

Sydänlihasperfuusion gammakuvaus- työohje

Arttu Hautakangas
Mikko Kokkonen
Opinnäytetyö

Koulutusala Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
Koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Hautakangas Arttu & Kokkonen Mikko	
Työn nimi Sydänlihasperfuusion gammakuvaus- työohje	
Päiväys 13.12.2011	Sivumäärä/Liitteet 37/4
Ohjaaja(t) Opettaja Leena Tikka	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuopion yliopistollinen sairaalan Kuvantamiskeskuksen Kliininen fysiologia ja isotooppilääketieteen yksikkö	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli aikaansaada Kuopion yliopistollisen sairaalan Kuvantamiskeskuksen Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksikön röntgenhoitajaopiskelijoille ja röntgenhoitajille toimiva, selkeä sekä hyödyllinen ohje sydänlihasperfuusion gammakuvausten tutkimuksen suoritusta varten.</p> <p>Saimme opinnäytetyön aiheen Kuopion yliopistollisen sairaalan Kuvantamiskeskuksen Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksiköstä. Sydänlihasperfuusion gammakuvausta tehdään kyseisellä osastolla parikymmentä tutkimusta viikossa. Sydänlihasperfuusion gammakuvaus tehdään kolmessa vaiheessa: rasiuskoe, rasiuskuvaus ja lepokuvaus. Tutkimuksella selvitetään mahdolliset sydämen iskeemiset- ja arpialueet.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on kehittämistyö, jossa päivitettiin vanha työohje vastaamaan tämän hetkisen laitteiston ja ohjelmiston asettamia vaatimuksia. Teoriaosuudessa käydään läpi sydämen anatomiaa ja fysiologiaa, säteilyn tyyppejä, isotooppilääketiedettä, kuvausmenetelmiä sekä säteilyturvallisuutta. Opinnäytetyössä käsitellään myös työohjeen laatiminen, kehittämistyön tavoitteet sekä opinnäytetyöprosessi. Opinnäytetyön tuotoksena syntyi työohje, joka käsittää kuvauksen ja kuvankäsittelyn vaiheet. Työohje tulee olemaan Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen SPECT/TT tutkimushuoneessa.</p> <p>Työohje tukee röntgenhoitajaopiskelijoiden ja perehdytettävien röntgenhoitajien ammatillista kehittymistä. Työohje on osa jatkuvaa muutoksen tilaa kuvantamisyksiköissä, jossa laitteistot ja ohjelmistot päivittyvät jatkuvasti tekniikan nopean kehittymisen myötä.</p>	
Avainsanat Sydänlihasperfuusion gammakuvaus, työohje, sydänlihas	

Field of Study Degree programme in radiography and radiotherapy			
Degree Programme			
Author(s) Hautakangas Arttu & Kokkonen Mikko			
Title of Thesis Myocardial perfusion gamma imaging – work instruction			
Date	13.12.2011	Pages/Appendices	37/4
Supervisor(s) Lecturer Leena Tikka			
Client Organisation /Partners Kuopio University Hospital			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to make a clear and useful work instruction to radiographer students and personnel of the ward of Clinical Physiology and Nuclear Medicine in The Imaging Centre of Kuopio University Hospital on myocardial perfusion gamma imaging.</p> <p>The topic of thesis was given from Kuopio University Hospital, Clinical Physiology and Nuclear Medicine in The Imaging Centre. Myocardial perfusion gamma imaging examinations are made in the imaging centre about twenty in a week. Myocardial perfusion gamma imaging examinations are performed in three phases: a stress test, stress imaging and rest imaging. Purpose of the study is to investigate the possible cardiac ischemic, and scar territories.</p> <p>This thesis is a development work where the old work instruction will be updated to respond to the current hardware and software requirements. The theory part will take place through the cardiac anatomy and physiology, types of radiation, nuclear medicine, imaging methods, and radiation safety. This thesis deals with the work instructions protocol, development objectives and the thesis process. The output of the thesis was the work instruction, which includes imaging and image processing steps. Work instruction will be at clinical physiology and nuclear medicine SPECT / CT examination room.</p> <p>Work instruction supports the radiographer students and new radiographers professional development. Work instructions are a part of an ongoing change in imaging centres, where the hardware and software are constantly updating with rapid technological developments.</p>			
<p>Keywords Myocardial perfusion gamma imaging, work instruction, myocardial muscle</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	SYDÄNLIHASPERFUUSION GAMMAKUVAUKSEN TAUSTATEORIA	7
2.1	SYDÄNLIHAS JA SEN FYSIOLOGIA.....	7
2.2	SYDÄMEN VAJAATOIMINTA JA SEPELVALTIMOTAUTI	9
2.3	SÄTEILYTYYPIT	9
2.4	ISOTOOPPILÄÄKETIEDE	10
2.5	RADIOLÄÄKKEET	11
2.6	SYDÄNLIHASPERFUUSION GAMMAKUVAUS.....	12
2.7	KUVAUSMENETELMÄT	14
2.7.1	TIETOKONETOMOGRFIA	16
2.7.2	GAMMAKAMERA	16
2.7.3	EMISSIOTOMOGRFIA.....	17
2.8	SÄTEILYTURVALLISUUS	18
3	TYÖOHJEEN LAATIMINEN	21
4	TARKOITUS JA TAVOITTEET	23
5	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTTAMINEN.....	24
6	POHDINTA	26
6.1	OPINNÄYTETYÖN EETTISYYS	27
6.2	LUOTETTAVUUS	27

LIITTEET

Liite 1 Työohje

1 JOHDANTO

Oikein tehty sydänlihasperfuusion gammakuvaus on tärkeää potilaan hoidon kannalta, jos tutkimus jouduttaisiin uusimaan, tulisi potilaalle lisää säderasitusta, sekä se lisäisi hoitokustannuksia että työaika. Tärkein sydämen isotooppitutkimus on sydänperfuusiokuvaus, jossa tutkitaan sydänlihaksen verenkiertoa radiolääkkeillä, jotka jakaantuvat sydänlihakseen alueellisen lihasperfuusion mukaisesti (Rautio & Vanninen 2003, 385). Radiolääkkeen emittoimat gammakvantit voidaan havaita gammakameroilla, ja yhdessä tietokonetomografian pohjalta laaditulla vaimennuskartalla ja pohjakuvalla saadaan kuva josta voidaan havaita iskeemiset alueet.

Suomessa suurin osa isotooppitutkimuksista on luuston tutkimuksia, noin 50 000 kappaletta. Sydänlihasperfuusion gammakuvauksia tehtiin 2 820 kappaletta vuonna 2006. Isotooppitutkimuksissa tutkitaan myös keuhkoja, munuaisia, verenkiertoelimistöä ja kilpirauhasta. Isotooppidiagnostiikkaa hyödynnetään monissa erilaisissa tutkimuksissa. Näihin tutkimuksiin lukeutuvat onkologian, kardiologian, neurologian, psykiatrian, endokrinologian sekä tulehduspesäkkeiden ja biologisensysteemin tutkimukset. (Korpela 2009; Korpela 2008.)

Teoreettinen osa käsittelee sydämen anatomiaa sekä fysiologiaa, isotooppilääketiedettä, gammakameraa, tietokonetomografiatutkimusta, radiolääkkeitä sekä säteilyturvallisuutta. Teoria osuudessa määritellään myös millainen hyvän työohjeen tulee olla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella käytännössä toimiva työohje sydänlihasperfuusion gammakuvauksesta. Työssä käydään läpi koko kuvantamisprosessin alun rasituskokeesta lopun lepokuviin saakka. Tavoitteena oli tuottaa toimiva työohje, joka auttaa ja ohjaa röntgenhoitaja opiskelijoita sekä perehdytettäviä hoitajia tutkimuksen suorittamiseen.

Työ toteutettiin yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun sekä KYS:n (Kuopion yliopistollinen sairaala) kliinisen fysiologian ja isotooppiosaston kanssa. Työ oli tarpeellinen, koska työpisteessä olevat ohjeet eivät vastaa käytännön menetelmiä. Työpisteen kuvankäsittelyohjelma oli uusiutunut, joten yhteistyökumppanimme halusi yhtenevän työohjeen kuvaukselle sekä kuvankäsittelylle.

2 SYDÄNLIHASPERFUUSION GAMMAKUVAUKSEN TAUSTATEORIA

2.1 SYDÄNLIHAS JA SEN FYSIOLOGIA

Sydänlihas muodostuu poikkijuovaisista lihassoluista kuten luustolihaksetkin. Sydänlihassolut ovat kuitenkin lyhyempiä sekä haaroittuneita ja yksitumaisia, toisin kuin luustolihassolut. Ne ovat kiinnittyneet päistään kiinni toisiinsa ja muodostavat kaksi yhtenäistä verkostoa joita nimitetään eteis- ja kammiosolujen verkostoiksi. Sydänlihaksen paksuus sydämen eri lokeroissa vaihtelee sen mukaan, miten suurella voimalla kunkin lokeron tulee supistua työntääkseen verta verenkiertoelimistön seuraavaan osaan. Sydänlihas on ohuimmillaan eteisissä ja lisäksi vasen kammio on seinämältään paksumpi kuin oikea, sillä verenkierron vastus on systeemisessä verenkierrossa suurempi kuin keuhkoverenkierrossa. (Sand 2011, 274.)

