



PET-TT-KUVANTAMISMENETELMÄN JA PET-MRI-KUVAFUUSION DIAGNOSTINEN TARKKUUS SYÖPÄSAIRAUKSIA TUTKITTAESSA

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jenna Järvinen	
Työn nimi PET-TT- kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostinen tarkkuus syöpäsairauksia tutkittaessa	
Päiväys 30.12.2014	Sivumäärä/Liitteet 49/1
Ohjaaja(t) Lehtori Pirjo Leppäsaari	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikkö Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma	
Tiivistelmä	
<p>Tutkimuksen tarkoituksena oli etsiä PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion mittareita eli tunnuslukuja, joiden pohjalta voitiin arvioida menetelmän ja kuvafuusion diagnostista tarkkuutta ja siten luotettavuutta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Diagnostinen tarkkuus ilmaisi kuvantamismenetelmän ja kuvafuusion kykyä erottaa toisistaan kaksi testiryhmää. Tässä tutkimuksessa testiryhmänä olivat sairaat ja verrokkiryhmänä terveet. Tämä erotuskyky voitiin määrittellä diagnostisen testin mittareilla, joita olivat sensitiivisyys (herkkyys), spesifisyys (tarkkuus), positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo. Eri tunnusluvut mittasivat kuvantamismenetelmän ja kuvafuusion tarkkuutta eri näkökulmista. Sensitiivisyys ja spesifisyys määrittivät kuvantamismenetelmän ja kuvafuusion ominaisuuksia. Positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo määrittivät puolestaan ennustuskykyä. Näiden tunnuslukujen käyttö oli hyödyllisintä silloin, kun haluttiin ennustaa sairauden mahdollisuutta eri henkilöillä. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa taulukko PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostisesta tarkkuudesta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Taulukko toimii tutkimustietoon pohjautuvana opetusmateriaalina röntgenhoitajakoulutuksessa Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmassa.</p> <p>Tutkimus oli toiminnallinen kehittämistyö. Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta ja tutkimuksen kirjallisuuden etsintään kirjallisuushakua. Aineistoa kerättiin kansainvälisistä CINAL-, Medline- ja EBSCO-tietokannoista ja tutkimus rajattiin niin, että siihen valittiin vain koko- ja englanninkielisiä tekstejä, jotka olivat sekä määrällisiä tutkimuksia että meta-analyyskejä eli referaatteja alkuperäisistä tutkimuksista. Tutkimukseen löydettiin yhteensä 11 eri artikkelia. Tutkimusaineiston analysointiin käytettiin deduktiivista eli teoriajohtoista sisällönerittelyä. Tutkimuskysymykset ohjasivat erittelyn etenemistä.</p> <p>PET-MRI-kuvafuusio näyttää osoittavan yleisesti parempaa diagnostista tarkkuutta eri syöpäsairauksien diagnostiikassa PET-TT-kuvantamismenetelmään verrattuna. Tämä luultavasti selittyy PET-MRI-kuvafuusion paremmalla erotuskyvyllä ja pehmytkudoskontrastilla sekä sen toiminnallisuudella (diffuusio-, perfuusio- ja kortikaaliaktivaatiokuvaukset). Aina ei kuitenkaan näyttänyt olevan tilastollisesti merkittävää eroa menetelmän ja kuvafuusion kesken. Yleisesti PET-MRI-kuvafuusio havaitsee herkemmin pieniä muutoksia ja syövän invasiivisuutta eli tunkeutumista lähikudoksiin. Täten kuvafuusio on hyvin käyttökelpoinen syövän asteen määrittelyssä ja siten syövän hoidon suunnittelussa sekä hyvä valinta preoperatiivisena tutkimuksena. Erityisesti hyvän- ja pahanlaatuisien muutoksien ja syöpäasteen luokittelussa näyttää olevan PET-MRI-kuvafuusio huomattavasti herkempi verrattuna PET-TT-kuvantamismenetelmään. Lisäksi PET-MRI-kuvafuusio osoitti suurempaa herkkyyttä maksan muutoksia tutkittaessa etenkin pienien muutoksien havaitsemisessa. Yleisesti ei näyttänyt olevan suurta eroa menetelmän ja kuvafuusion kesken imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitsemisessa lukuun ottamatta yhtä tutkimusta.</p> <p>Jatkotutkimusaiheeksi ehdotetaan keskittymään PET-MRI-kuvafuusion sijasta PET-MRI-kuvantamismenetelmään sekä kaikkien syöpäsairauksien sijasta yksittäisen syöpäsairauden tutkimiseen. Taulukkoa opetusmateriaalina voitaisiin edelleen kehittää internetpohjaiseksi itseopiskelumateriaaliksi ja opettajan luentomateriaaliksi. Tutkimuksesta hyötyvät sekä oppilaitos että laitehankijat.</p>	
Avainsanat PET-MRI-kuvafuusio, PET-TT-kuvantamismenetelmä, diagnostinen tarkkuus, syöpäsairaudet	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programmer Degree Programme of Radiography and Radiationteraphy			
Author(s) Jenna Järvinen			
Title of Thesis The Diagnostic accuracy of PET-TT-imaging method and PET-MRI-image fusion for cancer diseases examination.			
Date	30.12.2014	Pages/Appendices	49/1
Supervisor(s) Senior Lecturer Pirjo Leppäsaari			
Client Organisation /Partners Savonia-ammattikorkeakoulu			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was research the PET-CT-imaging method and the PET-MRI -image fusion metrics or indicators, which could be evaluated on the basis of the method and image fusion diagnostic accuracy and thus the reliability of various cancers examined. Diagnostic accuracy expressed the imaging method and image fusion ability to distinguish between the two test groups. In this study, the test groups were the sick group and the controls group the healthy persons. This difference could be defined as the ability of diagnostic test indicators, which had sensitivity, specificity, the positive predictive value and negative predictive value of the result. The various indicators measured the imaging method and the accuracy of image fusion from different angles. Sensitivity and specificity determined the imaging method and image fusion characteristics. The positive predictive value and the negative predictive value determined prediction ability. These indicators were most useful when the aim was to predict the possibility of the disease in different people. The aim of this study was to produce a table of diagnostic accuracy of the PET-CT- imaging method and the PET-MRI-image fusion for studying different cancers. The table serves as a research knowledge-based teaching material for radiography training at Savonia University of Applied Sciences, Health care, Kuopio, and radiography and radiotherapy education.</p> <p>The study was a development of a functional task. The data was collected through a literature review and a literature search to get the research literature. The data was collected by the International Medicinal- , Medline- and EBSCO- databases and for the research it was chosen only whole and English texts that were both quantitative studies and meta-analyses which were summaries of previous studies. For the study 11 different articles were discovered. The data was analyzed by using the method of a deductive content analysis. The research questions guided the analysis of progression.</p> <p>The PET-MRI-image fusion seems to indicate generally a better diagnostic accuracy for the diagnosis of various forms of cancer as compared to PET-CT-imaging method. This is probably explained by the PET-MRI-image fusion with better resolution, and a soft tissue contrast as well as its functionality (diffusion, perfusion and cortical activation descriptions). However, it did not always seem to have a statistically significant difference between this method and image fusion. In general, the PET-MRI-image fusion detects more sensitively small changes and invasion of cancer penetration in nearby tissues. Thus, the image fusion is very usefull in determining the degree of cancer and cancer treatment planning in such a way, as well as a good choice for preoperative study. In particular, benign and malignant numerous changes and cancer stage classification seems to be a PET-MRI-image fusion significantly more sensitive compared to the PET-CT-method. In addition, PET-MRI-image fusion showed a higher sensitivity to changes in the examination of the liver, especially in the detection of small changes. In general, there was not the major difference between the imaging method and image fusion to detection of lymph node metastasis except for one study.</p> <p>As a further study it is proposed to focus on the PET-MRI-method instead of the PET-MRI-image fusion, and the focus on one cancer type instead of all forms of cancer. Also a table could be developed for Internet-based self-study material and teaching material. The study will benefit both educational institutions and and buyers of equipment.</p>			
Keywords PET-MRI-image fusion, PET-TT-imaging method, diagnostic accuracy, cancer diseases			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	SYÖPÄ.....	4
3	SYÖPIEN KUVANTAMISESSA KÄYTETYT KUVANTAMISMENETELMÄT	5
3.1	Positroniemissiotomografiakuvaus (PET).....	5
3.2	Tietokonetomografiakuvaus (TT)	6
3.3	Positroniemissiotomografia-tietokonetomografia-kuvausmenetelmä	8
3.4	Magneettikuvaus.....	9
3.5	Positroniemissiotomografia-magneetti -kuvafuusio	10
4	DIAGNOSTISTEN TESTIEN TUNNUSLUVUT	10
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	12
6	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	13
6.1	Menetelmä ja aineiston keruu	13
6.2	Aineiston analyysi ja kuvaus	14
6.3	Tulokset	17
7	POHDINTA.....	20
7.1	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	20
7.2	Luotettavuus	23
7.3	Eettisyys.....	25
7.4	Oma oppiminen, ammatillinen kasvu ja jatkotutkimusaiheet	26
	LÄHTEET	29
	LIITE 1: Tutkimusten tulokset ja johtopäätökset.....	36

1 JOHDANTO

Suomessa syöpään sairastuu vuosittain noin 30 000 ihmistä, joista puolet paranee sairaudestaan. Väestöstä noin joka kolmas sairastuu syöpään jossakin elämänsä vaiheessa, ja iän mukana sairastumisriski suurenee. Suomessa elää noin 230 000 ihmistä, jotka ovat sairastaneet syövän, ja syöpätapaukset jakaantuvat melko tasaisesti sukupuolten kesken. Syöpäsairauden muoto ja kasvaimen levinneisyys vaikuttavat paranemismahdollisuuteen. (Novartis Finland; Syöpäjärjestöt.)

Suomessa miesten yleisimmät syövät ovat eturauhasen syöpä, keuhkosityöpä, paksusuolisyöpä, rakkosityöpä ja non-Hodgkinin-lymfooma, joista eturauhasen syöpä on yleisin. Miehiä sairastuu eturauhassyöpään vuosittain noin 4 700. Naisten yleisimmät syövät ovat puolestaan rintasyöpä, paksusuolisyöpä, kohdunrunгон syöpä, keuhkosityöpä ja keskushermoston syöpä, joista rintasyöpä on yleisin. Naisista noin joka kahdeksas sairastuu elämänsä aikana rintasyöpään, ja vuosittain sairastuneita on noin 4 800. Rintasyövän paranemisennuste on hyvä, koska 89 % potilaista on elossa viiden vuoden kuluttua sairauden toteamishetkestä. Syöpiin kuolee enemmän miehiä kuin naisia, sillä naisten yleisimmän syövän, rintasyövän, ennuste on parempi kuin miesten toiseksi yleisimmän syövän, keuhkosityövän, ennuste. (Sankila ja Pukkala 2009; Syöpäjärjestöt.)

Syöpien hoitomuodot ovat kehittyneet viime vuosikymmeninä, mikä on mahdollistanut entistä paremmat hoitotulokset. Koska syöpä on yleinen sairaus, on se yksi tauti muiden joukossa. (Novartis Finland.) Syöpien tutkimisessa ja hoitamisessa käytetyt laitteet ja menetelmät kehittyvät jatkuvasti. Syöpien diagnostiikassa yksi tärkeimmistä ja käytetyimmistä kuvantamismenetelmistä on PET-TT-kuvaukset (positroniemissiotomografia-tietokonetomografia-kuvaukset), joka on koko kehon aineenvaihduntaa kuvaava röntgenkuvaukset. Siinä on yhdistetty PET- ja TT -kuvantamismenetelmät. PET-menetelmä on isotooppilääketieteen aineenvaihdunnallinen kuvaukset, jossa käytetään lyhytikäisiä radioisotooppeja kuvaamaan solujen sokeriaineenvaihduntaa. TT-menetelmä on puolestaan tietokonetomografia eli viipalekuvaukset, joka perustuu röntgenkuvauksessa käytettäviin röntgensäteisiin, joista muodostetaan poikkileikkauksia. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009; Neuroscience Research Institute; UPMC CancerCenter.)

PET-TT- kuvantamismenetelmä on tuonut paljon mahdollisuuksia etenkin syöpiä ja neurologiasairauksia tutkittaessa. Sen avulla voidaan diagnosoida ja määrittää syöpäsairauden aste. Lisäksi PET-TT-menetelmällä voidaan suunnitella syöpähoitoa sekä seurata sen hoitovastetta. Yhdistelmälaitteen, jossa on yhdistetty sekä TT- että PET – menetelmät, hyötynä yksittäiseen kuvantamismenetelmään verrattuna on se, että voidaan rajata tarkemmin hoidettava alue. Koska PET-menetelmä kuvaa vain suurin piirtein missä hoidettava alue sijaitsee, näyttää TT-menetelmä tarkan sijainnin millimetricien tarkkuudella. Tällöin sädehoidettavalta alueelta saadaan minimoitua terveen kudoksen määrää. Lisäksi menetelmä mahdollistaa vaikeasti havaittavien syöpäkudosten löytämisen. PET-TT-kuvantamismenetelmän käyttöönotto on helpottanut etenkin pään ja kaulan alueen syöpien ja melanooman eli ihosyövän diagnosoimista, jotka ovat olleet vaikeasti havaittavissa olevia syöpätyyppejä.

Menetelmä tarjoaa myös muille eri syöpätyypeille suuremman diagnostisen tarkkuuden kuten yleiselle keuhkosyövälle. PET-TT-menetelmällä on kuitenkin yhä rajoituksia esimerkiksi toiminnallisessa (elinten liikkeit) ja anatomisessa (kehon rakenteet) näkyvyydessä. Näihin ongelmiin voidaan mahdollisesti löytää vastaus uudesta PET-MRI-yhdistelmälaitteesta. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009; Neuroscience Research Institute; UPMC CancerCenter.)

Maailmalle ensimmäinen PET-TT-yhdistelmälaite tuli kokeiluun vuonna 1998 (UPMC CancerCenter). Suomeen laite saatiin Turun PET-keskukseen vuonna 2005 (Turku PET Centre). Kun PET-TT-yhdistelmälaite tuli maailmalle käyttöön 2000-luvun alussa, ideoitiin jo PET-MRI-yhdistelmälaitteesta (positroniemissiotomografia-magneettikuvaus), joka kuvaa koko kehon aineenvaihduntaa. Siinä on yhdistetty PET-kuvantamismenetelmä ja magneettikuvaus, joka perustuu vahvan magneettikentän ja radioaaltoimpulssien avulla saataviin tarkkoihin anatomisiin kuviin. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009; Neuroscience Research Institute.)

Aluksi PET-MRI-yhdistelmälaitteen suunnittelussa huolenaiheena olivat erillisten PET- ja MRI -laitteiden yhteensopivuus. Haasteena olivat mahdolliset sähkömagneettiset häiriöt ja MRI-laitteen magneettikenttien vaikutukset PET-laitteen ilmaisimiin ja valomonistinputkiin, joiden avulla saadaan havaittua säteily kuvanmuodostusta varten. Ilmaisimet ovat erittäin herkkiä magneettikentille ja ne sisältävät johtavia ja radiotaajuisesti säteileviä elementtejä, jotka voivat häiritä MRI-järjestelmää. Täten jo käytössä olleet PET-komponentit tuli suunnitella ja muuttaa perusteellisesti, jotta PET- ja MRI-laitteet voitaisiin yhdistää yhdeksi kuvantamismenetelmäksi. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009.)

Ennen varsinaisen PET-MRI-kuvantamismenetelmän tuloa otettiin käyttöön tietokoneohjelma, jolla voitiin yhdistää jälkikäteen erilliset PET- ja MRI-kuvat päällekkäin yhdeksi kuvatiedostoksi. Kuvien yhdistäminen jälkikäteen oli kuitenkin ongelmallista, koska kuvaukset eivät tapahdu yhtäaikaaisesti. Jos eri kuvauksien välillä on pitkä aika, voi taudin muoto muuttua. Lisäksi potilaan asento voi olla erilainen eri kuvauksissa. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009.)

Lopulta saatiin rakennettua maailman ensimmäinen yhteensopiva PET-MRI-fuusio- eli yhdistelmälaite vuonna 2005, joka saapui hiljattain myös Pohjoismaiden ensimmäisenä laitteena Turkuun vuonna 2012. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009; Neuroscience Research Institute.) PET-MRI-yhdistelmälaiteella saadaan kuvattua potilaan anatominen tieto hyvin tarkasti ja yksityiskohtaisesti, minkä vuoksi laite tarjoaa loistavan pehmytkudoskontrastin ja erotuskyvyn. Yhdistelmälaiteella voidaan kuvata myös toiminnallista tietoa (diffuusio-, perfuusio- ja kortikaaliaktivaatiokuvaukset) kuten sydämen sykettä, veren virtausta ja reseptorien toimintaa, mitä TT:llä ei voida kuvata. PET-MRI tarjoaa runsaasti lisätietoa syöpäsairauksista, mikä mahdollistaa vieläkin tarkempaa syöpien diagnosointia, hoitoa ja seurantaa. Lisäksi PET-MRI-menetelmässä ei käytetä PET-TT-menetelmän tavoin lainkaan röntgensäteilyä, joten potilas ei saa säteilyannosta. Täten nähtäväksi jää tuleeko PET-MRI-kuvantamismenetelmä tulevaisuudessa korvaamaan PET-TT-menetelmän, jolla on yhä puutteita ja rajoituksia sairauksien diagnostiikassa ja hoidossa. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009; Neuroscience Research Institute.)

