

Heli Rantanen

Ylipaino PET-TT-tutkimuksessa:

Kirjallisuushaku

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja (AMK)

Radiografia ja Sädehoito

Opinnäytetyö

7.5.2013

Tekijä Otsikko	Heli Rantanen Ylipaino PET-TT-tutkimuksessa: Kirjallisuushaku
Sivumäärä Aika	28 sivua + 1 liite 7.5.2013
Tutkinto	Röntgenhoitaja (AMK)
Koulutusohjelma	Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja	Yliopettaja Eija Metsälä
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa ylipainon vaikutuksista potilaan PET-TT-tutkimuksessa. Pyrkimyksenä oli selvittää mitä aiheesta on tutkittu ja kirjoitettu ylipainoon liittyen. Tavoitteena oli auttaa tunnistamaan ylipainoon ja lihavuuteen liittyviä haasteita PET-TT-kuvantamisessa. Ylipaino on terveydenhuoltoalaa koskettava ongelma, joka vaikuttaa myös röntgenhoitajan työhön.</p> <p>Opinnäytetyön menetelmänä oli kirjallisuushaku, jota ohjasi tutkimuskysymys. Tutkimuskysymys aseteltiin PICO-mallin avulla, jota käytettiin apuna myös hakusanojen valinnassa. Haku noudatteli tutkimussuunnitelmaa, jossa oli määritelty kriteerit aineistoksi hyväksytyille artikkeleille. Aineisto kerättiin tammikuussa 2013 PubMed- ja Academic Search Elite (ESBCOHost)-tietokannoista ja käsin hakuna. Opinnäytetyön aineistoksi valikoitui viisi artikkelia.</p> <p>Tulosten mukaan ylipaino PET-TT:ssä voi vaikeuttaa kanylointia ja potilaan asettelua tutkimukseen sekä tutkimusasennossa pysymistä. Potilas voi myös tarvita lisäapua liikkumisessa. Lisääntynyt aika potilaan luona lisää röntgenhoitajan sädeannosta. Ylipaino vaikuttaa annettavaan 18F-FDG-radiolääkkeen määrään, jonka suuri määrä huonontaa kuvan laatua ja lisää potilaan sädeannosta. Myös PET-TT-laitteen kuvaustyyppi ja detektorimateriaali vaikuttavat kuvantamiseen. Laitteen koko ja painoraja saattavat estää potilaan kuvantamisen. Lisäksi ylipaino heikentää kuvan laatua, koska säteilyn sirontaa ja vaimenemista esiintyy enemmän. Kuvausajan pidentäminen auttaa riittävän kuvan laadun saamiseksi.</p> <p>Tämän opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että ylipainoisen potilaan PET-TT-kuvantamiseen liittyy vaikeuksia ja haasteita. Ylipainoinen potilas tulisi kohdata yksilönä ja valmisteluihin sekä 18F-FDG-tutkimukseen tulisi varata aikaa. Potilaan tutkimukseen vaikuttava ylipaino tulisi ottaa huomioon tutkimuksen suunnittelussa jatutkimusta toteutettaessa. Lisäksi röntgenhoitajan tulisi osata varautua mahdollisiin haasteisiin ja ongelmiin potilasta kohdattaessa ja ottaa huomioon potilaan luona vietetty aika radiolääkkeen antamisen jälkeen.</p>	
Avainsanat	ylipaino, lihavuus, PET-TT, vaikutus, kirjallisuushaku

Author Title	Heli Rantanen Overweight Patient in PET/CT: Literature Review
Number of Pages Date	28 pages + 1 appendix 7 May 2013
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Radiography and Radiotherapy
Specialisation option	
Instructor	Eija Metsälä, Principal Lecturer
<p>The purpose of this study was to produce information about the impact of overweight patient imaging on PET/CT. This study explored what has been studied and written about the subject in relation to overweight patients. The aim of this study was to help to recognize challenges in imaging overweight and obese patients. Obesity is a problem in health care that also has an influence on radiographer's work.</p> <p>The method of this study was a literature review which was guided by a research question. The research question was set with the help of PICO method which also helped in there-search. I did the review according to a study plan which included criteria for the articles included in the study. In January 2013 I collected the published articles from PubMed and Academic Search Elite (EBSCOHost) database and by searching articles on the Internet. As a result, I chose five articles for this study.</p> <p>The results showed that obesity in PET/CT can make intravenous access, patient positioning and completing the study difficult. The patient may need more staff assistance and increased time around the patient increases radiographer's radiation dose. Obesity has an impact on the amount of the injected 18F-FDG. Too much 18F-FDG degrades image quality and increases patient's radiation dose. Moreover, the type of detector and the mode of PET have an influence on scanning heavier patients, and the size and weight limit of PET/CT may prevent the imaging of the patient. In addition, obesity degrades image quality due to photon scattering and attenuation. The scanning times of obese patients need to be longer to maintain good image quality.</p> <p>This study leads to the conclusion that imaging overweight and obese patients in PET/CT can be difficult and challenging. Heavier patients should be treated as individuals and enough time should be arranged to prepare a patient for 18F-FDG-study. Patient's weight should be taken into consideration in planning and performing the study. Moreover, radiographer should recognize possible challenges and problems when meeting the patient and consider the time spent next to the patient after the injection of 18F-FDG.</p>	
Keywords	overweight, obesity, PET/CT, impact, literature review

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoreettiset lähtökohdat	2
2.1	Ylipaino ja painoindeksi (BMI)	2
2.2	Isotooppilääketiede	3
2.2.1	Positroniemissiotomografia	3
2.2.2	PET- radiolääkkeet	4
2.3	PET-kamera	4
2.3.1	Detektorit	5
2.3.2	Säteilyn havaitseminen ja kuvan laatu	6
2.3.3	PET-TT-kuvien tulkinta ja SUV	6
2.3.4	Säteilyn vaimeneminen ja sen korjaus	7
2.4	PET-TT-laitteen toiminta ja tutkimuksen kulku	7
2.4.1	PET-TT- FDG-tutkimuksen esivalmistelut	8
2.4.2	Sädeannos	9
3	Työn tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset	10
4	Toteutus	10
4.1	Systemoitu kirjallisuuskatsaus	10
4.2	Kirjallisuushaku ja aineiston valinta	11
4.3	Aineiston analyysi ja erittely	14
4.4	Aineiston analyysi	14
5	Tulokset	15
5.1	PET-TT-tutkimuksen esivalmistelut	15
5.2	¹⁸ F-FDG:n määrä ja sädeannos	16
5.3	Asettelu ja tutkimusasento	17
5.4	PET- ja PET-TT-laite	17
5.5	Kuvausaika ja kuvan laatu	18
6	Luotettavuus ja Eettisyys	19
7	Pohdinta ja johtopäätökset	21
7.1	Tulosten pohdinta	21
7.2	Johtopäätökset	23
7.3	Oma oppiminen	24

8	Jatkotutkimusaiheet	24
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. Taulukko 3. Aineistoksi hyväksytyt artikkelit	

1 Johdanto

Lihavuus on kansanterveydellinen ongelma ja suomalaiset ovat lihavampia verrattuna muihin pohjoismaalaisiin. Lihavuus aiheutuu energiankulutuksen- ja saannin epätasapainosta ja sen hoito on vaikeaa. (Lahti-Koski 2005.) Merkittävä lihavuus on erityisesti kasvussa Yhdysvalloissa, missä vuonna 2006 noin 64 % oli ylipainoisia, merkittävästi lihavia tai sairaalloisesti lihavia. Ylipaino vaikuttaa myös sairaaloiden ja röntgenosastojen toimintaan. Merkittävä ylipaino vaikuttaa erityisesti sairaaloiden välineistöön, ja suurikokoisen potilaan kuvantaminen on haasteellista eri kuvantamislaitteilla. (Gervais – Hahn – Mueller – Sahani – Uppot 2007: 433-434.)

Haasteena ylipainoisen potilaan kuvantamisessa on erityisesti diagnostisesti hyvä kuvan saaminen. Ylipainon merkitys kuvantamiseen riippuu kuvantamismenetelmästä. Isotooppikuvantamisessa merkittävä ylipaino heikentää muun muassa kuvanlaatua, pidentää kuvausaikaa ja kuvantamiseen tarvittava radiolääkkeen määrä saattaa olla riittämätön potilaan suuren koon vuoksi. Natiivikuvantamisessa potilaan saama sädeannos kasvaa, koska kuvausarvoja on nostettava. Läpivalaisussa tutkimuspöydän painoraja saattaa olla vain 159 kg, ja ultraäänien penetraatiokyky heikkenee ylipainoisen potilaan kohdalla. Tietokonetomografia- eli TT-laitteeseen potilas ei välttämättä mahdu, keilan leveys (FOV) saattaa olla riittämätön ja kuva kohinainen, mutta yleensä kuvan laatu on silti riittävä. Magneettikuvauslaite saattaa myös olla kooltaan riittämätön kuvannettaessa ylipainoisia potilaita ja muun muassa kuvausaikaa joudutaan nostamaan. Tosin helpotusta tilanteeseen ovat tuoneet avoimet magneettikuvauslaitteet, jotka mahdollistavat jopa 250 kg painavan potilaan kuvantamisen. (Gervais ym. 2007: 433-439.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa kirjallisuushaun avulla tietoa ylipainon vaikutuksista potilaan PET-TT-tutkimuksessa. Pyrkimyksenä on selvittää mitä aiheesta on tutkittu ja kirjoitettu ylipainoon liittyen. Tavoitteena on auttaa tunnistamaan ylipainoon ja lihavuuteen liittyviä haasteita ja tuottaa eheä kirjallinen kokonaisuus ylipainosta Positroniemissiotomografia-TT-tutkimuksessa aiheesta kiinnostuneille ja alalla työskenteleville, jotka kohtaavat työssään erikokoisia potilaita. Lihavuus on ongelma joka koskettaa terveydenhuoltoalaa kokonaisuudessaan ja myös röntgenhoitajan työtä. Opinnäytetyön aiheeksi valitsin ylipainon ja PET-TT:n, koska aihe tuntui kiinnostavalta ja ajankohtaiselta. Lisäksi opinnoissa ei paljoakaan käsitellä erikokoisten potilaiden ku-

vantamista. Olin myös aikaisemmin tehnyt radiografiatyön harjoittelujakson isotooppi-osastolla. Opinnäytetöitä on tehty PET-TT- tutkimukseen liittyen, mutta Theseus-tietokannasta ei ylipainoisen potilaan kuvantamisesta löytynyt opinnäytetöitä. Lisäksi myöskään suomenkielistä materiaalia ei aiheesta eri hakujen perusteella juurikaan löytynyt.

2 Teoreettiset lähtökohdat

2.1 Ylipaino ja painoindeksi (BMI)

Ylipainosta on tullut maailmanlaajuinen ongelma, joka koskee sekä vauraita että köyhiä valtioita. WHO: n mukaan vuonna 2008 ylipainoisia ihmisiä oli yli 1,4 miljardia, ja joka vuosi ainakin 2,8 miljoonaa aikuista kuolee ylipainoon liittyen. Ylipaino aiheuttaa enemmän kuolemia kuin alipaino ja se on riskinä useille sairauksille, joista yleisimmät ovat diabetes, sydän- ja verisuonitaudit sekä syöpä. Nivelrikko on myös yleinen ylipainon seuraus. (Obesity and overweight. 2012.) Suomessa työssä käyvien painoindeksi on noussut 1980-luvulta lähtien. Tosin amerikkalaisiin verrattuna suomalaiset ovat hoikempia, koska yli 35 painoindeksin omaavien amerikkalaisten osuus väestöstä on suurempi Yhdysvalloissa kuin Suomessa. (Lahti-Koski 2005.) Ylipaino ja lihavuus voidaan määritellä rasvakudoksen epänormaalilla kertymisellä kehoon aiheuttaen terveystriskin. Syynä on tavallisesti epätasapaino kalorien saamisessa ja kulutuksessa. (Obesity and overweight. 2012.)

