



SAVONIA

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

ISOTOOPPIKUVIEN VALINTA- JA SIIRTOPROJEKTI

TEKIJÄ/T: Riikka Heikkinen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Riikka Heikkinen	
Työn nimi Isotooppikuvien valinta- ja siirtoprojekti	
Päiväys 07.2.2017	Sivumäärä/Liitteet 53/2
Ohjaaja(t) Lehtori Tuula Partanen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu, Terveysalan Kuopion yksikkö, Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Isotooppilääketieteessä sairauksien tutkimiseen käytetään radioaktiivisia isotooppeja. Isotoopit hakeutuvat merkkiaineesta riippuen eri kudoksiin. Radioaktiivisen aineen jakaumaa kehossa kuvataan isotooppikameralla joka voi olla gamma-, SPECT- tai PET-kamera. Isotooppitutkimuksilla voidaan tutkia hyvin erilaisia sairauksia ja sitä käytetäänkin esimerkiksi tulehduspesäkkeiden, lihasten, luuston, hengityselinten, ruoansulatuselimistön, munuaisten ja virtsateiden tutkimisessa.</p> <p>Työn tarkoituksena oli siirtää kuvia yleisimmistä isotooppitutkimuksista Kuopion yliopistollisen sairaalaan PACS–kuva-arkistosta Savonia-ammattikorkeakoulun PACS–kuva-arkistoon. Työn tavoitteena oli monipuolistaa radiografia ja sädehoidon koulutusohjelman opetusmateriaalia. Siirrettyjen isotooppitutkimusten avulla röntgenhoitajaopiskelijat voivat perehtyä isotooppitutkimuksilla saataviin kuviin, kehittää fysiologian ja anatomian tietämystä sekä tutustua oikeiden potilastapausten kautta isotooppitutkimuksilla tutkittaviin sairauksiin. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä.</p> <p>Opinnäytetyön tilaajana toimi Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysalan radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma, joka määritteli siirrettävät isotooppitutkimukset. Nämä tutkimukset olivat luuston, aivoreseptoreiden, keuhkoventilaation ja -perfuusion, vartijaimusolmukkeeseen, sydänlihasperfuusion, sydämen pumpputoiminnan ja kilpirauhasen gammakuvaukset sekä PET/TT-kuvauksista kokovartalo-, tulehdus- ja aivokuvaukset.</p> <p>Siirrettävät isotooppikuvat valittiin tutkimusluvan myöntämisen jälkeen. Tutkimuslupa haettiin KYS-Kuvantamiskeskukselta. Kuvien valinnassa käytettiin isotooppitutkimusten teoriatietoa sekä tutkimuskohtaisia erikoislääkärin lausuntoja. Kuvien siirtoa kahden organisaation välillä ohjasivat tietosuoja- ja tietoturvalainsäädäntö, joiden perusteella kuville toteutettiin anonymisoinnin eli potilastietojen poisto ennen siirtoa.</p> <p>Jatkototeutusaiheina Savonia-ammattikorkeakoulun kuva-arkistoa voisi täydentää muiden, esimerkiksi tietokonetomografia-, magneetti- tai natiiviröntgentutkimusten, osalta.</p>	
Avainsanat Isotooppilääketiede, isotooppitutkimus, pacs, ris, dicom, tietosuojalainsäädäntö, tietoturvalainsäädäntö	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Radiography and Radiationtherapy			
Author(s) Riikka Heikkinen			
Title of Thesis The selection and transfer project of nuclear medicine images			
Date	07.02.2017	Pages/Appendices	53/2
Supervisor(s) Lecturer Tuula Partanen			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences, Degree Programme of Radiography and Radiotherapy			
<p>Abstract</p> <p>In nuclear medicine radioactive isotopes are used to study diseases. Isotopes spread depending on the tracer to different tissues. Distribution of radioactive agent in the body is scanned with gamma-, SPECT- or PET camera. Nuclear medicine examination can diagnose a variety of diseases and it is used, for example, studying at inflammatory sites, muscles, bones, respiratory system, digestive system, kidney and urinary tract.</p> <p>The purpose of this thesis was to transfer nuclear medicine images of the most common nuclear medicine studies from Kuopio University Hospital image archive to the image archive of Savonia University of Applied Sciences. The goal was to diversify radiography and radiotherapy degree program's teaching material. With the transferred nuclear medicine images radiographer students can orientate to nuclear medicine images, develop the physiology and anatomy knowledge as well as meet by the real patient cases to explore the diseases diagnosed with nuclear medicine studies. The thesis was accomplished as a functional thesis.</p> <p>The thesis was commissioned by Savonia University of Applied Sciences, radiography and radiotherapy degree program, which defined the transferred nuclear medicine studies. These studies were bone, brain receptors, lung ventilation- and perfusion, the sentinel lymph node, myocardial perfusion, cardiac pump function and thyroid scintigraphy and PET / CT imaging including wholebody, inflammation and brain scan.</p> <p>The nuclear medicine images which were going to be transferred were chosen after a research permit was granted. The research permit was applied from the Kuopio University Hospital Medical Imaging Center. The theoretical knowledge of nuclear medicine and specialist report from the studies were used when selecting images. The transfer of nuclear medicine images between two organizations was controlled by the information privacy and information security legislation, which was accomplished by anonymization or removing patient information from the images before the transfer.</p> <p>The topics for further implementation could be Savonia image archive completion for other studies, such as computed tomography-, magnetic resonance- or radiography studies.</p>			
<p>Keywords Nuclear medicine, nuclear imaging study, pacs, ris, dicom, information privacy legislation, information security legislation</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1	ISOTOOPPILÄÄKETIEDE.....	6
1.1	Gammakamera	7
1.2	PET-kamera.....	9
1.3	Isotooppikuva.....	10
1.4	Radiolääkkeet	11
1.5	Isotooppitutkimukset.....	13
2	KUVANTAMISEN TIETOJÄRJESTELMÄT.....	20
2.1	PACS-järjestelmä	20
2.2	RIS-järjestelmä.....	23
2.3	DICOM-standardi	23
3	TIETOSUOJA- JA TIETOTURVALAINSÄÄDÄNTÖ.....	24
3.1	Tietosuojalainsäädäntö.....	24
3.2	Tietoturvalainsäädäntö	25
4	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	27
5	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	28
5.1	Tiedonhankinta.....	28
5.2	Työn toteutus	31
5.3	Isotooppikuvien valinta	32
5.4	Valinnan tulokset	34
5.5	Kuvien anonymisointi ja siirto	36
6	POHDINTA.....	38
6.1	Eettisyys ja luotettavuus.....	38
6.2	Projektin arviointi.....	39
6.3	Ammatillinen kasvu	41
	LÄHTEET	43
	KUVALÄHTEET	48
	LIITTEET	49

1 JOHDANTO

Isotooppitutkimuksella voidaan tutkia erilaisia sairauksia. Vuonna 2012 Suomessa tehtiin isotooppitutkimuksia 40 907 kpl gammakameralla tai SPECT-kameralla (Single-Photon Emission Computed Tomography, yksifotoniemissiotomografia) sekä 6354 kpl PET-kameralla (Positron Emission Tomography, positroniemissiotomografia). Isotooppitutkimus perustuu potilaalle yleensä suonensisäisesti annettavan radio-aktiivisen aineen kertymään kehossa. Radiolääke valitaan tutkittavan elimen tai toiminnon mukaan. Yleisimmät käytössä olevat radionuklidit ovat Technetium^{99m}, Jodi¹²³ ja Fluori¹⁸. Tutkimuksessa käytettävän radiolääkkeen säteily tunnistetaan gamma-, SPECT- tai PET-kameralla riippuen radiolääkkeestä ja tutkittavasta kohteesta. Yleisin isotooppitutkimus on luuston gammakuvaus. Tavallisimmat kuvantamiskohteet vuonna 2012 olivat luusto ja pehmytöset, kasvaimet ja verenkierroelimistö. Muita kuvauskohteita ovat hengityselimistö, virtsa- ja sukupuolielimet, aivot ja hermosto, endokrinologiset tutkimukset sekä ruoansulatuskanava. (Korpela 2004, 223–224, 228, 236–237; Kaijaluoto 2014, 3, 10.)

Isotooppitutkimuksella tuotetut digitaaliset kuvat talletetaan toimintayksikön PACS (Picture Archiving and Communication System) -järjestelmään, joka on tutkimuskuvien arkistointi- ja tiedonsiirtojärjestelmä. PACS-järjestelmään kuuluu vähintään työasema kuvanäytöllä, serveri ja kuva-arkisto. Kuvat siirtyvät eri laitteiden välillä verkon kautta. Käyttäjälle näkyvin osa PACSista on työasemasovellus, jolla kuvia voi hakea ja tarkastella. Lääkärit voivat tarkastella kuvia etäkäytön avulla olematta fyysisesti samassa toimipaikassa missä tutkimus suoritetaan. (Liu & Wang 2011, 6; Samei, Seibert, Andriole, Badano, Crawford, Reiner, Flynn & Chang 2004.)

Työn tarkoituksena oli siirtää isotooppikuvia yleisimmistä isotooppitutkimuksista Savonia-ammattikorkeakoulun käyttöön. Kuvat valittiin ja siirrettiin KYSin kuva-arkistosta. Työn tavoitteena oli monipuolistaa radiografia- ja sädehoitotyön koulutusohjelman opetusmateriaalia. Kaikista isotooppitutkimuksista etsittiin normaaliin sekä sairauteen viittaavat muutokset sisältävät kuvat. Mukaan otettavat tutkimukset olivat luuston, aivoreseptoreiden, keuhkoventilaation ja -perfuusion, vartijaimusolmukkeen, sydänlihasperfuusion, kilpirauhasen ja sydämen pumpputoiminnan gammakuvaus sekä PET/TT-kuvauksista kokovartalo-, tulehdus- ja aivokuvaus. Siirrettävien isotooppikuvien mukana siirrettiin myös tutkimuksiin liittyvät lähete- ja lausuntotiedot. Kuvien katseluun ja siirtoon haettiin tutkimuslupa KYS-Kuvantamiskeskukselta. Siirrettävät isotooppikuvat sekä niihin liittyvät lähete- ja lausuntotiedot anonymisoitiin tietosuojalainsäädännön toteutumista varten ennen siirtoa. Opinnäytetyön tilaajana oli Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysalan radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma.

1 ISOTOOPPILÄÄKETIEDE

Isotooppilääketieteessä tutkitaan ja hoidetaan sairauksia radioaktiivisten avolähteiden avulla. Näitä radioaktiivisia avolähteitä kutsutaan radiolääkkeiksi. Isotooppitutkimukset antavat tietoa eri elimien aineenvaihdunnallisista ja toiminnallisista muutoksista, kun taas röntgen- ja magneettikuvausmenetelmät antavat lähinnä rakenteellista tietoa potilaasta. Isotooppitutkimuksessa radiolääkkeen kertymää ja sen jakautumista tutkittavassa elimessä seurataan gamma- ja PET-kameroiden avulla. Kuvauslaitteisto valitaan käytettävän radiolääkkeen mukaan. Laitteen avulla voidaan kuvata potilasta eri suunnista ja tarvittaessa eri aikoina. Isotooppitutkimus mahdollistaa sairauksien diagnosoimisen varhaisemmassa vaiheessa. Isotooppitutkimukset ja radiolääkkeet kehittyvät koko ajan. (Korpela 2004, 220, 236.)

Isotooppitutkimusta voidaan hyödyntää hyvin monien erikoisalojen sairauksien diagnosoimiseen. Sitä käytetään onkologiassa, kardiologiassa, neurologiassa, psykiatriassa, endokrinologiassa, hematologiassa sekä tulehduspesäkkeiden, lihasten, luuston, hengityselinten, ruoansulatuselimistön, munuaisten ja virtsateiden tutkimisessa. Suomessa isotooppitutkimuksia on tehty gammakameroilla 1960-luvun lopusta ja PET-kameroilla 1980-luvulta asti. (Korpela 2004, 220.)

Vuonna 2012 isotooppitutkimuksia tehtiin Suomessa 24 eri yksikössä. Gamma- ja SPECT-kameralla tehtyjen tutkimusten määrä oli vuonna 2012 yhteensä 40 907 kpl. PET-tutkimuksia tehdään vähemmän ja vuonna 2012 niitä tehtiin 10 yksikössä 6354 kpl. Tyypillisimmät kuvantamiskohteet vuonna 2012 olivat luusto ja pehmytosat (32,6 %), kasvaimet (23,7 %) ja verenkiertoelimistö (15,8 %). (Kajaluoto 2014, 3, 10.)

1.1 Gammakamera

Gammakameralla kuvataan potilaaseen ruiskutetun radiolääkkeen jakaumaa potilaan kehossa. Gammakamera koostuu monesta osasta, joita ovat kollimaattori, ilmaisinkide, valomonistin, vahvistin, pulssinkorkeusanalysointilaite, korjauselektronikka sekä näyttömonitori. Ilmaisinkide on natriumjodidilevy ja näitä detektoreita voi olla laitteistosta riippuen yhdestä neljään. Yhdellä gammakameralla saadaan tasokuvaus potilaasta yhdestä suunnasta. Mikäli gammakameroita käytetään tutkimuksen toteuttamiseksi useampia, on kyseessä SPECT-kuvantamistekniikka, jossa gammakamerat kiertävät tutkimuskohdetta kuvaten sitä samalla. Syntyvä kuva on tällöin kolmiulotteinen. (Korpela 2004, 220, 236; Saleh 2011, 157.)

Kuvassa 1 on esitetty SPECT-TT-kuvauslaitteisto, jossa on kaksi gammakameraa ja renkaanmuotoinen tietokonetomografialaitteisto. Potilas makaa tutkimuspöydällä joka siirretään niin, että kuvattava kohde on gammakameroiden keskikohdassa. Potilaasta tulevat fotonit osuvat ensimmäisenä kollimaattoriin, joka on yleensä lyijyä. Kollimaattorista etenemään päässeet fotonit osuvat ilmaisinkiteeseen, jossa muodostuu valontuikahdus, jonka valomonistinputket muuttavat elektroniseksi signaaliksi. Monien vaiheiden kautta johon liittyy fotonien energian identifioiminen ja tuikahduspaikan selvittäminen, saadaan potilaasta ja radiolääkkeen kertymästä näkyvä kuva näyttöruudulle. (Ahonen, Savolainen & Bergström 2003, 42; Korpela 2004, 236.)



KUVA 1. SPECT-TT-kuvauslaitteisto (Praefcke 2013).

Potilaassa oleva gammasäteilylähde säteilee joka suuntaan pallon muotoisesti, niitä seuraamalla ei suoraan päästä säteilylähteeseen. Gammakamerassa olevalla kollimaattorilla voidaan rajata ilmaisinkiteeseen pääsevät fotonit niiden suunnan mukaisesti. Kollimaattori on lyijylevy, jossa on ryhmä reikiä ja niiden väliseiniä. Reikien ja väliseinien geometria riippuu kollimaattorityypistä ja sen tehtävästä. Suurin osa potilaasta lähtevät gammasäteily ei pääse kollimaattorin reikien läpi, koska suurin osa säteilystä ei kulje kollimaattorin reikien suuntaisesti. Suurinpiirtein 1 foton 100 000:sta pääsee detektorille asti. Tähän vaikuttaa kollimaattorin paksuus, reiän paksuus, väliseinän paksuus, mutta myös säteilylähteen etäisyys kollimaattorista. (Saleh 2011, 158, 159.)

Kollimaattoreita on erityyppisiä erilaisiin tarkoituksiin. Yleisimmät kollimaattorityypit ovat yhdensuuntainen, konvergoiva, divergoiva ja pinhole-kollimaattorit. Yhdensuuntaisessa kollimaattorissa reiät ja väliseinät ovat yhdensuuntaisesti toisiinsa nähden. Tämän kollimaattorityypin avulla tuotettu kuva on 1:1 eli se ei suurennakaan eikä pienennäkään kohdetta. Yleisimmät yhdensuuntaiset kollimaattorityypit ovat low-energy all-purpose (LEAP) tai low-energy general-purpose (LEGP), low-energy high resolution (LEHR), low-energy high-sensitivity (LEHS) ja medium- and high-energy (ME ja HE) kollimaattorit. Divergoivassa kollimaattorissa reiät ovat hieman viistosti kollimaattorin keskelle, joten sillä voidaan kuvata isompiakin elimiä kuin gammakameran koko antaisi kuvata yhdensuuntaisella kollimaattorilla. Konvergoivia kollimaattoreita ovat cone beam ja fanbeam-kollimaattorit. Conebeam-kollimaattorissa on yksi mielenkiintopiste kollimaattorin keskellä, johon reiät suuntautuvat. Fanbeam-kollimaattorissa mielenkiintopisteitä on useampia ja ne on sijoitettu kollimaattorin keskilinjaa kulkien. Pinhole-kollimaattorilla voidaan suurentaa pieniä kohteita. (Saleh 2011, 160, 161.)

Gammakameralla voidaan toteuttaa staattisia, dynaamisia ja tahdistettuja kuvauksia. Staattinen gammakuvaus tarkoittaa potilaan kuvausta pitkähkö aika yhdestä kohteesta. Tällöin mitataan potilaan kehoon kerääntyneen merkkiaineen pulsseja joko paikoillaan olevalla tai potilaan yli liikkuvalla gammakameralla. Staattisia gammakuvauksia ovat mm. keuhkojen perfuusio ja luuston gammakuvaus. Dynaaminen gammakuvaus tarkoittaa merkkiaineen jakauman seuranta ajallisesti muuttuvana kuvasarjana. Dynaamisella kuvauksella saadaan aikaan ns. gammaelokuva, joka soveltuu esim. munuaisten dynaamiseen gammakuvaukseen sekä sydämen oikovirtaustutkimukseen. EKG tahdistettu gammakuvaus tarkoittaa sydämen gammakuvausta, jossa merkkiaineen pulsseja kerätään sydämen lyönnin eri vaiheissa useista sadoista lyönneistä ja niistä muodostetaan keskiarvotetusti yhden sykkeen pituinen elokuva. Tätä tutkimusmenetelmää käytetään mm. sydänlihasperfuusion gammakuvauksessa. (Ahonen, Savolainen & Bergström 2003, 40, 45, 46.)

1.2 PET-kamera

PET-kameralla tutkitaan onkologian ja neurologian erikoisalojen sairauksia, joita ovat mm. Alzheimerin tauti, Parkinsonin tauti, syövän etäpesäkkeet, epilepsia ja tulehdukset. PET-kameralla kuvataan gammakameran tavoin potilaaseen ruiskutetun radiolääkkeen jakautumista potilaan kehossa, käytetyt radiolääkkeet eroavat kuitenkin toisistaan. (Rinne, Oikonen, Teräs & Hietala 2003, 82; Cook 2005, 350–360; KYS 2013b.)

