säteily, sisäinen säteily, kontaminaatiovaara, oleskeluaika, turvajärjestelyt sekä poikkeavien tapahtumien mahdollisuus. Työntekijöille laaditaan toiminta-ohjeet poikkeavan tapahtuman varalle. Poikkeavista tapahtumista on ilmoitettava viipymättä säteilyturvakeskukselle. (Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä 2016.)

4.1 Potilaan ja hänen omaisten säteilysuojelu

Potilaan säteilysuojelulla isotooppihoidossa tarkoitetaan oikean radiolääkkeannoksen oikea-aikaista antamista oikeaan paikkaan. Joidenkin radiolääkkeiden annostelussa huomioidaan potilaan paino. Jos tutkimukseen liittyy TT-kuvaus, laitteen kuvausarvot pyritään optimoimaan mahdollisimman pieniksi kuitenkin niin, että saadaan riittävän diagnostinen kuva. (Nikkinen 2003, 672.)

Jos ¹³¹Jodihoitoa saava potilas saa yli 800 MBq:n aktiivisuuden, voidaan hänet kotiuttaa vasta kun jäljellä olevasta aktiivisuudesta ei aiheudu haittaa perheenjäsenille tai muille henkilöille. Potilas voidaan kotiuttaa, kun hänessä jäljellä oleva aktiivisuus on alle 800MBq. Potilaan aktiivisuus mitataan metrin etäisyydeltä mittaria käyttäen. Potilaan aktiivisuus kotiutushetkellä kirjataan potilaan tietoihin. Potilaalle annetaan säteilysuojeluohjeet kotona noudatettaviksi, jotta läheisten säteilyannos jäisi mahdollisimman pieneksi. Ohjauksen laajuus riippuu potilaassa jäljellä olevasta aktiivisuudesta ja sen aiheuttamasta annosnopeudesta. Ohjeet annetaan suullisesti ja tarvittaessa kirjallisesti. Ohjaus sisältää tiedon, kuinka kauan ohjeita tulee noudattaa. (Korpela 2004, 247 - 249.)

4.2 Työntekijän säteilysuojelu

Säteilytyöllä tarkoitetaan säteilyyn liittyvää työtä, jossa työntekijä voi altistua siinä määrin säteilylle, että työpaikalla on järjestettävä työntekijän säteilyaltistuksen seuranta. Säteilyturvakeskus pitää rekisteriä säteilytyöntekijöiden säteilyaltistuksista. (Säteilylaki 1991, 12§, 34§.) Säteilytyöntekijöiden säteilyaltistusta tulee seurata toteuttamalla työolojen tarkkailua sekä annostarkkailua. Työolojen tarkkailulla seurataan altistukseen vaikuttavia tekijöitä sekä pidetään kirjaa mittaustuloksista. Annostarkkailussa mitataan työntekijän henkilökohtainen annos ja pidetään kirjaa mittaustuloksista. (Säteilyaltistuksen seuranta 2014, 3.)

Annostarkkailun tarve harkitaan huomioiden työolosuhteet ja säteilyaltistuksen määrä. Isotooppityöskentelyssä annostarkkailu tulee järjestää isotooppihoitoa antavalle työntekijälle. Annostarkkailu tulee järjestää myös työntekijöille, jotka käsittelevät työssään jodin isotooppeja tai valmistavat radioaktiivisia lääkevalmisteita. Annostarkkailu järjestetään henkilökohtaisilla säteilyannosmittareilla eli dosimetreilla. Isotooppityöskentelyssä työntekijän käsien ja sormien annosta tulee seurata radioaktiivista lääkevalmistetta leimattaessa ja sitä injektoidessa potilaaseen. Käsiannosta on myös tärkeä seurata uuden työntekijän aloittaessa työskentelyä avolähteillä. (Säteilyaltistuksen seuranta 2014, 4 - 7.)

Radionuklidilaboratoriossa käsiteltävät radioaktiiviset aineet ovat avolähteitä. Isotooppityöntekijä altistuu säteilylle valmistaessaan radiolääkkeitä, injektoidessaan sitä potilaaseen sekä kuvatessaan potilasta, joka on saanut radioaktiivista lääkettä. Isotooppityöskentelyssä säteilysuojelun keinoja ovat aika, etäisyys ja suojaus. Ajalla tarkoitetaan mahdollisimman lyhyttä työskentelyaikaa säteilevän lähteen läheisyydessä. Työntekijä voi vaikuttaa aikaan hyvällä työsuunnittelulla. Esimerkiksi potilaan ohjaus tutkimuspäivän kulussa ja muissa tutkimukseen liittyvissä asioissa on hyvä tehdä ennen radioaktiivisen aineen antamista potilaalle. Potilas alkaa säteilemään lääkeaineen antamisen jälkeen, jolloin potilaan välittömässä läheisyydessä oloa tulee rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi. Säteily vaimenee kääntäen verranollisesti etäisyyden neliöön. Hoitajan on siis hyvä ottaa etäisyyttä säteileviin lähteisiin aina kun mahdollista. Isotooppityöskentelyssä voidaan käyttää lyijysuojuksia. Suojukset tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle lähettä, kuten lyijyinen ruiskunsuojus radiolääkkeen ympärille. (Nikkinen 2003, 671.)

4.3 Radioaktiivinen jäte

Radioaktiivisten avolähteiden käytöstä aiheutuvien jätteiden käsittelyssä on huomioitava säteilyturvallisuusvaatimukset. Radioaktiivisen jätteen käsittelyyn on oltava suunnitelma, josta selviää toiminnasta aiheutuvat jätteet ja niiden käsittelyä koskevat menettelyt. Menettely valitaan radionuklidin aiheuttaman säteilylajin ja puoliintumisajan perusteella. Jätteiden leviäminen ympäristöön tulee estää. Päästöt ilmaan, viemäriverkostoon tai muuhun ympäristöön tulee pitää niin pienenä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Radioaktiivisen jätteen voi toimittaa kaatopaikalle, kun siinä jäljellä oleva aktiivisuus on riittävän pieni. (Avolähteiden käytöstä syntyvät radioaktiiviset jätteet ja päästöt 2017.)

4.4 Poikkeava tilanne

Isotooppityöskentelyssä pintakontaminaatio on mahdollinen poikkeava tapahtuma. Pintakontaminaatiolla tarkoitetaan tapahtumaa, jossa säteilevää ainetta pääsee pinnoille, kuten työtasoille, lattialle tai vaatteille. Se voi tapahtua esimerkiksi radiolääkkeen tai radiolääkettä saaneen potilaan eritteen pääsemisenä ympäristöön. Poikkeavien tapahtumien riski tulee tunnistaa ennalta ja sen tapahtumisen mahdollisuus tulee pyrkiä ennaltaehkäisemään. Työntekijöillä tulee olla ohjeistus poikkeustilanteessa toimimiseen. Säteilynkäyttöpaikoille on laadittu rajat, joiden ylittyessä täytyy ryhtyä toimenpiteisiin säteilyaltistuksen minimoimiseksi. Aktiivisuusrajat on esitetty taulukossa 2. Rajojen ylittyessä kontaminoituneelta alueelta pyritään poistamaan aktiivinen aine, estämään kontaminaation leviämisen ympäristöön ja rajoittamaan alueen käyttöä. Säteilyn leviämistä voidaan estää esimerkiksi lyyjysuojilla. (Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä 2016.)

TAULUKKO 2. Toimenpiteisiin ryhtymisen aktiivisuus rajat pintakontaminaatiossa (Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä 2016.)

Radioaktiivinen aine	Työpaikat ja työvälineet		Työntekijät	
	Valvonta-alue (Bq/cm ²)	Tarkkailualue ja muu alue (Bq/cm ²)	Vaatteet (Bq/cm ²)	Iho (Bq/cm ²)
Alfasäteilijät	4	0,4	0,4	0,2
Beeta- ja gammasäteilijät	40	4	4	2

4.5 Laadunvarmistus

Säteilylle altistavaa toimintaa tulee seurata säännöllisesti laadunvarmistusmittauksilla. Sen toteuttamiseksi on laadittava laadunvarmistusohjelma, jossa määritellään tarvittavat laadunvarmistustoimet ja niiden suoritusvälit. Mittausten tulokset tulee dokumentoida asianmukaisesti. (Laadunvarmistus terveydenhuollon säteilynkäytössä s.a.)

Gammakameroiden käyttö vaatii säännöllistä laadunvarmistusta ja detektorien kalibrointia. Päivittäin tehtävä laadunvarmistusmittaus vie noin 20 minuuttia, ja sen voi säätää automaattisesti alkavaksi. Kuukausittainen laadunvarmistusmittaus vie noin 6 tuntia. Laite suorittaa mm. kuvakentän tasaisuutta, energiaikkunan tarkkuutta ja paikkaerotuskykyä mittaavia testejä. Siemensin laite käyttää mittauksissa radioaktiivista lähdettä, joten on suositeltavaa että mittauksen aikana tutkimushuoneessa ei ole ketään. Laite antaa raportin mittauksen tuloksista, jotta niitä voidaan vertailla annettuihin raja-arvoihin. (Symbia T Series 2014, 38.) Laadunvalvonnan testien ylittäessä sovitut raja-arvot, on käyttäjän ryhdyttävä toimenpiteisiin laitteen toiminnan parantamiseksi. Laitteelle on usein määritelty hyväksyttävyyssrajat sekä korjausrajat, jotka määrittävät mitä toimenpiteitä rajojen ylittyessä edellyte-

tään tehtäväksi. (Isotooppitutkimuslaitteiden laadunvalvontaopas 2010, 13.) Annoskalibraattoreille tehdään päivittäin ennen töiden aloittamista laadunvarmistusmittaus standardilähtillä (Koponen 2016, 1).

Teknetium-generaattorista saatavalle teknetiumeluaatille (^{99m}Tc -natriumperteknetaatti) tehdään laadunvarmistusmittaus. Teknetiumin eluaatin laadunvarmistuksessa seurataan sen radiokemiallista puhtautta. Eluaatin värin tulee olla kirkas ja sen pH:n 4,5-7,5. Eluaatista mitataan myös $^{99}\text{molybdeenikontaminaatio}$. (Fimea 2015, 15.)

Radiofarmasia laboratorion puhtautta tarkastellaan laskeuma- ja kontaktimaljatesteillä. Testien tarkoituksena on seurata lääkkeiden tuotantotilojen mikrobiologista puhtautta. Testien tavoitteena on hallita ja vähentää lääkkeiden mikrobiologista kontaminaation riskiä. Testien avulla pyritään takaamaan hyväksyttävät tuotanto olosuhteet lääkkeille. Testauspaikat valitaan niin että ne kattavat eri lääkkeen valmistus prosessin kohdat joissa on mahdollista tapahtua kontaminaatio. Laskeumamaljoja asetetaan radiofarmasialaboratorion pinnoille ja laminaarivirtauskaappiin. Niiden annetaan olla paikoillaan neljän tunnin ajan. Kontaktimaljoilla otetaan oikeaa näytteenotto tekniikka käyttäen näytteitä radiofarmasialaboratorion pinnoilta. (Korhola 2015.)

5 ETELÄ-SAVON SOSIAALI- JA TERVEYSPALVELUT SEKÄ ISOTOOPPILÄÄKETIETEEN TYÖPISTE

Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalveluiden (ESSOTE) tehtävänä on tuottaa erikoissairaanhoidon palveluita. Kuntayhtymän kotipaikka on Mikkeli ja se hoitaa sosiaali- ja terveystalveluita myös jäsenkuntiansa puolesta. Jäsenkuntia ovat Hirvensalmi, Joroinen, Juva, Kangasniemi, Mikkeli, Mäntyharju, Pertunmaa, Pieksämäki ja Puumala. (Perussopimus 2016.) ESSOTE:n toiminta-ajatuksena ja toiminnan tarkoituksena on Terveempi Etelä-Savo 2020. Se pyrkii tuottamaan erinomaisia palvelukokemuksia sekä luomaan sujuvat ja toimivat hoitoketjut. Toiminnan tuottavuus, vaikuttavuus ja taloudellisuus ohjaavat toimintaa. Sairaanhoidopiirin arvot pohjautuvat potilaslähtöisyyteen, oikeudenmukaisuuteen, luotettavuuteen sekä uudistamisen tahtoon. (Etelä-Savon sairaanhoidopiirin toiminnan strateginen ohjaus 2016.)

Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalveluiden isotooppilääketieteen työpiste tuottaa isotooppitutkimuksia. Isotooppilääketieteellä jonot ovat lyhyet ja tutkimukset ovat laadukkaita. Isotooppilääketieteellä on käytössä SPECT-TT, joka sisältää gammakameran sekä tietokonetomografian. Laitetta käytetään kolmena päivänä viikossa isotooppitutkimuksiin. Kahtena päivänä viikossa laitetta käytetään kuvantamisen tarpeisiin. (Sairaanhoidotoiminnan arviointiraportti 2015, 31 - 32.) Työpisteessä työskentelee osaava ja moniammatillinen henkilökunta. Tutkimustarjonta on monipuolinen ja uudenaikainen laitteisto mahdollistaa gammakuvauksen lisäksi hybriditutkimukset, joissa yhdistyvät isotooppi- ja radiologinen kuvantaminen. Yleisimmät isotooppitutkimukset ovat luuston-, aivoreseptoreiden-, kilpirauhasmetastaasien- ja munuaistoiminnan gammakuvaukset. (Isotooppilääketiede 2016.)

ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpisteessä on työvuorossa kaksi tai kolme hoitajaa. Aamulla töihin tullessa he katsovat yhdessä päivän potilaiden lähetteet ja suunnittelevat työpäivän aikataulua. Sen jälkeen yksi hoitaja lähtee radiofarmasiakaappiin valmistelemaan tarvittavat radiolääkkeet käyttökuntoon. Radiofarmasiakaapissa työskentelevä hoitaja voi pyytää toista hoitajaa antamaan läpiontokaappiin välineitä ja tarvikkeita, jotka ovat loppuneet tai vähissä laboratorion. Kiireellisesti tarvittavia välineitä voi pyytää sisäpuhelimen kautta. Myös vähissä olevan tarvikkeen mallin laittaminen läpiontokaappiin toimii merkinä niiden varaston vähyydestä. (Levänen 2017.)

Toinen hoitaja jää kirjaamaan ylös laadunvarmistusmittauksien tulokset ja tekemään joka aamuksen laitteiden uudelleenkäynnistyksen. Laitteiden sulkemiseen ja uudelleen käynnistykseen sekä TT-putken lämmittämiseen on oma erillinen ohje fläppitaulussa. Sen jälkeen hoitaja valmistelee lääkkeen antamiseen ja kanylointiin tarvittavat välineet. Hän vastaanottaa läpiontokaapista valmistuneet lääkkeet ja tekee tarpeelliset työt päivän tutkimuksia varten. (Levänen 2017.)

Posti tuo pistohuoneeseen työpisteen tilaamat lääkkeet ja perjantaisin Teknetium-generaattorin. Perjantaisin laboratorion mennyt hoitaja antaa generaattorin läpiontokaapin kautta ja toinen hoitaja pakkaa sen valmiiksi palautettavaksi. Vanha generaattori palautetaan samalla kun uutta otetaan vastaan. Lääkkeet vastaanottanut hoitaja kirjaa lääkkeet IBC -ohjelman varastosaldoihin. (Levänen 2017.)

6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET, TUOTOS JA TAUSTAKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota perehdytysopas, joka sisältää tietoa isotooppilääketieteestä, yleisimmin käytettävistä radionuklideista, työskentelystä radiofarmasiakaapissa, hoitajan työpäivän kulusta, käytettävistä kuvantamislaitteistosta sekä säteilysuojelusta. Kirjallinen materiaali tukee perehtyjän perehtymistä ja täydentää suullista ohjausta. Perehtyjän on helppo tutkia opasta eri perehtymisen vaiheissa sekä sieltä on helppo kerrata asioita.

Työn tavoitteena oli parantaa uuden työntekijän perehtymistä. Perehdytysopas toimii apuvälineenä perehdytyksessä ja perehtymisessä. Työntekijän tulee perehdytysjakson jälkeen kyetä työskentelemään itsenäisesti yksikössä. Perehdytysoppasta hyötyy koko työyksikkö, sillä hyvän perehdyttämisen avulla perehtyjä sitoutuu työhönsä. Hyvin perehdytetty työntekijä omaksuu laadukkaat ja turvalliset työtavat. Tästä hyötyvät myös potilaat. Perehdytysopas tehtiin sähköiseen muotoon, jolloin toimeksiantajan on helppo pitää se ajantasaisena.

Perehdytysopas suunnattiin röntgenhoitajille, jotka tuntevat säteilyfysiikan ja säteilysuojelun perusteet. ESSOTE:n kuvantamisen toimintakäsikirja sisältää tietoa sairaanhoitopiiristä ja sen strategiasta, organisaatiosta ja hallinnosta. Se sisältää myös tietoa kuvantamisen eettisistä perusteista, toimintaperiaatteesta, työntekijöiden koulutuksista, palo- ja pelastusohjeistuksesta, suuronnettomuus ohjeistuksesta sekä säteilyturvallisuudesta. Tämän opinnäytetyön tuotoksena tehty perehdytysopas ei sisällä näitä tietoja. Työpisteessä on myös käytössä perehdytyksen seurantataulukko, jonka avulla seurataan mihin perehtyjä on jo perehtynyt.

Opinnäytetyötä ohjaavat taustakysymykset olivat:

1. Mitä on perehdytys ja millainen kirjallinen materiaali tukee hyvää perehdytystä?
2. Mitä uuden työntekijän on hyvä tietää aloittaessaan työskentely ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpisteessä?
3. Mitkä ovat keskeisimmät sisällöt, jotka otetaan perehdytysoppaaseen?

7 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on ohjeistaa, opastaa, järjestää tai järjesteä työelämä- lähtöistä tarvetta. Sen tuotos voi olla ohje, ohjeistus tai opas, kuten perehdyttämiso- pas tai turvallisuusohjeistus. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyön tulisi olla työelämä- lähtöinen, käytännönläheinen, tutkiva ja tekijän ammattitaidon tasoa kuvaava. Opinnäytetyöprosessin tavoitteena on tutkimuksellisa asenteella tehty, pitkäjänteinen ja järjestelmällinen opinnäytetyön läpivieminen. (Vilkka ja Airaksinen 2003, 9 - 10.)

Opinnäytetyö toteutettiin projektityönä Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalveluiden isotooppilääketieteen työpisteelle ja sen tuotoksena syntyi perehdytysopas uusille työntekijöille. Projektityön etene- minen voidaan jakaa vaiheisiin. Projekti alkaa tarpeen tunnistamisesta ja projektin kannattavuuden arvioinnista. Tämän jälkeen laaditaan projektisuunnitelma, jossa projektityön tavoitteet muokataan konkreettisiksi toimenpiteiksi. Sen jälkeen projekti toteutetaan suunnitelman mukaisesti, ja lopuksi arvioidaan projektin onnistumista, kootaan loppuraportti sekä esitetään jatkoideoita työlle. (Kettunen 2009, 43 - 45.)

Kehitystyön projekti-ideoita syntyy määrätietoisien ideoinnin tuloksena sekä päivittäisissä työssä ilme- nevien ongelmien pohjalta (Kettunen 2009, 49 - 50). Tarve opinnäytetyölle ilmeni ollessani työhar- joittelussa isotooppilääketieteen työpisteessä. Perehdytys työpisteessä tapahtui hoitajien ohjaukses- sa, mikä johti keskusteluissamme ideaan perehdytysoppaan tekemisestä perehtymisen tueksi.

Opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa syvennyttiin työlle asetettuihin tavoitteisiin sekä varmistettiin että tilaajalla ja toteuttajalla on yhteinen näkemys projektin lopputuloksesta. Opinnäytetyön työ- suunnitelma vastasi kysymyksiin mitä tehdään, miten tehdään ja miksi tehdään. Suunnitteluvaihees- sa kartoitettiin myös työn aikataulu, sekä mahdolliset riskit ja uhkat. (Vilkka ja Airaksinen 2003, 23 - 28.) Opinnäytetyön aikataulu kuvattiin taulukon muodossa. Opinnäytetyöhön ja sen tekemiseen liit- tyviä riskejä avattiin SWOT -analyysin avulla, jonka tulokset ohjasivat projektia ja toivat esille sen kriittisiä kohtia. Työsuunnitelmavaiheessa tehtiin opinnäytetyön ohjaus- ja hankkeistamissopimus sekä opinnäytetyölle haettiin tutkimuslupa Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalveluiden johtajaylihoita- jalta.

Työn pohjaksi etsittiin teoriaa ja tietoperustaa perehdytyksestä, isotooppilääketieteestä ja säteily- suojelusta. Tietoperustan kautta kuvattiin kuinka työn aihetta aiotaan lähestyä ja mistä osista työn tuotos koostuu. Siinä kuvattiin myös kuinka teoritieto yhdistetään ammatilliseen käytäntöön. (Vilkka ja Airaksinen 2003.) Opinnäytetyössä käytetyt aineistot valittiin niiden luotettavuuden sekä sisällön perusteella. Hakuja tehtiin Savonia-ammattikorkeakoulun kirjaston Savonia Finna-tietokannan, Me- dic-tietokannan sekä Google Scholarin avulla. Käytettyjä hakusanoja olivat perehdyttäminen, pereh- dytysopas, radiologia, isotooppi, toiminnallinen opinnäytetyö, puhdistila, SPET-TT, computed tomo- graphy, teknetium, radium-223 ja röntgenhoitajan ammatti. Materiaalia haettiin lisäksi Suomen lain- säädännöstä, josta saatiin tietoa työturvallisuudesta sekä säteilytyöstä.

Projekti toteutettiin tehdyn suunnitelman mukaisesti. Toteutusvaiheessa työn teoriapohjasta koottiin raportti, jonka pohjalta tehtiin perehdytysopas. Perehdytysoppaalle luotiin selkeä ulkoasu. Työssä käytettiin ESSOTE:n viestinnässä käytettävää pohjaa, jonka avulla opas tunnistetaan kyseisen organisaation viestinnäksi. Kokonaisilmettä parannettiin sisällön loogisella järjestyksellä, hyvällä otsikoinnilla, tekstin helpolla luettavuudella sekä tekstiä tukevilla kuvilla ja taulukoilla. Oppaaseen tiivistettiin tieto napakaksi, mutta kuitenkin niin että aiheet on kuvattu riittävän kattavasti sisällön ymmärtämiseksi.

Viimeinen projektityön vaihe oli päättäminen. Projektin tulos luovutettiin tilaajalle. Projektista dokumentoitiin sen tulokset, läpivienti sekä sen aikana tehdyt havainnot, opit ja kehittämistarpeet. Nämä koottiin opinnäytetyöraporttiin.

Arviointi on osa opinnäytetyö prosessin kokonaisuutta. Arvioinnissa pohditaan kriittisesti työn ideaa, ongelman kuvausta, tavoitteita, niiden saavutusta sekä teoriapohjaa. Arviointivaiheessa kuvataan mitkä asiat opinnäytetyö prosessissa onnistuivat ja missä olisi ollut kehitettävää. Arvioinnissa pohditaan työn toteutustavan ja tuotoksen onnistumista. (Vilka ja Airaksinen 2003, 154 - 159.) Tämän opinnäytetyön prosessia ja sen tuotosta on arvioitu kappaleessa 8.1.

8 POHDINTA

8.1 Opinnäytetyön prosessin ja tuotoksen arviointi

Ammattikokeakoulun opinnäytetyössä opiskelija soveltaa koulutuksen aikana oppimaansa tietoa ja taitoa. Harjoittelujaksolla ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpisteessä löysin itseäni kiinnostavan opinnäytetyöaiheen, koska työpiste tarvitsi perehdytysoppaan uuden työntekijän perehtymisen tueksi. Opinnäytetyöprosessi alkoi aihekuvauksella, jossa kuvasin opinnäytetyön aihetta, aikaisempaa tietoperustaa sekä työn merkitystä. Aihekuvauksesta onnistuin tekemään tiiviin ja hyvin työn aihetta kuvaavan. Aihekuvaus hyväksyttiin toukokuussa 2016.

Opinnäytetyön työsuunnitelmaa työstettiin noin puolen vuoden ajan. Työsuunnitelmaan onnistuin kokoamaan hyvän ja kattava tietopohjan, joka tuki perehdytysoppaan sisältöä. Koin tiedonhakuprosessin aikana tiedonhaun ja hyvien lähteiden löytämisen hankalaksi. Vaikka tietoa löytyy paljon, alkuperäisen ja luotettavan lähteen löytäminen vei aikaa. Työsuunnitelmavaiheessa hyvin koottu teoriapohja helpotti työn toteutusvaihetta, jolloin pystyi paremmin keskittymään oppaan ulkoasuun ja sisällön jäsentelyyn.

Vahvuutena opinnäytetyössä oli aiheen työelämälähtöisyys, joka motivoi eri projektin vaiheissa jatkamaan työn tekemistä. Myös se, että työn tuotos tulee työelämälähtöiseen tarpeeseen, haastoi minua tekemään siitä mahdollisimman hyvän. Isotooppilääketieteen hoitajien antama palaute ja tuki työn tekemiseen toimi vahvana motivaation lähteenä. Hyvää palautetta sain teorian tiedon laajuudesta. Oikeinkirjoituksessa sain kehittämissuhteita yhdyssanavirheiden korjaamiseen sekä pilkkujen käyttämiseen. Kehittämissuhteita sain myös sisällön jäsentelyyn, jotta se saatiin loogisesti eteneväksi.

