PIRKANMAAN
AMMATTIKORKEAKOULU

TYÖNOPASTUSOHJE

Koko kehon PET-TT-tutkimus

Tiina Taatila

Opinnäytetyö
Lokakuu 2008
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma
Pirkanmaan ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Pirkanmaan ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

TAATILA, TIINA
Työnopastusohje. Koko kehon PET-TT-tutkimus.

Opinnäytetyö 42 s., liitteet 3 s.
Lokakuu 2008

Tämän opinnäytetyön aihe oli koko kehon positroniemissio-tietokonetomografia (PET-TT)-tutkimuksen työnopastusohje. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin (PSHP) Alueellisessa kuvantamiskeskuksessa (AKU) aloitettiin PET-TT-tutkimukset vuonna 2007. Ajatus opinnäytetyön tekemiseen työnopastusnäkökulmasta syntyi oman työn kehittämisestä uusien työtehtävien myötä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia työnopastusohje koko kehon PET-TT-tutkimuksesta PSHP:n Alueellisen kuvantamiskeskuksen isotooppilaboratorion röntgenhoitajien käyttöön. Opinnäytetyötä ohjasi seuraava tehtävä: mitä tietoja ja taitoja isotooppilaboratorion röntgenhoitajan tulee hallita koko kehon PET-TT-tutkimusprosessissa? Vastaus opinnäytetyön tehtävään kuvailtiin opinnäytetyön tuloksena syntyneessä koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohjeessa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje, jonka avulla isotooppilaboratorion röntgenhoitaja opastetaan koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin työtehtävien suorittamiseen.

Tämä opinnäytetyö tehtiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Opinnäytetyö koostui raporttiosuudesta ja tuotoksesta. Toiminnallinen opinnäytetyö pohjautui ammatilliseen ja tieteelliseen kirjallisuuteen ja sitä täydennettiin asiantuntijahaastatteluilla. Tämän toiminnallisen opinnäytetyön viitekehyksessä käsiteltiin työssä oppimista, työnopastusta ja koko kehon PET-TT-tutkimusta. Tässä opinnäytetyössä koko kehon PET-TT-tutkimusprosessi muodostui seuraavista prosessin osista: tutkimuksen ajanvaraus, potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion, radiolääkkeen (18-F-FDG:n) annostelu ja potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen.

Opinnäytetyönä syntynyt koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje jaoteltiin osiin I ja II. Osaan I sisältyi teoreettista tietoa koko kehon PET-TT-tutkimusprosessista, jolla perusteltiin koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin työvaiheisiin (osa II) liittyviä yksityiskohtia. Osaan II sisältyi yksityiskohtainen, taulukkomainen kuvaus koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin eri työvaiheista ja näihin liittyvistä huomioista sekä haitta- tai virhemahdollisuuksista.

Asiasanat: Positroniemissio-tietokonetomografia-tutkimus, koko kehon PET-TT-tutkimus, 18-F-FDG, röntgenhoitaja, työnopastus, työssä oppiminen.

ABSTRACT

Pirkanmaan Ammattikorkeakoulu
Pirkanmaa University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiotherapy

TAATILA, TIINA:
Work Instruction Guide. The Whole body PET/CT-scan.

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 3 pages
October 2008

The purpose of this Bachelor's thesis was to compile a work instruction guide on whole body PET/CT-scan (positron emission tomography/computed tomography). The aim of the thesis was to produce a useful work instruction guide whereby a nuclear medicine technologist is primed for his/her duties. This Bachelor's thesis was made in co-ordination with the Pirkanmaa Hospital District, Regional Medical Imaging Center, Department of Nuclear Medicine. The central problem of this Bachelor's thesis was:

What information and skills are required of the nuclear medicine technologist while guiding a patient through the PET/CT-scan?

This Bachelor's thesis has a functional approach and it consists of a theoretical frame of reference, followed by the actual product, the work instruction guide. The frame of reference deals with learning at work, work instructions and PET/CT-scan. It was based on literature and consultation interviews.

(The actual product of this Bachelor's thesis was the Working Instruction Guide for the nuclear medicine technologist in the Regional Medical Imaging Center. The whole body PET/CT-scan.)

Keywords: Positron emission tomography/computed tomography, Whole body PET/CT-scan, 18-F-FDG, nuclear medicine technologist, working instruction, learning at work.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 6
2 TYÖSSÄ OPPIMINEN 8
2.1 Organisaation merkitys työssä oppimiseen 8
2.2 Työssä oppimisen tyylejä 8
3 TYÖNOPASTUS OSANA PEREHDYTTÄMISTÄ 11
3.1 Perehdyttäminen 11
3.2 Työnopastus 11
3.3 Työnopastuksen tavoitteet ja suunnittelu 12
3.4 Viiden askelen malli työnopastusmenetelmänä 14
3.5 Työnopastuksen haasteita 16
4 PET-TT-TUTKIMUKSEN PERUSTEITA 17
4.1 Laitteisto ja toimintaperiaate 17
4.2 Tietokonetomografia-kuvaus 17
4.3 Positroniemissiotomografia-kuvaus 19
4.4 Yhdistelmälaitteen hyödyt 20
4.5 Radiolääke 22
5 SÄTEILYSUOJELU 24
5.1 Potilaan säteilysuojelu 24
5.2 Henkilökunnan säteilysuojelu 25
5.3 Rakenteellinen säteilysuojelu 27
6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TEHTÄVÄ JA TAVOITE 28
7 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ MENETELMÄNÄ 29
7.1 Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteet 29
7.2 Toiminnallisen opinnäytetyön suunnitteluvaihe 30
7.3 Toiminnallisen opinnäytetyön toteutusvaihe 31
7.4 Toiminnallisen opinnäytetyön päättäminen 32
8 POHDINTA 33
8.1 Opinnäytetyön prosessin tarkastelu 33
8.2 Opinnäytetyön eettisyys 33
8.3 Tiedon luotettavuus 36
8.2 Oma oppiminen ja jatkotutkimusaiheet 37

LÄHTEET 38
LIITTEET 42

1 JOHDANTO

Perehdyttäminen ja työnopastus ovat nykyaikaisen työpaikan tärkeimpiä koulutustapahtumia riippumatta työpaikan koosta tai toimialasta. Työnopastus osana perehdyttämistä mielletään osaksi henkilöstön kehittämistä ja nähdään henkilökunnan ja yksilön yhteisenä oppimisprosessina. (Lepistö 2004, 4, 56.) Perehdyttäminen ja työnopastus on suunniteltava ja toteutettava yksilöllisesti tarpeen ja tilanteen mukaan (Kangas & Hämäläinen 2007, 2). Tämän opinnäytetyön aihe on koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje. Aihe on työelämälähtöinen. Tämä opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Pirkanmaan sairaanhoitopiirin (PSHP) Alueellisen kuvantamiskeskuksen (AKU) kanssa. PSHP:n Alueellisen Kuvantamiskeskuksen sädediagnostiikan yksikön R-röntgenin (R-sädediagnostiikka) tiloihin asennettiin kesällä 2007 positroniemissio-tietokonetomografia (PET-TT) -laite, ja potilastutkimukset aloitettiin syyskuussa 2007 (Korkola 2008). PET-TT-laitteen myötä otettiin käyttöön uusia työtiloja ja välineitä, toimintamenetelmiä kehitettiin ja kehitetään edelleen kokemuksen lisääntyessä. Tarvitaan työnopastusta sekä suullisena että kirjallisena varmistamaan laadukas ja turvallinen toiminta. Idea opinnäytetyön tekemiseen työnopastusnäkökulmasta syntyi oman työn kehittämisestä uusien työtehtävien myötä.

Opinnäytetyö on kaksiosainen koostuen teoreettisesta raportista ja työnopastusohjeesta eli tuotoksesta. Viitekehyksessä käsitellään työssä oppimista, työnopastusta ja koko kehon PET-TT-tutkimusprosessia. Opinnäytetyönä syntynyt koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje (LIITE 1) on jaoteltu osiin I ja II. Osa I sisältää teoreettista tietoa koko kehon PET-TT-tutkimuksesta, jolla perustellaan koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin työvaiheisiin (osa II) liittyviä yksityiskohtia. Osa II sisältää yksityiskohtaisen, taulukkomaisen kuvauksen koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin eri työvaiheista ja näihin liittyvistä huomioista sekä haitta- tai virhemahdollisuuksista. Tässä opinnäytetyössä koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin muodostavat seuraavat prosessin osat: tutkimuksen ajanvaraus, potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion, radiolääkkeen (18-F-FDG:n) annostelu ja potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen. Koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje on tarkoitettu ammatissaan toimiville isotooppilaboratorion röntgenhoitajille.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia työnopastusohje koko kehon PET-TT-tutkimuksesta PSHP:n Alueellisen kuvantamiskeskuksen isotooppilaboratorion röntgenhoitajien käyttöön. Opinnäytetyön tehtävä oli: mitä tietoja ja taitoja isotooppilaboratorion röntgenhoitajan tulee hallita koko kehon PET-TT-tutkimusprosessissa? Vastaus opinnäytetyön tehtävään kuvailtiin opinnäytetyön tuloksena syntyneessä koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohjeessa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje, jonka avulla isotooppilaboratorion röntgenhoitaja opastetaan koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin työtehtävien suorittamiseen.

2 TYÖSSÄ OPPIMINEN

2.1 Organisaation merkitys työssä oppimiseen

Työorganisaation kantavia periaatteita ovat yksilöiden tietoisuus perustehtävästä, sisäisen toiminnan tehokkuus ja toiminnan tuloksellisuus. Organisaation työntekijöiden osaaminen tulee suunnata työorganisaation perustarkoitusta vahvistavalla tavalla. Toisinaan työyhteisössä esiintyvä muutosvastarinta ja henkilöiden asenteiden ja osaamisen tasoerot saattavat haitata asetettujen tavoitteiden saavuttamista. Organisaatio on siis työntekijöidensä ja heidän kehitystasonsa näköinen. Jotta työorganisaation tavoitteellinen toiminta, johon kytkeytyy myös oppiminen, olisi tulevaisuudessakin mahdollista, tietoa oppimisen perusteista tulisi lisätä jokaisen oppijan kohdalla. (Järvinen, Koivisto & Poikela 2000, 121.) Organisaation toiminnan uudistuminen ja muuttuminen edellyttävät organisaation itsensä osallistumista muutokseen. Vastaavasti yksilön toiminnan muuttuminen edellyttää yksilön omaa tahtoa, halua ja sitoutumista uuteen tilanteeseen. (Hynninen 2005, 95.)

Työssä oppimisen näkökulma on huomioitava työnjaossa, henkilöstöhierarkiassa ja johtamisessa. Tämä edistää työvoiman kehittymistä aktiiviseksi, joustavaksi ja luovaksi. Ulkoisen koulutuksen sijaan on korostettava oppimiskeskeisyyttä ja oppimisen on liityttävä työn kehittämiseen kiinteästi. Matala organisaatiohierarkia ja pyrkimys monitaitoisuuteen edistävät työssä oppimista. Työntekijän mahdollisuus osallistua oman työnsä suunnitteluun ja sen kehittämisvastuu ja -vapaus ovat myös tärkeitä seikkoja edistämään työpaikalla oppimista. (Sarala 1993, 155-157.)

2.2 Työssä oppimisen tyylejä

Yleensä oppimistyylillä tarkoitetaan oppijalle luonteenomaisia älyllisiä (kognitiivisia), tunteisiin liittyviä (affektiivisia) ja fysiologisia tekijöitä. Oppimistyyliin sisältyvät tiedon prosessointitavat, joilla oppija tekee havaintoja, ajattelee, tallettaa asioita muistiin ja ratkaisee ongelmia. Kirjallisuudessa mainitaan usein Kolbin (Kolb, D. Experimental

Learning: Experience as the Source of Learning and Developing, 1984) kokemusoppimiseen perustuva malli. Tässä oppimistyylissä oppijat luokitellaan osallistuja-toimijaan, tarkkailija-pohtijaan, päättelijä-teoreetikkoon ja toteuttaja-pragmaatikkoon. Oppimistyylimallien pohjalta on kehitetty testejä, joiden tarkoituksena on opastaa oppija hahmottamaan yksilölliset vahvuutensa ja lisätä yksilön vaikuttamismahdollisuuksia omassa opiskelutapahtumassa. (Laine, Ruishalme, Salervo, Siven & Välimäki 1999, 139-145.)

Väitöskirjassaan Kontekstuaalinen oppiminen Esa Poikela (1999, 207-211) kuvaa työssä oppimisen yksilöllisiä eroja. Lähtökohdaksi kuvaukselle määritellään oppimisen näkeminen osana työn tekemistä, työprosesseja ja työorganisaation toimintaa. Yksilöllisten erojen kuvauksen tulee kiinnittyä yhtä paljon työtoimintaan kuin oppimiseenkin. Työhön ja työtehtäviin valikoidutaan henkilökohtaisten ominaisuuksien ja taipumusten mukaan. Poikela ei halua käyttää perinteisiä termejä työ- ja oppimisstrategioista tai -tyyleistä, vaan työ- ja oppimisorientaatio (orientaatio = suuntautuminen, suuntautumistapa. Lääketieteen termit 2008). Ne eivät ole yksilön psyykkisiä suhtautumistapoja, vaan ilmentävät tietoista toimintaa suhteessa ympäristöön.

Kontekstuaalinen oppimiskäsitys eli oppimisympäristö-ajattelu painottaa oppimisen nivomista toimintakäytäntöjen kehittämiseen arkipäivän työelämässä. Oppija on aktiivinen osallistuja ja oppimisen menetelmät opiskelijalähtöisiä, tutkivia ja kehittäviä. Oppimisympäristön voi kehittää esimerkiksi simuloiduksi toimintaympäristöksi, joka mahdollistaa mielekkään oppimisen aidonkaltaisessa tilanteessa. Simuloitu ympäristö mahdollistaa virheiden tekemisen, toiminnan hidastamisen ja analysoinnin ilman pelkoa vakavista seuraamuksista. Myös osallistuminen tutkimus- ja kehittämistoimintaan mahdollistaa läheisen tuntuman arkielämän tilanteisiin. Oppimisen tulokset nähdään suoraan käytännön työssä ja mahdollisesti entistä mielekkäämpänä ja tehokkaampana toimintana. (Kauppi 1993, 92-95.)

Työpaikasta on tavoitteena muodostaa tehokas oppimisympäristö. Ohjatulla työssä oppimisella (guided learning at work) pystytään kehittämään työssä vaadittavia tietoja ja taitoja suorassa tai epäsuorassa ohjauksessa jokapäiväisen toiminnan yhteydessä. Kokeneimmat työntekijät toimivat malleina työn suorittamiselle ja työpaikalla toimimiselle. Oppiminen on osallisena oppijan ajattelussa, toiminnassa ja olosuhteissa, joissa yksi-

lö toimii. Ohjatussa oppimisessa kokeneempi työntekijä ohjaa kokematonta työntekijää ja auttaa tätä oppimaan ammatillista osaamista työpaikalla. (Billett 2000, 272-276.)

Mestari-kisällisuhde on tunnettu työssä oppimisen muoto. Kokeneempi työntekijä välittää uudelle oppijalle sekä hiljaista että tosiasia tietoa. Työtä aloitteleva voi välttää samat virheet, jotka kokeneempi ammattilainen on jo aikaisemmin joutunut ratkaisemaan. Hyvät käytännöt välittyvät ja toisen työskentelyä seuratessa välittyy hiljaista kokemusperäistä tietoa, jonka sanoiksi pukeminen on vaikeaa. Yksilön on kuitenkin itse rakennettava asiantuntijan roolinsa ja vältettävä liikaa pitäytymistä valmiissa toimintatavoissa. (Leppänen 2005, 176-177.)

3 TYÖNOPASTUS OSANA PEREHDYTTÄMISTÄ

3.1 Perehdyttäminen

Työyhteisössä perehdyttämisen perustavoitteena on saada uusi työntekijä tai muutoksiin perehdytettävä pitkäaikainen työntekijä työskentelemään mahdollisimman nopeasti itsenäisesti. (Kangas & Hämäläinen 2007, 1.) Yksilön oppiminen, työn hallinta ja työyhteisön sosiaalistuminen yhdistyvät tässä ydintavoitteessa. Perehdyttäminen tähtää siihen, että uusi työntekijä omaksuu organisaation toimintatavat ja kulttuurin. Säilyttämällä samanaikaisesti organisaation yhteiset käytännöt ja toimintojen selkeys varmistetaan toiminnan jatkuvuus ja tasainen laatu. (Kjelin & Kuusisto 2003 , 15, 46.)

Perehdyttämisellä on keskeinen merkitys yksilön sitouttamisessa uuteen työtehtävään. Sellaisissa yrityksissä, joissa perehdytys on suunnitelmallista ja siihen on panostettu, henkilöstön vaihtuvuus on vähäistä. Henkilöstön pysyvyyteen voidaan siis vaikuttaa perehdyttämisellä. (Heinonen & Järvinen 1997, 146.)

Kangas & Hämäläinen (2007, 2) tarkoittavat perehdyttämisellä kaikkia niitä toimenpiteitä, joiden avulla yksilö oppii tuntemaan työpaikkansa toiminta-ajatuksen ja liikeidean sekä toimintaperiaatteet ja -tavat. Perehdytettävä oppii tuntemaan myös työyhteisönsä eli työpaikkansa ihmiset: esimiehet, työtoverit ja asiakkaat. Edellä mainitut seikat ovat yritykseen ja työyhteisöön perehdyttämistä. Perehdytettävän on lisäksi tiedettävä ja ymmärrettävä omaan työhönsä kohdistuvat odotukset ja vastuut koko työyhteisön toiminta huomioiden. Tällä tarkoitetaan työhön perehdyttämistä eli työnopastusta.

3.2 Työnopastus

Työnopastuksella tarkoitetaan välitöntä työhön liittyvien tietojen ja taitojen opettamista juuri kyseisellä työpaikalla (Kangas & Hämäläinen 2007, 13). Työnopastusta tarvitaan kaikissa työtehtävissä vähintään työvälineiden käytön opastukseen. Työvälineiden ja uusien järjestelmien oikea ja monipuolinen käyttö parantaa työtulosta, eikä uuden työn-

tekijän turhaan tarvitse tuntea itseään taitamattomaksi. (Kjelin & Kuusisto 2003, 234.) Opastuksella tuetaan opastettavaa itsenäiseen ja omatoimiseen ajatteluun ja lopuksi itsenäiseen oppimiseen. Tällöin keskitytään työn tekemisen keskeisiin valmiuksiin ja niiden oppimiseen. Työnopastus kytkeytyy aina kiinteästi työyhteisön tarpeiden ja toimintojen jatkuvaan kehittämiseen, eikä sitä pidä ajatella irrallisena toimenpiteenä. (Kangas & Hämäläinen 2007, 13.) Työnopastuksen tavoitteita voi verrata opetuskurssin tavoitteiden määrittelyyn, mutta työnopastuksen tavoitteet on suunniteltava ja rajattava vielä yksityiskohtaisemmin (Lepistö 2005, 63).