PET-kameroilla voidaan kuvata staattisia, kolmiulotteisia ja tahdistettuja kuvia. PET-kamera on renkaan muotoinen (kuva 2) ja se sisältää useita ilmaisimia sekä yleensä myös TT-kuvauslaitteiston. PET-kamerassa on myös ilmaisinkiteet sekä valomonistinputkia, mutta gammakamerasta poiketen siinä ei ole kollimaattoria. Mikäli laitteen detektorit havaitsevat oikeassa energiaikkunassa tapahtuneen positroniannihilaation detektorirenkaan vastakkaisilla puolilla, tapahtuma talletetaan sinogrammitaulukoihin. Sinogrammitaulukot ovat eri suuntien säteilyintensiteettiprofiileja, joka siis tarkoittaa potilaasta kerättyä raakadataa kaksiulotteisena. Joukko sinogrammeja muodostavat kokonaisuuden, jolla saadaan aikaan dynaaminen kuvasarja, tätä käytetäänkin sydämen kuvantamisessa. (Ahonen, Savolainen & Bergström 2003, 49; Korpela 2004, 236; Saha 2004, 42, 43; Pryma 2014, 56–58.)

PET-kuvauksessa tarvitaan kuvanmuodotukseen kuvan rekonstruktio. Tavallisimmat rekonstruktio menetelmät ovat suodatettu takaisinprojektio ja iteratiivinen rekonstruktio. Kuvanmuokkauksessa käytetään myös erilaisia suodattimia. PET-kuvauslaitteeseen liitetään usein tietokonetomografiakuvantamislaitte, jonka avulla saadaan myös tarkka anatominen kuva potilaasta ja siten radiolääkkeen kertymän paikantaminen on tarkempaa ja helpompaa. (Khalil 2011, 201; Pryma 2014, 63–64.)



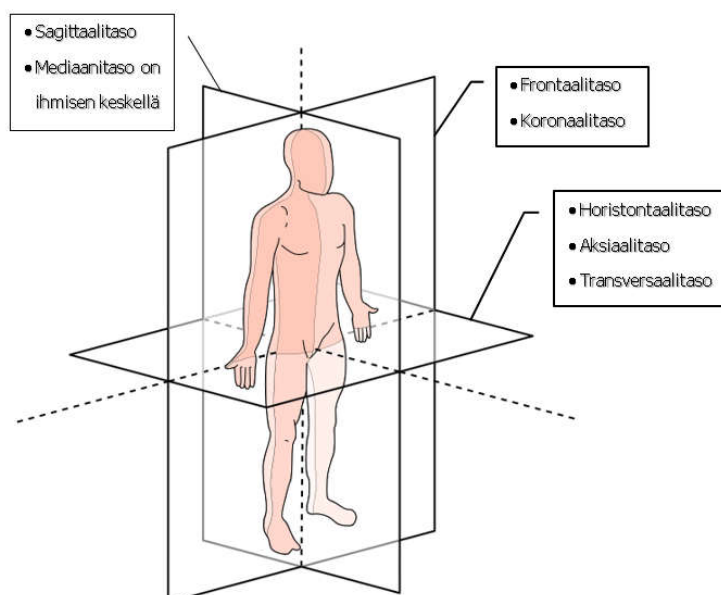
KUVA 2. PET-TT kuvauslaitteisto (Praefcke 2013).

1.3 Isotooppikuva

Gamma- ja PET-kameroilla saatavat isotooppikuvat, jotka sisältävät radiolääkkeen jakauman ja mahdollisen tietokonetomografiakuvan, ovat digitaalisia kuvia. Digitaalinen kuva koostuu pikseleistä (kaksiulotteinen kuva-alkio) tai vokseleista (kolmiulotteinen kuva-alkio). Pikselit muodostuvat riveistä ja sarakkeista, kun taas vokselit sisältävät näiden lisäksi myös syvyysominaisuuden. Digitaalisen kuvan rivejä ja sarakkeita kutsutaan matriisiksi. Rivien ja sarakkeiden määrä kertoo kuvan resoluution, joka lääketieteellisissä kuvissa voi olla esimerkiksi 512 x 512, 1024 x 1024 tai 2048 x 2048. Isotooppikuvat ovat yleensä kooltaan 256 x 256, niitä on yleensä yhdessä tutkimuksessa 30–60 kappaletta ja tutkimuksen koko 3,75–7,5 Mb. Tyypillisesti isotooppikuva näytetään värisävyissä ja kuvaan voidaan fuusoida harmaasävyinen tietokonetomografiakuva. Lääketieteelliset kuvantamislaitteet tuottavat digitaalisia kuvia, joissa on 65 536 harmaasävyä (16-bit), mutta ihmissilmä näkee ainoastaan 256 harmaasävyä (8-bit). Harmaasävyjä voidaan digitaalisessa kuvassa muokata ikkunoimalla. (Dreyer & Mannudeep 2006, 184, 185; Saha 2004, 74; Pianykh 2008, 4; Gutiérrez-Martínez, Núñez-Gaona, Aguirre-Meneses & Delgado-Esquerra 2012.)

Ihmisen aivot ovat sopeutuneet erittäin hyvin kuvainformaation käsittelyyn. Mitä enemmän kuva muistuttaa ihmisen anatomiaa, sitä helpompi kuvan tulkitsijan on sitä käyttää hyödyksi. Normaalin ja epänormaalin anatomian tai fysiologian tunnistaminen on diagnostiikan peruslähtökohta. Oikean diagnoosin tekemistä varten tulkitsijalla tulee olla käytössään tarpeeksi hyvä kuva ja se voidaan saavuttaa helpommin digitaalisen kuvankäsittelyn avulla. Kuvan tulkintaa varten tulee olla siihen soveltuva tarpeeksi laadukas monitori. (Badano 2004; Dreyer & Mannudeep 2006, 184.)

Isotooppikuvia tarkastellaan eri anatomisista suunnista riippuen tutkimuksen toteuttamistavasta ja tehdystä rekonstruktioista. Yleensä isotooppikuvat on rekonstruoitu ihmisen anatomisten tasojen mukaisesti, joita ovat (kuva 3) aksiaali- (ylä–ala-suuntainen), koronaali- (etu–taka-suuntainen) ja sagittaalisuunnat (vasen–oikea-suuntainen).



KUVA 3. Ihmisen anatomiset tasot (CFCF 2014). Kuvaan on lisätty suomenkieliset anatomisten suuntien nimet.

1.4 Radiolääkkeet

Isotooppitutkimuksissa käytettävissä radiolääkkeissä on käytössä monia eri säteilylähteitä. Näitä radioaktiivisia radionuklideja tuotetaan reaktoreissa, syklotroneissa ja generaattoreissa. Radiolääkkeessä on kaksi osaa, radionuklidi ja radiolääkeaine eli merkkiaine. Merkkiaine valitaan sen mukaan, mitä elintä on tarkoitus tutkia ja mihin se kerääntyy. Valinnan jälkeen radiolääkeaine leimataan radioaktiivisella radionuklidilla ja radiolääke ruiskutetaan potilaaseen suonensisäisesti. Yleisimpiä radionuklideja gammakameralla kuvattaessa ovat Technetium^{99m} ja Jodi¹²³. PET-kuvantamisessa yleisin käytetty radiolääke on Fluori¹⁸. Radiolääkkeistä 95% käytetään sairauksien diagnosoimiseen ja loput sairauksien hoitoon (Korpela 2004, 232–233; Saleh 2011, 25, 66).

Tutkimukseen käytettävän radiolääkkeen valinta riippuu käyttötarkoituksesta. Tarkoituksena on saada havaittavia fotoneja mahdollisimman vähällä biologisella haitalla kohde-elimessä. Hyvältä radiolääkkeeltä vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia. Radionuklidin lyhyt puoliintumisaika on tärkeä säteilyannoksen vähentämiseksi kohde-elimessä ja ympäröivässä kudoksessa. Se myös vähentää muiden henkilöiden kuten työntekijöiden ja perheenjäsenten saamaa säteilyannosta. Liian lyhyt puoliintumisaika kuitenkin vaatii nopeaa toimintaa ja nopeita kuvauslaitteita sekä se voi heikentää kuvanlaatua. Diagnostisissa kuvantamisissa käytetään yleensä gammasäteilevää lähdettä, jonka energia on väliltä 30-300 keV. Tärkeää on myös radiolääkkeen kohdehakuisuus tutkittavaan kohde-elimeen, jotta erotuskyky ympäröivään kudokseen olisi mahdollisimman hyvä. Hyvä radiolääke hakeutuu tutkittavaan kohde-elimeen nopeasti, jotta potilaan ei tarvitse odottaa tutkimusta kovin pitkään. Radiolääkkeen poistumisreitti vaikuttaa potilaan saamaan kokonaissäteilyannokseen. Yleisin poistumisreitti on munuaisten kautta virtsan mukana ja se on myös nopein reitti, kun taas ruoansulatuskanavan kautta poistuminen on hitaampaa ja aiheuttaa suuremman kokonaissäteilyannoksen. (Saleh 2011, 26–27.)

Syklotroneissa tuotetaan monet lääketieteellisessä kuvantamisessa käytetyt radionuklidit, erityisesti niitä joilla on lyhyt puoliintumisaika. Syklotroneissa periaate on kiihdyttää varattuja hiukkasia kuten protoneja spiraalinmuotoisessa metallisylinterissä. Ionit lähtevät liikkeelle syklotronin keskeltä ja kulkevat spiraalinmuotoisesti. Vaihtuvan magneetinkentän ansioista protonit saavuttavat suuren nopeuden ja poistuvat lopulta syklotronista kohteen pommitusta varten. Esimerkiksi Indiumi¹¹¹ tuotetaan säteilyttämällä Kadmium¹¹¹ 12 MeV protoneilla. (Saleh 2011, 28–29.)

Generaattorilla tuotettavat isotoopit ovat lyhytikäisiä tytärnuklideja, jotka ovat pitkäikäisten emonuklidien hajoamistuotteita. Yleisin radionuklidigeneraattori on Technetiumgeneraattori. Technetium^{99m} tuotetaan generaattorissa Molybdeeni⁹⁹:stä fissionhajoamisella. Molybdeenin puoliintumisaika on 66 tuntia ja Technetiumin 6 tuntia. Technetiumin energiasta 90% on 140 keV gammasäteilyä. Technetiumgeneraattorin käytöllä on monia hyviä puolia, koska se on edullinen ja helppokäyttöinen, sen tuotos on steriili ja pyrogeeniton eli kuumetta aiheuttamaton sekä sen tuottamalla radiolääkkeellä on ideaali puoliintumisaika sekä optimaalinen energia. Technetiumgeneraattorissa alumiinipylväaseen on imeytetty molybdeeniä. Pylväs huuhdellaan isotonisella suolaliuoksella, jotta kaikki epätoivottu aktiivisuus poistuu. Technetium eluoidaan eli

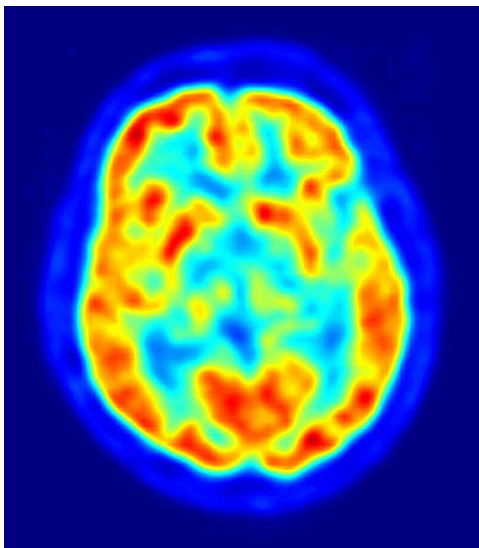
uutetaan Mo^{99} hajoamisesta 0,9% suolaliuksella natriumperteknetaattina. Eluoinnin jälkeen Technetiumin aktiivisuus alkaa taas kasvaa tasapainotilaan. Generaattori on suojattu lyijyvaipalla. (Saleh 2011, 29–31.) Suomessa vuonna 2012 tehdyissä isotooppitutkimuksissa Technetium^{99m}:llä leimattuja radiolääkkeitä käytettiin 75,2 %:ssa tutkimuksista (Kajaluoto 2014, 9).

PET kuvauksessa käytetään eri radionuklideja kuin gammakameralla kuvantaessa. Tässä radionuklidit hajoavat emittoimalla positroneja, jotka yhdistyvät aineen elektroniin, jolloin molemmat hiukkaset häviävät ja emittoitu kaksi 511 keV:in gammakvanttia vastakkaisiin suuntiin. Kaikki positronisäteilijät ovat tuotettu syklotronilla. Yleisimmät PET kuvauksessa käytettävät radionuklidit ovat Hiili¹¹, Typpi¹³, Happi¹⁵ ja Fluori¹⁸. Eniten käytetty positroniemitteri on Fluori¹⁸, jonka puoliintumisaika on 110 minuuttia. Se sopii monenlaisiin tutkimuksiin, mutta se ei sovi hitaan kertymän kasvaimiin. Tällöin käytetään pidemmän puoliintumisajan nuklideja kuten Jodi¹²⁴sta, joka pidemmän puoliintumisajan johdosta nostaa kuitenkin säteilyannosta suuremmaksi. Erittäin lyhyen puoliintumisajan nuklideja käytetään verenkierroon tutkimuksissa. Näitä ovat Happi¹⁵ (puoliintumisaika on 2 minuuttia) ja Typpi¹³ (puoliintumisaika on 10 minuuttia). Fluori¹⁸ voidaan leimata 2-fluori-2-deoksiglukoosilla (FDG). Leimauksen ansiosta Fluori¹⁸ kerääntyy nopean glukoosimetabolian kohteisiin kuten aivoihin ja syöpäkudoksiin. Hiili¹¹, Typpi¹³ ja Happi¹⁵ nuklideja ei kannata leimata, koska leimaaminen ei muuta niiden rakennetta tai biologista käyttäytymistä. (Korpela 2004, 232–233, 225; Saleh 2011, 65–66.)

1.5 Isotooppitutkimukset

Aivojen PET-kuvauksen tutkimuskohteita ovat epilepsia, muistihäiriöt ja dementia, liikehäiriöt, iskeemiset eli hapenpuutteesta johtuvat aivosairaudet, aivokasvaimet ja psykiatriset häiriöt. Tällä tutkimusmenetelmällä voidaan havaita aivojen aineenvaihdunnan muutoksia ennen rakenteellisia muutoksia. (Rinne, Oikonen, Teräs & Hietala 2003, 82.) Tutkimuksessa käytetään radiolääkkeenä Fluori¹⁸ leimattuna FDG:lla (2-fluori-2-deoksiglukoosi). Se kerääntyy aivoissa yleensä aivokuoreen, tyvitumakkeisiin, talamukseen, pikkuaivoihin ja aivorunkoon. Kuvantaminen tapahtuu PET-kameralla ja samalla toteutetaan myös kohteen tietokonetomografiakuvaus (myöhemmin TT-kuvaus). (KYS 2013a.)

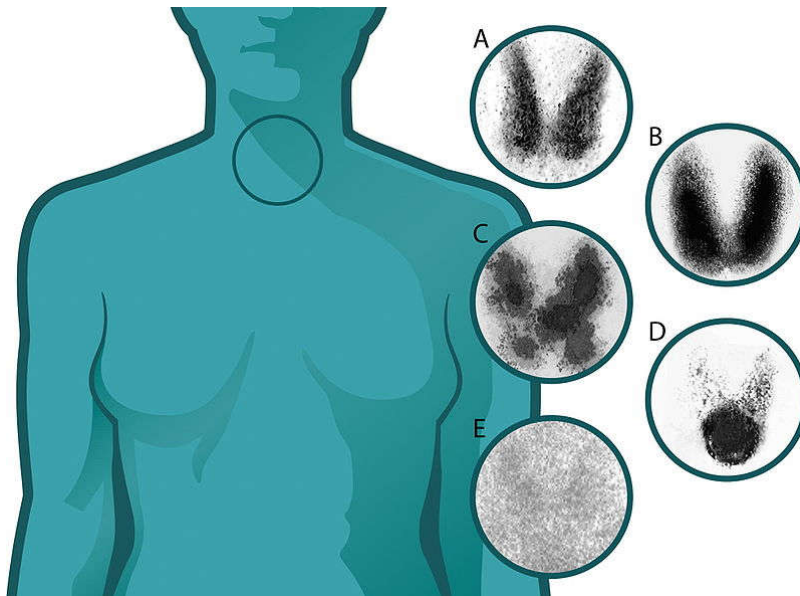
Kuvassa 4 näkyvät potilaan aivot kuvattuna Fluori¹⁸-FDG:n injektoinnin jälkeen. Isotooppikuvassa näkyy potilaan aivot aksiaalisuunnasta eli ylhäältä alaspäin kuvattuna ja radiolääkettä kertyy eniten punaisille alueille ja vähiten sinisille alueille. Alzheimerin taudissa PET-tutkimuksella voidaan visuaalisesti havaita glukoosinkulutuksen heikentyneen muistin ja oppimisen kannalta tärkeissä aivoalueissa kuten päälaenlohkoissa, otsalohkoissa ja ohimolohkoissa. Muissa demensiasairauksissa muutokset ovat erilaisia ja siksi tämä tutkimusmenetelmä sopii erityisesti Alzheimerin taudin toteamiseksi. (Rinne, Oikonen, Teräs & Hietala 2003, 83, 84.)



KUVA 4. Aivojen PET (Maus 2010).

Kilpirauhasen gammakuvausta käytetään kilpirauhasen toiminnan arviointiin sekä kasvaimen tai tulehduksen selvittämiseen. Kilpirauhasen gammakuvauksessa radiolääkkeenä käytetään Technetium^{99m}-perteknetaattia, Jodi¹²³ tai Jodi¹³¹. Yleensä tutkimuksissa käytetään Technetium^{99m}, mutta Jodi¹²³:sta käytetään esimerkiksi kilpirauhassyövän metastaasien eli etäpesäkkeiden arvioimiseen. Kuvaus suoritetaan gammakameralla staattisena kuvauksena. Normaali kertymä kilpirauhasessa on tasainen sekä kilpirauhasen koko ja muoto vastaavat normaalia kuten kuvassa 5 tapauksessa A. Kilpirauhasmetastaasit voivat myös syöpätyypistä riippuen kerätä jodia ja metastaasit voidaan havaita. (Liewendahl & Välimäki 2003, 128–129; Martin, Sandler ja Gross 2005, 248–249; KYS 2011; KYS 2016a.)

Kuvassa 5 on kuvattu kilpirauhasta Technetium^{99m} radiolääkkeellä, jossa kuvaustuloksina A on normaali kilpirauhasen kertymä, B normaalia suurempi kertymä eli Basedownin tauti, C toksinen multinodulaarinen struuma, D toksinen adenooma ja E tyreodiitti eli kilpirauhasen tulehdus. (Perros 2005.)