Painoindeksi on käytännöllisin luku kuvaamaan ylipainoa (Obesity and overweight. 2012). Ylipainoa määriteltäessä on paino suhteutettava pituuteen. Tätä varten on painoindeksi (BMI=body mass index), jossa paino jaetaan pituuden "neliöllä" (pituus x pituus). Painoindeksi on käyttökelpoinen yli 18-vuotiaille, koska lapset ovat erilaisia kehon suhteiltaan. Normaali painoindeksi on 18,5-25. Näiden arvojen ulkopuolella riski sairastua kasvaa. Painoindeksin mukaan lihavuus luokitellaan seuraavasti: 25-30 ylipaino eli lievä lihavuus, 30-35 merkittävä lihavuus, 35-40 vaikea lihavuus ja yli 40 sairaalloinen lihavuus. Painoindeksi kuvaa hyvin rasvakudoksen määrää, mutta ei ota huomioon vatsaontelon sisälle kertynyttä rasvaa, lihasten painoa tai kehoon kertynyttä nestettä. (Mustajoki 2011.) Painoindeksin lisäksi lihavuuden määrittämiseksi voidaan

mitata vyötärön ja lantion ympärysmitat, jotka kertovat rasvakudoksen jakautumisesta kehossa (Lahti-Koski 2005).

2.2 Isotooppilääketiede

Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede tutkivat ja mittaavat elimistön toimintoja teknologian avulla. Elimistön toiminnan tutkimisessa käytetään radioaktiivisia isotooppeja, joita kuvannetaan. (Sovijärvi ym. 2003: 5.) Potilas saa radiolääkettä, jonka kertymiä kuvannetaan gammakameralla tai PET-kameralla (Jurvelin 2005c: 43-44). Ensimmäinen gammakamera tuli käyttöön Suomessa 1960-luvulla ja PET-kamera tuli käyttöön 1980-luvulla (Korpela 2004: 221). Yhdistelmäkuvantamislaitteiden, kuten SPECT-TT- ja PET-TT-laitteiden, määrä on ollut Suomessa kasvussa vuodesta 2004 lähtien (Rauhala 2011). Positroniemissiokuvaukseen soveltuvat PET-kamera ja paksulla tuikekiteellä ja koinsidenssitekniikalla varustettu SPECT (yksifotoniemissiotomografia) -kamera (Jurvelin 2005c: 50). Isotooppilääketiede on erityisen hyödyllinen tautien toteamisessa ja syövän hoidossa (Ahonen, Bergström, Savolainen 2003: 23). PET-TT-laitteella kuvantaminen on erityisen käytettyä kardiologian, neurologian, psykiatrian ja onkologian parissa sekä myös tarttuvia ja tulehduksellisia sairauksia tutkittaessa (Zaidi 2007; PET/CT scanning. 2012).

2.2.1 Positroniemissiotomografia

Radioaktiivisessa hajoamisessa ydin emittoi ympäristöön hiukkas-, gamma- ja röntgensäteilyä, ja hajoamismuotoina ovat beeta miinus-, beeta plus- ja alfa -hajoaminen. Hajoamisissa ydin emittoi elektronin, positronin tai alfa-hiukkasen, ja hiukkaset ovat sähköisesti varautuneita. Nämä varatut hiukkaset ionisoivat matkallaan väliainetta. Radioaktiivisuuden yksikkö on Becquerel, ja hajoamisen nopeudesta kertoo puoliintumisaika. (Koskinen – Savolainen 2003: 24-26.)

Positroniemissiotomografiassa kuvannetaan 511 keV:n gammakvantteja, jotka lähtevät vastakkaisiin suuntiin positronin kohdatessa elektronin (Jurvelin 2005c: 50). Positroni on elektronin antihiukkanen, joka syntyy protonin hajotessa ja se etenee kudoksessa vain muutaman millimetrin matkan (Ruotsalainen 2003: 49). Kun positroni törmää kudoksessa elektroniin, tapahtuu annihilaatio eli positroni ja elektroni häviävät, jonka seurauksena kaksi 511 keV:n energian omaavaa gammakvanttia lähtevät vastakkaisiin suuntiin. PET-kamera pyrkii havaitsemaan nämä gammakvantit määrittäen viivan

(LOR=line of response), jossa annihilaatio tapahtui. (Jurvelin 2005c: 50; Turkington 2001: 5.) Kun annihilaatiokvantit havaitaan detektoreilla potilaan vastakkaisilla puolilla yhtäaikaaisesti, ovat ne koinsidenssissa. PET-kameran detektoriparit keräävät kuvantamisen aikana näitä koinsidenssitapahtumia (coincidence event). Kvanttiparit tallentuvat sinogrammitaulukoihin, joissa on tietoa kaikista kulmista mitatuista kvanteista. (Turkington 2001: 5.) Lopulta informaatiosta rekonstruoidaan kuvia (Jurvelin 2005c: 50).

2.2.2 PET- radiolääkkeet

Radiolääke koostuu lääkeaineesta ja radionuklidista (Jurvelin 2005b: 43). Radionuklidi lähettää säteilyä, jonka on oltava energialtaan sopiva, jotta se havaitaan ulkoisesti (Jurvelin 2005c: 44). Yleensä radiolääke annetaan potilaalle suonensisäisesti. PET-radiolääkkeet säteilevät positroneja ja ovat yleisesti ottaen lyhytikäisiä. Ne jaetaan eri ryhmiin; ultra-lyhytikäiset, lyhytikäiset ja metalliset radionuklidit. 18F-FDG (18F-leimattu Fluorodeoksiglukoosi) on yleisin PET-radiolääke, jossa FDG kuvaa hyvin solun sokerin käyttöä. Se kuuluu lyhytikäisiin radiolääkkeisiin. 18F:n puoliintumisaika on 110 minuuttia ja se soveltuu hyvin PET-kuvauksiin. (Bergström - Någren 2003: 30-32, 39.) FDG kertyy niihin kudoksiin ja elimiin, joiden metabolia on nopeaa (Korpela 2004: 232-233). FDG:n käyttö esimerkiksi onkologiassa perustuu siihen, että syöpäkudos käyttää glukoosia runsaasti. Muissa indikaatioissa kertymämekanismit vaihtelevat. FDG-kuvissa saattaa näkyä ylimääräistä kertymää, jonka aiheuttavat lihasjännitys, mahalaukku, suolisto, munuaiset, virtsatiet ja kurkunpää. Ylimääräinen kertymä haittaa diagnostiikkaa. (Tutkimusohjekirja. 2012.)

2.3 PET-kamera

PET-kameran detektorit ovat laitteessa rengasmaisesti ja laite muistuttaa TT-laitetta ulkonäöltään. PET-kameran toiminta perustuu detektoreihin, signaalien digitaaliseen siirtoon ja käsittelyyn energiaikkunoinnin ja paikkamäärityksen jälkeen. Tieto energiaikkunassa, esimerkiksi 350-850 keV, havaituista kvanteista siirtyy detektoreilta kuvaustietokoneelle, joka valitsee havainnoista ne 511 keV:in annihilaatiokvantit, jotka ovat koinsidenssissa ja jotka havaitaan detektoreilla tietyn ajan sisällä (noin 12 ns.). PET-kameran useat detektorirenkaat havaitsevat kvantit symmetrisesti. (Ruotsalainen 2003: 49- 50.) Gammakvantit havaitaan yhdellä detektorirenkaalla tai sen viereiseltä renkaalta (2D-kuvaustyyppi) tai useista eri kulmista (3D-kuvaustyyppi). 2D-kuvaustyyppissä

peräkkäisten detektorirenkaiden välissä on kollimaattoreita, mutta haittana on, että kollimaattorit voivat estää joidenkin kvanttien havaitsemisen. 3D-kuvaustyyppissä kollimaattoreita ei ole, joten eri suunnista tulevat kvantit voidaan havaita eri detektorirenkailla ja lisäksi kyseinen kuvaustyyppi on herkempi havaitsemaan kvantteja. (Turkington 2001: 9; Ruotsalainen 2003: 49-51.)

2.3.1 Detektorit

Isotooppikuvantamisessa säteilykvantit on havaittava ilmaismateriaalissa silloin kun säteily luovuttaa energiansa materiaaliin. Tuikeilmaisimessa säteily synnyttää virityksiä, jotka purkautuvat aiheuttaen valontuikahduksia. Valomonistinputki muuntaa tuikahduksen virta- tai jännitesignaaliksi. Tuikahdusten määrä kuvaa säteilyn voimakkuutta ja tuikeilmaisimien onkin tehokas säteilyn mittaja. Isotooppikuvantamisessa gammasäteilyä havaitaan tuikemateriaaleilla. (Jurvelin 2005a: 21.)

PET-kuvantamisessa detektori ja sen materiaali ovat tärkeitä, koska detektorikoko ja materiaali vaikuttavat sekä paikkaerotuskykyyn että säteilyn havaitsemisen herkkyyteen. PET-kameran detektorirenkaat muodostuvat useista suorakiteen muotoisista detektorikiteistä. Nämä taas sisältävät pienempiä kiteitä eli esimerkiksi 4 X 8 detektoria muodostaa suuremman suorakaiteen muotoisen kiteen. Detektorikiteen rakenne on tällainen, koska laitteen paikkaerotuskyky olisi huonompi kuvannettaessa yhdellä isommalla detektorikiteellä. Pienet kiteet siis muodostavat isomman detektorikiteen ja näin ollen laitteen paikkaerotuskyky on parempi. (Ruotsalainen 2003: 49-51.) Lisäksi kullakin detektorilla on tietty määrä valomonistinputkia, kuten esimerkiksi neljä valomonistinputkea, joissa valo havaitaan. (Turkington 2001: 9-10).

Detektorimateriaaleja ovat muun muassa BGO (bismuth germanate), LSO (lutetium oxyorthosilicate) ja GSO (gadolinium silicate). 25 mm kokoiset LSO- ja BGO-kiteet havaitsevat noin 80 % koinsidensseista. BGO-kiteet absorboivat paremmin säteilyä, mutta LSO-kiteet ovat tuikemateriaalina tehokkaampia ja nopeampia. Kuvanmuodostuminen tapahtuu niissä nopeammin ja tämä lyhentää kuvausaikaa. (Kapoor – McCook – Torok 2004: 527.)

2.3.2 Säteilyn havaitseminen ja kuvan laatu

Kuvainformaation keräysvaihe on tärkeä, koska kuvanlaatua on vaikea parantaa jälkeenpäin. Kuvanlaadusta kertovat kontrasti ja paikkaerotuskyky. (Jurvelin 2005d: 25.) PET-kameraa arvioidessa kiinnitetään huomiota kuvantamisen paikkaerotuskykyyn ja herkkyyteen. Laitteen on pystyttävä rekisteröimään suuriakin radioaktiivisuuksia. PET-kuvan laatuun ja säteilyn havaitsemiseen vaikuttavat muun muassa sironta, paikkaerotuskyky, satunnaiset tekijät (random events), kuollut aika (dead time), kohina (noise) ja säteilyn vaimeneminen (attenuation). (Ruotsalainen 2003: 50;Turkington 2001: 6-8.) Sironnan määrä riippuu suuresti kuva-alueen koosta. On mahdollista, että annihilaatiokvantti siroaa matkallaan detektorille, jonka seurauksena kvantin alkuperäinen suunta muuttuu. Sironnutta kvanttia ei välttämättä hyväksytä kuvamateriaaliksi, mihin vaikuttavat energiaikkuna ja detektorit. (Turkington 2001: 6.) Sironta heikentää paikkaerotuskykyä (Ruotsalainen 2003: 51).

Kun paikkaerotuskyky eli resoluutio on huono, heikkenee kuvan laatu. Resoluutioon vaikuttavat positronin energia ennen annihilaatiota ja annihilaatiokvanttien kulkusuunta, koska niiden kulma ei ole täysin 180 astetta. Lisäksi detektorin ominaisuudet vaikuttavat resoluutioon, koska pienet detektorit mahdollistavat paremman resoluution, ja detektorin paksuuden on oltava riittävä pysäyttämään 511 keV:n energia. Säteilyn havaitsemisessa satunnaiset tapahtumat johtavat siihen, että kaksi hyväksyttyä kvanttia eivät ole samasta annihilaatiosta. Tapahtumat luovat kuvaan taustaa. Niitä korjattaessa on otettava huomioon energiaikkunan suuruus, jotta oikeat annihilaatiokvantit havaitaan, koska niiden kulussa vastakkaisille detektoreille saattaa olla viivettä. (Turkington 2001: 7-8.) Kuolleeksi ajaksi kutsutaan tapahtumaa, jossa detektori ei hitautensa takia ehdi havaitsemaan kaikkia kvantteja kuvainformaatioksi ja näin ollen osa informaatiosta hukataan (Ruotsalainen 2003: 51). Kuviin tulevaa kohinaa voidaan korjata pidentämällä kuvausaikaa, injektoimalla enemmän radiolääkettä tai parantamalla laitteen ominaisuuksia (Turkington 2001: 8).