Opinnäytetyön tuotoksen kokoaminen oli ajoittain haasteellista. Vaikka käsiteltävät aiheet olivat selkeät, niiden jäsentäminen loogisesti etenevään järjestykseen oli ajoittain hankalaa. Otsikoiden järjestely sisällysluettelossa auttoi hahmottamaan kokonaisuutta ja sen etenemistä. Lisäksi opinnäytetyöpajassa ja työn tilaajalta saamani palaute auttoivat sisällön jäsentelyssä. Toinen haastava tekijä oli perehdytysoppaan ulkoasun tekeminen mielekkääksi lukijalle. Pidin perehdytysoppaan pohjana ESSOTE:n viestinnän yleistä pohjaa, mutta pienillä muutoksilla yritin tehdä ulkoasusta lukijaystävällisemmän. Virallista pohjaa käyttäen teksti näytti raskaalle ja otsikoiden lihavointi loi vanhahtavan ilmeen tekstiin. Oppaaseen fontiksi valittiin pohjan mukainen Arial. Fontti luo hyvän näkyvyyden ja tasaisen ulkoasun tekstiin. Myös Arialin kirjaisintyyli ja kirjainmuoto luovat yhtenäisen visuaalisen ilmeen. Kun otsikoista poisti lihavoinnin ja sisänsi tekstikappaleet otsikoihin nähden, sai oppaan ilmeestä kevyemmän ja helppolukuisemman. Oppaaseen päädyttiin lisäämään muutama kuva, jotka tukevat tekstin ymmärtämistä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa uuden työntekijän perehtymistä. Opinnäytetyössä onnistuttiin kokoamaan tarkoituksenmukainen perehdytysopas. Tilaavalta yksiköltä saadun palautteen mukaan työn tuotos on hyvä ja tavoitteen mukainen.

8.2 Eettisyys ja luotettavuus

Eettisyyden ja luotettavuuden kannalta tutkimus tulee tehdä hyvän tieteellisen käytännön ohjeita noudattaen. Tutkimusta tehdessä tulee noudattaa rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta. Työn tekemiseen käytetään tiedonhankinta-, tutkimus ja arviointimenetelmiä. Työtä varten tarvittavat tutkimusluvut tulee olla kunnossa. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, s.a.)

Teoriatietoon pohjautuvassa työssä vaarana on plagiointi eli toisen ajatusten esittäminen omissa nimissä ilman asianmukaisia viittauksia. Tiedon lähteiden lähdeviitteet tulee merkitä ehdottoman tarkasti. Lähteitä valitessa tulee muistaa lähdekriittiset näkökohdat ja pyrkiä jäljittämään alkuperäinen tiedonlähde. Työn loppuvaiheessa asiantuntijuuden kehittyessä kirjoittajan ajatus saattaa hämärtyä siitä, mikä on tietolähteistä hankittua tietoa ja mikä yleisesti tunnettua. (Vilka ja Airaksinen 2003, 78.)

Työssä käytetyt aineistot olen valinnut niiden sisällön ja luotettavuuden perusteella. Työn aineiston olen pyrkinyt ottamaan lähteistä, jotka ovat tuoreita ja niiden kirjoittaja tai kustantaja on tunnettu. Olen pyrkinyt etsimään tiedosta alkuperäisen lähteen, jolloin tieto on luotettavinta. Työn teoria pohjaa kootessa olen etsinyt tietoa laajasti, jotta tieto olisi mahdollisimman paikkansapitävää ja ajantasaista. Lähteistä kokosin työn kannalta olennaista tietoa. Lähdetiedoista olen ottanut heti ylös tarvittavat tiedot, jotta lähteiden oikein viittaus olisi helpompaa. Lähdeviitteiden merkitsemiseen olen pyytänyt tarvittaessa apua, jos olen ollut epävarma oikeinviittauksesta. Perehdytysoppaassa käytin ESSOTE:n isotooppiäketieteen yksiköstä otettuja kuvia. Sain luvan kuvien ottamiseen työpisteestä ja niiden käyttämiseen.

Opinnäytetyö toteutettiin röntgenhoitajan ammattieettisten ohjeiden mukaisesti. Eettiset ohjeet ohjaavat eettistä päätöksentekoa ja edistävät korkeatasoista ammatillista toimintaa. Keskeiset periaatteet koskevat ihmisarvoa, itsemääräämisoikeutta, oikeudenmukaisuutta, luottamuksellisuutta, vastuullisuutta ja turvallisuutta. Röntgenhoitaja kunnioittaa työtovereitaan ja toimii yhteistyössä muiden ammattiryhmien edustajien kanssa. (Röntgenhoitajan ammattietiikka 2000.)

Opinnäytetyön aikana tein yhteistyötä tilaavan yksikön, ohjaavan opettajan sekä opponoijan kanssa. Projektin aikana pidin yhteyttä eri osapuoliin, pidin kiinni sovituista tapaamisista ja lupaamistani asioista. Työskentelyni oli luotettavaa ja vastuullista. Pidin huolen että vastaan minulle osoitettuun kysymykseen ja että työstä tehtäisiin tilaavan yksikön toiveiden mukainen. Otin huomioon työn kehittämiseksi tehdyt ehdotukset ja kunnioitin kaikkien osapuolien apua työtäni kohtaan.

8.3 Ammatillinen kehittyminen

Savonia-ammattikorkeakoulussa röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman osaamisen tavoitteet jetaan yleisiin kompetensseihin sekä ammattispesifeihin kompetensseihin. Yleiset kompetenssit käsittelevät oppimisen taitoja, eettistä osaamista, työyhteisöosaamista, innovaatio-osaamista sekä kansainvälisyysosaamista. Ammattispesifit kompetenssit käsittelevät radiografia- ja sädehoitotyön ohjaamis- ja

hoitamisosaamista, menetelmäosaamista sekä turvallisuusosaamista. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2014.)

Opinnäytetyön aikana etsin paljon tietoa hyödyntäen eri tietokantoja. Kaiken tiedon, mitä opinnäytetyöhön valitsin, tuli olla luotettavaa asiantuntijatietoa. Tietopohjan tuli olla riittävän laaja, jotta lukija saisi siitä riittävän kattavan käsityksen asian ymmärtämiseksi. Opin opinnäytetyöprosessin aikana tutkimaan tietoa ja arvioimaan sen luotettavuutta. Opin myös valitsemaan lähteistä vain sen tiedon, jota tarvitsin opinnäytetyöhön. Opin myös löytämään ja hyödyntämään artikkeleista saatavaa tietoa. Ammattispesifien artikkeleiden löytäminen auttaa minua tulevassa työssäni. Ala on nopeasti kehittyvä ja tuoreinta luotettavaa tietoa on nopeimmin saatavilla artikkeleista. Jotta pystyn päivittämään tietoni uusimman tiedon mukaisesti, täytyy minun osata keinoja löytää tuoretta ja luotettavaa tietoa.

Opinnäytetyön aikana kehityin myös paljon tekstin tuottajana. Aikaisemmin oman tekstin tuottaminen sekä jäsentely on ollut heikkoa. Myös omaan tekstiin palaaminen ja muokkaaminen paremmaksi työn eri vaiheissa on ollut vierasta minulle. Olen aikaisemmin lyhyempiä tekstejä tehnyt suoraan valmiiksi, enkä ole palannut täydentämään niitä. Myös tiedon sisäistäminen, yhdistäminen toiseen tietoon ja näistä opinnäytetyöhön yhdistettävän tiedon kokoamisen taito kehittyi työtä tehdessä.

Pohdin ennen projektin aloittamista, pystyisinkö tekemään opinnäytetyön yksin. Koin kuitenkin, että uskallan ottaa vastuun työn tekemisestä. Jouduin itse pitämään huolen työn edistymisestä suunnitellusti ja siitä, että tuon tuotos on tilaajan toiveiden mukainen. Otin myös vastuun siitä, että viestintä ohjaavan opettajan ja työn tilaajan kanssa on riittävää. Koen että vastuun ottaminen opinnäytetyöstä yksin kehitti minua projektityöntekijänä. Tämän opinnäytetyön aikana haastoin itseni ottamaan vastuun projektista, jollaista en ole aikaisemmin tehnyt. Koen kokonaisuudessaan tämän vastuun ottamisen olleen hyvin opettava ja kasvattava. Esimerkiksi työn aikana jouduin tekemään päätöksiä työn laajuudesta, sen rajauksesta ja miten työn aihetta lähdetään lähestymään. Lisäksi jouduin tekemään päätöksiä, mihin kaikkeen tarvitsen pyytää apua opinnäytetyöprosessin aikana eri alojen ammattilaisilta, jotta työstä saataisiin mahdollisimman hyvä, sekä missä työn vaiheissa olen yhteydessä työn tilaajaan, opponenttiin tai ohjaavaan opettajaan. Lopussa arvioin, milloin tehdään päätös, että työ on nyt riittävän hyvä ja projekti saatetaan päätökseen. Ajoittain työtä tehdessäni mietin, olisiko ollut helpompaa tehdä työtä parina, jolloin parin kanssa voisi yhdessä tehdä näitä päätöksiä. Uskon kuitenkin, että prosessi ei olisi tällöin ollut yhtä opettavainen minulle.

Oma tietämykseni perehdytyksestä ja sen merkityksestä syveni opinnäytetyötä tehdessä. Valmistuttuani tulevaan ammattiini minäkin olen perehtyjä uudessa työpaikassa. Työn tuoman tiedon myötä ymmärrän paremmin, miksi hyvä perehdytys on tärkeää ja että perehtyjänä on tärkeää pyrkiä aktiivisesti sisäistämään uuden työnkuvan. Perehdytysjakson jälkeen työntekijän odotetaan voivan tehdä työtä ainakin osittain itsenäisesti. Röntgenhoitajan ammatissa huono perehdytys voi aiheuttaa turvallisuusriskin.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä ESSOTE:n isotooppilääketieteen röntgenhoitajien kanssa. Työn te-

kemisen eri vaiheissa tehtiin aktiivista yhteistyötä. Myös kykyäni ottaa palautetta vastaan ja kehittää tuotosta sen mukaiseksi kehittyi. Tämä kasvatti omaa ammatillisuuttani ja kykyäni avartaa kapeaa ajattelutapaa.

Opinnäytetyöprosessin aikana sain paljon lisätietoa isotooppilääketieteestä. Tietoa etsiessäni löysin monia mielenkiintoisia tietolähteitä ja artikkeleita, joita halusin lukea läpi vaikka niistä ei ollut hyötyä opinnäytetyön kannalta. Lähteistä löytyi helposti liian spesifistä tietoa, joka olisi ollut liian yksityiskohtiin menevää työhön nähden, mutta koin että niiden lukeminen lisäsi omaa ymmärrystäni ja tietämystäni. Koen että mitä enemmän tiedän tietystä aiheesta, sitä kokonaisempi kuva aiheesta muodostuu.

Röntgenhoitajan ammatissa säteilysuojelun periaatteet ohjaavat vahvasti päivittäin tehtävää työtä. Sain opinnäytetyön kautta paljon uutta tietoa säteilysuojelusta isotooppitutkimuksissa. Koen tämän tiedon olevan erittäin hyödyllistä tulevassa työssäni. Säteilysuojelu koskee niin henkilökuntaa, potilasta ja muita henkilöitä, joten turvallisen työskentelyn merkitystä on hyvä korostaa.

8.4 Jatkokehittämisideat

Opinnäytetyön jatkotutkimusideana voisi olla mielenkiintoista lähteä kehittämään tuotoksen sisältöä entisestään. Röntgenhoitajilta ja opiskelijoilta voisi kerätä palautetta, minkä perusteella opasta voisi kehittää paremmin perehtyjän toiveita vastaavaksi. Toinen jatkokehittämisidea voisi olla opasvideon kuvaus, kuinka radiolääke saatetaan käyttökuntoon radiofarmasialaboratoriossa. Videon avulla katsojalle voidaan havainnollistaa paremmin miten työskentely tapahtuu laboratoriossa.