Vaikka sydämen ontelot ovat aina täynnä verta, sydänlihaksen on saatava happea ja ravintoaineita omien verisuontensa kautta, kuten muidenkin kudosten. Sydänlihaksen paino on vain noin 0,4 % ruumiinpainosta. Sydämen minuuttitilavuudesta ohjautuu kuitenkin noin 4 % sydänlihasta huoltaviin sepelvaltimoihin. Koska sydän työskentelee tauotta, vaatii se runsaasti verta. Sepelvaltimot haarautuvat aortasta aivan aorttaläpän vierestä. Oikea sepelvaltimo vie verta sydämen oikeaan puoliskoon ja vähäisessä määrin myös vasempaan puoliskoon. Vasen sepelvaltimo huolehtii lähes koko vasemman sydänpuoliskon verihuollosta. Yksi sen haaroista kulkee sydämen etupuolella, lähellä kammioväliseinää, ja huolehtii väliseinän etuosien ja siihen rajoittuvien kammioseinämän osien verihuollosta. Sydäninfarkti johtuu usein juuri tämän haaran tukkeutumisesta. (Sand 2011, 311.)

Verenkierto toimii elimistön kuljetusjärjestelmänä, joka huolehtii kudosten ravinnonsaannista. Veri virtaa suonten muodostamassa umpiputkistossa ja sen liike-energia on pääasiassa peräisin sydäimestä. Vastasyntyneisyys kauden jälkeen sydämen vasemman ja oikean puolen välillä ei ole suoraa yhteyttä toisiinsa. Sydämen vasempaa-ja oikeaa puoliskoa voi näin pitää kahtena erillisenä pumppuna, jotka ovat kytkettynä sarjaan verenkierrossa. (Nienstedt 1987, 185.)

Verenkierto on järjestäytynyt kahteen kiertoon. Vasemmasta sydämen kammioista veri kulkeutuu suureen verenkiertoon eli ääreisverenkiertoon, josta veri palautuu laskimoita pitkin sydämen oikeaan eteiseen. Oikeasta eteisestä veri kulkeutuu oikeaan kammioon joka pumppaa veren keuhkoverenkiertoon, josta käytetään myös nimitystä pieniverenkierto. Pienessä verenkierrossa veri kulkeutuu takaisin sydämen vasempaan kammioon kiertäen ensin keuhkovaltimoiden, keuhkorakkuloiden pinnalla olevat hiussuonet ja keuhkolaskimon joka vie vasempaan eteiseen. Valtimoverenkierto kuljettaa sydämen pumppaaman veren avulla kudoksiin niiden tarvitseman hapen ja muut energia- ja rakennusaineet. Laskimoverenkierto kuljettaa aineenvaihdunnan tuottaman hiilidioksidin ja muut haitta- ja jätteaineet soluista pois. (Kettunen 2011, 20- 21.)

Kummastakin sepelvaltimosta menee haaroja sydänlihakseen etenkin kammioiden puolelle. Sepelvaltimoiden haarojen väliset anastomoosit eli yhdyshaarat ovat pieniä ja jonkin haaran tukkeutuminen johtaa helposti infarktiin, eli sydänlihaskuolioon alueelle jota tukkeutunut haara huoltaa. Koronaarivaltimoita seuraavia laskimoita kutsutaan sydänlaskimoiksi (venae cordis). Ne seuraavat pääasiassa koronaarivaltimoiden haaroja, mutta lopuksi ne yhtyvät sydämen taakse sinus coronariukseksi, eli sepelpoukamaksi. Sinus coronariuksen kautta palaa noin 60 % sepelvaltimoiden verestä oikeaan eteiseen ja loput palaavat sydämen eteisiin ja kammioihin erillisiä pieniä laskimoita pitkin. (Nienstedt 1987, 190- 191.)

Sydämen supistumisesta aiheutuva paineen nousu haittaa veren virtausta vasemman kammion seinämässä. Seinämän sisimpien osien verenkierto pysähtyy kokonaan supistusvaiheen painehuipun ajaksi ja usein infarktit tulevatkin juuri tälle alueelle, lähelle sydämen sisäkalvoa. Suurimmillaan virtaus on vasemman kammion seinämässä veltostumisvaiheen alussa. Oikean kammion seinämän verensaanti ei sen sijaan ratkaisevasti muutu sydämen eri toimintavaiheissa, sillä oikean kammion heikompi supistus ei paina valtimohaaroja tukkoon. Jo lepotilassa valtaosa sepelvaltimoiden hapestä siirtyy sydänlihakseen. Sydän voikin saada lisää happea vain, jos sepelvaltimoiden virtaus kasvaa. Tähän voi johtaa joko verenpaineen nousu tai sepelvaltimoiden laajeneminen. Laajenemisen syynä voi olla esimerkiksi sydänlihaksen hapenpuute. (Nienstedt 1987, 192.)

2.2 SYDÄMEN VAJAATOIMINTA JA SEPELVALTIMOTAUTI

Sydämen vajaatoiminnalla tarkoitetaan oireyhtymää, joka syntyy, kun sydän ei pysty pumppaamaan riittävästi verta elimistö normaalityypisiin. Sydämen vajaatoiminta ei ole itsenäinen sairaus. Sen taustalla on aina jokin verenkiertoelimistöä kuormittava sairaus. (Lommi 2011, 303.)

Lisäämällä lyöntinopeutta ja verenpainetta ihmisen elimistö pyrkii korjaamaan vajaatoiminnasta aiheutunutta tilannetta. Pulssi ja verenpaine laskeutuvat normaalille tasolle kun sydän on saatu tasapainoon. Hoitamaton sydämen vajaatoiminta voi näin nimenomaan vanhuksilla, olla syy kohonneeseen verenpaineeseen. Verenpaine tällöin saattaa normaalistua sydäninsuffiensin hoidolla. (Peräsalo 1993, 26- 27.)

Sepelvaltimotauti on yksi muoto ateroskleroosista eli valtimoiden kovettuma taudista. Iän myötä muutokset sepelvaltimoissa kehittyvät aiheuttaen suonien seinämiin kalkkipitoisia plakkeja. Sairauden edetessä potilas alkaa tuntea rintakipua (angina pectoris) sekä suorituskyvyn laskua ja poikkeavaa hengästymistä rasituksessa. Kuitenkin angina pectoris on pidettävä sepelvaltimotaudin myöhäisoireena, tämän vuoksi sydämen hapenpuutteen osoittamiseksi on kehitetty monia toteamiskeinoja, joiden tavoitteena on iskeemisten muutosten varhaisasteiden toteaminen. Sydäninfarktin aiheuttamia muutoksia sydämessä tutkitaan samoilla menetelmillä. (Antila & Hartiala 2003, 299-300.)

Iskeemisellä sydäntaudilla tarkoitetaan sydänsairautta, joka on seuraus sydänlihaksen hapenpuutteesta, iskemiasta. Iskeemista sydäntautia, koronaaritautia ja ateroskleroottista sydäntautia käytetään yleensä synonyymeina, vaikka ne eivät sanatarkasti tarkoita samaa. Niillä tarkoitetaan laajasti ottaen sydäntautia, jonka taustalla on sepelvaltimon ateroskleroosi. (Peräsalo 1993, 35.)

2.3 SÄTEILYTYYPIT

Ionisoiva säteily on säteilyä, jolla on riittävästi energiaa irrottamaan elektroneja atomien kuorelta, eli se pystyy aiheuttamaan ionisaatioita. Säteily voi olla joko hiukkassäteilyä tai sähkömagneettista aaltoliikettä, joka on peräisin erilaisista

säteilylähteistä. Tällaisia lähteitä ovat luonnossa esiintyvät radioaktiiviset aineet, mutta myös röntgenlaitteet ja hiukkaskiihdyttimet. (Vauhkonen 2010.)

Radioaktiiviseksi aineeksi käsitetään aineet, joiden atomit ovat virittyneet. Näiden aineiden atomien ytimessä on tällöin liian paljon tai liian vähän neutroneja. Radioaktiivisia isotooppeja on melkein jokaisella luonnosta löytyvällä alkuaineella. Massaluku ilmoittaa ytimessä olevien protonien ja neutroneiden lukumäärien summan ja tämä ilmaistaan aineen lyhenteen jälkeen olevalla numerolla, esimerkkinä Sr-90. Viritys purkautuu itsestään ja tällöin atomin ytimestä emittoituu eli irtoaa hiukkanen ja energiaa, eli aine säteilee. Alkuperäinen emonuklidi, eli atomi josta hiukkanen irtoaa, emittoi siis uuden nuklidin eli tytärnuklidin. (Säteilyturvakeskus 2010.)

Sydänlihasperfuusion gammakuvauksessa käytetään gammasäteilyä, koska se ei ole hiukkassäteilyä. Läpätunkevuutensa vuoksi sitä hyödynnetään sydänlihaksen perfuusiotutkimuksissa, sillä raskaammat alfa- ja beetasäteilyn hiukkaset absorboituvat eli imeytyvät kudoksiin. Isotooppilääketieteen kannalta on olemassa kolme tärkeää hajoamisprosessia: gamma (γ)-, beeta - (β^-) ja beeta+ (β^+) - hajoaminen. Gammahajoamisessa virittyneet atomiytimet siirtyvät stabiilimpaan tilaan lähettämällä gammasäteilyä, joka sähkömagneettisena säteilyä on läpätunkevaa eikä liiaksi absorboitu potilaaseen ja on siksi hyvin käyttökelpoista isotooppikuvantamisessa. Beeta-- hajoamisessa aktiivinen atomiydin emittoi elektronin, joka hiukkasena absorboituu kehossa hyvin nopeasti. Elektronisäteily aiheuttaa runsaasti ionisaatiota ja on siksi gammasäteilyä huomattavasti vaarallisempaa. (Mussalo 2008, 2041- 2045.)