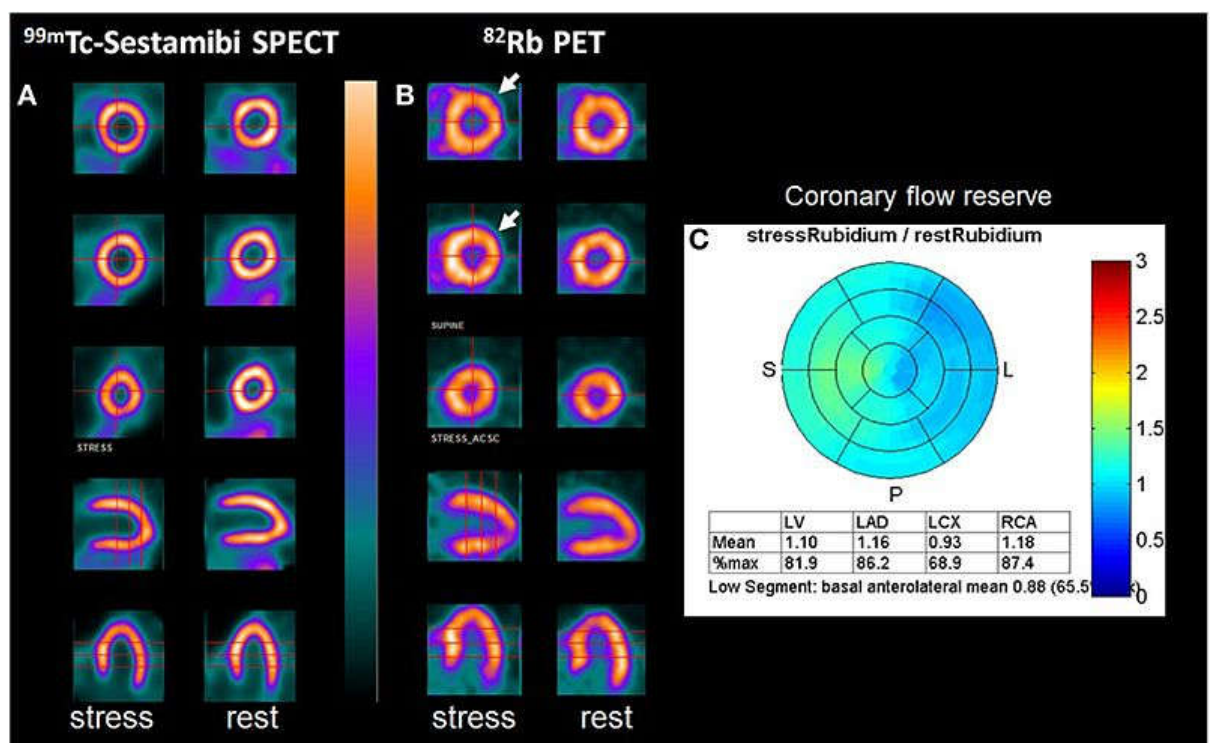


KUVA 5. Kilpirauhasen gammakuvaus (Perros 2005).

Sydänlihasperfuusion gammakuvaus on yleisin sydämen isotooppitutkimus, jota käytetään sepelvaltimotaudin diagnostiikassa. Tutkimuksessa käytetään Technetium^{99m}:llä leimattua tetrofosmiinia tai Tallium²⁰¹sta. Kuvaus tehdään gammakameroilla SPECT-teknikalla ja lisäksi toteutetaan TT-kuvaus. Se suoritetaan kahdessa osassa joko samana päivänä tai kahtena peräkkäisenä päivänä rasituksessa sekä levossa. Tutkimuksella etsitään iskeemisiä muutoksia sydämessä eli minne osaan sydämessä radiolääkettä ei kerry. Mikäli radiolääkettä ei kerry johonkin osaan sydäntä, on sepelvaltimossa tukos. Rasituskuvauksen tarkoitus on paljastaa sellaiset alueet sydämessä, johon radiolääke kertyy levossa mutta ei rasituksessa. (Rautio & Vanninen 2003, 395–396; Metcalfe 2005, 167–168; Sinisalo & Virtanen 2005; KYS 2013c.)

Radiolääkkeen kertyminen esitetään visuaalisin kuvin, joista nähdään sydämen eri alueet ja niiden verenkierron tila. Lausunto perustuu kuvien visuaaliseen tulkintaan sekä laskennallisiin tuloksiin kuten ejektiofraktioon, joka tarkoittaa sydämen iskutilavuuden osuutta lepotilavuudesta. Iskutilavuus tarkoittaa sydämen yhdellä supistuksella pumppaamaa verimäärää. Normaali ejektiofraktion on 50 – 70 %. Normaalisti sydämen perfuusio on tasaista sekä levossa että kuormituksessa. Iskemian eli hapenpuutteen laajuutta sydämessä voidaan arvioida prosentteina tai erilaisina indekseillä. (Sinisalo & Virtanen 2005; KYS 2013c; Kettunen 2014.)

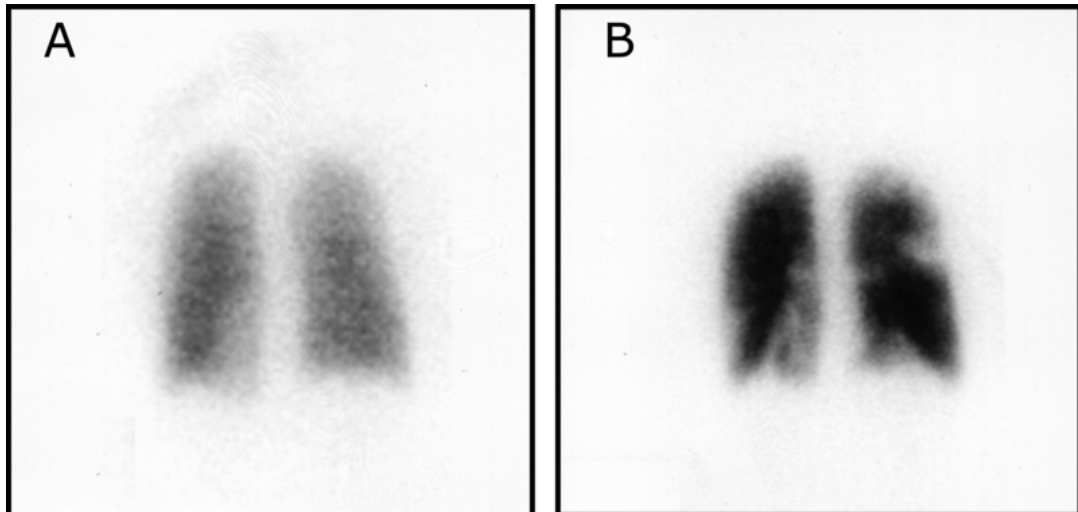
Sydänlihasperfuusion gammakuvauksesta (kuva 6) saadaan erilaisia isotooppikuvia sydäimestä eri suuntien leikkeistä koostettuna. Kuvassa on sydämen stressi- ja lepokuvauksien visuaaliset tulokset. Kuvauksessa on käytetty sestamibi leimattuna Technetium^{99m}:lla ja verrattu sitä Rb⁸² PET-kuvantamiseen. Sydänlihasperfuusion voi toteuttaa myös PET-menetelmällä, mutta se on harvinaisempi kustannus- ja saatavuussyistä (Saraste & Knuuti 2012).



KUVA 6. Sydänlihasperfuusion gammakuvaus (Chatal 2005).

Keuhkoperfuusiokuvauksessa tutkitaan keuhkojen verenkiertoa esim. keuhkoemboliaepäilyssä. Tutkimuksessa käytetään Technetium^{99m}:llä leimattuja proteiineja suonensisäisesti annettuna. Keuhkoperfuusiokuvauksen lisäksi voidaan tehdä myös keuhkoventilaatiotutkimus, jolla on tarkoitus mitata keuhkojen tuuletusta. Keuhkoventilaatiokuvauksessa potilas hengittää kaasua tai aerosolia, joka on yleisimminkin ovat Krypton^{81m} tai Xenon¹³³. Kuvaus suoritetaan tilanteen mukaan gamma- ja/tai SPECT-kuvauksena sekä lisäksi voidaan toteuttaa TT-kuvaus. Normaalisti keuhkojen perfuusio ja ventilaatio jakautuvat tasaisesti. (Gray 2005, 181–182, KYS 2013d.)

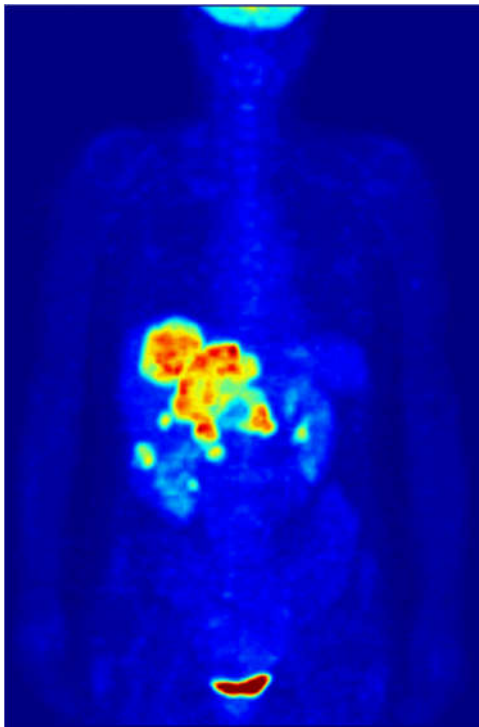
Kuvassa 7 ovat isotooppikuvat keuhkoventilaation (A) ja keuhkoperfuusion (B) gammakuvausta. Keuhkoventilaation gammakuvaus on suoritettu Xenon¹³³-kaasulla. Keuhkoperfuusion gammakuvaus on tehty Technetium^{99m} leimattuja proteiineja käyttämällä. Potilaalla on näkyvissä puutosalueet oikean ylälohkun yläosassa, oikean ylälohkun etuosassa, oikean alalohkon yläosassa, oikean alalohkon takaosassa, vasemman alalohkon etukeskiosassa ja vasemman alalohkon sivuosassa. (Westgate & FitzGerald 2005.)



KUVA 7. Keuhkojen ventilaation- ja perfuusion gammakuvaus (Westgate & FitzGerald 2005).

Kokokehon PET-tutkimusta voidaan käyttää onkologiassa eri syöpien diagnosoimiseen, infektioiden kuvantamiseen, kardiologiassa ja neurologiassa esim. epilepsian ja parkinsonin taudin diagnosoimiseen. (Cook 2005, 350–360.) Kuvaus suoritetaan PET-kameralla ja lisäksi tehdään TT-kuvaus. Radiolääkkeenä tutkimuksessa käytetään 2-[18F]fluori-2-deoksi-D-glukoosia (FDG), joka kerääntyy paaston aikana pahanlaatuisiin kasvaimiin sekä infektioihin ja inflammatioihin. FDG kertyy normaalisti tiettyihin fysiologisille alueille, joita ovat esimerkiksi aivot sekä munuaiset ja virtsatie. Lisääntynyt metabolinen aktiivisuus muilla alueilla viittaavat sairauteen. (KYS 2016c.)

Kuvassa 8 potilaalle on annettu F^{18} -FDG radiolääkettä ja se on kerääntynyt eri puolille kehoa. Radiolääkkeen kertymä näkyy kuvassa kirkkaan punaisena. Normaalin kertymän paikkoina näkyvät sydän, virtsarakko, munuaiset ja aivot, mutta maksassa näkyy runsaasti suolistosyövän metastaaseja. (Maus 2006.)

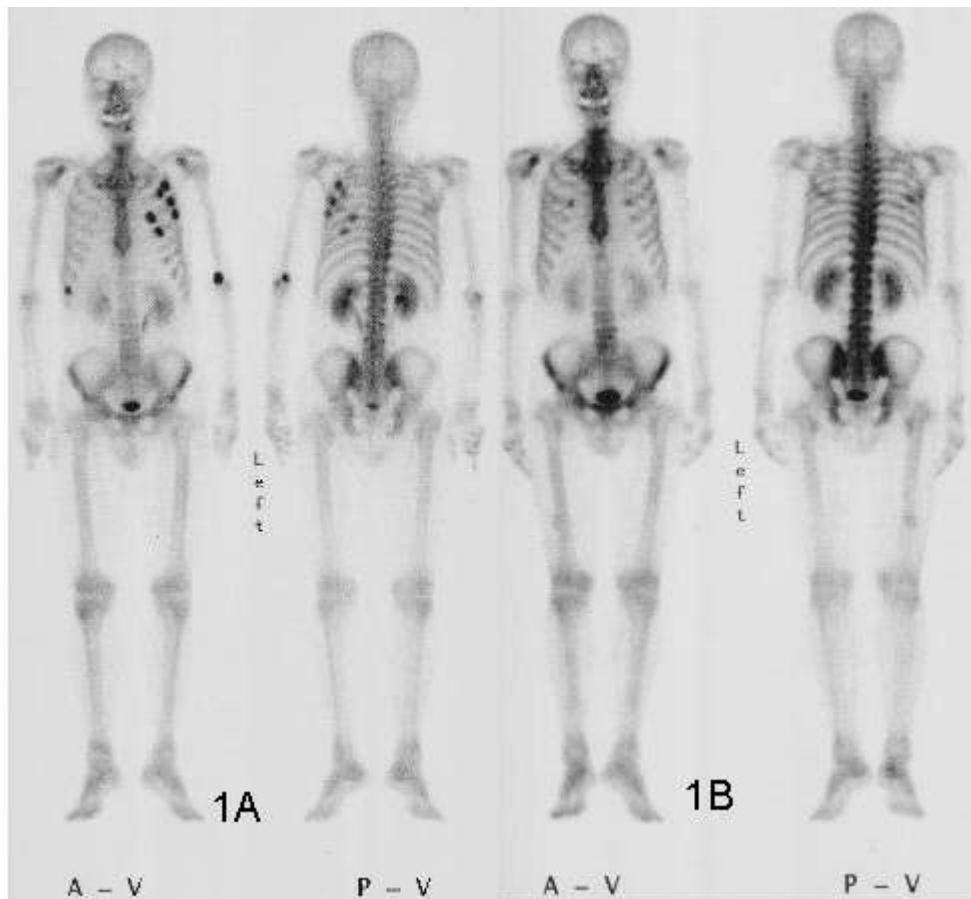


KUVA 8. Kokokehon PET (Maus 2006).

Yleisin isotooppitutkimus on luuston gammakuvaus ja sitä käytetään erilaisten luustomuutosten tutkimiseen. Tällaisia luustomuutoksia voi olla esimerkiksi luustometastaasit, kasvaimet, tulehdukset, kulumat jne. Luuston sairauksiin liittyy usein verenkierron ja aineenvaihdunnan lisääntyminen. Tällöin Technetium^{99m}:llä leimatut luuhun kertyvät aineet kuten fosfonaatit ja fosfaatit kerääntyvät patologiisiin paikkoihin luustossa. (Korpela 2004, 238.)

Kuvaus toteutetaan staattisena tasokuvauksena (kuva 9). Lisäksi voidaan kuvata rakenteellisesti tarkempi lisäkuvaus, jossa SPECT-tekniikalla useampi gammakamera kuvaa kolmiulotteisen kuvan. Sairauteen viittaava löydös näkyy visuaalisesti isotooppikuvassa kohdealueen isompana kertymänä verrattuna viereiseen tai vastakkaiseen, terveenä pidettyyn luuhun, kuten kuvassa 9 radiolääkkeen epänormaaleja kertymiä kylkiluissa (KYS 2013e). Radiolääkkeen kertymä kehossa on epätasaista, mutta normaali kertymä on symmetristä kehon molemmilla puolilla (Lantto 2003, 528).

Kuvassa 9 on kuvattu luuston gammakuvaus ja potilaalla on useita suolistosyövän metastaaseja kylkiluissa. Normaali kertymä visualisoituu koko luuston alueella sekä munuaisissa ja virtsarakossa. (Mado, Ishii, Mazaki, Ushio, Masuda & Takayama 2009.)



KUVA 9. Luuston gammakuvaus (Mado, Ishii, Mazaki, Ushio, Masuda & Takayama 2009).

Aivoreseptoreiden gammakuvausta käytetään Parkinsonin taudin ja muiden neuropsykiatristen sairauksien diagnosoimiseen. Tutkimuksessa käytetään Jodi¹²³ leimattuna eri merkkiaineilla riippuen tutkimuksen syystä. Lausunto pohjautuu visuaaliseen arvioon kuvatuista tyvitumakkeista. Kuvaus suoritetaan SPECT-tekniikalla. (KYS 2013b.) Esimerkiksi Parkinsonin tautia sairastavalla merkkiainekertymä on tyvitumakkaiden alueella alentunut (Ahonen, Launes, Bergstöm & Nikkinen 2003, 76).

Sydämen pumpputoiminnan gammakuvausta käytetään vasemman ja/tai oikean kammion systolisen ja diastolisen toiminnan mittaamiseksi monissa sydänsairauksissa kuten sydämen vajaatoiminnassa. Radiolääkkeenä käytetään Technetium^{99m} leimattuja potilaan omia punasoluja ja kuvaus toteutetaan gammakameroilla SPECT-tekniikalla. Tutkimuksessa sydämen veritilavuuden muutoksia kuvataan suuresta joukosta sydämenlyönnejä jotka sitten keskiarvoistetaan yhdeksi analysoitavaksi toimintasykliksi. Tulos analysoidaan silmämääräisesti sekä ejektiofraktion avulla, joka tarkoittaa sydämen iskuilavuuden osuutta lepotilavuudesta. Iskuilavuus tarkoittaa sydämen yhdellä supistuksella pumppaamaa verimäärä. Normaali ejektiofraktion on 50 – 70 %. (Rautio & Vanninen 2003, 401, 403; Kettunen 2014; KYS 2016b.)

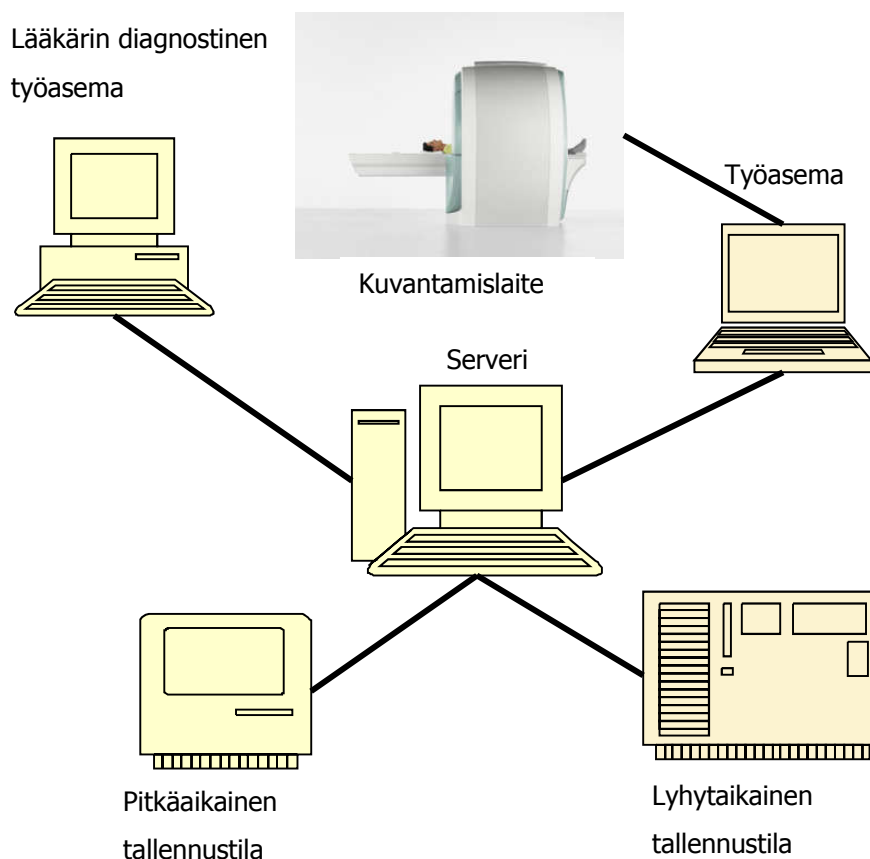
Vartijaimusolmukkeen gammakuvausta käytetään vartijaimusolmukkeiden paikallistamiseksi esimerkiksi rintasyövässä, melanoomassa ja vulvasyövässä. Paikantamalla ja poistamalla imusolmuke voidaan imusolmukkeesta tutkia syövän levinneisyyttä imusolmukkeisiin laajemmin. Radiolääkkeenä käytetään Technetium^{99m} leimattuja proteiinipartikkeleita, jotka ruiskutetaan ihon alle suoraan haluttuun kohdealueeseen yleensä kasvaimen kohdalle. Kuvaus toteutetaan staattisena tasokuvauksena gammakameralla ja lääkärin harkinnan mukaan tehdään SPECT-lisäkuvaus. Kuvauksen perusteella vartijaimusolmukkeet merkitään potilaaseen yleensä leikkauspäivän tai leikkausta edeltävänä päivänä. (KYS 2012.)