Tutkimuksen tarkoituksena oli etsiä tutkimusartikkeleista PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion mittareita eli tunnuslukuja, joiden pohjalta voidaan arvioida PET-TT-menetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Diagnostinen tarkkuus ilmaisee kuvantamismenetelmän tai kuvafuusion kykyä erottaa toisistaan kaksi testiryhmää. Tässä tutkimuksessa testiryhmänä ovat sairaat ja verrokkiryhmänä terveet. Tämä erotuskyky voidaan määritellä diagnostisen testin mittareilla eli tunnusluvuilla, joita ovat sensitiivisyys (herkkyys), spesifisyys (tarkkuus), positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo. Eri tunnusluvut mittaavat menetelmän ja kuvafuusion tarkkuutta eri näkökulmista. Toiset määrittävät menetelmän ja kuvafuusion ominaisuuksia (sensiivisyys ja spesifisyys) ja toiset ennustuskykyä (positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo). Näiden tunnuslukujen käyttö on hyödyllisintä silloin, kun halutaan ennustaa sairauden mahdollisuutta henkilöllä. (Simundic'.)

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa Tutkimusten tulokset ja johtopäätökset- taulukko PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostisesta tarkkuudesta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Taulukko toimii tutkimustietoon pohjautuvana opetusmateriaalina röntgenhoitajakoulutuksessa Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmassa.

2 SYÖPÄ

Syöpä on sairaus, jossa muodostuu kasvain ylimääräisestä joukosta soluja. Kun normaalisti elimistössä muodostuu uusia soluja vanhojen solujen tilalle, syövässä solut jakaantuvat ilman kontrollia, jolloin syntyy uusia soluja tarpeettomasti vanhojen solujen jäädessä eloon. Jakaantuneet syöpäsolut voivat tunkeutua ympärillä oleviin kudoksiin sekä levitä muihin kehon osiin veriteitse ja imunesteen mukana muodostaen etäpesäkkeitä. Syöpä ei ole vain yksi sairaus, vaan monia sairauksia. On yli 100 erilaista syöpää. Useimmat syövät ovat nimetty elimen tai solun mukaan, jossa ne kehittyvät. Esimerkiksi syöpä, joka kehittyy paksusuolella, on nimeltään paksusuolen syöpä. (National Cancer Institute 2013; Terve.fi 2013.)

Syövät siis nimetään niiden kasvupaikkansa perusteella. Karsinooma on syöpä, joka alkaa ihosta tai kudoksista, jotka sivuavat tai peittävät sisäelimiä. On olemassa useita karsinooman alatyyppejä kuten adenokarsinooma, tyvisolusyöpä, okasolusyöpä ja siirtymäsolukarsinooma. Sarkooma on puolestaan syöpä, joka alkaa luu-, rusto-, rasva-, lihaskudoksesta, verisuonista tai muusta sidekudoksesta. Leukemiassa syöpä saa alkunsa verta muodostavista kudoksista kuten luuytimeistä, ja aiheuttaa suuria määriä epänormaaleja verisoluja verenkiertoon. Lymfooma ja myelooma ovat puolestaan syöpiä, jotka alkavat immuunijärjestelmän soluista. Keskushermoston syövät alkavat aivojen ja selkäytimen kudoksissa. (National Cancer Institute 2013.)

Syöpää aiheuttavat tekijät ovat karsinogeenisiä, jotka voivat olla viruksia, elinympäristön altisteita tai perinnöllisiä tekijöitä. Elintapoihin liittyviä altisteita ovat tupakansavu, alkoholi, auringonvalo ja jotkut ravintotekijät. Työ- ja elinympäristöön liittyviä tekijöitä ovat asbestikuidut, terva, piki, monirenkaiset hiilivedyt kuten bentsopyreeni, eräät metalliyhdisteet ja muovikemikaalit kuten vinyylkloridi. Bakteereista altistavana tekijänä on *Helicobacter pylori* eli helikobakteeri, joka aiheuttaa mahakatarria. Viruksista altistavina tekijöinä ovat HBV ja HCV, jotka ovat hepatiittiviruksia, ja jotka aiheuttavat tulehduksia maksassa. HPV, human papilloma virus, on papilloomavirus, joka aiheuttaa kohdunkaulan soluissa muutoksia. EBV, Epstein-Barrin virus, on herpesryhmän virus, joka aiheuttaa tulehduksen nielun imukudoksessa. Altistavina tekijöinä ovat myös ionisoiva säteily kuten röntgensäteily ja maaperän radon sekä ionisoitumaton, auringon ultraviolettisäteily. Eräät lääkkeet kuten solunsalpaajat, hormonit ja immuunipuutostilaa aiheuttavat lääkkeet altistavat myös syöväälle. Perinnöllisellä taipumuksella on suuri merkitys syövän synnylle 5-10 prosentissa syöpäsairauksista. Tällöin vaurioitunut geeni periytyy vaikuttaen solujen kasvuun tai periytyy suurempi herkkyys karsinogeenille. (Syöpäjärjestöt.)

Syövät voidaan luokitella eri tavoin niiden levinneisyytensä mukaan kuten syövän sijainnin perusteella. TNM-luokituksessa syöpä luokitellaan levinneisyytensä perusteella. Luokka T kertoo kasvaimen koon. Siinä käytetään numeroita 1-4 ilmaisemaan kasvaimen kokoa ja kasvamista ympäristöönsä nähden. Luokka N kertoo puolestaan syövän levinneisyydestä imusolmukkeisiin. Siinä käytetään numeroita 1-3 kertomaan kuinka moneen imusolmukkeeseen syöpä on levinnyt. Luokka M kertoo, että syöpä on levinnyt muihin elimiin lähettämällä etäpesäkkeitä. (Rintasyöpä.fi 2013.)

Kasvaimet voivat olla joko hyvän- tai pahanlaatuisia. Hyvänlaatuiset kasvaimet eivät ole syöpiä. Ne voidaan usein poistaa, koska ne eivät leviä muihin kehon osiin tai kudoksiin, ja useimmissa tapauksissa ne eivät uusiudu. (National Cancer Institute 2013.) Pahanlaatuiset kasvaimet ovat puolestaan syöpiä. Näiden kasvaimien solut voivat hyökätä lähellä oleviin kudoksiin ja levitä muihin kehon osiin veriteitse ja imunesteen mukana muodostaen etäpesäkkeitä. Jotkut syövät eivät muodosta kasvaimia kuten leukemia. Leukemia on luuytimen ja veren syöpä, jolloin syöpäsolut kiertävät jatkuvasti koko elimistössä imunesteen ja verenkierron mukana. (National Cancer Institute 2013.)

Hyvänlaatuisia epiteliaalisia eli ihosta lähtöisin olevia kasvaimia ovat papillooma (pintaepiteeli) ja adenooma (rauhasten tai tiehyiden epiteeli). Sidekudoksen ja lihaksen hyvänlaatuisia kasvaimia ovat fibrooma (tiheä sidekudos), kondrooma (rusto), osteooma (luu), leiomyooma (sileä lihas) ja rabdomyooma (poikkijuovainen lihas). Hermokudoksen kasvaimia ovat puolestaan gliooma (gliakudos) ja meningiooma (aivokalvo). (Syöpäjärjestöt.)

Pahanlaatuisia epiteliaalisia kasvaimia ovat karsinooma (pintaepiteeli) ja adenokarsinooma (rauhasten tai tiehyiden epiteeli). Pahanlaatuisia sidekudos- ja lihaskasvaimia ovat fibrosarkooma (sidekudos), kondrosarkooma (rusto), osteosarkooma (luu), leiomyosarkooma (sileä lihas) ja rabdomyosarkooma (poikkijuovainen lihas). Hermokudoksen pahanlaatuisia kasvaimia ovat puolestaan glioblastooma (gliakudos), meningeaalinen sarkooma (aivokalvo) ja retinoblastooma (verkkokalvo). (Syöpäjärjestöt.)

3 SYÖPIEN KUVANTAMISESSA KÄYTETYT KUVANTAMISMENETELMÄT

3.1 Positroniemissiotomografiakuvaus (PET)

Positroniemissiotomografiakuvaus on menetelmä, jossa käytetään radioaktiivisia aineita eli radioisotooppeja sairauksien diagnosoimiseen ja määrittämiseen tai erilaisien sairauksien kuten syöpien hoitamiseen (Radiologyinfo.org). Käytetyt radioisotoopit lähettävät positronin eli positiivisesti varautuneen elektronin isotoopin puoliintuessa, jolloin syntyy gammasäteilyä. Kun positroni kulkee materiaassa ja törmää elektroniin, ne annihiloituvat keskenään. Annihilaatiossa positroni ja elektroni häviävät, mikä tuottaa kaksi vastakkaiseen suuntaan kulkeutuvaa 511 keV:n fotonia. Nämä fotoniparit voidaan havaita kahdella vastakkaisella ilmaisimella, jotka sijaitsevat potilaan ympärillä olevan rengasmaisen PET-laitteen sisällä. PET-laitteessa on satoja ilmaisimlohkoja vierekkäin, jotka ovat tehty tuikeaineesta kuten vismut germanium oksidista, lutetium oxyorthosilikatesta tai gadoliniumin oxyorthosilikatesta. PET-laitteen sisällä olevat ilmaisimet muodostuvat vastakkaisista ilmaisimpareista, jotka hyväksyvät kuvan muodostukseen vain samaan aikaan ilmaisimiin saapuneet gammakvantit. Muita gammakvantteja ei mitata mukaan kuvanmuodostukseen, vaan ne aiheuttavat kuvaan siron-taa, jossa fotonit muuttavat suuntaansa, ja vääristymiä eli artefaktoja. Kun fotoniparit ovat tallentuneet tietokoneelle, voidaan muodostaa kaksikulotteisia kuvia merkkiaineen jakautumisesta potilaan sisällä. Potilaan suoneen laitettavilla positroni-emittoituvilla radionuklideilla on yleensä lyhyt puoliintumisaika eli aika, jolloin puolet aineesta on hajonnut. Puoliintumisaika voi olla 2-110 minuuttia. Tyypillisimmät radionuklidit ovat C-11, N-13, O-15, F-18 ja Rb-82. (Bolus, George, Washington ja Newcomer 2009;

Department of Nuclear Medicine, PET & Bone Densitometry 2013.)

PET-kuvauksessa radiomerkkiaine ruiskutetaan eli injektoidaan laskimoverenkiertoon, ja lopulta se kerääntyy tutkittavien elinten tai kudosten soluihin normaalin sokerin tavoin. Merkkiaine kerääntyy erityisesti sinne, missä solujen aineenvaihdunta on poikkeuksellinen runsasta. Kiihtynyttä aineenvaihduntaa esiintyy epänormaaleissa soluissa, jotka ovat syöpäsoluja. Radiomerkkiaineen radioaktiiviset kertymät havaitaan PET-kameralla, joka tuottaa kuvia, ja antaa yksityiskohtaista tietoa elävien solujen aineenvaihdunnan aktiivisuudesta. PET mittaa tärkeitä kehon toimintoja kuten verenkiertoa, hapen käyttöä ja sokeriaineenvaihduntaa. (Radiologyinfo.org.)

Fotonit, joilla on 511 keV:n energia, kulkeutuvat potilaan jälkeen PET-kuvauslaitteen kollimaattorien lamellien, kanavien suuntaisesti kuvailmaisimille. Tällöin suodattuu pois lamellien suhteen väärän suuntaiset gammakvantit. Kuvanmuodostukseen rajataan vain kohtisuorasti tulevat yhdensuuntaiset gammasäteet eli kvantit. Tämän jälkeen fotonit osuvat ja absorboituvat eli imeytyvät ilmaisimien tuikekiteeseen eli kuvantavaan ilmaisinpintaan, jolloin syntyy näkyvän valon fotoneita. Kun näkyvän valon fotonit osuu kiteen pinnalla olevan valomonistinputken fotokatodille, syntyy sähköinen signaali eli pulssi. Tämä pulssin voimakkuus mitataan valomonistinputkelta ja vahvistetaan vahvistimella. Pulsin eli signaalin energia ja avaruudellinen sijainti määritetään ja tallennetaan. Kaikki tapahtumat, joissa 511 keV:n gammakvanttiparit saavuttavat yhtä aikaa vastakkaiset ilmaisimet, tallennetaan yksitellen. Jotta saadaan tallennettua koko tapahtuma, täytyy tallentaa jokainen tapahtuma erikseen, jossa gammakvantit annihiloituvat ja absorboituvat tuikekiteeseen. Kaikkia tapahtumia ei voida tallentaa yhtäaikaaisesti, jolloin menetetään tietoa. Jotta tapahtumia voidaan tallentaa mahdollisimman monta peräkkäin, täytyy olla nopeammat tuikeaineet ja nopeammat elektroniikan käsittelyajat. (Borus, George, Washington ja Newcomer 2009.)

3.2 Tietokonetomografiakuvaus (TT)

Tietokonetomografiakuvaus on menetelmä, jossa käytetään sähkömagneettista röntgensäteilyä eli ionisoivaasäteilyä, joka koostuu fotoneista eli kvanteista. Röntgensäteily syntyy röntgenputkessa, jossa olevat elektronit kiihdytetään korkeajännitteellä katodista eli hehkulangasta anodiin eli kohtiin. Kun katodia kuumennetaan, irtaantuu elektroneja. Katodin ja anodin välinen korkeajännite kiihdyttää elektronit kohti anodia suurella nopeudella, jolloin syntyy röntgensäteilyä. Röntgensäteilyä syntyy siis varauksisten hiukkasten joutuessa kiihtyvään liikkeeseen erityisesti silloin, kun elektronit eli suurienergiset varauksiset hiukkaset hidastuvat nopeasti raskaassa aineessa. Tällöin elektroni siroaa atomiytimen sähkökentästä ja muuttaa suuntaansa. Törmätessään anodiin elektronit tunkeutuvat sisälle jonkin matkaa ja tuottavat jarrutus säteilyä. Elektronit törmäävät anodin viistomaiselle alueelle, jota kutsutaan sähköiseksi fokukseksi. Viistoudesta johtuen fokus näyttää potilaaseen päin lähes neliöltä, joka on nimeltään optinen fokus. Säteily kulkee säteilyikkunan ja kaihtimien kautta potilaaseen. Säteilyikkunan kautta kulkee käytetty röntgensäteilyn hyötykeila, jonka kokoa voidaan kaihtimien avulla säätää. Lisäksi säteilyikkunan edessä on 1-3 mm paksuinen alumiinilevy eli primäärisäteilyn suodatin, joka suodattaa pois pehmeän säteilyn. (Säteilyturvakeskus 2004.)

Röntgenputki sijaitsee potilaan ympärillä olevassa rengasmaisessa TT-laitteessa. Tutkimuksen aikana röntgenputki kiertää potilaan ympäri useita kertoja tutkimuksesta riippuen. Yksi kierros kestää noin yhden sekunnin. Syntyvä röntgensäteily kulkee viuhkamaisena röntgensädekeilana potilaaseen, joka paksuus voi olla yhdestä millimetristä kymmeneen millimetriin. Röntgensädekeila läpäisee potilaan eri kulmista röntgenputken pyörähtäessä 360 astetta potilaan ympäri eli yhden täyden kierroksen. Potilaasta läpimennyt säteily vastaanotetaan ja mitataan useilla vierekkäisillä renkaassa olevilla herkillä ilmaisimilla eli detektoreilla, jotka ovat vastapäätä röntgenputkea. Kun röntgenputki pyörähtää potilaan ympärillä, detektorit vastaanottavat säteitä potilaan eri kulmista. Nämä eri kulmista otetut yksittäiset kuvat kerätään yhden röntgenputken täyden pyörähdysten eli kierroksen aikana talteen. (FDA 2013; MedicineNet.com; Scribd.)

Lopullinen kuva saadaan muodostettua, kun useista eri suunnista yhden pyörähdysten ajalta otetut yksittäiset röntgenkuvat rekonstruoidaan eli uudelleen lasketaan tietokoneohjelmalla yhdeksi poikkileikkauskuvaksi eli viipaleeksi. Kun tutkimuspöytä liikkuu samalla röntgenputken kiertäessä potilaan ympärillä, saadaan muodostettua jokaisesta pyörähdyksestä oma poikkileikkauskuva. Rekonstruktio-ohjelmalla saadaan laskettua vaimennuskartta kuvatusta kohteesta, joka kertoo kuinka paljon säteilyä on absorpoitunut eli imeytynyt eri kudoksiin eli paljonko säteilyä on vaimentunut eli jäänyt potilaan sisälle. Vaimennuskartta muodostuu pikseleistä eli kuva-alkioista, joilla jokaisella on kudokselle ominainen vaimennuskorjauskerroin. Vaimennuskorjauskerroin kertoo kudostyyppin tiheydestä eli säteilyn läpäisevyydestä, joka ilmoitetaan numeerisena arvona jokaiselle kudostyyppille erikseen. Luulla ja pehmytkudoksella on omat vaimennuskertoimet, koska ne absorboivat säteilyä eri määriä tiheydensä perusteella. Tätä vaimennustietoa käytetään vaimennuskorjattujen kuvien uudelleen laskemiseen ja siten lopullisten kuvien muodostamiseen. (FDA 2013; MedicineNet.com; Scribd.)

Tyypillisimmissä tutkimuksissa potilaasta otetaan kymmenestä viiteenkymmeneen poikkileikekuvaa, mikä vastaa röntgenputken pyörähdysten lukumäärää potilaan ympäri tutkimuspöydän liikkua yhtäaikaaisesti. Tällöin saadaan useita eri leikekuvia potilaasta kehon eri osista. Potilaalle voidaan antaa myös tietyissä tutkimuksissa erotuskykyä eli kontrastia parantavaa varjoainetta. (FDA 2013; MedicineNet.com; Scribd.)

Tietokoneen näytölle muodostuneen kuvan erotuskyky perustuu röntgensäteilyn erilaiseen vaimentamiseen eli absorptioon potilaan sisällä. Säteilyn kulkiessa potilaan läpi eri kudokset ja rakenteet vaimentavat eli absorboivat säteilyä eri määriä rakenteiden eri tiheyksien perusteella. Esimerkiksi luu absorboi enemmän säteilyä kuin rasva, koska se on tiheydeltään suurempi. Potilasta ennen säteilyn intensiteetti eli määrä on ollut noin vakio ja potilaan jälkeen säteily on muokkaantunut intensiteettitään. Säteilyn intensiteetin vaihteluiden syinä ovat säteilyn eri vuorovaikutukset kuten valosähköinen absorptio ja compton-sironta. Näiden intensiteettierojen myötä saadaan muodostettua erotuskykyinen kuva. Säteilyn intensiteettien ero eli kudskontrasti täytyy olla riittävä, jotta saadaan erotuskykyinen diagnosoitavissa oleva kuva. Potilaasta läpimennyt säteily on siis muokkaantunut intensiteettitään. Tämä muokkaantunut intensiteetti eli intensiteettijakauma tallennetaan kuvailmaisimella joko kuvalevyllä tai suoradigi-ilmaisimella detektorilla. (Säteilyturvakeskus 2004.)