2.3.3 PET-TT-kuvien tulkinta ja SUV

Lääketieteellinen kuva isotooppitutkimuksessa kertoo radioaktiivisuuden jakaantumisesta (Jurvelin 2005d: 24). Kertymiä voidaan tarkastella monin tavoin, kuten esimerkiksi visuaalisesti tai SUV (standardized uptake value)-arvon avulla. Visuaalisesti arvioitaessa vertaillaan PET- ja TT-kuvia sekä tarkastellaan fuusiokuvia. SUV-arvoa käytetään

arvioidessa kertymää kvantitatiivisesti. SUV lasketaan tietyn kaavan mukaan radio-
lääkkeestä ja potilaan painosta. SUV-arvo kuvaa kertymän aktiivisuutta mielenkiinto-
alueella (ROI=region of interest), ja malignin tuumorin SUV on yleensä yli 2.5-3. Nor-
maalien kudosten ja elinten, kuten maksan, SUV on yleensä 0.5-2.5. Visuaalinen tar-
kastelu ja SUV-arvon ovat käytännöllisiä leesioiden (vaurio, häiriö) tarkastelussa, ja
arvo on hyvä tietää ennen syöpähoitojen aloittamista, jotta voidaan arvioida hoitovas-
tetta. (Kapoor – McCook – Torok 2004: 532.) ROI:n piirtäminen auttaa myös isotooppi-
tutkimuskuvien tulkintaa erityisesti kun halutaan vertailla tiettyjä kohteita (Savolainen
2003: 55).

2.3.4 Säteilyn vaimeneminen ja sen korjaus

Röntgen- ja gammasäteilyssä kvantit vuorovaikuttavat väliaineen kanssa ja vuorovaiku-
tukset riippuvat kvantin energiasta sekä väliaineen ominaisuudesta. Yleisimmät vuoro-
vaikutusmekanismit kuvantamisessa ovat valosähköinen ilmiö (absorptio) ja Compton
sironna. Kun säteily etenee, se absorboituu tai siroaa. Sironnassa kvanttien kulkusuun-
ta muuttuu ja kuvanlaatu heikkenee. Säteily siis vaimenee riippuen väliaineesta ja sä-
teilyn energiasta. (Jurvelin 2005a: 16-20.) Isotooppikuvantamisessa säteily lähtee ke-
hon sisältä ja se vaimenee riippuen kudoksen tiheydestä (Ruotsalainen 2003: 52). An-
nihilaation jälkeen voi olla, että toinen kvantti ei pääse detektorille asti ja täten annihi-
laatiotapahtuma jää havaitsematta. Toisella kvantilla voi myös olla tiheämpää kudosta
edessään kuin toisella. Tästä seuraa epätarkkuutta ja kohinaa kuvaan. (Turkington
2001: 6-7.) PET-kameralla kuvaaminen edellyttää vaimenemisen korjausta, koska
korjaamattomissa kuvissa kudosten aktiivisuus näkyy virheellisesti, sillä kehon ulkopin-
ta antaa isomman radioaktiivisuuden kuin syvemmillä sijaitsevat elimet ja kudokset
(Ruotsalainen 2003: 52). Vaimenemisen korjaus voidaan tehdä ulkoisen säteilylähteen
avulla (tavanomainen PET) tai TT-kuvauksen avulla (Turkington 2001: 6-7; Tutkimus-
ohjekirja. 2012).

2.4 PET-TT-laitteen toiminta ja tutkimuksen kulku

Tänä päivänä PET-kamera varustetaan usein myös TT-laitteella (Jurvelin 2005c: 50).
PET- ja TT-laitteet ovat erilaisia, mutta PET-TT-tutkimuksessa ne täydentävät toisiaan
niin, että PET osoittaa lisääntyneen aineenvaihdunnan ja TT tarkan anatomian
(PET/CT Scanning. 2012.) Näin ollen fuusiokuvantaminen PET-TT-laitteella helpottaa

kuvien tulkintaa (Vanninen 2005: 699-700). Tutkimuksessa potilas asetellaan tutkimuspöydälle kädet pään yläpuolelle tai vartalon molemmin puolin (Kapoor – McCook – Torok 2004: 530). Potilaalla ei saa olla metallia vaatteissa, jottei kuviin tulisi artefakteja (Zaidi 2007). Ennen PET-kuvausta suoritetaan matala-annoksinen TT-kuvaus vaimenuskorjausta ja löydöksen paikannusta varten (Tutkimusohjekirja. 2012). TT-kuvauksen aikana tutkimuspöytä liikkuu röntgenlaitteen ja detektorin pyöriessä potilaan ympärillä. PET-kameraan yhdistetyssä tietokonetomografiassa otetaan leikekuvia kolmiulotteisesta kohteesta ja saaduissa kuvissa elimet eivät kuvaannu päällekkäin. TT:ssä Kuvauskohde kuvataan eri kulmista ja leikekuvat rekonstruoidaan kuvauksen jälkeen eri menetelmillä. (Jurvelin 2005b: 39-40.) Suunnittelukuvan (scout) jälkeen määritetään kuvausalue TT- ja PET- kuvausta varten. Potilaan on oltava liikkumatta tutkimuksen aikana, koska ylimääräinen liikkuminen aiheuttaa yhteensopimattomuutta TT- ja PET- kuvien välille. Erityisesti PET- kuvantamisen hitaus suurentaa riskiä, että potilas liikkuu. Siksi detektorien koolla ja materiaalilla on merkitystä. (Zaidi 2007.) PET-kuvauksessa kuvat saadaan eri kohdista potilasta, kun tutkimuspöytä siirtyy tietyn matkan kuvausohjelman mukaisesti kuvaten yhtä pöydän asentoa kerrallaan (bed position). Saatu kuvamateriaali on tomografiakuvausta, josta rekonstruoidaan leike- ja pitkittäiskuvat. (Ruotsalainen 2003: 52.) Koko kehon PET-kvantamisessa tutkimuspöytä liikkuu noin 6-7 kertaa ja kerää kuvainformaatiota 5-7 minuuttia asentoa kohden (Kapoor – McCook – Torok 2004: 531).

2.4.1 PET-TT- FDG-tutkimuksen esivalmistelut

PET-TT-tutkimuksissa potilaan aineenvaihdunnallinen tilanne vaikuttaa tutkimustulokseen. Potilaan lääkitys ei saa haitata tiettyjä tutkimuksia, ja FDG- tutkimuksissa verensokerin on oltava vakio. (Ruotsalainen 2003: 52.) Potilaan on noudatettava ohjeita syömisen ja juomisen suhteen, kuten esimerkiksi koko kehon aineenvaihdunnan laajaan PET-TT- tutkimukseen on paastottava vähintään kuusi tuntia ja sokeripitoisen nesteen nauttiminen on kiellettyä tutkimusaamuna. On myös vältettävä fyysistä räsitusta. Ennen FDG-injektiota on potilaan oltava levossa puoli tuntia ja kuvantaminen suoritetaan tavallisesti yhden tunnin kuluttua injektiosta. Koko kehon laajaan kuvaukseen kuuluu yhteensä aikaa noin puoli tuntia. (Tutkimusohjekirja. 2012.)

2.4.2 Sädeannos

Potilas altistuu PET-TT:ssä sekä sisäiselle että ulkoiselle säteilylle. Radiolääke säteilee potilaan sisällä rasittaen erityisesti rakkoa ja potilas saa säteilyä ulkoisesti TT:stä. Sädeannos vaihtelee valitun kuvausprotokollan mukaan ja siihen voidaan vaikuttaa injisoidun radiolääkkeen määrällä ja TT-parametrejä muuttamalla. Tämä on erityisen tärkeää lasten kohdalla. Tavoitteena on pienin mahdollinen sädeannos mikä riittää diagnostiseen kuvan laatuun. TT:ssä kohina ja huonompi pehmytkudoskontrasti eivät ole haitaksi, koska kuvamateriaalia käytetään anatomian erottamiseen ja vaimennuskorjausta varten. TT-annosta voidaan siis pienentää. Tyypillinen koko kehon annos 18F-FDG:tä on 7 mSv (370 MBq), mutta TT-annos voi vaihdella 2-15 mSv:n välillä riippuen käytetystä kuvausprotokollasta. Koko säderasitus voi täten olla 9-22 mSv. On siis tärkeää muuttaa TT-parametrejä ja noudattaa alaraa. (Hogg ym. 2010:16-21.) PET-tutkimukseen liittyvä TT-kuvaus toteutetaan matala-annoksisena (Tutkimusohjekirja. 2012). Isotooppitutkimusten merkkiaineiden määrät ovat pieniä ja ne eivät tavallisesti aiheuta allergisia reaktioita tai sivuvaikutuksia potilaalle (Ahonen 2009: 1). Radiolääkettä annetaan potilaalle painon mukaan (Gervais ym. 2007: 439). Injektion jälkeen potilas on avoin säteilylähde, jonka eritteet ovat radioaktiivisia. Potilasta ohjeistetaan juomaan runsaasti nestettä sekä tyhjentämään rakkonsa tutkimuksen jälkeen, koska tämä pienentää suk rauhas ten ja rak on annosta. (Ahonen 2009: 1.)

Taulukko 1. Esimerkkiannoksia 18F-FDG PET-TT-tutkimuksista (Taulukko 1. 2012).

Tutkimus	Merkkiaine	Aktiivisuus (MBq)	Efektii vinen annos (mSv)
Aivojen aineenvaihdunnan PET-TT	18F-FDG	185	3,5 mSv ja 0,2 mSv (TT-annos)
Koko kehon laaja aineenvaihdunnan PET-TT	18F-FDG	350	6,7 mSv ja 4 mSv (TT-annos)
Sydänlihaksen aineenvaihdunnan laaja PET-TT	18F-FDG	200-250	4,3 mSv ja 1,6 mSv (TT-annos)

3 Työn tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on siis tuottaa kirjallisuushaun avulla tietoa siitä, mitä vaikutuksia potilaan ylipainolla on PET-TT-tutkimuksessa. Pyrkimyksenä on selvittää mitä aiheesta on tutkittu ja kirjoitettu ylipainoon liittyen. Tavoitteena on auttaa tunnistamaan ylipainoon ja lihavuuteen liittyviä haasteita ja tuottaa eheä kirjallinen kokonaisuus ylipainosta PET-TT-tutkimuksessa aiheesta kiinnostuneille ja alalla työskenteleville, jotka kohtaavat työssään erikokoisia potilaita. Lihavuus on ongelma joka koskettaa terveydenhuoltoalaa kokonaisuudessaan ja sillä on vaikutusta myös röntgenhoitajan työhön.

Tutkimuskysymys:

Miten ylipaino vaikuttaa potilaan PET-TT-tutkimuksessa?

4 Toteutus

4.1 Systemoitu kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus voi olla tutkimus tai kuulua osana opinnäytetyöhön. Se näyttää mitä tietystä aiheesta on tutkittu syventäen ja tiivistäen tietoa. (Tuomi – Sarajärvi 2009; 123.) Systemoituun kirjallisuuskatsaukseen liittyy kolme tavoitetta. Katsauksen tulisi sisältää paljon alkuperäistutkimuksia, jotta voidaan vähentää tiedon valikoitumisesta aiheutuvaa harhaa. Tutkimusten menetelmällinen laatu on myös selvitettävä, ja tutkimusten tuloksia on pystyttävä yhdistämään. Näin tuloksia voidaan tulkita hyvin ja hyödyntää tehokkaasti. (Mäkelä – Varonen – Teperi 1996.) Systemoitu kirjallisuuskatsaus pyrkii toistettavuuteen ja se on suunniteltava sekä dokumentoitava. Suunnitteluvaiheessa on määriteltävä kriteerit katsaukseen hyväksyttävälle tutkimuksille ja aihe sekä haku on rajattava. Aineistoksi pyritään saamaan luotettavia tutkimuksia. (Malmivaara 2002; 877; Mäkelä ym. 1996; Metsämuuronen 2006; 31.) Lisäksi syy katsauksen tekemiseen tutkimusongelmineen on oltava tutkijalle selvillä sekä tutkimuksen kohderyhmä (Mäkelä ym. 1996).