2 KUVANTAMISEN TIETOJÄRJESTELMÄT

2.1 PACS-järjestelmä

PACS-järjestelmä (jatkossa PACS) on lääketieteessä kuvatietojen säilytys- ja tiedonsiirtojärjestelmä, jonka avulla isotooppikuvia kuvataan, tarkastellaan, muokataan ja säilytetään. PACSiin kuuluu vähintään kuvanäyttö sekä tiedon hallinta- ja arkistointitietokoneet sekä kuvien kuvantamislaitteisto, esimerkiksi gammakamerat, SPECT- ja PET-kamera. Kuvat siirtyvät eri laitteiden välillä tietoverkon kautta. (Liu & Wang 2011, 6; Samei ym. 2004.)

Kuvassa 10 kuvattu pieni PACS, johon kuuluu kuvantamislaitte, työasema, serveri, lääkärin diagnostinen työasema sekä lyhyt- ja pitkäaikaiset tallennustilat. Kuvantamislaitte lähettää isotooppikuvan hoitajan työasemalle, josta se serverin kautta lähetetään lyhyt- ja pitkäaikaisiin muisteihin. Lääkäri saa diagnostiselle työasemalle tehdyt isotooppitutkimukset serverin kautta lyhyt- tai pitkäaikaisesta muistista.



KUVA 10. Esimerkki PACS-laitekokonaisuudesta (Heikkinen 2016).

PACSin kehitys lähti liikkeelle tietokoneiden kehittymisen myötä. Ennen 1960-lukua ainoa lääketieteellinen kuvantamismenetelmä oli natiiviröntgentutkimus. Ultraääni- ja isotooppitutkimukset tulivat lääketieteellisiksi kuvantamismenetelmiksi 1960- ja 1970-luvuilla, tietokonetomografiatutkimus 1970-luvulla ja magneettitutkimus 1980-luvulla. Kaksi viimeisintä kuvantamistapaa ovat alusta asti olleet täysin digitaalisia. 1980- ja 1990-luvuilla muutkin radiologiset tutkimusmenetelmät alkoivat muuttua digitaalisiksi. Yksi ensimmäisiä PACS kokeiluja tehtiin Yhdysvalloissa 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa Yhdysvaltojen armeijan teleradiologian ja PACS tutkimusprojektin puitteissa. Samaan aikaan myös Euroopassa ja Aasiassa kehiteltiin omia PACS versioita. DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) -standardin kansainvälinen hyväksyminen johti lopulta PACSin käytön kasvuun 1990-luvun lopussa. PACSin kehitystä nykyaikaiseen muotoon edesauttoi myös monet muut seikat kuten tietoverkkojen nopeutuminen, edulliset tallennustilat, työasemat, serverit ja monitorit sekä saatavilla olevat tietotekniikka-alan asiantuntijat. (Liu & Wang 2011, 1–4.)

PACSit vaihtelevat kooltaan riippuen käyttäjän tarpeesta. Pienin voi koostua pelkästään muutamasta työasemasta ja arkistointitietokoneesta. Tärkein PACSin ominaisuus on tehokkuus kuvan hankinnassa, katselussa ja tulkinnassa. Kuvia ei tarvitse fyysisesti kehittää, säilyttää ja etsiä tarkastelua varten. PACSin huonot puolet ovat sen korkeat aloituskustannukset sekä huolto- ja atk-työntekijöiden kustannukset. PACS käyttöön tarvitaan myös tietoverkko, joka on suunniteltu runsaaseen verkkoliikenteeseen ja on tarpeeksi nopea työn sujumuuden takia. (Liu & Wang 2011, 6–7.)

PACSiä käytetään erilaisilla työasemilla, joiden ominaisuudet riippuvat käyttötarkoituksesta. Diagnostisella työasemalla erikoislääkäri tekee kuvien perusteella diagnoosin. Tässä työasemassa on yleensä vähintään kaksi lääketieteellisen tason monitoria sekä keskusyksikkö. Työasema on liitetty usein RISiin (Radiology Information System). Kliinisen tarkastelun työasemia on runsaasti, ne on liitetty eri tutkimuslaitteisiin ja niillä on tarkoitus arvioida kuvanlaatu ennen PACSiin lähettämistä. Näissä työasemissa ei ole yhtä laadukkaita monitorit kuin diagnostisissa työasemissa, eikä niiden perusteella tule tehdä diagnoosia. Kuvanmuokkaukseen ja analysointiin on käytössä oma erillinen työasemansa, jolla voidaan tehdä mm. 3D-kuvanmuokkausta ja funktionaalisen magneettikuvauksen analysointia erillisellä kuvanmuokkausohjelmistolla. Kuvanmuokkauksen jälkeen kuvat lähetetään työasemasta suoraan PACSiin. Laadunvarmistus ja -hallintatyöasemalta PACS-ylläpitäjä voi muokata PACSin tietoja, esimerkiksi siirtää kuvat väärältä potilaalta oikean potilaan tietoihin. (Liu & Wang 2011, 15–17, 29.)

Jotta PACSiä voidaan käyttää tietokoneessa, tulee siihen olla asennettuna käyttöjärjestelmä ja tarvittavat ohjelmistosovellukset. Käyttöjärjestelmällä saadaan käyttöön tietokoneen resurssit, ilman sitä tietokonetta ei voisi käyttää. Yleisimmät käyttöjärjestelmät ovat Microsoft Windows, UNIX, Macintosh ja Linux. Tietokoneessa voi olla asennettuna yksi tai useampia käyttöjärjestelmiä, mutta yleensä niitä on vain yksi. Tietokoneella tulee myös olla asennettuna sen käytössä tarvittava ohjelmisto ja niiden tulee olla yhteensopivia käyttöjärjestelmän kanssa. Tarvittavia sovelluksia ovat esimerkiksi PACS-, kuvanmuokkaus- ja työlistaohjelmistot sekä rajapinta RISiin. PACS-ohjelmistoja on runsaasti tarjolla eri käyttöjärjestelmiin. (Liu & Wang 2011, 24, 25.)

Serveriltä ohjataan koko PACS:n toimintaa. Se vastaanottaa kuvat eri kuvauslaitteistoista, vastaa tiedonhallinnasta ja RIS:in kanssa kommunikoinnista, lähettää kuvia työasemille pyynnöstä jne. Yleensä isoissa organisaatioissa eri toiminnot on hajautettu useammalle serverille. PACS:n ja RIS:n välissä on joskus yhdystietokone, joka hoitaa niiden välisen tiedonsiirron ja tekee tiedostonmuutoksen DICOM-formaattiin. Tietokantaserverit ovat PACS:n aivot ja niissä on useita tehokkaita prosessoreja ja paljon muistia, jotka toteuttavat kuvien haun ja välittämisen eri tallennustiloista. Tiedon arkistointi tapahtuu erillisiin tietokantoihin. Kuvat talletetaan ensin lyhytaikaiseen muistiin, josta kuvien hakeminen on nopeaa. Tietyn ajan päästä kuvat talletetaan pitkäaikaiseen muistiin, josta kuvien haku on hitaampaa ja tästä on olemassa myös kopioarkisto mikäli ensisijainen pitkäaikainen muisti jostain syystä tuhoutuisi. Joissakin PACS-järjestelmissä on myös ohjelmistot kuvanhankintaa varten sekä laitteisto kuvien tulostamiseen tai polttamiseen CD:lle. Käyttäjälle näkyvin osa PACS:sta on työasemat, joilla kuvia voi hakea ja katsoa. Lääkärit voivat tarkastella kuvia omalta työasemaltaan pitkänkin matkan päästä verkon kautta etäkäyttönä. (Liu & Wang 2011, 6, 11; Samei ym. 2004.)

PACS:n tulee olla luottamuksellinen, eheä, luotettava ja saatavissa. PACS:n tulee säilyttää potilaiden, työntekijöiden ja organisaation tiedot tietoturvan kannalta ehdottoman luotettavasti. Tietojen tulee olla saatavissa vain valtuutetuille henkilöille ja tämä on toteutettu yleensä käyttäjätunnuksella ja salasalla. Eheydellä tarkoitetaan tietojen oikeellisuutta ja kattavuutta. Luotettavuus tarkoittaa järjestelmän toimivuutta. PACS:n saatavuus tulee olla käyttäjälle hyvä. Saatavuuteen liittyy olennaisesti myös, että käyttäjien tulee toimittaa potilastiedot sinne ajoissa sekä tietokoneet ja tietoverkot tulee olla kunnossa sekä tarkoitukseen soveltuvia. (Saha 2004, 77–78.)

PACS:n toimivuuden kannalta tärkeä on sen yhdistävä tietoverkko. Yleisin tähän tarkoitukseen käytettävä tietoverkkotyyppi on Ethernet-lähiverkko. Se yhdistää tietoverkon eri osat yhteen fyysisillä kaapeilla. Verkon perustana on yleensä valokuitukaapeli ja työasemat liitetään verkkoon kierrettyillä parikaapeilla. Verkon sisällä on myös erilaisia kytkimiä ja reitittäjiä. (Liu & Wang 2011, 65, 66, 67).

Tiedon tallennus tapahtuu digitaalisesti riippuen käyttötarkoituksesta. Käytössä olevia tallennusvälineitä ovat mm. magneettinauha, CD-, DVD- ja BluRay-levyt sekä erilaiset kiintolevyt. Magneettinauhaa voidaan käyttää pitkäaikaisena muistina tai toissijaisena varmuuskopiona pitkäaikaiseen muistiin. Tiedonhaku tästä tiedostomuodosta kestää kauemmin kuin esimerkiksi kiintolevytä, joten sitä käytetäänkin lähinnä varmuuskopioissa. DVD- ja BluRay-levyjä voidaan käyttää toissijaisena pitkäaikaisena varmuuskopiona. CD-levyjä käytetään lähinnä tietojen siirtoon eri organisaatioiden välillä tallennuskapasiteetin pienuuden takia. Tietojen tallennukseen on käytettävissä myös erilaisia kiintolevyjä. (Liu & Wang 2011, 97–104.)

2.2 RIS-järjestelmä

RIS on potilasohjausjärjestelmä, jota käytetään radiologian- ja isotooppiäätieteen osastoilla. Sitä käytetään esimerkiksi ajanvaraukseen, laskutukseen, taloushallintoon, raportteihin, työlistana. RIS on usein liitetty HIS:iin (Hospital Information System), joka on laajempi sairaalanlaajuinen potilasohjausjärjestelmä. RIS on tekstipohjainen, eikä se käsittele kuvatiedostoja. Tiedonsiirtoprotokollana se käyttää HL7-standardia. (Pianykh 2009, 302.) RIS tuottaa potilastiedot PACSiin, joten näiden rajapinnat tulee olla hyvin integroituja eli muodostaa yhteinen toimiva kokonaisuus. (Liu & Wang 2011, 30).

HL7 (Health Level 7) standardi on Healthcare Information and Management Systems Society kehittänyt kommunikaatiostandardi lääketieteelliselle tiedolle. Jotta RIS (HL7) ja PACS (DICOM) voisivat kommunikoida keskenään, täytyy tieto muuttua eri ohjelmien välillä. Yleensä ohjelmistoissa on itsessään ohjelma joka osaa tehdä muutoksen. Health Level 7-standardi julkistettiin vuonna 1987. (Samei ym. 2004; Pianykh 2009, 308; Liu & Wang 2011, 2.)

2.3 DICOM-standardi

PACSiin siirtoprotokolla on DICOM 3.0 ja se on tunnustettu kansainvälinen standardi ISO 12052. Sen omistaa NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Standardi kehittyy jatkuvasti ja siitä tulee vuosittain uusi versio, mutta vanhat ja uudet versiot ovat yhteensopivia keskenään. Erityisen tärkeitä ovat osat toiminnallisuuden sekä tietosuojan määrittely. (Järvinen 2015.) DICOM-standardi esiteltiin vuonna 1993 (Liu & Wang 2011, 2).

Kaikki nykyiset kuvantamislaitteet tuottavat digitaalisia kuvia DICOM-formaatissa, joka tukee 16 bittistä harmaasävyjärjestelmää (65 536 harmaasävyä). JPEG- tai BMP-kuvien harmaasävyjen määrä on aina rajattu 256 harmaasävyyhin, joten nämä tiedostomuodot eivät sovellu diagnostiseen analysointiin. DICOM-tiedosto sisältää itse kuvan lisäksi paljon muuta tietoa tutkimuksesta kuten potilaan asennon, potilaan nimen, tutkimustoimipaikan ym. DICOM-objekteja ovat esimerkiksi potilaat, tutkimukset ja eri tutkimuslaitteet. Jokaisella objektilla on tietyt ominaisuudet, joita kutsutaan IOD:ksi (Information Object Definition). Esimerkiksi potilaan IOD:tä voisi olla potilaan nimi, henkilötunnus, sukupuoli jne. (Pianykh 2008, 4, 5, 7.)

3 TIETOSUOJA- JA TIETOTURVALAINSÄÄDÄNTÖ

Terveysalalla potilastietojen käsittelyä, säilytystä, salassapito- ja vaitiolovelvollisuutta sekä tietoturvaa säädetään monissa eri laeissa.

Yksityisyyden suojasta säädetään perustuslaissa (731/1999). Henkilön tietosuoja ohjaavat henkilötietolaki (523/1999), laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä (559/1994), laki potilaan asemasta ja oikeuksista (785/1992), laki viranomaisen toiminnan julkisuudesta (621/1999) ja hallintolaki (434/2003).

Tietoturvalakeja ovat asetus tietoturvallisuudesta valtionhallinnossa (681/2010), henkilötietolaki (523/1999), laki sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen sähköisestä käsittelystä (159/2007), asetus potilasasiakirjoista (298/2009) ja arkistolaki (831/1994).

Kansallista tietosuoja ja tietoturva ohjaavat Euroopan Unionin direktiivit yksilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä ja näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta (1995/46/EY) sekä henkilötietojen käsittelystä ja yksityisyyden suojasta sähköisen viestinnän alalla (2002/58/EY). Direktiiveillä tavoitteena on yhdenmukaistaa Euroopan Unionin jäsenmaiden kansalliset lait. Se antaa eri jäsenmaille mahdollisuudet määritellä keinot, jolla saavutetaan direktiiveissä määritellyt tulokset. (Eur-Lex 2015.)

EU:n tietosuojauudistus sisältää direktiivin yksilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä ja näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta (1995/46/EY) kumoamisen. Direktiivin tilalle tulee asetus luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta (2016/679/EY). Uusi asetus tulee sovellettavaksi 25. toukokuuta 2018.

3.1 Tietosuojalainsäädäntö

Kansallinen tietosuojalainsäädäntö pohjautuu Suomen perustuslakiin (731/1999, 10 §), joka säätelee jokaiselle perusoikeutena yksityisyyden suojan. Tietosuoja tarkoittaa yksityisyyden suojan toteuttamista käytännön toimenpitein, joita ovat periaatteet ja toimintakäytännöt joilla laissa määritelty yksityisyyden suoja toteutetaan (Sorvettula 2015, 37). Salassapito- ja vaitiolovelvollisuutta ohjaa viisi kansallista lakia, jotka ovat henkilötietolaki (523/1999), laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä (559/1994), laki potilaan asemasta ja oikeuksista (785/1992), laki viranomaisen toiminnan julkisuudesta (621/1999) ja hallintolaki (434/2003). Näissä kaikissa säädetään potilaan tietosuojasta eli salassapito- ja vaitiolovelvollisuuksista.

Terveydenhuollossa salassapidettäviä tietoja ovat potilasasiakirjoihin sisältyvät tiedot. Potilasasiakirjoja ovat mm. isotooppitutkimuksista tehtävät lähetteet, lausunnot ja isotooppikuvat. Potilasasiakirjoihin merkittävät perustiedot ovat potilaan nimi, syntymäaika, henkilötunnus, kotikunta ja yhteystiedot; terveydenhuollon toimintayksikön tai itsenäisesti ammattiaan harjoittavan terveydenhuollon ammattihenkilön nimi; merkinnän tekijän nimi, asema ja merkinnän ajankohta;

saapuneiden tietojen osalta saapumisajankohta ja lähde. Muita tietoja potilasasiakirjoissa ovat keskeiset hoitotiedot, sairauden ja hoidon kulkua koskevat merkinnät sekä riskeistä, hoidon haitallisista vaikutuksista ja epäillyistä vahingoista tehtävät merkinnät. (Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 785/1992, 13 §; asetus potilasasiakirjoista 298/2009, 10–13§.)

Terveydenhuollon ammattihenkilöstö koskeva vaitiolovelvollisuus koskee henkilötietoja, potilasasiakirjoihin liittyviä tietoja, yksityisen tai perheen salaisuutta tai potilaan kertomaa luottamuksellista tietoa. Henkilötieto tarkoittaa henkilöstä tehtyjä merkintöjä, joista hänet voidaan tunnistaa. Vaitiolovelvollisuus tarkoittaa sitä, ettei salassapidettäviä tietoja saa antaa, näyttää tai luovuttaa sivullisille millään tavoin. Vaitiolovelvollisuus koskee työntekijää, harjoittelijaa tai muuta viranomaisen toiminnassa mukana olevaa henkilöä. Vaitiolovelvollisuus säilyy ammatinharjoittamisen, palvelussuhteen tai tehtävän päättymisen jälkeen. (Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 785/1992, 2 §, 13 §; laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 559/1994; henkilötietolaki 532/1999, 33 §, 3 §; 17 §; laki viranomaisen toiminnan julkisuudesta 621/1999, 22 §; hallintolaki 434/2003, 13 §; Sorvettula 2015, 38.)