Tietokonetomografiakuvauslaitteita on erilaisia, jotka jaetaan aksiaali-, spiraali- ja helikaalikuvauksiin. Spiraali- ja helikaalikuvauksessa röntgenputki pyörii samanaikaisesti kuin tutkimuspöytä liikkuu. Aksiaalikuvauslaitteissa tutkimuspöytä ei liiku röntgenputken pyöriessä potilaan ympäri, vaan siinä pöytä siirtyy aina yhden asteen eteenpäin, kun röntgenputki on pyörähtänyt täyden kierroksen. Tällöin kuvatieta kerätään asteittain, kun taas spiraali- ja helikaalikuvauksissa tietoa kerätään jatkuvasti, spiraalimaisesti. Nykyiset TT-laitteet pystyvät kuvaamaan useita kehon osia samanaikaisesti, mikä mahdollistaa laajan alueen kuvaamisen lyhyemmässä ajassa. Tällöin ilmaisimia on sijoitettu detektorikaareen useampaan riviin. (FDA 2013; Säteilyturvakeskus 2004.)

Uudempi TT-laitteen kehitysaskel on elektronisuihku-TT eli EBCT (Electron Beam Computer Tomography). Tässä menetelmässä periaate on sama kuin TT:ssä eli muodostetaan potilaasta poikkileikkauksia. EBCT-skanneri ei kuitenkaan vaadi mitään liikkuvia osia muodostaakseen yksittäisiä kuvia eri kulmista. Tällöin ei ole lainkaan perinteistä röntgenputkea, vaan TT-laitteen rengasmaisessa kuoressa eli gantryssa anodin sijasta onkin 210 asteisen kaaren kattava kohtio. Tähän kohtioon ohjataan magneettikentällä kiihdytetty elektronisuihku. Tämä mahdollistaa nopeamman kuvauksen kuin perinteiset TT-laitteet. (FDA 2013; Säteilyturvakeskus 2004.)

3.3 Positroniemissiotomografia-tietokonetomografia-kuvausmenetelmä

PET-TT-kuvausmenetelmä on positroniemissiotomografian ja tietokonetomografian yhdistelmä, jossa on yhdistetty PET- ja TT – kuvantamismenetelmät. PET-TT-menetelmä sisältää kaksi melkein erillistä laitetta samaan rengasmaiseen kuoreen yhdistettynä; suurin osa elektoriniikasta toimii erikseen, mutta pieni osa myös yhdessä. Kuvaamisessa käytetään puolestaan vain yhtä protokollaa. (Seppänen, Kajander ja Knuuti 2008.)

PET-TT-menetelmä yhdistää sekä toiminnallisen eli aineenvaihdunnallisen että anatomisen eli rakenteellisen tiedon. Tätä kutsutaan myös fuusiokuvantamiseksi, jossa samalla kerralla kerätään molempien menetelmien tuottamat kuvat, jotka yhdistetään eli fuusioidaan päällekkäin automaattisesti. Kuvia voidaan katsella työasemalla kolmesta eri suunnasta, aksiaali-, koronaari- ja sagittaali – suunnista. (Seppänen, Kajander ja Knuuti 2008.)

PET-menetelmällä saadaan toiminnallista tietoa verenkierrosta, hapen käytöstä ja sokeriaineenvaihdunnasta. PET-menetelmä näyttää hyvin syöpäaktiivisen alueen kehossa, mutta ei näytä kehon rakenteita tarkasti, jolloin syövän tarkka sijainti ei kuvaudu. TT-menetelmän avulla saadaan puolestaan kuvattua tämä syövän tarkka sijainti millimetrien tarkkuudella. Täten menetelmät täydentävät hyvin toisiaan. (Radiologyinfo.org.)

TT-menetelmä siis kuvaa anatomista tietoa ihmiskehon sisäisistä rakenteista. PET-TT-tutkimuksessa radiomerkkiainetta ruiskutetaan injektiona laskimoverenkiertoon. Tämä radioaktiivinen aine kertyy tutkittavaan elimeen tai alueeseen, jossa se emittoi pienen määrän energiaa gammasäteilynä. PET-laitte havaitsee tämän energian, jolloin tietokone muodostaa kuvan elinten ja kudosten rakenteesta ja toiminnasta tiedosta elimistössä. (Radiologyinfo.org.)

PET-TT-menetelmä soveltuu hyvin syöpien diagnostiikkaan, koska se paikantaa epänormaalia aineenvaihduntaa elimistössä, jota esiintyy syöpäsoluissa. Kuvauksessa radioaktiivista ainetta kertyy kehon osiin, joissa solut ovat aktiivisempia kuin normaalisti. Tämä mahdollistaa näkemään muutoksia solujen toiminnassa ja missä muutokset sijaitsevat. Syöpäsoluilla on kiihtynyt sokeriaineenvaihdunta, minkä vuoksi menetelmä on käyttökelpoinen. Täten menetelmät yhdessä antavat tarkempaa diagnostista tietoa kuin menetelmät erikseen. (Cancer Research UK 2013; Radiologyinfo.org.)

3.4 Magneettikuvaus

Magneettikuvaus on menetelmä, jossa käytetään voimakkaita magneettikenttiä ja radioaaltoja. Magneettikuvaus perustuu atomien ydinmagneettiseen resonanssiin, jolloin käytetään ihmisessä olevien molekyylien ja atomien luontaisia magneettikenttiä. Ihmisessä yleisin molekyyli on vesi ja yleisin atomi on vety. Vesi koostuu yhdestä happi- ja kahdesta vetyatomista. Kun vetyatomin ydin pyörii, aiheutuu pieni magneettikenttä. Ihmisen olleessa ulkoisessa magneettikentässä, magneettikuvauslaitteessa, vetyatomien ytimien magneettikentät asettuvat ulkoisen magneettikentän suuntaiseksi. Ulkoisilla radioaalloilla voidaan muuttaa tätä suuntausta. Tämä aiheuttaa virityksen, jonka loppumisen jälkeen ylimääräinen energia palautuu takaisin radioaaltoina. Lopulta tietokone rakentaa magneettikuvat näiden heikkojen radiosignaalien paikkojen ja ominaisuuksien mittauksesta. (Mustajoki ja Kaukua 2008.)

Magneettikuvaus tuottaa yksityiskohtaisia poikkileikkauskuvia elimistä, pehmytkudoksista, luista ja lähes kaikista kehon sisäisistä rakenteista. Koska MRI-laitteen havaitsema signaali vaihtelee tietyn keho alueen kudoksen vesipitoisuuden ja paikallisten magneettiominaisuuksien mukaisesti, voidaan eri kudokset tai aineet erottaa toisistaan kuvanmuodostuksessa. Magneettikuvauksessa ei siis käytetä ionisoivaa säteilyä, vaan kuva muodostuu kudoksista tulevista erilaisista signaaleista ja niiden voimakkuuksista. (FDA 2013; Radiologyinfo.org.)

Magneettikuvauksessa potilas on rengasmaisessa putkessa, ja laitteessa on vahva ja tasainen magneettikenttä potilaan ympärillä. Kuvauslaitteessa on erillinen tila magneetille, magneettisuoja sekä ulkoisille radioaalloille oma suoja. Radioaallot lähetetään ja vastaanotetaan lähettimellä ja vastaanotimella. Näitä tuotettuja signaaleja käytetään tuottamaan digitaalisia kuvia halutusta kohteesta. Magneettikuvauksella saadaan sekä vaaka- että pystyleikkeitä, ja kuvauksella voidaan nähdä rakenteita, joita perinteisellä röntgenkuvauksella ei voida nähdä. MRI:llä voidaan saada esimerkiksi yksityiskohtaisia kuvia nivelsiteistä ja rustoista, jotka eivät ole nähtävänä muilla tutkimusmenetelmillä. Tutkimuksessa voidaan käyttää myös kontrastiainetta käden tai käsivarren laskimoon. Tällöin nähdään sisäisiä rakenteita tai poikkeavuuksia paremmin. (FDA 2013; Mustajoki ja Kaukua 2008; Radiologyinfo.org)

Magneettikuvaus tarjoaa korkean resoluution ja pehmytkudoskontrastin. Näiden yhdistelmä mahdollistaa muun muassa kasvainten kasvun, aivojen surkastumisen, sydämen seinämän liikkeiden poikkeavuuksien ja monien muiden sairauksien toimintojen visualisoimisen magneettikuvauksella. Toi-

minnalisella magneettikuvauksella voidaan mitata puolestaan tärkeitä fysiologisia kudoksien ominaisuuksia kuten diffuusiota, kudosten läpäisevyyttä sekä hermosolujen aktivoimisen jälkeisiä muutoksia veren hapetuksessa. Kontrastia voidaan edelleen parantaa gadolinium- tai rautaoksidi nanohiukkas-varjoaineella. (Catana, Procissi, Wu, Judenhofer, Qi, Pichler, Jacobs ja Cherry 2008.)

3.5 Positroniemissiotomografia-magneetti -kuvafuusio

PET-MRI-kuvafuusio tarkoittaa erikseen otettujen PET- ja MRI – kuvien ohjelmallista fuusiota eli yhdistämistä jälkikäteen. PET-TT-kuvantamismenetelmä tarkoitti puolestaan yhdistelmälaitetta, jossa PET- ja TT -kuvat saatiin samalla kertaa ja ne fuusioitiin yhteen automaattisesti. PET-MRI -kuvafuusiossa kuvien ottamisessa käytetään PET- ja MRI – menetelmiä erikseen. Kahden eri menetelmän kuvat yhdistetään eli fuusoidaan päällekkäin jälkikäteen fuusio-ohjelman avulla. Kuvat voidaan yhdistää joko automaatti- tai manuaaliohjelmalla etenkin kuin kohde on kiinteä. Tarkat kuvafuusiota on mahdollista saada, koska kuvamuodot ovat standardisoituja sekä laitteet on kytketty verkkoon. Kuvafuusiossa kuvat haetaan digitaalisen kuvien arkistosta, PACSista, jotka yhdistetään tietokoneohjelman avulla. kuvien fuusioiminen jälkikäteen ei ole niin tarkkaa kuin laitefuusiolla tehtävät automaattiset kuvafuusiota. Lisäksi ongelmana erikseen otetuissa kuvissa on mahdollinen kuvien aikaero, jolloin tauti on voinut muuttua tai potilaan asento on ollut erilainen. (Sippo-Tujunen 2007.)

PET-MRI-kuvafuusioiden avulla saadaan yhdistettyä PET:n toiminnallinen tieto ja MRI:n rakenteellinen ja toiminnallinen tieto. PET-menetelmä tarjoaa toiminnallista tietoa ja MRI-menetelmä puolestaan tarkkaa anatomista tietoa toiminnallisen tiedon lisäksi. Magneettikuvauksella saadaan korkea pehmytkudoskontrasti sekä tietoa liikkuvista rakenteista kuten sydämestä ja muista toiminnallisista tiedoista (diffuusio, veren virtaus, spektroskopia). PET-MRI-kuvafuusioilla saavutetaan erittäin tarkka anatominen erotuskyky sekä tarkka toiminnallinen tieto solujen aineenvaihdunnasta. Lisäksi, koska MRI tarjoaa myös toiminnallista tietoa esimerkiksi veren hapetuksesta, PET-MRI-menetelmä antaa toiminnallista tietoa fysiologisista prosesseista. PET-MRI antaa myös tietoa dynaamisen PET:n ja toiminnallisen MRI:n perfuusioista, diffuusioista ja metaboliasta. Perfuusio on kudoksen mikroverenkiertoa, jolloin mitataan kapillaaritason verenkiertoa. Diffuusio on vesimolekyylien siirtymistä puoliläpäisevän solukalvon läpi. Metaboliat on puolestaan solun aineenvaihduntaa. (Giammarile ja Scheiber 2012; Tatlisumak, Soenne, Huttunen, Launes, Karonen, Aronen, Sivenius, Hernesniemi ja Kaste 2000)

4 DIAGNOSTISTEN TESTIEN TUNNUSLUVUT

Potilaan hoitamisessa ensimmäinen vaihe on syöpäsairauden diagnosoiminen. Diagnoosi alkaa oireiden ja löydösten kartoituksella. Seuraavaksi listataan kaikki erotusdiagnostiset ja todennäköiset taudit. Erotusdiagnoosin jälkeen käytetään tarkentavia diagnostisia testejä taudin määrittämisessä. Diagnostiset testit ja tutkimukset ovat epävarmoja, koska usein diagnoosi ei ole täysin varma. Tämä selittyy diagnostisten testien ja tutkimusten antamasta arviosta jonkun taudin todennäköisyyteen. Käytettävät tutkimusmenetelmät valitaan sen perusteella, kuinka paljon saatu tutkimustulos vaikuttaa

potilaan todennäköiseen diagnoosiin. Tutkimustulokset saadaan puolestaan tutkimuksen mittareiden eli tunnuslukujen avulla. (Uhari 2004.)

Tunnusluvut, joita käytettiin tutkimuksessa, ovat sensitiivisyys (herkkyys), spesifisyys (tarkkuus), positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo. Sensitiivisyys tarkoittaa herkkyyttä eli kykyä havaita sairaus, pahanlaatuinen muutos, kaikilta tautia sairastavilta. Spesifisyys tarkoittaa puolestaan tarkkuutta eli kykyä havaita, löytää terveet henkilöt kaikista terveistä tutkittavista. Sensitiivisyys kertoo siis kuinka hyvin tunnistetaan sairaat ja vastaavasti spesifisyys kertoo kuinka hyvin tunnistetaan terveet. (Autti-Rämö 2008; Uhari 2004.) Menetelmän diagnostinen tarkkuus tarkoittaa puolestaan kuinka oikein menetelmä luokittelee testipotilaat kahteen ryhmään (sairaat ja terveet). Tarkkuus ilmaisee oikein luokiteltujen osuus (oikeat positiiviset ja oikeat negatiiviset testitulokset) kaikista testipotilaista. Tarkkuus kuvaa siis menetelmän testitulosten paikkansapitävyyttä ja siten kuvantamismenetelmän tai kuvafuusion luotettavuutta. (Simundic'.)

Positiivisen tuloksen ennustearvo tarkoittaa todennäköisyyttä sille, että positiivisen testituloksen saavalla henkilöllä on tutkittu sairaus. Mitä suurempi ennustearvo on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä sairaus on positiivisen testituloksen saavalla henkilöllä. Negatiivisen tuloksen ennustearvo tarkoittaa puolestaan todennäköisyyttä sille, että negatiivisen testituloksen saavalla henkilöllä ei ole sairautta. Eli mitä suurempi ennustearvo on, sitä todennäköisemmin sairautta ei ole negatiivisen testituloksen saavalla henkilöllä. (Autti-Rämö 2008; Medix Biochemica; Uhari 2004.)

Testitulosten luotettavuuteen vaikuttavat tunnusluvut lasketaan matemaattisella kaavalla ja tulokset ilmaistaan prosentteina. Laskukaavassa tekijöinä käytetään tutkimuksella saatuja oikeita ja vääriä negatiivisia sekä vääriä ja oikeita positiivisia. Oikea positiivinen tarkoittaa, että menetelmä havaitsee taudin ja väärä positiivinen, että menetelmä tunnistaa virheellisesti sairaaksi. Väärä negatiivinen tarkoittaa, että menetelmä ei tunnistanut sairasta henkilöä ja oikea negatiivinen, että menetelmä tunnistaa oikein terveeksi. Positiivisen tuloksen ennustearvo lasketaan oikeiden positiivisten ja väärin positiivisten lukumäärästä. Negatiivisen tuloksen ennustearvo lasketaan puolestaan oikeiden negatiivisten ja väärin negatiivisten lukumäärästä. Testin sensitiivisyys lasketaan oikeiden positiivisten ja väärin negatiivisten joukosta ja spesifisyys puolestaan oikeiden negatiivisten ja väärin positiivisten joukosta.

Näiden tunnuslukujen arvoihin sisältyy mahdollisuus virheellisiin tutkimustuloksiin, koska menetelmä voi tunnistaa terveen sairaaksi ja sairaan terveeksi, jolloin laskuihin tulee vääriä positiivisia ja vääriä negatiivisia. Kun nämä havaitut terveet ja sairaat lasketaan yhteen matemaattisella kaavalla, saadaan tunnusluvuista prosentuaalisia lukuja. Näiden lukujen avulla voidaan arvioida kuvantamismenetelmän tai kuvafuusion tarkkuutta tunnistaa koehenkilöt oikein sairaiksi ja terveiksi. Nämä tunnusluvut ilmaisevat siis laitteen diagnostista tarkkuutta ja siten laitteen luotettavuutta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. (Autti-Rämö 2008; Labquality; Uhari 2004; Simundic'.)

Tarkoituksenani oli perehtyä tunnuslukujen prosentuaalisiin arvoihin ja arvioida niiden perusteella PET-TT-kvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion luotettavuutta. Mitä suurempi on tunnus-

luvun tai tarkkuuden prosentuaalinen arvo (0-100 %) sitä luotettavammin menetelmä tunnistaa sairaut ja terveet, ja siten se on tarkempi syöpäsairauksien diagnostiikassa. Näitä tunnuslukuja ja tarkkuuksia vertailtiin PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion välillä.