Systemoitu kirjallisuuskatsaus vaatii tarkkuutta (Metsämuuronen 2006; 31). Katsaus toteutetaan tutkimussuunnitelman mukaisesti ja siinä kuvataan muun muassa kirjalli-

suushaun eteneminen, artikkeleiden laadun arviointi sekä suunnitelma tiedon yhdistämisestä (Malmivaara 2002; 877). Tutkimuksia voi etsiä eri tietokannoista, viitteiden perusteella tai käsin. Lisäksi tietoa voi etsiä ”harmaasta kirjallisuudesta”, johon kuuluu muun muassa julkaisematon materiaali. Systemoidussa kirjallisuushaussa kerrotaan artikkeleiden löytyminen ja niiden hyväksymis- ja hylkäämisperusteet. Aineistoa valitessa artikkeleiden tiivistelmiä voi käyttää apuna alustavassa valikoinnissa. Kun artikkeleita löytyy vähän, on tutkijan päätettävä aineiston riittävyys katsaukseen ja mahdollinen haun laajentaminen. Suunnitelmassa olevien kriteerien muuttaminen ei ole toivottua, mutta mahdolliset muutokset tulee kertoa katsauksessa. Jos artikkeleita hakujen perusteella on liikaa, tulisi hakua rajata. Haku tulisi rajata tarkkaan, koska tietoa voi löytyä loputtomasti. Kun artikkelit katsaukseen on valittu, tulee niiden sisäinen ja ulkoinen validiteetti arvioitavaksi. Sisäinen validiteetti liittyy tutkimuksen suunnittelun ja toteutuksen huolellisuuteen. ”Sen puute voi aiheuttaa virheitä tutkittavan intervention todellisten vaikutusten havaitsemisessa”. Ulkoinen validiteetti kertoo tutkimustulosten yleistettävyydestä ja onko tulos luotettava kaikissa tilanteissa. Kun tutkimusten validiteetti on arvioitu, tehdään lopulliset artikkelivalinnat katsaukseen. Lopuksi tutkimustulokset yhdistetään (Mäkelä ym. 1996). Systemoidussa katsauksessa voi myös ilmetä virheitä, jotka voivat johtua tutkimusten puutteista tai tutkijan tekemistä virheistä katsauksessa. (Malmivaara 2002; 877.)

4.2 Kirjallisuushaku ja aineiston valinta

Tiedon hakuvaihetta ohjaa selkeä kysymys (Elomaa – Mikkola 2012; 12). Kirjallisuushakua ohjaavat huolellisesti valitut hakusanat ja niiden laatimisessa apuna voidaan käyttää PICO-menetelmää, joka auttaa tutkimuskysymyksen laatimisessa. PICO on lyhenne sanoista: potilas (P), interventio (I), kontrolliryhmä eli control (C) ja terveystulos eli outcome (O). Hakutermeistä tärkeitä ovat ainakin P ja I. (Anttila – Saalasti - Koskinen – Hovi – Isojärvi 2007; 8.) On myös toinen PICO-malli, jossa Co tarkoittaa kontekstia ja I on mielenkiinnon kohde (phenomena of interest) (Joanna Briggs Institute Reviewer’s Manual 2011; 13). Lisäksi kirjallisuushaussa voidaan käyttää synonyymejä, laajoja ja suppeita termejä ja yhdistellä termejä. (Anttila ym. 2007; 8)

Tämän opinnäytetyön kirjallisuushaku noudatteli suurelta osin systemoidun kirjallisuuskatsauksen periaatteita. Tutkimuskysymys aseteltiin edellä mainittuja PICO/PICO-malleja apuna käyttäen, jossa Co on konteksti, ja jota käytin apuna hakusanojen valin-

nassa. Lisäksi määrittelin tuloksen (O). Tutkimuskysymyksen ” Miten ylipaino vaikuttaa potilaan PET-TT-tutkimuksessa?” PICO on:

P= potilas

I= ylipaino

Co=PET-TT

O= vaikutus

Aloitin kirjallisuushaun opinnäytesuunnitelman mukaisesti tekemällä useita koehakuja eri tietokantoihin suomen ja englannin kielillä. Alustavat koehaut tein PubMed-, Academic Search Elite (EBSCOHost)-, The Cochrane Library- Ovid- ja ScienceDirect-tietokantoihin sekä käsin hakuna sähköisesti. Kokeilin eri hakusanoja ja hakusanojen yhdistelmiä. Lukuisten koehakujen perusteella muotoutuivat sopivimmat hakutermit. Kuitenkaan kaikista tietokannoista ei sopivia artikkeleita löytynyt, joten varsinaiset haut päätin tehdä PubMed- ja Academic Search Elite-tietokantoihin sekä tehdä lisäksi käsin hakua sähköisesti.

Tein kirjallisuushaun 7.1.2013 PubMed- ja Academic Search Elite-tietokantoihin sekä tein lisäksi käsin hakua alan sivustolta. Tein PubMed-tietokantaan kaksi hakua; haku 1. obes* OR overweight AND pet-ct ja haku 2. obes* AND imaging problems. Academic Search Elite - tietokantaan tein myös kaksi hakua; haku 1. obes* OR overweight (title) AND pet-ct (all text) ja haku 2. obes* (title) AND imaging problems (all text). Lisärajausena oli, että artikkelien oli oltava 10 vuoden ajalta PubMed-tietokannassa ja Academic Search Elite-tietokannassa vuosilta 2002 - 2012. PubMed-tietokannassa haku 1 tuotti 53 tulosta, joista valitsin 8 artikkelia otsikon perusteella lisätarkasteluun. Näistä tiivistelmän perusteella hylkäsin kolme artikkelia, joista yksi olisi voinut sopia analyysiin, mutta se oli maksullinen artikkeli. Kolme muuta artikkelia hylkäsin koko tekstin perusteella. Analyysiin valikoitui kaksi artikkelia. PubMed-tietokannassa haku 2 tuotti 78 tulosta, joista valitsin 6 artikkelia otsikon perusteella lisätarkasteluun. Neljä artikkelia hylkäsin tiivistelmän perusteella, joista kaksi artikkelia olivat maksullisia. Kaksi artikkelia valikoitui koko tekstin perusteella analyysiin. Academic Search Elite-tietokannassa haku 1 tuotti 9 tulosta, joista yksi artikkeli hyväksyttiin otsikon perusteella, mutta tämä artikkeli hylättiin koko tekstin perusteella. Haku 2 tuotti vain yhden artikkelin, jonka hylkäsin otsikon perusteella. Käsin hakuna The Journal of Nuclear Medicine-sivustolta löytyi hakusanoilla ”weight AND Pet ct” 2 artikkelia, joista yksi hyväksyttiin otsikon perusteella ja lopulta koko tekstin perusteella analyysiin. Lopulliseksi aineistoksi valikoitui siis viisi artikkelia.

Artikkeleiden lopulliseen valintaan vaikuttivat hyväksymiskriteerit. Artikkelin tuli olla englanninkielinen ja viimeisen kymmenen vuoden ajalta tai 2002 - 2012. Artikkelin tuli olla ilmaiseksi saatavilla ja käsitellä ihmisiä. Artikkelin tuli myös olla ymmärrettävissä tekijälleen ja siis tiedoiltaan röntgenhoitajan ymmärrettävissä. Artikkelin tuli antaa vastauksia tutkimuskysymykseen eli käsitellä ylipainon vaikutuksia PET-TT-tutkimuksessa. Varsinaisissa hauissa ei hakutuloksia ollut runsaasti, joten aineistoon hyväksyttiin yksi tutkimus, joka käsittelee tavanomaista PET-kuvantamista, koska lähes kaikki artikkelit keskittyivät nimenomaan PET-kuvantamiseen, vaikka laitteessa onkin yhdistettynä TT. Tutkimus myös sisälsi tärkeää tietoa röntgenhoitajan näkökulmasta. Lisäksi analyysiin valikoitui yksi katsaus, joka käsittelee ylipainoa ja isotooppikuvantamista yleisemmin sisältäen tietoa myös PET-tutkimuksesta. Tämän koin perustelluksi, koska opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mitä aiheesta on tutkittu ja kirjoitettu.

Taulukko 2. Kirjallisuushaku.

Tietokanta ja hakusanat	Tulokset	Hylätty otsikon takia	Hylätty tiivistelmän takia	Hylätty koko tekstin takia	Hyväksytty
PuBMed					
obes* OR overweight AND Pet-ct (10 v. ajalta)	53	45	3	3	2
obes* AND imaging problems (10 v. ajalta)	78	72	4	0	2
Academic Search Elite (EBSCO-host)					
obes* OR overweight (title) AND Pet-ct (all text) (2002-2012)	9	8	0	1	0
obes* (title)AND imaging problems (all text) (2002-2012)	1	1	0	0	0

Tietokanta ja hakusanat	Tulokset	Hylätty otsikon takia	Hylätty tiivistelmän takia	Hylätty koko tekstin takia	Hyväksytyt
Käsin haku: The Journal of Nuclear Medicine					
weight AND Pet-ct (2002-2012)	2	1	0	0	1

4.3 Aineiston analyysi ja erittely

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi on induktiivista ja sitä voidaan käyttää systemaattisten kirjallisuuskatsausten tekemisessä. Sisällönanalyysi on apuna tiedon luokittelurungon tekemisessä. Sisällönanalyysissä kirjallista materiaalia voidaan analysoida systemaattisesti ja objektiivisesti. Tutkittava ilmiö pyritään kuvaamaan tiivistetysti ja yleisesti ja se järjestää aineiston johtopäätöksiä varten. Sisällönanalyysi analysoi siis tekstiä. Kun dokumentteja eritellään, analysoidaan tekstin sisältöä. (Tuomi – Sarajärvi 2009; 103-106, 123)

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi sisältää kolme vaihetta: aineiston redusointi eli pelkistäminen, aineiston klusterointi eli ryhmittely ja abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen. Pelkistämässä dokumenteista karsitaan epäolennaiset asiat pois. Tätä vaihetta ohjaa tutkimustehtävä ja olennainen tieto voidaan dokumentista alleviivata. Ryhmittelyssä aineistosta alleviivatut asiat käydään läpi ja etsitään samankaltaisuuksia ja eroja. Sitten ne ryhmitellään ja luokitellaan. Pelkistystä tekstistä voidaan luoda eri luokkia. Viimeinen vaihe on abstrahointi, jossa erotetaan olennainen tieto ja muodostetaan teoreettisia käsitteitä ja luokituksia yhdistetään. (Tuomi – Sarajärvi 2009; 108-111)

4.4 Aineiston analyysi

Tämän opinnäytetyön aineiston analysoinnissa käytin apuna aineistolähtöisen sisällönanalyysin periaatteita. Aineiston analyysissä käytin apuna tekemääni taulukkoa aineistoksi valituista artikkeleista, niiden toteutuksesta ja tuloksista (Liite 1). Kävin artikkeleita läpi ryhmitellen niiden sisältöä ja etsien vastauksia tutkimuskysymykseen. Artikkeleiden analysointi alkoi jo niiden valintavaiheessa. Tarkoituksena oli samalla selvittää vastaa-

ko artikkeli kysymykseen ja muodostuisiko valituista artikkeleista eheä katsaus aiheeseen. Alleviivasin tulostettujen artikkeleiden tekstiä, tein muistiinpanoja ja laadin väliotsikoita artikkeleiden aiheista. Kun lopulliset artikkelit oli valittu, aloin käymään niitä läpi tarkemmin kirjoittaen tuloksia ylös. Tein lisää alleviivauksia ja muistiinpanoja tekstistä. Kirjoitin tuloksia artikkeleittain erilliseen tiedostoon. Tulostin kirjoittamani tekstin ja alleviivasin samaan aiheryhmään liittyviä tuloksia eri väreillä. Sitten kävin alleviivaukset ja muistiinpanot läpi artikkeleista luoden eri ryhmiä aiheittain uuteen tiedostoon. Aineiston niukkuuden vuoksi siitä muodostettiin ainoastaan ensimmäisen asteen alaluokat. Näistä muodostettiin kappaleiden otsikot tuloksille.