Arkistoon siirrettyjä salassapidettäviä asiakirjoja voi viranomaisen luvalla antaa tutkimusta tai muuta hyväksyttävää syytä varten laki viranomaisen toiminnan julkisuudesta (621/1999) pykälien 27 § ja 28 § perusteella. Isotooppikuvien siirtäminen opetuskäyttöön potilastiedot poistamalla on oikeutettua lain perusteella. *"Arkistolaissa säädetystä järjestyksessä arkistoon siirretystä, salassa pidettäväksi säädetystä viranomaisen asiakirjasta saa antaa tietoja tutkimusta tai muuta hyväksyttävää tarkoitusta varten, jollei asiakirjan siirtänyt viranomainen ole toisin määrännyt. Tietojen antamista harkittaessa on huolehdittava siitä, että tieteellisen tutkimuksen vapaus turvataan. Asiakirjan saaneen on annettava kirjallinen sitoumus siitä, ettei hän käytä asiakirjaa sen henkilön vahingoksi tai halventamiseksi, jota asiakirja koskee, tai hänen läheisensä vahingoksi tai halventamiseksi taikka sellaisten muiden etujen loukkaamiseksi, joiden suojaksi salassapitovelvollisuus on säädetty."* (Laki viranomaisen toiminnan julkisuudesta 621/1999, 27 §.)

3.2 Tietoturvalainsäädäntö

Tietoturvalainsäädäntöä ovat asetus tietoturvaluudesta valtionhallinnossa (681/2010), henkilötietolaki (523/1999), laki sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen sähköisestä käsittelystä (159/2007), asetus potilasasiakirjoista (298/2009) ja arkistolaki (831/1994).

Tietoturvaluus on tietosuojalainsäädännön toteuttamista käytännössä hallinnollisilla, teknisillä ja muilla keinoilla. Tietoturvaluuden perustaso on määritelty lainsäädännössä. Tietoturvaluuden toteuttamista varten organisaatiolla tulisi olla tietoturvaluussuunnitelma, joka on osa toimintayksikön riskienhallintaa. Tietoturvaluuden keskeiset periaatteet ovat käytettävyyys, eheys ja luottamuksellisuus sekä sähköisen asioinnin yleistyessä kiistämättömyys. Tietoturvaluuden tarkoituksena on suojella potilastietoja valtuudettomalta käytöltä, muuttumiselta ja tuhoutumiselta sekä varmistaa tietojen käytettävyyys ajasta riippumatta. Tietoturvaluus on laaja kokonaisuus joka jaotellaan kahdeksaan eri osa-alueeseen. Näitä ovat hallinnollinen turvallisuus,

henkilöstöturvallisuus, fyysinen turvallisuus, tietoliikenneturvallisuus, käyttöturvallisuus, ohjelmistoturvallisuus, tietoaineistoturvallisuus ja laitteistoturvallisuus. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2007, 13; asetus tietoturvallisuudesta valtionhallinnossa 681/2010, 3 §, 4 §, 5 §.)

Valtakunnalliset tietojärjestelmäpalvelut (Kanta-palvelut) on oltava käytettävissä ympärivuorokautisesti. Potilastietojen saatavuus esim. PACSista on osa potilasturvallisuutta. Sähköisten potilastietojen käytettävyyden turvattu on kaikissa tilanteissa ja poikkeustilanteisiin on luotava menettelytavat. Esimerkiksi sähkökatkos voi heikentää tietojen käytettävyyttä ja näiden tilanteiden varalle on tehtävä suunnitelma. (Tammisalo 2007, 67; laki sosiaali- ja terveydenhuollon asiakastietojen sähköisestä käsittelystä 159/2007, 16 §; asetus tietoturvallisuudesta valtionhallinnossa 681/2010, 5 §.)

Eheys on tärkeää potilastietojen muuttumattomuuden vuoksi. Tiedot eivät saa muuttua tiedon käsittelyn, välityksen tai arkistoinnin aikana. Potilastietojen säilytys tulee toteuttaa eheyden turvaavan välineiden ja menetelmien avulla. PACS:n käyttöoikeuksia tulee rajata niin, ettei tietoja kuten isotooppikuvia tai niihin sisältyviä potilastietoja voi muuttaa tai poistaa kuin valtuutetut henkilöt. (Arkistolaki 831/1994, 11§; Sosiaali- ja terveysministeriö 2007, 13; asetus potilasasiakirjoista 298/2009, 3 §.)

Luottamuksellisuus on potilastietojen suojaamista valtuudettomilta käyttäjiltä. Pääsy potilastietoihin tulee rajata teknisin ja organisatorisin toimenpitein vain tietoja tarvitseville henkilöille. PACS-järjestelmiin on aina henkilökohtaiset käyttäjätunnukset ja salasanat joita ei saa luovuttaa muille henkilöille. Sähköiset järjestelmät ovat paperisia arkistoja alttiimpia tietoturvaloukkauksille ja niissä oleva tieto on nopeampi kopioida. Tietoturvaloukkauksen voi tehdä ajasta ja paikasta riippumatta. Tietoturvallisuutta eniten vaarantava tekijä on kuitenkin ihmisen tahallinen tai tahaton toiminta. Kouluttamalla ja sitouttamalla työntekijät tietoturvallisuuteen saadaan tietoturvallisuuden taso kasvamaan. (Henkilötietolaki 523/1999, 32 §; Sosiaali- ja terveysministeriö 2007, 13; Tammisalo 2007, 67; asetus tietoturvallisuudesta valtionhallinnossa 681/2010, 5 §.)

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli valita isotooppikuvia yleisimmistä isotooppitutkimuksista Savonia-ammattikorkeakoulun kuva-arkistoon ja toteuttaa siirto kahden organisaation välillä. Kuvat valittiin ja siirrettiin KYSin kuva-arkistosta. Työn tavoitteena oli monipuolistaa radiografia- ja sädehoitotyön koulutusohjelman opetusmateriaalia.

Siirrettävät tutkimukset olivat luuston, aivoreseptoreiden, keuhkoventilaation ja -perfuusion, vartijaimusolmukkeen, kilpirauhasen, sydänlihasperfuusion, sydämen pumpputoiminnan gammakuvaukset sekä FDG-PET/TT kuvaksista kokovartalo, tulehdus ja aivokuvaukset. Jokaisesta tutkimuksesta valittiin ja siirrettiin normaalin ja sairauteen viittaavat tutkimukset.

Työn tilaaja eli Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysalan radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma määritteli työn rajauksen eli siirrettävät isotooppitutkimukset. Savonian kuva-arkistossa ei ollut kuvia isotooppitutkimuksista, joten opetusmateriaalin monipuolistamiseksi toteutettiin yleisimpien isotooppitutkimusten siirron. Siirrettyjen isotooppitutkimusten avulla röntgenhoitajaopiskelijat voivat tutustua isotooppitutkimuksilla saataviin kuviin, kehittää fysiologian ja anatomian tietämystä ja tutustua oikeiden potilastapausten kautta isotooppikuvantamisella toteutettaviin tutkimuksiin. Koska siirretyt isotooppitutkimukset ovat aitoja potilastapauksia, tuli työlle hankkia lupa KYS-Kuvantamiskeskuksesta (Liite 1) ja siirtoa toteuttaessa huolehtia potilaiden tietosuojasta lainsäädännön määräämällä tavalla.

5 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Ammattikorkeakoulussa voidaan toteuttaa toiminnallinen opinnäytetyö tutkimuksen sijaan. Tarkoituksena on käytännön toiminnan ohjeistamista, opastamista, toiminnan järjestämistä tai järjeistämistä. Ammattikorkeakoulun toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistyvät käytännön toteutus eli tuotos ja sen raportointi eli opinnäytetyöraportti. Toiminnallinen opinnäytetyö voi olla tapahtuma, opastus tai ohje, joka on suunnattu ammatilliseen käytäntöön. Työssä tulee olla teoreettinen viitekehys, jonka perusteella toteutetaan kirjallisen teorian tiedon haku. Teorian tiedon pohjalta toteutetaan työ ja perustellaan siinä tehtyjä ratkaisuja. Opinnäytetyöraportissa kerrotaan opinnäytetyön toteutus ja arvioidaan sitä. (Vilka ja Airaksinen 2003, 9, 41–43, 51.) Tässä opinnäytetyöprojektissa suunnittelin ja toteutin isotooppikuvien valinnan ja siirron kahden organisaation välillä. Toiminnallinen opinnäytetyö toteutettiin projektinomaisena työnä. Opinnäytetyöraportti sisältää teoreettisen viitekehysten sekä suunnittelu, toteutus ja arviointivaiheiden raportoinnin.

5.1 Tiedonhankinta

Tiedonhankinta on tärkeä osa opinnäytetyöprojektia. Teoreettisen viitekehysten luominen on työn tekemisen perusta. Aineistonhaku sekä valitun aineiston oikeellisuus ja luotettavuus tulee kuvata opinnäytetyöraportissa. (Vilka ja Airaksinen 2003, 53.) Keskeisiä tiedonlähteitä ovat kirjat, lehdet ja artikkelit, sarjajulkaisut, opinnäytetyöt ja diplomityöt, lait ja säädökset, tilastot, patentit, sanakirjat ja elektroniset tietokannat. Tiedonhankinnassa on useita vaiheita, joita ovat tiedontarpeen määrittely, käsitteiden määrittely, tietolähteiden kartoitus, tiedonhaun toteutus ja hakutulosten arviointi. Tiedonhankinnassa löytyneen aineiston arviointia kutsutaan lähdekritiikiksi. Aineiston arviointivaiheessa pohditaan löytyneen aineiston luotettavuutta. Lähteen luotettavuutta arvioidaan monin eri tavoin. Voidaan arvioida lähteen aitoutta, riippumattomuutta, alkuperäisyyttä ja puolueettomuutta. Lähdeä voidaan arvioida käytettyjen lähteiden laadun, viitteiden merkitsemisen oikeellisuuden, julkaisun arvostuksen sekä ajankohtaisuuden mukaan. Myös kirjoittajan tunnettuudella ja arvostuksella sekä tämän edustamalla organisaatiolla on merkitystä lähteen arvioimisessa. (Mäkinen 2005, 62–71, 83, 86.)

Tiedonhankinnassa tiedontarpeen määrittely tähän opinnäytetyöhön alkoi työsuunnitelman kirjoittamisen aikana. Pohdin mitä tietoa työn toteuttamista varten tulisi olla. Koska työni oli isotooppikuvien siirtäminen kahden organisaation välillä, muotoutui tiedontarpeeksi isotooppiläketiede, isotooppikuvan muodostuminen, kuvantamisen tietojärjestelmät sekä työn eettiset lähtökohdat ja lainsäädäntö mikä ohjaa työn tekemistä. Haettaviksi käsitteiksi muotoutui pacs, ris, dicom, tietoturva, tietosuoja ja isotooppitutkimus.

Aineistonhankintamenetelmäksi valikoituivat tieteelliset artikkelit, oppikirjat ja työohjeet. Tietolähteiden kartoitus alkoi Savonian Nelli-portaalin kautta. Valitsin sen kautta käytettävät tietolähteet sen mukaan, miten hyvin ajattelin niistä löytyvän aineistoa tätä opinnäytetyötä varten. Tietolähteiksi Internetistä valitsin tieteellisten julkaisujen haku CINAHL-, PubMed-, ScienceDirect- ja

Medic-lehtiartikkelitietokannoista, Terveysportti- ja Finlex-sivustosta sekä Savonia-ammattikorkeakoulun ja Itä-Suomen Yliopiston kirjastoista. CINAHL, PubMed ja ScienceDirect ovat kansainvälisiä lehtiartikkelitietokantoja. Medic on suomalainen lehtiartikkelitietokanta.

Teoreettisen viitekehyksen luomista varten hakusanoina olivat CINAHL-, PubMed- ja ScienceDirect-lehtiartikkelitietokannoista: pacs, ris, dicom. Kotimaisesta Medic-lehtitietokannasta etsin hakusanoilla: tietoturva, tietosuoja, pacs. Tietoturva ja tietosuoja tietoa päätin hakea pelkästään kotimaisesta Medic-lehtiartikkelitietokannasta, koska siten saisin tietoa jota voi hyväksikäyttää suomalaisessa toimintaympäristössä. Ajankohtaisuuden vuoksi lähteiden tulisi olla mahdollisimman tuoreita, mutta etsittävästä tiedosta löytyi niukalti lähteitä, joten päätin rajata hakuajan vuodesta 2000 eteenpäin.

Tiedonhankintataulukossa (Liite 2) on kerrottu tieteellisten julkaisujen haku lehtiartikkelitietokannoista. Siinä kerrotaan tiedonhakukanavat, hakusanat, hakuehdot, tulokset ja valitut artikkelit. Tiedonhakukanavista eniten tuloksia löytyi PubMed tietokannasta (296 kpl), seuraavaksi eniten ScienceDirect (114 kpl) sekä CINAHL (103 kpl) tietokannoista ja vähiten Medic tietokannasta (96 kpl). Hakuehtoina oli nimikehaku, suomen tai englannin kieli, julkaistu vuosina 2000–2015 ja aineisto vapaasti luettavissa. Hakusanoista runsaimmat tulokset tulivat pacs hakusanalla. Näistä artikkeleista valitsin kuitenkin vain yhden artikkelin PubMed-tietokannasta, koska vain se vastasi teoreettisen tiedon tarpeeseen. Toiseksi eniten tuloksia tuli hakusanalla dicom ja ris, joista en kuitenkaan valinnut yhtään artikkelia, koska niistä niitä ei voisi hyödyntää opinnäytetyön tekemisessä siksi, että ne eivät antaneet työhön mitään hyödynnettävää tietoa. Kotimaisesta Medic-tietokannasta löysin kolme artikkelia hakusanoilla tietosuoja, tietoturva ja isotooppitutkimus. Valitsin yhden artikkelin sydänlihaksen perfuusiosta, yhden artikkelin tietoturvasta sekä tietoturvasuunnitelman laatimisesta. Iso osa muusta käyttämästä materiaalista löytyi muita tiedonhakukanavia pitkin. Osa käytettävästä materiaalista löytyi Internetin Google-hakukoneen kautta, läpikäymäni materiaalin lähdeluetteloista, ohjaavalta opettajalta sekä KYSin isotooppilääketieteen erikoislääkäriltä. Päätin nämä olevan tarpeeksi kattava tiedonhaku, koska työni tekemistä ohjaavat pääasiassa lait, asetukset, suositukset ja ohjeet.

Oppikirjat olivat hyvä pohja tietolähtieiksi, koska niitä oli hyvin saatavilla ja eri kirjojen teoriatieto tukivat toisiaan ja siten varmistivat käytettävän tiedon oikeellisuuden. Oppikirjojen valitaan vaikuttivat teoksen julkaisuajankohta, tiedon tuottajan luotettavuuden arviointi ja mahdollisten lähteiden käyttäminen. Artikkelien valintaan vaikuttivat otsikko, tiivistelmä ja miten hyvin käsiteltävä aihe sopi opinnäytetyöhön. Arvioin lähteiden luotettavuutta julkaisupaikan, kirjoittajan, ajankohtaisuuden ja käytettyjen lähteiden mukaan. Valitsemani englanninkieliset artikkelit on julkaistu Journal of Digital Imaging- ja Radiographics-aikakauslehdissä. Molemmat julkaisevat vertaisarvioituja artikkeleita, joka tarkoittaa artikkelin julkaisemista alan asiantuntijoiden arvion perusteella. Vertaisarvioijat ovat yleensä anonyymejä ja voivat vaatia artikkeliin muutoksia. (Jyväskylän Yliopisto 2015.) Vertaisarviointi lisää lähteen luotettavuutta. Lähteen puolueettomuus on myös tärkeä arvioitaessa lähteen luotettavuutta, esimerkiksi kaupallisia tai aatteellisia sidoksia sisältävä lähde ei ole puolueeton (Mäkinen 2005). Tässä opinnäytetyöraportissa ei ole käytetty

kaupallisia tai aatteellisia lähteitä. Viranomaistieto eli lait, asetukset, suositukset ja ohjeet ovat luotettavia.

Esimerkkinä lähteen luotettavuuden arvioinnista käytän artikkelia Gutiérrez-Martínez ym. (2012) "A Software and Hardware Architecture for a High-Availability PACS". Artikkelin oli julkaistu Journal of Digital Imaging aikakauslehdessä, jonka artikkelit ovat vertaisarvioitu. Artikkelin sisältää runsaasti laadukkaita lähteitä ja on myös ajankohtainen, koska se on julkaistu neljä vuotta sitten. Näihin seikkoihin pohjautuen päätin lähteen tarpeeksi luotettavaksi. Muita käyttämiäni lähteitä olen arvioinut samojen kriteereiden mukaisesti.

Opinnäytetyöraportissa käytetyt kuvat isotooppitutkimuksista ja kuvantamislaitteistoista on etsitty Google-kuvahaulla. Hakuehtona rajasin etsittäviä kuvan käyttöoikeuksien mukaan. Hain pelkästään kuvia, jotka ovat vapaasti käytettävissä ei-kaupallisesti. Kaikki kuvat sijaitsivat Wikimedia Commonsissa. Isotooppitutkimuksista löytyi hyvin havainnollistavia kuvia paitsi aivoreseptoreiden, sydämen pumpputoiminnan ja vartijaimusolmukkeen gammakuvauksien osalta. Valitsemani isotooppikuvat ovat tieteellisistä tutkimuksista, mutta ovat vapaasti käytettävissä ei-kaupallisiin tarkoituksiin. Luotin kuvien sisältöön, koska ne vastasivat hyvin käytännön isotooppikuvia sekä julkaisijat olivat mielestäni luotettavia. Kuvien lisenssit mahdollistavat kuvien käytön tässä opinnäytetyössä. Kuvissa käytössä olevat lisenssit ovat public domain, Attribution-ShareAlike 2.0 Generic, Attribution 2.5 Generic, Attribution 3.0 Unported ja Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (Creative Commons 2017a, Creative Commons 2017b, Creative Commons 2017c, Creative Commons 2017d, Creative Commons 2017e.) Yksi kuva PACS-kokonaisuudesta on itse tehty Wordin piirtotyökalulla eri muotoisilla objekteilla ja lisäämällä tekstiä. Kuva on tehty teoretiedon lisäksi havainnollistavaksi kuvaksi.

5.2 Työn toteutus

Opinnäytetyön suunnittelu alkoi kesäkuussa 2015 työn aiheen vastaanottamisen jälkeen. Työn suunnitteluun meni neljä kuukautta, kesäkuusta lokakuuhun 2015. Työn suunnittelu alkoi projektiin tutustumisella, teoreettisen tiedon keruulla ja työsuunnitelman kirjoittamisella. Siirrettävät isotooppitutkimukset ja niiden yksityiskohtaisemmat vaatimukset päätti työn tilaaja eli Savonia-ammattikorkeakoulu. Siirrettävien isotooppitutkimusten yksityiskohtaisemmat vaatimukset ovat kerrottu Taulukossa 1. Valittavat ja siirrettävät tutkimukset olivat aivojen PET, aivoreseptoreiden, kilpirauhasen, sydänlihasperfuusion, sydämen pumpputoiminnan, keuhkoperfuusion, keuhkoventilaation, luuston gammakuvaus, kokokehon PET, luuston SPECT-TT lisäkuvaus ja vartijaimusolmukkeen paikallistaminen. Siirrettäviä tutkimuksia oli yhteensä 23 kappaletta.

TAULUKKO 1. Siirrettävät isotooppitutkimukset.