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli etsiä tutkimusartikkeleista PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion mittareita eli tunnuslukuja, joiden pohjalta voidaan arvioida PET-TT-menetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Diagnostinen tarkkuus antaa vastauksen kysymykseen, kuinka hyvin tämä menetelmä ja kuvafuusio erottavat toisistaan tutkimuksen kaksi testiryhmää. Tässä tutkimuksessa testiryhmänä ovat sairaut ja verrokkiryhmänä terveet. Tämä erotuskyky voidaan määrittellä diagnostisen testin mittareilla, joita ovat sensitiivisyys (herkkyys), spesifisyys (tarkkuus), positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo. Eri tunnusluvut mittaavat menetelmän ja kuvafuusion tarkkuutta eri näkökulmista. Sensitiivisyys ja spesifisyys määrittävät menetelmän ja kuvafuusion ominaisuuksia. Positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo määrittävät puolestaan menetelmän ja kuvafuusion ennustuskykyä. Näiden tunnuslukujen käyttö on hyödyllisintä silloin, kun halutaan ennustaa sairauden mahdollisuutta henkilöllä. (Simundic’.)

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa Tutkimusten tulokset ja johtopäätökset- taulukko PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostisesta tarkkuudesta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Taulukko toimii tutkimustietoon pohjautuvana opetusmateriaalina röntgenhoitajakoulutuksessa Savonia-ammattikorkeakoulun Terveysala Kuopion yksikön radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmassa.

Tutkimuskysymykset kertovat tutkimuksen tarkoituksesta, jotka ovat usein kysymysmuodossa. Tutkimuskysymykset etsivät vastausta tutkittavaan ilmiöön, jotka voivat olla aluksi laajoja, ja tarkentua tutkimuksen aikana. (Kylmä ja Juvakka 2007.) Tutkimukseen valittiin kymmenen tutkimuskysymystä, jotka ohjasivat tutkimuksen etenemistä, ja joiden pohjalta käytetty lähdeaineisto etsittiin ja valittiin.

Tutkimuskysymykset:

1. Millainen herkkyys PET-TT-kuvantamismenetelmällä on?
2. Millainen spesifisyys PET-TT-kuvantamismenetelmällä on?
3. Millainen positiivisen tuloksen ennustearvo PET-TT-kuvantamismenetelmällä on?
4. Millainen negatiivisen tuloksen ennustearvo PET-TT-kuvantamismenetelmällä on?
5. Millainen tarkkuus PET-TT-kuvantamismenetelmällä on?
6. Millainen herkkyys PET-MRI-kuvafuusiolla on?
7. Millainen spesifisyys PET-MRI-kuvafuusiolla on?
8. Millainen positiivisen tuloksen ennustearvo PET-MRI-kuvafuusiolla on?
9. Millainen negatiivisen tuloksen ennustearvo PET-MRI-kuvafuusiolla on?
10. Millainen tarkkuus PET-MRI-kuvafuusiolla on?

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

6.1 Menetelmä ja aineiston keruu

Tutkimus oli toiminnallinen opinnäytetyö eli kehittämistyö, jonka tavoitteena oli käytännön toiminnan kehittäminen. Kehittämistyön toteutus määräytyy kohderyhmän mukaan, joka voi olla esimerkiksi kirja tai opas. Kehittämistyöhön kuuluu sekä toiminnallinen osuus eli produkti että opinnäytetyöprosessin kirjallinen dokumentointi, jonka tuotos on opinnäytetyöraportti. Toiminnallisen opinnäytetyöraportin tulee sisältää teoreettinen viitekehys, koska tuotos pohjautuu ammattiteoriaan ja sen tuntemukseen. Täten kehittämistyön tekijällä tulee olla tutkiva ja kehittävä suhde työhön. Tutkiva suhtautuminen työhön näkyy harkittuina valintoina ja ratkaisujen perusteluina kehittämistehtävää tehtäessä ja teoriaa lähestyttäessä. Lisäksi tutkivaan otteeseen liittyy oman tekemisen pohdinta ja kriittinen ajattelu. Teoreettinen viitekehys rakentaa työn tietoperustan, joten teoreettinen lähestymistapa ohjaa työn suuntaa. (Lumme, Leinonen, Leino, Falenius ja Sundqvist 2006.)

Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta, jonka tavoitteena on koota yhteen tutkimusta kohden olleellinen olemassa oleva tieto. Kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi analyyttisesti tietyn aihepiirin tutkimuksia, jolloin kirjoittaja arvioi, kommentoi ja luokittelee aiempaa tietoa liittämällä sitä omaan tutkimukseensa. Kirjallisuuskatsauksen avulla saadaan tietoa ja ymmärrystä tutkitavasta ilmiöstä. Kirjallisuuskatsauksessa selvitetään aineiston käsitteitä, menetelmiä ja tuloksia, joita eritellään ja pohditaan opinnäytetyöraportissa. Tällöin kirjoittaja yhdistää tutkimukseensa sekä kirjallisuuskatsauksen tuloksia että omia päätelmiä ja ajatuksia. Kirjallisuuskatsauksessa tehdään tiedonhakua erilaisista kotimaisista ja kansainvälisistä tietokannoista. (Jyväskylän yliopisto; Kylmä ja Juvakka 2007; Mäkelä, Varonen ja Teperi 1996–1999.)

Tutkimuksen kirjallisuuden etsimisessä käytettiin kirjallisuushakua, joka aloitettiin lääketieteellisistä tietokannoista. Aineistoa kerättiin kansainvälisistä CINAL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature)-, Medline- ja EBSCO (Academic Search Elite) – tietokannoista. Medline-tietokantaa käytettiin PubMed-käyttöliittymän kautta. Työhön aineistoa kerättiin tutkimuskysymyksiä ja poissulkukriteerejä apuna käyttäen.

EBSCO-tietokannassa käytettiin hakusanana PET/MRI AND cancer, joka tuotti 48 hakutulosta, joista valittiin yksi artikkeli. Kun hakusanaksi vaihdettiin MR/PET AND cancer, hakutuloksia tuli 11, joista valittiin myös yksi artikkeli. PubMed-käyttöliittymässä hakusanana käytettiin (PET/MRI) AND cancer, jolloin hakutuloksia kertyi 83, joista valittiin 8 artikkelia. CINAL-tietokannassa käytettiin hakusanana PET/MRI AND cancer, mikä tuotti 4 hakutulosta, joista valittiin yksi artikkeli. Kirjallisuushaun tulokset on esitetty taulukossa 1. Taulukon sarakkeissa on käytetyt tietokannat, hakusanat, hakutulokset ja valitut aineistot. (TAULUKKO 1.)

TAULUKKO 1. Taulukko kirjallisuushausta.

Tietokanta	Hakusana	Hakutulokset	Valitut aineistot
EBSCO	PET/MRI AND cancer	48	1
	MR/PET AND cancer	11	1
Medline (PubMed)	(PET/MRI) AND cancer	83	8
CINAL	PET/MRI AND cancer	4	1

Tutkimuksen rajaamiseksi valittiin vain koko- ja englanninkielisiä tekstejä, jotka olivat sekä määrällisiä tutkimuksia että meta-analyysyjä eli referaatteja aikaisemmista tutkimuksista. Sisäänottokriteerit määriteltiin niin, että artikkelien tuli käsitellä PET-MRI-kuvantamismenetelmän tai -kuvafuusion ja PET-TT-kuvantamismenetelmän tunnuslukuja: sensitiivisyys, spesifisyys, positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo sekä tarkkuus eri syöpäsairauksien diagnostiikassa. Poissulkukriteerit määriteltiin niin, että tutkimuksesta rajattiin pois ne tutkimukset, joissa ei käsitelty PET-MRI-kuvafuusion tai -kuvantamismenetelmän ja PET-TT-kuvantamismenetelmän diagnostista tarkkuutta syöpäsairauksia tutkittaessa. Ne artikkelit, jotka eivät eritelleet PET-MRI-kuvafuusion tai -kuvantamismenetelmän ja PET-TT-menetelmien vertailutietoa tai eivät olleet kokotekstejä, jätettiin tutkimuksesta pois. Lisäksi hakusanoiksi valittiin PET/MRI AND cancer, MR/PET AND cancer ja (PET/MRI) AND cancer.

6.2 Aineiston analyysi ja kuvaus

Aineiston analyysissä käytettiin deduktiivista- eli teoriajohtoista sisällönerittelyä, koska kirjallisuuskatsaus kuuluu teoreettisen tutkimuksen piiriin (Jyväskylän yliopisto; Silius 2005; Kylmä ja Juvakka 2007; Mäkelä, Varonen ja Teperi 1996–1999). Lisäksi teoriajohtoisessa analyysissä käsitteistö on valmiina ja ilmiö on tunnettu (Silius 2005). Analyysissä tutkimuskysymykset ohjasivat erittelyn etenemistä. Tutkimusaineisto saatiin järjestettyä johtopäätöksiä varten erilliseen Tutkimusten tulokset ja johtopäätökset taulukkoon (liite 1).

Tutkimusaineisto koostui 11:sta eri artikkelista, jotka olivat sekä määrällisiä tutkimuksia että meta-analyysyjä. Tutkimukset oli tehty pääosin Japanissa, mutta myös Saksassa ja yksi Sveitsissä. Ensimmäisen tutkimuksen "The usefulness of 18F-FDG PET/MRI fusion image in diagnosing pancreatic tumor: comparison with 18F-FDG PET/CT" tavoitteena oli osoittaa 18F-FDG PET-MRI-kuvafuusion käyttökelpoisuus haimakasvainten diagnostiikassa, erityisesti pahanlaatuisen kasvaimen erottamisessa hyvänlaatuisesta. Lisäksi tarkoituksena oli arvioida tyypillisiä haiman muutoksia fuusiokuvista. Tutkimuksessa oli 119 potilasta, joilta löydettiin 96 syöpäkasvainta ja 23 hyvänlaatuista muutosta. Näitä muutoksia vertailtiin PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-menetelmän kesken (Nagamachi, Nishii, Wakamatsu, Mizutani, Kiyohara, Fujita, Futami, Sakae, Furukoji, Tamura, Arita, Chijiwa ja Kawai 2013.)

Toisen tutkimuksen "Value of fusion of PET and MRI for staging of endometrial cancer: comparison with ^{18}F -FDG contrast-enhanced PET/CT and dynamic contrast-enhanced pelvic MRI" tarkoituksena oli tutkia ^{18}F -FDG-PET-MRI-kuvafuusioiden diagnostista arvoa kohdun limakalvon syövän paikallisen levinneisyyden (T-vaihe) ja etäpesäkkeiden levinneisyydestä imusolmukkeisiin (N-vaihe) arvioimisessa. Tutkimukseen valittiin 30 potilasta, joilla oli todettu biopsianäytteellä kohdun limakalvon syöpä. Heille tehtiin ennen leikkausta varjoainetehosteinen PET-TT, lantion dynaaminen kontrasti-MRI ja PET-MRI-kuvafuusioidet. Tulosten arvioimisessa käytettiin tilastollista analyysiä. (Kitajima, Suenaga, Ueno, Kanda, Maeda, Takahashi, Ebina, Miyahara, Yamada ja Sugimura 2013.)

Kolmannen tutkimuksen "Value of retrospective image fusion of ^{18}F -FDG PET and MRI for preoperative staging of head and neck cancer: comparison with PET/CT and contrast-enhanced neck MRI" tarkoituksena oli arvioida ^{18}F -FDG-PET-MRI-kuvafuusion kliinistä arvoa kaulan syövän paikallisen levinneisyyden (T-luokka) ja syövän levinneisyydestä alueellisiin imusolmukkeisiin (N-luokka) määrittelyssä. Tutkimukseen valittiin 30 potilasta, joilla oli syöpä joko suuontelossa tai hypopharynxissa, ja joille tehtiin PET-TT ja varjoainetehosteinen kaulan MRI. Jälkikäteen tehtiin PET-MRI-kuvafuusio. (Kanda, Kitajima, Suenaga, Konishi, Sasaki, Morimoto, Saito, Otsuk, Nibu ja Sugimura 2013.)

Neljännän tutkimuksen "Initial clinical result of simultaneous ^{18}F -FDG PET-MRI in comparison to ^{18}F -FDG PET-CT in patients with head and neck cancer" tavoitteena oli vertailla ^{18}F -FDG-PET-MRI- ja ^{18}F -FDG PET-TT – menetelmien diagnostista tarkkuutta pään ja kaulan alueen syöpää tutkittaessa. Tutkimukseen valittiin 17 potilasta, joille tehtiin sekä ^{18}F -FDG-PET-MRI – että ^{18}F -FDG PET-TT – tutkimus. Tutkimukset arvioitiin toisistaan riippumattomasti kahdella eri lukijaryhmällä. (Kubiessa, Purz, Gawlitza, Kühn, Fuchs, Steinhoff, Boehm, Sabri, Kluge, Kahn ja Stumpp 2013.)

Viidennen tutkimuksen "Value of fusion of PET and MRI in the detection of intra-pelvic recurrence of gynecological tumor: comparison with ^{18}F -FDG contrast-enhanced PET/CT and pelvic MRI" tarkoituksena oli arvioida ^{18}F -FDG-PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta havaita gynekologisen kasvaimen lantion sisäistä uusiutumista. Lisäksi tarkoituksena oli verrata PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta varjoainetehosteisen ^{18}F -FDG-PET-TT (PET/ceTT)- ja varjoainetehostamattoman ^{18}F -FDG-PET-TT (PET/ldTT) – menetelmän kesken. Tutkimukseen valittiin 30 potilasta (keski-ikä 61.3 vuotta; ikä väliltä 38–83 vuotta), joilla epäiltiin uusiutuneen pahanlaatuinen gynekologinen muutos. Heitä oli juuri hoidettu. Tutkittavilta oli löydetty 15 kpl kohdunkaulan syöpiä, 9 kpl munasarjasyöpiä ja 6 kpl kohdun limakalvon syöpiä. Tutkittaville tehtiin sekä varjoainetehosteinen PET-TT että lantion varjoainetehosteinen MRI. Lisäksi tutkittaville tehtiin PET-MRI-kuvafuusio. Tuloksia arvioi kaksi lukijaa. Tulosten analysoinnissa käytettiin tilastollista analyysiä. (Kitajima, Suenaga, Ueno, Kanda, Maeda, Makinohara, Ebina, Yamada, Takahashi ja Sugimura 2013.)

Kuudennen tutkimuksen "Evaluation of the potential of PET-MRI fusion for detection of liver metastases in patients with neuroendocrine tumors" tarkoituksena oli arvioida PET-MRI-fuusio kuvien kykyä havaita neuroendokriinisten kasvaimien etäpesäkkeitä maksassa. ^{68}Ga -DOTA(0)-Phe(1)-Tyr(3)-octreotide (^{68}Ga -DOTATOC) PET- ja ^{67}Ga -EOB-DTPA MRI – kuvat fuusioitiin jälkikäteen. Tutkimukseen valittiin 22 potilasta (keski-ikä 54.8, väliltä 34–73 vuotta, 9 naista ja 13 miestä), joilla oli mak-

san etäpesäkkeitä. Tutkittavilta löydettiin primäärikasvaimia haimasta 10 kpl, sykkyräsuolesta 5 kpl, vatsalaukusta 2 kpl, pohjukaissuolesta 2 kpl, peräaukosta 1kpl, keuhkoista 1 kpl ja tunnistamattomasta kohteesta 1 kpl. (Schreiter, Nogami, Steffen, Pape, Hamm, Brenner ja Röttgen 2012.)

Seitsemännen tutkimuksen ”Diagnostic accuracy of ultrasound, 18F-FDG-PET/CT, and fused 18F-FDG-PET-MR images with DWI for the detection of cervical lymph node metastases of HNSCC” tarkoituksena oli vertailla 18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusion, 18F-FDG-PET-MRI-DWI-kuvafuusion, 18F-FDG-PET-TT-menetelmän ja ultraäänen kykyä havaita pään ja kaulan alueen levyepiteelikarsinoomasta peräisin olevia imusolmukkeiden etäpesäkkeitä. Tutkimukseen valittiin 18 potilasta, joista 14:sta epäiltiin olevan suuontelon pahanlaatuisia muutoksia, ja 4:llä oli todettu suuontelon syöpä. Suuontelon syöpää sairastavien lähi-imusolmukkeet tutkittiin levinneisyyden epäilyn vuoksi ennen kasvaimen osapoistoa ja kaulan imusolmukkeiden poistoa. Henkilöistä seitsemän oli naisia, 11 miestä ja ikä oli 65 ± 10 vuotta. Kaikkien 18 potilaan levyepiteelikarsinooma varmistettiin histopatologisella analyysillä. (Heusch, Sproll, Buchbender, Rieser, Terjung, Antke, Boeck, Macht, Scherer, Antoch, Heusner ja Handschel 2013.)

Kahdeksannen tutkimuksen ”18F-FDG PET-MRI fusion in characterizing pancreatic tumors: comparison to PET/CT” tarkoituksena oli vertailla PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-menetelmän diagnostista tarkkuutta pahanlaatuisien muutoksien havaitsemisessa. Tavoitteena oli osoittaa, että PET-MRI-fuusiolla on mahdollista luokitella haimatumoreita. Tutkimukseen valittiin 47 potilasta, joilla epäiltiin olevan tai oli todettu haimasyöpä. Tutkimukseen osallistuneista 28 oli miehiä ja 19 naisia, ja ikäkauma oli 32–90 vuotta ja keski-ikä 68 vuotta. (Tatsumi, Isohashi, Onishi, Hori, Kim, Higuchi, Inoue, Shimosegawa, Takeda ja Hatazawa 2011.)

Yhdeksännen tutkimuksen ”Value of Retrospective Fusion of PET and MR Images in Detection of Hepatic Metastases: Comparison with 18F-FDG PET/CT and Gd-EOB-DTPA-Enhanced MRI” tarkoituksena oli verrata tarkkuuksia maksan muutoksien havaitsemisessa ja diagnostista luotettavuutta menetelmien, 18F-FDG-PET-TT, varjoainetehosteinen Gd-EOB-DTPA-MRI ja PET-MRI-fuusio, kesken. Tutkimukseen valittiin yhteensä 47 potilasta, joilla oli maksan etäpesäkkeitä eli metastaaseja. Tutkimus suoritettiin kolmen eri alaryhmän avulla. Ensimmäisessä ryhmässä tutkittiin kaikki metastaasit, toisessa ryhmässä metastaasit, jotka olivat pienempiä tai yhtä suuria kuin 1 cm ja kolmannessa ryhmässä metastaasit, jotka olivat suurempia kuin 1 cm. (Donati, Hany, Reiner, Schulthess, Marincek, Seifert ja Weishaupt 2010.)