5 Tulokset

Kirjallisuushaun perusteella opinnäytetyön aineistoksi valikoitui siis viisi artikkelia ylipainon vaikutuksista PET-TT-tutkimuksessa; neljä tutkimusta ja yksi katsaus. Kolme tutkimusta on tehty Yhdysvalloissa, yksi Japanissa ja katsaus on tehty Kuwaitissa. Seuraavissa kappaleissa ovat tulokset tutkimuskysymykseen vastaten.

5.1 PET-TT-tutkimuksen esivalmistelut

Ylipaino ja lihavuus vaikuttavat potilaan esivalmisteluihin vaikeuttaen muun muassa kanylointia (Ghanem – Kazim – Abdelhamid – Elgazzar 2011: 40; Botkin – Osman 2007: 81). Ihon rasvakudos voi merkittävästi vaikeuttaa kanylointia, koska suonia on vaikea nähdä ja palpoida. Täten kanyloinnissa saatetaan tarvita anestesia- ja analgeettien apua ja ultraääntä. Tiettyjen tutkimusten kohdalla potilaan nesteytystila ja paasto täytyy ottaa huomioon, koska näihin asioihin paino vaikuttaa. Lisäksi on otettava huomioon, että paljon painava potilas tarvitsee usein enemmän henkilökunnan apua liikkumiseen ja on olemassa vaara kaatumiseen ja loukkaantumiseen. Apuvälineitä on oltava käytettävissä ja henkilökunta on koulutettava käyttämään niitä. (Ghanem ym. 2011: 40-41.) Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa ylipainoisen ja lihavan potilaan kanylointiongelma oli yleisin kaikista kohdatuista ongelmista. Tutkimuksessa oli potilaita 1164 ja heistä painoindexin mukaan ylipainoisia ja lihavia potilaita oli 528 ja heistä 15% kohdalla oli kanylointiongelmia. Potilaista 38% oli ylipainoisia, 51% oli merkittävästi lihavia ja 11% oli sairaalloisesti lihavia ja heidän painoindexinsä oli 25-40 tai yli. (Botkin – Osman 2007: 81.)

5.2 18F-FDG:n määrä ja sädeannos

Ylipainoisten potilaiden kohdalla sirontaa ja säteilyn vaimenemista esiintyy enemmän, mikä huonontaa kuvan laatua (Botkin – Osman 2007: 82). Jotta ylipainoisen potilaan kohdalla saataisiin hyväksyttävä kuvan laatu, on radiolääkkeen aktiivisuutta nostettava normaalipainoiseen potilaaseen verrattuna. Kuitenkin ICRP (Kansainvälinen säteilysuojelukomissio) suosittelee aktiivisuusrajoja merkkiaineille ja tämä rajoittaa määrien nostamista. 18F-FDG:n aktiivisuus ei saisi ylittää 925 MBq, mutta annos saattaa olla liian pieni riittävän kuvan laadun saamiseksi, koska signaali-kohinasuhde (SNR) laskee ja sironta lisääntyy. Yhtenä ratkaisuna parantaa ylipainoisen kuvan laatua on kuvausajan pidentäminen. (Ghanem ym. 2011: 40.) Tutkimukseen sopiva radiolääkkeen määrä voi vaihdella detektorimateriaalin ja kuvaustyyppin mukaan. Liian suuri määrä 18F-FDG:tä saattaa lisätä kuollutta aikaa ja huonontaa kuvan laatua. Kuvausprotokollia tulisi olla muokattuna ylipainoisille potilaille. (Botkin – Osman 2007: 82.) Tulosten mukaan 18F-FDG-tutkimusten suositellut aktiivisuusmäärät vaihtelevat maittain. Yhdysvalloissa ja Euroopassa 18F-FDG:n määrä on 5-8 MBq/kg ja Japanissa noin 2-5 MBq/kg (Masuda – Kondo – Matsuo – Uetani – Kusakabe 2009: 844). Potilaan sädeannosta saattaa lisätä mahdolliset lisäkuvaukset TT:llä (Ghanem ym. 2011: 42). Lisäksi ylipainoisten potilaiden asettelussa menee kauemmin ja siksi henkilökunnan sama sädeannos saattaa myös nousta (Ghanem ym. 2011: 42; Botkin – Osman 2007: 81).

Masuda ym. (2009) tutkivat 18F-FDG-radiolääkkeen määrän ja kuvausajan muuttamisen vaikutusta kuvan laatuun ylipainoisella potilaalla. Tutkimuksessa oli kaksi osaa. Ensin 80 potilasta jaettiin neljään painoryhmään; 1. 59 kg tai alle, 2. 60-69 kg, 3. 70-84 kg ja 4. 85 kg tai yli, joista kaikki saivat 18F-FDG-radiolääkettä 3,7 MBq/kg. Koko kehon-18F-FDG- PET-TT kuvattiin 2 minuuttia tutkimuspöydän yhtä asentoa (bed position) kohden, joita oli 8. Laskelmien perusteella tehtiin muunnellut kuvausprotokollat 120 potilaalle, jotka jaettiin painoryhmiin kuten edellä. 60 potilasta sai painon mukaan muutetun radiolääkkeen määrän ja 60 sai painon mukaan muutetun uuden kuvausajan. Painavimman ryhmän (85 kg tai yli) uudeksi radiolääkkeen määräksi tuli 4. 8,88+0,43 MBq/kg, ja toisen painavimman uuden kuvausajan ryhmän potilaille kuvausajaksi tuli 5 minuuttia tutkimuspöydän yhtä asentoa kohden. Kun ryhmien kuvan laatuja verrattiin toisiinsa, tuloksista selvisi, että potilaan painon noustessa heikkeni maksan SNR. SNR parani painavammilla potilailla kuvausajan pidentämisen myötä. Radiolääkkeen aktiivisuuden nostaminen ei muuttanut kuvan laatua. Yli 85 kg potilaiden kohdalla kuvan laatua pystyi ylläpitämään vain kuvausaikaa pidentämällä, kun taas 18F-FDG:n määrän

nosto ei parantanut kuvan laatua. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että kun sironta lisääntyy painon mukaan, on kuvausajan pidentäminen painavammilla potilailla sopivampaa kuin radiolääkkeen aktiivisuuden määrän nosto. (Masuda ym. 2009: 844-848.)

5.3 Asettelu ja tutkimusasento

Tulosten mukaan ylipainoisen ja lihavan potilaan tutkimuksen toteuttamiseen vaikuttavat potilaan asetteluvaikeudet, potilaan liikkuminen ja potilaasta johtuva tutkimuksen keskeytys (Botkin – Osman 2007: 81; Ghanem ym. 2011: 42.) Usein isotooppikuvaus kestää muita kuvantamistutkimuksia kauemmin ja tämä lisää mahdollisuutta, että potilas liikkuu kuvauksen aikana ja etenkin jos potilaalla on lihavuuden vuoksi epämukava olo. Asetteluun on kiinnitettävä huomiota, jotta saadaan hyväksyttävä kuvan laatu. Tutkimuksessa voidaan joutua käyttämään muun muassa tyynyjä ja hiekkapusseja pitämään asento paikoillaan tai tutkimus voidaan joutua keskeyttämään. Lisäksi potilaan voi olla vaikea liikuttaa raajojaan, mikä vaikeuttaa mukavan kuvausasennon löytämistä, ja raajat saattavat aiheuttaa artefaktoja ollessaan kuvausalueella. Kaulan aluetta kuvattaessa on kiinnitettävä asetteluun huomiota, koska alueella oleva suuri rasvakudoksen määrä vaikeuttaa kuvien tulkintaa kyseisellä alueella. (Ghanem ym. 2011: 42.) Yhdysvalloissa tehdyn tutkimuksen mukaan, jossa 528 potilasta oli ylipainoisia tai lihavia, oli 10% asetteluvaikeuksia oli, 7% liikettä kuvauksessa ja 1% kohdalla tutkimus jouduttiin keskeyttämään. Potilaan asettelu koettiin näistä hankalimmaksi ja eri kuvausasentoja jouduttiin kokeilemaan; kädet ylhäällä tai alhaalla muun muassa. Myös taukoja jouduttiin pitämään kesken tutkimuksen. (Botkin – Osman 2007: 81.)

5.4 PET- ja PET-TT-laitte

Ylipaino ja lihavuus vaikuttavat kuvantamiseen PET-TT-laitteella, jonka painoraja ja mitat on tiedettävä etukäteen. Kuvattaessa voi olla haastavaa saada potilaan koko anatomia esiin ja FOV saattaa olla liian pieni kuvattaessa koko kehon tutkimusta. (Ghanem ym. 2011: 41-43, 48; Botkin – Osman 2007: 82.) Erityisesti Yhdysvalloissa on ollut tarvetta kehittää isompia laitteita liikalihavia potilaita varten (Botkin – Osman 2007: 83). Kuvaustyypeistä 3D on herkempi havaitsemaan kvantteja suuremmalta alueelta kuin 2D-kuvaustyyppi, jossa kollimaattorit ovat detektorirenkaiden välissä. 3D-kuvaustyyppissä esiintyy enemmän sirontaa ja kohinaa, mikä korostuu ylipainoista potilasta kuvattaessa, koska kollimaattoreita ei ole. (Halpern ym. 2005: 606; Halpern ym.

2004: 798.) Detektorimateriaaleista LSO on herkempi ja nopeampi kuin BGO. LSO:ta käyttämällä kuollut aika vähenee ja suurempia aktiivisuusmääriä pystytään havaitsemaan (Halpern ym. 2005: 603). Tavanomaisen PET:n kuvantamisaika on noin 50-70 minuuttia, mutta PET-TT:ssä kuvausaika on yleensä alle 35 min, koska TT:tä käytetään vaimennuskorjaukseen (Halpern ym. 2005: 603). Kuvauksen nopeus on hyödyllistä, koska potilaan mukavuus paranee sekä riski liikkeelle ja artefaktoille pienenee (Halpern 2004: 801).

5.5 Kuvausaika ja kuvan laatu

Hyvästä tekniikasta huolimatta ylipainoisilla potilailla kuvan laatu on huonompi (Masuda ym. 2009: 844). Ylipainoisella potilaalla säteilyn vaimeneminen ja sironta ovat suurempaa. Kuvan laatuun vaikuttavat myös laitteen kideateriaali ja kuvaustyyppi. (Botkin – Osman 2007: 82.) Ylipainoisten potilaiden kohdalla toistuva ongelma on riittämätön säteilyn havaitseminen detektoreilla säteilyn vaimenemisen takia, mikä huonontaa signaali-kohinasuhdetta. Kun kuvausaika lyhentyy, lisääntyy kohina (Halpern ym. 2005: 606). Kuvausaikaa on pidennettävä, ja muun muassa sirontaa voidaan vähentää pienentämällä energiaikkunaa (Ghanem ym. 2011: 44). Lisäksi ylipainoisen potilaan kohdalla SUV voi olla yliarvioitu, kun painoa käytetään laskemisessa, joten sitä on käytettävä varoen (Ghanem ym. 2011: 46-47).