Virittynyt ydin lähettää gammasäteilyä, jota voi kuvailla energiapakkaukseksi. Gammasäteilyltä, joka on sähkömagneettista aaltoliikettä, on vaikeampi suojautua kuin muilta tunnetuilta säteilyiltä, koska se on läpätunkevampaa. Gammasäteilyn vaimentamiseen tarvitaan paksua suojaa, kuten lyijyä, betonia tai terästä, riippuen säteilyn energiasta. Energiamäärän ollessa pieni, millimetrin paksuinen lyijykerros riittää sen vaimentamiseen. (Säteilyturvakeskus 2010.)

2.4 ISOTOOPPILÄÄKETIEDE

Isotooppilääketiede muodostuu kolmesta osa-alueesta: lääketieteestä, radiokemiasta sekä lääketieteellisestä fysiikasta. Lääketiede, jossa käytetään radioaktiivisia avolähteitä sairauden tutkimiseen ja hoitoon kutsutaan isotooppilääketieteeksi. Ollakseen laadultaan kilpailukykyinen muiden tutkimusmenetelmien kanssa, isotooppilääketiede vaatii huomattavan määrän tekniikkaa ja henkilökuntaa. (ST 6.3; Ahonen, Bergström & Savolainen 2003, 23.)

Teknetium 99m ja jodi 123:a käytetään niiden radioaktiivisuuden vuoksi isotooppitutkimuksissa. Radiolääke voidaan saattaa potilaan elimistöön isotooppitutkimuksissa kolmella eritavalla: ruiskuttamalla lääkeaine suoraan verenkiertoon, aerosolina hengitettynä tai suun kautta ottamalla. Radiolääke hakeutuu kohde elimeen aineenvaihdunnan kautta, ja tämä aktiivisuusjakauma pystytään paikantaa ja sitä voidaan seurata gammakameran avulla. Isotooppilääketieteessä käytetään radioaktiivisia aineita sairauksien tutkimiseen ja hoitoon radiolääkkeiden muodossa. Perinteiset röntgen- ja magneettitutkimukset pystyvät kuvantamaan rakenteita, mutta isotooppien avulla pystytään kuvantamaan myös aineenvaihdunnallisia toimintoja sekä elinten toimintaa. Muutokset elinten toiminnassa voidaan todeta jo huomattavasti aikaisemmin kuin rakenteelliset muutokset. Rakenteelliset muutokset tulevat havaittaviksi yleensä vasta kun sairaus on jo edennyt pitkälle. (Korpela 2009; Säteilyturvakeskus.)

2.5 RADIOLÄÄKKEET

Varsinaisen radiolääkkeen valmistus on monivaiheinen kemiallinen prosessi, jonka tavoitteena on lääkeaineen radioaktiivinen merkkäminen (leimaaminen). Isotooppilaboratoriossa käytössä olevat radiolääkkeet valmistetaan useimmiten siten, että käytetään valmiita merkkäuspakkauksia, ”kittejä”, joihin radionuklidi lisätään. (Jurvelin 2005, 45- 47.)

Radiolääkkeet annetaan potilaalle yleensä suonensisäisesti joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Farmakologisia ominaisuuksia ei radiolääkkeellä varsinaisesti ole, sillä radiolääkkeen sisältämä radiolääkeaine on pitoisuudeltaan vain miljardisosa moolia tai jopa vähemmän. Aktiivisuutta kulkeutuukin paljon myös maksaan ja suolistoon minkä vuoksi potilasohjeissa ohjeistetaan potilasta olemaan syömättä ennen tutkimusta. Maksan ja suoliston aktiivisuudet pyritään kuvauksessa rajaamaan kuvista pois, etteivät niiden aktiivisuudet vääristä sydäimestä mitattua aktiivisuutta. (Huslab 2011; Korpela 2009; Bergström & Någren 2003, 29.)

Ylivoimaisesti eniten käytetty radionuklidi on keinotekoisesti valmistettu teknetium (^{99m}Tc), jonka puoliintumisaika on 6 tuntia ja gammaenergia 140 keV. Puoliintumisajan lyhyys tekee siitä varsin säteilyturvallisen, ja sen gammaenergia on kuvantamisen kannalta hyvä. Teknetium tuotetaan kunkin laboratorion omassa generaattorissa. Siellä ydinreaktorissa tuotetusta pitkäikäisestä emoyhdisteestä hajotetaan lyhytikäinen tytäryhdiste, joka kemiallisesti erotetaan emoyhdisteestä. Arviolta 85 % kaikista kliinisistä isotooppitutkimuksista tehdään teknetiumilla. (Kauppila 2004, 159- 161.)

Teknetium 99m on metastabiili tila, jonka emonuklidi on Molybdeeni 99m (Mo 99m). Molybdeeni puoliintuu 66 tunnin aikana ja se hajoaa teknetium 99m metastabiiliin tilaan, jonka puoliintumis aika on vain 6 tuntia. Tc^{99m} hajoaa isomeerisen siirtymän kautta ja lähettää samalla 140kiloelektronivoltin gammasäteilyä, joka voidaan havaita gammakameralla. Tämän vuoksi teknetium sopii hyvin isotooppilääketieteeseen. (Korpela 2009.)

Isotooppitutkimuksissa käytettävä teknetium tuotetaan teknetiumgeneraattorilla molybdeenistä. Mo^{99} tuotetaan ydinreaktorissa Mo^{98} :sta tai uraanin isotoopista 235, säteilyttämällä niitä. ^{99}Mo ladataan muutaman senttimetrin pituiseen Al^{203} -pylvääseen teknetium 99m tuottamiseksi. Molybdeenista voidaan helposti erottaa teknetium esimerkiksi nesteuuton avulla. Eluointi suoritetaan NaCl - liuoksella (keittosuola) ja läpivirtaus mahdollistetaan vakuumpullon avulla. Generaattorista saatava Tc^{99m} saadaan eluotua lähes kokonaan muutamaan millilitraan. Teknetiumia muodostuu generaattorissa jatkuvasti ja jotta saadaan uusi erä Tc^{99m} :a, on odotettava että sen määrä on jälleen riittävä kolonnissa. Teknetiumin sisään kasvu vuorokaudessa on noin 90%, mutta generaattorissa olevan Mo^{99} puoliintumisajan mukaisesti generaattorin aktiivisuus pienenee jolloin generaattorin käyttöikä on käytännössä vain 1-2 viikkoa. Tämän jälkeen generaattori on vaihdettava uuteen. (Korpela 2009.) Tutkimuksessa käytettävä radiolääke on Tc^{99m} leimattu sestamibidi.

2.6 SYDÄNLIHASPERFUUSION GAMMAKUVAUS

Sydänlihasperfuusiokuvaus perustuu radiolääkkeisiin, jotka kertyvät sydänlihassoluihin sen mukaisesti, millainen potilaan sydänlihaksen verenkierto on injektiohetkellä. Tc^{99m} - leimatut radiolääkkeet pysyvät tämän jälkeen varsin stabiilisti

sydänlihaksessa. Tutkimuksen tulkinta on suoraviivaista: vain kuormituksessa näkyvä häiriö on iskemiaa ja sekä levossa että kuormituksessa näkyvä häiriö on aiempi infarkti. (Vanninen 2005, 697.)

Kun potilas saapuu ajanvaraukseen, hänelle annetaan kirjallinen ohje sydänlihasperfuusion gammakuvauksesta. Kaikki tutkimuksen ohjeet lääkehoidosta antaa lääkäri vastaanotollaan, jolloin varsinaiset esivalmistelut alkavat. Tutkimusten ajaksi potilaan on tauotettava pitkävaikutteinen nitro, β - ja Ca- salpaaja 2- 3 päivän ajaksi. Kaikki muut lääkkeet potilaan tulee ottaa lääkärin määräysten mukaisesti. Jos potilaalla on jo todettu sepelvaltimotauti, rasisuskoe tehdään optimaalisella lääkityksellä. Potilas ei saa nauttia kahvia, suklaata, tupakkaa, alkoholia, teetä tai cola- juomia samana päivänä kuin tutkimus tehdään. Kevyt aamupala on tutkimuspäivänä sallittu, jotta potilaan yleiskunto ei heikkene tutkimuspäivän aikana. Diabetesta sairastava potilas voi syödä sen verran, että verensokeritaso pysyy normaalilla tasolla. (Etelä- Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2011; Huslab 2011; Ohjekirja.)

Sydänlihaksen verenkiertoa tutkitaan sekä rasisustilassa että levossa. Päivystystapauksissa oireisille potilaille voidaan tehdä pelkkä lepotutkimus tai jos rasisusvaiheen tutkimuksen tulos on normaali, lepotutkimus voidaan jättää suorittamatta. Rasisuskokeessa mukana ovat sairaanhoitaja, bioanalyttikko ja lääkäri. Röntgenhoitaja tekee sydänlihasperfuusion gammakuvauksen, mutta röntgenhoitaja voi myös olla mukana rasisusvaiheessa tarvittaessa. Kuvien analysointi ja lausuntojen teko jää lääkäreille.