3.3 Työnopastuksen tavoitteet ja suunnittelu

Suunnitelmallisen työnopastuksen tavoitteena on saada opastettava oppimaan työtehtävät nopeasti ja heti oikein. Taitojen karttuessa yksilön työn laatu ja tehokkuus paranevat. Ammattitaito ja ymmärrys oman toiminnan vaikutuksista koko työyhteisön toimintaan kehittyy ja selkiytyy. (Kangas & Hämäläinen 2007, 2.) Itsenäiseen työskentelyyn vastuullisesti pystyvä opastettava säästää neuvontaan ja valvontaan tarvittavia voimavaroja, mikä helpottaa osaltaan myös toisten töitä (Kangas 2000, 13).

Lepistö määrittelee työnopastuksen tavoitteet seuraavilla kolmella tasolla: organisaatioyksikön, yksilöllisten suoritusvaatimusten ja yksilöllisten valmiuksien tasolla. Organisaatioyksikön ja yksilön tavoitteena on pyrkimys poistaa virheelliset työtavat tai suorittaa työtehtävä uudella tavalla. Yksilöllisten valmiuksien tasolla määritellään tehtävässä vaaditut tiedot, taidot ja asenteet. Opastettavan on tunnettava koko prosessi, jonka osana hänen tehtävänsä on. (Lepistö 2005, 63.)

Työnopastuksen tulee olla yksilöllistä, kunkin opastettavan ja tilanteen mukaan sovellettua, jotta oppiminen olisi mahdollisimman tehokasta. Jokainen ihminen ja tilanne on erilainen ja ainutkertainen. Tämä tosiseikka tekee yhden ainoan työnopastusmallin, kaavan tai tavan käyttämisen mahdottomaksi. (Kangas & Hämäläinen 2007, 13.)

Työnopastuksessa opastaja perehtyy ensin itse työprosessin kulkuun ja työmenetelmiin. (Kjelin & Kuusisto 2003, 234.) Työnopastuksen suunnittelussa on aluksi huomioitava, onko kysymyksessä uusi vai vanha työntekijä. On myös tarkistettava tehtävään opastet-

tavan aikaisemmat tiedot ja taidot sekä koulutettavan asenteet uuteen tehtävään tai muutokseen että opastuksen suorittajaan. (Lepistö 2005, 63.) Oppimismotiivit voivat olla joko ulkoisia tai sisäisiä. Tällöin puhutaan motivaatiosta, joka syntyy, kun oppijan elämäntilanne edellyttää uuden oppimista. (Rogers 2001, 29.)

Suunnittelun aluksi on hyvä selvittää oppimistarpeet ja määritellä oppimistavoitteet. Tutustuminen opastettavaan ennen varsinaisen opastuksen aloittamista on tarpeen. Opastettavien fyysiset ja psyykkiset ominaisuudet ovat hyvin yksilöllisiä, samoin kuin perustiedot ja -taidot sekä työ- ja elämänkokemus. Erilaiset oppimistyylit on hyvä tunnistaa ja ottaa huomioon, näin opastaja pystyy tehostamaan opastettavan oppimista. (Kangas 2000, 13.) Tehtäväkokonaisuuden laajuudesta riippuen on opastusta varten laadittava määrätietoinen pitkän ajan opetussuunnitelma. Suunnitelman mukaan opastettava tutustuu ja harjaantuu yhteen osatehtävään kerrallaan. Opetustavoite jaetaan edelleen välitavoitteisiin, joiden saavuttamista tarkkaillaan vaiheittain. (Kangas & Hämäläinen 2007, 16).

Työnopastuksen suunnittelu alkaa suuntautumisperustan laatimisesta. Suuntautumisperustan tarkoituksena on suunnata työntekijä ajattelemaan tulevaa työtehtävää ja kuvata niitä työsuorituksen eri vaiheita, joista haluttu ja hyvä lopputulos koostuu. Suuntautumisperustan avulla opastettava hahmottaa opittavan asian osana laajempaa kokonaisuutta. Tehokkaita keinoja esittää suuntautumisperusta ovat esimerkiksi prosessikaaviot, kuvat, kysymyssarjat ja suoritusohjeet, joita tarvittaessa täydennetään tekstillä. Suuntautumisperustaan sisältyvät myös työohje ja työnopastusohje. Yksityiskohtaisten työnopastusohjeiden avulla opastus suoritetaan vaihe vaiheelta. Työnopastaja ja opastettava rakentavat yhdessä opastajan ohjauksessa suuntautumisperustaa. Tämä yhteistyö vahvistaa ja motivoi molempia osapuolia. (Lepistö 2005, 64.)

3.4 Viiden askelen malli työnopastusmenetelmänä

Työnopastuksen järjestelmällisen suunnittelun ja toteutuksen avuksi on kehitetty erilaisia menetelmiä. Työturvallisuuskeskus suosittaa käytettäväksi ns. viiden askeleen menetelmää (mukaillen teosta Psykologinen työnopastus: Vartiainen, Teikari, Pulkkinen 1989), jossa toteutuvat kognitiivisen oppimisen periaatteet. Menetelmässä jaoitellaan opastustilanteen eri vaiheet: lähtötason arviointi, opetus, mielikuvaharjoittelu, taidon harjaannuttaminen ja oppimistavoitteen saavuttamisen varmistus. Menetelmään kuuluu myös ennakkovalmistelut ja seuranta, joita ei mainita suoranaisesti ”askeleina”. (Lepistö 2005, 65; Kangas & Hämäläinen 2007, 14.)

Ennakkovalmisteluihin paneutumalla opastaja säästää aikaa itse opastustilanteesta. Varaamalla rauhallisen paikan ja ajan vähennetään häiriötekijöitä. Suunnitelmallinen tilanne ja muistilistan käyttö auttavat asioiden pysymistä koossa. Opastettava voi valmistautua esimerkiksi lukemalla etukäteen opastettavan laitteen käyttöohjeet ja miettimällä kysymyksiä. Menetelmän ensimmäisessä vaiheessa tarkoituksena on opastuksen aiheen ja oppimistavoitteiden selvittäminen sekä lähtötason arviointi. Opastaja voi vahvistaa myönteistä asennoitumista ja motivaatiota luomalla alusta alkaen kannustavan ja luottamuksellisen vuorovaikutussuhteen. Toimivassa vuorovaikutussuhteessa opastettavan on helppo kysyä lisää ja saada kysymyksiinsä vastauksia. (Kangas & Hämäläinen 2007, 15.)

Seuraavassa vaiheessa tarkoituksena on saada opastettava ymmärtämään kokonaiskuva opastettavasta tehtävästä unohtamatta keskeisiä ohjeita ja sääntöjä. Laaja kokonaisuus opastetaan pienempinä osina. Ennen kuin edetään seuraavaan vaiheeseen, on opastajan varmistettava, että opastettava on oppinut yhden vaiheen. Viimeistään tässä vaiheessa opastettava kannattaa aktivoida mukaan keskusteluun ja tekemiseen mahdollisimman paljon. Perusteleminen ja perusteluiden etsiminen yhdessä tukee oppimista. Kyselemällä, kuuntelemalla, kokeilemalla, teettämisellä ja näyttämisellä opastaja pystyy arvioimaan oppimisen edistymistä. Havaittuaan jotakin korjattavaa tai täydennettävää opastettavan työskentelyssä opastaja tarttuu heti tilanteeseen. (Kangas & Hämäläinen 2007, 15.)

Mielikuvaharjoittelun avulla voidaan kehittää ns. sisäinen malli, joka ohjaa ihmisen toimintaa. Ammattitaitoisen ihmisen ei tarvitse ajatella jokaista toimenpidettä erikseen, vaan hän toimii automaattisesti harjoittelun ja kokemuksen kautta syntyneiden mallien ohjaamana. Mielikuvaharjoittelun avulla keskitetään ajatukset onnistuneeseen työsuoritukseen. Opastettava voi kertoa vaihe vaiheelta opastetun tilanteen opastajalleen joutuen samalla miettimään mitä välineistöä hän tarvitsee, missä järjestyksessä hän etenee ja mikä on tärkeätä missäkin vaiheessa. (Kangas & Hämäläinen 2007, 16.)

Taidot saadaan käytännön harjoittelun avulla, niinpä taitojen oppiminen edellyttää tekemistä. Opastajan seuratessa opastettava tekee koko opastetun työvaiheen omassa tahdissaan alusta loppuun. Kun työ on valmis, molemmat osapuolet, opastettava ensin, arvioivat tuloksen ja perustelevat mielipiteensä. Pohtivasta ja rakentavasta keskustelusta saavat palautetta itselleen molemmat osapuolet. Tarvittaessa harjoittelua jatketaan. (Kangas & Hämäläinen 2007, 16.)

Työnopastuksen loppuvaiheessa varmistetaan oppimistavoitteiden saavuttaminen. Tässä vaiheessa varmistetaan, että opastettavalla on riittävät tiedot ja taidot hoitaa opastettu työtehtävä täysin itsenäisesti. Opastetun annetaan kokeilla taitojaan myös muissa samankaltaisissa tilanteissa. Hän työskentelee yksin, ja opastaja tarkastaa hänen työskentelyn silloin tällöin. Opastettua voi pyytää opettamaan oppimansa tehtävä toiselle ja seurata sivusta tilannetta. Näin selviää, onko asia opittu vain pintapuolisesti vai todella hyvin. (Kangas & Hämäläinen 2007, 16.)

Seurannan avulla voidaan varmistaa työnopastuksen onnistuminen eli oppiminen. Perehdyttäminen ja siihen sisältyvä työnopastus ovat vuorovaikutuksellista oppimista, kyselemistä, keskustelemista ja kannustamista. Käydyissä keskusteluissa voidaan puolin ja toisin antaa ja saada palautetta. Seurantamielessä keskusteluja kannattaa täydentää esimerkiksi kehityskeskusteluilla, joihin osapuolet valmistautuvat etukäteen. (Kangas & Hämäläinen 2007, 17.) Yksinkertaisimmillaan työnopastuksen tuloksia arvioidaan vertaamalla opastettua työsuoritusta suuntautumisperustassa asetettuihin tavoitteisiin. Käytännössä arvioidaan havainnoimalla opastetun työkäyttäytymistä. Arvioinnin tekevät opastaja ja hänen lähiesimies. Arvioinnin tuloksista tulee keskustella opastetun kanssa, joka tarvitsee ja haluaa saada runsaasti palautetta edistymisestään. (Lepistö 2005, 67.)

3.5 Työnopastuksen haasteita

Resurssivaatimukset ovat työnopastuksessa yksinkertaisemmat kuin missään muussa koulutuksessa. Tämä tosiseikka osoittautuu käytännössä usein hankalasti käsiteltäväksi. Opastajaksi koulutetaan yleensä kokeneempia työtovereita. Heidän on kuitenkin hankala irrottautua muista työtehtävistä opastuksen suunnitteluun ja toteutukseen, ellei tätä erikseen huomioida koulutusresurssien suunnittelussa. Myös opastettavien työajan kuluminen työnopastuksessa on hyvä muistaa. (Lepistö 2005, 63.) Kiireinen tai merkittävä projekti tarjoaa toisaalta hyvän tilaisuuden oppia, mutta voi samanaikaisesti olla ajanjakso, jolloin työnopastukseen ei ole mahdollisuutta panostaa (Kjelin & Kuusisto 2003, 242).

Opastettavan valmiuksista saattaa olla työyhteisössä väärä tai virheellinen käsitys. Tämä johtaa puutteelliseen opastukseen ja jopa vaaratilanteisiin. Sekä opastajan että opastettavan on hyödyllistä osallistua työnopastuksen lähtötason arviointiin. Tällä vältetään haitallisen tilanteen syntyminen. (Kjelin & Kuusisto 2003, 242.) Opastettavan työmotivaation ollessa heikko ja asenteeltaan negatiivinen voi yhteistyön edistyminen loppua ennen kuin alkoikaan. Työnopastajan ja opastettavan välisen yhteisen kielen puuttuminen myös hankaloittaa työnopastusta. Apuna voi yrittää havainnoida tilanteita esimerkiksi kuvien ja video-ohjelmien avulla. (Kangas & Hämäläinen 2007, 13.)

Muutosvastarinta muuttuvassa tilanteessa saattaa saada ihmisen käyttäytymään varovaisesti ja suhtautumaan muuttuvaan asiaan passiivisesti. Toisinaan ilmenee syntipukkiajattelua, esimerkiksi esimiehen syyttelyä. Myös pelko omasta epäonnistumisesta, virheistä ja pätemättömyydestä on yleinen syy muutosten vastustamiseen. Riittävä ja riittävän perusteellinen työnopastus on tärkeä keino muutosvastarinnan hälventämiseen näissä tilanteissa. Uudet asiat opastetaan ja perustellaan. Arvostetaan myös opastettavan mielipiteitä ja näkökulmia asiaan liittyvissä keskusteluissa. Asialle myönteisten työtoverien kokemukset ja mielipiteet saattavat helpottaa tilannetta. Perusedellytys muutokseen sitoutumiselle on esimiehen, perehdyttäjän ja työnopastajan riittävän hyvä paneutuminen sekä asioihin että ihmisten kielteisiin tuntemuksiin. (Kangas & Hämäläinen 2007, 20.)

4 PET-TT-TUTKIMUKSEN PERUSTEITA

Tämä opinnäytetyö käsittelee koko kehon PET-TT-tutkimusta. Pirkanmaan sairaanhoitopiirissä (PSHP) tehdyistä PET-TT-tutkimuksista yli 90 % on koko kehon kuvauksia ja potilaat ovat pääosin syöpätautien erikoisalalta (Toikka 2008). PET-TT-tutkimus on ei-invasiivinen (ei kajoava, elimistön ulkopuolelta tapahtuva) diagnostinen kuvantamistutkimus. Syöpäpotilaiden PET-TT-tutkimus perustuu syöpäkasvaimien kiihtyneeseen glukoosiaineenvaihduntaan, jonka tutkimiseen käytetään lähes yksinomaan 18-F(fluori)-fluorodeoksiglukoosia (18-F-FDG). Radioaktiivisen 18-F-FDG-merkkiaineen kertyminen kudoksiin kuvataan PET-TT-laitteella. PET-TT-laitteella pysytään molekyylitason kuvantamiseen ja se antaa tietoa syövän toiminnasta ja levinneisyydestä kolmiulotteisesti muutaman millimetrin tarkkuudella. (Minn 2006, 1963-1965; Lääketieteen termit 2008.)

4.1 Laitteisto ja toimintaperiaate

PET-TT-laitteessa on yhdistetty kaksi eri modaliteettia (tapa), positroniemissiotomografia (PET) ja tietokonetomografia (TT). Toisin sanoen kaksi kameraa rakennetaan saman kuoren sisälle yhdeksi yhdistelmälaitteeksi. (Ruotsalainen 2003, 54.) Kahden eri menetelmän yhdistäminen samaan laitteeseen mahdollistaa sen, että potilaan koko kehon merkkiainejakauma ja anatomia voidaan kuvata samanaikaisesti potilaan asentoa muuttamatta alle puolessa tunnissa. Aineenvaihdunta- ja rakennekuvan yhdistäminen eli fuusiointi kolmeulotteisesti tietokoneohjelmalla tarjoaa monipuolisen työkalun potilaan hoitoprosessiin osallistuville lääkäreille. Kuvafuusion tuoma hyöty nopeuttaa tuntuvasti syövän levinneisyyden selvittelyä. Diagnostisen tiedon lisäksi fuusiokuvantamista pyritään hyödyntämään sädehoidon suunnittelussa sekä kirurgiassa potilaan hoidon suunnitteluvaiheessa. (Minn & Knuuti 2005, 2187-2188 ; Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 26-32; Bombardieri ym. 2003, 10-11; Lääketieteen termit 2008.)

4.2 Tietokonetomografia-kuvaus

Tietokonetomografia-sanalla voidaan laajassa merkityksessä tarkoittaa tietokoneen avustamaa poikkileikkauskuvausmenetelmää, jossa mitataan mitä tahansa fysikaalista suuretta, tai tarkoittamaan pelkästään röntgensäteitä käyttävää kuvausmenetelmää (Kiuru 1984, 68). TT-kuvauksessa kohde kuvataan useista tunnetuista kulmista. Eri suunnista otetuista projektiokuvista (TT-leike) lasketaan (rekonstruoidaan) matemaattisesti tietyn levyinen poikkileikkauskuva. Leikekuvan laskenta perustuu matemaattisten algoritmien käyttöön, yleisimmin ns. takaisinprojisointi- tai iteratiivinen rekonstruktio menetelmällä. TT-kuvauksella saadaan leikekuvia kolmiuloitteisesta kohteesta. TT-kuvauksessa käytetään tarvittaessa varjoainetta, jotta mielenkiintoalueen rakenteet ja poikkeavuudet sekä mahdollinen varjoainelatautuminen saadaan näkyviin. (Jurvelin 2005, 13, 39-40, 72.)

Nykyaikaisessa TT-laitteessa röntgenputki ja säteilyn ilmaisimet (detektorit), joita on useita, pyörivät vakionopeudella kehämäisellä rakenteella potilaan ympäri. Samanaikaisesti kuvaussänky (potilas) liukuu hitaasti laitteen läpi. Säteily rajoitetaan haluttuun leiketasoon rajoittimilla sekä röntgenputken että ilmaisimien puolella. Potilaan läpäissyt säteily rekisteröityy säteilynilmaisinjärjestelmään, joka muodostaa digitaalisen kuvan suoraan absorboimansa säteilyintensiteetin mukaisesti. Moniriviset ilmaisinjärjestelmät mahdollistavat usean (4-64) leikkeen samanaikaisen kuvantamisen. Kerätty kuvainformaatio on kuvauslaitteistossa käsiteltävissä digitaalisessa muodossa. Digitaalisen röntgenkuvausjärjestelmän muodostavat tietokonepohjainen tiedonkeräys-, tiedonkäsittely- ja tiedontallennusjärjestelmä. (Jurvelin 2005, 26-32, 38-40.) Digitaalisella radiografialla tarkoitetaan niitä röntgenlaitteita, joissa kuvainformaatio kerätään ja käsitellään tietokoneen muistipiirien avulla (Kiuru 1984, 62).

Tietokonetomografiakuvauksen etuja on tarkka anatominen kuvantaminen, kuviin saadaan hyvä luu-pehmytosakontrasti ja paikkaresoluutio. Rakenteet eivät peitä toisiaan leikekuvissa ja leikekuvista saadaan muodostettua kuvankäsittelymenetelmillä kolmiulotteisia kuvia. Kuvaus on nopea ja tehokas. Haittapuolena mainitaan huono pehmytosakontrasti ja ionisoivan säteilyn käyttö. (Jurvelin 2005, 13-14.)

4.3 Positroniemissiotomografiakuvaus

Positroniemissiotomografia (PET) on funktionaalista kuvantamista, joka perustuu kuvattavan kohteen kiihtyneeseen aineenvaihduntaan. Tämän aineenvaihdunnan tutkimiseksi käytetään positronisäteileviä radiolääkkeitä, jotka useimmiten saatetaan potilaan kehoon laskimonsisäisesti. Merkkiaineen radioaktiivinen hajoaminen synnyttää vastakkaisiin suuntiin liikkuvat annihilaatiogammakvantit, ja PET-laitteella tämä tapahtumapaikka pystytään määrittämään koinsidenssiperiaateella. PET-tutkimusta voidaan luonnehtia molekulaariseksi kuvantamismenetelmäksi erotukseksi rakenteita kuvaavista menetelmistä. (Minn 2003, 602; Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 26-32; Ruotsalainen 2003, 49-50.)