LÄHTEET JA LIITTEET

AVOLÄHTEIDEN KÄYTÖSTÄ SYNTYVÄT RADIOAKTIIVISET JÄTTEET JA PÄÄSTÖT 2017. ST-Ohjeet. ST 6.2. [Viitattu 2017-04-08]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/3472/ST6-2.pdf>

BENNER, David, HALL, Eric 2007. Computed tomography - An Increasing Source of Radiation Exposure. The New England Journal of Medicine. 357:227-2284. [Viitattu: 2017-04-19]. Saatavissa: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra072149#t=article>

ETELÄ-SAVON SAIRAANHOITOPUIRIN HENKILÖSTÖKERTOMUS 2015. [Viitattu 2016-11-18]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/wp-content/uploads/sites/2/2016/01/Henkilöstökertomus-2015.pdf>

ETELÄ-SAVON SAIRAANHOITOPUIRIN TOIMINNAN STRATEGINEN OHJAUS 2016. Julkaistu 5.1.2016. [Viitattu 2016-11-18]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/tietoa-meista/hallinto-ja-paatoksenteko/strategia/>

EUROPEAN COMMISSION 2008. Manufacture of Sterile Medicinal Products. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-01-28]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-4/2008_11_25_gmp-an1_en.pdf

FIMEA 2015. Valmisteyhteenveto. Tekcis 2-50 GBq radionuklidigeneraattori. [Viitattu 2017-04-08]. Saatavissa: <http://spc.nam.fi/indox/english/html/nam/humspc/4/13341684.pdf>

ISOTOOPPILÄÄKETIEDE 2016. Etelä-Savon sosiaali- ja terveystyöpalvelut. Diagnostiset palvelut. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/asiakkaalle/palvelut/diagnostiikkapalvelut/isotooppilääketeide/>

ISOTOOPPITUTKIMUSLAITTEIDEN LAADUNVALVONTAOPAS 2010. STUK tiedottaa 1/2010. [Viitattu 2017-01-28]. Saatavissa: <http://www.stuk.fi/documents/12547/718600/STUK-tiedottaa1-2010-isotooppitutk-laitteet.pdf/004ccf88-95ae-4eea-981d-7cf3f439a431>

JAUHIAINEN, Jukka 2003. Röntgenkuvaus, digitaalinen kuvaus ja tietokonetomografia. [Verkkosivu]. [Viitattu 2017-01-19]. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~jjauhiai/opetus/mittalaitteet/mittalaitteet-v11.pdf>

JÄRVINEN, Hannu 2005. Säteilysuojelun yleiset periaatteet ja säteilysuojelusäännösten vaatimukset. Julkaisussa: SOIMAKALLIO, Seppo, KIVISAARI, Leena, MANNINEN, Hannu, SVEDSTRÖM, Erkki ja TERVONEN, Osmo toim. Radiologia. 1. Painos. Helsinki: WSOY. 82-89.

KALLIOKOSKI, Annika 2015. Uutta lääkkeitä: Radium-223-dikloridi. Sic! Lääketietoa fimeasta. Julkaistu numerossa 1/2015. [Viitattu: 2016-30-11]. Saatavissa: http://sic.fimea.fi/1_2015/radium-223-dikloridi

KANANEN, Jorma 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja –sarja. Jyväskylä: Suomen Yliopistopaino Oy - Juvenes Print

KANGAS, Pirkko 2003. Perehdyttäminen palvelualoilla. Työturvallisuus keskus. 3. Uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy

KETTUNEN, Sami 2009. Onnistu projektissa. 2. Uudistettu painos. Juva: WSOYpro Oy

KJELIN, Eija ja KUUSISTO, Pia-Christina 2003. Tulokkaasta tuloksetekijäksi. Jyväskylä: Gummerus

KNUUTI, Juhani ja KAJANDER, Sami 2016. Kliininen Radiologia. Isotooppitutkimukset, molekyyli ja fuusiokuvantaminen. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa:

<http://www.oppiporssi.fi/op/krd00001/do#proxy>

KOPONEN, Kati 2016. Automaattinen annoskalibrointijärjestelmä säteilyturvallisen työn tukena. Sädeturvapäivät. [Viitattu 2017-04-03]. Saatavissa: www.sadeturvapaivat.fi/file.php?1023

KORHOLA, Paula 2015. Olosuhdekontrollointi. Fimea. Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus. [Viitattu 2017-04-08]. Saatavissa: https://www.fimea.fi/documents/160140/765540/29228_2015-05-28_Olosuhdekontrolli_Korhola.pdf

KORPELA, Helinä 2004. Isotooppilääketiede. Julkaisussa: SALOMAA, Sisko, PUKKILA, Olavi, IKÄHEIMONEN, Tarja, PÖLLÄNEN, Roy, WELTNER, Anne, PAILE, Wendl, SANDBERG, Jorma, NYBERG, Heidi, MARTTILA, Olli, LEHTINEN, Jarmo ja KARVINEN, Hilka. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Säteilyn käyttö. Säteilyturvakeskus. Hämeenlinna: Karisto Oy. 220-249.

KOSKINEN, Matti ja SAVOLAINEN, Sauli 2003. Gammakuvaus ja muut isotooppimittaukset. Julkaisussa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö ja VANNINEN, Esko (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 40-49.

LAADUNVARMISTUS TERVEYDENHUOLLON SÄTEILYN KÄYTÖSSÄ. Säteilyn käyttäjälle. Säteilyturvallisuuskeskus. [Viitattu 2017-01-28]. Saatavissa: <http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/sateilytoiminnan-turvallisuus/sateilylaitteet-ja-laadunvalvonta/laadunvarmistus-terveydenhuollon-sateilyn-kaytossa>

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU 2007. Hyvä perehdytys –opas. Oppimateriaalia, osa 4. Lahden ammattikorkeakoulun julkaisu. [Viitattu 2016-05-15]. Saatavissa:

<http://www.lpt.fi/lamk/julkaisu/perehdyttamisopas.pdf>

LEVÄNEN, Kati 2017-03-29. Röntgenhoitaja. [Haastattelu.]. Mikkeli: Etelä-Savon sosiaali- ja terveyspalvelut.

LOIRI, Pekka ja JUHOLIN, Elisa 2006. HUOM! Visuaalisen viestinnän käsikirja. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

MUSTONEN, Raimo, SJÖBLOM, Kirsti-Liisa, BLY, Ritva, HAVUKAINEN, Ritva, IKÄHEIMONEN, Tarja, KOSUNEN, Antti, MARKKANEN, Mika ja PAILE, Wendlä 2009. Säteilysuojelun perussuositukset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. STUK-A235. [Viitattu 2017-01-15]. Saatavissa: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124335/stuk-a235.pdf?sequence=1>

MÄENPÄÄ, Hanna 2014. Radiojodi erilaistuneen papillaarisen ja follikulaarisen kilpirauhassyövän hoidossa. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. [Viitattu: 2017-04-06]. Saatavissa: http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia.fi/dtk/ltk/avaa?p_artikkeli=duo11560&p_haku=jodi

MÄENPÄÄ, Hanna, TENHUNEN, Mikko 2012. Syövän radionuklidihoidot – mitä uutta?. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. [Viitattu: 2017-03-22]. Saatavissa: http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo10617&p_haku=radium

NIKKINEN, Päivi 2003. Sädeturvallisuus isotooppilaboratoriossa. Julkaisussa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö ja VANNINEN, Esko (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 670-672.

OPETUSMINISTERIÖ 2006. Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon. Koulusta valmistuvien ammatillinen osaaminen, keskeiset opinnot ja vähimmäisopinnot. [Viitattu 16-09-16]. Saatavissa: <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2006/liitteet/tr24.pdf>

PENTTINEN, Aulikki ja MÄNTYNEN, Jukka 2009. Työhön perehdyttäminen ja opastus – ennakoivaa työsuojelua. Työturvallisuus keskus. 2. Painos. [Viitattu 2016-05-14]. Saatavissa: http://www.ttk.fi/files/800/Tyohon_perehdyttaminen2009.pdf

PERUSSOPIMUS 2016. Etelä-Savon sosiaali- ja terveyspalvelujen kuntayhtymä. Julkaistu 25.5.2016. [Viitattu 2016-11-18]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/tietoa-meista/hallinto-ja-paatoksenteko/saannot-ja-ohjeet/perussopimus-2/>

PÖLLÄNEN, Roy 2003. Radioaktiiviset aineet, säteily ja ympäristö. Säteily ympäristössä. Säteilyturvakeskus. [Viitattu 2017-03-08]. Saatavissa: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja2_1_1.pdf/28eef572-3ff9-40ae-9bb9-9ed30e1696a5

RAJALA, Kristiina 2007. Puhdastila työskentely. Analyysi. Suomen Laboraatioalan Liitto ry:n ammatti ja yhdistyslehti. 3/2007. [Viitattu: 2017-04-19]. Saatavissa: http://www.laboratorioalanliitto.fi/wp-content/uploads/analyysi_3_07_net.pdf 9-12.

RÖNTGENHOITAJAN AMMATTIETIIKKA 2000. Röntgenhoitajan eettiset ohjeet. Suomen röntgenhoitajaliitto. [Viitattu 2016-05-14]. Saatavissa: <http://sorf.fi/doc/eettisetohjeet.pdf>

SAIRAANHOITOTOIMINNAN ARVIOINTIRAPORTTI 2015. Etelä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. [Viitattu 2016-11-18]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/wp-content/uploads/sites/2/2016/01/Sairaanhoitotoiminnan-arviointiraportti-2015.pdf>

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2014. Osaamistavoitteet ja ammatillinen kehittyminen. [verkkajulkaisu]. [Viitattu: 2017-04-23.] Saatavissa: <http://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetus suunnitelmat?yks=KS&krtid=791&tab=2>

SEPPÄNEN, Marko, KAJANDER, Sami ja KNUUTTI, Juhani s.a.. Potilasannos, kuvanlaatu ja niiden optimointi. PET/SPET-CT kliinisessä käytössä. Turku: valtakunnallinen PET-keskus. [Viitattu 2016-09-19]. Saatavissa: www.sadeturvapaivat.fi/file.php?267

SORPPANEN, Sanna 2006. Kliinisen radiografiatieteen tutkimuskohde. Käsiteanalyttinen tutkimus kliinisen radiografiatieteen tutkimuskohdetta määrittävistä käsitteistä ja käsitteiden välisistä yhteyksistä. [Väitöskirja]. [Viitattu: 2016-09-15]. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn951428058X.pdf>

SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS SÄTEILYN LÄÄKETIETEELLISESTÄ KÄYTÖSTÄ 2000. L 423/2000. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000423?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=röntgen>

SUOJOKI, Satu 2003. Potilaan ohjaus isotooppitutkimuksissa. Julkaisussa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHO-NEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö ja VANINEN, Esko (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 676-677.

SUOMEN RÖNTGENHOITAJALIITTO. Röntgenhoitaja ammattina. Ammatti. [Viitattu 2017-01-23]. Saatavissa: <http://sorf.fi/index.php?k=7271>

SYMBIA T SERIES 2014. Diagnostic excellence. Siemens. [Tuote-esittely.]. [Viitattu 2017-01-28]. Saatavissa: http://www.raforinn.is/wp-content/uploads/2014/10/5_Symbia_T_Brochure.pdf

SÄTEILYALTISTUKSEN SEURANTA 2014, STUK ohje ST 7.1 [Viitattu: 2016-11-21]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/data/normit/2745-ST7-1.pdf>

SÄTEILYLAKI 1991. L1991/592. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>

SÄTEILYTURVALLISUUS AVOLÄHTEIDEN KÄYTÖSSÄ 2016. ST-ohjeet. ST 6.1. [Viitattu 2016-12-14].