Tutkimus	Siirrettävät tutkimustapaukset	
Aivojen PET	Normaali	Muistisairaus
Aivoreseptoreiden gammakuvaus	Normaali	Poikkeava
Keuhkoperfuusion gammakuvaus	Normaali	Poikkeava
Keuhkoventilaation gammakuvaus	Normaali	Poikkeava
Kilpirauhasen gammakuvaus	-	Näkyviä metastaaseja
Kokokehon PET	Normaali	<ul style="list-style-type: none"> Näkyviä metastaaseja Tulehdus esim. keuhkoissa
Luuston gammakuvaus	Normaali	<ul style="list-style-type: none"> Degeneratiivisia muutoksia Laaja luustometastasointi
Luuston SPECT-TT lisäkuvaus	-	<ul style="list-style-type: none"> Degeneratiivisia muutoksia Laaja luustometastasointi
Sydämen pumpputoiminnan gammakuvaus	Normaali	<ul style="list-style-type: none"> Poikkeava, jossa seinämäliikehäiriö
Sydänlihasperfuusion gammakuvaus	Normaali	<ul style="list-style-type: none"> Poikkeava
Vartijaimusolmukkeen paikallistaminen	<ul style="list-style-type: none"> Ei näkyvää vartijaimusolmuketta Yksi näkyvä vartijaimusolmuke Kaksi näkyvää vartijaimusolmuketta 	
Tutkimusten määrä yhteensä	23 tutkimusta	

Kuvien haluttiin olevan mahdollisimman tuoreita, joten oli tarkoituksenmukaista valita vain maksimissaan 2 vuotta vanhoja tutkimuksia. Isotooppikuvia haluttiin siirrettäväksi seitsemästä tutkimuksesta normaali ja patologisen anatomian tutkimustulos. Näitä olivat aivojen pet, aivoreseptorien, sydänlihasperfuusion, sydämen pumpputoiminnan, keuhkoperfuusion, ja keuhkoventilaation gammakuvaus. Kahdesta tutkimuksesta siirrettäviä tapauksia olivat normaalin ja kahden eri patologisen tilan tutkimuksia, näitä olivat kokokehon PET ja luuston gammakuvaus. Kokokehon PET-tutkimuksesta haluttiin siirrettäväksi syövän metastaaseja sekä tulehdus. Luuston SPECT-lisäkuvauksesta haluttiin pelkästään kahden eri patologisen tilan tutkimuksia, jotka olivat laaja metastasointi ja artroottis-degeneratiiviset muutokset. Vartijaimusolmukkeen paikallistamisesta siirrettäväksi haluttiin kolme erimääräistä vartijaimusolmukkeen näyttävää tutkimusta.

Työn suunnittelu jatkui lähdemateriaalin keräämisellä työsuunnitelmaan. Materiaalia valittiin lehtiartikkelitietokannoista, oppimateriaaleista ja internetistä. Lähdemateriaalina työssä käytetään mahdollisimman uusia ja luotettavia lähteitä, siksi käytettävä materiaali on julkaistu korkeintaan vuonna 2000. Kuvien siirtoprojektia ja sen merkitystä käsiteltiin useammassa tapaamisessa sekä työn tilaajan että Savonia-ammattikorkeakoulun atk-suunnittelijan kanssa. Työhön ja isotooppitutkimuksiin perehdytystä antoi myös erikoislääkäri. Ensimmäinen tapaaminen Savonian tietohallinnon atk-suunnittelijan kanssa oli 3.9.2015. Työsuunnitelman hyväksymisen jälkeen kuvien siirtoa varten haettiin tutkimuslupa KYS-Kuvantamiskeskuksesta ja se myönnettiin 22.10.2015 (Liite 1). Tutkimusluvan hakeminen on osa hyvää tieteellistä käytäntöä, joka tekee tutkimuksesta eettisesti hyväksyttävää ja luotettavaa (Tutkimuseettinen tiedekunta 2013, 6).

5.3 Isotooppikuvien valinta

Kuvien valinta alkoi lokakuussa 2015 tutkimusluvan hyväksymisen jälkeen. Sain KYSiltä kahdet käyttäjätunnukset ja salasanat. Toisilla pääsi kirjautumaan organisaation työyksiköihin ja toisilla PACS-arkistoon. Tunnukset ja salasanat ovat osa tietoturvaa, jolla varmistetaan tietoturvalainsäädännön toteutuminen. Tarkoituksena käyttäjätunnuksilla ja salasanoilla on suojata asiattomien pääsy henkilötietoihin, pitää tietojen käytöstä lokia sekä rajata käyttäjän pääsyä ja käyttöoikeuksia potilasasiakirjoihin. Oma toiminta vaikuttaa myös tietoturvan toteutumiseen. Saamani käyttäjätunnuksia ja salasanoja ei saa kirjoittaa mihinkään ylös, jotta ne eivät päädy ulkopuolisten haltuun. Uloskirjautuminen potilastietojärjestelmästä ja työasemilta ennen poistumista on tärkeää tietosuojan toteutumisen kannalta, jottei ulkopuoliset pääse potilastietoihin käsiksi. Opinnäytetyön tekemisessä en toiminut hoitohenkilökunnan roolissa, vaan tutkijana. Minulla oli oikeus katsoa PACS kuva-arkistosta vain opinnäytetyön perusteella siirrettävien isotooppitutkimusten tietoja asetus potilasasiakirjoista (298/2009) 4 § pykälän perusteella.

KYSn PACSista vastaava röntgenhoitaja antoi ohjauksen kuva-arkiston käyttöön. Siirrettävien isotooppikuvien etsimiseen tarvittavat hakuehdot olivat tutkimuskoodi ja ajanjakso jolta tutkimuksia haetaan. Eri tutkimusten määrät vaihtelivat hyvin paljon. Taulukossa 2 on esitetty haetut tutkimukset, hakuehdot ja tulokset joista valinta on tehty. Joitakin tutkimuksia oli runsaasti, mutta taas toisia tutkimuksia melko vähän. Eniten oli kokokehon PET-tutkimuksia (909 kpl) ja vähiten keuhkoventilaation gammakuvaus (19 kpl). Joihinkin tutkimuksiin riitti hakuajaksi vuosi aineiston runsauden vuoksi ja toisiin tuli hakea 2 vuoden ajanjaksolta, joka oli sovittu siirrettävien tutkimusten maksimi-ikäsi.

TAULUKKO 2. Siirrettävät tutkimukset, hakuehdot ja tulokset.

Tutkimus	Hakuehdot		Tulokset
	Tutkimuskoodi	Tutkimuksen tekoajankohta	
Aivojen PET-tutkimus	AA5DR	8.10.2013–8.10.2015	300 kpl
Aivoreseptoreiden gammakuvaus	AA5EN	8.10.2013–8.10.2015	55 kpl
Kilpirauhasen gammakuvaus	BA1AQ	8.10.2013–8.10.2015	41 kpl
Sydänlihasperfuusion gammakuvaus	FM1TQ	13.10.2014–13.10.2015	406 kpl
Sydämen pumpputoiminnan gammakuvaus	FM1FN	8.10.2013–8.10.2015	330 kpl
Keuhkoperfuusion gammakuvaus	GD1CN	8.10.2013–8.10.2015	31 kpl
Keuhkoventilaation gammakuvaus	GD1FQ	8.10.2013–8.10.2015	19 kpl
Kokokehon PET-tutkimus	JN5DR	8.10.2013–8.10.2015	909 kpl
Luuston gammakuvaus	NK6AN	12.10.2014–12.10.2015	284 kpl
Luuston SPECT-TT-lisäkuvaus	NK6AQ	12.10.2013–12.10.2015	164 kpl
Vartijaimusolmukkeen paikallistaminen	GD1FN	8.10.2013–8.10.2015	416 kpl
Tutkimuksia yhteensä			2955 kpl

Itse kuvien valintaan meni aikaa neljänä päivänä noin 14 tuntia. PACS–kuva-arkistoon pystyy luomaan kansion, johon voi siirtää tutkimuksia alustavaa valintaa varten. Sopivia tutkimustapauksia hain tutkimus kerrallaan. Helppointa oli löytää normaalin anatomian tutkimukset, koska niitä oli enemmistö tuloksista. Vaikeampaa oli löytää sairautta osoittavat tutkimukset jotka olisivat sairauden mahdollisimman edenneessä vaiheessa ja siten mahdollisimman havainnollistavia. Tutkimuksia etsiessäni apuna oli isotooppilääketieteen erikoislääkärin lausunto ko. tutkimuksesta. Apuna valintaan oli myös työsuunnitelmaa varten kerätyt tiedot valittavista isotooppitutkimuksista. Työn edetessä opin tunnistamaan lausunnoista tiettyjä sanoja, joiden avulla oli helppoa joko jäädä tutkimaan tapausta tarkemmin tai siirtyä seuraavaan. Työ vaati runsaan tutkimusmäärän (2955 kpl) läpikäymistä. Jokaisesta tutkimuksesta valitsin muutamia mielenkiintoisia tapauksia ja tein lopullisen valinnan näiden välillä. Tarkoituksena oli isotooppikuvien valinnassa käyttää opinnäytetyöhön perehdyttänyttä erikoislääkärinä, mutta isotooppikuvien valinnan aikana hän ei ollut saatavilla.

5.4 Valinnan tulokset

Aivojen PET-tutkimuksia oli 300 kpl ja mahdollisia vaihtoehtoja valitsin 5 kappaletta, joissa potilailla oli aivoissa laaja-alainen glukoosinkulutuksen väheneminen. Valitsin siirrettäväksi tutkimuksen, jossa potilasta tutkitaan muistisairauden takia ja magneettitutkimuksessa on myös todettu etuosapainotteinen surkastuma. Potilaan aivojen glukoosimetabolia on alentunut kaikkien aivolohkojen alueella ja tämä voidaan havaita visuaalisesti hyvin selkeästi. Alentunut glukoosinkulutus aivojen muistin ja oppimisen kannalta tärkeissä aivoalueissa kertoo potilaan sairastavan muistisairautta (Rinne, Oikonen, Teräs & Hietala 2003, 83, 84). Tämä tutkimus oli valittavista tutkimuksista selkein laajuutensa takia ja siksi valikoitui siirrettäväksi.

Aivoreseptoreiden gammakuvauksesta löytyi tehtyjä tutkimuksia 55 kappaletta, joista 5 epänormaalien aktiivisuuden osoittavia tyvitumakkeita. Näissä aktiivisuus on alentunut ja tutkitaan Parkinsonin taudin mahdollisuutta. Valitulta tapaukselta tyvitumakkeiden aktiivisuus oli laskenut molemmin puolin aivokuorukoiden alueelta ja se näkyi selkeästi isotooppikuvasta. Alentunut merkkiainekertymä viittaa Parkinsonin taudin mahdollisuuteen (Ahonen, Launes, Bergström & Nikkinen 2003, 76).

Kilpirauhasen gammakuvauksia oli viimeisen kahden vuoden aikana tehty vähän, vain 41 kappaletta. Näistä tutkimuksista löytyi ainoastaan 1 metastasoitunut kilpirauhas tapaus. Etsin tämän takia myös vanhempia tutkimuksia joista löytyi 17 tutkimusta, mutta ei yhtään näkyviä metastaaseja. Täytyi siis valita ainut löytyvä tapaus, jossa kilpirauhasmetastaasiepäily keuhkoissa. Kilpirauhasen gammakuvauksessa radiolääke kertyy kilpirauhaseen ja sen metastaaseihin (Liewendahl & Välimäki 2003, 128–129), joten radiolääkkeen kertymä keuhkoissa on metastaasiepäily.

Sydänlihasperfuusion gammakuvauksia oli tehty 406 kappaletta vuoden ajanjaksolla. Tutkimusten runsauden takia päädyin läpikäymään ainoastaan tutkimukset yhden vuoden ajalta. Tässä tutkimuksessa oli tarkoituksena löytää mahdollisimman merkittäviä iskeemisiä muutoksia, perfuusiohäiriöitä ja laajoja infarktiarpia. Mahdollisia vaihtoehtoja löytyi 5 kappaletta, kaikissa laajat infarktiarvet kokoa 34–45% sydämen pinta-alasta. Valitsin tutkimuksen, jossa infarktiarven koko oli suurin, se kattoi melkein puolet koko sydämen pinta-alasta ja vasemman kammion systolinen funktio oli merkittävästi alentunut (22 – 37 %) normaaliin 50 – 70 % ejektiofraktioon (Kettunen 2014) verrattuna. Tutkimustulos oli visuaalisesti ja laskennallisesti merkittävä sepelvaltimotaudin osoittaja.

Sydämen pumpputoiminnan gammakuvauksia löytyi paljon, mutta selkeitä tuloksia vähän. Valitsin 330 tutkimuksesta 3 tutkimusta valintaa varten. Valitsin tutkimuksen ejektiofraktion ja diastolisen täytön perusteella. Valitussa tutkimuksessa ejektiofraktio oli huonoin (43 %), joten se oli selkeästi alentunut verrattuna normaaliin 50 – 70 % ejektiofraktioon (Kettunen 2014).

Keuhkoperfuusion- ja ventilaation tutkimuksia oli todella vähän (50 kpl). Näistä valitsin 6 tutkimusta tarkempaa tutustumista varten. Keuhkoperfuusiotutkimuksessa potilaalla oli multipelit keuhkoembooliat ja keuhkoventilaatiotutkimuksessa potilaan toisen keuhkon yläosa ei perfusoitunut ja ventiloitunut ollenkaan. Normaalisti keuhkot perfusoiduvat ja ventiloituvat tasaisesti koko keuhkojen alueelta (KYS 2013e), siksi nämä tapaukset sopivat hyvin siirrettäviksi.

Kokokehon PET-tutkimuksia löytyi kaikista tutkimuksista eniten (909 kpl). Näistä tutkimuksista etsin näkyviä metastaaseja sekä tulehdusta. Materiaalin runsaudesta huolimatta sopivia tapauksia oli vähän, koska suurin osa tapauksista ei osoittanut sairauden olemassaoloa. Valitsemallani metastaasi potilaalla on laaja-alaiset metastaasit luustossa ja sisäelimissä. Tulehdusta osoittavan tutkimuksen potilaalla on tulehdusta verisuoniproteesin alueella. Valitsin myös toisen tulehdusta esittävän tutkimuksen, jossa potilaalla on sydänsarkoidoosi ja se ilmenee eri puolilla kehoa. Kokokehon PET-tutkimukset perustuvat kuvien visuaaliseen tulkintaan ja normaalien fysiologisten alueiden (esim. aivot ja munuaiset) lisäksi potilaissa näkyi radiolääkkeen kerääntymistä epänormaaleille alueille (KYS 2016c).

Luuston gammakuvauksia löytyi hyvin, yhteensä 284 kappaletta. Valitsin tarkempaa valintaa varten 7 laajaa metastaasiluustoa, 5 SPECT-TT lisäkuvauksia sekä 6 degeneratiivista muutosta. Laajat metastaattiset potilastapaukset olivat aika samanlaisia, metastaaseja oli kertynyt runsaasti ympäri kehoa. Valinta näiden välillä oli hankalaa, koska tapaukset olivat niin samanlaisia. Päädyin valitsemaan potilastapauksen, jossa metastaaseja oli silmämääräisesti eniten ja laajimmin. Metastaaseiksi kertymät osoitti niiden epänormaalit epäsymmetriset sijainnit, koska normaali fysiologinen kertymä esiintyy symmetrisesti kehon molemmilla puolilla (Lantto 2003, 528).

Luuston degeneratiivisia muutoksia eli rappeumia löytyi runsaasti ja valinta niiden välillä oli myös hyvin hankalaa, koska tapaukset eivät kovinkaan paljon eronneet toisistaan. Valitsin kuitenkin tapauksen, jossa epäillään aikaisempien syöpien metastasoitumista nivelkipujen vuoksi, mutta lausunto viittaa pelkästään artroottis-degeneratiivisiin muutoksiin. Muutokset eivät ole metastaaseja, koska radiolääkkeen kertymät ovat symmetrisesti molemmilla puolilla kehoa (Lantto 2003, 528). SPECT-TT-lisäkuvauksen valitsin sen visuaalisen ilmeen vuoksi, siinä näkyi metastaasit eniten valituista 5 tutkimuksesta. Se siis sopi opetuskäyttöön parhaiten.

Vartijaimusolmukkeiden paikallistamistutkimuksia oli tehty 416 kappaletta, mutta minun ei tarvinnut selata kaikkia kuvia löytääkseni sopivia tutkimuksia. Kaikki tutkimukset olivat melkein yhtä hyviä, joten valitsin siirrettäväksi kolme kriteereihin sopivaa vartijaimusolmuketutkimusta melko nopeasti. Tästä tutkimuksesta ei ole tarkoitus tehdä diagnoosia, joten sopivat tutkimukset löytyivät siksi helposti. Vartijaimusolmukkeiden sijainnit merkitään ennen rintasyöpäleikkausta ja niistä tutkitaan syövän levinneisyys imusolmukkeisiin (KYS 2012).

5.5 Kuvien anonymisointi ja siirto

Isotooppikuvat sekä niihin liittyvät lähetteet ja lausunnot sisältävät potilastietoja. Lainsäädännön säätämää salassapitovelvoitteen toteutumista varten siirrettäviksi valitut isotooppikuvat, -lähetteet ja -lausunnot tuli anonymisoida henkilötietojen osalta ja lähetteistä ja lausunnoista poistaa kaikenlaiset potilaaseen liittyvät kuvailut. Salassapitovelvoitteita säädetään tietosuojalainsäädännössä. Isotooppikuvat sisälsivät potilastietoja kuten potilaan nimi, henkilötunnus ja tutkimuksen suoritusajankohta.

Siirrettävät isotooppikuvat talletettiin siirtovälineelle eli USB-muistitikulle JPEG-formaatissa eli tiedostomuodossa. PACS-ohjelma teki tallennuksen yhteydessä kuvien formaatin muutoksen DICOM-formaatista JPEG-formaattiin. Tämän tallennusformaatin isotooppikuvat soveltuvat ainoastaan katselutarkoituksiin, ei diagnostiseen kuvankatseluun värisävyjen määrän vähentymisen vuoksi (Pianykh 2008, 4). Osa isotooppikuvista voitiin anonymisoida automaattisesti PACSista siirtovälineelle tallentamisen yhteydessä, kun taas toisista isotooppikuvista potilastiedot tuli poistaa itse. Isotooppitutkimusten lähete- ja lausuntotiedot sisälsivät henkilötietoja, mutta ne siirrettiin Word-tiedostona täysin ilman henkilötietoja sekä teksteistä poistettiin kaikenlaiset potilaan liittyvät kuvailut kuten ammatti. Lähetteisiin jätettiin potilaan ikä ja sukupuoli, nämä olivat tärkeitä taustatietoja tutkimuksen sairauden ymmärtämistä varten. Esimerkiksi lääketieteellisessä aikakauskirja Duodecimissä artikkeleissa potilastapauksissa kerrotaan potilaan ikä ja sukupuoli.

Toteutin isotooppikuvien anonymisoinnin Paint-kuvankäsittelyohjelmalla, koska se oli yksinkertaisin tapa toteuttaa potilastietojen poisto JPEG-kuvista. Poistettavat tiedot olivat potilastiedot ja tutkimuksen ajankohta. Eri isotooppitutkimukset muodostuivat määrältään erikokoisista kuvasarjoista, joista jokainen kuva tuli erikseen anonymisoida kuvankäsittelyohjelmalla. Anonymisoin kokonaisuudessaan noin 400 yksittäistä kuvaa Paint-ohjelmalla.