Halpern ym. (2004) tutkivat painon ja kuvausajan vaikutusta kuvan laatuun ja leesioiden havaitsemiseen. Tutkimuksessa 57 potilasta jaettiin painon perusteella ryhmiin; 1. paino alle 59 kg, 2. paino 59-81 kg ja 3. paino 82 kg tai yli. Myös potilaiden BMI laskettiin. Potilaille annettiin radiolääkettä 7,77MBq/kg. Koko kehon- 18F-FDG-PET-TT kuvattiin 3 tai 4 minuuttia tutkimuspöydän yhtä asentoa (bed position) kohden. Näistä kuvista havaittiin 114 leesiota, joiden SUV ja koko vaihteli. Saadusta materiaalista rekonstruoitiin 1 ja 2 minuutin kuvat. Kevyimmällä ryhmällä kaikki leesiot havaittiin kaikista kuvista, mutta painavimmalla ryhmällä 1 minuutin kuvissa ei havaittu kahta leesiota. Kaikissa painoryhmissä leesiot havaittiin 2 minuutin kuvissa. Tutkimuksessa kuvan laadun arviointia suoritettiin analysoimalla maksan tasaisuutta ja rakeisuutta, ja kuvan tarkkuutta thoraxin alueen rakenteista. ROI piirrettiin jokaisen leesion ympärille ja jokaiselle laskettiin SUV. Kuvausajan lyhentäminen heikensi kuvan laatua ja lisäsi kohinaa. Kevyemmille potilaille riitti lyhyempi kuvausaika, mutta painavammille ei. Tulosten perusteella 82 kg tai yli painaville potilaalle 2 minuuttia tutkimuspöydän yhtä asentoa kohden oli riittävä havaitsemaan leesiot. (Halpern ym. 2004: 797-801.)

Halpern ym. (2005) tekivät myös toisen tutkimuksen kuvausprotokollien optimoinnista LSO-PET-TT-laitteella ylipainoisille ja lihaville potilaille (91-168 kg), koska edellisen tutkimuksen (Halpern ym. 2004) ulkopuolelle jäivät lähes kokonaan painavammat potilaat, joiden kohdalla kuvan laatu oli heikompi. 25 potilaalle (BMI 26.2-50.2) annettiin radiolääkettä 7,77MBq/kg. Koko kehon-18F-FDG-PET-TT toteutettiin 7 minuutin kuvausella yhtä tutkimuspöydän asentoa (bed position) kohden, joita oli 6-8 potilaasta riippuen. Saadusta kuvainformaatiosta rekonstruoiittiin 1-6 minuutin kuvat, joita verrattiin 7 minuutin kuviin. Kuvista haettiin epänormaalia aktiivisuutta. SUV laskettiin leesioille ja useampi ROI piirrettiin maksan ympäristöön, joista ne kopioitiin identtisesti rekonstruoi-tuihin kuviin. Tutkimuksen tuloksena 59 leesiota havaittiin 7 minuutin kuvista ja näiden SUV vaihteli. 14 leesiota ei havaittu 1 minuutin kuvissa, kahta leesiota ei havaittu 4 minuutin kuvissa, mutta viiden minuutin kuvissa havaittiin kaikki leesiot. Lisäksi kuvan laatu parani ja kohina väheni kuvausajan pidetessä, mutta 5-6 minuutin kuvat olivat laadultaan lähellä 7 minuutin kuvia. Tutkimuksessa todettiin, että 5 minuutin kuvausai-ka tutkimuspöydän yhtä asentoa kohden oli riittävä yli 91 kg potilaan kohdalla havaitsemaan leesiot. (Halpern ym. 2005: 603-607.)

Aikaisemmin mainitussa Masudan ym. (2009) tutkimuksessa tutkittiin radiolääkkeen määrän ja kuvausajan vaikutusta kuvan laatuun ylipainoisen potilaan kohdalla. Tulok-sista selvisi, että SNR parani painavilla potilailla kuvausaikaa pidentämällä, koska pai-no huononsi sitä. Yli 85 kg potilailla kuvan laatu parani kuvausaikaa pidentämällä ja 18F-FDG:n määrän nosto ei parantanut kuvan laatua.. (Masuda ym. 2009: 844-848.)

6 Luotettavuus ja Eettisyys

Tieteellinen tutkimus on eettisesti hyväksyttävä, luotettava ja uskottava, kun on nou-da-tettu hyvää tieteellistä käytäntöä. Hyvään käytäntöön kuuluu muun muassa, että nou-datetaan rehellisyyttä, huolellisuutta ja tarkkuutta tutkimustyössä sekä tulosten tallen-tamisessa, esittämisessä ja arvioimisessa. Lisäksi ollaan avoimia ja otetaan huomioon muiden saavutukset. Tutkimuksen on oltava tarkasti suunniteltu, luvat hankittuja, tie-tosuoja otettu huomioon ja rahoituslähteet ilmoitettu. On myös kirjattava esimerkiksi tutkimusryhmän jäsenten asema. Hyvän tieteellisen käytännön noudattamisesta vastaa tutkija itse. Hyvää tieteellistä käytäntöä loukkaa epäeettisyys ja epärehellisyys. Teot voivat olla tahallisia tai huolimattomuudesta johtuvia. (Tutkimuseettinen neuvottelukun-ta 2012: 6-8.)

Tutkimisen eettisyyttä pohdittaessa on syytä miettiä millainen on hyvä tutkimus, onko se hyväksyttävä, miten aihe on valittu, ovatko tulokset vahingollisia ja mitä keinoja tutkija voi käyttää tutkiessaan. Tutkimuksen tulisi olla johdonmukainen ja tutkijan on tiedettävä mitä hän tekee. Tutkimuksen on oltava eettisesti kestävä. Eettisyys liittyy tutkimuksen laatuun, ja tutkimussuunnitelman on oltava laadukas. Eettisyys on läsnä tutkimusta arvioitaessa. Tutkimusetiikan voidaan nähdä liittyvän tutkimustoiminnassa aineiston keräämiseen tai analyysiin ja tulosten esittämiseen. Toisaalta tutkimusetiikka voidaan nähdä niin, että tutkija tekee jatkuvasti moraalisia valintoja. Myös tutkimusaiheen valinta on eettinen kysymys ja tutkijan on pohdittava miksi tutkia aiheita. (Tuomi – Sarajärvi 2009: 126-129.)

Tutkimus pyrkii virheiden välttämiseen ja tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida eri tavoin ja eri asioita painottaen. Laadullista tutkimusta arvioitaessa tulevat esiin totuus ja luotettavuus esitetyssä tiedossa. Tutkija tekee kuitenkin havaintoja itse ja on tulkitsija, vaikka pyrkii totuuteen. Luotettavuutta arvioitaessa on otettava huomioon myös tutkijan puolueettomuus. Luotettavuutta arvioidaan myös validiteetin avulla, että on tutkittu mitä on luvattu. Lisäksi arviointia tehdään reabiliteetin avulla, että tulokset ovat toistettavissa. Tosin nämä käsitteet ovat syntyneet määrällisen tutkimuksen parissa ja niiden sopivuutta laadulliseen tutkimukseen on arvosteltu. (Tuomi – Sarajärvi 2009: 134-136.)

Tämä opinnäytetyö on kirjallisuushaku, jonka tekemiseen ei liittynyt lupien hakemista. Opinnäytetyön tekoa ohjasi tehty tutkimussuunnitelma. Aineistona oli julkisesti saatavilla oleva materiaali, johon on viitattu ja lähteet merkitty ohjeiden mukaan. Pehdyin opinnäytetyön aiheeseen lukemalla laajasti aineistoa ja panostin etenkin monipuoliseen teoriaosaan. Kirjallisuushakua tehdessä kirjasin hakusanat ja vaiheet tarkasti. Haun suoritin suunnitelman mukaan ja valitsin aineiston tekemieni kriteerien perusteella. Aineiston analyysin tein ottaen ideoita sisällönanalyysistä. Pyrkimys oli toimia eettisesti ja noudattaa hyviä käytäntöjä ja esittää tulokset totuudenmukaisesti. Pyrkimys opinnäytetyön tekemisessä oli objektiivisuuteen ja rehellisyyteen. Opinnäytetyön luotettavuutta pyrin vahvistamaan kirjallisuushaun dokumentoinnilla ja tutkimussuunnitelman noudattamisella.

Tämän opinnäytetyön luotettavuutta heikentää se, että tekijänä oli vain yksi henkilö. Artikkelien valintaan, kääntämiseen ja analyysiin osallistui vain yksi henkilö. Käännösvirheet ja väärin ymmärtäminen ovat mahdollisia. Opinnäytetyön tekemisen apuna ei

ole ollut alan asiantuntijaa. Lisäksi luotettavuutta voi heikentää PET-TT-tutkimukseen liittyvien termien ymmärtäminen ja kääntäminen, joka koettiin haastavaksi. Yhden tekijän voi olla vaikea ottaa etäisyyttä tekemäänsä ja nähdä virheitä. Kirjallisuushaku on tehty tarkasti rajaten, koska tekijänä oli yksi henkilö ja aika ei olisi riittänyt laajempiin hakuihin. Lisäksi artikkeleita ei ollut saatavilla runsaasti. Muutama mahdollisesti sopiva artikkeli oli maksullinen ja yksi artikkeli jouduttiin hylkäämään vaikeasti ymmärrettävän sisällön vuoksi. Aineisto valittiin yksin, joten toista mielipidettä ei ollut saatavilla. Lisäksi tämän opinnäytetyön luotettavuutta heikentää se, että aineistoksi valikoitui vain viisi artikkelia, joten haku ei ole kovin laaja. Lisäksi aineistohaku tehtiin kymmenen vuoden ajalta, mikä voi heikentää katsauksen luotettavuutta, koska kaikki tieto ei ole tuoretta.

7 Pohdinta ja johtopäätökset

7.1 Tulosten pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa ylipainon vaikutuksista PET-TT-tutkimuksessa. Tavoitteena oli auttaa tunnistamaan ylipainoon ja lihavuuteen liittyviä haasteita ja tuottaa kirjallinen kokonaisuus ylipainosta PET-TT-tutkimuksessa.

Tuloksista voi päätellä, että potilaan ylipainolla ja lihavuudella voi olla erilaisia vaikutuksia PET-TT-tutkimuksessa. Moni näistä vaikutuksista haittaa tutkimuksen sujuvaa kulua. Potilaan ylipaino saattaa vaikuttaa tutkimuksen esivalmisteluihin, toteutukseen ja saatujen kuvien laatuun. Botkin ja Osman (2007) tutkivat 528 ylipainoista ja lihavaa potilasta, joista osan kohdalla oli kanylointiongelmia, asetteluvaikeuksia tai liikettä kuvauksessa ja osalla tutkimus jouduttiin keskeyttämään. Näistä ongelmista hankalimmaksi koettiin potilaan asettelu, vaikka kanylointiongelma olikin yleisin (Botkin – Osman 2007: 81). Tosin on otettava huomioon, että tässä tutkimuksessa kaikkien potilaiden kohdalla ei ongelmia syntynyt. Myös potilaan luona kuluu enemmän aikaa asettelussa ja tällöin myös henkilökunnan saama sädeannos kasvaa (Ghanem ym. 2011: 42; Botkin – Osman 2007: 81). Tuloksista myös selvisi, että merkittävästi ylipainoinen potilas tarvitsee usein apua liikkumiseen, on vaarassa kaatua ja täten apuvälineitä tulisi olla käytettävissä (Ghanem ym. 2011: 40-41). Näistä tuloksista voi päätellä, että kohdatesaan potilaan röntgenhoitajan olisi hyvä tunnistaa mahdollinen avun tarve kanyloinnissa ja potilaan asettelussa sekä varautua mahdollisiin ongelmiin. Voisi olettaa, että on-

gelmia esiintyy painavampien potilaiden kohdalla, joilla rasvakudosta on enemmän ja joiden liikkumista liikalihavuus hankaloittaa. Lisäksi röntgenhoitajan olisi työskennellessä otettava huomioon potilaan luona vietetty aika asettelussa, koska pidempi aika potilaan luona lisää röntgenhoitajan sädeannosta.

Artikkeleista selvisi, että ¹⁸F-FDG-radiolääkettä annetaan painokiloa kohden eri määriä maasta riippuen. Voisi päätellä, että suuresta ylipainosta on haittaa, koska painavampi potilas saa suuremman aktiivisuusmäärän radiolääkettä painonsa mukaan kuin kevyempi potilas. Silti on annosrajoja, joita ei tulisi ylittää kenenkään potilaan kohdalla. Muun muassa ICRP:n suosittelemat rajat rajoittavat määrien lisäämistä (Ghanem ym. 2011:40). Lisäksi Masuda ym. (2009) esittävät tutkimuksessaan, että radiolääkkeen määrän nostaminen ei välttämättä paranna kuvan laatua, koska painavammalla potilaalla säteilyn vaimeneminen ja sironta lisääntyvät kuitenkin. Näiden tulosten perusteella radiolääkkeen aktiivisuusmäärän antamisessa painokiloa kohden tulisi siis miettiä säteilysojelua ja haluttua diagnostista kuvan laatua sekä laitteen ominaisuuksia.