Positronihajonnassa atomiytimen protoni hajoaa ja samanaikaisesti ytimestä vapautuu elektronin antihiukkanen eli positroni. Edettyään kudoksessa positroni törmää elektroniin. Antihiukkasten törmätessä ne hävittävät toisensa (annihiloituvat) ja vapautuu energiaa. Vapautuva energia (annihilaatioenergia) poistuu kahtena energialtaan samankokoisena (511 keV), mutta täysin vastakkaisiin suuntiin etenevänä gammakvanttina. Syntyvät kaksi annihilaatiogammakvanttia havaitaan ilmaisimilla (detektoreilla) kuvauskohteen vastakkaisilta puolilta. PET-laite käyttää kuvanmuodostukseen vain ne annihilaatiogammat, jotka havaitaan lähes yhtä aikaa (< 12 ns). Yksinkertaistettuna PET-kuvaus on näiden annihilaatiogammojen rekisteröintiä ja rekisteröity kuva ilmentää merkkiainejakaumaa kohteessa. (Kiuru 1984, 80; Ruotsalainen 2003, 49; Jurvelin 2005, 13, 50.)

PET-laitteessa säteilynilmaisimet ovat kehämäisessä renkaassa potilaan ympärillä, ja ulkoisesti kuvauslaite näyttää samankaltaiselta muiden tomografiakuvauslaitteiden kanssa. PET-laitteen eräitä mainittavia keskeisiä tekijöitä ovat säteilyn ilmaisimet, niiden koko ja materiaali. Tomografia-menetelmille tärkeän paikkaerotuskyvyn ja laitteen säteilynhavaitsemisen herkkyyden välille olisi tärkeää löytää sopiva kompromissi, jotta lopullinen kuva olisi mahdollisimman informatiivinen. (Ruotsalainen 2003, 49-52.)

PET-kuvantamisen etuja ovat funktionaalinen ja metaboliaherkkä menetelmä. Kerätystä datasta pystytään rekonstruoimaan kolmiulotteinen lopputulos. Menetelmän heikkouksina pidetään huonoa paikkaresoluutiota, kalliita radiolääkkeitä ja näiden kohtuullisen hankalaa toimitusta huomioiden käytettävän radionuklidin puoliintumisaika ja kuljetet-

tava matka. Muina heikkouksina tälle menetelmälle mainitaan ajallisesti pitkähkö kuvantamisprotokolla sekä käytettävän säteilyn ionisoiva luonne. (Jurvelin 2005, 14.)

4.4 Yhdistelmälaitteen hyödyt

PET-TT-laitteella yhdistetään toiminnallinen (aineenvaihdunnallinen) ja anatominen kuvantaminen. Isotooppikuvantamisen näkökulmasta PET:iin yhdistetyllä TT-tutkimuksella on kolme tärkeää tehtävää: vaimennuskorjauksen aikaansaaminen, anatominen paikantaminen (kuvafuusio) sekä radiolääkekertymän luonteen selvittely (Timonen, Kainulainen, Mussalo & Vanninen 2008, 2041-2042). Kustannustehokkuusnäkökulmasta samaa laitetta voidaan käyttää valinnaisesti yksinään diagnosteisena TT-laitteena. Yhdistelmälaite soveltuu myös sädehoidon annossuunnitteluun. (Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 28.)

PET-kuvantamisessa on monia fysikaalisia tekijöitä, jotka on osattava huomioida pohdittaessa kuvaustekniikan luotettavuutta. Tärkein tekijä huomioitavista seikoista on säteilyn vaimeneminen kuvattavassa kohteessa. Säteilyn vaimeneminen kudoksissa on suhteessa kudoksen tiheyteen. Tästä johtuva vaimeneminen on huomioitava PET-kuvan muodostamisessa, muutoin esimerkiksi kehon pinnalta mitatut aktiivisuudet korostuvat enemmän kuin syvemmältä kehosta saadut aktiivisuudet, ja vääristävät lopullista kuvaa. PET:ssa käytetään apuna ulkoista säteilylähdettä, jolla säteilyn vaimeneminen saadaan mitattua. Kuvauslaitteen ollessa PET-TT-yhdistelmälaIte, tietokonetomografialla saatuja kuvia käytetään PET-laitteella rekisteröityjen 511 keV:n annihilaatiokvanttien vaimennuskorjauksessa. (Ruotsalainen 2003, 52; Bacharach 2007, 677-679; Mohammad & Saeed 2007, 4-6.)

TT-kuvasta rekonstruktio-ohjelma laskee erillisen vaimennuskartan. Vaimennuskartassa huomioidaan mm. TT-kuvan muodostuksessa käytetty röntgensäteilyn matalampi energiataso vastaamaan PET-kuvassa käytettyä korkeampaa energiatasoa sekä TT-kuvan ja PET-kuvan erilainen pikselikoko (kuvapiste). Vaimennuskartassa jokainen kuva-alkio saa juuri kyseiselle kudokselle ominaisen vaimennuskorjauskertoimen. Esimerkiksi luukudokselle ja pehmytkudokselle saadaan erilaiset vaimennuskertoimet. Emissio- ja vaimennusdataa käytetään vaimennuskorjattujen emissiokuvien tuottamiseen PET-

rekonstruktioprosessissa. Esitetyn tekniikan etuina mainitaan keruunopeus ja vähäkohinainen data sekä huoltovapaus verrattuna käytettäessä ulkoista positronilähdettä. (GE Discovery™ 2006, 1212-1215; Bacharach 2007, 677-679; Mohammad & Saeed 2007, 4-6; TEPA 2007; Korkola 2008.)

Kuvafuusiolla tarkoitetaan useiden kuvien yhdistämistä ja päällekkäin asettamista. Tämä on tarkoituksenmukaista etenkin silloin, kun kaksi eri kuvantamistekniikkaa tuottaa samasta kohteesta erilaista tietoa. Tietokonetomografia tuottaa kohteesta tarkan anatomisen kuvan ja helpottaa kohteen metabolisen aktiivisuuden paikantamisessa. Kuvafuusiolla saadaan lisäinformaatiota kummankin modaliteetin tulkintaan: PET-kuvien tulkinta ja muutosten lokalisointi on helpompaa, kun TT toimii anatomisena referenssinä. Vastaavasti epäselvien muutosten merkitys TT-kuvissa selviää helpommin, kun PET-kuvan avulla nähdään muutoksen aineenvaihdunnallinen aktiivisuus. (Kajander 2005, 16; Vanninen 2005, 699-700; Kauppinen, Tunninen & Kortesniemi 2008, 23-27; Korkola 2008.)

Fuusiokuvantamisessa kuvien yhdistäminen voidaan tehdä ohjelmallisesti (software-pohjainen fuusio) tai laiteteknisesti (hardware-pohjainen fuusio). Software-pohjainen kuvafuusio tehdään siis työasemalla jälkikäteen muovaamalla tietokoneohjelmalla otetut leikekuvat päällekkäin. Tällaisia kuvauksia ei yleensä tehdä samalla laitteella tai samalla kuvauskerralla. Hardware-pohjainen kuvafuusio tarkoittaa samalla laitteistolla ja samalla kuvauskerralla kerättyjä kuvia, jolloin potilaan kuvausasennon pysyminen samana koko tutkimuksen ajan takaa anatomian pysymisen muuttumattomana, poislukien sydämen toiminnasta ja hengityksestä johtuvat liikkeet sekä suoliston liikkeet. Sama kuvauslaitteisto ja lähes sama kuvaushetki tekee kuvien kohdistamisen luotettavaksi ja helpoksi. Hardware-fuusion lopputulos on tarkempi kuin software-pohjaisen fuusion. (Jurvelin 2005, 31; Kajander 2005, 16; Kauppinen, Tunninen & Kortesniemi 2008, 23-27; Korkola 2008; Koskinen 2008.)

4.5 Radiolääke

Lääketieteellinen isotooppikuvantaminen perustuu jonkin käyttäytymiseltään tunnetun radioaktiivisella isotoopilla merkatun yhdisteen, radiolääkkeen, kulkeutumiseen ja kertymiseen kohdekudoksessa ja tämän tapahtuman kuvantamiseen. Radiolääkkeellä tarkoitetaan lääkevalmistetta, jossa lääkeaineeseen on kiinnitetty radionuklidi, joka radioaktiivisen hajoamisen yhteydessä lähettää säteilyä. Radiolääkeaineella tarkoitetaan elimeen tai kudokseen hakeutuvaa yhdistettä, vaikuttavaa aineosaa lääkevalmisteessa. Radiolääke on steriili (bakteeriton) ja pyrogeenivapaa (ei kuumetta aiheuttava) tuote, jota voidaan turvallisesti antaa potilaalle, yleisimmin suonensisäisesti. Radiolääkkeestä aiheutuva sädeannos ei yksilötasolla ole potilaalle riski. (Bergström & Någren 2003, 29; Jurvelin 2005, 43; Lääketieteen termit 2008.)

Positroneja säteilevät radiolääkkeet ovat yleensä lyhytikäisiä. Useimmiten PET-tutkimuksissa käytetään luonnonmukaisia radionuklideja, jotka valmistetaan syklotronilla. Syklotronin lisäksi tarvitaan radiolääkkeiden valmistukseen suunniteltu laboratorio. Radiolääkkeen valmistuksen perussääntö on, ettei valmistusprosessi saa kestää pidempään kuin käytettävän radionuklidin kolme puoliintumisaikaa. Radiolääkkeen käyttö on puoliintumisajat huomioiden mahdollista vain kohtuullisen lähellä tuotantopaikkaa. Kuvantamispaikkoja, jotka sijaitsevat muualla kuin syklotronin välittömässä läheisyydessä, kutsutaan satelliitti-PET-keskuksiksi. (Bergström & Någren 2003, 30-32.)

PET-radiolääkkeet jaotellaan kolmeen eri ryhmään radionuklidin ominaisuuksien mukaan: ultra-lyhytikäisiin, lyhytikäisiin ja metallisiin radionuklideihin. Ultra-lyhytikäisistä PET-radiolääkkeistä esimerkkinä mainittakoon 15-O (happi), jonka puoliintumisaika on kaksi minuuttia. 15-O:n avulla voidaan tutkia veren virtausta ja happiaineenvaihduntaa. Lyhytikäinen radiolääke on esimerkiksi 18-F-fluorideoksiglukoosi eli 18-F-FDG (T½ 110 min.) ja metallisista radionuklideista esimerkkinä 60-Cu (kupari) (T½ 24 min.). (Bergström & Någren 2003, 32; Lääketieteen termit 2008.)

PET-TT-tutkimuksista yli 90 prosenttia liittyy syöpäpotilaan tutkimus- ja hoitoprosessiin (Vanninen 2005, 698). Syövän hoitoon liittyvissä PET-TT-tutkimuksissa radiolääkkeenä

käytetään lähes yksinomaan 18-F-fluorideoksiglukoosia eli 18-F-FDG:tä. Se on glukoosianalogi, joka ei solun sisälle päästyään metaboloidu (hajota aineenvaihdunnassa) kuten glukoosi, vaan jää solun sisälle useaksi tunniksi ja kuvaa hyvin solun sokerin käyttöä eli sokeriaineenvaihduntaa. 18-F-FDG:n kertymiseen vaikuttaa erityisesti syöpäkasvaimen lisääntynyt glukoosiaineenvaihdunta. (Bergström & Någren, 39; Minn 2003, 602; Vanninen 2005, 698; Lääketieteen termit 2008.)

5 SÄTEILYSUOJELU

Isotooppilaboratoriossa käytettävät radioaktiiviset aineet ovat avolähteitä. Avolähteitä ovat isotooppikuvantamiseen käytettävät radioaktiiviset aineet sekä tällaista ainetta saaneet potilaat. Työntekijät altistuvat säteilylle valmistaessaan ja annostellessaan radiolääkeaineita sekä tutkimusaineinjektioiden ja kuvausten yhteydessä. Säteilyaltistus isotooppilaboratoriossa aiheutuu lähinnä gammasäteilystä. (Nikkinen 2003, 671.)

5.1 Potilaan säteilysuojelu

Potilaan säteilysuojelulla PET-TT-kuvantamisessa tarkoitetaan annoskalibraattorilla mitatun (oikea aine ja määrä) radiolääkeannoksen oikea-aikaista injisointia oikeaan paikkaan, sekä optimaalisia kuvausarvoja TT-kuvauksessa. Potilaan henkilöllisyyden varmistaminen (oikea potilas) on lähtökohta potilaan säteilysuojelussa. Radiolääkkeen annostelun pitää olla huolellista ja valvottua. Annostelussa huomioidaan potilaan yksilölliset seikat, kuten ikä ja paino. Radiolääkkeen annostelua valvotaan dokumentoimalla valmistukseen liittyviä yksityiskohtia, kuten valmiste-erän lähete- ja puhtaustietoja sekä saapunutta aktiivisuusmäärää. Potilaalle annetusta radiolääkkeestä dokumentoidaan radionuklidi, potilasannoksen aktiivisuus ja injisointiaika. Dokumentointiin liittyy aina tekijän kuittaus. Osa potilaan säteilysuojelua on kirjallisten potilasohjeiden antaminen. Potilasohjeesta selviää, miten potilaan pitää valmistautua tutkimukseen (LIITE 2). (Säteilyturvallisuus isotooppitutkimuksissa 2006, 28; Työskentely kuumalaboratoriossa 2008.)

Potilaan saama säteilyannos PET-TT-tutkimuksessa aiheutuu kahdesta eri säteilylajista: 18-F-radionuklidin hajoamisessa syntyvästä positronisäteilystä sekä TT:ssa käytettävästä röntgensäteilystä. TT:sta aiheutuvaan annokseen vaikuttaa mm. kuvausalueen laajuus ja käytetyt kuvausparametrit. Kuvausalueen tarkka rajaaminen ja normaalia diagnostista TT:aa selvästi matalammalla putkivirralla kuvaaminen pienentää potilaan saamaa sädeannosta huomattavasti. Osaava ja valveutunut henkilökunta pystyy kuvausarvojen valinnoilla vähentämään potilaan sädeannosta. Tarvittaessa diagnostisen TT-tutkimuksen voi tehdä PET-kuvauksen yhteydessä. Kun matala-annos-TT:aa ei tehdä,

säästetään potilasta turhalta säteilyltä. 18-F-FDG:n potilaalle aiheuttama säteilyannos on kohtuullisen vakio. Säteilyannos on riippuvainen fysikaalisesta ja biologisesta puoliintumisajasta sekä radiolääkkeen jakautumisesta elimistössä. Aikuiselle potilaalle injisoitava 18-F-FDG aktiivisuus on normaalisti noin 370 MBq. Tästä aiheutuu noin 7 mSv:n efektiivinen annos. Matala-annos-TT:sta aiheutuva efektiivinen annos on noin 2,2 mSv ja yhteensä koko kehon PET-TT-tutkimuksesta (GE Discovery™ STE 16) aiheutuu potilaalle noin 9,2 mSv:n efektiivinen annos. Potilaan virtsarakkoon kohdistuu kaikkein suurin säteilyrasitus. Runsaalla nesteytyksellä ja usein tapahtuvalla virtsarakon tyhjentämisellä vähennetään potilaan rakkoon kohdistuvaa säderasitusta. (Koskela 2007; Pfeiffer & Burger 2007, 69-70; 18F-FDG PET/CT-tutkimus 2008, 72-73.)

5.2 Henkilökunnan säteilysuojelu

Isotooppikuvantamiseen tottuneelta henkilökunnalta vaaditaan työskentelyfilosofian kehittämistä, kun PET-TT-laitteen hankinta on työyksikössä ajankohtaista. On muistutettava mieliin röntgensäteilyn fysikaaliset ominaisuudet ja sen myötä kehitettävä toimintaa ja työtapoja. Esimerkiksi kuvaushuoneen ovet pidetään TT-tutkimuksen aikana kiinni, ylimääräistä säteilytystä vältetään, mietitään voidaanko diagnostinen TT tehdä tutkimuksen yhteydessä ja optimoidaan kuvausprotokollat potilaskohtaisesti. Isotooppityössä säteilyn käyttäjien on tiedettävä oikeat työtavat ja työskentelyyn liittyvät vaaratekijät. Työtavat on valittava siten, että sisäiseltä säteilyaltistukselta vältytään kokonaan ja ulkoisesta säteilylähteestä saatavaa annosta pienennetään mahdollisuuksien mukaan. (Koskela 2007; Teräs 2006.)

Perinteisen isotooppitoiminnan käytännön säteilysuojelukeinot ovat aika, etäisyys ja absorptio (väliaineen hyödyntäminen). Aika säteilysuojelukeinona tarkoittaa käytännössä mahdollisimman lyhyttä säteilyaltista. PET-TT-tutkimuksessa huolellinen työn suunnittelu on tärkeä perusasia, jolla voidaan vähentää työntekijän säteilyaltistusta. Laskimokanyylin ja infuusion laittaminen potilaalle ennen merkkiaineen annosteluhetkeä on edellä mainitusta toimiva esimerkki. Minimoidaan oleskeluaika radioaktiivisen potilaan välittömässä läheisyydessä ja toimitaan ripeästi, mutta huolellisesti. Annostelussa suositaan työnkiertoa. Kokenut ja koulutettu henkilökunta kykenee tehokkaaseen ja säteily-

turvalliseen työskentelyyn. (Nikkinen 2003, 671; Teräs 2006; Korkola 2007; Pfeiffer & Burger 2007, 72.)

Säteily vaimenee kääntäen verrannollisena etäisyyden neliöön. Etäisyydellä tarkoitetaan esimerkiksi henkilökunnan ja potilaan eli säteilylähteen välistä etäisyyttä potilasturvallisuuden vaarantumatta. Lepo- ja kuvaushuoneessa hyödynnetään videovalvontaa. Etäisyyden merkitys korostuu pienillä etäisyyksillä, joten pitkien pihtien käyttöä käsien jatkeena annostelussa suositaan. Automaattinen tutkimusaineannostelija antaa työntekijälle etäisyyttä radiolääkepulloon ja suureen radioaktiivisuusmäärään. Annoskalibraattorilla mitattu radiolääkeannos kuljetetaan positronisäteilijälle tarkoitetussa lyijysuojassa injisointitilanteeseen kuljetusalustaa työntämällä. Huomioidaan etäisyys potilaskohtaamisissa myös radiolääkeinjektion jälkeen, esimerkiksi potilaan ohjaamisessa tyhjentää virtsarakko ennen kuvauksen alkua. (Nikkinen 2003, 671; Teräs 2006; Itsearviointiraportti 2008; Pfeiffer & Burger 2007, 72.)