Fuusiokuvista jotka koostuvat sekä PET- ja TT-kuvista, jouduin valitsemaan siirrettäväksi vain yksittäisiä eri suunnan leikkeitä, koska nämä kuvasarjat pakat koostuvat sadoista yksittäisistä kuvista, joten niiden anonymisointi itse olisi ollut liian aikaa vievää. Valitsin kuvapakoista jokaisen suunnan leikekuvat niin, että valittu kuva olisi visuaalisesti mahdollisimman selkeä sairauden osalta. PACS-hoitaja tarkasti vielä kaikki itse anonymisoidut kuvat virheiden varalta ja yhteen kuvaan olikin jäänyt potilastiedot. Lopullinen tarkastus varmisti tietosuojalakien toteutumisen ja siten potilaiden yksityisyydensuojan.

Anonymisoidut kuvat ja niihin liittyvät lähete- lausuntotiedot talletettiin muistitikulle, jota voidaan käyttää uudestaan. Muistitikun sain käyttööni Savonian tietohallinnosta. Uudelleenkäytettävyys tukee kestävästä kehityksestä, joka on yksi röntgenhoitajan osaamisalueiden kompetensseista (Savonia 2016). Kuvien siirtämisessä olisi voinut ehkä käyttää myös muita tiedonsiirtomenetelmiä, mutta niiden selvittäminen jäi tämän työn osalta tekemättä. Mahdollisuutta esimerkiksi pilvipalvelun käyttöön kuvien siirrossa ei tullut selvitettyä. Muistitikun käyttöä tiedonsiirtomenetelmänä ehdotti Savonian tietohallinto.

Savonian PACS-kuva-arkistoon sain käyttäjätunnukset kuvien siirtoa varten. Ensimmäiset kuvat siirrettiin yhdessä Savonian tietohallinnon atk-suunnittelijan kanssa ja loput siirsin itsenäisesti. Loin Savonian RISiin kuvitteelliset potilaat sekä näille lähetteet ja ajanvaraustiedot siirrettäviä tutkimuksia varten. Luodut potilastiedot olivat täysin kuvitteelliset ja niiden avulla isotooppikuvia ei voida yhdistää tiettyyn henkilöön. RIS luo läheteelle automaattisesti yksilöllisen tunnistenumerosarjan, joka yhdistää tutkimuksen kaikki tiedot RISin ja PACSin välillä. Yhdistäminen tarkoittaa, että RISistä pääsee katsomaan haluamansa potilaan kuvia suoraan ja PACS-arkistossa kuviin yhdistyy automaattisesti potilaan henkilötiedot, tutkimuksen ajankohta sekä lähete- ja lausuntotiedot RIS-ohjelmasta. Siirron jälkeen palautin muistitikun Savonian tietohallintoon ja sen sisältämät tiedot poistettiin.

6 POHDINTA

6.1 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön tekemisessä eettisyys ja luotettavuus ovat isossa roolissa. Tutkimusta tehdessä tulee arvioida tutkimuksen luotettavuutta ja sitä voidaan mitata tutkimuksesta riippuen eri tavoilla. Tutkimuksesta tulisi kertoa tarkasti mitä on tehty koko projektin aikana ja tehtyjen valintojen perustelut. (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2013, 231, 232.) Eettistä ja luotettavaa opinnäytetyöprojektistä teki tutkimusluvan hakeminen, työn tarkka dokumentointi, tehtyjen päätösten perusteleminen sekä käyttämieni lähteiden ja työn arviointi. Myös lainsäädännön ja ohjeiden noudattaminen on osa eettisyyttä ja luotettavuutta. Opinnäytetyön tekemisessä noudatettiin tietosuoja- ja tietoturvalainsäädäntöä, hyvää tieteellistä käytäntöä sekä terveysalan yhteisiä eettisiä periaatteita ja röntgenhoitajan eettisiä ohjeita. Opinnäytetyöhön valitsemani kuvat on valittu siten, että ne ovat vapaasti käytettävissä ei-kaupallisesti kuvien ottajan mainitsemalla. Olen merkinnyt kuvan ottajan nimen jokaisen kuvan yhteydessä. Kuvien lisenssit mahdollistavat niiden käytön tässä opinnäytetyössä.

Opinnäytetyön tekemiseen eli kuvien valintaan ja siirtoon tarvittiin tutkimuslupa, jotta kuvien siirto olisi eettisesti oikeutettua ja luotettavaa (Tutkimuseettinen tiedekunta 2013, 6). Tutkimusluvan myönsi KYS-Kuvantamiskeskuksen palveluyksikköjohtaja ja ylihoitaja. Kuvien siirtoon vaadittavan tutkimusluvan allekirjoittamalla sitouduin tiettyihin ehtoihin opinnäytetyön tekemisessä. Opinnäytetyön tekijänä sitouduin noudattamaan palveluyksikön esimiesten antamia ohjeita, sairaalan yleisiä sääntöjä sekä salassapito- ja vaitiolovelvollisuutta lainsäädännön mukaisesti. Salassapito- ja vaitiolovelvollisuus tarkoitti tässä työssä sitä, että en kerro tai muilla keinoilla välitä tietooni saamia potilastietoja eteenpäin. Tämä vaitiolovelvollisuus ei lopu opinnäytetyön tekemisen jälkeenkään.

Opinnäytetyössä käytettyjä lähteitä tulee myös arvioida (Vilkkä ja Airaksinen 2003, 53.) Arvioin käyttämiäni lähteitä lähdekriittisesti ajankohtaisuuden, kirjoittajan luotettavuuden, lähteiden käyttämisen, julkaisupaikan ja puolueettomuuden mukaan. Lähteiden käytössä tulee välttää plagiointia, joka on hyvän tieteellisen käytännön loukkaus. Se tarkoittaa jonkun toisen tekstin suoraan tai mukailien tehtyä kopiointia. (Tutkimuseettinen tiedekunta 2013, 6). Tässä opinnäytetyössä vältin plagiointia merkitsemällä lähdeviittaukset oikein sekä tekemällä yhden suoran viittauksen. Tein suoran viittauksen opinnäytetyön tekemiseen vaikuttavan lain osaan, joka on mielestäni selkeimmin tulkittavissa suoran viittauksen avulla. Suorien lainausten käyttö ei vähennä tutkimuksen arvoa (Mäkinen 2005, 185). Toteutin sitaattien merkitsemisen raportointiohjeiden mukaisesti.

Eettisyyttä on tietoturvan toteutuminen kuvien valinnan aikana. Sain KYSiltä kahdet käyttäjätunnukset ja salasanat. Toisilla pääsi kirjautumaan organisaation työasemille ja toisilla PACS-arkistoon. Tarkoituksena käyttäjätunnuksilla ja salasanoilla on suojata asiattomien pääsy henkilötietoihin, pitää tietojen käytöstä lokia sekä rajata käyttäjän pääsyä ja käyttöoikeuksia

potilasasiakirjoihin. Oma toiminta vaikuttaa myös tietoturvan toteutumiseen. Käyttäjätunnuksia ja salasanoja ei kannata kirjoittaa mihinkään ylös, jotta ne eivät päädy ulkopuolisten haltuun. Uloskirjautuminen potilastietojärjestelmästä ja työasemilta ennen poistumista on tärkeää tietosuojan toteutumisen kannalta, jotta ulkopuoliset eivät pääse potilastietoihin käsiksi. Opinnäytetyön tekemisessä en toiminut hoitohenkilökunnan roolissa, vaan tutkijana. Minulla oli oikeus katsoa PACS-kuva-arkistosta vain opinnäytetyön perusteella siirrettävien isotooppitutkimusten tietoja asetus potilasasiakirjoista (298/2009) 4 § pykälän perusteella. En tarkastellut kuvien valinnan aikana kuin niitä tutkimuksia joihin tutkimuslupa (Liite 1) oli myönnetty.

Tässä opinnäytetyössä oli erityisen tärkeää huolehtia tietosuojan toteutumisesta. Kuvien mukana ei saanut siirtyä minkäänlaisia potilaiden henkilötietoja kuten nimiä, osoitteita tai henkilötunnuksia salassapitolainsäädännön noudattamista varten. Potilastiedot sisältyivät isotooppikuviin, joten ne tuli poistaa ennen kuvien siirtoa tallennusvälineelle. Myös kuvien mukana siirrettävistä lähete- ja lausuntotiedoista tuli poistaa kaikenlaiset kuvailut potilaasta. Oma vaitiovelvollisuus on myös tärkeää salassapidon toteutumista varten. Siirrettävät kuvat tarkastettiin PACS-vastaavan toimesta mahdollisesti kuviin jääneiden potilastietojen osalta, joten yksilönsuoja ja tietosuoja varmistuivat kuvien siirrossa. Siirrettävät kuvat myös talletettiin Savonian PACSiin täysin kuvitteellisilla nimillä ja henkilötunnuksilla, joten niitä ei voi mitenkään yhdistää kehenkään henkilöön.

Terveystieteiden ammattihenkilöiden toimintaa ohjaavat myös eettiset ohjeet, joita ovat terveysalan yhteiset eettiset periaatteet ja röntgenhoitajan eettiset ohjeet. Tietosuoja- ja turvallisuuslainsäädännön osaaminen ja noudattaminen tukevat terveydenhuollon eettisiä ohjeita. Terveystieteiden eettiset periaatteet ovat oikeus hyvään hoitoon, ihmisarvon kunnioitus, itsemääräämisoikeus, oikeudenmukaisuus, hyvä ammattitaito ja hyvinvointia edistävä ilmapiiri sekä yhteistyö ja keskinäinen arvonnanto. Oikeus hyvään hoitoon on laaja kokonaisuus ja osa sitä on tietosuoja- ja tietoturvalainsäädännön noudattaminen. Röntgenhoitajan eettiset ohjeet ohjaavat röntgenhoitajan toimintaa. Röntgenhoitaja on sitoutunut salassapitoon potilaan persoonaan, elämään ja hoitoon koskevissa asioissa. Harkintaa tulee käyttää myös keskusteltaessa muiden hoitoon osallistuvien kanssa. (ETENE 2001, 12-15; Röntgenhoitajaliitto 2000, 1.) Opinnäytetyön tekemisen aikana tai sen jälkeen en ole keskustellut tai muuten välittänyt eteenpäin isotooppikuvien siirtoprojektin aikana saamiini salassapidettäviä potilastietoja. Opinnäytetyössä potilastapauksista on kerrottu vain sen verran, että valintoja on voitu perustella teorialiedolla.

6.2 Projektin arviointi

Toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluu työn arviointi (Vilka ja Airaksinen 2003, 96). Tarkoituksena opinnäytetyössä oli toteuttaa isotooppikuvien valinta- ja siirtoprojekti kahden organisaation välillä. Tavoitteena oli röntgenhoitajaopiskelijoiden opetusmateriaalin lisääminen.

Opinnäytetyö tekeminen alkoi työn suunnittelusta. Työsuunnitelman tekeminen antoi työlle pohjan teoreettiselle viitekehyselle. Tässä vaiheessa en kuitenkaan ymmärtänyt kokonaan tietoturva- ja tietosuojalainsäädännön laajuutta, vaan se jäi suunnitelmassa hyvin pintapuoliseksi. Tiedonhaun

dokumentointi oli myös tässä vaiheessa vielä riittämätöntä ja perusteluja ei ollut. Työsuunnitelman avulla sain työprojektin toteutettua, mutta suunniteltu aikataulukutus opinnäytetyöraportin osalta ei pitänyt. Itse kuvien siirron toteutin suunnitellun aikataulun puitteissa.

Työsuunnitelman hyväksymisen jälkeen itse työ eli isotooppikuvien valinta ja siirto toteutui melko nopeasti. Kuvien valinta, anonymisointi ja siirto kesti kaksi viikkoa. Kuvien valinnassa oli hankalinta ison kuvamäärän läpikäyminen, mutta se vaati vain aikaa. Yhteistyö sujui Savonia-ammattikorkeakoulun ja KYS:n PACS-hoitajien kanssa erittäin hyvin. Sain hyvän alkuperähdytyksen PACS:n käyttöön sekä anonymisointiin. Itse työn tekemisessä en kokenut haasteita. Uusia oppimiani asioita olivat PACS:n ja RIS:n edistyneempi käyttö, ne opin nopeasti perehdytyksen avulla ja käytin niitä itsenäisesti kuvien valinnan aikana. Kuvien valinnassa ja siirrossa en tekisi mitään toisin. Pidän työprojektista koko ajan työpäiväkirjaa raportointia varten.

Valittuja ja siirrettyjä isotooppikuvia käytettiin syksyllä 2015 myös isotooppitutkimusten teoriaopetuksessa. Luennolla isotooppilääketieteen erikoislääkäri kertoi kaikista siirretyistä isotooppitutkimuksista yleistä tietoa ja niillä diagnosoitavista sairauksista siirrettyjen isotooppikuvien avulla. Pyysin luennon jälkeen luennoitsijalta arvioita valittujen kuvien sopivuudesta luentotarkoituksiin. Valitut isotooppikuvat olivat luennoitsijan mielestä hyviä potilastapauksia, mutta mainitsi myös, että olisi ollut helpompi luennoitsijan kannalta jos olisi saanut itse valita tutkimukset. Luennoitsija kun ei päässyt tapauksiin kovinkaan syvällisesti tutustumaan ennen luentoa. Tarkoituksena oli isotooppikuvien valinnassa apuna käyttää samaista erikoislääkäreitä, mutta isotooppikuvien valinnan aikana hän ei ollut saatavilla, joten tein kuvien valinnan täysin itsenäisesti.

Tässä työssä haastavaa oli teorian ja käytännön yhdistäminen, koska kyseessä oli isotooppikuvien valinta ja siirto. Paljon pohdintaa aiheutti itse isotooppikuvien valinnan ja teorian yhdistäminen toisiinsa. Röntgenhoitaja ei tulkitse kuvia, joten en käyttänyt teorian tietoa kuvien tulkitsemiseen, koska lausunto isotooppitutkimuksista on isotooppilääketieteen erikoislääkärin tekemä ja siten paras lähde kuvien sisällön arvioimiseen. Kuvien valintavaiheessa valikoin siis kuvat annettujen ehtojen mukaisesti lääkärin lausunnon mukaan. Apuna valintaan oli myös työsuunnitelmaa varten kerätyt teorian tiedot siirrettävistä isotooppitutkimuksista. Lopulta suurimmaksi työn teorian ja käytännön yhdistäminen tapahtui tietosuoja- ja -turvalainsäädännön avulla. Kävin läpi ison määrän aineistoa kuvien valintaa varten, löysin kriteereihin sopivat isotooppikuvat ja toteutin siirron tietosuoja- ja -turvalainsäädäntöä sekä hyviä tieteellisiä käytäntöjä noudattaen. Potilaiden tietosuoja- ja tietoturva toteutui opinnäytetyön tekemisen jokaisessa vaiheessa. Kokonaisuudessaan projekti onnistui hyvin, koska tarvittavat kuvat saatiin siirrettyä yksityisyydensuojan vaarantumatta, työ valmistui aikataulussa ja työprojektin aikana tapahtui ammatillista kasvua.

6.3 Ammatillinen kasvu

Ammatillinen kasvu on oman ammattialan asiantuntijuuden kehittymistä. Oppimisen avulla voidaan kehittyä asiantuntijuudessa ajan myötä aloittelijasta ekspertiksi, mutta tähän vaikuttavat myös oma kiinnostus asiaa kohtaan, opinnot, käytännön harjoittelu, elämäkokemus ja kontaktit. (Vilka & Airaksinen 2003, 154; Collin 2009). Röntgenhoitajan ammatilliset kompetenssit eli osaaminen jakautuvat viiteen eri kategoriaan. Näitä ovat radiografia- ja sädehoitotyön hoitamis- ja ohjaamisosaaminen, viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen, menetelmäosaaminen, turvallisuusosaaminen sekä kehittämisen, tutkimisen ja johtamisen osaaminen. (Savonia 2016.)

Opinnäytetyön tekemisessä tapahtui monenlaista ammatillista kasvua. Uusia oppimiani asioita olivat opinnäytetyöprojektin suunnittelu ja toteutus; tieteellinen tiedonhaku, dokumentointi sekä PACSn ja RISn teoretieto sekä niiden edistyneempi käyttö. Tietoturva- ja tietosuojalainsäädäntöön tutustuminen sekä niiden toteuttaminen käytännössä olivat myös työn tekemisessä tärkeimpiä oppimiani asioita. Tietoni isotooppiäketieteestä ja -tutkimuksista sekä käytettävästä laitteistosta ja järjestelmistä syventyi projektin aikana. Ammatillista kasvua on tapahtunut jokaisen röntgenhoitajan ammatillisten osaamisalueen kohdalla.

Opinnäytetyöprojektin suunnittelu ja toteutus olivat minulle uusia asioita. Projektin puitteissa opin suunnittelemaan hankkeen, jossa työn tekeminen perustuu teoreettiseen tietoon. Suunnitelmavaiheessa realistisen aikataulutuksen suunnitteleminen on tärkeä projektin onnistumisen kannalta. Osaan tulevaisuudessa toteuttaa opinnäytetyön ja ohjata opiskelijoita opinnäytetyön tekemisessä.

Tieteellinen tiedonhaun taidot vahvistuivat projektin aikana vahvasti. Röntgenhoitajan opintoihin on sisällynyt aiemminkin tieteellistä tiedonhakua, mutta suppeammassa töissä. Opin paremmin päättämään työn tekemiseen tarvittavan teoreettisen viitekehysten jolla tiedonhakua toteutetaan. Tiedonhausta toteutettava dokumentointi oli myös uusi asia. Tiedonhaun dokumentaatio sisältää tiedot mitä on haettu, mistä ja millä hakuehdoilla. Valittu tietolähde tulee myös arvioida ennen sen käyttöä ja tiedon luotettavuuden arviointitaidot kehittyivät siis opinnäytetyöprojektin aikana. Käytetyt tiedonhakukanavat olivat tuttuja, mutta osa vähemmän käytettyjä, varsinkin englanninkieliset lehtiartikkelitietopalvelut. Nyt osaan ja uskallan käyttää englanninkielistä materiaalia enemmän kuin aikaisemmin.

Projektin alussa minua kehoitettiin pitämään työn tekemisestä työpäiväkirjaa. Aluksi oli hankalaa arvioida mitä tietoa kannattaisi kirjata, mutta mieluummin kannattaa kirjoittaa liian paljon kuin liian vähän. Kirjasin ylös eri ohjaustapaamisissa käsitellyt asiat sekä työn tekemisen aikana päiväkohtaisen työkirjapidon, joka sisälsi tehdyn työn ja siihen käytetty aika. Kaikista tekemistäni isotooppitutkimushauista pidin myös kirjanpitoa opinnäytetyöraporttia varten. Kirjoitin opinnäytetyöraportin paljon myöhemmin kuin itse varsinaisen työn, joten hyvästä työpäiväkirjasta oli hyötyä raportin kirjoittamiseen. Tulevissa projekteissa tulen myös pitämään tarkkaa työpäiväkirjaa ja

ennen työn tekemistä kannattaa miettiä mitä tietoja työraportissa tulee tarvitsemaan, ettei mitään olennaista unohdu.