Ennen kuormituskoetta potilaalle asennetaan kanyyli laskimoon ja radiolääke ruiskutetaan noin minuutti ennen kuormituksen loppua. Injisoitava kuormituslääke voidaan tehdä dipyridamolilla tai vaihtoehtoisesti adenosiinilla, jota käytetään KYS: n Kliininen fysiologia ja isotooppi- osastolla. Adenosiinin tarkoitus on lisätä sydämen terveillä alueilla verenkierron 4- 5 kertaiseksi verrattuna lepotilanteeseen. Kanyyli on potilaalla myös mahdollisten lääkkeiden infuusiota varten. Potilas polkee kuntopyörää, jonka vastus kasvaa tasaisesti. Kun potilas on päässyt huippukuormitukseen, on hänen hyvä polkea vielä 1- 2 minuuttia pientä kuormaa. Rasisuskokeen aikainen EKG- mittaus tehdään normaalisti. Aina potilas ei kykene tekemään pyörätestiä huonon liikuntakykynsä takia, tällöin voidaan rasisustilannetta muistuttava sydänlihaksen verenkierron jakauma saada aikaan farmakologisesti

suuriannoksellisella dobutamiinikuormituksella. (Ohjekirja; Rautio & Vanninen 2003, 390.)

Kuvaus tehdään 15- 30 minuutin kuluttua kuormituksen loppumisesta. Lisäksi tehdään lepokuvaus noin 3-4 tuntia rasituskuvauksen jälkeen (yhden päivän tutkimus) tai toisena päivänä (kahden päivän tutkimus). Tuolloin annetaan ensin glyseryyliitrinitraattia kielen alle ja muutaman minuutin jälkeen radioisotooppia laskimoon. Näin päästään vertailemaan rasitus- ja lepolöydöksiä keskenään. (Mustonen, Rautio & Turtiainen 2007, 567- 574.)

Tc99m leimattua tetrofosmiinia tai sestamibida injisoidaan potilaan kyynärlaskimoon asetetun kanyylin kautta. Lepovaiheen kuvauksessa voidaan käyttää näiden radiolääkkeiden sijaan esimerkiksi TI-201 –kloridia. Injektiohetkellä sydänlihaksessa vallitsevan perfuusion voimakkuuden mukaan jakaantuu merkkiaine sydänlihaksen hiussuoniin sekä lihaskudokseen ja tämä pysytään kuvaamaan gammakameralla. Kliinisellä rasituskokeella saadaan aikaiseksi tarvittava kuormitus, mutta liikunta- tai jonkin muun esteen vuoksi voidaan saada potilaan elimistöön vastaava tila injisoimalla joko adenosini vasodilataattorilla tai dobutamiini sympatomimeetillä. Lepovaiheen kuvaus suoritetaan myöhemmin joko samana päivänä tai kokonaan toisena päivänä. (Ohjekirja.)

2.7 KUVAUSMENETELMÄT

Isotooppikuvantaminen on toiminnallista kuvantamista. Sen vuoksi löydöksen anatominen paikantaminen ja luonteen määrittely on ajoittain vaikeaa. Yksifotoniemissiotomografia (SPET) on leikekuvausmenetelmä. Kuvaus tehdään gammakameralla, jossa on yleisimmin kaksi tai kolme gammailmaisinta. SPET-tutkimuksia voidaan tehdä myös yhdistelmälaitteella, jossa on sekä gamma- että tietokonetomografia (TT) -laitteisto. TT-tutkimuksen avulla isotooppitutkimuksessa havaittu muutos voidaan paikantaa anatomisesti ja samalla voidaan arvioida muutoksen luonnetta. Yhdistelmäkuvaus SPET/TT-laitteistolla tarkentaa isotooppitutkimuksen tulkintaa ja se lisää tulkitsijan varmuutta löydöksestä. Uusimmilla monileike- SPET/TT-laitteistolla voidaan tehdä myös diagnostista tasoa olevia TT-tutkimuksia. (Mussalo 2008, 2041- 2045.)

2.7.1 TIETOKONETOMOGRAFIA

Tietokonekerroskuvaus eli tietokonetomografia (engl. computed tomography, CT) perustuu röntgenkuvauksen tavoin röntgensäteiden erilaiseen absorptioon eri kudoksissa ja eri elimissä. Kuvannettavan kohteen joka puolelta kerätään havaintoja kohteen läpi eri suuntiin kulkevan röntgensäteilyn vaimentumisesta. Tästä aineistosta lasketaan ns. takaisinprojektion aineen tiheysjakauma kohteessa, joka voidaan esittää läpileikkauksena. CT- kuvissa nähdään tietenkin luut, mutta siinä pystytään erottelemaan myös pehmytkudoksia toisistaan niiden tiheyserojen perusteella. Tietokonekerroskuvauksessa voidaan myös käyttää samankaltaisia kontrastiaineita kuin röntgenkuvauksessa. (KYS 2011.)

2.7.2 GAMMAKAMERA

Levymäisenä ilmaisinkiteenä (tyypillinen 9mm) käytetään yleensä tallium- aktivoitua natriumjodidikidettä. Ilmaisinkiteiden koko ja muoto voivat vaihdella, mutta uusissa kameroissa ne ovat 40 x 60cm:n kokoisia suorakaiteita. Valontuotto on voimakasta, ja yksi gammakvantti voi tuottaa tuhansia valokvantteja. (Jurvelin 2005, 45- 47.)

Valoa läpäisevän ilmaisinkiteen takapintaan on liimattu ensin ns. valojohdin ja edelleen sen takapintaan joukko valomonistin putkia. Valomonistinputket kattavat kauttaaltaan ilmaisinkiteen pinnan. Valomonistimien tehtävänä on muuttaa valoryöppy sähköiseksi signaaliksi eli jännitepulssiksi. Gammakamerassa on valomonistimia 37- 75 kappaletta. Kun erillinen gammasäde osuu kamerasuuttimen ilmaisinkiteeseen ja absorboituu siihen havaitaan absorptiokohdan ympäristössä olevilla valomonistimilla jännitesignaali. Signaali on sitä korkeampi mitä lähempänä putki oli absorptiokohtaa. Kaikilta putkilta mitattujen pulssien yhteiskorkeus on verrannollinen absorboituneeseen gammaenergiaan. (Koskinen 1991, 43- 44.)

Jotta laitteella voitaisiin määrittää absorptiopaikka tarkasti, on oleellista, että valoa nähdään useassa putkessa kerrallaan. Eri valomonistimilla mitattujen pulssien korkeussuhteista voidaan laskea absorptiopaikka tarkalleen. Paikan laskeminen tapahtuu erityisillä elektronisilla piireillä, jotka tuottavat jokaista havaittua gammakvanttia kohden kaksi jännitepulssia. Näiden osoitesignaalien korkeudet kertovat havaitun gammasäteen paikan kuvataso x- ja y-suunnassa. Paikan

laskeminen voi käytännössä tapahtua noin 5mm tarkkuudella. (Koskinen 199143-44.)

Kollimaattori, joka läpäisee gammasäteilyä vain pienten kanavien kautta, rajaa kuvaan vain ne gammasäteet, jotka tulevat kohtisuorasti ja yhdensuuntaisina kameran levymäiseen kuvantavaan ilmaispintaan eli tuikekiteeseen. Kollimaattori siirtää siten säteilyn paikkainformaation kuvauskohteesta tuikekiteelle. Kollimaattoreita on erilaisia, esimerkiksi suora- ja vinoreikäisiä. Jälkimmäiset synnyttävät joko pienennetyt tai suurennetyt kuvan kohteesta. Kollimaattorin reikäkoko ja materiaalien paksuus on myös optimoitu eri isotoopeille ja kuvaussovellutuksille. Kollimaattorin rakenne määrää voimakkaasti isotooppikuvauksissa saavutettavan herkkyuden ja erotuskyvyn. Paikkaerotuskyvyltään tarkassa kollimaattorissa on tiheästi pieniä reikiä, kun taas tehokkaasti säteilyä havaitsevassa herkässä kollimaattorissa on vähemmän mutta pienempiä reikiä. (Jurvelin 2005, 45- 47.)

2.7.3 EMISSIOTOMOGRAFIA

Sydänlihasperfuusion gammakuvaukset tehdään yksittäisfotoniemissiotomografia tekniikalla (SPECT). Emissiotomografian menetelmä on samanlainen kuin röntgensäteilyä käyttävässä tietokonetomografiassa. Gammakamera kiertää potilaan ympäri ja ottaa vakiokulmaväleihin kuvia, yhteensä esimerkiksi 64 kuvaa. Näistä projektiokuvista lasketaan tietokoneella, millainen on aktiivisuusjakautuman potilaan poikkileikkaustasoissa pitänyt olla, jotta se olisi antanut kaikkiin mitattuihin suuntiin juuri havaitun kaltaiset aktiivisuusprofiilit. Matemaattinen menettely vaatii paljon laskemista, mutta on mahdollista kohtuullisen lyhyessä ajassa. (Koskinen 1991, 47.)