Absorption hyödyntäminen tarkoittaa väliaineen hyväksikäyttöä säteilysuojelussa, kuten säteilylähteiden (radiolääkepullo ja -ruisku, radioaktiiviset jätteet) asianmukaista peittämistä säteilysuojilla ja oleskelua lyijyseinän takana kuvaushetkellä (säätötila). 18-Fluorin (511 keV) puoliintumispaksuus lyijyssä on 6 mm ja kymmenesosapaksuus lyijyssä 17 mm. Tämä tekee suojaimista painavia ja niiden käsittelystä kömpelöä. Vastaavasti 18-Fluorin puoliintumispaksuus volframissa on 3,2 mm ja kymmenesosapaksuus 11 mm. Pienet, käsillä nosteltavat suojaimet, kuten ruiskunsuojat, on hyvä olla esimerkiksi volframia. Kun verrataan saman suojausominaisuuden antavia lyijy- ja volframsuojia esimerkiksi radiolääkepullonsuojana, lyijyinen painaa noin 25 % enemmän ja on noin 30 % paksumpi kuin vastaava volframista valmistettu. Todellisen säteilyaltistuksen selvittäminen mittaamalla on hyvä alku työtapojen tarkkailulle ja kehittämiselle. (Weddington 2004; Teräs 2006; Towson & Eberl 2006, 44, 56; Pfeiffer & Burger 2007, 72.)

5.3 Rakenteellinen säteilysuojelu

Positronisäteilijän lähettämä annihilaatiogammojen energia on suurempi kuin useimmissa muissa isotooppikuvauksissa käytettävän säteilyn energia. Tämä tulisi huomioida jo PET-toiminnan tilasuunnittelussa, esimerkiksi seinien ja lattioiden riittävänä paksuutena. Kuvantamisyksikössä, jossa tehdään PET-TT-tutkimuksia, rakenteellisten suojausten perustana on nimenomaan positronisäteilijän käyttö. Tällöin myös röntgensäteilyyn perustuvan tietokonetomografian osalta suojaukset ovat riittävät, vaikkakin TT-kuvantamisessa käytettävä röntgensäteily edellyttää tiettyjä rakenteellisia varotoimia, kuten lyijyvahvisteiset ovet, säteilyn käytöstä varoittavat merkkivalot ja säätötilan lyijylasinen ikkuna (Nikkinen 2003, 671; Teräs 2006; Korkola 2007; STUK 2001.)

Asiantuntevalla rakennussuunnittelulla päästään usein parhaimpaan lopputulokseen henkilökunnan säteilysuojelukysymyksissä. PET-toiminnassa käytettävien huonetilojen sijoitus logistisesti järkevästi on työntekijöiden kannalta ensi arvoisen tärkeää. Riittävän suojauksen suunnittelu perustuu AAPM Task Group 108 (Madsen 2006, 4-15) julkaisun mukaisesti mm. annosnopeuksien (µSv/h) mittaamiseen eri tilanteissa ja eri työpisteissä, oleskelutekijän (occupancy factor) huomioimiseen ja henkilöstön luokitteluun (säteily- ja ei-säteilytyöntekijä). Riittävä etäisyys potilaiden ja henkilökunnan välillä tulisi huomioida. Lisäksi potilaiden keskinäisen etäisyyden huomioiminen etenkin valmisteluhuoneessa on tärkeää. Myös työntekijöiden ja potilaiden kulkureitit on suunniteltava optimaalisesti toiminnan sujumiseksi säteilyturvallisesti. (Nikkinen 2003, 670; Teräs 2006; Korkola 2007.)

6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TEHTÄVÄ JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia työnopastusohje koko kehon PET-TT-tutkimuksesta AKU:n isotooppilaboratorion röntgenhoitajien käyttöön.

Opinnäytetyön tehtävä on, mitä tietoja ja taitoja isotooppilaboratorion röntgenhoitajan tulee hallita koko kehon PET-TT-tutkimusprosessissa? Vastaus opinnäytetyön tehtävään kuvataan opinnäytetyön tuloksena syntyvässä työnopastusohjeessa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa työnopastusohje, jonka avulla isotooppilaboratoriossa työskennellyt röntgenhoitaja opastetaan koko kehon PET-TT-tutkimuksen suorittamiseen.

7 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ MENETELMÄNÄ

Toiminnallinen opinnäytetyö on Vilkan ja Airaksisen (2003, 9) mukaan vaihtoehto ammattikorkeakoulun tutkimukselliselle opinnäytetyölle. Toimeksiantajien toiveena on saada ammattikorkeakoulun opiskelijoiden opinnäytetöinä työelämää kehittäviä hankkeita. Tavoitteena toiminnallisessa opinnäytetyössä voi olla käytännön toiminnan ohjeistaminen, opastaminen tai järkeistäminen. Toiminnallinen opinnäytetyö voi olla ammatilliseen käytäntöön suunnattu opastusohje, turvallisuusohjeisto tai jonkin tapahtuman toteuttaminen. Toteutustapana kohderyhmä huomioiden voi olla opas, vihko, kansio tai johonkin tilaan järjestetty tapahtuma. Ammattikorkeakoulun toiminnallisessa opinnäytetyössä tulee yhdistyä käytännön toteutus ja tutkimusviestinnän keinoin onnistunut raportointi. (Vilkka & Airaksinen 2003, 9.)

Ammattikorkeakoulun koulutustavoitteena on valmistuneen opiskelijan sijoittuminen koulutusalaansa vastaavaan työelämään. Entinen opiskelija eli nykyinen alansa ammattilainen kykenee toimimaan asiantuntijatehtävissä ja taitaa alaansa liittyvät kehittämisen ja tutkimuksen perusteet. Alansa ammattilainen omaa laaja-alaiset perustiedot ja -taidot teoriassa ja käytännössä. (Vilkka & Airaksinen 2003, 10; Valtioneuvoston asetus ammattikorkeakouluista 2003.)

7.1 Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteet

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyöprosessin tavoitteena on opiskelijan ohjaaminen ammatillisuuden ja ammatillisten teorioiden yhdistämiseen, tutkimukselliseen asenteeseen opinnäytetyöskentelyssä ja kirjoittamisessa. Opinnäytetyössä opiskelija osoittaa valmiutensa ja kehittymisensä soveltaa tietojaan ja taitojaan ammattiopintoihin liittyvässä käytännön asiantuntijatehtävässä. Tavoitteena on suoriutua onnistuneesti pitkäjänteisen ja järjestelmällisen prosessin läpiviemisestä. (Vilkka & Airaksinen 2003, 10; Valtioneuvoston asetus ammattikorkeakouluista 2003.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa työnopastusohje, jonka avulla isotooppilaboratoriossa työskennellyt röntgenhoitaja opastetaan koko kehon PET-TT-

tutkimuksen suorittamiseen Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellisen kuvantamiskeskuksen R-sädediagnostiikkayksikön tiloissa. Tuotoksessa eli työnopastusohjeessa koko kehon PET-TT-tutkimusprosessi on paloiteltu pienempiin osakokonaisuuksiin, jotta kokonaisuuden ymmärtäminen ja oppiminen on helpompaa. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä ja yhteistyökumppaneina olivat Alueellisen kuvantamiskeskuksen isotooppilaboratorion ja sädediagnostiikan yksiköiden henkilökunta.

7.2 Toiminnallisen opinnäytetyön suunnitteluvaihe

Toiminnallisen opinnäytetyön toimintasuunnitelmassa opiskelija selvittää ensisijaisesti itselleen opinnäytetyönsä idean ja tavoitteet sekä perustelee tekemänsä valinnat. Toimintasuunnitelma tehdään etsien ja miettien vastauksia kysymyksiin mitä, miten ja miksi tehdään. Harkiten valmisteltu johdonmukainen toimintasuunnitelma on hyvä puolestapuhuja, kun etsitään tai mietitään opinnäytetyölle toimeksiantajaa. Toimintasuunnitelman perimmäinen merkitys on lupaus siitä, mitä aikoo tehdä. (Vilkka & Airaksinen 2003, 26-27.)

Tämän opinnäytetyön suunnittelu alkoi aihepiirin valinnalla syksyllä 2006.. Opinnäytetyön tekijä on työskennellyt isotooppilaboratoriossa röntgenhoitajana vuodesta 1988 alkaen. Työn ohessa suoritettavaan muuntokoulutukseen liittyvä opinnäytetyö oli tekijän mielestä luontevaa toteuttaa työelämälähtöisenä. Tekijän mielestä opinnäytetyöllä tulisi olla käytännön tarvetta ja tekijän oman työyksikön kehittämisen kannalta merkitystä. Sen olisi luontevasti liityttävä arkisen työn tekemiseen isotooppilaboratoriossa. Mielenkiinto PET-TT-tutkimusta kohtaan antoi aiheen opinnäytetyölle ja opinnäytetyö haluttiin suunnata isotooppityökokemusta omaaville röntgenhoitajille.

Alueelliseen kuvantamiskeskukseen oli päätetty hankkia PET-TT-laite ja hankinnan valmistelut alkoivat kesäkuussa 2006. PET-TT-laite asennettiin Radius-talon tiloihin kesällä 2007. (Korkola 2008.) Opinnäytetyön tekijä kuuluu PET-TT-tutkimuksia tekevään henkilökuntaan ja uuden tutkimusprotokollan pystyttäminen uusiin tiloihin isotooppilaboratorion ja R-sädediagnostiikkayksikön henkilökunnan yhteistyönä oli

haasteellinen tehtävä. Uuteen tutkimusprotokollaan liittyen oli tarve tehdä uusia ohjeita työn sujuvuuden turvaamiseksi. PET-TT-toiminnan vakiintuessa opetetaan lisää röntgenhoitajia työnkiertoon ja on tullut selkeä tarve kehittää ohjeistusta työnopastusnäkökulmasta katsottuna. Yhteistyötahoksi tuli luontevasti PET-TT-toimintaan kuuluva isotooppilaboratorio ja opinnäytetyön työelämän edustajana toimii isotooppilaboratorion osastonhoitaja.

Alustava tutkimussuunnitelma esitettiin helmikuussa 2007. Tämän jälkeen opinnäytetyöaihe täsmentyi lisääntyneen PET-TT-työkokemuksen myötä. Nykyisessä muodossaan tutkimussuunnitelmalla haettiin Tampereen yliopistollisen sairaalan lupa opinnäytetyön tekemiseen elokuussa 2008. Luvan myönsi Alueellisen kuvantamiskeskuksen liikelaitosylihoitaja. Opinnäytetyön suunnitelmassa aikataulu sijoittui aikavälille elokuu – lokakuu 2008. Opinnäytetyön luovutus ja esittäminen oli tarkoitus tapahtua lokakuussa 2008. Syntyvistä kuluista opinnäytetyön tekijän oli tarkoitus vastata itse. Kun opinnäytetyö otetaan käyttöön isotooppilaboratoriossa, sen painatuskuluista vastaa Alueellinen kuvantamiskeskus.

Tiedonhankintamenetelminä opinnäytetyössä käytettiin ammatillista ja tieteellistä kirjallisuutta sekä konsultaatiohaastatteluita. Lähdemateriaalin hankinta tapahtui kirjaston palvelujen avulla, internetin välityksellä, opinnäytetyön tekijän työyksiön kirjallista materiaalia ja tutkimusvälineistön käyttöohjeita hyödyntämällä. Konsultaatiohaastatteluilla opinnäytetyöhön saatiin asiantuntijoilta moniammatillista näkökulmaa ja luotettavuutta. PET-TT-kuvantamiseen liittyvää materiaalia on runsaasti saatavilla pääasiallisesti englanninkielisenä. Materiaalin runsaus edellytti opinnäytetyön tekijältä kriittistä otetta lähdetiedon riittävän luotettavuuden varmistamiseksi.

7.3 Toiminnallisen opinnäytetyön toteutusvaihe

Toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluvaa tuotosta eli produktia taustoitetaan kirjallisella raporttiosuudella. Näin opinnäytetyön tekijä osoittaa hallitsevansa riittävästi alansa teoriakirjallisuutta. Toimeksiantaja on kiinnostunut lähinnä valmiista tuotoksesta, kuitenkin raporttiosuus on osa toiminnallista opinnäytetyötä. (Hakala 2004, 28-29; Vilkka & Airaksinen 2003, 51.)

Tässä opinnäytetyössä raporttiosuus sisältää työssä oppimiseen vaikuttavien asioiden tarkastelua, työnopastusta ja tuotoksen aihepiiriin liittyen teoreettista tietoa PET-TT-tutkimusprosessista. Opinnäytetyön viitekehys muodostui luontevasti sisältäen teoriatietoa sekä aikuisen työntekijän työssä oppimisesta että PET-TT-tutkimusprosessista. Ohjaustapaamisissa viitekehystä aluksi tarkennettiin ja pohdittiin aiherajauksia. Tämä oli tarpeellista, jotta opinnäytetyön sisältö ei rönsyilisi liian suureksi. Opinnäytetyön viitekehys pyrittiin työstämään mahdollisimman pitkälle ennen työnopastusohjeen työstämistä.

Tuotoksen eli työnopastusohjeen sisältö kehittyi viitekehyksen kirjoittamisen ohessa ikään kuin itsestään. Opinnäytetyön kirjoittajan ajatukset kypsyivät, sisältöalueet rakentuivat ja ohjeen visuaalinen ulkonäkö alkoi hahmottua. Työnopastusohje koostuu kahdesta osasta. Osa I sisältää teoreettista tietoa PET-TT-tutkimuksesta, jonka avulla perustellaan PET-TT-tutkimusprosessin työvaiheisiin (osa II) liittyviä yksityiskohtia. Osa II sisältää yksityiskohtaisen, luettelomaisen kuvauksen PET-TT-tutkimusprosessin eri työvaiheista ja näihin liittyvistä erityishuomioista sekä virhemahdollisuuksista. Työnopastusohjeessa lähdemateriaalin käytön lisäksi korostui kirjoittajan henkilökohtainen työkokemus, erityisesti PET-TT-tutkimusprosessin työvaiheiden kuvaamisessa kirjoitettuun muotoon. Työnopastusohjeen osa II tekstiosuudet suunniteltiin selkeäksi ja helppolukuiseksi. Osan II työnopastusohjeet suunniteltiin taulukkomuotoon, jotta niitä voisi käyttää myöhemmin ilman osaa I. Osa II voidaan ottaa käyttöön yksittäisinä, muistilappumaisina työnopastusohjeina.

7.4 Toiminnallisen opinnäytetyön päättäminen

Toiminnallisessa opinnäytetyössä prosessin päättäminen on projektin päättämisen tapaisesti lopetettava raporttiin. Raportista käy ilmi työn eteneminen, esiintyneet ongelmat, tutkimuksen lopputulos sekä arvio tavoitteen toteutumisesta. Loppuraportti esitellään. Opinnäytetyö palautettiin suunnitelman mukaisesti sovittuna palautuspäivänä. Opinnäytetyö esitettiin PIRAMK:n seminaarissa, ja kansitettiin. (Vilkka & Airaksinen 2003, 49.)

8 POHDINTA

8.1 Opinnäytetyön prosessin tarkastelu

Opinnäytetyön aihepiirin valintaan vaikutti vahvasti kirjoittajan työkokemus isotooppilaboratoriossa ja mahdollisuus osallistua PET-TT-tutkimusprosessiin. Uuden työtehtävän oppiminen ja opettaminen seuraavalle työryhmän jäsenelle on haastavaa mutta innostavaa. Työyhteisön jäsenet asennoituvat työssä oppimiseen hyvin eri tavoin. Toisen innostus saattaa olla toisen lamaaja, ja tätä pohtien viitekehykseen tuntui kuuluvan työssä oppimisen teema. Työnopastus liittyi kirjoittajan mielestä luontevasti työssä oppimiseen. Työnopastuksen konkreettisuus kiehtoi opinnäytetyön tekijää. Työturvallisuuskeskuksen kotimaiset asiantuntijat ovat tuottaneet runsaasti perehdytysluonteista materiaalia eri aloille, paitsi terveydenhuoltoon. Heidän periaatteensa ja toimintamenetelmät tuntuivat hyvin ihmisläheisiltä ja olivat opinnäytetyön tekijän mielestä sovellettavissa hyvin myös terveydenhuoltoon.

8.2 Opinnäytetyön eettisyys

Opinnäytetyön tekijän on Koivulan (1999, 49) mukaan huomioitava tutkimustyöltä vaadittavat yleiset eettiset periaatteet. Yleiset periaatteet liittyvät mm. tutkimuksen tarkoitukseen, tietolähteiden suojeluun, raportoinnin rehellisyyteen ja tutkimuslupaan. Opinnäytetyön tekemisen tavoite ja tiedonkeruu pitää olla avointa, perusteltua ja julkista. (Koivula 1999, 49.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia työnopastusohje koko kehon PET-TT-tutkimuksesta AKU:n isotooppilaboratorion röntgenhoitajan käyttöön. Opinnäytetyön tehtäväksi muodostui, mitä tietoja ja taitoja isotooppilaboratorion röntgenhoitajan tulee hallita koko kehon PET-TT-tutkimusprosessissa? Tavoitteena oli tuottaa työnopastusohje, jonka avulla isotooppilaboratoriossa työskennellyt röntgenhoitaja opastetaan koko kehon PET-TT-tutkimuksen suorittamiseen. Koko kehon PET-TT-tutkimusprosessilla kirjoittaja tarkoittaa tässä opinnäytetyössä ajanvaraus, potilaan

valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion, radiolääkkeen annostelu ja potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen -prosessin osa-alueita. PET-TT-kameran hankinnan myötä koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin uudelleen organisointi Alueellisessa kuvantamiskeskuksessa oli ajankohtaista. PET-TT-tutkimuksen toimintaympäristö oli muuttunut uuden Radius-talon valmistuttua ja tutkimusprosessi oli suunniteltava toimivaksi. Kirjoittajan mielestä toimiva tutkimusprosessi tarkoittaa toimivan ympäristön lisäksi osaavaa ja toimintavarmaa henkilökuntaa. Henkilökunnan koulutus ja opastaminen uusiin työtehtäviin on perehdytyksen perusasioita, ja paitsi organisaation myös yksilön edun mukaista. (Heinonen & Järvinen 1997, 146.) Isotooppilaboratorion röntgenhoitajan näkökulmasta yksilön (potilaan sekä henkilökunnan) etu korostuu säteilyturvallisessa työskentelyssä. Tekijän mielestä opinnäytetyön tarkoitus oli realistinen ja työnopastusohjeen tarve todellinen.

Opinnäytetyön tehtävään, mitä tietoja ja taitoja isotooppilaboratorion röntgenhoitajan tulee hallita koko kehon PET-TT-tutkimuksessa, vastaus kuvattiin opinnäytetyönä syntyneessä työnopastusohjeessa. Työnopastusohjessa koko kehon PET-TT-tutkimusprosessi on kuvattu työvaihe-näkökulmasta. Opinnäytetyön tekijän mielestä prosessin osa-alueiden sisältöjen kuvaaminen sanallisessa muodossa toteutui parhaiten seuraamalla työvaiheiden kautta potilaan kronologista etenemistä PET-TT-tutkimusprosessissa. Työnopastusohjeen työvaihe-kuvaus on tekemistä tai toimintaa ja kuvaa niitä isotooppilaboratorion röntgenhoitajan taitoja, joita opinnäytetyön tehtävässä tarkoitetaan. Opinnäytetyön tehtävässä mainituilla tiedoilla kirjoittaja tarkoittaa isotooppilaboratorion röntgenhoitajan ammatillisten perustietojen lisäksi uuden työtehtävän suoriutumisessa tarvittavaa uutta tietoa tai jonkin yksittäisen seikan tiedostamista. Työnopastusohjeessa tiedot on mainittu huomioitavaa -sarakkeessa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje isotooppilaboratorion röntgenhoitajan käyttöön. Tämän ohjeen avulla uusi työtehtävä (koko kehon PET-TT-tutkimus) opastetaan röntgenhoitajalle, joka jo hallitsee päivittäiset työtehtävät perinteisessä isotooppilaboratoriotoiminnassa. Työnopastus toteutetaan jakamalla koko kehon PET-TT-tutkimusprosessi osa-alueisiin ja etenemällä työnopastus-prosessissa esimerkiksi viiden askelen työnopastusmenetelmän mukaisesti (Kangas & Hämäläinen 2007, 15). Työnopastusohjeen osan II muodostavat koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin osa-aluekohtaiset työnopastusohjeet. Kun opetustavoite on jaettu välitavoitteisiin, osa-aluekohtaisten työnopastusohjeiden avulla opastus

suoritetaan vaiheittain (Lepistö 2005, 64). Työnopastusohjeen osa I tarjoaa teoreettista tietoa tutkimusprosessista ja on tarkoitettu täydentämään ja perustelemaan osan II luettelomaisuutta.