Saatavissa: <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST6-1>

TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA. Hyvä tieteellinen käytäntö. [Viitattu 2016-11-30]. Saata-

vissa: <http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanto>

TYÖTURVALLISUUSLAKI 2002. L2002/738. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

UNIVERSITY OF WASHINGTON MEDICAL CENTER 2014. Guidelines for Writing Effective Patient Education Materials. [Viitattu 2017-02-02]. Saatavissa:

<https://depts.washington.edu/pfes/GuidelinesWriting.htm>

VALMISTEYHTEENVETO 2000. European comission. Public health. [Viitattu: 2016-11-30]. Saatavis-

sa: http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2000/200007273684/anx_3684_fi.pdf

VIERULA, Hertta 2009. Molybdeenipula vaikeuttaa gammakuvauksia. Lääkärilehti. [Viitattu: 2016-11-

30]. Saatavissa: <http://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankohtaista/molybdeenipula-vaikeuttaa-gammakuvauksia-4716/>

VILKKA, Hanna ja AIRAKSINEN, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

VILKKA, Hanna ja AIRAKSINEN, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Ohjaajan opas. Lahti ja Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

VÄHÄKANGAS, Kirsi, KOSMA, Veli-Matti 2012. Säteilyn soluvaikutukset. Duodecim. [Viitattu: 2017-

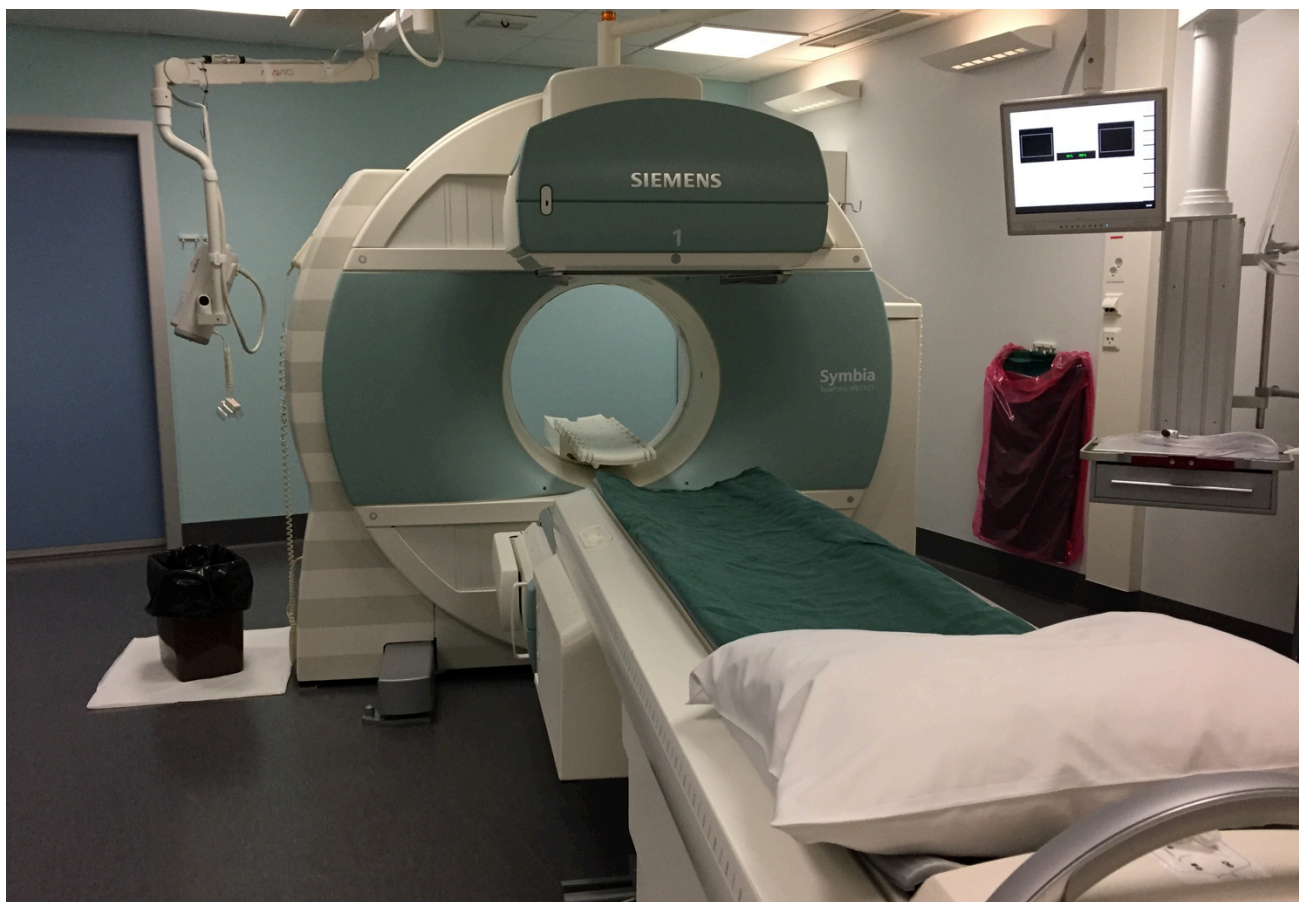
03-22]. Saatavissa: <http://www.oppiportti.fi/op/pat00078/do#q=radium#proxy>

VÄISÄLÄ, Seppo, KORPELA, Helinä, KAITURI, Mauri 2004. Säteilyn käyttö teollisuudessa ja tutkimuksessa. Julkaisussa: SALOMAA, Sisko, PUKKILA, Olavi, IKÄHEIMONEN, Tarja, PÖLLÄNEN, Roy, WELTNER, Anne, PAILE, Wendla, SANDBERG, Jorma, NYBERG, Heidi, MARTTILA, Olli, LEHTINEN, Jarmo ja KARVINEN, Hilikka. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Säteilyn käyttö. Hämeenlinna: Karisto Oy. 255-291.

WOODWARD, Andrew ja CHAPMAN, Timothy C. 2014. Computed Tomography. Julkaisussa: BONTRAGER, Kenneth L. ja LAMPIGNANO, John P. (toim.). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Eighth edition. Elsevier: Kiina. 687-713.



ISOTOOPPILÄÄKETIETEEN TYÖPISTEEN PEREHDYTYSOPAS



Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	8
2. Työpäivän kulku ja työnjako	9
3. Isotooppilääketiede	10
3.1. Radionuklidi	10
3.2. Radiolääke	10
3.3. ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpisteessä käytettävät isotoopit.....	11
^{99m} Teknetium	11
¹²³ Jodi ja ¹³¹ Jodi.....	11
²²³ Radium	12
³² Fosfori.....	12
4. Radionuklidilaboratorio ja puhdastilatyöskentely	13
4.1. Puhdastilapukeutuminen:.....	14
4.2. IBC-NM-annoskalibrontijärjestelmä ja radiolääkkeen käyttökuntoon saattaminen	15
5. Lääkkeen antaminen potilaalle ja potilaan ohjaus.....	17
6. Gammakamera ja SPET-TT	17
7. Säteilysuojelu	19
7.1. Työntekijän säteilysuojelu	19
7.2. Potilaan säteilysuojelu	19
7.3. Poikkeava tilanne.....	19
7.4. Radioaktiiviset jätteet	20
8. Laadunvarmistus	20
9. Lähteet	22

1 Johdanto

Tervetuloa Etelä-Savon sosiaali- ja terveystieteiden (ESSOTE) isotooppilääketieteen työpisteeseen. Tämän perehdytysoppaan on tehnyt röntgenhoitajaopiskelija opinnäytetyönä. Oppaan tavoitteena on parantaa uuden työntekijän perehtymistä työhön ja lisätä työturvallisuutta. Opas sisältää tietoa isotooppilääketieteestä, ESSOTE:lla yleisimmin käytettävistä isotoopeista, työpisteessä käytössä olevista laitteista ja ohjelmistoista, työskentelystä isotooppitutkimuksissa, säteilysuojelusta sekä laadunvarmistuksesta. Opas on suunnattu röntgenhoitajille, jotka tuntevat säteilyfysiikan ja säteilysuojelun perusteet.

ESSOTE:n tehtävänä on tuottaa erikoissairaanhoidon palveluita. Kuntayhtymän kotipaikka on Mikkeli ja se hoitaa sosiaali- ja terveystieteiden palveluita myös jäsenkuntiensa puolesta. Jäsenkuntia ovat Hirvensalmi, Joroinen, Juva, Kangasniemi, Mikkeli, Mäntyharju, Pertunmaa, Pieksämäki ja Puumala. ESSOTE:n toiminnan arvot pohjautuvat asiakaslähtöisyyteen, oikeudenmukaisuuteen, luotettavuuteen sekä uudistamisen tahtoon. Se pyrkii tuottamaan erinomaisia palvelukokemuksia potilaille sekä luomaan sujuvat ja toimivat hoitoketjut.

ESSOTE:n kuvantamisen toimintakäsikirja sisältää hyödyllistä tietoa sairaanhoitopiiristä, sen strategiasta, organisaatiosta ja hallinnosta. Se sisältää myös tietoa kuvantamisen eettisistä perusteista, toimintaperiaatteesta, työntekijöiden koulutuksista, palo- ja pelastusohjeistuksesta, suuronnettomuus ohjeistuksesta sekä säteilyturvallisuudesta.

ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpiste tuottaa isotooppitutkimuksia. Työpisteessä tutkimusten laatu on hyvää ja potilas jonot ovat lyhyet. Työpisteessä on käytössä Siemensin SPET-TT laite, joka on gammakameran ja tietokonetomografian yhdistelmä. Laitetta käytetään kolmena päivänä viikossa isotooppitutkimuksiin. Kahtena päivänä laitetta käytetään kuvantamisen tarpeisiin. Ajanvaraukselliset tutkimukset tehdään kello 7.30 - 15 välisenä aikana.

Työpisteessä on työohjeet kaikista tehtävistä tutkimuksista ja ne ovat tallennettuna O: levyllä. Hoitajien työhuoneen fläppi –taulusta löytyvät myös pika-ohjeet yleisimpiin tutkimuksiin. Työpisteessä on myös käytettävien lääkeaineiden (kittien) valmisteyhteenvedot.

2 Työpäivän kulku ja työnjako

ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpisteessä on työvuorossa kaksi tai kolme hoitajaa. Aamulla töihin tullessa he katsovat yhdessä päivän potilaiden lähetteet ja suunnittelevat työpäivän aikataulua. Sen jälkeen yksi hoitaja lähtee radiofarmasialaboratorioon valmistelemaan tarvittavat radiolääkkeet käyttökuntoon. Radiofarmasialaboratoriossa työskentelevä hoitaja voi pyytää toista hoitajaa antamaan läpiantokaappiin välineitä ja tarvikkeita, jotka ovat loppuneet tai vähissä laboratorion osta. Kiireellisesti tarvittavia välineitä voi pyytää sisäpuhelimen kautta.

Toinen hoitaja jää kirjaamaan ylös laadunvarmistusmittauksien tulokset ja tekemään joka aamuisen laitteiden uudelleen käynnistykseen. Laitteiden sulkemiseen ja uudelleen käynnistykseen sekä TT-putken lämmittämiseen on oma erillinen ohje fläppi -taulussa. Sen jälkeen hoitaja valmistelee potilaan lääkkeen antamiseen ja kanylointiin tarvittavat välineet. Hän vastaanottaa läpiantokaapista valmistuneet lääkkeet ja tekee tarpeelliset työt päivän tutkimuksia varten.

Posti tuo pistohuoneen ovelle työpisteeseen tilatut lääkkeet ja perjantaisin Teknetium-generaattorin. Perjantaisin laboratorioon mennyt hoitaja antaa generaattorin läpiantokaapin kautta ja toinen hoitaja pakkaa sen valmiiksi palautettavaksi. Vanha generaattori palautetaan samalla, kun uutta otetaan vastaan. Lääkkeet vastaanottanut hoitaja kirjaa lääkkeet IBC -ohjelman varastosaldoihin.

Työpisteen hoitajat sopivat kuka ohjaa potilasta radiolääkettä annettaessa ja potilasta kuvattaessa. Otetuista kuvista tehdään tarvittavat analyysit ja ne lähetetään PACS-kuvatietokantaan. Potilaan tietoihin kirjataan potilaalle annettu radiolääke, sen aktiivisuus ja tehdyt kuvaukset.

3 Isotooppilääketiede

Isotooppilääketieteellä tarkoitetaan lääketieteen alaa, jossa käytetään radioaktiivista ainetta radiolääkkeen muodossa sairauksien tutkimiseen ja hoitamiseen. Isotooppi-tutkimuksilla voidaan selvittää elinten toiminnallisia tai aineenvaihdunnallisia muu-toksia. Isotooppitutkimusten avulla voidaan havaita muutoksia elinten toiminnassa ennen kuin ne näkyvät röntgen- tai magneettitutkimuksissa.

3.1 Radionuklidi

Atomi on alkuaineen kemiallisesti pienin osa. Atomi koostuu ytimestä ja sitä ympäröivästä elektroniverhosta. Atomin ydin koostuu protoneista ja neutroneista. Eri alkuaineilla on ytimessä eri määrä protoneita. Kun saman alkuaineen ytimessä on eri määrä neutroneja kutsutaan niitä isotoopeiksi. Ytimessä olevien protonien ja neutronien summa eli massaluku voidaan merkitä kemiallisen merkin yhteyteen vasempaan yläindeksiin, kuten ^{99}Mo .

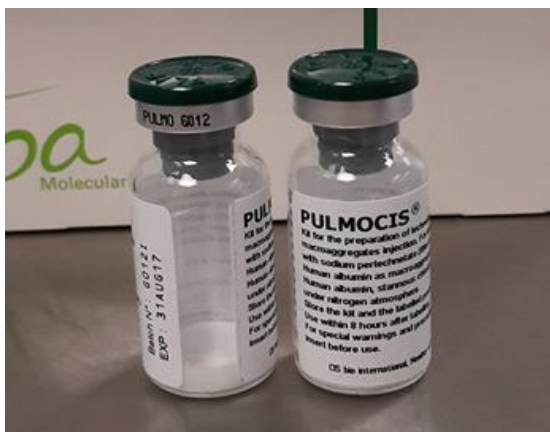
Joidenkin aineiden isotoopit ovat rakentuneet epästabiililla tavalla ja ne voivat hajota toisiksi aineiksi. Näitä kutsutaan radionuklideiksi. Hajotessaan atomin ydin emittoi ympäristöön hiukkasia ja sähkömagneettista säteilyä eli gammasäteilyä. Hajoamisessa syntyy uusi ydin, joka voi olla eri alkuainetta kuin alkuperäinen ydin. Radioaktiivisen aineen aktiivisuus pienenee ydinten hajotessa. Puoliintumisajalla tarkoitetaan aikaa, jonka kuluessa radioaktiivisen aineen ytimistä on hajonnut puolet ja aktiivisuus on pienentynyt puoleen.