Emissiotomografiassa saadaan samalla kertaa kokonainen poikkileikkeiden parvi, esim. 32 leikettä. Näistä voidaan interpoloimalla poimia minkä tahansa tason suuntaisia leikekuvia. Näin saadaan havainnollinen kuva aktiivisuusjakautuman avarusrakenteesta. Tomografia on osoittautunut tarpeelliseksi monissa gammakuvauksissa, erityisesti ontelomaisten elinten kuten sydänlihaksen ja aivokuoren kuvaamisessa, sekä aina kun aktiivisuusjakautuman kolmiulotteisella muodolla on merkitystä. (Koskinen 1991, 47.)

2.8 SÄTEILYTURVALLISUUS

”Säteilysuojelun tavoite on varmistaa, että säteilyä käytetään turvallisesti. Säteilysuojelun periaatteet perustuvat kansainväliseen säteilysuojelukunnan (ICRP; International Commission on Radiological Protection) suosituksiin, jotka ovat saaneet laajan kansainvälisen hyväksynnän ja otettu huomioon myös Suomen säteilylaissa. Säteilyn käyttöä valvoo säteilylain (592/91) nojalla Säteilyturvakeskus. Ollakseen hyväksyttävää säteilyn käytön on täytettävä oikeutus-, optimointi- sekä yksilönsuojaperiaatteet.” (Säteilyturvakeskus 2009.)

ICRP:n (International Commission on Radiological Protection) uusissa suosituksissa sovelletaan säteilysuojelun peruseriaatteita (oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteita) suunniteltuihin altistustilanteisiin, säteilyvaaratilanteisiin ja vallitseviin altistustilanteisiin. Oikeutus- ja optimointiperiaatteet ovat lähtökohtaisia ja niitä sovelletaan kaikkiin altistustilanteisiin. (Säteilyturvakeskus 2009.)

Oikeutusperiaate: Jokaisesta päätöksestä, joka muuttaa säteilyaltistustilannetta, pitäisi koitua enemmän hyötyä, kuin haittaa. Tämä tarkoittaa, että kun uusi säteilylähde otetaan käyttöön tai kun pienennetään olemassa olevaa altistusta tai potentiaalista altistuksen riskiä, täytyisi yksilölle tai yhteiskunnalle tulevan hyödyn olla riittävän suuri toimenpiteestä koituvan haitan korvaamiseksi. (Säteilyturvakeskus 2009.)

Optimointiperiaate: Säteilyaltistus, joka säteilyn käytöstä aiheutuu potilaalle, on pidettävä niin alhaisena kuin mahdollista diagnostisten kuvien saamiseksi on mahdollista. Tämä tarkoittaa, että suojelun tason olisi oltava paras mahdollinen vallitsevissa olosuhteissa, niin että hyödyn ja haitan ero olisi mahdollisimman suuri. Jotta optimointiprosessin tulokset eivät tuottaisi vakavaa eriarvoisuutta, yksilöille tietystä lähteestä tulevaa annosta tai riskiä täytyy rajoittaa annos- tai riskirajoituksilla ja enimmäistasoilla. (Säteilyturvakeskus 2009.)

Yksilönsuojaperiaate: Kenenkään annos valvotuista lähteistä suunnitellussa altistustilanteessa, lukuun ottamatta lääketieteellistä altistusta, ei saisi ylittää ICRP:n suosittelemia rajoja. Säteilysuojeluviranomainen määrittelee valvonnassa käytettävät annosrajat ottaen huomioon kansainväliset suositukset ja soveltaa niitä

suunnitelluissa altistustilanteissa työntekijöihin ja väestöön. (Säteilyturvakeskus 2009.)

”Isotooppitutkimukset on tehtävä niin, että tutkimukselle asetettu tavoite täyttyy ja tutkittavalle aiheutuva säteilyaltistus on mahdollisimman pieni. Isotooppihoidoissa annos on suunniteltava potilaskohtaisesti siten, että säteilyannos hoidettavassa kudoksessa tai elimessä on riittävä toivotun vaikutuksen aikaansaamiseksi. Samalla kohdealueen ulkopuolisiin kudoksiin kohdistuvan annoksen on oltava mahdollisimman pieni.” (ST 6.3.)

Potilaan keskimääräinen annos isotooppitutkimuksesta on keskimäärin 4,2 mSv. Keskimääräinen annos suomalaista kohti kaikista tehdyistä isotooppitutkimuksista on noin 0,04mSv. Kilpirauhasen liikatoiminnan ja kilpirauhassyövän hoitoon käytetään radioaktiivista jodi 131, joka hakeutuu kilpirauhaseen ja tuhoaa syöpäkudosta tai liikatoimintaa aiheuttavaa yliaktiivista kilpirauhaskudosta. Nämä isotooppihoidot aiheuttavat potilaalle paljon suurempia säteilyaltistuksia kuin isotooppitutkimukset. (Säteilyturvakeskus.)

”Lähteestä on käytävä selvästi ilmi tutkimus- tai hoitoindikaatio ja muut tarpeelliset tiedot, jotta tutkimus tai hoito voidaan suorittaa optimaalisesti. Radiolääkkeen aktiivisuus on mitattava aktiivisuusmittarilla, ennen kuin sitä annetaan potilaalle. Potilastietoihin on merkittävä radiolääkkeen aktiivisuus, radionuklidi ja radiolääkkeen kemiallinen muoto tai lyhenne, jota yleisesti käytetään radiolääkkeen kemiallisesta muodosta.” (ST 6.3.)

”Jos voidaan käyttää vaihtoehtoisia radiolääkkeitä, tulee mahdollisuuksien mukaan valita sellainen radiolääke, että potilaalle aiheutuva säteilyannos jää mahdollisimman pieneksi. Isotooppitutkimuksessa ja -hoidossa potilaalle aiheutuvan säteilyannoksen pienentämiseksi on käytettävä saatavilla olevia keinoja. Näitä ovat mm. radioaktiivisen aineen kertymisen estäminen elimen, joka ei ole tutkimuksen kohteena, ja radioaktiivisen aineen erittymisen nopeuttaminen.” (ST 6.3.)

Isotooppityössä kaikkien säteilyn käyttäjien on tiedettävä oikeat työtavat ja radioaktiivisilla aineilla työskentelyyn liittyvät vaarat. Työtavat tulee valita niin, että sisäiseltä säteilyaltistukselta vältytään kokonaan. ulkoisesta säteilylähteestä saatavaa annosta voidaan pienentää lyhentämällä säteilyssä oloaikaa, lisäämällä etäisyyttä

säteilylähteeseen tai sijoittamalla sen ympärille sopiva suoja mahdollisimman lähelle säteilylähdettä. Ruiskussa oleva pistemäinen 1MBq Tc99m- aktiivisuus aiheuttaa 1 m:n etäisyydellä annosnopeuden 0,02 $\mu\text{Sv/h}$. Tc- generaattorin eluinnissa on aina käytettävä suojaa. Eluaatti siirretään pitkiä pihtejä käyttäen aktiivisuusmittarin mittauskammioon. Radiolääkeaineen valmistusvaiheessa tulee käyttää ruiskunsuojaa, aina kun se on mahdollista. Injektiovaiheessa aktiivisuuden otto ruiskuun ja ilmapuolien tarkistus tehdään lyijylasin takana. Kuvauksissa potilaan asetteluvaihe, jossa etäisyys on lyhyt, tehdään nopeasti. Kuvauksen aikana pysytellään kaukana, käytetään siirrettäviä lyijysuojia ja lyijyesiliinoja. (Nikkinen 2003, 670.)

3 TYÖOHJEEN LAATIMINEN

Hyvä työohje on sekä selkeästi jäsennelty, ytimekäs että helposti luettava. Tekstin luettavuus tarkoittaa suurin piirtein samaa kuin ymmärrettävyys. Ymmärtämisellä taas tarkoitetaan sitä, että viestin vastaanottaja pystyy selittämään näkemänsä tai kuulemansa asian sisällön. Käytetyillä sanoilla sekä lauserakenteella voidaan vaikuttaa merkittävästi luettavuuteen. Mikäli ohjeessa käytetään paljon vierasperäisiä ja vaikeaselkoisia sanoja sekä lauserakenteita, on ohje erittäin hankalasti ymmärrettävä ja lukija hämmentyy. Käytettyihin sanoihin vaikuttaa huomattavasti se, kenelle ohje on suunnattu. Tiedonkeruumuotoja verrattuna haastattelun etu on siinä, että aineiston keruuta voidaan säädellä joustavasti tilanteen vaatimalla tavalla ja vastaajia myötäillen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 204; Kortetjärvi- Nurmi & Korhonen 1997, 44- 47.)

Mikäli työohje on suunnattu ammattikunnalle, kuten opinnäytetyössämme röntgenhoitajille sekä röntgenhoitajaopiskelijoille, on ammattiin kuuluvien vierasperäisten ja mahdollisesti ulkopuolisen vaikeasti ymmärrettävien sanojen käyttäminen perusteltua. Ymmärrettävyys on kirjoittajan vastuulla, ja vastuu merkitsee lukijoiden erilaisten taustojen huomioon ottoa. Käytettyjen käsitteiden tulee olla myös yksiselitteisiä: ”Muutama kilometri” on jollekulle kymmenen, toiselle kolme ja kolmannelle neljä ja puoli kilometriä (Kortetjärvi- Nurmi & Korhonen 1997, 44- 47).