Opinnäytetyön tekijän mielestä viiden askelen työnopastusmenetelmä (Kangas & Hämäläinen 2007, 15) on soveltamisen arvoinen esimerkiksi juuri koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin opastuksessa. Viiden askelen työnopastusmenetelmä sisältää seuraavat vaiheet: oppimistavoitteen selvitys ja motivointi, opetus, mielikuvaharjoittelu, taidon harjoittelu, ja opitun varmistaminen. Kirjoittajan omakohtaiset kokemukset uuden työtehtävän oppimisesta ja opastamisesta sivuavat läheltä Kangas ja Hämäläisen (2007, 15) työnopastusmenetelmää. Tämä tuntui ikään kuin vahvistavan opinnäytetyön tekijän myönteisiä kokemuksia omasta oppimistapahtumasta PET-TT-toiminnan alkuhetkiltä Radius-talossa, ja lisäsi kiinnostusta syventyä tarkemmin juuri ns. viiden askelen työnopastusmenetelmään.

Viiden askelen työnopastusmenetelmä tuntui opinnäytetyön tekijän mielestä sopivan etenkin PET-TT-tutkimuksen teknisiin työvaiheisiin, kuten radiolääkkeen annostelu ja siihen liittyvät yksityiskohdat sekä potilaan kuvaamistapahtuman laitetekninen ohjaus (ei sisälly tähän opinnäytetyöhön). Isotooppilaboratorion röntgenhoitajan ammatissa on ionisoivan säteilyn käytön vuoksi suotavaa harjoitella työtehtäviä etukäteen inaktiivisilla aineilla (motivointi). Oikea työtekniikka ja tapa on harjoiteltava ja kehitettävä mahdollisimman turvalliseksi jo etukäteen (oppimistavoite). Opetuksessa käytetään ohjekirjoja ja sääntöjä ja usein kokeneempi työntekijä näyttää ja perustelee toimintamallin. Laaja opastuskokonaisuus jaetaan osiin ja opastetaan/opitaan vaiheittain (opetus). Koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin osa-alueet edustivat jaettua opetuskokonaisuutta ja kirjoittaja oli omaan pitkäaikaiseen työkokemukseensa perustuen jakanut tutkimusprosessin osiin. Sisäisen mallin viimeisteleminen mielikuvaharjoittelun avulla edistää keskittymistä onnistuneeseen työsuoritukseen ja vahvistaa toiminnan kehittymistä rutiiniksi (mielikuvaharjoittelu). Kirjoittaja harjoitteli mielikuvan perusteella radiolääkelähetyksen vastaanottamista ja radiolääkepullon siirtämistä paikalliseen lyijysuojaan. Työtehtävä ei ollut monimutkainen, mutta raskaat ja kömpelöt suojaimet oli osattava hyödyntää ja toiminnan oli oltava määrätietoisen tehokasta ja säteilysuojelullisesti turvallista. Taito syntyi vasta käytännön harjoittelun avulla. (harjoittelu). Useiden toistojen jälkeen työtehtävä hahmottui ja rutinoitui. Opitun

varmistaminen näkyi perusteltuna varmuutena ohjata sama työtehtävä toiselle. (Kangas 2000, 14-15).

8.3 Tiedon luotettavuus

Toiminnallisen opinnäytetyön laatua kuvaavaksi käsitteeksi ei kirjoittajan mielestä sovi suoraan perinteiset validiteetti ja reliabiliteetti -käsitteet. Opinnäytetyön luotettavuuteen vaikuttavat esimerkiksi käytetyt lähdemateriaalit, jotka tässä työssä olivat pääasiassa tuoreita. Muutama selvästi vanha lähde oli tarkoituksellisesti mukana. Näiltä osin uudempaa, parempaa ja selkeämpää ei löytynyt. Kirjallinen aineisto käsiteltiin mahdollisimman objektiivisesti. Opinnäytetyön tekijä pyrki reflektoimaan keräämäänsä tietoa oman pitkän työkokemuksensa kautta.

PET-TT-tutkimusaiheista kirjallisuutta oli runsaasti saatavilla. Suurin osa teksteistä oli englanninkielistä, kotimaisia artikkeleita esiintyi viime vuosien kokemusten myötä lisääntyvässä määrin. PET-TT-tutkimusta käsittelevien artikkeleiden laiteteknisen osuuden ymmärtämisen kirjoittaja varmisti lääketieteellisen fysiikan asiantuntijalta. Asiantuntijahaastattelut suoritettiin siten, että yksittäisen haastateltavan aineistoa ei voida tunnistaa.

Opinnäytetyössä ei käsitelty yksittäisen potilaan tutkimusprosessia. Työnopastusohjeessa kuvattiin tutkimusprosessiin liittyviä seikkoja yleisellä tasolla. Opinnäytetyössä hyödynnettiin isotooppilaboratorion röntgenhoitajien työstä saatua kokemusperäistä tietoa, aiheeseen liittyvää koulutusta sekä kirjallisuutta. Opinnäytetyö oikoluettiin useaan kertaan, tästä huolimatta tekstiin tuntui löytyvän kehitettävää. Röntgenhoitajien ammatillisuutta hyödynnettiin antamalla luettavaksi työnopastusohjetta sekä oman työyhteisön ammattilaisille että yksikön ulkopuoliselle röntgenhoitajalle.

8.2 Oma oppiminen ja jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyön mekaaninen työstäminen aloitettiin melko myöhään kirjoittajan henkilökohtaisista syistä johtuen. Opinnäytetyön hiljainen prosessointi oli käynnissä jo pitkään ennen varsinaista ohjauksellista prosessointia syksyllä 2008. PET-TT-tutkimusprosessin työtehtävien tuomaa kokemusta kertyi, työtehtävät prosessin eri osa-alueilla selkiytyivät ja tutkimusprosessi rakentui muotoonsa. Opinnäytetyön työstämisen tiivis tahti tuntui välillä raskaalta, toisaalta se korosti keskittymistä työstettävään aiheeseen. Hetkittäin työstämisen kiihko häivytti ympäriltä kaiken muun sosiaalisen toiminnan, mutta onneksi perheen ja ystävien huolenpito ja ymmärrys oli jaksamista ja opinnäytetyön prosessointia tukevaa. Opinnäytetyön prosessoinnin avulla kirjoittaja on oppinut paremmin hahmottamaan laajoja kokonaisuuksia. Tietyn perspektiivin saavuttaminen ja säilyttäminen osoittautui tärkeäksi, kun palasista koostui laajempi kokonaisuus joka nivoutui lopulta yhdeksi kokonaisuudeksi.

Työelämän ammattilaisena opinnäytetyön tekijä oppi hyödyllistä tietoa työssä oppimisen monimuotoisuudesta. Vaikka edellä mainitun asian on saattanut tietämättään havaita työelämässä, oli helpottavaa lukea tutkittua tietoa aiheesta. PET-TT-tutkimukseen liittyvän konkreettisen tiedon ja ymmärtämisen lisääntyminen on osoittautunut erinomaiseksi henkiseksi pääomaksi työelämässä kyseisiä tutkimuksia tehdessä. Jatkotutkimusaiheita tälle opinnäytetyölle on luonnollisesti täydentää työnopastusohjetta koskemaan työvaihetta: PET-TT-kuvaus, (PET-TT:n säätötila). Säteilysuojelu-näkökulma huomioiden olisi mielenkiintoista kehittää röntgenhoitajan työtehtäviä tutkimalla annosmittauksia eri työvaiheissa.

LÄHTEET

18F-FDG PET/CT -TUTKIMUS. 2008. Teoksessa Ahola, T., Koivu, H., Kööbi, T., Toikka, J., Maanoja, J., Suihko, V. (toim.) Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksikkö. Ohjekirja 2008. Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Alueellinen kuvantamiskeskus, 72-73.

Bacharach, S. 2007. PET/CT Attenuation Correction: Breathing Lessons. The Journal of Nuclear Medicine 48(5), 677-679.

Bergström, K. & Någren, K. 2003. Radiolääkkeet. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V., Vanninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 29-40.

Billett, S. 2000. Guided learning at work. Journal of Workplace Learning 12(7), 272-276.

Bombardieri, E., Aktolun, C., Baum, R., Bishof-Delaloye, A., Buscombe, J.,Chatal, J., Maffioli, L., Moncayo, R., Mortelmans, L. & Reske, S. 2003. FDG-PET - Procedure Guidelines For Tumour Imaging. European Association of Nuclear Medicine. Saatavilla www-muodossa: http://www.eanm.org/. Tulostettu 20.2.2008.

Cronin, Bernadette F. 2006. 3. The technologist's Perspective. Teoksessa Valk, P., Delbeke, D., Bailey, D., Townsend, D., Maisey, M. (Eds) Positron Emission Tomography. Clinical Practice. Springer, 27-40.

GE Discovery™. 2006. Käyttöohjekirja Discovery™ Dimension Series 5181559-100. Rev. 1 (07/06). General Electric Company, 1212-1215.

Hakala, J. T. 2004. Opinnäytetyö ammattikorkeakouluille. Tampere: Tammerpaino Oy.

Heinonen, J. & Järvinen, A. 1997. Henkilöstöasiat yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Otava.

Hynninen, K. 2005. Osallistava kehittäminen asiantuntijaorganisaation uudistumisen ja työssä jaksamisen tukena. Teoksessa Tuomivaara, S., Hynninen, K., Leppänen, A., Lundell, S., Tuominen, E. (toim.) Asiantuntijan luovuus koetuksella. Helsinki: Työterveyslaitos, 95-105.

Itsearvointiraportti. 2008. Isotooppilaboratorion itsearviointikokous 23.5.2008. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellinen kuvantamiskeskus.

Jurvelin, J. 2005. Radiologisen kuvantamisen fysiikka ja tekniikka sekä varjoaineet. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E., Tervonen, O. (toim.) Radiologia. WSOY, 13- 42.

Järvinen, A., Koivisto, T. & Poikela, E. 2000. Oppiminen työssä ja työyhteisössä. 1. painos. WSOY. Juva: WS Bookwell Oy.

Kajander, S. 2005. PET-CT fuusiokuvantaminen käytännössä. Radiografia (4), 16-18. Suomen Röntgenhoitajaliitto ry.

Kauppi, A. 1993. Mistä nousee oppimisen mieli? – Kontekstuaalisen oppimiskäsityksen perusteita. Teoksessa Toivanen, T., Kajanto, A., Kalli, P., Kauppi, A., Sallila, P. Tuomisto, J. (toim.) Aikuisen oppimisen uudet muodot. Kohti akiivista oppimista. Kansanvalistusseura ja Aikuiskasvatuksen Tutkimusseura. Helsinki: Kirjastopalvelu Oy, 51-109.

Kauppinen, T., Tunninen, V. & Kortesniemi, M. 2008. Kehittyvät kuvantamislaitteet. TABU Lääketietoa Lääkelaitokselta 16(3), 23-27.

Kangas, P. 2000. Perehdyttäminen palvelualoilla. 2. painos. Työturvallisuuskeskus. Oy Edita Ab.

Kangas, P. & Hämäläinen, J. 2007. Perehdyttämisen suunnittelu ja toteutus. Työturvallisuuskeskus. Nykypaino Oy.

Kiuru, A. 1984. Lääketieteelliset kuvausmenetelmät. Fysiikka ja tekniikka. Röntgenlaitos. Turun yliopistollinen keskussairaala. Turku: Kirjapaino Grafia Oy, 68.

Kjelin, E. & Kuusisto, P-C. 2003. Tulokkaasta tuloksentekijäksi. 1. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Koivula, U-M., Suihko, K. & Tyrväinen, J. 1999. Mission: Possible. Pirkanmaan ammattikorkeakoulun julkaisusarja C. Oppimateriaali. Nro 1. Tampere.

Korkola, P. 2007. Säteilysuojelu PET. Luento. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellinen kuvantamiskeskus. Radius 7.12.2007. Tampere.

Korkola, P. 2008. Sairaalafyysikko. Konsultaatiohaastattelu 25.8.2008. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellinen kuvantamiskeskus. Isotooppilaboratorio.

Koskela, Anu. 2007. PET/TT:n esivalmistelut ja suoritus. Luento. PET-/SPECT-TT:n perusteet – koulutuspäivä 27.4.2007. Suomen Radiologiyhdistys ry. ja Lääketieteellinen radioisotooppiyhdistys ry. Helsinki.

Koskinen, M. 2008. PET/TT ja SPET/TT -perusteet. Luento. Lääketieteellisen radioisotooppi yhdistyksen Isotooppipäivät 5- 6.5.2008. Lahti.

Laine, A., Ruishalme, O., Salervo, P., Siven, T., & Välimäki, P. 1999. Opi ja ohjaa sosiaali- ja terveysalalla. Helsinki: WSOY.

Lepistö, I. 2005. Työpaikkakouluttajan käsikirja. 3. painos. Työturvallisuuskeskus. Alfabox Oy.

Leppänen, A. 2005. Työssä oppiminen. Teoksessa Tuomivaara, S., Hynninen, K., Leppänen, A., Lundell, S., Tuominen, E. (toim.) Asiantuntijan luovuus koetuksella. Helsinki: Työterveyslaitos, 171-182.

Lääketieteen termit. 2008. Kustannus Oy Duodecim. Elektroninen aineisto. Saatavilla www-muodossa: http://www.terveysportti/Duodecim/Lääketieteen termit. Luettu 27.9.2008.

Madsen, M. T., Andersson, J., Halama, R., Klec, J., Simpkin, D., Votaw, J., Wendt III, R., Williams, L. & Yester, M. 2006. AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding Requirements. American Association of Physicists in Medicine, 33(1), 4-15.

Minn, H. 2006. Positroniemissiotomografia kasvaindiagnostiikassa – saadaanko odotuksille katetta? Duodecim 122, 1963-1965.

Minn, H. & Knuuti, J. 2005. Kliininen PET-kuvantaminen tänään. Suomen Lääkärilehti 60(20), 2187-2188.

Minn, H., Kööbi, T. & Ahonen, A. 2003. Lyhytikäiset isotoopit syöpätautien diagnostiikassa. Duodecim 119(1), 26-32.

Mohammad, R., Saeed, S. 2007. Computed Tomography Based Attenuation Correction in PET/CT: Principles, Instrumentation, Protocols, Artifacts and Future Trends. Iran Journal of Nuclear Medicine, 15(2), 1-29.

Nikkinen, P. 2003. Sädeturvallisuus isotooppilaboratoriossa. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V., Vanninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 670-672.

Pfeiffer, A. & Burger, C. 2007. Radiation doses and radiation protection. Teoksessa von Schulthess, G. K. (toim.) Molecular anatomic imaging: PET-CT and SPECT-CT integrated modality imaging. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, 69-72.

Poikela, E. 1999. Kontekstuaalinen oppiminen. Oppimisen organisoituminen ja vaikuttava koulutus. Acta Universitatis Tamperensis. Kasvatustieteiden laitos. Väitöskirja.

Rogers, J. 2001. Aikuisoppiminen. Open University Press. Oy Finn Lectura Ab. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Ruotsalainen, U. 2003. PET-tutkimukset. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V., Vanninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 49-55.

Sarala, U. 1993. Työyhteisössä oppiminen – laatupiirit. Teoksessa Toivanen, T., Kajanto, A., Kalli, P., Kauppi, A., Sallila, P. Tuomisto, J. (toim.) Aikuisen oppimisen uudet muodot. Kohti akiivista oppimista. Kansanvalistusseura ja Aikuiskasvatuksen Tutkimusseura. Helsinki: Kirjastopalvelu Oy, 111-160.

Seppänen, M. & Knuuti, J. 2007. PET-TT syöpädiagnostiikassa. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Vuosikatsaus 2007, 8-9.

STUK. 2001. Röntgentilojen säteilyturvallisuus. Säteilyturvallisuusohje 3.6. Säteilyturvakeskus. Julkaisupäivämäärä 24.9.2001. Saatavilla www-muodossa: http://www.stuk.fi./julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet. Tulostettu 3.6.2008.

Säteilyturvallisuus isotooppitutkimuksissa. 2006. Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisen säteilyn käytössä. Suomen Röntgenhoitajaliitto ry, 28-29.

TEPA. 2007. Sanastokeskus TSK:n termipankki. Elektroninen aineisto. Päivitetty 26.9.2007. Luettu 17.9.2008. Saatavilla www-muodossa: www.tsk.fi/tepa.

Teräs, M. 2006. Säteilysuojelu ja PET-TT. Luento. Lääketieteellisen radioisotooppi yhdistyksen Isotooppipäivät 5.5.2006. Naantali.

Timonen, K., Kainulainen, S., Mussalo, H. & Vanninen, E. 2008. Anatomisen ja isotooppikuvantamisen yhdistäminen tarkentaa diagnoosia. Suomen Lääkärilehti 63(22), 2041-2045.

Toikka, J. 2008. Apulaisylilääkäri. Konsultaatiohaastattelu 26.9.2008. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellinen kuvantamiskeskus. Isotooppilaboratorio.

Towson, J. E. C. & Eberl, S. 2006. Radiation protection and dosimetry in PET and PET/CT. Teoksessa Valk, P., Delbeke, D., Bailey, D., Townsend, D., Maisey, M. (Eds) Positron Emission Tomography. Clinical Practice. Springer, 41-60.

Valtioneuvoston asetus ammattikorkeakouluista 2003. 15.5.2003/352. Saatavilla www-muodossa: http://www.finlex.fi. Luettu 10.9.2008.

Vanninen, E. 2005. Isotooppitutkimukset. Kasvaimet. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E., Tervonen, O. (toim.) Radiologia. WSOY, 698-700.

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Waddington, W. 2004. Radiation Safety in PET and PET/CT. Luento. EANM CME Session IX. Helsinki.