3.2 Radiolääke

Radiolääkkeellä tarkoitetaan radioaktiivisen aineen sekä kemiallisen aineen (kitin) yhdistelmää. Kitin valinnalla voidaan vaikuttaa, mihin radioaktiivinen aine kulkeutuu elimistössä. Tutkimuksen onnistumiseksi on tärkeää, että radioaktiivinen aine saadaan hakeutumaan haluttuun kohteeseen. Yleisimmin radiolääke annetaan laskimonsisäisenä injektiona, mutta se voidaan antaa myös suun kautta tai hengitettävänä kaasuna.

Radioaktiivisia aineita voidaan käyttää myös sairauksien hoitoon. Radionuklidihoito perustuu säteilyn aiheuttamaan vaurioon syöpäsolussa. Radionuklidihoitojen tavoitteena on tuhota haluttuja soluja niin että muu ympäröivä kudus vaurioituu mahdollisimman vähän.

KUVA 1. Pulmocis -kittipullo



3.3 ESSOTE:n isotooppilääketieteen työpisteessä käytettävät isotoopit

Isotooppidiagnostiikassa käytetään useita eri radioaktiivisia aineita, jotka täyttävät kuvantamisen niille asettamat vaatimukset. Käytettävät isotoopit ovat keinotekoisia ja niitä voidaan tuottaa syklotronilla, generaattorilla, tai niitä voi syntyä fissiotuotteena. Tässä lyhyesti esiteltynä ESSOTE:lla käytössä olevia isotooppeja.

^{99m}Teknetium

Generaattorilla tuotetuista isotoopeista tunnetuin on ^{99m}Teknetium. ^{99m}Teknetiumilla tehdään yli 80 % kaikista isotooppitutkimuksista. Se on kemiallisesti hyvin reaktiivinen ja sillä voidaan leimata monia eri elin- ja kudosspesifisiä yhdisteitä. ^{99m}Teknetium lähettää 140 keV gammasäteilyä, joka sopii hyvin gammakameralla tehtäviin mittauksiin. Sillä on myös lyhyt puoliintumisaika (n. 6h).

^{99m}Teknetiumin lyhyen puoliintumisajan vuoksi sitä ei voida tilata varastoon vaan sitä tuotetaan sairaaloissa päivittäin teknetium-generaattorilla. Teknetium-generaattori uusitaan viikoittain. Teknetium-generaattorissa on emonuklidi ⁹⁹molybdeeni, joka tuotetaan ydinreaktiossa säteilyttämällä esim. ⁹⁸molybdeenia. ⁹⁹Molybdeeni hajoaa 66 tunnin puoliintumisajalla ^{99m}teknetiumiksi, joka on metastabiilitila.

¹²³Jodi ja ¹³¹Jodi

Jodi on kilpirauhashormonien ainesosa, ja se kertyy kilpirauhaseen aktiivisen kuljetusmekanismin kautta. Radioaktiivinen jodi kertyy kilpirauhaseen stabiilin jodin tavoin. Radioaktiivista jodia käytetään kuvantamiseen sekä radiojodihoitoihin. ¹²³Jodi hajoaa elektronisieppauksella ja se lähettää 150 keV gammasäteilyä. Sen puoliintumisaika on 13 tuntia. ¹²³Jodia käytetään kilpirauhasen sekä lisäkilpirauhasen gammakuvauksessa. ¹²³Jodia voidaan käyttää myös aivoreseptoreiden tutkimiseen. Aivoreseptoreita kuvatessa potilaalle annetaan kaliumperklooraattia kilpi- ja sylkirauhasten suojaamiseksi. ¹²³Jodi aiheuttaa pienemmän säteilyrasituksen potilaalle kuin ¹³¹jodi, joten sen käyttäminen kuvantamiseen on suositeltavampaa.

¹³¹Jodia käytetään kilpirauhasen radiojodihoidoissa ja samalla voidaan kuvata kilpirauhasta. ¹³¹Jodi -hoitoa käytetään kilpirauhassyövän sekä muiden kilpirauhasen sairauksien hoitoon. ¹³¹Jodin puoliintumisaika on noin 8 vuorokautta. ¹³¹Jodin hajoatessa syntyy beetasäteilyä, jonka kantama kudoksessa on noin 2mm. Hajoamisessa syntyy myös gammasäteilyä, joka mahdollistaa potilaan kuvaamisen. Radiojodihoitoa saava potilas on lääkkeen antamisen jälkeen säteilylähde. Koska ¹³¹jodin hajoatessa syntyy myös gammasäteilyä, tulee ottaa huomioon potilaan läheisten säteilysuojelu. Matalan aktiivisuuden saavat potilaat (<800 MBq) voivat kotiutua heti hoidon saamisen jälkeen. Korkean annoksen saava potilas (>800 MBq) jää sairaalaan jodihoitoa saavalle potilaalle tarkoitettuun eristyshuoneeseen. Potilas voidaan kotiuttaa, kun hänessä jäljellä oleva aktiivisuus on alle 800MBq. Potilaan aktiivisuus mitataan säteilymittarilla metrin päästä potilaasta ja annosnopeuden tulee olla alle 40 mSv/h. Potilaan aktiivisuus kotiutushetkellä merkitään potilaan tietoihin. Kotiutuaan jodihoitoa saava potilas saa suullisen ja kirjallisen ohjeistuksen läheisten ihmisen säteilysuojelusta.

²²³Radium

²²³Radiumia käytetään radionuklidihoidona eturauhassyöpöpotilailla luustoetäpesäkkeiden hoitamiseen. Sen aktiivinen ainesosa radium-223-dikloridi jäljittelee kalsiumia ja se hakeutuu verenkierron mukana luustometastaasialueille. ²²³Radium hajotessa syntyy alfahiukkasia, joiden kantama on kudoksessa alle 100 mikrometriä. ²²³Radiumin puoliintumisaika on 11,4 vuorokautta.

³²Fosfori

³²Fosforia käytetään radionuklidihoidoissa. ³²Fosforin hajotessa syntyy beetasäteilyä ja sen puoliintumisaika on 14,3 päivää. Laskimoon annettuna se hakeutuu kudoksiin, joissa fosforin aineenvaihdunta on nopeaa, kuten luuydin ja perna. ³²Fosforilla hoidetaan verisairauksia, joihin kuuluu poikkeuksellisen korkea veren solumäärä. Hoidolla voidaan vähentää luuytimen toimintaa. Radiofosforihoitoa annetaan yleensä vain iäkkäimmille potilaille leukemisaattoriskin vuoksi.

4 Radionuklidilaboratorio ja puhdastilatyöskentely

Radionuklidilaboratoriolla tarkoitetaan tilaa, jossa käsitellään radioaktiivisia aineita avolähteinä. Isotooppityöskentelyssä radionuklidilaboratoriossa valmistetaan radiolääkkeitä. Radiolääkkeiden käsittelyä ja valmistusta ohjaavat säteilylaki sekä lääkeainelaki. Radiolääkkeiden valmistustilojen tulee olla sellaiset, että radiolääkkeen puhtaus ja työntekijän säteilyturvallisuus voidaan taata.

Radionuklidilaboratoriossa työskentely on suunniteltu siten, että henkilökunnan säteilyaltistus säilyy niin pienenä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Ulkopuolisten henkilöiden pääsy radionuklidilaboratorioon tulee estää ja tila merkitään säteilyvaaraa osoittavalla merkillä. Työntekijät pukeutuvat henkilökohtaisiin säteilysuojaimiin työskennellessään laboratoriossa säteilyaltistuksen minimoimiseksi. Radioaktiivisia aineita tulee säilyttää lyijysuojien sisällä aina kun mahdollista. Säteilylähteisiin laitetaan merkintä, josta selviää sen sisältämä radionuklidi ja aktiivisuus tietynä ajankohtana. Radionuklidilaboratoriossa on erillinen lyijysuojattu säilytyspaikka teknetium-generaattorille.

Puhdastilalla tarkoitetaan tilaa, jossa pyritään kontrolloimaan ilmassa olevien hiukkasten määrää, lämpötilaa, kosteutta sekä painesuhdetta ympäröiviin tiloihin nähden. Lääkkeiden valmistuksessa vaaditaan steriiliä ympäristöä, koska tuotteeseen joutuvat mikrobit voivat aiheuttaa tuotteen pilaantumista tai infektion potilaalle.

Puhdastilan materiaalit tulee valita huolellisesti niin, että ne eivät aiheuta kontaminaatiota puhdastiloissa. Materiaaleilla tarkoitetaan käytettäviä raaka-aineita, tarvikkeita, säilytysastioita, pakkausmateriaaleja, laitteita sekä työntekijän vaatteita. Puhdastilaan vietävät materiaalit kuljetetaan sulkutilan kautta. Sulkutilan on tarkoitus estää ilmavirtauksen pääsy ulkopuolelta puhdastiloihin. Henkilöt ja materiaalit kulkevat puhdastiloihin eri sulkutilojen kautta. Puhdastilaan tuotavat materiaalit desinfioidaan alkoholiliuoksella ennen sulkutilaan (läpiantokaappiin) vientiä.

Puhdastilassa työskentelevällä työntekijällä on oltava hyvä terveydellinen tila ja henkilökohtainen hygienia. Infektiotaudit, nuha, yskä, haavat ja ihottumat estävät puhdastilatyöskentelyn. Työskennellessä puhdastiloissa työntekijä pukeutuu puhdastilavaatteisiin. Näiden avulla minimoidaan ihmisen tuottamaa kontaminaatiota. Tilan puhtausluokitus vaikuttaa pukeutumiseen. Hoitaja pukeutuu erillisessä sulkutilassa mennessään radiofarmasialaboratorioon. Tilassa on käsienpesuallas sekä tarvittavat suojavaatteet.

Kriittisimmät puhdastilatyöskentelyn vaiheet tehdään laminaarivirtauskaapissa. Laminaarivirtauskaapin pinnat puhdistetaan alkoholiliuoksella ennen ja jälkeen siellä työskentelyn. Kaapissa työskennellessä tulee välttää nopeita ja äkkinäisiä liikkeitä, jotka voivat häiritä puhdasilman virtausta. Laminaarivirtauskaappiin vietävät tavarat käsitellään alkoholiliuoksella ennen niiden viemistä sinne. Hoitaja myös käsittelee omat käsiensä alkoholiliuoksella siirtyessään työskentelemään laminaarivirtauskaappiin.

Puhdastilat luokitellaan eri puhtausluokkiin sen mukaan, kuinka paljon partikkeleita tietystä määrässä ilmaa esiintyy. Puhdastilaluokille on määritetty suositusraja-arvot hiukkaspitoisuuksille ja mikrobikontaminaatioille. GMP (Good Manufacturing Practise) jakaa puhdastilat luokkiin A-D. Luokitus antaa suositusraja-arvoja steriilien lääkeaineiden valmistus- ja käsittelytiloihin. Puhtausluokka A tulisi olla tiloissa, jossa mikrobikontaminaation riski on suuri, esimerkiksi käsiteltäessä avoimia lääkeaineempulleja ja yhdisteltäessä lääkeaineita. Puhtausluokka B vaaditaan lääke-

aineiden aseptiseen valmisteluun ja ruiskujen täyttämiseen. Puhtausluokat C ja D sopivat lääkeaineen valmistuksen vaiheisiin, jossa mikrobikontaminaation riski on vähäinen. Luokille on määritetty hiukkaspitoisuuden suositusraja-arvot levossa ja käytössä. Suositusraja-arvot on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Puhdastilaluokissa hyväksytyt hiukkasten määrät

Sallittu hiukkasten määrä kuutiossa ilmaa ja mitattavat hiukkaskoot				
Luokka	Levossa		Käytössä	
	0,5µm	5,0µm	0,5µm	5,0µm
A	3 520	20	3 520	20
B	3 520	29	352 000	2 900
C	352 000	2 900	3 520 000	29 000
D	3 520 000	29 000	Ei luokiteltu	Ei luokiteltu

4.1 Puhdastilapukeutuminen:

1. Hoitaja pukee henkilökohtaiset lyijysuojat päälleen
2. Hoitaja riisuu kengät ja astuu tarramaton kautta pukeutumistilaan
3. Hoitaja pukee itselleen puhdastilaan tarkoitetut työkengät, hiussuojan ja suunenäsuojan
4. Hoitaja valitsee ja avaa itselleen oikean kokoiset suojavaatteet (hanskat + takki)
5. Kädet pestään huolellisesti ja kuivataan käsipyyhepaperiin
6. Kädet desinfioidaan desinfiointiaineella
7. Hoitaja laittaa tehdaspuhtaat suojahanskat käteensä
8. Hoitaja pukee päälleen steriilin takin ja steriilit käsineet

KUVA 2. Kuva ESSOTE:n radiofarmasialaboratoriosta



4.2 IBC-NM-annoskalibrontijärjestelmä ja radiolääkkeen käyttökuntoon saattaminen

IBC-NM-annoskalibrontijärjestelmä helpottaa ja ohjaa päivittäistä työskentelyä. Ohjelmaa käytetään radioaktiivisten aineiden ja kittien varastosaldojen seurantaan, ohjaamaan radiolääkkeiden käyttökuntoon saattamista, aineiden aktiivisuuden mittaukseen, potilaalle annostellun lääkkeen merkitsemiseen ja kirjaamiseen sekä jätteen aktiivisuuden seurantaan.