Kuten aikaisemmin on todettu, tuloksista kävi ilmi, että ylipainon tavallinen vaikutus on kuvan laadun heikentyminen. Lisääntynyt paino PET-TT-kuvantamisessa lisää säteilyn sirontaa ja vaimenemista, mikä huonontaa kuvan laatuun (Masuda ym. 2009: 844; Botkin – Osman 2007: 82). Aineistossa kuvausajan pidentäminen esitetään keinona saada painavammilla potilailla riittävä kuvan laatu. Sekä Halpern ym. (2004, 2005) että Masuda ym. (2009) esittävät kuvantamisajan pidentämistä painon mukaan keinona riittävän kuvan laadun saamiseksi ylipainoisilla ja lihavilla potilailla. Masuda ym. (2009) olivat jakaneet tutkimuksessa potilaat painoryhmiin. Halpern ym. (2004, 2005) olivat myös jakaneet potilaat painoryhmiin, mutta heidän painoindexinsä mainittiin myös. Tutkimusten tuloksissa tuotiin esille kuitenkin lähinnä potilaan paino. Näissä kolmessa tutkimuksessa potilasotokset eivät olleet suuria, mutta niiden tulokset olivat samansuuntaisia. Kaikkien tuloksista kävi kuitenkin selkeästi ilmi, että painon lisääntyessä kuvan laatu heikkeni. Näiden kolmen tutkimuksen perusteella voisi päätellä, että tutkimusprotokollaa suunnitellessa ja valitessa tulisi ottaa huomioon eripainoiset potilaat, jotta kuvan laatu saadaan riittäväksi. Kuvausajan pidentäminen voi olla tarpeellinen ratkaisu painavampien potilaiden PET-kuvantamisessa ja tämä tulisi ottaa huomioon aikatauluja tehdessä, mikäli potilaan paino on jo tiedossa. Ylipainoisen potilaan kohtaamiseen ja kuvantamiseen osastolla voi siis mennä enemmän aikaa.

Tulosten mukaan PET-TT-laitteen ominaisuuksilla on vaikutuksia painavampia potilaita kuvannettaessa. Joissain tapauksissa potilas saattaa olla liian isokokoinen tai painava tutkimuksen suorittamiseen. Botkin ym. (2007) mukaan erityisesti Yhdysvalloissa on ollut tarvetta suuremmille laitteille. Lisäksi PET-laitteen detektorimateriaalilla ja kuvaustyypillä on merkitystä ylipainoisen potilaan kuvantamisessa, koska ne vaikuttavat kuvauksen herkkyyteen ja nopeuteen (Halpern ym. 2004: 798, 801; Halpern ym. 2005: 603, 606.) Näistä tuloksista voisi päätellä, että on hyödyllisempää kuvata 3D-kuvaustyypillä ja LSO-materiaalilla painavampia potilaita, koska kuvaus nopeutuu erityisesti silloin, kun potilas on hankalassa asennossa. On myös selvää, että joissain tapauksissa potilaan koko on selvä este tutkimuksen suorittamiselle. Haasteeksi osastolla voi muodostua ylipainoisen potilaan koon arvioiminen etukäteen, vaikka hänen painonsa ei ylittäisikään kuvauspöydän painorajaa. Mikäli lihavuus ongelmana lisääntyy, aiheuttaa se myös laitekustannuksia, jotta tutkimuksia voidaan painavammille ja isokokoisemmille potilaille taata.

7.2 Johtopäätökset

Tämä opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa ylipainon vaikutuksia PET-TT-tutkimuksessa kirjallisuushaun avulla. Tämän opinnäytetyön aineistona oli viisi artikkelia, jotka sisälsivät tietoa PET-TT-tutkimuksesta ylipainoon liittyen. Katsaus ei ollut laaja, mutta artikkelit toivat esille eri asioita ylipainoisesta potilaasta PET-TT:ssä. Aineiston vallitseva näkökulma oli tekninen (Halpern ym. 2004, 2005; Masuda ym. 2009), mutta myös röntgenhoitajan näkökulma tuli esille (Botkin – Osman 2007) ja monipuolista tietoa aiheesta katsauksen muodossa (Ghanem ym. 2011). Kaikista artikkeleista nousi esiin ylipainoon liittyviä vaikutuksia, vaikeuksia tai haasteita. Tuloksista selvisi, että potilaan ylipainolla voi olla vaikutusta monessa asiassa ennen tutkimusta, sen aikana ja sen jälkeen. Ylipainoinen, merkittävästi lihava ja sitä painavampi potilas voi olla haastava hoitohenkilökunnalle. Erityisesti Yhdysvalloissa ylipaino ja eriateinen lihavuus on suuri ongelma, joten aiheesta löytyy siellä tutkittua tietoa, mutta suomenkielistä materiaalia tulisi myös olla saatavilla. Tämän kirjallisuushaun perusteella voidaan kuitenkin todeta, että potilaan ylipaino voi aiheuttaa vaikeuksia PET-TT-tutkimuksessa. Painavampi potilas tulisi kohdata yksilönä ja aikaa tulisi varata riittävästi esivalmisteluihin ja tutkimukseen. Potilaan tutkimukseen vaikuttava merkittävä ylipaino tulisi ottaa huomioon tutkimuksen suunnitteluvaiheessa, jotta tiedetään voidaanko tutkimus suorittaa. Röntgenhoitajan tulisi osata varautua mahdollisiin haasteisiin ja ongelmiin ylipainoista potilasta kohdattaessa ja ottaa huomioon potilaan luona vietetty aika radiolääk-

keen antamisen jälkeen, mikäli potilas tarvitsee avustamista liikkumisessa tai asettelu tutkimukseen on hankalaa.

7.3 Oma oppiminen

Tämän opinnäytetyön tekeminen kehitti ammatillista tietämystäni ja opin kirjallisuushaun tekemisestä. Perehdyin aiheeseen huolella lukemalla eri lähteitä. Koin kirjallisuushaun tekemisen haastavana ja pyrin noudattamaan ohjeita sen tekemisessä. Opin tiedon hakemisesta ja haun kirjaamisesta. Oli haastavaa tehdä jotain ensimmäisen kerran ilman toisen tekijän apua. Opinnäytetyö tulokset ovat hyödyllisiä tulevaa röntgenhoitajan työtäni ajatellen, kun kohtaan ylipainoisia ja painavampia potilaita. On hyvä tietää mahdollisia vastaantulevia ongelmia PET-TT-kuvantamisessa, mutta kanylointi- ja asetteluvaikeudet sekä laitteen paino- että kokorajoitus ja riittävän kuvan laadun saaminen koskettavat useita muitakin kuvantamismenetelmiä.

8 Jatkotutkimusaiheet

Jatkotutkimuksena voisi ylipainoa tutkia syvemmin PET-TT-tutkimukseen liittyen. Lisäksi olisi hyödyllistä tutkia ylipainon vaikutuksia jossain muussa kuvantamismenettelyssä ja tuoda esille enemmän röntgenhoitajien näkökulmaa asiaan. Lisäksi röntgenhoitajia voisi haastatella asian tiimoilta ja tutkia miten toimitaan, jos potilasta ei voida kuvata halutulla modaliteetilla hänen painonsa tai kokonsa vuoksi. Lisäksi miettiessäni opinnäytetyöni aihetta, nousi esiin idea merkittävästi ja sairaalloisesti lihavan traumaattiseen potilaan kiireellisestä kuvantamisesta, jossa potilaan koko saattaa olla esteenä. Aiheesta ei kuitenkaan tuolloin löytynyt tarpeeksi tutkimuksia, joista olisi saanut katsauksen kirjoitettua. Kaikki potilaat eivät ole normaalipainoisia, joten terveydenhuollon ammattilaisten tietämystä erikokoisten potilaiden hoidosta ja siihen liittyvistä haasteista tulisi tutkia ja tuoda esille lisää.

Lähteet

Ahonen, A. 2009. Isotooppitutkimuksiin liittyvää yleisinformaatiota. HUSLAB. Verkko-dokumentti. 1-2.
<http://huslab.fi/ohjekirjan_liitteet/kfi/yleisohjeet/isotooppitutkimuksiin_liittyvaa_yleisinfo_rmaatiota.pdf>. Luettu 19.10.2012.

Ahonen, Aapo - Bergström, Kim - Savolainen, Sauli 2003. Johdanto. Teoksessa Sovijärvi, A.; Ahonen, J.; Hartiala, J.; Länsimies, E.; Savolainen, S.; Turjanmaa, V. & Vanninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim, 23-24.

Anttila, Heidi – Saalasti-Koskinen, Ulla – Hovi, Sirpa-Liisa – Isojärvi, Jaana 2007. Mistä löydän tutkimustietoa hoitotyöstä? Impakti. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen lehti. 10 (6). 8-9. Saatavilla myös sähköisesti.
<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/77844/Impakti2007_6.pdf?sequence=1>. Luettu 10.10.2012.

Botkin, Crystal D. – Osman, Medhat M. 2007. Prevalence, Challenges, and Solutions for 18F-FDG PET Studies of Obese Patients: A Technologist's Perspective. Journal of Nuclear Medicine Technology 35 (2). 80-83. Saatavilla myös sähköisesti.
<<http://tech.snmjournals.org/content/35/2/80.full.pdf+html>>. Luettu 7.1.2013.

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

Elomaa, Leena – Mikkola, Hannele 2010. Näytön jäljillä: Tiedonhaku näyttöön perustavassa hoitotyössä. Turun ammattikorkeakoulun oppimismateriaaleja 12. Turun ammattikorkeakoulu. Saatavilla myös sähköisesti.
<julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522161611.pdf>. Luettu 10.10.2012.

Gervais, Debra – Hahn, Peter F. – Mueller, Peter R. – Sahani, Dushyant V. – Uppot, Raul N. 2007. Impact of obesity on medical imaging and image-guided intervention. American Journal of Roentgenology 188 (2). 433-440. Saatavilla myös sähköisesti.
< <http://www.ajronline.org/doi/pdf/10.2214/AJR.06.0409>>. Luettu 8.10.2012.

Ghanem, Mohammad A. – Kazim, Nafeesa A. – Elgazzar, Abdelhamid H. 2011. Impact of Obesity on Nuclear Medicine Imaging. Journal of Nuclear Medicine Technology 39 (1). 40-50. Saatavilla myös sähköisesti.
<<http://tech.snmjournals.org/content/39/1/40.full.pdf+html>>. Luettu 7.1.2013.

Halpern, Benjamin S. – Dahlbom, Magnus – Quon, Andrew – Schiepers, Christian – Waldherr, Christian – Silverman, Daniel H. – Ratib, Osman – Czernin, Johannes. 2004. Impact of Patient Weight and Emission Scan Duration on PET/CT Image Quality and Lesion Detectability. 45 (5). 797-801. Saatavilla myös sähköisesti.
< <http://jnm.snmjournals.org/content/45/5/797.full.pdf+html>>. Luettu 7.1.2013.

Halpern, Benjamin S. – Dahlbom, Magnus – Auerbach, Martin A. – Schiepers, Christian – Fueger, Barbara J. – Weber, Wolfgang A. – Silverman, Daniel H.S. – Ratib, Osman – Czernin, Johannes. 2005. Optimizing Imaging Protocols for Overweight and Obese Patients: A Lutetium Orthosilicate PET/CT Study. 46 (4). 603-607. Saatavilla myös sähköisesti. < <http://jnm.snmjournals.org/content/46/4/603.full.pdf+html>>. Luettu 7.1.2013.