LIITTEET

LIITE 1. Työnopastusohje

LIITE 2. Potilasohje

PIRKANMAAN
AMMATTIKORKEAKOULU

TYÖNOPASTUSOHJE PSHP:N ALUEELLISEN KUVANTAMISKESKUKSEN ISOTOOPPILABORATORION RÖNTGENHOITAJALLE

Koko kehon PET-TT-tutkimus

Tiina Taatila

SISÄLLYS

TYÖNOPASTUSOHJE OSA I

SISÄLLYS 44
1 JOHDANTO 45
2 PET-TT-KUVANTAMISMENETELMÄ 46
2.1 Menetelmä lyhyesti 46
2.2 18-F-FDG-radiolääke 47
2.3 Laitetekniikka 47
2.4 PET-TT-tutkimuksen indikaatiot ja kontraindikaatiot 49
3 AJANVARAUS 50
4 POTILAAN VALMISTELU ENNEN JA JÄLKEEN RADIOLÄÄKEINJEKTION 52
4.1 Valmistelu ennen radiolääkeinjektiota 52
4.2 Valmistelu radiolääkeinjektion jälkeen 53
5 18-F-FDG-RADIOLÄÄKKEEN ANNOSTELU 54
5.1 R-radionuklidilaboratorion valmistelu ja radiolääkelähetyksen vastaanotto 54
5.2 18-F-FDG:n potilasannostelu 57
6 POTILAAN ASETTELU PET-TT-KUVAUKSEEN 59
LÄHTEET 61

TYÖNOPASTUSOHJE OSA II

TYÖNOPASTUSOHJE: 1. AJANVARAUS JA LÄHETTÄVÄN YKSIKÖN OHJAUS 64
TYÖNOPASTUSOHJE: 2. POTILAAN VALMISTELU ENNEN JA JÄLKEEN RADIOLÄÄKEINJEKTION 65
TYÖNOPASTUSOHJE: 3. RADIOLÄÄKKEEN (18-F-FDG) ANNOSTELU 67
TYÖNOPASTUSOHJE: 4. POTILAAN ASETTELU PET-TT-KUVAUKSEEN 69

1 JOHDANTO

Tässä työnopastusohjeessa esitetään lyhyesti koko kehon PET-TT-tutkimusprosessi sekä siihen sisältyvät röntgenhoitajan työtehtävät. Koko kehon PET-TT-työnopastusohjeen muodostavat osa I ja osa II. Osa I sisältää lyhyen teoriaosuuden aiheesta koko kehon PET-TT-tutkimus. Osa II sisältää työnopastusohjeet koko kehon PET-TT-tutkimusprosessin työtehtävistä. Koko kehon PET-TT-tutkimusprosessilla tarkoitetaan tässä työnopastusohjeessa tutkimuksen ajanvaraus, potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion, radiolääkkeen annostelu ja kuvaukseen asettelu prosessiosia. Työnopastusohjeessa ei käsitellä PET-TT-laitteen säätötilassa tapahtuvia röntgenhoitajan työtehtäviä. Tässä työnopastusohjeessa painotetaan työtehtäviä, jotka liittyvät potilaan valmisteluun ennen koko kehon PET-TT-kuvauksen alkua. Koko kehon PET-TT-tutkimuksen työnopastusohje seuraa kronologisesti potilaan koko kehon PET-TT-tutkimusprosessia (kuvio 1).

1. Ajanvaraus	2. Potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinj.	3. Radiolääkkeen (18-F-FDG) annostelu	4. Potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen
Isotooppilaboratorio	- 1. röntgenhoitaja - R-lepohuone	- 2. röntgenhoitaja - R-radionuklidilab.	- 3. ja 4. r-hoitajat - R-PET-TT-huone

Kuvio 1. Koko kehon PET-TT-tutkimusprosessi.

2 PET-TT-KUVANTAMISMENETELMÄ

2.1 Menetelmä lyhyesti

PET-TT-kuvaus on isotooppi-radiologinen kuvantamismenetelmä, jossa käytetään fuusiokuvantamista hyödyksi kolmiulotteisten leikekuvien aikaansaamiseksi. PET-TT:lla kyetään molekyylitason kuvantamiseen, ja sen avulla saadaan tietoa esimerkiksi syövän toiminnasta ja levinneisyydestä muutaman millimetrin tarkkuudella. Koko kehon PET-TT-tutkimus on nykyisin yleistutkimus tutkittaessa pehmytkudosten kasvainmuutoksia. (Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 26; Kajander 2005, 16.)

Tässä menetelmässä potilaaseen ruiskutetaan tietyn lepoajan kuluttua positroniaktiivista isotooppia eli radiolääkettä. Kuvaus suoritetaan, kun radiolääkkeen oletetaan kertyneen kasvainkudokseen ja on saavutettu optimaalinen kudos-taustasuhde. Kaikki kuvat (sekä PET- että TT-kuvat) kerätään samalla kuvauskerralla, jotta potilaan anatomia pysyy lähes muuttumattomana. Kuvauksessa käytetään tietokonetomografiaa apuna PET-kuvan vaimennus-korjauksessa, jotta pystytään huomioimaan kudosten aiheuttama gammasäteilyn vaimeneminen. Myös toiminnallisen PET-kuvan löydöksen tarkka anatominen paikantaminen onnistuu TT-kuvien avulla. TT-kuvalla saadaan tietoa myös mahdollisen muutoksen luonteesta. Tutkimukseen on mahdollista yhdistää myös diagnostinen varjoainetehosteinen TT-kuvaus, mikäli sen katsotaan antavan tutkimuksellista lisäarvoa. PET-TT-yhdistelmälaitteella on mahdollista tehdä myös entistä tarkempia sädehoitosuunnitelmia. Tällä puolestaan voi olla myöhempiä vaikutuksia potilaalle parempana elämänlaatuna ja vähentyneinä myöhäishaitta-vaikutuksina. (Kajander 2005, 16-18; Minn 2006, 1963-1964; Seppänen & Knuuti 2007, 8; Timonen, Kainulainen, Mussalo & Vanninen 2008, 2041-2042.)

2.2 18-F-FDG-radiolääke

Syövän hoidossa PET-TT-tutkimuksessa radioaktiivinen merkkiaine on useimmiten 18-F-FDG (FDG). 18-F-FDG tarkoittaa 18-fluorin avulla merkittyä deoksiglukoosi-molekyyliä eli 18-fluori-deoksiglukoosia. Deoksiglukoosi-molekyyliin pystytään liittämään pieni fluoriatomi esimerkiksi hydroksyyliryhmän paikalle. Alkuperäisen molekyylin ominaisuudet muuttuvat tässä yhdistämisprosessissa siten, että radioaktiivista fluoria sisältävä sokerimolekyyli ei kulkeudu kehossa täsmälleen samalla tavalla kuin ei-fluoria sisältävä molekyyli. Radioaktiivinen fluori-deoksiglukoosi-molekyyli ei metaboloidu solun sisällä kuten glukoosi vaan jää solun sisälle loukkuun. Tästä johtuen 18-F-FDG sopii hyvin kuvantamiseen, jossa kudoksen glukoosiaineenvaihdunta on jostain syystä poikkeavan kiihtynyt, kuten pahanlaatuisilla kasvaimilla. 18-F-FDG suorastaan kilpailee glukoosin kanssa solun sisälle kulkeutumisessa, ja tämä seikka asettaa kuvausvalmisteluissa potilaan paastoamisen erittäin tärkeään asemaan. Potilaan verenglukoosiarvon tulisi olla riittävän matala, jotta tutkimustulos olisi luotettava. Sopivan (110 min.) puoliintumisajan ansiosta lyhytikäistä 18-F-FDG:tä voidaan kuljettaa synteesipaikastaan melko kauas, myös kuvaus saa kestää pidempään kuin ultralyhyillä isotoopeilla. (Bergström & Någren 2003, 32; Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 26.)

2.3 Laitetekniikka

PET-TT-laite on samoihin kuoriin koottu laitteistokokonaisuus, joka toiminta rakentuu kahden eri menetelmän laitteistosta. Laitteistot ovat erilliset, mutta niitä ohjataan ja säädetään yhteisellä ohjausyksiköllä. Rajapinta kahden laitteiston välillä on pyritty rakentamaan käyttäjälle mahdollisimman "läpinäkyväksi". Varsinainen PET-TT-kuvantaminen tapahtuu yhden kuvausprotokollan avulla ja ohjelmistot toimivat mutkattomasti yhdessä. TT-laitetta voidaan käyttää yksistään diagnostisiin tutkimuksiin, mutta PET-laite (GE Discovery™ STE 16, kuva 1) vaatii toimiakseen TT:llä mitattavan vaimennuskorjauksen (GE Discovery™ 2006, 1212). Nykykäytännön mukaisesti vaimennuskorjausta varten TT tehdään useimmiten alennetulla putkivirran arvolla, tällä pienennetään potilaan saamaa sädeannosta. Samasta syystä hyväksytään kuvanlaadun heikentyminen. TT voidaan tehdä myös normaalin radiologisen tavan mukaisesti korkeammilla putkivirran arvoilla, joko varjoaineella tai ilman, mikäli se on tarkoituksenmukaista. Turhia kuvauskertoja välttämällä potilaan sädeannos pyritään pitämään niin al-

haisena kuin se on käytännössä mahdollista. Kuvien rekonstruktiot ovat pitkälti esiohjelmoituja, ja varsinaisen kuvauksen päätyttyä ohjelma automaattisesti jatkaa datan (aineisto) käsittelyä (leikekuvien laskentaa) ja siirtää valmiit kuvat määrättyihin arkistoihin ja työasemalle analysointia varten (MOT® Enteka 2007). Analysointivaiheessa dataa käsitellään hyvin vapaasti. Lausuntavaiheessa katsellaan anatomisia (TT) ja metabolisia (PET) kuvia samassa koordinaatistossa aksiaali-, koronaali- ja sagittaalisuunnassa, sekä pyörivinä projektiokuvina (MIP = Maximal Intensity Projection) että fuusiokuvina. PET-TT-kuvien tulkinta ja lausuminen on tiivistä yhteistyötä isotooppilääkärin ja radiologin välillä. Kuvat arkistoidaan digitaaliseen kuva-arkistoon (PACS). PACS (Picture Archieving and Communication System) on sähköinen kuvanhallintaohjelma, jonka avulla kuvat tallennetaan digitaalisessa muodossa ja joka mahdollistaa kuvien liikkumisen kuvaverkossa nopeasti (Vesala, 2001). (Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 29; Kajander 2005, 16-18; Korkola 2008.)

Kuva 1. PET-TT-laite (GE Discovery™ STE 16).

2.4 PET-TT-tutkimuksen indikaatiot ja kontraindikaatiot

Tärkeimmäksi 18-F-FDG:llä tehtävän PET-TT-kuvantamisen indikaatioksi on muodostunut syöpätautien diagnostiikka, levinneisyyden arviointi sekä hoidon seuranta. PET-TT toimii hyvin pehmytosien kuvantamisessa, mutta esimerkiksi aivometastasoinnin tutkimuksissa se ei ole yhtä hyvä kuin magneettikuvaus. Sädehoidon annossuunnitteluun PET-TT soveltuu luontevasti. PET-TT:llä on myös tunnettuja virhelähteitä, kuten tulehdustilat kuvauskohteessa, säde- tai solunsalpaushoito, leikkauksen jälkitila ja huonossa hoitotasapainossa oleva diabetes. (Kajander 2005, 16-18; Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 28-30.)

Vasta-aiheita PET-TT-tutkimukselle on raskaus ja rintaruokinta (mikäli ei voida pitää 6 tunnin imetystaukoa 18-F-FDG-injektion jälkeen). Luonnollisesti erityisen tarkan pohdinnan lopputuloksena on tutkimuksesta oltava potilaalle enemmän hyötyä kuin haittaa, ei pidä myöskään unohtaa harkita korvaavia tutkimuksia edellä mainituissa tilanteissa (STM 2000, 423). Potilaan erittäin huono kunto voi osoittautua kyseisen kuvauksen vasta-aiheeksi suhteellisen pitkän valmistelu- ja kuvausajan vuoksi, samoin kuin ongelmallisen huonossa tasapainossa oleva diabetes. Munuaisten vajaatoiminta saattaa olla vasta-aihe PET-TT-kuvaukselle. (Bombardieri ym. 2003, 3; Kajander 2005, 16-18; Minn, Kööbi & Ahonen 2003, 28-30.)

3 AJANVARAUS

Ajanvaraus PET-TT-tutkimukseen tehdään Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksikön isotooppilaboratorion ajanvarauksen mukaisesti. Kaikki PET-TT-tutkimukset tilataan isotooppilaboratoriosta etukäteen RIS-ajanvarausohjelman (Radiology Information System) kautta. Käytännössä tämä tarkoittaa lähettävän lääkärin sanelemaa lähetettä RIS-järjestelmässä ja tilaavan yksikön yhteydenottoa isotooppilaboratorioon. Tutkimusaika varataan lähetteessä ilmenevien tietojen perusteella optimaalisesti potilaan hoitojaksoon sopien ja ilmoitetaan tilaajalle sovitusti. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin erityisvastuualueen sairaalat, ns. ulkopuoliset tilaajat, käyttävät paperilähetettä tilattaessa PET-TT-tutkimusta. Syynä ovat sairaaloiden erilaiset ajanvarausjärjestelmät. Ulkopuoliset tilaavat yksiköt ottavat yhteyden isotooppilaboratorioon kirjallisesti ja ilmoittavat yhteystietonsa lähetteen mukana. Isotooppilaboratoriossa järjestetään haluttu tutkimusaika ja tiedotetaan tilaavalle yksikölle. Tarvittaessa kutsu tutkimukseen voidaan lähettää isotooppilaboratoriosta suoraan potilaalle. (Paakkala 2001; Kaiser 2008; 18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS 2008, 72-73.)

PET-TT-tutkimuksen potilasohjeessa mainittuja valmisteluohjeita painotetaan aina, kun ollaan yhteydessä tutkimusta tilaavaan yksikköön. Yksiköissä on käytettävissä Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen tutkimusohjekirja sekä paperi- että intranet-versiona (sairaalan sisäinen internet-verkko). Tällä halutaan varmistaa lähettävän yksikön tietoisuus vaadittavista valmistelutoimenpiteistä, jotta tutkimus onnistuisi optimaalisesti. Esimerkiksi potilaan erittäin epätasapainoisen diabeteksen tasapainottamiseksi voidaan tarvita useiden päivien osastohoitojakso. Hoitava lääkäri antaa diabetes-potilaalle ohjeet ravinnosta ja lääkityksestä. Pääsääntöisesti tutkimuksen tilaava yksikkö huolehtii PET-TT-tutkimukseen liittyvien yksityiskohtien tiedottamisen potilaalle. (18F-FDG PET/CT -tutkimus 2008a; 18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS 2008, 72-73.)

PET-TT-tutkimuksen radioaktiivinen merkkiaine 18-F-FDG tilataan valmistajalta (MAP Medical Technologies, Helsinki) tutkimuspäiväkohtaisesti moniannoslähetyksenä. Tutkimusaineen luonteesta johtuen päivystystutkimuksia ei juurikaan voida tehdä. Tutkimusaine tilataan noin viikkoa ennen käyttöajankohtaa ja valmistaja toimittaa

tuotteen isotooppilaboratorion R-radionuklidilaboratorioon (Radius-talo) sovittuna ajankohtana. Kuvauspäivän aamuna 18-F-FDG:n valmistaja lähettää sähköisessä muodossa isotooppilaboratorioon tarkan aktiivisuus- ja tilavuusmäärätiedonannon sekä laaduntarkkailutiedot valmistetusta tuote-erästä. (Työskentely kuumalaboratoriossa, 2008.)

4 POTILAAN VALMISTELU ENNEN JA JÄLKEEN RADIOLÄÄKEINJEKTION

4.1 Valmistelu ennen radiolääkeinjektiota

PET-TT-tutkimuksen valmisteluohjeet ja toimenpiteet ovat yksinkertaiset, mutta aikaa vievät. Oikein suorituilla valmisteluilla minimoidaan tutkimuksen tulkintaa haittaavien kertymien syntyminen sekä luodaan edellytykset onnistuneelle tutkimustapahtumalle. Tulkintaa haittaavia kertymiä ovat esimerkiksi liian korkeasta veren sokeritasosta johtuva 18-F-FDG:n heikko hakeutuminen kasvainsolukkoon, insuliinista tai lihasrasituksesta aiheutuva 18-F-FDG:n kertyminen lihaksistoon, liian viileästä huonetilasta johtuva ruskean rasvan aktivoituminen ja 18-F-FDG:n kertyminen ruskeaan rasvaan. PET-TT-tutkimuksen ajoittuminen liian lähelle sytostaattihoidon päättymistä saattaa aiheuttaa 18-F-FDG:n kertymämekanismin lamaantumisen. Tutkimuksen kulun selvitys, potilaan motivointi tarvittavaan lepoaikaan sekä potilaan esittämiin kysymyksiin vastaaminen ovat tärkeitä yksityiskohtia, joihin on suhtauduttava ja vastattava huolellisesti. Nämä seikat edistävät yhteistyötä potilaan kanssa, ja lisäävät turvallisuuden tunnetta tutkimustilanteessa. (Cronin 2006, 29; Koskela 2007.)

Potilaan vastaanottotilanteessa tarkistetaan potilaan henkilöllisyys, pituus ja paino. Potilas ohjataan lepohuoneeseen ja pyydetään asettumaan makuulle, jotta lihaksisto olisi mahdollisimman tasaisesti rentoutuneena ja levossa. Lepoaika ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion on kestoltaan vähintään 30 minuuttia kumpikin, joten potilaan tulee olla rentoutuneena paikoillaan lepotilanteessa yleensä yli tunti, mieluiten jopa 90 minuuttia. Luodaan rauhalliset ja lämpimät olosuhteet, käytetään tukityynyjä ja peitteitä miellyttävän lepoasennon saavuttamiseksi. Samanaikaisesti potilasohjeissa mainitut valmisteluohjeet käydään läpi keskustelemalla ja tarkistetaan, että potilas on noudattanut ja ymmärtänyt tutkimusohjeet. Eräs tärkeimmistä valmisteluista on paasto, potilaan tulisi olla syömättä vähintään kuusi tuntia. Mikäli tutkimuksen mielenkiintoalue on rintakehän alueella, on suositeltavaa paastota jopa 12 tuntia. Veden juonti on sallittua ja suositeltavaa, purukumin pureskelu kiellettyä. Diabetes-potilaille tarkemmat ohjeet ravinnosta ja verensokerilääkityksestä antaa hoitava lääkäri. Tutkimuksen onnistumisen edellytyksenä on normaali veren sokeripitoisuus.

Tarvittaessa veren sokeripitoisuus mitataan levon alkaessa ja sen aikana. Tutkimusaineinjektion antoa voidaan joutua siirtämään, kunnes saavutetaan sallittu veren sokeripitoisuus (P-gluk. ≤ 7 mmol/l, korkeintaan 10 mmol/l). Muut lääkkeet, paitsi potilasohjeessa kielletyt, saa ottaa normaalisti. Stressiin liittyvän lihasjännityksen ja hyperventiloinnin aiheuttamien tutkimusainekertymien välttämiseksi suositellaan käytettäväksi lihasrelaksantteja (esimerkiksi diazepam 5-10 mg p.o. 30-60 minuuttia ennen 18-F-FDG-injektiota). Voimakasta lihasrasitusta tulisi välttää jo tutkimusta edeltävänä päivänä. (Cronin 2006, 29; Koskela 2007; 18F-FDG PET/CT -tutkimus 2008a; 18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS 2008, 72-73).