On myös monia muita seikkoja, jotka vaikuttavat ohjeen luettavuuteen. Taitto vaikuttaa luettavuuteen, koska tekstiä on helpompi lukea, kun asettelu näyttää tutulta. Taitolla tarkoitetaan tekstin koko ulkoasun suunnittelua: tekstin, otsikoiden ja kuvien sijoittelua. Taitto valitaan sen perusteella, mikä on tekstin tavoite. Taiton tulisi myös edistää tietojen löytymistä, kokonaisuutta ja harmoniaa. (Nuutinen & Repo 1995, 66- 67.)

Kehittämistyöllä tarkoitetaan sitä, että tutkimustulosten avulla luodaan uusia tai entistä parempia palveluja, tuotantovälineitä tai menetelmiä. Kehittämistyö- käsitteen synonyyminä voidaan pitää kehittämistoimintaa. Kehittämistoiminta tähtää uusien

aineiden, tuotteiden, tuotantoprosessien tai järjestelmien aikaansaamiseen tai olemassa olevien olennaiseen parantamiseen. Kehittyminen on sekä prosessi että tulos, ja yleensä sillä tarkoitetaan muutosta parempaan. Kehittäminen vaatii sitä, että tarjolla on myös oppimisen mahdollisuuksia ja haasteita henkilökunnalle. (Heikkilä 2008, 21–22.)

4 TARKOITUS JA TAVOITTEET

Työohjeemme tarkoituksena on aikaansaada röntgenhoitajaopiskelijoille ja röntgenhoitajille toimiva, selkeä sekä hyödyllinen ohje tutkimuksen suoritusta varten. Tarkoituksena on tehdä työohjeesta röntgenhoitajien palautteen mukainen ja tukea opiskelijan ammatillista kehittymistä.

Tavoitteenamme oli kehittää Kuopion yliopistollisen sairaalan Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksikköön työohje sydänlihaksen gammaperfuusiosta , jossa on korjattu Hermes- työaseman ohjelmisto päivityksestä johtuva työohjeen puutteellinen ohjeistus kuvienkäsittelyssä. Toiminnallinen opinnäytetyö tavoittelee ammatillisessa kentässä käytännön toiminnan ohjeistamista (Airaksinen 2009). Työohjeemme tulee käytännössä ohjaamaan työntekijöitä sekä opiskelijoita, joten opinnäytetyömme on toiminnallinen kehittämistyö.

5 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTTAMINEN

Opinnäytetyöaiheemme sai lopullisen muotonsa keväällä 2011. Toiminnallinen opinnäytetyö oli looginen valinta, koska halusimme vahvasti osallistua käytännön toimintaan opinnäytteellämme. Kun elo- syyskuussa saimme lupa- asiamme kuntoon, pääsimme muokkaamaan työohjetta vastaamaan tämänhetkisiä tutkimusvaatimuksia. Keskusteltuamme Kliinisen fysiologian ja isotooppiosaston yhteyshenkilön kanssa mahdollisesta opinnäytetyö aiheesta, nousi esille tarve päivittää sydänlihasperfuusion gammakuvauksen työohje.

Vanhaan työohjeeseen tuli korjattavaa, koska sydänperfuusiokuvia käsittelevä Hermes- ohjelma oli muuttunut ja entisessä työohjeessa oli vanhoja menetelmiä. Meidän päivitetty työohjeemme oli käytännön testissä isotooppiosaston työpisteessä noin kaksi viikkoa syys- lokakuun 2011 vaihteessa. Päivitettyyn työohjeeseen (Liite1) jätimme loppuun osion, johon hoitajat ja opiskelijat saivat jättää palautetta ja kommentoitavia asioita työohjetta koskien. Hoitajien antamien palautteiden linja oli samansuuntainen, eikä ristiriitaisuuksia tullut. Osittain se voi johtua siitä, että röntgenhoitajia on Kliininen fysiologia ja isotooppi- osastolla vain kuusi, jos hoitajia olisi enemmän, niin eroavaisuuksia olisi taatusti tullut lisää. Palautteita tuli suullisesti ja kirjallisesti ja röntgenhoitajat olivat tyytyväisiä työohjeeseen, koska entinen ohje ei palvellut tarkoitustaan.

Ensimmäinen versio työohjeesta oli työpisteessä noin viikon, kun hoitajat olivat kirjoittaneet, mitä työohjeeseen tulisi muuttaa. Olimme myös seuraamassa yhden päivän ajan ohjeemme toimivuutta sydänlihasperfuusio- tutkimuksissa. Korjattavat asiat taltioitiin suoraan työohjeeseen sekä meidän että hoitajien puolesta. Ohjeeseen tulleet muutokset analysoitiin hoitajien kanssa yhteistyössä. Tarvittavat muutokset teimme Savonia-ammattikorkeakoulun tiloissa. Lähetimme myös ohjaavalle opettajalle työn alla olleen ohjeen luettavaksi. Toisen kerran veimme työohjeen testiin viikon ajaksi, jolloin hoitajat sekä opiskelija testasivat ohjeemme toimivuutta.

Työohjeen kohtiin 1-7 (Liite1) tuli tutkimuksen kulun kannalta oleellisia muutoksia. Potilaan tietojen hausta ei ollut tarkkaa tietoa, joten kohtaan 1 (Liite1) lisättiin potilaan tiedot saataviksi HIS/RIS tietokannasta. Suunnitteluvaiheen kohtiin tuli muutoksia kohtaan, jossa asetetaan haluttu alue, eli sydän, viivoitusalueelle josta informaatio saadaan hankittua. SPECT kuvauksen loppuun muutettiin ohjeita, kuinka potilaiden tietoja tallennettiin ja mistä kuvapakasta varmistetaan kuvien tallentuneen, ennen

kuin potilaan voi päästää pois. Kun seurasimme ohjeen toimivuutta, niin tutkimus eteni loogisesti niin, että opiskelija pystyi etenemään ilman keskeytyksiä ja epätietoisuutta seuraavasta työvaiheesta.

Kuvankäsittelyn ohjelma oli muuttunut Hermes- työasemalla, kuten yllä on mainittu, joten entinen ohje ei ollut enää toimiva. Edellisen työohjeen oli laatinut osaston henkilökunta, mutta meidän tehtävämme oli korjata siitä virheitä, kuten kohdassa 2 rekonstruktio lehdellä(Liite1) b osassa 3-4cm muutettiin 7-8cm, jotta rekonstruktioalue on tarpeeksi suuri. Tekemämme työohje on enemmän tekninen, kuin työohjeet yleensä ovat. Opiskelijat tarvitsevat tarkat ohjeet, jotta tutkimus etenisi oikein. Vaikka työohjeemme on tekninen, se ei tarkoita sitä, ettei röntgenhoitajan tulisi huomioida potilasta tutkimuksissa. Tutkimukset tehdään nimenomaan potilaan vuoksi ja hyvien diagnostisten kuvien saamiseksi.

6 POHDINTA

Olemme kehittyneet ammatillisesti tämän opinnäytetyön prosessin edetessä. Kasvun voi nähdä ainakin siinä määrin, että jos työ pitäisi tehdä uudestaan, niin tekisimme joitakin asioita eri menetelmin. Tämä kuitenkin osoittaa sitä, että olemme opinnäytetyön prosessissa onnistuneet, koska tiedämme nyt miten tällaista prosessia tehdään. Olemme kuitenkin vielä aloittelevia ja kokemattomia tutkijoita ja mielestämme tärkeämpää on meidän ammatillinen kehityksemme kuin itse tuotos. Yhteistyö ohjaajamme sekä yhteistyökumppanimme kanssa sujui moitteettomasti. Teimme prosessin alussa selväksi yhteiset linjaukset ja mikä on meidän päämäärämme, joista olimme samaa mieltä.

Aikataulullisesti opinnäytetyöprosessimme alkoi vasta keväällä 2011, joten olimme varautuneet tiiviiseen työtahtiin. Ensimmäisessä palaverissa ohjaavan opettajan kanssa suunniteltiin työn valmistuvan joulukuussa 2011. Prosessin aikana etenemiseen tuli viivästyksiä, esimerkiksi pitkän harjoittelun aikana olimme eri sairaaloissa harjoitteluissa, joten yhteisen ajan löytäminen oli vaikeaa. Työtä hidasti myös lähteiden löytämisen vaikeus, koska aineiston täytyi olla ajan tasalla sekä luotettavaa.