Hogg, Peter – Meadows, Angela – Prévot, Sylviane – Vrigneaud, Jean-Marc 2010. Chapter 2: Practical Protection in PET-CT. Teoksessa Principles and Practice of PET/CT. Part 1 A Technologist's Guide. European Association of Nuclear Medicine. 1-101. Saatavissa sähköisesti.
<http://www.eanm.org/publications/guidelines/gl_Principles_and_Practice_of_PET-CT_Part_1.pdf>. Luettu 6.3.2013.

Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual 2011. The Joanna Briggs Institute. The University of Adelaide. Australia. Saatavissa sähköisesti.
<<http://www.joannabriggs.edu.au/Documents/sumari/Reviewers%20Manual-2011.pdf>>. Luettu 1.4.2013.

Jurvelin, J. 2005a. Aineen ja energian vuorovaikutukset. Teoksessa Soimakallio, S.; Kivisaari, L.; Manninen, H.; Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 15-24.

Jurvelin, J. 2005b. Röntgenkuvaus. Teoksessa Soimakallio, S.; Kivisaari, L.; Manninen, H.; Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 32-43.

Jurvelin, J. 2005c. Isotooppikuvaus. Teoksessa Soimakallio, S.; Kivisaari, L.; Manninen, H.; Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 43-51.

Jurvelin, J. 2005d. Lääketieteellinen kuvankäsittely. Teoksessa Soimakallio, S.; Kivisaari, L.; Manninen, H.; Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 24-31.

Kapoor, Vibhu – McCook, Barry M. – Torok, Frank S. 2004. An Introduction to PET-CT Imaging. Radiographics 24, 523-543. Saatavilla myös sähköisesti.
<<http://radiographics.highwire.org/content/24/2/523.full.pdf+html>>. Luettu 7.1.2013.

Korpela, Helinä 2004. Isotooppilääketiede. Teoksessa Ikäheimonen Tarja K. – Karvinen, Hiikka – Lehtinen, Jarmo – Marttila, Olli J. – Nyberg, Heidi – Paile, Wendla – Pukila, Olavi – Pöllänen, Roy – Salomaa, Sisko – Sandberg, Jorma – Weltner, Anne (toim.). Säteilyn käyttö. Säteilyturvakeskus. 220-249. Saatavissa myös sähköisesti.
<http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja3/_files/12222632510021003/default/kirja3_3.pdf>. Luettu 17.10.2012.

Koskinen, Matti – Savolainen, Sauli. 2003. Radioaktiivinen hajoaminen, säteilyn ja aineen vuorovaikutus sekä käytetyt radionuklidit. Teoksessa Sovijärvi, Anssi – Ahonen, Aapo – Hartiala, Jaakko – Länsimies, Esko – Savolainen, Sauli – Turjanmaa, Väinö – Vanninen, Esko (toim.). Kliininen fysiikka ja isotooppilääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 24-29.

Lahti-Koski, Marjaana 2005. Lihavuus. Suomalaisten terveys. Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=suo00017>. Luettu 16.10.2012.

Malmivaara, Antti 2002. Systemoitu kirjallisuuskatsaus - työkalu tutkimusnäytön tavoittamiseen. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. 118 (9). 877-879. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Saatavilla myös sähköisesti.
<<http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo92921.pdf>>. Luettu 24.3.2013.

Masuda, Yoko – Kondo, Chisato – Matsuo, Yuka – Uetani, Masataka – Kusakabe, Kiyoko. 2009. Comparison of Imaging Protocols for 18F-FDG PET/CT in Overweight Patients: Optimizing Scan Duration Versus Administered Dose. 50 (6). 844-848. Saatavilla myös sähköisesti. <<http://jnm.snmjournals.org/content/50/6/844.full.pdf+html>>. Luettu 7.1.2013.

Mäkelä, Marjukka – Varonen, Helena – Teperi, Juha 1996. Systemoitu kirjallisuuskat-
saus tiedon tiivistäjänä. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. 112 (21): 1999.
Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Saatavissa myös sähköisesti.
<<http://www.duodecimlehti.fi>>. Luettu 1.4.2013.

Metsämuuronen, Jari 2006. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. Jyväskylä: Gummerus.

Mustajoki, Pertti 2011. Painoindeksi (BMI). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duo-
decim. Verkkodokumentti. Päivitetty 24.12.2011.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01001>. Luettu
8.10.2012.

Obesity and overweight. 2012. World Health Organization. Verkkodokumentti.
<<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>>. Luettu 8.10.2012.

PET/CT Scanning. 2012. International Atomic Energy Agency. Verkkodokumentti.
<https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/PETCTscan.htm>. Luettu 5.10.2012.

Rauhala, Nora 2011. Spect-TT ja PET-TT laitteiden käyttö Suomessa. Säteilyturvakes-
kus. Verkkodokumentti.
<http://www.stuk.fi/proinfo/koulutus/fi_FI/RT2011/_files/86251290095911798/default/Rauhala-Nora-RT2011.pdf>. Luettu 18.11.2012.

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

Savolainen, Sauli 2003. Isotooppitutkimusten analysoinnin perusteet. Teoksessa Sovi-
järvi, A.; Ahonen, J.; Hartiala, J.; Länsimies, E.; Savolainen, S.; Turjanmaa, V. & Van-
ninen, E. (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim, 55-62.

Sovijärvi, A.; Ahonen, J.; Hartiala, J.; Länsimies, E.; Savolainen, S.; Turjanmaa, V. &
Vanninen, E. (toim.) 2003. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duode-
cim.

Taulukko 1. 2011. Isotooppitutkimusten merkkiaineet, annettavat aktiivisuudet ja
arvioidut efektiiviset annokset. HUSLAB. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri.
Verkkodokumentti.
<http://huslab.fi/ohjekirjan_liitteet/kfi/yleisohjeet/isotooppitutkimusten_merkkiaineet_annottavat_aktiivisuudet_ja_arvioidut_efektiiviset_annokset.pdf> Luettu 17.10.2012

Tuomi, Jouni – Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsin-
ki: Tammi.

Turkington, Timothy G. 2001. Introduction to PET Instrumentation. Journal of Nuclear
medicine Technology. 29 (1). 4-11. Saatavilla myös sähköisesti.
<<http://tech.snmjournals.org/content/29/1/4.full.pdf+html>>. Luettu 16.10.2012.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausten käsitteleminen Suomessa. Saatavilla myös sähköisesti.
<http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_verkkoversio180113.pdf>. Luettu 7.3.2013.

Tutkimusohjekirja. 2012. Koko kehon aineenvaihdunnan laaja PET-TT (JN4JR). HUS-LAB. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. Päivitetty 19.06.2012. <<http://huslab.fi/ohjekirja/20171.html>>. Luettu 19.10.2012.

Vanninen, Esko 2005. Isotooppitutkimukset. Teoksessa Soimakallio, S.; Kivisaari, L.; Manninen, H.; Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) Radiologia. Helsinki: WSOY, 685-701.

Zaidi, H 2007. Optimisation of whole-body PET/CT scanning protocols. Biomedical Imaging and Intervention Journal. 3 (2): e36. Saatavissa myös sähköisesti.
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3097669/>>. Luettu 16.10.2012.

TAULUKKO 3. Aineistoksi hyväksytyt artikkelit

Tekijä(t),vuosi ja maa, jossa tutkimus tai artikkeli on tehty	Tutkimuksen tai artikkelin nimi	Tutkimuksen tai artikkelin toteutus	Päätulokset
Botkin, Crystal D. – Osman, Medhat M. 2007. Yhdysvallat.	Prevalence, Challenges, and Solutions for 18F-FDG PET Studies of Obese Patients: A Technologist's Perspective.	1164 potilaalle koko kehon 18F-FDG-PET-tutkimus, joiden BMI laskettiin. Kirjattiin ylös ongelmia ja ratkaisuja tutkimuksessa painoon liittyen.	528 potilasta olivat ylipainoisia tai merkittävästi lihavia. Ongelmia kanyloinnissa, asetelussa, potilaan liikkeestä, tutkimuksen keskeyttämisestä ja suuremmasta sädeannoksesta. Ratkaisuina aika-aulun muokkaaminen, radiolääkkeen annoksen muuttaminen, asennon vaihto, tauot tutkimuksen aikana ja työntekijöiden vuorottelu.
Ghanem, Mhammad A. – Kazim, Nafeesa A. – Elgazzar, Abdelhamid H. 2011. Kuwait.	Impact of Obesity on Nuclear Medicine Imaging.	Kirjallisuuskatsaus merkittävän lihavuuden merkityksestä isotooppikuventamisessa.	Merkittävä ylipaino vaikuttaa potilaan esivalmisteluihin, radiolääkkeen antamiseen, kuvan saantiin ja kuvan tulintaan. Potilaan koko voi olla esteenä kuvauksen suorittamiselle.
Halpern, Benjamin S. – Dahlbom, Magnus – Auerbach, Martin A. – Schiepers, Christian – Fueger, Barbara J. – Weber, Wolfgang A. – Silverman, Daniel H.S. – Ratib, Osman – Czer-	Optimizing Imaging Protocols for Overweight and Obese Patients: A Lutetium Orthosilicate PET/CT Study.	LSO-PET-TT-laitteella ylipainoiselle ja merkittävästi lihavalle 25 potilaalle koko kehon-18F-FDG-PET-TT toteutettiin 7 minuutin kuvauksella. Saadusta kuvainformatiosta rekonstruointiin 1-6 minuutin kuvat, joita verrattiin 7 minuutin kuviin.	Tuloksena 59 leesiota havaittiin 7 minuutin kuvista. 14 leesiota ei havaittu 1 minuutin kuvissa, kahta leesiota ei havaittu 4 minuutin kuvissa, Viiden minuutin kuvissa havaittiin kaikki leesiot. Kuvan laatu parani ja kohina väheni kuvausajan pidetessä. 5 minuutin kuvausaika tutkimuspöydän yhtä asentoa kohden oli riittävä merkittävästi lihavien potilaan kohdalla havait-

nin, Johannes. 2005. Yhdys- vallat.			semaan leesiöt.
Masuda, Yoko – Kondo, Chisa- to – Matsuo, Yuka – Uetani, Masataka – Kusakabe, Kiy- oko. 2009. Japani.	Comparison of Imaging Proto- cols for 18F- FDG PET/CT in Overweight Patients: Opti- mizing Scan Duration Versus Administered Dose.	Tutkimuksessa oli kaksi osaa. 80 potilasta jaettiin neljään painoryhmään, joista kaikki saivat 18F- FDG-radiolääkettä 3,7 MBq/kg. Koko kehon- 18F-FDG- PET-TT kuvati- tiin 2 minuuttia tutkimus- pöydän yhtä asentoa kohden. Tehtiin muunnel- lut kuvausprotokollat 120 potilaalle, jotka jaettiin painoryhmiin. 60 potilasta sai painon mukaan muu- tetun radiolääkkeen mää- rän ja 60 sai painon mu- kaan muutetun uuden kuvausajan..	SNR parani painavilla potilail- la kuvausaikaa pidentämällä. Yli 85 kg potilailla kuvan laatu parani kuvausaikaa pidentä- mällä ja 18F-FDG:n määrän nosto ei parantanut kuvan laatua..
Halpern, Ben- jamin S. – Dahlbom, Mag- nus – Quon, Andrew – Schiepers, Christian – Waldherr, Christian – Sil- verman, Daniel H. – Ratib, Os- man – Czernin, Johannes. 2004. Yhdysvallat.	Impact of Pa- tient Weight and Emission Scan Duration on PET/CT Image Quality and Lesion Detecta- bility	57 potilasta jaettiin pai- non perusteella ryhmiin. Potilaille annettiin radio- lääkettä 7,77MBq/kg. Koko kehon- 18F-FDG- PET-TT kuvattiin 3 tai 4 minuuttia.	Kuvista havaittiin 114 leesiota, joiden SUV ja koko vaihteli. Materiaalista rekonstruointiin 1 ja 2 minuutin kuvat. Kevyim- mällä ryhmällä leesiöt havait- tiin kuvista. Painavimmalla ryhmällä 1 minuutin kuvissa ei havaittu kahta leesiota. Kaikissa painoryhmissä lee- siot havaittiin 2 minuutin ku- vissa. Kuvausajan lyhentämi- nen heikensi kuvan laatua ja lisäsi kohinaa. 82 kg tai yli painaville potilaille 2 minuutin kuvaus oli riittävä.