Lähetteessä mainittujen esitietojen perusteella valitaan optimaalinen laskimokanyylin paikka ja laitetaan laskimon sisäinen (intra vena, iv) infuusio (500 ml 0,9 % NaCl) ennen radiolääkkeen annostelu ajankohtaa (Lääketieteen termit 2008). Käytettävän kanyylin koko määräytyy potilas- ja tutkimuskohtaisesti (huomioidaan potilaan suonien kunto ja mahdollinen varjoainekuvaus). Iv-infuusiota käytetään potilaan nesteyttämiseksi sekä 18-F-FDG:n injisointitilanteessa tutkimusaineannoksen huuhtelemiseksi annosteluruiskusta. Tällä tekniikalla varmistetaan radioaktiivisen merkkiaineen annostelun onnistuminen laskimosuonen sisäisesti, sekä vältytään aiheuttamasta potilaalle ylimääräistä paikallista sädeannosta että kuvausteknistä epäkohtaa kuvien rekonstruktiota häiritsevänä artefaktana. (18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS 2008, 72-73; Cronin 2006, 29-30.)

4.2 Valmistelu radiolääkeinjektion jälkeen

Puolen tunnin levon jälkeen potilaalle injisoidaan 18-F-FDG-injektio ja potilas jatkaa lepoa edelleen seuraavan 30-45 minuutin ajan. Tätä ajankohtaa nimitetään myös 18-F-FDG:n kertymisajaksi: 18-F-FDG kiinnittyy soluihin ja kertymä pysyy lähes muuttumattomana useita tunteja. Kertymisajan jälkeen iv-kanyyli ja infuusiovälineet poistetaan potilaasta. Potilaalle annetaan lupa liikkua ja pyydetään painamaan pistojälki kiinni. Samanaikaisesti kehoitetaan potilasta lähtemään lepohuoneesta ja käymään wc:ssä tyhjentämässä rakkonsa ennen kuvauksen alkua. Kuvausajankohdan alkamista potilas odottelee odotustilassa. (18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS 2008, 72-73; Cronin 2006, 29-30.)

5 18-F-FDG-RADIOLÄÄKKEEN ANNOSTELU

5.1 R-radionuklidilaboratorion valmistelu ja radiolääkelähetyksen vastaanotto

Radiolääkkeen käsittely tapahtuu asianmukaisissa tiloissa säteilysuojeluperiaatteita ja käytännön säteilysuojelutoimia sekä hyvää radiofarmaseuttista tapaa noudattaen (Korpela 2005, 234). R-radionuklidilaboratorio on rakenteiltaan ja varustukseltaan B-tyypin laboratorio Säteilyturvakeskuksen OHJE ST 6.1 luokituksen mukaisesti. Radionuklidilaboratoriossa on varustuksena mm. Kojair BW 130 –suojakaappi, Capintec-annoskalibraattori, jatkuvanäyttöisiä dosimetreja, säteilymittari sekä työnnettävä kuljetusalusta. (Itsearviointipöytäkirja 2008.)

Kuva 2. R-radionuklidilaboratorion etutila.

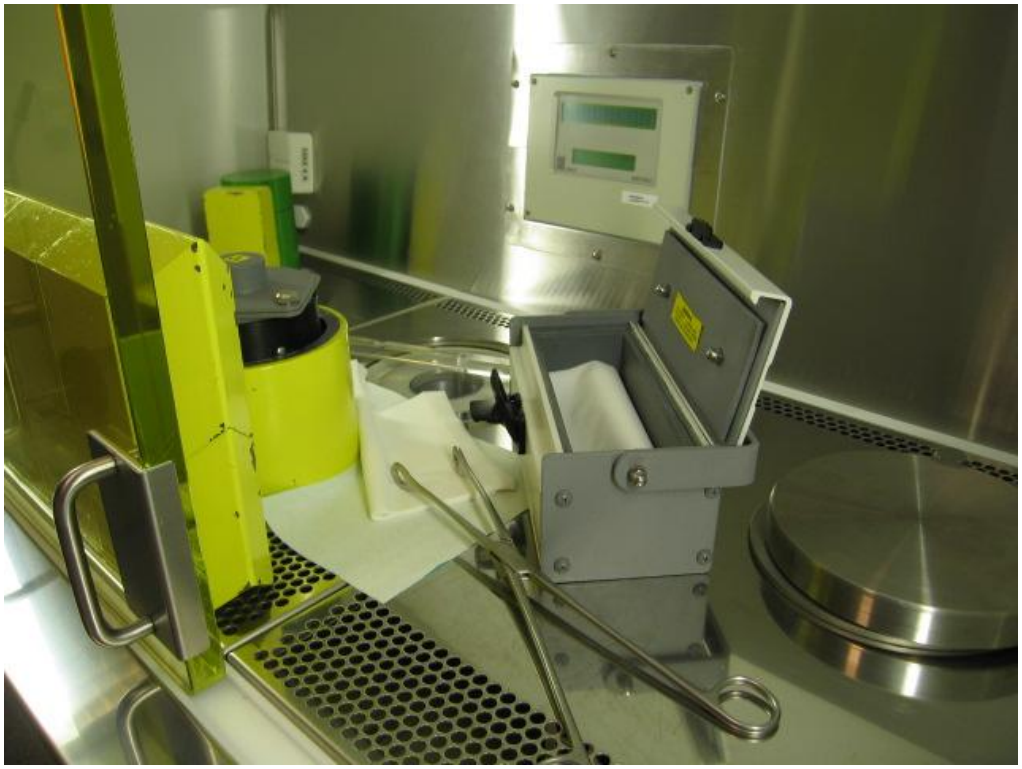
.

R-radionuklidilaboratorion etutilassa (kuva 2) kytketään päälle lepohuoneen videonäyttö ja sähköinen potilastieto- ja ajanvarausjärjestelmät (RIS). Annosteluvuorossa oleva isotooppilaboratorion röntgenhoitaja ottaa käyttöönsä kannettavan puhelimen ja jatkuvanäyttöisen dosimetrin (Rados) ja valmistelee

suojakaapin (Kojair BW 130 luokka II suojakaappi lyijysuojauksin, kuva 3) käyttökuntoon: kytkee virrat päälle, tyhjentää käytetyn radiolääkepullon säteilysuojasta, puhdistaa mekaanisesti mahdolliset roskat kaapista, varaa jäteastian ja suihkuttaa suojakaapin pinnat ja siellä olevat tarvikkeet 80 %:n alkoholiliuoksella. Suojakaapin virtaukset kytketään päälle, kun alkoholiliuos on haihtunut pinnoilta. Annoskalibraattori (Capintec) kalibroidaan ja suoritetaan tarvittavat kirjaukset. Varataan työpöydälle sädesuojat (18-F-FDG- ruiskuun ja kuljetuskotelo), pitkävartiset ottimet, annosteluruiskuja ja -neuloja, puhdistuslappuja ja -nestettä, kertakäyttöisiä suojahansikkaita, imeytyspaperia (sellupaperia) sekä muistiinpanovälineet. (Työskentely kuumalaboratoriossa 2008.)

Kuva 3. Suojakaappi Kojair BW 130 luokka II, lyijysuojauksin.

Radiolääkelähetyksen kuljettaja soittaa tiedonannon annosteluvuorossa olevalle röntgenhoitajalle saavuttuaan R-radionuklidilaboratorion ovelle. Röntgenhoitaja päästää kuljettajan seurassaan annostelutilaan ja vastaanottaa lähetyksen. Peltisen kuljetusastian sulkusinetti tarkastetaan, avataan ja rahtikirja kuitataan asianmukaisesti. Kuljetusastiasta nostetaan lyijysuojuksessa oleva 18-F-FDG-lasipullo suojakaappiin lyijylasin taakse, ja siirretään lasinen radiolääkepullo pitkien pihtien avulla radionuklidilaboratorion omaan säteilysuojaan (kuva 4). Siirtovaiheessa tarkastetaan radiolääkepullo, sen sisältö ja etiketin tiedot silmämääräisesti ja asetetaan radiolääkepullo lyijysuojaan. Radiolääkepullon kumikorkki avataan näkyviin ja pyyhitään kumipinta alkoholiliuoksella (80 %). Suljetaan lyijysuojan kansi käyttövalmiuteen. Verrataan tietoja aikaisemmin ilmoitettuihin laaduntarkkailuraportin sekä lähetyslistan tietoihin. Kuljetusvälineet pakataan takaisin, poistetaan tarpeettomat säteilylähteiden varoitusmerkinnät kuljetusastiasta ja kuljettaja palaa reitilleen. Potilasannokset lasketaan alustavasti ennakkotietojen perusteella tietyille ajanhetkille potilaskohtaisesti isotooppilaboratorion toimintaohjeissa olevan 18-F-FDG:n annoslaskentataulukon avulla. Annoslaskenta-tuloste ripustetaan suojakaapin etupintaan. Normaalikokoisen aikuisen potilaan 18-F-FDG annos on noin 370 MBq (noin 5 MBq/kg). (Säteilyturvallisuus isotooppitutkimuksissa 2006, 28-29; 18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS 2008, 72-73; Työskentely kuumalaboratoriossa 2008.)

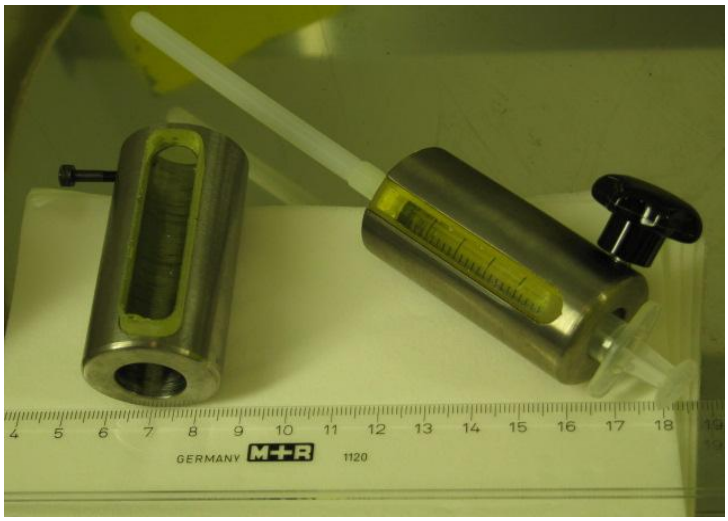


Kuva 4. Säteilysuojavälineitä suojakaapissa.

5.2 18-F-FDG:n potilasannostelu

Annosteluvuorossa oleva röntgenhoitaja toimii lepohuoneen ja kuvaushuoneen röntgenhoitajien kanssa saumattomassa yhteistyössä käyttäen apunaan puhelinta, RIS-järjestelmää sekä videonäyttöä. Edellä mainittujen välineiden avulla 18-F-FDG:n annosteluajankohdat pyritään optimoimaan niin kuvausteknisesti kuin säteilysuojelullisestikin. Lepohuoneen kameratarkkailun videonäyttö lisää potilasturvallisuutta sekä auttaa tiedostamaan välittömän avun tarpeen lepohuonetyöskentelyssä. (Itsearviointipöytäkirja 2008.)

18-F-FDG-potilasannos (noin 370 MBq) otetaan lyijysuojatusta radiolääkepullosta säteilysuojatulla (volfram-suoja) injektioruiskulla ja pitkällä neulalla (kuva 5). Tutkimusannosruiskun aktiivisuus mitataan annoskalibraattorilla ennen ja jälkeen injisoinnin, ja potilaan tutkimuskohtaisiin tietoihin kirjataan potilaaseen jäänyt todellinen annos. Kaikki radionuklidilaboratoriotyöskentely tapahtuu lyijylasin suojassa suojakaapissa. Annostelutekniikkaan tulee kiinnittää erityistä huomioita, oikeat työskentelyvälineet ja -tekniikat auttavat minimoimaan röntgenhoitajan altistumista säteilylle. Inaktiivisilla aineilla harjoittelu todellisessa työympäristössä on hyvä keino uusien työtapojen kehittämiselle ja “rutinoitumiselle”. Huomionarvoisia seikkoja 18-F-FDG:n annostelussa ovat esimerkiksi ripeät ja varmat työtavat, röntgenhoitajan omien kehonosien altistamisen välttäminen suorassa säteilykeilassa annosteluhetkellä, säteilysuojien käyttäminen ja etäisyyden hyödyntäminen sekä työergonomia huomattavan painavien sädesuojien käytössä. (Towson & Eberl 2006, 54-55; Pfeiffer & Burger 2007, 69-70.)



Kuva 5. Volfram-ruiskunsuojia.

Potilasannos pakataan kuljetusta varten lukittavaan, lyijytettyyn kuljetuskoteloon ja kotelo asetetaan työnnettävälle kuljetusalustalle. Radionuklidilaboratorion ja lepohuoneen välisen etäisyyden röntgenhoitaja kävelee ja työntämällä kuljetusalustaa kuljettaa 18-F-FDG-annoksen lepohuoneeseen. Potilassängyn vieressä ennen radiolääkeannoksen injisointia varmistetaan vielä potilaan henkilöllisyys, kerrotaan lyhyesti mitä on tekeillä, lisätään infuusion volyymia, avataan kuljetuskotelo ja injisoidaan 18-F-FDG infuusion hanan kautta ripeästi potilaaseen. Radiolääkeruisku huuhdellaan infuusion kautta keittosuolaliuoksella ja infuusio jätetään runsaasti auki. Röntgenhoitaja ottaa välittömästi etäisyyttä potilaaseen muutaman askelen verran ja muistuttaa lepotilanteen jatkumisesta. Röntgenhoitaja palaa tarvikkeineen radionuklidilaboratorioon, mittaa tyhjän injektioruiskun aktiivisuuden, poistaa annostelutilanteen radioaktiiviset jätteet, kirjaa potilaan saaman todellisen aktiivisuusmäärän RIS-tietoihin ja valmistautuu seuraavan potilaan injektiotapahtumaan. (Säteilyturvallisuus isotooppitutkimuksissa 2006, 28-29; Työskentely kuumalaboratoriossa 2008.)

Säteilysuojelullisesti merkittävin säteilytyöntekijän altistaja PET-työskentelyssä on ulkoinen gammasäteily, kun käsitellään merkkiaineruiskuja ja radioaktiivisia potilaita. Muita altistustapoja on esimerkiksi ihoannoksen lisääntyminen pintakontaminaatiossa ja suojaamattoman avolähteen käsittelyssä kehonosien joutuminen suoraan positronisäteilyyn. (Towson & Eberl 2006, 43.) Nykypäivän PET-TT-tekniikka mahdollistaa erittäin nopean kuvanmuodostuksen ja tämä merkitsee useampia potilaskuvauksia päivää kohti. Lopputuloksena potilasmäärä kasvaa yhtä röntgenhoitajaa kohden ja lisää työstä saatavaa säteilyaltistusta. (Cronin 2006, 37.)

6 POTILAAN ASETTELU PET-TT-KUVAUKSEEN

Potilas ohjataan tutkimushuoneen pukuhuoneeseen ja varmistetaan virtsarakon tyhjennysohjeen toteutuminen. Potilasta pyydetään poistamaan kaikki ulkoiset metalliesineet kuvausalueelta, esimerkiksi silmälasit, hiuspinnit, lävistykset, proteesit ja rintaliivit. Mikäli potilaalle tehdään varjoainetehosteinen kuvaus, ylävartalo on riisuttava paljaaksi mahdollisen varjoaine-reaktion tunnistamiseksi. Diagnostisesta varjoainekuvauksesta tulee mainita lähetteessä etukäteen. (18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS 2008, 72-73.)

Potilas ohjataan asettumaan selinmakuulle tutkimuspöydälle, useimmiten pää kanturiin (gantryyn) päin ja kädet ojennettuina yläviistoon pään sivuille (Sädehoitofysiikan sanasto 1997). Tutkimusasento tuetaan hyvin, käytetään aputyynyjä ja tukinauhoja potilaskohtaisesti. Tarvittaessa potilas peitellään kuvauksen ajaksi. Asettelun apuna käytetään PET-TT-laitteen laser-valoja (kuva 6). Näiden avulla säädetään optimaalinen kuvauskorkeus ja asetetaan kuvausohjelman edellyttämä ”maamerkki” (landmark) kuvausalueen paikantamiseksi. Laser-valojen palaessa potilas pitää silmänsä suljettuina, muun ajan kuvauksessa potilaan silmät saavat olla auki. Asettelun aikana potilaalle kerrotaan kuvaustapahtuma lyhyesti, mutta ymmärrettävästi. Yhteistyön toimivuuden vuoksi potilaan on hyvä tietää, mitä kuvaustilanteessa tapahtuu. Potilasta muistutetaan myös liikkumattomuuden tärkeydestä ja annettavasta hengitysohjeesta TT-kuvauksen aikana. PET-kuvauksen ajan potilas hengittää normaalisti. Kuvausajan potilaaseen on video- ja ääniyhteys, näistä seikoista muistutetaan potilasta ennen kuvauksen aloittamista. PET-TT-kuvaus kestää noin 20-30 minuuttia potilaan koon ja kuvattavan alueen mukaan. Kuvauksen päätyttyä potilas poistuu kuvantamisyksiköstä itsenäisesti tai sovitulla tavalla. Hoitava lääkäri tiedottaa potilaalle tutkimuksen tuloksista. (GE Discovery™ 2006, 48-49; 18F-FDG PET/CT –tutkimus 2008a; 18F-FDG PET/CT –tutkimus 2008b, 1-2.)

Kuva 6. PET-TT-laitteen asettelulaserit (GE Discovery™ STE 16).

Kuvausalueen päättää lähetteen perusteella isotooppilääketieteen erikoislääkäri. Useimmiten onkologisessa tutkimuksessa kuvausalue on kallonpohjasta reisien yläosaan, potilaskohtaiset muutokset ovat mahdollisia sairauden levinneisyys huomioiden. Kuvauksessa käytetään paljon esiohjelmoituja kuvausprotokollia rutiininomaisissa PET-TT-tutkimuksissa. Näissä protokollissa on yleensä vakioidut arvot kuvausjännitteelle, automaattinen säätö kuvausvirralle ja vakio leikepaksuus rekonstruktiovaiheessa. 18-F-FDG:n aiheuttama säteilyrasitus potilaalle on lähes vakio, mutta TT:n aiheuttama annos on riippuvainen kuvausarvoista ja kuvausalueen laajuudesta. PET-TT-tutkimuksessa käytetään pääsääntöisesti matala-annos TT:a potilaan suojelemiseksi ylimääräiseltä annokselta. Samaisesta syystä voidaan tarvittaessa tehdä PET-diagnostinen-TT varjoaineella tai ilman ja hyödyntää siitä saatavaa tietoa anatomian paikantamisessa ja PET-datan vaimennuskorjauksessa. (Korkola 2007; Koskela 2007.)

LÄHTEET

18F-FDG PET/CT-TUTKIMUS. 2008. Teoksessa Ahola, T., Koivu, H., Kööbi, T., Toikka, J., Maanoja, J., Suihko, V. (toim.) Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksikkö. Ohjekirja 2008. Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Alueellinen kuvantamiskeskus, 72-73.

18F-FDG PET/CT-tutkimus. 2008a. Isotooppilaboratorion potilasohjeet. Versio 1. Hyväksytty 30.5.2008. Laatimispäivämäärä 30.5.2008. Tulostettu 7.10.2008.

18F-FDG PET/CT-tutkimus. 2008b. Isotooppilaboratorion toimintaohjeet. Versio 0.1. Hyväksytty 11.8.2008. Laatimispäivämäärä 11.8.2008.