Kymmenennen tutkimuksen ”Assessment of the extent of metastases of gastrointestinal carcinoid tumors using whole-body PET, CT, MRI, PET/CT and PET-MRI” tarkoituksena oli arvioida kokokehon positroniemissiotomografia (PET) -, tietokonetomografia (TT)-, magneettikuvaus (MRI)- ja PET-TT-menetelmien ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta ruoansulatuskanavan karsinooman etäpesäkkeiden havaitsemisessa. Tutkimuksessa oli kuusi potilasta, joilla oli laajalti ei-leikattavia ruoansulatuskanavan karsinoomista peräisin olevia etäpesäkkeitä. Potilaat tutkittiin sekä PET-TT:llä että kokokehon MRI:llä. Jälkikäteen tehtiin PET-MRI-kuvafuusio. (Seemann, Meisetschlaeger, Gaa ja Rummeny 2006.)

Yhdennentoista tutkimuksen "Additional value of MR/PET fusion compared with PET/CT in the detection of lymph node metastases in cervical cancer patients" tarkoituksena oli arvioida PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta kohdunkaulan syövän etäpesäkkeiden havaitsemisessa. Tutkimuksessa käytettiin 79:sää potilasta, joilla oli kohdunkaulan syöpä. Potilaat kuvattiin sekä PET-TT:llä että MRI:llä. Jälkikäteen tehtiin PET-MRI-kuvafuusio. (Kim, Choi, Park, Lee, Seo, Yoo, Jung, Kang ja Cho 2009.)

6.3 Tulokset

Kaikki haimamuutokset. Kaikkia haimamuutoksia tutkittaessa 18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 99,0 %, spesifisyys 82,6 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 96,9 %, negatiivisen tuloksen ennustearvo 95,2 % ja tarkkuus 96,6 %. FDG-PET-TT-menettelyn sensitiivisyys oli puolestaan 96,9 %, spesifisyys 43,5 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 87,7 %, negatiivisen tuloksen ennustearvo 76,9 % ja tarkkuus 86,6 %. (Nagamachi, Nishii, Wakamatsu ym. 2013.)

Pahanlaatuiset haimakasvaimet. Pahanlaatuisia (88) haimakasvaimia tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys, spesifisyys, positiivisen tuloksen ennustearvo, negatiivisen tuloksen ennustearvo ja tarkkuus olivat 98,7 %, 92,9 %, 98,7 %, 92,9 % ja 97,7 %. Kun taas PET-TT-menettelmällä olivat vastaavasti 97,4 %, 21,4 %, 86,7 %, 60 % ja 85,2 %. (Nagamachi, Nishii, Wakamatsu ym. 2013.)

Hyvänlaatuiset haimakasvaimet. Hyvänlaatuisia (31) haimakasvaimia tutkittaessa puolestaan PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys, spesifisyys, positiivisen tuloksen ennustearvo, negatiivisen tuloksen ennustearvo ja tarkkuus olivat 100 %, 77,8 %, 91,7 %, 100 % ja 93,5 %. PET-TT-menettelmällä tulokset olivat vastaavasti 95,5 %, 77,8 %, 91,3 %, 87,5 % ja 90,3 %. (Nagamachi, Nishii, Wakamatsu ym. 2013.)

Kohdun limakalvon syövän primääriskasvaimet. Kohdun limakalvon syövän primääriskasvaimia tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 96,7 % ja PET-TT-menettelyn vastaavasti 93,3 %. **Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeet.** Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeitä tutkittaessa molemmilla PET-MRI-kuvafuusiolla ja PET-TT-menettelmällä oli sensitiivisyys 100 %, spesifisyys 96,3 % ja tarkkuus 96,7 %. **Primäärityumorin syöpäasteen luokittelu.** Primäärityumorin syöpäasteen luokittelussa PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus oli 80 % ja PET-TT-menettelyn vastaavasti 60 %. (Kitajima, Suenaga, Ueno, Kanda, Maeda, Takahashi, Ebina, Miyahara, Yamada ja Sugimura 2013.)

Pään ja kaulan alueen syövän primäärityumorin paikallisen levinneisyyden, T-luokan, määrittely. Pään ja kaulan alueen syövän primäärityumorin paikallisen levinneisyyden, T-luokan, määrittelyssä PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus oli 87 % ja PET-TT-menettelyn vastaavasti 67 %. **Primäärityumorin levinneisyydestä imusolmukkeisiin, N-luokan, määrittely.** Primäärityumorin levinneisyydestä imusolmukkeisiin, N-luokan, määrittelyssä menetelmien tarkkuudet olivat

amat 77 %. **Imusolmukkeiden levinneisyyden havaitseminen.** Imusolmukkeisiin levinneisyyden havaitsemisessa menetelmien tulokset ylsivät myös samoihin arvioihin, jolloin sensitiivisyys oli 77 %, spesifisyys 96 % ja tarkkuus 93 %. (Kanda , Kitajima, Suenaga ym. 2013.)

Pään ja kaulan alueen syövän pahanlaatuisien kasvaimet. Pään ja kaulan alueen syövän pahanlaatuisien kasvaimien havaitsemisessa PET-MRI-menetelmän sensitiivisyys on 80.5 %, spesifisyys 88.2 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 75.6 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 92.5 %. PET-TT-menetelmällä olivat vastaavasti sensitiivisyys 82.7 %, spesifisyys 87.3 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 73.2 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 92.4 %. (Kubiessa, Purz,Gawlitza, Kühn ym. 2013.)

Gynekologisien kasvaimien lantion sisäisen paikallisen uusiutumisen havaitseminen. Gynekologisien kasvaimien lantion sisäisen paikallisen uusiutumisen havaitsemista tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 87.5 %, spesifisyys 100 % ja tarkkuus 93.3 %. Varjoainetehosteinen PET-ceTT- ja varjoainetehostamaton PET-IdTT – menetelmillä oli puolestaan sensitiivisyys 62.5/ 50 %, spesifisyys 100/ 100 % ja tarkkuus 80/ 73.3 %. **Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitseminen.** Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitsemista tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 87.5 %, spesifisyys 100 % ja tarkkuus 96.7 %. PET-ceTT- ja PET-IdTT – menetelmillä oli puolestaan sensitiivisyys 87.5/ 87.5 %, spesifisyys 100/ 95.5 % tarkkuus 96.7/ 93.3 %. (Kitajima, Suenaga, Ueno, Kanda, Maeda, Makihara, Ebina, Yamada, Takahashi ja Sugimura 2013.)

Lantion luiden etäpesäkkeiden havaitseminen. Lantion luiden etäpesäkkeiden havaitsemisessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 100 %, spesifisyys 100 % ja tarkkuus 100 %. PET-ceTT- ja PET-IdTT – menetelmien tulokset olivat samat, jolloin sensitiivisyys oli 66.7 %, spesifisyys 100 % ja tarkkuus 96.7 %. **Vatsakalvon etäpesäkkeiden havaitseminen.** Vatsakalvon etäpesäkkeiden havaitsemisessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 80 %, spesifisyys 100 % ja tarkkuus 96.7 %. PET-ceTT- ja PET-IdTT – menetelmillä oli puolestaan sensitiivisyys 80/ 60 %, spesifisyys 100/ 96 % ja tarkkuus 96.7/ 90 %. (Kitajima, Suenaga, Ueno ym. 2013.)

Kaikki hyvän- ja pahanlaatuiset maksamuutokset. Kaikkia hyvän- ja pahanlaatuisia maksan muutoksia tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusiolla sensitiivisyys oli 91,2 %, spesifisyys 95,6 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 97,4 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 87,2 %. PET-TT-menetelmällä oli puolestaan sensitiivisyys 73,5 %, spesifisyys 88,2 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 93,4 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 69,4 %. Muutoksien analyysissä, joissa muutokset olivat \leq 1 cm, PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 81.2 %, spesifisyys 89.5 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 96 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 67.9 %. PET-TT-menetelmällä oli puolestaan sensitiivisyys 47.9 %, spesifisyys 94.7 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 98 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 43.2 %. Muutoksien analyysissä, joissa muutokset olivat $>$ 1 cm, PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli 98.5 %, spesifisyys 90.9 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 98.5 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 91.7 %. PET-TT-menetelmällä oli puolestaan sensitiivi-

syys 92.3 %, spesifisyys 90.9 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 98.5 % ja negatiivisen tuloksen ennustearvo 68.8 %. (Schreiter, Nogami, Steffen ym. 2012.)

Pään ja kaulan alueen levyepiteelikarsinoomasta peräisin olevia imusolmukkeiden etäpesäkkeet. Pään ja kaulan alueen levyepiteelikarsinoomasta peräisin olevia imusolmukkeiden etäpesäkkeitä tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion (MRI/ diffuusio-MRI) sensitiivisyys oli 52/ 53 %, spesifisyys 96/ 97 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 59/ 67 %, negatiivisen tuloksen ennustearvo 94/95 % ja tarkkuus 91/ 92 %. PET-TT-menetelmällä oli puolestaan sensitiivisyys 30 %, spesifisyys 97 %, positiivisen tuloksen ennustearvo 56 %, negatiivisen tuloksen ennustearvo 92 % ja tarkkuus 90 %. (Heusch, Sproll, Buchbender, Rieser, Terjung, Antke, Boeck, Macht, Scherer, Antoch, Heusner ja Handschel 2013.)

Haimatuumorit. Haimatuumoreita tutkittaessa 18F-FDG-PET/T1-w MRI- ja 18F-FDG-PET/T2-w MRI-kuvafuusioiden tarkkuudet olivat 93/ 90.7 % ja 18F-FDG PET-TT-menetelmän puolestaan 88.4 %. (Tatsumi, Isohashi, Onishi ym. 2011.)

Maksan kaikki sekä hyvän- että pahanlaatuiset muutokset. Maksan kaikkia sekä hyvän- että pahanlaatuisia muutoksia tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys ja spesifisyys olivat 93/ 93 % ja PET-TT-menetelmän vastaavasti 76 % ja 90 %. Ryhmässä, jossa metastaasit olivat 1 cm tai pienempiä, PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys ja spesifisyys olivat 70/ 70 % ja 71/ 100 % ja PET-TT-menetelmän vastaavasti 30 % ja 86 %. Ryhmässä, jossa metastaasit olivat puolestaan suurempia kuin 1 cm, PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys ja spesifisyys olivat 98/ 98 % ja 100/ 94 % ja PET-TT-menetelmän vastaavasti 87 % ja 94 %. (Donati, Hany, Reiner ym. 2010.)

Maksan etäpesäkkeet. Maksan etäpesäkkeiden havaitsemisessa sensitiivisyys oli PET-MRI - kuvafuusiolla 100 % ja PET-TT-menetelmällä 50,9 %. **Imusolmukemetastaasit.** Imusolmukemetastaasien havaitsemisessa sensitiivisyys oli PET-MRI -kuvafuusiolla 97,3 % ja PET-TT-menetelmällä 100 %. **Luiden etäpesäkkeet.** Luiden etäpesäkkeiden havaitsemisessa sensitiivisyys oli puolestaan PET-MRI:llä ja PET-TT:llä yhtäsuuri, joka oli 100 %. (Seemann, Meisetschlaeger, Gaa ja Rummeny 2006.)

Imusolmukemetastaasit. Imusolmukemetastaaseja, kohdunkaulan syövän omaavilla potilailla, tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys ja spesifisyys olivat 54.2 % ja 92.7 %. PET-TT-menetelmän sensitiivisyys ja spesifisyys olivat puolestaan 44.1 % ja 93.9 %. (Kim, Choi, Park ym. 2009.)

7 POHDINTA

7.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tutkimuksessa etsittiin tutkimusartikkeleista PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion mittareita eli tunnuslukuja, joiden pohjalta voidaan arvioida PET-TT-menetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Diagnostinen tarkkuus antaa vastauksen kysymykseen, kuinka hyvin tämä menetelmä ja kuvafuusio erottavat toisistaan tutkimuksen kaksi pääkohdetta. Tässä tutkimuksessa pääkohteena eli testiryhmänä ovat sairaat ja verrokkiryhmänä terveet. Tämä erotuskyky voidaan määritellä diagnostisen testin mittareilla eli tunnusluvuilla, joita ovat sensitiivisyys (herkkyys), spesifisyys (tarkkuus), positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo. Eri tunnusluvut mittaavat menetelmän ja kuvafuusion tarkkuutta eri näkökulmista. Sensitiivisyys ja spesifisyys määrittävät menetelmän ja kuvafuusion ominaisuuksia. Positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo määrittävät puolestaan ennustuskykyä. Näiden tunnuslukujen käyttö on hyödyllisintä silloin, kun halutaan ennustaa sairauden mahdollisuutta henkilöllä. (Simundić.) Kaikkiin tutkimuskysymyksiin löydettiin vastaus.

Haimamuutoksien diagnosoinnissa FDG-PET-MRI-kuvafuusioiden olivat hyödyllisiä haimasyövän ja hyvänlaatuisen muutoksen erottamisessa toisistaan. Tilastollista merkittävyyttä esiintyi pahanlaatuisien kasvaimien diagnosoinnissa PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-menetelmän välillä. Kaikkia muutoksia tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus oli huomattavasti suurempi, kuin PET-TT-menetelmän ($P=0,005$). Pahanlaatuisien kasvaimien analyysissä PET-MRI-kuvafuusioiden osoittivat merkittävästi parempaa tarkkuutta, mutta myös spesifisyyttä ja positiivisen tuloksen ennustearvoa. Hyvänlaatuisien muutoksien analyysissä ei osoittautunut tilastollista merkitsevyyttä näiden menetelmien kesken. (Nagamachi, Nishii, Wakamatsu ym. 2013.) PET-MRI-kuvafuusio antaa siis huomattavasti luotettavampaa diagnoosia sairaudesta, havaitsee herkemmin terveet terveiden joukosta sekä antaa luotettavamman ennustearvon terveiden määrästä.

PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys oli tilastollisesti huomattavasti merkittävämpää kuin PET-TT-menetelmän maksan kaikkien hyvän- ja pahanlaatuisien muutoksien havaitsemisessa ($p=0,023$). Lisäksi PET-MRI-kuvafuusion havaitsemistarkkuus on tilastollisesti merkittävästi suurempi kuin PET-TT-menetelmä yhden senttimetrin tai sitä pienempien muutoksien havaitsemisessa ($p<0,05$). (Donati, Hany, Reiner ym. 2010.)

PET-MRI-kuvafuusio täydentää yksittäisten menetelmien PET ja MRI etuja, ja se on arvokas menetelmä primäärikasvainten ja imusolmukkeiden syöpäasteen arvioimisessa kohdun limakalvon syövässä. PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-menetelmän sensitiivisyyden, primäärituumorien havaitsemisessa, välillä ei ollut tilastollista merkittävyyttä ($p=1$). PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus primäärituumorin luokittelussa oli kuitenkin tilastollisesti huomattavasti merkittävämpi ($p=0,041$) kuin PET-TT-menetelmän. Lisäksi PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys havaitsi syövän invaasiota eli tunkeutumista myometriaalissa, kohdunkaulan stroomassa ja parametriumissa oli suurempi kuin PET-TT-

menetelmän, muttei kuitenkaan tilastollisesti merkittävästi. PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-menetelmän sensitiivisyys, spesifisyys ja tarkkuus lantion imusolmukkeiden levinneisyyttä tutkittaessa olivat täysin samat. (Kitajima, Suenaga, Ueno, Kanda, Maeda, Takahashi, Ebina, Miyahara, Yamada ja Sugimura 2013.) Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusio määrittelee primäärituumorin syöpäasteen huomattavasti luotettavammin kuin PET-TT-menetelmä. Muissa tuloksissa ei havaittu tilastollista merkittävyyttä.

PET-MRI-kuvafuusio yhdistää kahden menetelmän PET ja MRI edut, ja on arvokas menetelmä kaulan syövän levinneisyyden arvioimisessa. PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus primäärituumorin paikallisen levinneisyyden, T-luokan, arvioinnissa oli tilastollisesti huomattavasti merkittävämpää PET-TT-menetelmään ($p=0.041$) verrattuna. Kuitenkin primäärituumorin levinneisyydestä imusolmukkeisiin, N-luokan, arvioinnissa ja imusolmukkeiden levinneisyyden havaitsemisessa (sensiitivisyys, spesifisyys ja tarkkuus) molemmat menetelmät ylsivät täysin samoihin tuloksiin. Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusio määrittää huomattavasti luotettavammin primäärituumorin paikallisen levinneisyyden kuin PET-TT-menetelmä (tarkkuus 87/67 %, $p= 0.041$). Muissa tuloksissa ei ollut huomattavaa poikkeavuutta menetelmien kesken. (Kanda , Kitajima, Suenaga ym. 2013.)

PET-MRI- ja PET/CT – menetelmien välillä ei osoittautunut tilastollisesti merkittävää eroa pahanlaatuisien pään ja kaulan alueen kasvaimien havaitsemisessa. Menetelmät ylsivät samaan hyvään diagnostiseen tarkkuuteen. (Kubiessa, Purz, Gawlitza ym. 2013.)

PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys ja tarkkuus gynekologisten syöpien paikallisen uusiutumisen diagnosoinnissa olivat molemmat tilastollisesti huomattavasti merkittävämpiä PET/IdCT-menetelmään verrattuna ($p= 0.041$). Kuitenkaan ei osoittautunut olevan tilastollisesti merkittävää eroa sensitiivisyydessä ja tarkkuudessa gynekologisten syöpien paikallisen uusiutumisen diagnosoinnissa menetelmien PET-MRI ja PET/ceCT kesken. Ei havaittu merkittäviä eroja lantion imusolmukkeiden tai lantion luiden tai vatsakalvon etäpesäkkeiden havaitsemisessa eri menetelmien kesken. PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys ja tarkkuus osoittautuivat korkeimmiksi lantion sisäisen uusiutumisen tai etäpesäkkeiden havaitsemisessa näiden menetelmien kesken, muttei ero ollut kuitenkaan merkittävä (sensiitivisyys; $p=0.48$, spesifisyys; $p=1$ ja tarkkuus; $p= 0.48$). (Kitajima, Suenaga, Ueno, Kanda, Maeda, Makihara, Ebina, Yamada, Takahashi ja Sugimura 2013.) Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusio havaitsee huomattavasti herkemmin ja luotettavammin syövän uusiutumisen lantion sisäisissä rakenteissa kuin PET-TT-menetelmä. Tämä selittyy luultavasti MRI:n loistavalla pehmytkudoskontrastilla ja erotuskyvyllä.

PET-MRI-kuvafuusio ositti tilastollisesti huomattavasti merkittävämpää sensitiivisyyttä havaita maksan etäpesäkkeitä kuin PET-TT-menetelmä (sensiitivisyys 100 % / 50.9 %). Imusolmukkeiden ja luiden etäpesäkkeiden havaitsemisessa ei ollut eroa näiden kahden menetelmän kesken. (Seemann, Meisetschlaeger, Gaa ja Rummeny 2006.)

PET-MRI-kuvafuusioilla oli tilastollisesti huomattavasti merkittävämpi sensitiivisyys havaita maksan kaikkia muutoksia verrattuna PET-TT-menetelmään ($p<0.0001$). Johtopäätöksenä todetaan, että

PET-MRI-kuvafuusio havaitsee huomattavasti herkemmin maksan etäpesäkkeitä kuin PET-TT-menetelmä erityisesti kun on kyse muutoksista, jotka ovat kooltaan pienempiä tai yhtäsuuria kuin yksi senttimetri. Täten voidaan suositella PET-MRI-menetelmää erityisesti preoperatiivisena eli leikkausta edeltävänä tutkimuksena. (Schreiter, Nogami, Steffen ym. 2012.)

PET-MRI-kuvafuusioiden ja PET-TT-menetelmän välillä ei ole tilastollisesti huomattavaa eroa tarkkuudessa havaita pään ja kaulan alueen levyepiteelikarsinoomasta peräisin olevia imusolmukkeiden etäpesäkkeitä ($p=0.839/0.286$). (Heusch, Sproll, Buchbender, Rieser, Terjung, Antke, Boeck, Macht, Scherer, Antoch, Heusner ja Handschel 2013.) Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusiot eivät havaitse herkemmin imusolmukkeiden etäpesäkkeitä tai tee syövän N-luokitusta herkemmin kuin PET-TT-menetelmä.

PET-MRI-kuvafuusio oli herkempi kuin PET-TT-menetelmä havaitakseen imusolmukkeissa etäpesäkkeitä, ja siten osoitti tilastollisesti merkittävää eroa ($p=0.045$) menetelmien kesken. Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusion käyttöä suositetaan arvioitaessa kohdunkaulan syöpää sairastavien potilaiden imusolmukkeiden mahdollisia etäpesäkkeitä. (Kim, Choi, Park ym. 2009.)

PET-MRI-kuvafuusiot osoittivat suurempaa diagnostista tarkkuutta haimatuumorien diagnostiikassa verrattuna PET-TT-menetelmään, mutta ei kuitenkaan tilastollisesti merkittävää eroa (tarkkuus 93/90.7 / 88.4 %). Johtopäätöksenä todetaan, että erityisesti T1-painotteinen PET-MRI-kuvafuusio oli herkempi havaitsemaan haimatuumoreita verrattuna PET-TT-menetelmään. (Tatsumi, Isohashi, Onishi ym. 2011.)

FDG-PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus kaikkia haiman muutoksia tutkittaessa on huomattavasti korkeampi kuin PET-TT-menetelmän (96.6 % / 86.6 %), ja tutkimustulokset osoittivat tilastollisesti merkittävää eroa ($p=0.005$) menetelmien kesken. PET-MRI-kuvafuusio antaa siis huomattavasti luotettavampaa tietoa haimatuumorien olemassaolosta kuin PET-TT-menetelmä. FDG-PET-MRI-kuvafuusion spesifisyys ja positiivisen tuloksen ennustearvo ovat myös tilastollisesti merkittävästi suuremmat kuin PET-TT-menetelmän ($p=0.003/0.003$). PET-MRI-kuvafuusio havaitsee siis luotettavammin terveet kaikista terveistä sekä antaa luotettavamman ennustearvon sairaiden määrästä. (Nagamachi, Nishii, Wakamatsu ym. 2013.)

Lisäksi syöpäkasvaimien diagnostiikassa FDG-PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus, spesifisyys ja positiivisen tuloksen ennustearvo ovat myös tilastollisesti merkittävästi suuremmat kuin PET-TT-menetelmän ($p=0.004/0.002/0.004$). PET-MRI-kuvafuusio havaitsee siis herkemmin ja luotettavammin syöpäkasvaimet, havaitsee paremmin terveet kaikista terveistä sekä antaa luotettavamman ennustearvon sairaiden määrästä. Hyvänlaatuisien muutoksien havaitsemisessa ei ollut merkittäviä eroja näiden menetelmien kesken. Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusio on diagnostisesti huomattavasti tarkempi kuin PET-TT-menetelmä haimatuumorien havaitsemisessa ja erityisesti hyvänlaatuisen muutoksen erottamisessa pahanlaatuisesta muutoksesta. (Nagamachi, Nishii, Wakamatsu ym. 2013.)

PET-MRI – kuvafuusio näyttää osoittavan yleisesti parempaa diagnostista tarkkuutta eri syöpäsairauksien diagnostiikassa verrattuna PET-TT-menetelmään. Tämä luultavasti selittyy PET-MRI – menetelmän paremmalla erotuskyvällä ja pehmytkudoskontrastilla sekä sen toiminnallisuudella (diffuusio-, perfuusio- ja kortikaaliaktivaatiokuvaukset). Ei kuitenkaan aina näyttänyt olevan tilastollisesti merkittävää eroa näiden menetelmien kesken.

Erityisesti hyvän- ja pahanlaatuisien muutoksien ja syöpäasteen luokittelussa näyttää PET-MRI-kuvafuusio olevan huomattavasti herkempi kuin PET-TT-menetelmä. Lisäksi maksan muutoksia tutkittaessa, etenkin jotka olivat pienempiä tai yhtäsuuria kuin yksi senttimetri, osoitti PET-MRI-kuvafuusio suurempaa herkkyyttä havaitsemisessa. Suurta eroa näiden menetelmien kesken ei yleisesti näyttänyt olevan imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitsemisessa, lukuun ottamatta yhtä tutkimusta.

Tutkimuksiin liittyy kuitenkin mahdollisuus virheellisiin tutkimustuloksiin, koska PET-TT-kuvatamismenetelmällä ja PET-MRI-kuvafuusiolla voidaan saada vääriä positiivisia ja negatiivisia löydöksiä, joiden perusteella lasketaan kyseiset tunnusluvut kuten herkkyys havaita sairauksia. Eli PET-TT-kuvatamismenetelmä tai PET-MRI-kuvafuusio voivat havaita virheellisesti poitilaan sairaaksi tai terveeksi. Kun näitä vääriä negatiivisia ja positiivisia löydöksiä käytetään diagnostisen tarkkuuden laskemisessa, voidaan saada vääriä tutkimustuloksia menetelmän tai kuvafuusion tarkkuudesta havaita syöpäsairauksia. Tutkimuksien virheellisten tutkimustulosten mahdollisuudesta riippumatta tämän tutkimuksen perusteella PET-MRI-kuvafuusio havaitsee yleisesti herkemmin pieniä muutoksia ja syövän invasiivisuutta eli tunkeutumista lähikudoksiin. Tämä selittyy luultavasti PET-MRI-kuvafuusiosta käytettävän magneettikuvauksen paremmalla erotuskyvällä ja pehmytkudoskontrastilla. Täten kuvafuusio on hyvin käyttökelpoinen syövän asteen määrittelyssä ja siten syövän hoidon suunnittelussa sekä hyvä valinta preoperatiivisena eli leikkaustaedeltävänä tutkimuksena.

Koska PET-MRI-kuvafuusio ylittää tämän tutkimuksen perusteella yleisesti parempaan diagnostiseen tarkkuuteen syöpäsairauksia tutkittaessa kuin PET-TT-kuvatamismenetelmä, voidaan saavuttaa vieläkin parempia tutkimustuloksia kuvafuusion sijasta PET-MRI-kuvatamismenetelmällä, mitä tässä tutkimuksessa ei tutkita. Tämä on mahdollista, koska PET-MRI-kuvatamismenetelmässä PET- ja MRI – kuvat yhdistetään tutkimuksen aikana automaattisesti, kun taas PET-MRI-kuvafuusiosta kuvat yhdistetään jälkikäteen manuaalisesti. Kun PET- ja MRI – kuvat yhdistetään jälkikäteen, voi PET-MRI-kuvafuusiosta ilmetä ajallisia ja anatomisia epätarkkuuksia. Ajalliset epätarkkuudet liittyvät erikseen otettujen PET- ja MRI – kuvien välisen ottoajan pituuteen, jonka aikana sairaus voi muuttaa muotoaan. Anatomiset epätarkkuudet liittyvät puolestaan potilaan mahdollisiin asennon muutoksiin, kun kuvat otetaan eri aikoina ja kahdella eri menetelmällä (PET ja MRI). (Sippo-Tujunen 2007.)

7.2 Luotettavuus

Luotettavuuteen vaikutti käytetty lähdeaineisto ja sen laatu. Lähdeaineiston luotettavuutta tuli arvioida ennen siihen perehtymistä. Lähteen luotettavuuteen vaikuttivat auktoriteetti, tunnettavuus, ikä ja kirjoitustyyli sekä tekijän asiantuntevuus ja lähteen ajankohtaisuus. Lähteen auktoriteetti tai

amattillinen pätevyys ja tekovuosi voitiin tarkastaa lähteestä. Lähdetä tarkastelemalla voitiin myös tehdä johtopäätöksiä kirjoittajan kirjoitustyylistä ja hänen asiantuntijuudestaan tutkittavaa asiaa kohtaan. (Vilka ja Airaksinen 2003, 72–73, 76.)

Lähteissä suosittiin ajankohtaisia ja alkuperäisiä kokotekstejä. Kun käytettiin alkuperäisistä lähteistä tehtyjä referaatteja eli tiivistelmiä, oli mahdollisuus tiedon muuttumiseen ja vääriin tai omiin tulkintoihin. Tämä vaikutti tutkimuksen paikkansapitävyyteen ja siten sen luotettavuuteen. Myös kirjoittajan kirjoitustyyli vaikutti lähteen luotettavuuteen. Tällöin täytyi kiinnittää huomiota oliko kirjoitustyyli neutraalia tekstiä, joka perustui tutkittuun tietoon vai korstuiko tekstissä kirjoittajan omat mielipiteet ja kommentit. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tärkeämpää oli keskittyä lähteiden laatuun ja soveltuvuuteen kuin lähteiden lukumäärään. Tällöin jokaisen valitun lähteen oli tarjottava aiheeseen liittyvää tutkimustietoa tätä tutkimusta varten. (Vilka ja Airaksinen 2003, 72–73, 76.)

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikutti myös lähteiden pohjalta tehdyt muistiinpanot. Niiden täytyi olla täsmällisiä, joista erottuivat selvästi muistiinpanojen tekijän omat mielipiteet, kommentit ja johtopäätökset. Muistiinpanojen pohjalta täytyi pystyä erottamaan suorat lainaukset ja oma referointi. Muistiinpanoista täytyi käydä ilmi myös käytetty lähdeainieisto. (Vilka ja Airaksinen 2003, 70.)

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikutti sisällönanalyysi. Aineiston analyysissä käytettiin teoriajohtoista sisällönerittelyä, koska kirjallisuuskatsaus kuuluu teoreettisen tutkimuksen piiriin (Jyväskylän yliopisto; Silius 2005; Kylmä ja Juvakka 2007; Mäkelä, Varonen ja Teperi 1996–1999). Teoriajohtoisessa analyysissä käsitteistö on valmiina ja ilmiö on tunnettu (Silius 2005), mikä lisäsi työn luotettavuutta. Tiedetyn ilmiön käsitteistön ja diagnostista tarkkuutta kuvaavien tunnuslukujen perusteella osattiin tutkimusta varten etsiä tarvittavaa tietoa sisäänottokriteerien pohjalta. Tunnettuna ilmiönä oli PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-kuvantamismenetelmien diagnostinen tarkkuus syöpäsairauksia tutkittaessa, jolloin etsittiin vertailutietoa kuvafuusion ja kuvantamismenetelmän diagnostisesta tarkkuudesta. Tunnusluvut, jotka ilmaisivat diagnostista tarkkuutta, olivat sensitiivisyys, spesifisyys, positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen ennustearvo. Tämä käsitteistö ohjasi tutkimusta. Analyysissä tutkimuskysymykset ohjasivat erittelyn etenemistä. Tutkimusaineisto saatiin järjestettyä tutkimustuloksia ja johtopäätöksiä varten erilliseen Tutkimusten tulokset ja johtopäätökset- taulukkoon (liite 1).

Tutkimuksen aineistot olivat määrällisiä tutkimuksia ja meta-analyysseja. Määrälliset tutkimukset oli tehty eri puolilla maailmaa, eri lääketieteellisissä yliopistoissa ja sairaaloissa. Tutkittavat olivat oikeita potilaita, joilla oli diagnosoitu sairaus sekä verrokki- eli vertailuryhmäksi oli valittu terveitä henkilöitä sairaiden ja terveiden väliseen vertailuun. Tutkimukset suoritettiin käytössä olevalla lääketieteellisillä kuvantamismenetelmillä (PET-TT, PET ja MRI) sekä tehtiin jälkikäteen kuvafuusioita PET- ja MRI -kuvista. Menetelmillä tutkittiin kohderyhmä ja kuvat analysoi ammattitaitoiset lukijat, tässä tapauksessa radiologit tai koulutuksen saaneet lääkärit. Kohderyhmä tutkittiin PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-kuvantamismenetelmän diagnostisen tarkkuuden ja luotettavuuden arvioimiseksi eri syöpäsairauksia tutkittaessa. Diagnostisen tarkkuuden määrittämisessä käytettiin mittareita eli tunnuslukuja, jotka olivat sensitiivisyys, spesifisyys, positiivisen tuloksen ennustearvo ja negatiivisen tuloksen en-

nustearvo. Tunnuslukujen arvot ilmaistiin prosentteina (0-100 %), jotka laskettiin kansainvälisesti tunnetuilla matemaattisilla kaavoilla väärin oikeiden ja negatiivisten tulosten ja oikein positiivisten ja negatiivisten tulosten avulla. Kuitenkin tutkimustuloksissa oli mahdollisuus virhearvioihin, koska kuvafuusio ja kuvantamismenetelmä voivat antaa väärää negatiivisia ja positiivisia tuloksia, jolloin se voi johtaa väärään diagnoosiin. Tämä vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen ja paikkansapitävyyteen.

Tutkimuksen ongelmana oli löytää riittävästi lähteitä tiettyyn yksittäiseen syöpäsairauteen liittyen. Tutkimukseen jouduttiin valitsemaan lähteitä, jotka koskivat useita eri syöpäsairauksia. Tämä vähentää tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimus olisi ollut luotettavampi, jos olisi keskitytty pelkästään yhteen syöpätautiin. Lisäksi tutkimuksen luotettavuudessa oli ongelmana se, että päästiin tarkastelemaan vain pientä osaa tarjolla olevista artikkeleista, koska suurin osa niistä oli maksullisia tai niiden katseleminen vaati sisäänkirjautumisen.

Tutkimuksen luotettavuuteen saattoi vaikuttaa myös se, että osa lähdeaineistosta oli meta-analyyseja eli referaatteja aikaisemmista tutkimuksista. Referaateissa oli tiivistetty omin sanoin alkuperäisten tutkimusten tuloksia ja johtopäätöksiä. Koska meta-analyyseissa oli esitelty vain tutkimustulokset ja johtopäätökset, vaikutti se tutkimuksen luotettavuuteen. Tämä perustellaan sillä, että tulosten kirjaamisessa voi ilmetä virheitä tai kirjoittaja voi tuoda esille omia johtopäätöksiä tai ajatuksia. Referaatit ovat kuitenkin käyttökelpoisia lähteitä, jos niiden auktoriteetti eli kirjoittajan tai tekijöiden pätevyudet varmistetaan käytetystä lähteestä. Lisäksi on hyvä tarkastaa referaattien lähdeluettelo käytettyjen tutkimuslähteiden osalta. (Duodecim terveyskirjasto.)

Luotettavuuteen vaikutti myös tutkimuksen ajankohtaisuus. Tutkittava aihe oli ajankohtainen, koska PET-MRI-laite tuli Suomeen vasta vuonna 2012 Pohjoismaiden ensimmäisenä laitteena. PET-TT-laite tuli Suomeen puolestaan 2005. Lisäksi ei ollut vielä saatavissa olevaa suomenkieleistä tietoa PET-TT-kuvantamismenetelmän ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostisesta tarkkuudesta syöpäsairauksia tutkitessa. Luotettavuuteen vaikutti myös lähteiden ajankohtaisuus. Lähdeaineisto oli tehty vuosina 2006–2013. Tutkimus on myös toistettavissa, koska tieto on Internetistä saatavilla joko kaikkien luettavissa tai sisäänkirjautumisen kautta eri tietokannoista. Usein lähteet olivat kuitenkin vain saatavilla opiskelijoille oppilaitoksen sähköisen kirjastotietokannan kautta tai yliopistollisensairaalan tietoverkon kautta. Aiheesta tulee lisää tutkimustietoa jatkossa, kun PET-MRI-kuvatamismenetelmä tulee käytetyimmäksi ja tunnetummaksi, jolloin tutkimusta voidaan yhä tarkentaa ja siten tehdä lisätutkimuksia.