IBC-ohjelman varastosaldoihin tallennetaan tieto työpisteeseen saapuvista radioaktiivisista aineista ja kiteistä, niiden voimassaolo ajoista ja aktiivisuuksista. Radionuklidilaboratorion laminaarivirtauskaapissa on IBC-ohjelma sekä annoskalibraattori.

IBC-ohjelma ohjaa hoitajan työskentelyä vaihe vaiheelta radiolääkkeiden käyttökuntoon saattamisessa.

1. Hoitaja suunnittelee, mitä radiolääkkeitä tutkimuspäivänä tarvitaan ja siirtyy radiofarmasialaboratorioon.
2. Hoitaja käsittelee radiofarmasialaboratorion tasot ja laminaarivirtauskaapin sisäpinnat alkoholiliuoksella ennen työskentelyn aloitusta.
3. Hoitaja valitsee tarvitsemansa kittipullot ja kerää riittävästi neuloja, ruiskuja, keittosuolaliuosta, harsotaitoksia, lyijysuojia sekä tyhjiöpullon generaattorin eluointia varten laminaarivirtauskaappiin vietäväksi ja käsittelee ne alkoholiliuoksella.
4. Hoitaja avaa IBC-ohjelman ja mittaa annoskalibraattorin standardilähteillä.
5. Hoitaja eluo Teknetium-generaattorin, liittämällä liittokodasta puhdistetun tyhjiöpullon sille tarkoitetulle paikalle. Teknetium-generaattorissa emonuklidi ⁹⁹molybdeenin on paksun lyijysuojan sisällä, josta hajonnut ^{99m}teknetium eluoidaan eli huuhdellaan pois suolaliuoksella sille tarkoitetun kulkureitin kautta. Hoitaja mittaa teknetiumeluaatin (Tc-99m perteknetaatin) aktiivisuuden annoskalibraattorilla ja lisää sen ohjelman varastosaldoihin. Aktiivisuuden mittauksen jälkeen teknetiumeluaatti laitetaan lyijysuojan sisälle ja sitä säilytetään kauempana hoitajan käsistä kaapissa olevan lyijyesteen takana.
6. IBC-ohjelmasta valitaan radiolääke joka halutaan valmistaa.
7. Ohjelma neuvoo askel askeleelta, mitä hoitajan täytyy tehdä radiolääkkeen valmistuksessa. Hoitaja valitsee käyttämänsä kittipullon ohjelman varastosaldoista. Ohjelma kertoo paljonko hoitajan täytyy ottaa teknetiumeluaattia sekä kuinka paljon siihen tulee lisätä keittosuolaliuosta (NaCl) saadakseen valmistettua halutun radiolääkkeen.

KUVA 3. Näkymä IBC-ohjelmasta radiolääkkeen käyttökuntoon saattamisesta

8. Kun hoitaja yhdistää teknetiumeluaatin kittiampulliin, hän sekoittaa radiolääkeampullia ja käynnistää ohjelmistosta ajastimen, joka kertoo kuinka kauan radiolääkkeen tulee antaa tekeytyä ennen kuin sen voi annostella potilasruiskuun.
9. Valmistetun radiolääkkeen aktiivisuus mitataan ja se lisätään ohjelman varastosaldoihin. Radiolääkeaineampulli laitetaan lyijysuojan sisälle.
10. Ohjelmasta valitaan potilas jolle lääkeaine on tulossa. Ohjelma kertoo suunnitellun injisointi ajankohdan avulla paljonko ruiskuun tulee ottaa aktiivisuutta, että aktiivisuus on oikea radiolääkkeenanto hetkellä. Radiolääkkeen aktiivisuus mitataan ja ruiskuun tulostetaan tarra, josta selviää potilaan tiedot, radionuklidi, lääkeaine sekä aktiivisuus.

KUVA 4. Tulostettu tarra radiolääkkeelle sekä potilasannokselle



11. Ruisku laitetaan lyijysuojan sisälle ja laitetaan läpiantokaappiin.
12. IBC- ohjelmaan luetaan aiemmin tulostetun tarran viivakoodi, jonka avulla varmistetaan, että oikea lääkeaineruisku ollaan antamassa oikealle potilaalle. Ruiskun aktiivisuus mitataan vielä uudelleen juuri ennen sen antamista potilaalle. Kun radiolääke on annettu potilaalle mitataan ruiskun, kanyylin ja väliletkun aktiivisuus jotta tiedetään tarkasti potilaalle annetun radiolääkkeen aktiivisuus.
13. IBC-ohjelma siirtää potilaalle annettavan radiolääkkeen tiedot ja aktiivisuuden RIS- tietokantaan.

5 Lääkkeen antaminen potilaalle ja potilaan ohjaus

Isotooppitutkimukseen tuleva potilas saa lähettävästä yksiköstä ohjeen tutkimuksen kulusta ja siihen valmistautumisesta. Isotooppilääketieteen työpiste huolehtii, että lähettävällä yksiköllä on käytössään selkeä ja ajantasainen valmistautumisohje.

Potilaan saapuessa tutkimukseen hoitaja haastattelee potilasta ja varmistaa että hän on valmistautunut tutkimukseen oikein. Hoitaja käy potilaan kanssa läpi tutkimuksen kulkua ja tutkimuspäivän aikataulua. Hän kertoo potilaalle mitä potilaan tulee ottaa huomioon radiolääkeinjektion jälkeen. Potilaan kanssa käydään riittävästi ohjausta läpi ja lopuksi potilaalta varmistetaan, että hän on ymmärtänyt sen. Radiolääkeinjektion jälkeen potilas on säteilylähde, joten hoitaja välttää pitkäaikaista oleskelua potilaan läheisyydessä.

Potilaan kuvausta aloittaessa potilas ohjataan kuvauspöydälle haluttuun kuvaus- asentoon. Potilaalle asetetaan tarvittaessa tukivöitä tukemaan asentoa, sillä kuvaus kestää tutkimuksesta riippuen 3-90 minuuttia. Potilaan tulisi pysyä paikallaan koko kuvauksen ajan.

6 Gammakamera ja SPET-TT

Radiolääkkeen jakautumista elimistössä seurataan kuvauslaitteella eli gammakameralla. Gammakamera havaitsee radiolääkkeen aiheuttamaa säteilyä. Potilaan radiolääkejakaumasta kerätään tietoa riittävän kauan ja kerättyjen havaintojen pohjalta muodostetaan kuvamatriisille kuva. Gammakameran osia ovat kollimaattori, ilmaisinkide, valojohdin, valomonistinputket, kuvanmuodostuslaitteet ja näyttölaitteet. Potilaalle annettu radiolääke lähettää säteilyä joka suuntaan. Kollimaattorin avulla rajataan kuvaan vain halutusta suunnasta tuleva säteily. Kollimaattorista läpi tulleet säteet törmäävät natriumjodidi -kiteeseen, joka muuttaa säteilyn valoksi. Valomonistinputket muuttavat valonvälähdykset sähköisiksi pulsseiksi, joiden avulla muodostetaan kuvaa radioaktiivisen lääkkeen jakaumasta. Jokainen gammakameraan tuleva gammasäde mitataan erikseen.

Perinteisessä isotooppitutkimuksessa potilaasta tulevaa säteilyä havaitaan tasokuvauksella, jossa kuvataan haluttu kohde tai koko keho tietyistä suunnista. Tyypillinen esimerkki on luuston gammakuvaus, jossa koko keho kuvataan sekä etu- että takasuunnasta. Kuvauspöytää liikutetaan hitaasti gammakameroiden välissä niin, että haluttu kohde on käynyt kokonaan kuvakentässä. Hyvän kuvan saamiseksi gammakameran täytyy päästä mahdollisimman lähelle kohdetta. Nykyaikaisissa laitteissa on kohteen tunnistus, jonka avulla gammakamera pyrkii liikkumaan mahdollisimman lähellä kohdetta.

Emissiotomografia (SPET = single photon emission tomography) tarkoittaa kerroskuvausta, jossa gammakamera kiertää potilaan ympäri. Kerätystä informaatiosta tietokone muodostaa kolmiulotteisen kuvan. SPET -tekniikkaa hyödynnetään ontelomaisten rakenteiden, kuten sydämen tai munuaisten kuvantamisessa. Kuvaustekniikalla saadaan kolmiulotteinen aktiivisuusjakauma, joka hahmottaa kohteen muotoa ja paikkaa paremmin. Kuvaa voidaan tarkastella myös poikkileikkeinä.

Gammakamera voidaan yhdistää esimerkiksi tietokonetomografialaitteisiin (TT). Gammakameran ja TT:n laiteyhdistelmällä saadaan kahta erilaista kuvantamismenetelmää yhdistävä isotooppiradiologinen tutkimus. Molempien kuvien data kerätään samalla kuvauskerralla, joten anatomia saadaan pysymään lähes muuttumattomana näiden välillä. Eri kuvantamismenetelmät yhdistämällä saadaan esim.

SPET-TT kuvista tietoa potilaan anatomiasta sekä fysiologiasta yhdellä tutkimuskerralla. SPET-TT kuvia yhdistetään HERMES -ohjelmalla. Ohjelman käytöstä löytyy erillinen ohje.

Tietokonetomografialla (TT) saadaan tomografisia leikekuvia röntgensäteilyä hyödyntäen. Röntgenputken tuottama röntgensäteily kohdistetaan kohteeseen ohuena keilana, ja kohteen läpäissyt säteily mitataan detektorielementeillä. Röntgenputki ja detektorielementit pyörivät kohteen ympärillä ottaen satoja projektioita, joista rekonstruoidaan leikekuvia. Leikekuva kuvaa tietyn levyistä poikkileikettä kohteesta. Kuva esitetään kuvamatriisilla, jossa jokainen kuvan pikseli kuvautuu eri harmaansävyinä. Harmaansävy edustaa kohteesta saatua säteilynvaimenemistietoa.

KUVA 5. Siemens SPET-TT



7 Säteilysuojelu

7.1 Työntekijän säteilysuojelu

Isotooppityöntekijä altistuu säteilylle valmistessaan radiolääkkeitä, injektoidessaan sitä potilaaseen sekä kuvatessaan potilasta, joka on saanut radioaktiivista lääkettä. Isotooppityöskentelyssä säteilysuojelun keinoja ovat aika, etäisyys ja suojaus. Ajalla tarkoitetaan mahdollisimman lyhyttä työskentelyaikaa säteilevän lähteen läheisyydessä. Työntekijä voi vaikuttaa aikaan hyvällä työsuunnittelulla. Esimerkiksi potilaan ohjaus tutkimuspäivän kulussa ja muissa tutkimukseen liittyvissä asioissa on hyvä tehdä ennen radioaktiivisen aineen antamista potilaalle. Potilas on säteilylähteestä lääkettä antamisen jälkeen, jolloin potilaan välittömässä läheisyydessä oloa tulee rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi. Säteily vaimenee kääntäen verrannollisesti etäisyyden neliöön. Hoitajan on siis hyvä ottaa etäisyyttä säteileviin lähteisiin aina kun mahdollista. Isotooppityöskentelyssä voidaan käyttää lyijysuojuksia. Suojukset tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle säteilylähdettä, kuten lyijyinen ruiskun suojaus radiolääkkeen ympärille.