Bergström, K. & Någren, K. 2003. Radiolääkkeet. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V., Vanninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 29-40.

Bombardieri, E., Aktolun, C., Baum, R., Bishof-Delaloye, A., Buscombe, J.,Chatal, J., Maffioli, L., Moncayo, R., Mortelmans, L. & Reske, S. 2003. FDG-PET - Procedure Guidelines For Tumour Imaging. European Association of Nuclear Medicine. Tulostettu 20.2.2008. https://www.eanm.org/

Cronin, Bernadette F. 2006. 3. The technologist's Perspective. Teoksessa Valk, P., Delbeke, D., Bailey, D., Townsend, D., Maisey, M. (Eds) Positron Emission Tomography. Clinical Practice. Springer, 27-40.

GE Discovery™, 2006. Käyttöohjekirja Discovery™ Dimension Series 5181559-100. Rev. 1 (07/06). General Electric Company, 48-49.

Itsearvointiraportti. 2008. Isotooppilaboratorion itsearviointikokous 23.5.2008. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellinen kuvantamiskeskus.

Kaiser, K-L. Osastonhoitaja. Isotooppilaboratorio. 2008. Haastattelu 15.7.2008. Ei litteroitu. Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Alueellisen kuvantamiskeskuksen liikelaitos. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Isotooppilaboratorio.

Kajander, S. 2005. PET-CT fuusiokuvantaminen käytännössä. Radiografia (4), 16-18. Suomen Röntgenhoitajaliitto ry.

Korkola, P. 2007. Säteilysuojelu PET. Luento. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellinen kuvantamiskeskus. Radius 7.12.2007. Tampere.

Korkola, P. 2008. Sairaalafyysikko. Konsultaatiohaastattelu 25.8.2008. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Alueellinen kuvantamiskeskus. Isotooppilaboratorio.

Korpela, H. 2005. Isotooppilääketiede. Radiofarmasian laboratorio. Teossarjassa Salomaa, S. Paile, W., Ikäheimonen, T., Pöllänen, R., Weltner, A., Pukkila, O., Sandberg, J., Nyberg, H., Marttila, O. J., Lehtinen, J., Karvinen, H. (toim.) Säteily- ja

ydinturvallisuus kirjasarja. Säteilyturvakeskus. Karisto Oy:n kirjapaino. Hämeenlinna, 234-235.

Koskela, Anu. 2007. PET/TT:n esivalmistelut ja suoritus. Luento. PET-/SPET-TT:n perusteet -koulutuspäivä. Suomen Radiologiyhdistys ry. ja Lääketieteellinen radioisotooppiyhdistys ry. 27.4.2007. Helsinki.

Lääketieteen termit. 2008. Kustannus Oy Duodecim. Elektroninen aineisto. Saatavilla www-muodossa: http://www.terveysportti/Duodecim/Lääketieteen termit. Luettu 27.9.2008.

Minn, H. 2006. Positroniemissiotomografia kasvaindiagnostiikassa – saadaanko odotuksille katetta? Duodecim 122, 1963-1965.

Minn, H., Kööbi, T. & Ahonen, A. 2003. Lyhytikäiset isotoopit syöpätautien diagnostiikassa. Duodecim 119(1), 26-32.

MOT® Enteka. 2007. Elektroninen verkkosanakirja. Kielikone Ltd. Luettavissa: http://mot.kielikone.fi.elib.piramk.fi.

Paakkala, T. 2001. Kuvantamistoiminnan kehittäminen TAYSin piirissä. Impakti 4. FinOHTA Stakes, sivu 8.

Pfeiffer, A. & Burger, C. 2007. Radiation doses and radiation protection. Teoksessa von Schulthess, G. K. (toim.) Molecular anatomic imaging: PET-CT and SPECT-CT integrated modality imaging. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, 69-72.

Seppänen, M. & Knuuti, J. 2007. PET-TT syöpädiagnostiikassa. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. Vuosikatsaus 2007, 8-9.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 10.5.2000/423.

Sädehoitofysiikan sanasto. 1997. Sädehoitofysiikan sanastotyöryhmän ehdotus 1997. Säteilyturvakeskus. Helsinki, 44. Luettu 22.9.2008. Saatavilla www-muodossa: www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset.

Säteilyturvallisuus isotooppitutkimuksissa. 2006. Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisen säteilyn käytössä. Suomen Röntgenhoitajaliitto ry, 28-29.

Timonen, K., Kainulainen, S., Mussalo, H. & Vanninen, E. 2008. Anatomisen ja isotooppikuvantamisen yhdistäminen tarkentaa diagnoosia. Suomen Lääkärilehti 63(22), 2041-2045.

Towson, J. E. C & Eberl, S. Radiation Protection and Dosimetry in PET and PET/CT. Teoksessa Valk, P., Delbeke, D., Bailey, D., Townsend, D., Maisey, M. (Eds) Positron Emission Tomography. Clinical Practice. Springer, 41-62.

Työskentely kuumalaboratoriossa. 2008. Isotooppilaboratorion ohje. Versio 0.3. Laadittu 27.02.2008. Hyväksytty 27.02.2008. Tulostettu Alueellisen kuvantamiskeskuksen intra-netistä 13.08.2008.

Vesala, H-H. 2001. Filmiarkistosta digitaaliarkistoon: Itä-Suomi. Impakti 4. FinOHTA, Stakes.17-19.

TYÖNOPASTUSOHJE: 1. AJANVARAUS

Tutkimusprosessi:

1. Ajanvaraus	2. Potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion	3. Radiolääkkeen (18-F-FDG) annostelu	4. Potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen
Isotooppilaboratorio	- 1. röntgenhoitaja - R-lepohuone	- 2. röntgenhoitaja - R-radionuklidilab.	- 3. ja 4. r-hoitajat - R-PET-TT-huone

1. AJANVARAUS

	työvaihe	**huomioitava**	**haitta**
1.	Lähete RIS-järjestelmässä	- mikä PET-TT-tutkimus - kuvausajankohta-ehdotus	- tutkimus suunnitellaan väärään ajankohtaan hoitoihin nähden
2.	Yhteydenotto KIL:on toimisto p. 66522	- poimitaan lähete RIS:stä - tehdään lähete RIS:iin ulkop., yhteystiedot, maksusitoumus	- tutkimusaika jää antamatta - puutteelliset yhteystiedot
3.	Varataan tutkimusaika	- diabetes-potilas - mrsa ym. - tutkimusajat kronologisesti - potilaan matkan pituus	- tartuntamahdollisuus - veren sokeriarvot ei-toivottavan korkeat - tutkimusajoissa välejä - epäinhimillinen matkustusaika
4.	Tiedotetaan tilaajalle tutkimusaika	- muistutetaan valmistelujen tärkeydestä - selkeä tiedottaminen	- potilas ei saa kutsua tutkimukseen - potilas valmistautuu väärin tutkimukseen
5.	Suunnitellaan tilattavaksi18-F-FDG-potilasannos tietylle kuvauspäivälle	- potilaan ikä, koko - potilaiden kokonaislukumäärä tiettynä kuvauspäivänä	- tilataan virheellinen määrä tutkimusainetta

TYÖNOPASTUSOHJE: 2. POTILAAN VALMISTELU ENNEN JA JÄLKEEN RADIOLÄÄKEINJEKTION

Tutkimusprosessi:

1. Ajanvaraus	**2. Potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinj.**	3. Radiolääkkeen (18-F-FDG) annostelu	4. Potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen
Isotooppilaboratorio	- 1. röntgenhoitaja - R-lepohuone	- 2. röntgenhoitaja - R-radionuklidilab.	- 3. ja 4. r-hoitajat - R-PET-TT-huone

2. POTILAAN VALMISTELU ENNEN JA JÄLKEEN RADIOLÄÄKEINJEKTION

	työvaihe	**huomioitava**	**haitta**
	Valmistelu ennen radiolääkeinj.		
1.	Varataan tarvittavat välineet esille	- yhdistetään ja täytetään valmiiksi infuusioletkustoja - 3-tie-hana ennen kanyyliä - ea-välineet PET-TT-kuvaushuoneessa	- kiire yllättää - 3-tie-hana unohtuu - tutkimusaineannoksen huuhteleminen mahdotonta
2.	tarkistetaan potilaan henkilöllisyys	-henkilötunnus	- väärä potilas
3.	tarkistetaan potilaan pituus ja paino	- kuvaustekniikan (pää/jalat edellä) suunnittelu - tutkimuspöydän painorajoitus < 180 kg - kuvausajan pidentäminen	- tutkimuspöytä ei kestä - liian lyhyt kuvausaika isolla potilaalla heikentää kuvan laatua
4.	ohjataan lepohuoneeseen	- tarvitseeko käydä wc:ssä ennen lepoaikaa (vähintään 70 min. lepoa) - lepoasento selällä maaten, tarvittaessa sängyn pääty kohoasennossa	- wc-tarve kesken lepotilanteen - lihastyötä - liman/nesteen ärsytys ilmateissä aiheuttaa yskää (lihastyötä)
5.	tarkistetaan ohjeiden noudattaminen ja luodaan optimaaliset olosuhteet tutkimusaineen jakautumiselle	- paasto 6 h - verensokeri norm. (≤ 7 mmol/l, max. 10 mmol/l) - tarvitseeko lihasjännitykseen lääkitystä - kerrotaan tutkimuksen	- veren sokeriarvo ei-normaali - veren sokeriarvon mittaus - tutkimusaineen imeytyminen lihaksistoon - epätietoisuus hämmentää

	elimistössä	kulku, motivointi yhteistyöhön - potilasturvallisuudesta huolehtiminen koko tutkimuksen ajan - lämmin ja rauhallinen lepohuone	potilasta - potilaalla turvattomuuden tunne - ruskean rasvan aktivoituminen liian viileässä
6.	laskimokanyylin laitto ja NaCl-infuusion yhdistäminen	- kanyylin paikka = tutkimusaineannoksen injisointi paikka - iv-kanyylin koko (varjoaine? 22 G, 20 G) - 3-tie-hana infuusioletkun ja kanyylin väliin - lääkäri tarvittaessa	- kanyyli mielenkiintoalueella - kanyyli suonen ulkoisesti - turha paikallinen sädeannos pehmytosassa - kanyylin lumen liian pieni varjoaineelle
7.	18-F-FDG:n injisointi	- 30 min. lepoajan kuluttua	- lihaksisto ei riittävästi levossa
	Valmistelu radiolääkeinjektion jälkeen		
8.	18-F-FDG:n kertymisaika	- 45-60 min.	- häiriötekijöitä potilaan lepotilanteessa
9.	iv.infuusion poistaminen	- infuusio kiinni - kontaminaation välttäminen - ripeä toiminta - ohjataan potilas painamaan kanyylin paikka kiinni - kehoitetaan potilasta tyhjentämään virtsarakkonsa ja odottamaan aulassa kuvauksen alkua	- artefaktoja kontaminaatiosta - artefaktoja täydestä virtsarakosta - oman säteilyaltistuksen minimointi - väärä odotuspaikka
10.	lepohuoneen siistiminen	- vaihdetaan pintalakana, tyynynpäällinen ja peite - ripustetaan infuusiovälineet valmiiksi	- hygienia - pyykkipussin täyttäöaste

TYÖNOPASTUSOHJE: 3. RADIOLÄÄKKEEN (18-F-FDG) ANNOSTELU

Tutkimusprosessi:

1. Ajanvaraus	2. Potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion	**3. Radiolääkkeen (18-F-FDG) annostelu**	4. Potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen
Isotooppilaboratorio	- 1. röntgenhoitaja - R-lepohuone	- 2. röntgenhoitaja - R-radionuklidilab.	- 3. ja 4. r-hoitajat - R-PET-TT-huone

3. RADIOLÄÄKKEEN (18-F-FDG) ANNOSTELU

	työvaihe	**huomioitava**	**haitta**
1.	Radionuklidilaboratorion etutila: valvonta- ja tiedonvälityslaitteet	- puhelin - videoseurannan näyttö - RIS - dosimetrit	- tiedonvälityskatkos - kirjauksessa puutteita - annosseurannassa puutteita
2.	Radionuklidilaboratorion annostelutila: suojakaapin valmistelu (Kojair BW luokka II suojakaappi lyijysuojauksin)	- Kojair-suojakaappi: virrat päälle, ilmavirtaukset ei - tyhjennetään lyijysuojat vanhoista radiolääkkeistä - annoskalibraattorin kalibrointi, kirjaus	- lyijysuojat täynnä uuden radiolääkelähetyksen tullessa - epäluotettava potilasannosmittaus
3.		- 80 %:n alkoholisumutus suojakaapin pinnoille - pintojen kuivuttua ilmavirtaukset päälle	- suojakaapin puhtaustaso - suojakaapin suojaustaso
4.	Muu työvälineistö	- säteilysuojat ruiskuille - lyijysuojattu kuljetuskotelo - pitkävartiset ottimet - annosteluruiskut ja -neulat - puhdistusneste ja -laput - suojakäsineet - sellua - muistiinpanovälineet	- suunnittelematon työskentely - oma säteilyaltistus ↑ - ei-aseptinen työskentely - kontaminaation leviämisen estäminen
5.	Radiolääkkeen vastaanottaminen	- kuljetusastian sinetti - rahtikirja, lähetyslista - radiolääkepullon siirto omaan suojaan pitkillä ottimilla - radiolääkepullon etiketti - radiolääkepullon metallisen suojakannen avaus, kumikorkin	- vioittunut/virheellinen lähetys - puutteelliset lähetystiedot - oma säteilyaltistus ↑ - ei-aseptinen työskentely - epäasialliset säteilylähteen varoitusmerkinnät

		puhdistus ja säteilysuojan kannen sulku - kuljetusvälineet takaisin kuljettajalle - säteilylähteen varoitusmerkintöjen poisto kuljetusastiasta	
6.	Annoslaskenta	- exel-laskentataulukko potilasannoslaskentaan: 12 potilasannosta - 18-F-FDG: T½ 110 min - suunniteltu aikataulu - tuloste lasketusta potilasannostaulukosta suojakaapin lasiseinään	- virheellinen potilasannos - oma säteilyaltistus ↑
7.	Radiolääkkeen annostelu	- sopiva injektioruiskukoko ja säteilysuoja - 70 mm:n injektioneula, 20 G - radiolääkepullon kumikorkin lävistys vinosti ”alanurkkaan” (ei-kohtisuorassa) - RIS:stä tiedot - noin 370 MBq /aikuinen (~ 5 MBq/ kg) - lapsi ~ 4-5 MBq/kg	- väärä työskentelytekniikka radiolääkeannoksen ottamisessa - oma sormiannos ↑ - ei-optimaalinen potilasannos
8.	Annoskalibraattorilla potilasannoksen aktiivisuuden mittaus	- 18-F:n energia - mitataan radiolääkeruisku ennen injisointia,	- potilaasen injisoitu todellinen aktiivisuusmäärä väärin
9.	Potilasannoksen kuljetus lepohuoneeseen	- lyijysuojattu, lukittava kuljetuskotelo - työntökärry	- oma säteilyaltistus ↑ - törmäysvaara kuljetuksen aikana
10.	Radiolääkkeen injisointi	- injektiopöydällä sängyn viereen - potilaan tunnistaminen - injisointiaika - ripeä, varma toiminta	- oma säteilyaltistus ↑ - väärälle potilaalle radiolääke väärään aikaan
11.	Annoskalibraattorilla tyhjän radiolääkeruiskun aktiivisuuden mittaus	- mittaus välittömästi injisoinnin jälkeen - radioaktiivisten jätteiden käsittely - kirjataan todellinen annos ja ajankohta RIS:iin	- todellinen aktiivisuusmäärä väärin/ puuttuu - puutteelliset tiedot (potilastiedot/kuvaushuone)
12.	Seuraavan annostelun valmistelu ja lepohuonetoiminnan avustaminen	- seuraava radiolääkeannos oikea-aikaisesti - aikataulusta huolehtiminen	- myöhästynyt annostelu - aikataulun pettäminen

TYÖNOPASTUSOHJE: 4. POTILAAN ASETTELU KOKO KEHON PET-TT-KUVAUKSEEN

Tutkimusprosessi:

1. Ajanvaraus	2. Potilaan valmistelu ennen ja jälkeen radiolääkeinjektion	3. Radiolääkkeen (18-F-FDG) annostelu	**4. Potilaan asettelu koko kehon PET-TT-kuvaukseen**
Isotooppilaboratorio	- 1. röntgenhoitaja - R-lepohuone	- 2. röntgenhoitaja - R-radionuklidilab.	- 3. ja 4. r-hoitajat - R-PET-TT-huone

4. POTILAAN ASETTELU koko kehon PET-TT-KUVAUKSEEN

	työvaihe	**huomioitava**	**haitta**
1.	Potilas ajoissa pukuhuoneeseen (3. rh)	- kuvauksen ajoitus ~ 60 min. radiolääkeinjektiosta - virtsarakon tyhjennys - ulkoiset metallit pois - tarvittaessa ylävartalo paljaaksi - anestesia-ryhmä - va-ruiskun täyttäminen	- artefaktat kuvauksessa - potilaan säteilyaltistuksen minimointi - va-reaktio - kontaminaatio
2.	Potilas tutkimussängylle (3., 4. rh:t)	- kuvausasento selinmakuu - kuvaussuunta - kädet kohotettuina yläviistoon - tukinauhat, tyynyt - va-ruiskun yhdistäminen (diagnostinen va-sarja) - pitkä väliletku	- väärä orientaatio
3.	Tutkimussängyn korkeus kuvauksessa (3.,4. rh:t)	- potilaan informointi - kuvausaika ~ 20-30 min. - hengitysohje - < 150 cm	- liian matala/korkea asetus
4.	Laser-valot (3. rh)	- land mark-merkkaus - ulompi laser-valo, pun. (- vihreät: sädehoito)	- kuvausalue väärin - potilaan säderasitus ↑
5.	Tietojen syöttö	- potilastiedot	- väärä potilas

	säätölaitteisiin RIS:n perusteella (4. rh)	- tutkimustiedot (aika ja aktiivisuus) - kuvausprotokolla - matala-annos TT ja PET - paino < 100 kg → 3 min/kaista - paino > 100 kg → 4 min/kaista	- väärä protokolla - virheelliset/puutteelliset tiedot kuvissa
6.	PET-TT-kuvaus (4. rh)	- kuvauksen ajoitus ~ 60 min radiolääkeinjektiosta - kuvauksen kesto ~ 20-30 min - potilasvalvonta kamerahuoneen videonäytön ja mikrofonin välityksellä - myös lepohuoneen valvonta	- potilasturvallisuus puutteellista
7.	Seuraava potilas (3. rh)	- infuusion poistaminen - wc-info - pukuhuoneeseen valmistautumaan	- aikataulu pettää - artefaktat kuvissa
8.	Kuvauksen päättyminen (3. rh)	- potilas ”kotiutuu” - potilaalle vastauksista tieto hoitavalta lääkäriltä - potilaan/omaisten/perheen säteilysuojelusta huolehtiminen - leikkeet rekonstruktiovaiheessa - automaattiset siirrot	- epätietoinen potilas - perheen säteilyaltistus
9.	Seuraava potilas		