7.3 Eettisyys

Tutkimuksessa eettisyyteen vaikutti tiedonhaku, kirjallisuuskatsaus sekä tiedonkäyttö ja sen raportointi. Tällöin tiedonkäytössä ja raportoinnissa tuli viitata alkuperäiseen tekijään. Tämä mahdollisti tekijänoikeuden toteutumisen. Viittaamisella noudatettiin tekijänoikeuslakia, jolloin plagiointi on kiellettyä. Käytetyt lähteet merkittiin lähdeviiteinä tekstiin ja lähdeluetteloon raportin loppuun, jolloin lähdeviite tekstissä viittasi lähdeluetteloon. Viitatessa tuli lisäksi käyttää oppilaitoksen käytössä ole-

via käytänteitä ja ohjeita. Lähteiden käytössä täytyi myös erottua selkeästi omat ja lainatut ajatukset, jolloin voitiin käyttää referointia tai suoria lainauksia. (Tampereen yliopisto 2012.)

Eettisyyteen liittyi kirjoituksen totuudenmukaisuus, jotta lukija voisi luottaa tuotettuun tietoon. Täytyi siis kirjoittaa selkeästi ja kiinnostavasti, jotta lukija ymmärtää tekstin ja on kiinnostunut siitä. Oli myös tärkeää julkaista ajantasaista ja oikeaa tietoa. Kirjoittajan kriittinen ja asiantunteva ote tutkimusta kohde oli myös tärkeää, koska hän vastasi tutkimuksen tuloksista ja johtopäätöksistä. (Suomen tietokirjailijat ry 2012.)

Tutkimuksen eettisyys perustuu siis tutkimuksen vaatimuksiin, tutkittavien oikeuksiin ja tutkimustiedon julkaisemiseen. Oli tärkeää olla rehellinen, huolellinen ja tarkka tutkimusta tehdessä, jolloin tiedonhankinta-, tutkimus-, raportointi- ja arviointimenetelmät olivat tieteellisiä ja eettisiä. Eettisen luotettavuuden kannalta tärkeää oli valita tutkimusongelmaan liittyviä lähteitä, ja huolehtia sen monipuolisuudesta tutkimusta tehdessä. Valitut tietolähteet vaikuttivat tutkimustuloksiin, jolloin ne täytyi valita tarkoin harkiten ja hyvin perustellen. Eettisyyteen liittyi myös aineistonkeruumenetelmien valinta ja toteutus. Koska tutkimussuhde oli välillinen, jolloin käytettiin valmiita dokumentteja, täytyi aineistoa kuvata totuudenmukaisesti aineiston tekijöitä kunnioittaen. Tällöin käytettiin tutkimustulosten kirjaamisessa alkuperäislähteitä ja viittauksia. Lisäksi, kun viitattiin tutkimusten tekijöihin, täytyi heidän nimissään kirjoittaa totuudenmukaisesti heitä kunnioittaen. Tutkimuksessa tuli myös esittää tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja tutkimusongelmat. Lisäksi tuli kertoa aineistonkeruun toteutus sekä tutkimusaineiston käsittely ja raportointi. (Leino-Kilpi ja Välimäki 2006, 286–295.)

7.4 Oma oppiminen, ammatillinen kasvu ja jatkotutkimusaiheet

Tämän tutkimuksen myötä opin paljon tutkimuksen tekemisestä ja sen koko prosessin hallitsemisesta. Haastavinta oli aloittaa tutkimussuunnitelman teko, koska kaikki asiat olivat täysin uusia ja tuntemattomia. Täytyi opetella ensin tutkimusprosessi ja siihen kuuluvat vaiheet, ja erilaiset määritelmät. Tutkimusta tehdessä opin eri tutkimusmenetelmiä kuten määrällinen ja laadullinen tutkimus, tässä tutkimuksessa kehittämistyö sekä tiedon hakua, analysointia, erittelyä, kirjaamista ja tulosten ja johtopäätöksien tekoa.

Tutkimusta tehdessä opin kriittistä ajattelua, kun joutui pohtimaan tutkimusten luotettavuutta ja siten lähteiden poisjättökriteereitä. Opin rajaamaan aiheeni hyvin, ja suunnittelin tarkoin tutkimuskysymykseni, joiden pohjalta oli helppo lähteä tekemään tiedonhakua. Tiedonhaussa opin rajaamaan hakuaineistot hakusanan ja poisjättökriteerien avulla. Suurin ja vaativin tehtävä oli lähdekirjallisuuden valinta, läpikäynti ja analysointi, koska kaikki lähteenä käytetyt tutkimukset olivat vieraskielisiä ja hyvin laajoja. Aikaa kului todella paljon niiden läpilukemiseen ja tieteellisen tekstin ja sanaston ymmärtämiseen. Kun oli lukenut muutaman artikkelin, ja oppinut niiden rakenteen sekä yleisesti käytetyt termit ja määritelmät, oli muiden artikkelien läpikäyminen huomattavasti helpompaa ja nopeampaa. Opin artikkelien läpikäymisen kautta ymmärtämään paremmin tieteellistä tekstiä ja tutkimusartikkelin sisältöä ja rakennetta. Opin paljon uusia termejä ja määritelmiä, joita käytetään lääketieteellisissä testeissä sairaiden ja terveiden välisessä vertailussa sekä mittareita, joilla mitataan lää-

ketieteellisen kuvantamismenetelmän luotettavuutta ja siten sen diagnostista tarkkuuta eri syöpäsairauksien diagnostiikassa.

Tutkimukseni aiheen keksin itse omasta kiinnostuksesta uutta PET-MRI-menetelmää kohtaan. Koska PET-MRI-menetelmästä ei löytynyt vielä tutkimustietoa, käytin lähteitä, jotka käsittelivät PET-MRI-kuvafuusioita. Täten etsin PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-kuvatamismenetelmän diagnostisia tarkkuuksia syöpäsairauksia tutkittaessa. Tutkimukseni kautta sain tietoa kuvafuusion ja kuvantamismenetelmän diagnostisten tarkkuuksien eroavaisuuksista syöpien diagnostiikassa. Tästä tiedosta on hyötyä uusien röntgenhoitajaopiskelijoiden opetuksessa ja uusien laitteiden hankinnassa.

Koska PET-MRI-kvantamismenetelmä tuli Pohjoismaiden ensimmäisenä laitteena Suomeen vasta vuonna 2012, ja saatavilla olevaa tutkimustietoa suomeksi ei vielä löydy, tuo tutkimus sitä tiivistetyssä muodossa. Tutkimus selvittää PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-kvantamismenetelmän diagnostista tarkkuutta syöpäsairauksien diagnostiikassa, ja saatujen tulosten perusteella voidaan arvioida, toisiko PET-MRI-kuvatamismenetelmä lisähyötyä PET-TT-kuvatamismenetelmään nähden.

Tutkimuksen tekeminen oli haasteellisin ja työläin tehtävä koko koulutuksen aikana. Kun sen tekeminen tuli ajankohtaiseksi, sain paljon uutta tietoa ja opin paljon eri tutkimusmenetelmistä ja tiedon analyseistä ja niiden erittelyistä. Lisäksi ymmärsin, että tutkimuksen tekeminen vaati paljon aikaa ja panostusta, jolloin sitä kohden oli oltava omaa kiinnostusta. Opin samalla myös aikatauluttamaan työtä ja hallitsemaan oman ajan käyttöä. Tällöin tuli ottaa huomioon myös oppilaitoksen aikataulut tutkimuksen etenemistä varten.

Olen ymmärtänyt mitä tutkimus pitää sisällään ja sen, että tutkimuksen tekoa on hyvä alustaa ja suunnitella tutkimussuunnitelman kautta. Sisäistin sen, että hyvä suunnitelma auttaa työn teossa jatkossa. On siis hyvä ensin määritellä tarkasti työn tarkoitus ja tavoite, jonka ympärille on helpompi rakentaa tekstiä. Olen oppinut myös kriittistä ajattelua sekä oppinut lukemaan vieraskielisiä tutkimuksia. Opin myös hahmottamaan oleellisimman tiedon ja siten tekemään sen pohjalta tiedon erittelyä, analysointia ja kirjaamista. Lisäksi kehityin omien johtopääksien laatimisessa.

Koska tutkimus käsitteli PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-kuvatamismenetelmän diagnostisia tarkkuuksia syöpäsairauksia tutkittaessa, ehdotuksena jatkotutkimusaiheeksi olisi keskittyä PET-MRI-kuvafuusion sijasta PET-MRI-kvantamismenetelmään, sitten kun tutkimustietoa on saatavilla ilmaiseksi. Lisäksi olisi hyvä keskittyä kaikkien syöpäsairauksien sijasta yksittäisen syöpäsairauteen tutkimiseen. Tällöin tutkimuksen luotettavuuskin kasvaisi, koska olisi perehdytty yhteen ainoaan syöpäsairauteen. Lisäksi tutkimusta voisi tarkentaa siten, että eriteltäisiin menetelmien tuomia mahdollisuuksia ja eroja myös syöpähoitoa tai leikkausta suunniteltaessa. Kun tutkimustietoa tulee lisää, on tämä mahdollista. Nyt ilmaista ja kaikkien saatavilla olevaa tietoa löytyy hyvin vähän, mikä rajoittaa uusien tutkimusten tekoa.

Tutkimusten tulokset ja johtopäätökset- taulukkoa opetusmateriaalina voitaisiin edelleen kehittää internetpohjaiseksi itseopiskelumateriaaliksi ja opettajan luentomateriaaliksi. Lisäksi kun tutkimustie-

toa tulee lisää, voisi kahdesta eri kuvantamismenetelmästä tehdä vertailevan artikkelin tai posterin koulun ja työpaikkojen seinille. Näitä tietoja voitaisiin edelleen hyödyntää laitehankinnassa.

LÄHTEET

- AUTTI-RÄMÖ, Ilona. Seulontatutkimusten peruseriaatteet. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Tutkimus ja kehittäminen. Julkaisut [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: <http://www.thl.fi/thl-client/pdfs/515315a3-3550-4de0-87f6-1f437c537f36>
- BOLUS, Norman E., GEORGE, Remo, WASHINGTON, John ja NEWCOMER, Bradley R. 2009. PET-MRI: The Blended-Modality Choice of the Future? *Journal of Nuclear Medicine Technology* [verkkootikkeli]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: <http://tech.snmjournals.org/content/37/2/63.full>
- BUCHBENDER, Christian, HEUSNER, Till A., LAUENSTEIN, Thomas C., BOCKISCH, Andreas ja ANTOCH, Gerald. 2012. Oncologic PET-MRI, Part 1: Tumors of the Brain, Head and Neck, Chest, Abdomen, and Pelvis. Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University of Dusseldorf, Dusseldorf, Germany; Department of Diagnostic and Interventional Radiology and Neuroradiology, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany; and Department of Nuclear Medicine, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany. *Journal of Nuclear Medicine* [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-02-10.] Saatavissa: <http://jnm.snmjournals.org/content/early/2012/05/11/jnumed.112.105338.full.pdf>
- CANCER RESEARCH UK. 2013. PET-CT scan. Home. CancerHelp. Cancers is general. Test [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: <http://www.cancerresearchuk.org/cancer-help/about-cancer/tests/petct-scan>
- CATANA, Ciprian, PROCISSI, Daniel, WU, Yibao, JUDENHOFER, Martin S., QI, Jinyi, PICHLER, Bernd J., JACOBS, Russell E. ja CHERRY, Simon R. 2008. Simultaneous in vivo positron emission tomography and magnetic resonance imaging. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. Current Issue. vol. 105 no. 10 [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-06-20.] Saatavissa: <http://www.pnas.org/content/105/10/3705.full>
- DEPARTMENT OF NUCLEAR MEDICINE, PET & BONE DENSITOMETRY. 2013. How does PET work? P.E.T [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: http://www.rah.sa.gov.au/nucmed/PET/pet_info.htm
- DONATI, Olivio F., HANY, Thomas F., REINER, Caecilia S., SCHULTHESS, Gustav K. von, MARINCEK, Borut, SEIFERT, Burkhardt ja WEISHAUP, Dominik 2010. Value of Retrospective Fusion of PET and MR Images in Detection of Hepatic Metastases: Comparison with 18F-FDG PET/CT and Gd-EOB-DTPA-Enhanced MRI. *The Journal of Nuclear Medicine* [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-02-10.] Saatavissa: <http://jnm.snmjournals.org/content/51/5/692.full>
- DUODECIM TERVEYSKIRJASTO. Terveystieto. Lääketieteellinen sanasto. Meta-analyysi [verkkootikkeli]. [Viitattu 2013-08-17.] Saatavissa: http://www.terveysportti.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Ilt02098&p_teos=Ilt&p_osio=108&p_selaus=
- ESTRADA, G, GONZÁLEZ-MAYA, L, CELIS-LÓPEZ, M. A., GAVITO, J, LÁRRAGA-GUTIÉRREZ, J. M., SALGADO, P. ja ALTAMIRANO, J. 2008. Diagnostic approach in suspected recurrent primary brain tumors using 18FDG-PET-MRI, perfusion MRI, visual and quantitative analysis, and three dimensional stereotactic surface projections. First experience in Mexico. *Revista Espanola de Medicina Nuclear*

ScienceDirect [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-02-02.] Saatavissa:
<http://www.sciencedirect.com.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/science/article/pii/S0212698208745579>

FDA, U.S Food and Drug Administration. What is Computed Tomography? Home. Radiation-Emitting Products. Radiation-Emitting Products and Procedures. Medical Imaging [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-07-10.] Saatavissa: <http://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/medicalimaging/medicalx-rays/ucm115318.htm>

GAA, J., RUMMENY, E. J. ja SEEMANN, M. D. 2004. Whole-Body Imaging With PET-MRI. Department of Diagnostic Radiology, Department of Nuclear Medicine, Technische Universität, Munich, Germany. European journal of medical research [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-02-01.] Saatavissa: <http://daigonline.de/site-content/die-daig/fachorgan/2004/ejomr-2005-vol.9/309.pdf>

GIAMMARILE, F. ja SCHEIBER, C. 2012. PET-MRI in oncology. Médecine Nucléaire. ScienceDirect [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-02-27.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928125812003208>

HEUSCH, Philipp, SPROLL, Christoph, BUCHBENDER, Christian, RIESER, Elena, TERJUNG, Jan, ANTKE, Christina, BOECK, Inga, MACHT, Stephan, SCHERER, Axel, ANTOCH, Gerald, HEUSNER, Till A., HANDSCHEL, Jörg 2013. Diagnostic accuracy of ultrasound, 18F-FDG-PET/CT, and fused 18F-FDG-PET-MR images with DWI for the detection of cervical lymph node metastases of HNSCC. Springer Link [verkkoartikkeli]. [Viitattu 2013-02-27.] Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00784-013-1050-z#page-1>

INDIAN JOURNAL OF NUCLEAR MEDICINE 2010. PET-MRI: Challenges and new directions. Doctor house, Mumbai, India. US National Library of Medicine National Institutes of Health [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-02-28.] Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2934593/>

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO. Ohjeita proseminarityöskentelyyn. Kasvatustieteiden tiedekunta. Laitokset ja yksiköt. Kasvatustiede ja aikuiskasvatustiede. Opiskelu. Opiskelu-info. Ohjeita proseminarityöskentelyyn [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-19.] Saatavissa: <https://www.jyu.fi/edu/laitokset/kas/opiskelu/info/proseminariohje/>

KANDA, Tomonori, KITAJIMA, Kazuhiro, SUENAGA, Yuko, KONISHI, Jyunya, SASAKI, Ryohai, MORIMOTO, Koichi, SAITO, Miki, OTSUKI, Naoki, NIBU, Ken-ichi, SUGIMURA ja Kazuro 2013. Value of retrospective image fusion of ¹⁸F-FDG PET and MRI for preoperative staging of head and neck cancer: Comparison with PET/CT and contrast-enhanced neck MRI. ScienceDirect [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-19.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X13003422>

KIM, Seok-Kim, CHOI, Hyuck Jae, PARK, Sang-Yoon, LEE, Ho-Young, SEO, Sang-Soo, YOO, Chong Woo, JUNG, Dae Chul, KANG, Sokbom ja CHO, Kyung-Sik. 2009. Additional value of MR/PET fusion compared with PET/CT in the detection of lymph node metastases in cervical cancer patients. European Journal of Cancer. ScienceDirect [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-02-10.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/science/article/pii/S0959804909002500>

KITAJIMA, Kazuhiro, SUENAGA, Yuko, UENO, Yoshiko, KANDA, Tomonori, MAEDA, Tetsuo, TAKAHASHI, Satoru, EBINA, Yasuhiko, MIYAHARA, Yoshiya, YAMADA, Hideto, ja SUGIMURA, Kazuro 2013. Value of fusion of PET and MRI for staging of endometrial cancer: comparison with ¹⁸F-FDG contrast-enhanced PET/CT and dynamic contrast-enhanced pelvic MRI. ScienceDirect [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-07-14.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X13002404>

KITAJIMA, Kazuhiro, SUENAGA, Yuko, UENO, Yoshiko, KANDA, Tomonori, MAEDA, Tetsuo, TAKAHASHI, Satoru, EBINA, Yasuhiko, MIYAHARA, Yoshiya, YAMADA, Hideto, ja SUGIMURA, Kazuro 2013. Value of fusion of PET and MRI for staging of endometrial cancer: comparison with ¹⁸F-FDG contrast-enhanced PET/CT and dynamic contrast-enhanced pelvic MRI. ScienceDirect [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-07-14.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X13002404>

KORTESNIEMI, MIKA 2005. DIGITAALINEN RÖNTGENKUVAUS JA SÄTEILYANNOKSET. Physico-Medicae. Julkaisut. Muut julkaisut. Digitaalinen röntgenkuvaus ja säteilyannokset [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-07-14.] Saatavissa: <http://physicomedicae.fi/julkaisut/muut-julkaisut/80-digikuvaus-ja-annokset.html>

KUBIESSA, K., PURZ, S., GAWLITZA, M., KÜHN, A., FUCHS, J., STEINHOFF, K. G., BOEHM, A., SABRI, O., KLUGE, R., KAHN, T. ja STUMPP, P. 2013. Initial clinical result of simultaneous ¹⁸F-FDG PET/MRI in comparison to ¹⁸F-FDG PET/CT in patients with head and neck cancer. Springer Link [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-07-14.] Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00259-013-2633-2#page-1>

KYLMÄ, Jari ja JUVAKKA, Taru 2007. KOKKONEN, Hanna (Toim.) Laadullinen terveystutkimus. Edita Prima (Publishing) OY: Helsinki.