Isotooppityöntekijät luokitellaan säteilytyöluokkaan A. Säteilytyöntekijöiden säteilyaltistusta seurataan työolojen tarkkailulla ja annostarkkailulla. Työolojen tarkkailussa seurataan työntekijöiden altistukseen vaikuttavia tekijöitä. Annostarkkailussa seurataan työntekijöiden säteilyaltistusta henkilökohtaisilla säteilymittareilla. Isotooppityöskentelyssä seurataan myös työntekijän käsien ja sormien annosta. Työntekijöiden henkilökohtaisista annoksista pidetään kirjaa ja ne ilmoitetaan säteilyturvakeskuksen rekisteriin. ESSOTE:lta ilmoitetaan kuukausittain hoitajien saama säteilyannos työterveyteen. Säteilytyöluokkaan A kuuluvat työntekijät tekevät työterveyteen ilmoituksen omasta terveydentilastaan kerran vuodessa. Työntekijät käyvät terveystarkastuksessa vähintään kolmen vuoden välein, jos terveydentilassa ei ole muutoksia. Tarvittaessa tarkastus tehdään useammin.

7.2 Potilaan säteilysuojelu

Potilaan säteilysuojelulla isotooppihoidossa tarkoitetaan oikean radiolääke annoksen oikea-aikaista antamista oikeaan paikkaan. Jos tutkimukseen liittyy TT-kuvaus, kuvausarvot pyritään optimoimaan mahdollisimman pieniksi, mutta niin että saadaan kuitenkin riittävän diagnostinen kuva.

7.3 Poikkeava tilanne

Isotooppityöskentelyssä pintakontaminaatio on mahdollinen poikkeava tapahtuma. Pintakontaminaatiolla tarkoitetaan tapahtumaa, jossa säteilevää ainetta pääsee pinnoille, kuten työtasoille, lattialle tai vaatteille. Se voi tapahtua esimerkiksi radiolääkkeen tai radiolääkettä saaneen potilaan eritteen pääsemisenä ympäristöön. Poikkeavien tapahtumien riski tulee tunnistaa ennalta ja sen tapahtumisen mahdollisuus tulee pyrkiä ennaltaehkäisemään. Työntekijöillä tulee olla ohjeistus poikkeustilanteessa toimimiseen. Säteilynkäyttöpaikoille on laadittu rajat, joiden ylittyessä täytyy ryhtyä toimenpiteisiin säteilyaltistuksen minimoimiseksi. Rajojen ylittyessä kontaminoituneelta alueelta pyritään poistamaan aktiivinen aine, estämään kontaminaation leviäminen ympäristöön ja rajoittamaan alueen käyttöä. Säteilyn leviämistä voidaan estää esimerkiksi lyijysuojilla. Isotooppilääketieteen työpisteessä on dekontaminaatiolaukku, johon on kerätty tarvikkeita säteilevän aineen poistamiseen sekä pintakontaminaation eristämiseen. Työpisteessä on säteilyn aktiivisuusmittari, jolla voidaan mitata pintakontaminaation aktiivisuus.

KUVA 6. Dekontaminaatiolaukku



7.4 Radioaktiiviset jätteet

Radioaktiivisten avolähteiden käytöstä aiheutuvien jätteiden käsittelyssä on huomioitava säteilyturvallisuusvaatimukset. Radioaktiivisen jätteen käsittelyyn on oltava suunnitelma, josta selviää toiminnasta aiheutuvat jätteet ja niiden käsittelyä koskevat menettelyt. Menettely valitaan radionuklidin aiheuttaman säteilylajin ja puoliintumisaajan perusteella. Jätteiden leviäminen ympäristöön tulee estää. Päästöt ilmaan, viemäriverkkoon tai muuhun ympäristöön tulee pitää niin pienenä kuin käytännöllisin toimin on mahdollista. Radioaktiivisen jätteen voi toimittaa kaatopaikalle, kun siinä jäljellä oleva aktiivisuus on riittävän pieni. Työpisteessä on lyijyvuoratut kaapit, joissa on astiat radioaktiivisille jätteille. Mikkelin keskussairaalan kellarissa on puoliintumisvarasto, jonne täynnä olevat jäteastiat viedään puoliintumaan ennen niiden viemistä Ekokemille.

8 Laadunvarmistus

Teknetium-generaattorista saatavalle teknetiumeluaatille (^{99m}Tc -natriumperteknetaatti) tehdään laadunvarmistusmittauksia. Uusi generaattori saapuu työpisteeseen perjantaisin ja laadunvarmistus tehdään siitä samana päivänä. Teknetiumeluaatin laadunvarmistuksessa seurataan sen radiokemiallista puhtautta.

Työpisteeseen saapuville lääkaine kiteille tehdään laadunvarmistusmittaus aina uudesta tulleesta lääkaine-erästä (lotista). Laadunvarmistus tehdään erilailla eri lääkaineille, ja niiden tekemiseen on erilliset ohjeet.

Gammakameroille tehdään säännöllisesti laadunvarmistusmittauksia ja detektorien kalibrointi. Laadunvarmistusmittaukset ajastetaan alkamaan aamulla ennen työvuo-ron alkamista, jolloin laite on itsestään tehnyt ne ennen päivän töiden aloitusta. Laitteelle tehdään aamu-, viikko-, ja kuukausi tasot. Laite suorittaa mm. kuvakentän taseisuutta, energiaikkunan tarkkuutta ja paikkaerotuskykyä mittaavia testejä. Siemensin laite käyttää mittauksissa radioaktiivista lähdeä. Hoitaja kirjoittaa ylös Excel-taulukkoon kaikkien eri laadunvarmistusmittauksien tulokset.

Kaksi kertaa viikossa (maanantaisin ja perjantaisin) tehdään tietokonetomografian laadunvarmistusmittaus fantomilla. Sen tekemiseen on erillinen ohje. Ohjelmistolle tehdään myös kerran kuukaudessa muita laadunvarmistuksia. Laitteille tehtävistä laadunvarmistuksista on taulukko fläppitaulussa, josta selviää päivämärät niiden suorittamiseen. Tehdyt testit myös kuitataan tehdyksi samaan taulukkoon.

Radiofarmasia laboratorion puhtautta tarkastellaan laskeuma- ja kontaktimaljateilla. Testien tarkoituksena on seurata lääkkeiden tuotantotilojen mikrobiologista puhtautta. Testien tavoitteena on hallita ja vähentää lääkkeiden mikrobiologista kontaminaation riskiä. Testien avulla pyritään takaamaan hyväksyttävät tuotantolosuhteet lääkkeille. Testauspaikat valitaan niin että ne kattavat eri lääkkeen valmistus prosessin kohdat, joissa on mahdollista tapahtua kontaminaatio. Laskeumamaljoja asetetaan radiofarmasialaboratorion pinnoille sekä laminaarivirtauskaappiin. Niiden annetaan olla paikoillaan neljän tunnin ajan. Kontaktimaljoilla otetaan oikeaa näytteenotto tekniikka käyttäen näytteitä pinnoilta. Näytteitä otetaan yhteensä 19 kappaletta kerran kuukaudessa ja niiden ottamisesta on erillinen ohje.

AVOLÄHTEIDEN KÄYTÖSTÄ SYNTYVÄT RADIOAKTIIVISET JÄTTEET JA PÄÄSTÖT 2017. ST-Ohjeet. ST 6.2. [Viitattu 2017-04-08]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/3472/ST6-2.pdf>

BENNER, David, HALL, Eric 2007. Computed tomography - An Increasing Source of Radiation Exposure. The New England Journal of Medicine. 357:227-2284. [Viitattu: 2017-04-19]. Saatavissa: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra072149#t=article>

ETELÄ-SAVON SAIRAANHOITOPIIRIN HENKILÖSTÖKERTOMUS 2015. [Viitattu 2016-11-18]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/wp-content/uploads/sites/2/2016/01/Henkilöstökertomus-2015.pdf>

ETELÄ-SAVON SAIRAANHOITOPIIRIN TOIMINNAN STRATEGINEN OHJAUS 2016. Julkaistu 5.1.2016. [Viitattu 2016-11-18]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/tietoa-meista/hallinto-ja-paatoksenteko/strategia/>

EUROPEAN COMMISSION 2008. Manufacture of Sterile Medicinal Products. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-01-28]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-4/2008_11_25_gmp-an1_en.pdf

ISOTOOPPILÄÄKETIEDE 2016. Etelä-Savon sosiaali- ja terveystoiminta. Diagnostiset palvelut. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/asiakkaalle/palvelut/diagnostiikkapalvelut/isotooppilääketeiede/>

ISOTOOPPITUTKIMUSLAITTEIDEN LAADUNVALVONTAOPAS 2010. STUK tiedottaa 1/2010. [Viitattu 2017-01-28]. Saatavissa: <http://www.stuk.fi/documents/12547/718600/STUK-tiedottaa1-2010-isotooppitutk-laitteet.pdf/004ccf88-95ae-4eea-981d-7cf3f439a431>

JAUHIAINEN, Jukka 2003. Röntgenkuvaus, digitaalinen kuvaus ja tietokonetomografia. [Verkkosivu]. [Viitattu 2017-01-19]. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~jjauhiai/opetus/mittalaitteet/mittalaitteet-v11.pdf>

KNUUTI, Juhani ja KAJANDER, Sami 2016. Kliininen Radiologia. Isotooppitutkimukset, molekyyli ja fuusiokuvantaminen. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa: <http://www.oppiportti.fi/op/krd00001/do#proxy>

KOSKINEN, Matti, SAVOLAINEN, Sauli 2003. Gammakuvaus ja muut isotooppimitaukset. Julkaisussa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö ja VANNINEN, Esko (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketeiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 40-49.

KORPELA, Helinä 2004. Isotooppilääketeiede. Julkaisussa: SALOMAA, Sisko, PUKKILA, Olavi, IKÄHEIMONEN, Tarja, PÖLLÄNEN, Roy, WELTNER, Anne, PAILE, Wendlä, SANDBERG, Jorma, NYBERG, Heidi, MARTTILA, Olli, LEHTINEN, Jarmo ja KARVINEN, Hilikka. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Säteilyn käyttö. Säteilyturvakeskus. Hämeenlinna: Karisto Oy. 220-249.

MÄENPÄÄ, Hanna, TENHUNEN, Mikko 2012. Syövän radionuklidihoidot – mitä uutta?. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. [Viitattu: 2017-03-22]. Saatavissa: http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo10617&p_haku=radium

NIKKINEN, Päivi 2003. Sädeturvallisuus isotooppilaboratoriossa. Julkaisussa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö ja VANNINEN, Esko (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 670-672.

PERUSSOPIMUS 2016. Etelä-Savon sosiaali- ja terveystalvelujen kuntayhtymä. Julkaistu 25.5.2016. [Viitattu 2016-11-18]. Saatavissa: <http://www.essote.fi/tietoa-meista/hallinto-ja-paatokseteko/saannot-ja-ohjeet/perussopimus-2/>

PÖLLÄNEN, Roy 2003. Radioaktiiviset aineet, säteily ja ympäristö. Säteily ympäristössä. Säteilyturvakeskus. [Viitattu 2017-03-08]. Saatavissa: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja2_1_1.pdf/28eef572-3ff9-40ae-9bb9-9ed30e1696a5

RAJALA, Kristiina 2007. Puhdastila työskentely. Analyysi. Suomen Laboraatioalan Liitto ry:n ammatti ja yhdistyslehti. 3/2007. [Viitattu: 2017-04-19]. Saatavissa: http://www.laboratorioalanliitto.fi/wp-content/uploads/analyysi_3_07_net.pdf 9-12.

SYMBIA T SERIES 2014. Diagnostic excellence. Siemens. [Tuote-esittely.]. [Viitattu 2017-01-28]. Saatavissa: http://www.raforinn.is/wp-content/uploads/2014/10/5_Symbia_T_Brochure.pdf

SÄTEILYLAKI 1991. L1991/592. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-11-30]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>

SÄTEILYTURVALLISUUS AVOLÄHTEIDEN KÄYTÖSSÄ 2016. ST-ohjeet. ST 6.1. [Viitattu 2016-12-14]. Saatavissa: <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST6-1>

VALMISTEYHTEENVETO 2000. European comission. Public health. [Viitattu: 2016-11-30]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2000/200007273684/anx_3684_fi.pdf

VIERULA, Hertta 2009. Molybdeenipula vaikeuttaa gammakuvauksia. Lääkärilehti. [Viitattu: 2016-11-30]. Saatavissa: <http://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankohtaista/molybdeenipula-vaikeuttaa-gammakuvauksia-4716/>

WOODWARD, Andrew ja CHAPMAN, Timothy C. 2014. Computed Tomography. Julkaisussa: BONTRAGER, Kenneth L. ja LAMPIGNANO, John P. (toim.). Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy. Eighth edition. Elsevier: Kiina. 687-713.

Valokuvat:

Kansilehdessä sekä kuvat 2, 4, 5 ja 6 Kaisa Kovanen

Kuvat 1 ja 3 Kati Levänen

LIITE 2: TUTKIMUSLUPA