Työn edetessä suunnitelmavaiheeseen tajusimme, minkälainen työstä on hahmottumassa. Ohjausta saimme prosessin aikana aina kun sitä halusimme ohjaajalta sekä yhteistyökumppanilta, joten saimme tukea työn tekemiseen kriittisillä hetkillä. Ryhmätöitä olemme tehneet paljonkin koulutuksen aikana, mutta näin laajasta työstä meillä ei ole aiempaa kokemusta. Tämä työ on vaatinut meiltä paljon enemmän sitoutumista, mitä alussa oletimme. Opinnäytetyötä tehdessämme olimme aika pitkälti samaa mieltä toistemme kanssa. Joitakin näkemyseroja tuli, mutta päädyimme aina järkevään kompromissiin. Työstäessämme opinnäytetyötä viimeiseen muotoonsa siinä oli teoretietoa hieman liikaa, mutta ohjaajan kanssa käydyn palaverien jälkeen tajusimme, että sitä täytyy keskittää tarkemmin juuri oman työmme aiheeseen sopivaksi

Työtä tehdessä olemme huomanneet, että röntgenhoitajan tulee olla koko ajan valppaana ja halukas omaksumaan uutta tietoa ja tekniikkaa. Nykypäivänä tekniikka kehittyä niin siviilipuolella kuin myös lääketieteenpuolella erittäin nopeasti jolloin käytännöt, laitteet ja ohjelmistot muuttuvat nopeasti vastaamaan nykypäivän haasteita. Tähän myös perustuu oma opinnäytetyömme, päivittyneeseen Hermes-

työasemaan. Tästä työstä on meille hyötyä työelämässä, koska työohjeiden uusimista tapahtuu jatkuvasti. Olemme myös oppineet kirjallisten töiden tekoa ja miten teorian tieto tukee käytännön tekemistä. On ollut mielenkiintoista olla kehittämässä työohjetta Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksikköön ja toivottavasti tuottamastamme työohjeesta on hyötyä niin röntgenhoitajille, kuin myös röntgenhoitajaopiskelijoille.

6.1 OPINNÄYTETYÖN EETTISYYS

Peruskysymykset eettisyydestä koskevat hyvää ja pahaa, oikeaa ja väärää. Arkielämässä ihmisillä on usein eri käsitys mikä on oikein ja mikä on väärin, mutta tutkimuksentekoon liittyy monia eettisiä kysymyksiä, jotka tutkijan on otettava huomioon. Tämä tarkoittaa sitä, että eettisesti hyvä tutkimus noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 23.)

Opinnäytetyömme on eettisesti korrekti, sillä tutkimusohjeen tuottaminen ja teorian tiedon hankkiminen ja analysointi on noudattanut hyvää tieteellistä käytäntöä. Opinnäytetyössämme olemme antaneet muiden tekemille tutkimuksille ja töille, joita olemme omassa työssämme käyttäneet lähteinä, niille kuuluvan arvon ja tunnustuksen. Tämä tarkoittaa käytännössä lähteidemme yksityiskohtaista raportointia.

Hankimme tutkimusluvut asianmukaisesti Kuopion yliopistollisesta sairaalasta sekä Savonia-ammattikorkeakoululta ja olemme noudattaneet Savonian sekä KYS:n toimintatapoja työohjeen työstämisestä. Tämän lisäksi olemme tuoneet julki työmme kannalta merkitykselliset muut sidonnaisuudet, kuten teoksessa Tutkijan eettiset valinnat tutkijoita ohjeistetaan: ”rahoituslähteet ja tutkimuksen kannalta merkitykselliset muut sidonnaisuudet ilmoitetaan tutkimukseen osallistuville ja raportoidaan tutkimuksen tuloksia julkaistaessa” (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2002, 384).

6.2 LUOTETTAVUUS

Luotettavuus tarkoittaa sitä, että informaatio on perusteltu kriittisesti, jolloin kriittisyys viittaa niihin menetelmiin, joita tutkimuksen eri alueilla käytetään. Mitä huonommin perusteltua tietoa tutkija tuottaa, sitä vähemmän hän auttaa toteuttamaan tutkimukselle asetettavia päämääriä. (Pietarinen 2002, 58.)

Opinnäytetyön luotettavuuden voi määritellä juuri hankitun lähdemateriaalin kriittisellä analysoinnilla. Lähdemateriaali on luotettavaa, mikäli julkaisu on tuore, sillä usein uusien tutkimusten tarkoituksena on tarkentaa juuri vanhempaa tutkimustietoa ja näin ollen vanha tieto on osana uutta julkaisua. Julkaisijan tunnettavuus on myös hyvä kriteeri arvioidessa lähteen luotettavuutta. Mitä tunnetumpi ja useimpia julkaisuja kirjoittanut henkilö on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä on hän oman alansa asiantuntija. Myös tunnetut kustantajat julkaisevat yksinomaan tunnettujen julkaisijoiden kirjoituksia.

Jotta olemme saaneet tuotoksemme, eli työohjeen, toimivaksi olemme käyttäneet ohjetta testattavana Kuopion yliopistollisen sairaalan kliinisen fysiologian ja isotooppitutkimusten osastolla. Heiltä saadun palautteen mukaan olemme muokanneet ohjetta heille sopivaksi. Hoitajat ovat luotettavia lähteitä sekä työohjeen toimivuuden arvioijia, sillä he ovat oman alansa ammattilaisia ja heillä on tarvittava tietotaito jolla arvioida ohjeen toimivuutta.

LÄHTEET

Ahonen A, Bergström K & Savolainen S. 2003. Isotooppilääketieteen menetelmien perusteet. Teoksessa A. Ahonen, J. Hartiala, E. Länsimies, S. Savolainen, A. Sovijärvi, V. Turjanmaa & E. Vanninen (toim.). Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim, 23.

Airaksinen T. 2009. Toiminnallisen oppinäytetyön kirjoittaminen. Päivitetty 29.1.2009. Viitattu 14.8.2011. Saatavissa:
<http://www.slideshare.net/TiinaMarjatta/toiminnallinen-oppinäytety-tekstin>.

Antila K. & Hartiala J. 2003. Verenkierron fysiologiaa ja patofysiologiaa. Teoksessa A. Ahonen, J. Hartiala, E. Länsimies, S. Savolainen, A. Sovijärvi, V. Turjanmaa & E. Vanninen (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim, 299-300.

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. 2011. Isotooppien tutkimusohjeet. Sydänlihasperfuusion gammakuvaus. Päivitetty 8.2.2011. Viitattu 21.11.2011. Saatavissa: <http://www.epshp.fi/kotisivut/klfys/tutkohi/isotoopp/sydperf.htm>

Heikkilä A. 2008. Keskeiset tutkivaa kehittämistä koskevat käsitteet ja niiden väliset suhteet. Teoksessa A. Heikkilä, P. Jokinen & T. Nurmela Tutkiva kehittäminen. Helsinki: WSOY, 21- 22.

Hirsjärvi S., Remes P. & Sajavaara P. 2007. Tutkimuksen eettiset vaatimukset. Teoksessa S. Hirsjärvi, P. Remes & P. Sajavaara Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi, 23, 204.

Huslab. 2011. Potilasohje sydänlihaksen verenkierron gammakuvaukseen tulevalle. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Viitattu 1.12.2011. Ohje tarkastettu 3/2011. Saatavissa:
http://huslab.fi/ohjekirjan_liitteet/potilasohjeet/isotooppilääketiede/jorvi/1_gammakuvaukset_ja_radioisotooppihoidot_jorvi/sydanlihaksen_verenkierron_gammakuvaus_jorvi.pdf

Jurvelin J. 2005. Isotooppikuvaus. Teoksessa L. Kivisaari, H. Manninen, S. Soimakallio, E. Svedström & O. Tervonen (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 45-47.

Kauppila E. 2004. Mitä isotooppikuvantaminen on. Suomen Lääkärilehti.59 (3), 159-161. Saatavissa: <http://www.fimnet.fi/cl/laakarilehti/pdf/2004/SLL32004-159.pdf>

Kettunen R. 2011. Verenkiertoelimistön rakenne ja tehtävät. Teoksessa R. Kettunen, A. Kivelä, M. Mäkijärvi, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Helsinki: Duodecim, 20-21.

Korpela H. 2009. Isotooppilääketiede. Säteilyturvakeskuksen verkkosivut. Viitattu 14.8.2011. Saatavissa: http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja3/_files/12222632510021003/default/kirja3_3.pdf

Korpela, H. 2008. Radioaktiivisten lääkevalmisteiden käyttö Suomessa vuonna 2006. STUK-B 93.

Kortetjärvi-Nurmi S. & Korhonen T. 1997. Viestillä tulokseen. Helsinki: WSOY, 44-47

Koskinen M. 1991. Isotooppitutkimukset. Teoksessa C.- G. Standertskjöld-Nordenstam, I. Suramo & M. Pamilo (toim.) Radiologia. Duodecim 43-44, 47.

KYS= Kuopion yliopistollinen sairaala. Kuvantamistutkimukset, tietokonetomografia. 2011. KYS verkkosivut. Päivitetty 7.1.2011. Viitattu 15.8.2011. Saatavissa: <http://www.psshp.fi/index.asp?tz=-3&link=1824>

Lommi J. 2011. Sydämen vajaatoiminnan syyt ja mekanismit. Teoksessa R. Kettunen, A. Kivelä, M. Mäkijärvi, H. Parikka & S. Yli-Mäyry (toim.) Sydänsairaudet. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 303.

Mustonen J., Rautio P. & Turtiainen P. 2007. Sydänperfuusiokuvaus sepelvaltimotaudin diagnostiikassa ja ennusteen arvioinnissa. Lääketieteellinen Aikakausikirja Duodecim. 123(5):567-574.

Mussalo H. 2008. Anatomisen ja isotooppikuvantamisen yhdistäminen tarkentaa diagnoosia. Suomen Lääkärilehti. 63 (22), 2041-2045 .

Nienstedt W. 1987. Verenkierto. Teoksessa W. Nienstedt, O. Hänninen, A. Arstila & S. – E. Björkqvist Ihmisen fysiologia ja anatomia. Porvoo: WSOY, 185–192.