Isotooppikuvat sijaitsevat PACSissa, joten kuvien valinnan aikana opin sen käytön perehdytyksen ja käytön ansiosta. Aikaisemmin en ollut juurikaan käyttänyt PACS-käyttöliittymää, joten sen käytön oppiminen on myös tärkeää röntgenhoitajana toimiessa, koska eri modaliteettien tulokset (mm. röntgenkuvat, tietokonetomografiakuvat, magneettikuvat) sijaitsevat siellä. Opin myös isotooppi- ja radiologisten modaliteettien käyttämien tietojärjestelmien teoriapohjan. Oppimani tiedon ansiosta voisin tulevaisuudessa mielelläni toimia myös PACS-vastaavana, koska se vaikuttaa mielenkiintoiselta työltä.

Tietoturva- ja tietosuojalainsäädäntöön tutustuminen sekä säädösten noudattaminen tämän työn tekemisessä olivat myös tärkeimpiä oppimiani asioita. Röntgenhoitajan koulutuksessa painotetaan vaitiolovelvollisuutta, mutta en ole tiennyt miten moni laki ohjaa terveydenhuollon ammattihenkilön toimintaa. Opin miten tietoturvaluutta toteutetaan käytännön työssä työntekijänä ja osaan opastaa esim. opiskelijoita tietoturvaluuden säilyttämiseksi.

Tietoni isotooppilääketieteestä ja -tutkimuksista sekä käytettävästä laitteistosta syventyi prosessin aikana. Perustiedot olen saanut röntgenhoitajan koulutukseen sisältyvien opintojen puitteissa, mutta opinnäytetyöprosessin aikana tietoni aiheesta syventyi. Isotooppitutkimuksissa käytettävistä laitteista saamani tieto oli kertausta aiemmin oppimaani, mutta tietoni syventyi mm. radiolääkkeistä ja isotooppikuvien tulkinnasta. Näistä tiedoista on hyötyä, mikäli työskentelen joskus isotooppilääketieteen osastolla.

Opinnäytetyön tekemisestä oli hyötyä minulle itselleni sekä Savonia-ammattikorkeakoulun röntgenhoitajaopiskelijoille. Opiskellessani isotooppitutkimusten perusteita meillä ei ollut käytössä isotooppikuvia kuva-arkistossa, joten emme päässeet niihin tutustumaan itsenäisesti teoriajakson aikana. Nyt opiskelijat pääsevät halutessaan tutustumaan niihin ennen harjoittelujaksoa. Tämä voisi nopeuttaa oppimisprosessia harjoittelujaksolla ja lisätä aikaa oppia isotooppitutkimuksia syvällisemmin. Opinnäytetyön tavoite opiskelijoiden ammatillinen kasvun tukeminen toteutui mielestä hyvin. Savonia-ammattikorkeakoulun PACS-arkistoa voisi tulevaisuudessa täydentää myös muiden tutkimusten osalta, kuten tietokonetomografia-, magneetti- ja natiiviröntgentutkimusten osalta.

LÄHTEET

- AHONEN, Aapo, LAUNES, Jyrki, BERGSTÖM, Kim & NIKKINEN, Päivi 2003. Aivojen hermövälittäjäaineiden gammakuvaus. Teoksessa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö & VANNINEN, Esko (toim.). Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim.
- AHONEN, Aapo, SAVOLAINEN, Sauli & BERGSTRÖM 2003. Isotooppilääketieteen menetelmien perusteet. Teoksessa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö & VANNINEN, Esko (toim.). Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim.
- ARKISTOLAKI. L 831/1994. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-11-25.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940831>
- ASETUS POTILASASIAKIRJOISTA. L 298/2009. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-11-25.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090298>
- ASETUS TIETOTURVALLISUUDESTA VALTIONHALLINNOSSA. L 681/2010. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-11-29.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100681>
- BADANO, Aldo 2004. AAPM/RSNA tutorial on equipment selection: PACS equipment overview: display systems. Radiographics 24 (3), 879-89.
- COLLIN, Kaija 2009. Asiantuntijaksi oppiminen, ammatillisen identiteetin kehittyminen ja moniammatillinen työ. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 28-01-2017.] Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/kurssit/65050/luento/luentokaijacollin>
- COOK, Gary 2005. Clinical PET Imaging. Teoksessa: SHARP, Peter, GEMMELL, Howard & MURRAY, Alison (toim.) Practical nuclear medicine. Springer.
- CREATIVE COMMONS 2017a. CC0 1.0 Yleismaailmallinen (CC0 1.0) Public Domain –lausuma. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 28-01-2017.] Saatavissa: <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.fi>
- CREATIVE COMMONS 2017b. Attribution-ShareAlike 2.0 Generic. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 28-01-2017.] Saatavissa: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/deed.en>
- CREATIVE COMMONS 2017c. Attribution 2.5 Generic. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 28-01-2017.] Saatavissa: <https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/deed.en>
- CREATIVE COMMONS 2017d. Attribution 3.0 Unported. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 28-01-2017.] Saatavissa: <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>
- CREATIVE COMMONS 2017e. Attribution-ShareAlike 3.0 Unported. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 28-01-2017.] Saatavissa: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>
- DIREKTIIVI 1995/46/EY. Yksilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä ja näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-07.] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31995L0046:fi:HTML>
- DIREKTIIVI 2002/58/EY. Henkilötietojen käsittelystä ja yksityisyyden suojasta sähköisen viestinnän alalla. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-07.] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32002L0058&from=Fi>

DIREKTIIVI 2016/679/EY. Asetus luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-07.] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2016:119:FULL&from=FI>

DREYER, Keith & MANNUDEEP, Kalra 2006. Digital imaging fundamentals. Teoksessa: DREYER, Keith, HIRSCHORN, David, THRALL, James & MEHTA, Amit (toim.). PACS – A guide to the digital revolution. Springer.

ETENE 2001. Terveystieteiden yhteinen arvopohja, yhteiset tavoitteet ja periaatteet. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-06.] Saatavissa: <http://etene.fi/documents/1429646/1559098/ETENE-julkaisu+1+Terveystieteiden+yhteinen+arvopohja,+yhteiset+tavoitteet+ja+periaatteet.pdf/4de20e99-c65a-4002-9e98-79a4941b4468>

EUR-LEX 2015. Euroopan unionin direktiivit. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-07.] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=URISERV%3A14527>

GRAY, Henry W 2005. The Lung. Teoksessa: SHARP, Peter, GEMMELL, Howard & MURRAY, Alison (toim.) Practical nuclear medicine. Springer.

GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, Josefina, NÚÑEZ-GAONA, Marco Antonio, AGUIRRE-MENESES, Heriberto & DELGADO-ESQUERRA, Ruth Evelin 2012. A Software and Hardware Architecture for a High-Availability PACS. Journal of Digital Imaging 25(4), 471-9.

HENKILÖTIETOLAKI. L 523/1999. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-08-16.] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990523>

HIRSIJÄRVI, Sirkka, REMES, Pirkko & SAJAVAARA, Paula 2013. Tutki ja kirjoita. Porvoo: Bookwell Oy.

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO 2015. Vertaisarviointi. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-11-23.] Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/kirjasto/tiedonhankinta-eri-tieteenaloilla/luonnontieteet/vertaisarviointi>

JÄRVINEN, Juha 2015. DICOM ja kuvantamisen työnkulku. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2015-09-01.] Saatavissa: http://www.hl7.fi/wp-content/uploads/Kvarkki-koulutus_DICOM-ja-kuvantamisen-ty%C3%B6nkulku_20150416.pdf

KAIJALUOTO, Sampsa (toim.) 2014. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa 2012. STUK-B 169. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2015-09-01.] Saatavissa: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126620/STUK-B_169.pdf?sequence=1

KETTUNEN, Raimo 2014. Sydämen pumppaustoiminta. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-18.] Saatavissa: http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00006

KHALIL, Madgy 2011. Positron Emission Tomography (PET): Basic Principles. Teoksessa: KHALIL, Magdy (toim.) Basic Sciences of Nuclear Medicine. Springer.

KORPELA, Helinä 2004. Isotooppilääketiede. Teoksessa: Säteilyn käyttö. Pukkila, O. (toim.) Säteily- ja ydinturvallisuus -sarja, osa 3. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2015-09-27.] Saatavissa: https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_3.pdf/5a5eba88-7559-41a4-b0b8-ebef3cad5724

KYS 2011. Kilpirauhasen gammakuvaus ja radiojodihoito. [Tutkimusohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.

- KYS 2012. Vartijaimusolmukkeen gammakuvaus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2013a. Aivojen PET-TT. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2013b. Aivoreseptoreiden gammakuvaus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2013c. Sydänlihasperfuusion gammakuvaus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2013d. Keuhkoventilaation gammakuvaus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2013e. Luuston gammakuvaus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2016a. Kilpirauhasen gammakuvaus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2016b. Sydämen pumpputoiminnan gammakuvaus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- KYS 2016c. Kokokehon PET-TT tutkimus. [Työohje.] Kuopion yliopistollinen sairaala.
- LAKI POTILAAN ASEMASTA JA OIKEUKSISTA. L. 785/1992. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2016-25-11]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19920785>
- LAKI SOSIAALI- JA TERVEYDENHUOLLON ASIAKASTIETOJEN SÄHKÖISESTÄ KÄSITTELYSTÄ. L. 159/2007. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-08-02]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070159>
- LAKI VIRANOMAISEN TOIMINNAN JULKISUUDESTA. L. 621/1999. Finlex. Lainsäädäntö. [Viitattu 2015-08-16]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990621>
- LANTTO, Tuomo 2003. Luuston gammakuvaus. Teoksessa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö & VANNINEN, Esko (toim.). Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim.
- LIEWENDAHL, Kristian & VÄLIMÄKI, Matti 2003. Kilpirauhasen isotooppitutkimukset. Teoksessa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö & VANNINEN, Esko (toim.). Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim.
- LIU, Yu & WANG, Jihong 2011. PACS and Digital Medicine. CRC Press.
- MADO, Kazunari, ISHII, Yukimoto, MAZAKI, Takero, USHIO, Masaya, MASUDA, Hideki & TAKAYAMA, Tadatoshi 2009. A case of bone metastasis of colon cancer that markedly responded to S-1/CPT-11 combination chemotherapy and became curable by resection. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2017-01-04.] Saatavissa: <http://wjso.biomedcentral.com/articles/10.1186/1477-7819-4-3>
- MARTIN, William, SANDLER, Martin & GROSS, Milton 2005. Thyroid, Parathyroid and Adrenal Gland Imaging. Teoksessa: SHARP, Peter, GEMMELL, Howard & MURRAY, Alison (toim.) Practical nuclear medicine. Springer.
- MAUS, Jens 2006. File:PET-MIPS-anim.gif. [Verkkoaineisto.][Viitattu 2017-01-04.] Saatavissa: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PET-MIPS-anim.gif>
- METCALFE, Malcom 2005. The Cardiovascular System. Teoksessa: SHARP, Peter, GEMMELL, Howard & MURRAY, Alison D. (toim.) Practical nuclear medicine. Springer.

MÄKINEN, Olli 2005. Tieteellisen kirjoittamisen ABC. Hämeenlinna: Karisto Oy.

PERROS, Petros 2005. Thyrotoxicosis and Pregnancy. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2017-01-04.]
Saataavissa: <http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0020370>

PERUSTUSLAKI. L 731/1999. Finlex. Lainsäädäntö. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-07.]
Saataavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>

PIANYKH, Oleg 2008. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Springer.

PRYMA, Daniel 2014. Nuclear Medicine. Practical physics, artifacts and pitfalls. Oxford University Press.

RAUTIO, Pentti & VANNINEN, Esko 2003. Sydänperfuusion gammakuvaus. Teoksessa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö & VANNINEN, Esko (toim.). Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim.

RINNE, Juha, OIKONEN, Vesa, TERÄS, Mika & HIETALA, Jarmo 2003. Aivojen PET-tutkimukset – kliinisiä sovelluksia. Teoksessa: SOVIJÄRVI, Anssi, AHONEN, Aapo, HARTIALA, Jaakko, LÄNSIMIES, Esko, SAVOLAINEN, Sauli, TURJANMAA, Väinö & VANNINEN, Esko (toim.). Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim.

RÖNTGENHOITAJALIITTO 2000. Röntgenhoitajan ammattietiikka. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-12-06.] Saataavissa: <http://sorf.fi/doc/eettisetohjeet.pdf>

SAHA, Gobal 2004. Basics of PET Imaging. Springer.

SALEH, Tamer 2011. Radiopharmacy: Basics. Teoksessa: KHALIL, Magdy M. (toim.) Basic Sciences of Nuclear Medicine. Springer.

SAMEI, Ehsan, SEIBERT, Anthony, ANDRIOLE, Katherine, BADANO, Aldo, CRAWFORD, Jay, REINER, Bruce, FLYNN, Michael & CHANG, Paul 2004. AAPM/RSNA Tutorial on Equipment Selection: PACS Equipment Overview General Guidelines for Purchasing and Acceptance Testing of PACS Equipment. RadioGraphics 24, 313–334.

SARASTE, Antti & KNUUTI, Juhani 2012. Perfuusio- ja hybridikuvantaminen. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2017-01-05.] Saataavissa: http://www.fincardio.fi/@Bin/505498/sa1A_12_teema_luku3.pdf

SAVONIA 2016. Röntgenhoitajan ammatilliset kompetenssit. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-11-23.] Saataavissa: <http://webd.savonia.fi/nettiops/TR11S%20ammatilliset%20kompetenssit.pdf>

SINISALO, Juha & VIRTANEN, Kari S. 2005. Sydänlihaksen perfuusion gammakuvaus. Duodecim 121 (1), 62–70.

SORVETTULA, Johanna 2015. Tietosuoja. Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Finnish Journal of eHealth and eWelfare 7 (1), 36-45.

SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖ 2007. Tietoturvaluussuunnitelman laatiminen: Opas sosiaali- ja terveydenhuollon toimintayksiköille. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja no. 19. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-11-22.] Saataavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/71714/julkaisuja_2007_19_tietoturvaluussuunnitelma_verkko.pdf?sequence=1

TAMMISALO, Tero 2007. Sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioiden tietoturvan hallinnointi. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-11-25.] Saatavissa:
<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/76251/R5-2007-VERKKO.pdf?sequence=1>

THL 2016. Laki potilaan asemasta ja oikeuksista. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-11-25.] Saatavissa:
<https://www.thl.fi/fi/web/laatu-ja-potilasturvallisuus/asiakas-ja-potilas/potilaan-asema-ja-oikeudet>

TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA 2013. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2016-11-21.] Saatavissa:
http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

WESTGATE, Elizabeth & FITZGERALD, Garret 2005. Pulmonary Embolism in a Woman Taking Oral Contraceptives and Valdecoxib. [Verkkoaineisto.] [Viitattu 2017- 01-04.] Saatavissa:
<http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0020197>

VILKKA, Hanna & AIRAKSINEN, Tiina. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus.

KUALÄHTEET

CFCF 2014. Ihmisen anatomiset tasot [Digikuva]. Wikimedia Commons. [Viitattu 2017-09-01.]
Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomical_Planes.svg

CHATAL, Jean-François 2005. Sydänlihasperfuusion gammakuvaus [Digikuva]. Wikimedia Commons.
[Viitattu 2017-01-03.] Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:PETcomaprison.jpg>

HEIKKINEN, Riikka 2016. Esimerkki PACS-laitekokonaisuudesta. [Oma kuva.]

MADO, Kazunari, ISHII, Yukimoto, MAZAKI, Takero, USHIO, Masaya, MASUDA, Hideki & TAKAYAMA, Tadatoshi 2009. Luuston gammakuva [Digikuva]. Wikimedia Commons. [Viitattu 2016-12-19.]
Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:99mTc-HMDP_bone_scintigraphy_01.jpg

MAUS, Jens 2006. Kokokehon PET [Digikuva]. Wikimedia Commons. [Viitattu 2017-01-03.]
Saatavissa: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PET-MIPS-anim.gif>

MAUS, Jens 2010. Aivojen PET [Digikuva]. Wikimedia Commons. [Viitattu 2016-12-19.] Saatavissa:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PET-image.jpg>

PERROS, Petros 2005. Kilpirauhasen gammakuvaus [Digikuva]. Wikimedia Commons. [Viitattu 2017-01-03.] Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thyroid_scintigraphy.jpg

PRAEFCKE, Andreas 2013. SPECT-TT kuvantamislaitteisto [Digikuva]. Wikimedia Commons. [Viitattu 2017-05-01.] Saatavissa:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KH_St_Elisabeth_RV_2013_Radiologie_Gammakamera.jpg

PRAEFCKE, Andreas 2013. PET-TT kuvantamislaitteisto [Digikuva]. Wikimedia Commons. [Viitattu 2017-05-01.] Saatavissa:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KH_St_Elisabeth_RV_2013_Radiologie_PET-CT.jpg

WESTGATE, Elizabeth & FITZGERALD, Garret 2005. Keuhkojen ventilaatio ja perfuusio [Digikuva].
Wikimedia Commons. [Viitattu 2017-01-03.] Saatavissa:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pulmonary_embolism_scintigraphy_PLoS.png

LIITTEET

Liite 1: Opinnäytetyölupa

LIITE 2: Tiedonhaku-aulukko.

Hakusana	Hakuehdot	Tulokset	Valitut artikkelit
CINAHL-tietokanta			
PACS	Nimekehaku, englanninkielinen artikkeli, kokoteksti, ajanjaksolta 2000- 2016.	76 kpl	-
DICOM		12 kpl	-
RIS		15 kpl	-
PubMed-tietokanta			
PACS	Nimekehaku, ilmainen kokoteksti, ajanjaksolta 2000- 2015.	169 kpl	GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, Josefina, NÚÑEZ-GAONA, Marco Antonio, AGUIRRE-MENESES, Heriberto, DELGADO-ESQUERRA, Ruth Evelin 2012. A Software and Hardware Architecture for a High-Availability PACS. Journal of Digital Imaging 25(4), 471-9.
DICOM		109 kpl	-
RIS		15 kpl	-
ScienceDirect-tietokanta			
Picture archiving and communication System	Nimikehaku, vapaa saatavuus	105 kpl	-
PACS		4 kpl	-
RIS		5 kpl	-

Medic-tietokanta			
Tietosuojaja	Nimekehaku, ilmainen kokoteksti, ajanjaksolta 2000-2015.	7 kpl	SORVETTULA, Johanna 2015. Tietosuojaja. Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Finnish Journal of eHealth and eWelfare 7 (1), 36-45.
Tietoturva		20 kpl	SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖ 2007. Tietoturvaluissuussuunnitelman laatiminen: Opas sosiaali- ja terveydenhuollon toimintayksikölle. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja no. 19.
PACS		0 kpl	-
Isotooppitutkimus		59 kpl	SINISALO, Juha ja VIRTANEN, Kari S. 2005. Sydänlihaksen perfuusion gammakuvaus. Duodecim 121 (1), 62-70.
PET		0 kpl	-
Gammakuvaus		10 kpl	-
Yhteensä			4 artikkelia