Nikkinen P. 2003. Sädeturvallisuus isotooppilaboratoriossa. Teoksessa A. Sovijärvi, A. Ahonen, S. Savolainen, V. Turjanmaa & E. Vanninen (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim, 670.

Nuutinen T. & Repo I. 1995. Kirjallisen aineiston viimeistely: Ulkoasu. Aikuisten viestintätaito. Keuruu: Otava, 66-67.

Ohjekirja. Sydänlihasperfuusion gammakuvaus sekä levossa että rasituksessa. Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiirin verkkosivut. Viitattu 18.8.2011. Saatavissa: <http://www.huslab.fi/ohjekirja/7441.html#alku>

Opetusministeriö. 2010. Kestävä kehitys. Opetushallituksen julkaisuja. Viitattu 15.8.2011. Saatavissa: <http://www.edu.fi/teemat/keke/>

Peräsalo J. 1993. Teoksessa Rönneberg H. (toim.) Sisätautioppi. Porvoo: WSOY, 26- 35.

Pietarinen J. 2002. Teoksessa S. Karjalainen, V. Launis, R. Pelkonen & J. Pietarinen Tutkijan eettiset valinnat(toim.). Helsinki: Gaudeamus Kirja, 58.

Rautio, P. & Vanninen, E. 2003. Sydänperfuusion gammakuvaus. Teoksessa A. Sovijärvi, A. Ahonen, S. Savolainen, V. Turjanmaa & E. Vanninen (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim, 385, 390.

Sand O. 2011. Verenkiertoelimistö. Teoksessa J. Bjälle, E. Haug, O. Sand & Ø. Sjaastad Ihminen, Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY, 274, 311.

Säteilyturvakeskus. Radioaktiivisilla aineilla selvitetään ja hoidetaan sairauksia. Säteilyturvakeskuksen verkkosivut. Viitattu 13.8.2011. Saatavissa:

http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/terveydenhuolto/radioaktiiviset/fi_FI/radioaktiiviset_a ineet/

Säteilyturvakeskus 2010. Ionisoiva säteily. Säteilyturvakeskuksen verkkosivut. Viitattu 13.8.2011. Saatavissa:

http://www.stuk.fi/sateilytietoa/mitaonsateily/fi_FI/ionisoiva/ .

Säteilyturvakeskus 2009. Säteilyn käyttö. Säteilysuojelun periaatteet. Päivitetty 27.4.2009. Viitattu 15.8.2011. Saatavissa:

http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/fi_FI/suojelu/.

ST 6.3. 2003. Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä. Stuklex 18.3.2003. Viitattu 15.8.2011. Saatavissa: <http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST6-3>.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2002. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkaus-ten käsitteleminen. Teoksessa S. Karjalainen, V. Launis, R. Pelkonen, J. Pietarinen (toim.) Tutkijan eettiset valinnat. Tampere: Tammer- Paino, 384.

Vanninen E. 2005. Isotooppitutkimukset. Teoksessa L. Kivisaari, H. Manninen, S. Soimakallio, E. Svedström & O. Tervonen (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 697.

Vauhkonen T. 2010. Työympäristö. Säteily. Työterveyslaitos. Viitattu 17.11.2011. Päivitetty 21.09.2010. Saatavissa: www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sateily/sivut/default.aspx

Sydänperfuusion SPET/TT –kuvaus Precedencellä

1. Valitse ohjauskonsolilta ”Start study” → HIS/RIS → Potilastiedot
 - Täytä tähdellä merkityt kohdat
 - **Exam Protocol Groups** → KYS
 - Valitse **Position**
 - Asettele potilas selälleen, jalat edellä ja kädet pään yläpuolella tutkimuspöydälle
2. Paina oikealta alareunasta ”Exam protocol groups”
 - Valitse kuvake **KYS** → välilehdeltä **Multi** → **RAS CTAC SPECT** tai **LEPO CTAC SPECT**. Protokollassa on kolme vaihetta: scout, vaimennustasoinen TT ja SPECT.
 - Vaihe 1 eli scout: Mene välilehdelle *Main* ja valitse: **SCOUT** ja tarkasta myös seuraavien vaiheiden parametrit.
 - Vaihe 2 eli SPECT: Mene välilehdelle *stop* ja täytä *beats/angle* potilaan sykkeen perusteella. Samanaikaisesti kerätään myös ei-tahdistettu data.
3. Asettele potilas kuvausasentoon. Kuvauskohteen pitää olla selvästi merkin 160 NM/CT alapuolella.
Laserit saa päälle → **Hand control laser**
 - Paina scopella ”**CT imaging**”
 - Pöydän siirryttyä laita laser päälle ja vie potilas putken sisään siten, että koko kuvattava alue on kulkenut sisemmän laserin ohi. Sisempi laser jugulumin kohdalle.
4. Suunnitteluvaihe
 - Aseta sininen alue kohtaan (sydän keskelle), josta haluat TT:n. HUOM muuta alueen kokoa!
 - Valitse **Gated SPECT**
 - Aseta keltainen suorakaide siten, että se kattaa SPECT- tomoalueen → Paina **Go**

5. TT- kuvaus

- Pidä **Enable**- nappia pohjassa, kunnes potilas on siirretty kuvauksen aloituskohtaan
- Anna hengitysohjeet mikin kautta: hengittämättä (ei sisäänhengitystä!)
- Paina **Manual**
- Kuvauksen loputtua anna potilaalle lupa hengittää normaalisti

6. SPECT- kuvaus

- Paina *Next series* ja *Continue*
- Vie kuvauspäät mahdollisimman lähelle potilasta sivu- ja yläsuunnassa. Paina kapulasta **Mark**. **HUOM!** Samalla merkkäat kuvausradan (ellipsi) sekä ylä- että alasuunnassa
- Siirrä Zoom- laatikot siten, että sydän on molemmissa keskellä→**Confirm**
- Kone etsii automaattisesti oikean syketason →**Start**
- Lähetä kuvat Hermekselle Patient Browserilta→ Valitse potilas→ **Export Exam**→**HSERVER1**

7. Tarkasta kuvat Jetstream- työasemalta ennen kuin päästät potilaan pois.

- Ota potilas pois pöydältä: scopen **CT loading**
- Tarkista kuvat Jetstreamin vasemmasta yläkulmasta→*Patient*→*Open Patient Browser*
- Valitse potilas ja tuplaklikkaa **LEPO G**, tarkasta kuvat.

Sulje tutkimus keräyskonsolilta: **End study**. Päästä potilas pois.

SYDÄNLIHASPERFUUSIOREKONSTRUKTIOT HYBRIDRECON-OHJELMALLA

1. Valitse rekonstruktiossa käytettävät tiedostot oikeassa järjestyksessä:

Rasitus

- 1.RAS CTACT
- 2.RASNG128_NZ
- 3.RAGATED128_NZ

Lepo

- 1.LEPO CTACT
- 2.LEPONG128_NZ/E1
- 3.LEGATED128_NZ/E1

2. Moco- välilehti:

- Tarkista ettei kuvissa ole liikettä.** Mikäli kuvissa on liikettä, tee automaattinen liikekorjaus (valinta kohdassa "Motion correction type: Automatic" ja paina "Apply"). Jos korjaus ei ole hyvä, ota yhteys fyysikkoon.
- Rajaa rekonstruktioalue.** Muista, että sirontakorjauksen takia sydämen ylä- ja alapuolelle tulee ottaa mukaan 3-4cm 'ylimääräistä'

3. Recon- välilehti: Valitse rekonstruktioprotokollat:

- Primary Non-gated: KYS_nongated_Philips-120kV Tai
KYS_nongated_Philips-140kV
- Primary gated: KYS_Philips_gated
- Secondary Non-gated: KYS_Philips_nac

Klikkaa 'Perform reconstructions'

HUOM! Hermes huomauttaa, että SPET- ja TT-koordinaatit eroavat toisistaan ja että tämä voi johtaa vaimennuskorjausvirheisiin, jos vaimennuskartat eivät täsmää.

Tarkista, että SPET- ja TT-kuvat ovat kohdakkain. Korjaa tarvittaessa valitsemalla 'Cursor type: Move attenuation map' ja tarttumalla TT- kuvaan ja liikuttamalla sitä. Tee rekonstruktiot valitsemalla 'Continue reconstruction'.

4. Filter- välilehti: Suodatukset on määritetty valmiiksi protokollissa. Tarkista, että ne ovat seuraavat:

Primary Non-gated: **1,1cm** (FWHM)

Primary Gated: **1,6cm** (FWHM)

Secondary Non-gated: **1,1cm** (FWHM)

ÄLÄ MUUTA SUODATUKSIA!

5. Align-välilehti: Käännä sydämen pitkän akselin kuvat 'suoraan'. Vahvista valinta tuplaklikkaamalla ristiä.

6. Save- välilehti:

- a. **Maskaa tarvittaessa.** Valitse 'Masking mode'. Maskauksessa valitaan maskin keskikohta ja säädetään sen elliptinen muoto. Vahvista maskaus "Apply" – painikkeella. Ota maskauksessa myös oikea kammio mukaan!
- b. **Tallenna rekonstruktio** valitsemalla "Save", jolloin *Workingiin* tallentuu samalla kertaa NAC-, AC- ja gated-kuvat.

T