KYNGÄS, H. ja VANHANEN, L. 1999. Sisällön analyysi. Hoitotiede. Journal of Nursing Science. Vol 11. Nro 1. Hoitotieteiden tutkimusseura HTTS r.y. Vammalan kirjapaino oy: Vammala.

LEINO-KILPI, Helena ja VÄLIMÄKI, Maritta 2006. Etiikka hoitotyössä. Werner Söderström Oy: Helsinki.

LABQUALITY. Kvalitatiivisten analyysien yleisimmät suorituskykyominaisuudet. Taulukko 6 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-08-17.] Saatavissa: <http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=Vieritetaus/Korjaus1.pdf>

LOEFFELBEIN, Denys J., SOUVATZOGLOU, Michael, WANKERL, Veronica, MARTINEZ-MÖLLER, Axel, DINGES, Julia, SCHWAIGER, Markus ja BEER, Ambros J. 2012. PET-MRI Fusion in Head-and-Neck Oncology: Current Status and Implications for Hybrid PET-MRI. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. ScienceDirect [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-05-18.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/science/article/pii/S0278239111003922?np=y>

LUMME, Riitta, LEINONEN, Rauni, LEINO, Mia, FALENIUS, Mia ja SUNDQVIST, Leena 2006. Monimuotoinen / toiminnallinen opinnäytetyö. Opinnäytetyön ohjausprosessi. ERILAISET OPINNÄYTETYÖT. Monimuotoinen / toiminnallinen opinnäytetyö [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-08-20.] Saata-

vissa:

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html>

MEDICINENET.COM. CT Scan (Computerized Tomography, CAT Scan). Diseases & Conditions. Cat scan index. Cat scan article [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: http://www.medicinenet.com/cat_scan/article.htm

MEDIX BIOCHEMICA. Actim Pancreatitis - Usein kysyttyjä kysymyksiä. Actim testit. Tuotteet. Actim Pancreatitis. UKK [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: https://www.medixbiochemica.com/Actim_tests/Actim_Products/Pancreatitis/fi_FI/Panksu_UKK_1/

MIKES 2005. Tapio Ehder (Toim.) Kemian metrologian opas. Metrologia. Julkaisut. Metrologian julkaisuja [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: http://www.mikes.fi/documents/upload/j6_05_b5_nettiin.pdf

MUSTAJOKI, Pertti ja KAUKUA, Jarmo 2008. Magneettikuvaus. Duodecim Terveyskirjasto. Terveystieto. Laboratoriotutkimusten tulkinta [verkkoartikkeli]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk04023

MÄKELÄ, Marjukka, KAILA, Minna, LAMPE, Kristian ja TEIKARI, Martti (Toim.). 2007. Menetelmien arviointi terveydenhuollossa. Kustannus Oy Duodecim: Helsinki.

NAGAMACHI, Shigeki, NISHII, Ryuichi, WAKAMATSU, Hideyuki, MIZUTANI, Youichi, KIYOHARA, Shogo, FUJITA, Seigo, FUTAMI, Shigemi, SAKAE, Tatefumi, FUROKOJI, Eiji, TAMURA, Shozo, ARITA, Hideo, CHIJIWA, Kazuo ja KAWAI, Keiichi 2013. The usefulness of 18F-FDG PET/MRI fusion image in diagnosing pancreatic tumor: comparison with 18F-FDG PET/CT. Springer Link [verkkoartikkeli]. [Viitattu 2014-07-10.] Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12149-013-0719-3#page-1>

NATIONAL CANCER INSTITUTE 2013. What is cancer? Cancer Topics [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-05-18.] Saatavissa: <http://www.cancer.gov/cancertopics/cancerlibrary/what-is-cancer>

NEUROSCIENCE RESEARCH INSTITUTE. PET-MRI Fusion. Fields of Research [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: http://nri.gachon.ac.kr/b_01_e.html

NOVARTIS FINLAND. Syöpätaudit. Tietoa terveydestä [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-09.] Saatavissa: http://www.novartis.fi/tietoa_terveydesta/fi_FI/syopataudit/

RADIOLOGYINFO.ORG. Magnetic Resonance Imaging (MRI) – Head. Test/Treatment. Magnetic Resonance Imaging (MRI) [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: <http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=bodymr>

RADIOLOGYINFO.ORG. Positron Emission Tomography - Computed Tomography (PET/CT). Test/Treatment. Nuclear Medicine [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: <http://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=pet>

RINTASYÖPÄ.FI 2013. Rintasyövän levinneisyysluokat. Rintasyövän hoito. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.5.2013.] Saatavissa: <http://www.rintasyopa.fi/rintasyovan-hoito/levinneisyysluokat/>

SANKKILA, Risto ja PUKKALA, Eero 2009. Syöpätaudit. Terveiden edistäminen. Sairauksien ehkäisy [verkkootikkeli]. [Viitattu 2013-06-08.] Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00008

SCHREITER, Nils F., NOGAMI, Munenobu, STEFFEN, Ingo, PAPE, Ulrich-Frank, HAMM, Bernd, BRENNER, Winfried ja RÖTTGEN, Rainer 2012. Evaluation of the potential of PET-MRI fusion for detection of liver metastases in patients with neuroendocrine tumors. Springer Link [verkkootikkeli]. [Viitattu 2014-06-08.] Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00330-011-2266-4#page-1>

SCRIBD. 2009. Introduction to CT physics. Documents [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: <http://www.scribd.com/doc/19335535/Introduction-to-CT-Theory>

SEEMANN, MD, MEISETSCHLAEGER, G, GAA, J. ja RUMMENY EJ. 2006. Assessment of the extent of metastases of gastrointestinal carcinoid tumors using whole-body PET, CT, MRI, PET/CT and PET-MRI. PubMed [verkkootikkeli]. [Viitattu 2014-04-27.] Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16504962>

SEPPÄNEN, Marko, KAJANDER, Sami ja KNUUTI, Juhani 2008. PET/SPET-CT; Perusteet ja laitetekniikka PET/SPET-CT kliinisessä käytössä. Sädeturvapäivät. Abstraktit. 2008. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2014-04-07.] Saatavissa: <http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?267>

SIMUNDIC', Ana-Maria. Measures of diagnostic accuracy: basic definitions. ifcc. International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2014-04-27.] Saatavissa: <http://www.ifcc.org/ifccfiles/docs/190404200805.pdf>

SILIUS, Kirsi 2005. Sisällönanalyysi. Tampereen teknillinen yliopisto. TTY. Luentodiat. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2014-04-27.] Saatavissa: http://matwww.ee.tut.fi/hmopetus/hmjatkosems04/liitteet/JOS_hypermedia_Silius150405.pdf

SUOMEN TIETOKIRJAILIJAT RY 2012. Eettiset ohjeet. Jäsenyys. Eettiset ohjeet [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: <http://www.suomentietokirjailijat.fi/jasenyys/eettiset-ohjeet/>

SIPPO-TUJUNEN, Inkeri 2007. Fyysikko. SPET ja TT tai MK: ohjelmallinen kuvafuusio. FSNM.ORG. Ajankohtaista. Arkisto. Luennot. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2014-05-07.] Saatavissa: http://www.fsnm.org/6_SPET_ja_TT_tai_MK.pdf

SYÖPÄJÄRJESTÖT. Eturauhassyöpä. Tietoa syövästä. Syöpätauteja [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2013-06-08.] Saatavissa: <http://www.cancer.fi/tietoasyovasta/syopa/>

SYÖPÄJÄRJESTÖT. Mikä on syöpä. Tietoa syövästä [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-08.] Saatavissa: <http://www.cancer.fi/tietoasyovasta/syopa/>

SYÖPÄJÄRJESTÖT. Rintasyöpä. Tietoa syövästä. Syöpätauteja [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-08.] Saatavissa: <http://www.cancer.fi/tietoasyovasta/syopa/>

SÄTEILYTURVAKESKUS 2004. Pukkila, Olavi (toim.) Säteily- ja ydinturvallisuus. Säteilyn käyttö-kirja. Julkaisut ja määräykset. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjat. Säteilyn käyttö [verkkokirja]. [Viitattu 2013-07-14.] Saatavissa: http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja3/_files/12222632510021001/default/kirja3_1.pdf

TAMPEREEN YLIOPISTO 2012. Tiedonhaun suunnittelu. Kirjasto. Oppaat ja ohjeet. Tiedonhankinnan perusteet. Tiedonhankinnan perusteet CMT [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: <http://www.uta.fi/kirjasto/oppaat/tiedonhankinnanperusteet/cmt/tiedonhaunsuunnittelu/index.html>

TAMPEREEN YLIOPISTO 2012. Tiedonhaun arviointi. Kirjasto. Oppaat ja ohjeet. Tiedonhankinnan perusteet. Tiedonhankinnan perusteet CMT [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: <http://www.uta.fi/kirjasto/oppaat/tiedonhankinnanperusteet/cmt/arviointi/index.html>

TAMPEREEN YLIOPISTO 2012. Tiedon eettinen käyttö. Kirjasto. Oppaat ja ohjeet. Tiedonhankinnan perusteet. Tiedonhankinnan perusteet CMT [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-06-16.] Saatavissa: <http://www.uta.fi/kirjasto/oppaat/tiedonhankinnanperusteet/cmt/index.html>

TATLISUMAK, Turgut, SOINNE, Lauri, HUTTUNEN, Juha, LAUNES, Jyrki, KARONEN, Jari, ARONEN, Hannu, SIVENIUS, Juhani, HERNESNIEMI, Juha ja KASTE, Markku. 2000. Aivoverenkierron häiriöiden toiminnallinen kuvantaminen. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Uusin numero. Arkisto. Sisällysluettelo 4/2000. Aivojen kuvantaminen [verkkoartikkeli]. [Viitattu 2013-04-27.] Saatavissa: <http://www.duodecimlehti.fi/>

TATSUMI, Mitsuaki, ISOHASHI, Kayako, ONISHI, Hiromitsu, HORI, Masatoshi, KIM, Tonsok, HIGUCHI, Ichiro, INOUE, Atsuo, SHIMOSEGAWA, Eku, TAKEDA, Yutaka ja HATAZAWA Jun 2011. 18F-FDG PET-MRI fusion in characterizing pancreatic tumors: comparison to PET/CT. Springer Link [verkkoartikkeli]. [Viitattu 2014-06-09.] Saatavissa: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10147-011-0202-x#page-1>

TERVE.FI 2013. Syöpä ja syöpätaudit – tietopaketti. Lääkärikirja. Lääkärikirja hakemisto. Syöpätaudit [verkkoartikkeli]. [Viitattu 2013-06-09.] Saatavissa: <http://www.terve.fi>

TURKU PET CENTRE. History and present devices. Imaging [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-02-27.] Saatavissa: <http://www.turkupetcentre.fi/>

UHARI, Matti 2004. Professori. Diagnostisten testien tunnusluvut ja niiden käyttö. Oulun yliopisto. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-02-10.] Saatavissa: <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo94223.pdf>

UPMC CANCERCENTER. About PET-CT Scanning. Radiation Oncology Services. Treatment & Services. Diagnostic Services. PET-CT Based Treatment Planning [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-08-20.] Saatavissa: <http://www.upmccancercenter.com/radonc/petct.cfm>

YANKEELOV, Thomas E., PETERSON, Todd E., ABRAMSON, Richard G., GARCIALZQUIERDO, David, ARLINGHAUS, Lori R., LI, Xia, ATUEGWU, Nkiruka C., CATANA, Ciprian, MANNING, H. Charles, FAYAD, Zahi A. ja GORE John C. 2012. Simultaneous PET-MRI in oncology: a solution looking for a problem? ScienceDirect. Magnetic Resonance Imaging [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2013-05-25.] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/science/article/pii/S0730725X12001993?np=y>

LIITE1: Tutkimusten tulokset ja johtopäätökset

Tutkimus	Tekijät ja vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Kuvantamismenetelmä	Aineisto	Tutkimusmenetelmä	Tulokset	Johtopäätökset
The usefulness of 18F-FDG PET/MRI fusion image in diagnosing pancreatic tumor: comparison with 18F-FDG PET/CT	NAGAMACHI, Shigeki, NISHII, Ryuichi, WAKAMATSU, Hideyuki, MIZUTANI, Youichi, KIYOHARA, Shogo, FUJITA, Seigo, FUTAMI, Shigemi, SAKAE, Tatefumi, FURUKOJI, Eiji, TAMURA, Shozo, ARITA, Hideo, CHIJIWA, Kazuo ja KAWAI, Keiichi 2013	Tutkimuksen tavoitteena oli osoittaa 18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusion toteuttavuus haimakasvainten diagnostiikassa, erityisesti pahanlaatuisen kasvaimen erottamisesta hyvänlaatuisesta muutoksesta. Lisäksi tarkoituksena oli arvioida tyypillisiä haiman muutoksia.	18F-FDG PET-MRI-kuvafuusiot (PET/T1 W1 tai PET/T2 W1), 1.5 Teslan (T) MRI-kuvat ja FDG-PET-kuvat	119 potilasta: 64 miestä ja 55 naista, keski-ikä 67,1 vuotta, väliltä 34–85 vuotta, 96 syöpäkasvaimia ja 23 hyvänlaatuisia muutoksia	Määrällinen tutkimus	<p>Kaikki (119):</p> <p>sensitiivisyys 99,0 % spesifisyys 82,6 % positiivisen tuloksen ennustearvo 96,9 % negatiivisen tuloksen ennustearvo 95,2 % tarkkuus 96,6</p> <p>Pahanlaatuiset (88) kasvaimet:</p> <p>sensitiivisyys 98,7 %; % spesifisyys 92,9 % positiivisen tuloksen ennustearvo 98,7 % negatiivisen tuloksen ennustearvo 92,9 % tarkkuus 97,7</p> <p>Hyvänlaatuiset (31) kasvaimet:</p> <p>sensitiivisyys 100 % spesifisyys 77,8 %</p>	<p>Haimamuutoksien diagnosoinnissa FDG-PET-MRI-kuvafuusiot olivat hyödyllisiä haimasyövän ja hyvänlaatuisen muutoksen erottamisessa toisistaan.</p> <p>Tilastollista merkittävyyttä esiintyi pahanlaatuisien kasvaimien diagnosoinnissa.</p> <p>Kaikkia muutoksia tutkittaessa PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus oli huomattavasti suurempi, kuin PET-TT-menetelmän. (P=0,005)</p> <p>Pahanlaatuisien kasvaimien analyysissä, PET-MRI-kuvafuusiot osoittivat merkittävästi parempaa tarkkuutta, mutta myös spesifisyyttä ja positiivisen tuloksen</p>

			FDG-PET-TT		<p>positiivisen tuloksen ennustearvo 91,7 %</p> <p>negatiivisen tuloksen ennustearvo 100 %</p> <p>tarkkuus 93,5</p> <p>kaikki (119):</p> <p>sensitiivisyys 96,9 %</p> <p>spesifisyys 43,5 %</p> <p>positiivisen tuloksen ennustearvo 87,7 %</p> <p>negatiivisen tuloksen ennustearvo 76,9 %</p> <p>tarkkuus 86,6 %</p> <p>Pahanlaatuiset (88) kasvaimet:</p> <p>sensitiivisyys 97,4 %</p> <p>spesifisyys 21,4 %</p> <p>positiivisen tuloksen ennustearvo 86,7 %</p> <p>negatiivisen tuloksen ennustearvo 60 %</p> <p>tarkkuus 85,2 %</p> <p>Hyvänlaatuiset(31) kasvaimet:</p> <p>sensitiivisyys 95,5 %</p> <p>spesifisyys 77,8 %</p>	<p>ennustearvoa.</p> <p>Hyvänlaatuisien muutoksien analyysissä ei osoittautunut tilastollista merkittävyyttä näiden menetelmien kesken.</p>
--	--	--	------------	--	---	---

						positiivisen tuloksen ennustearvo 91,3 % negatiivisen tuloksen ennustearvo 87,5 % tarkkuus 90,3 %	
Value of fusion of PET and MRI for staging of endometrial cancer: comparison with ¹⁸ F-FDG contrast-enhanced PET/CT and dynamic contrast-enhanced pelvic MRI.	KITAJIMA, Kazuhiro, SUENAGA, Yuko, UENO, Yoshiko, KANDA, Tomonori, MAEDA, Tetsuo, TAKAHASHI, Satoru, EBINA, Yasuhiko, MIYAHARA, Yoshiya, YAMADA, Hideto, ja SUGIMURA, Kazuro 2013	Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia 18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusioiden diagnostista tarkkuutta kohdun limakalvon syövän paikallisen levinneisyyden (T-vaihe) ja etäpesäkkeiden levinneisyydestä imusolmukkeisiin (N-vaihe) arvioimisessa.	18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusio PET-TT	30 potilasta, joilla on todettu biopsianäytteellä kohdun limakalvon syöpä. Heille tehtiin ennen leikkausta PET-CT, lantion dynaaminen kontrasti-MRI ja PET-MRI-kuvafuusiot. Tutkimuksessa Käytettiin tilastollista analyysiä.	Määrällinen tutkimus	<p>Primäärikasvain: sensitiivisyys 96.7 %</p> <p>Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeet: sensitiivisyys 100 % spesifisyys 96.3 % tarkkuus 96.7 %</p> <p>Primäärituumorin luokittelu/syöpäaste: tarkkuus 80 %</p> <p>Primäärikasvain: Sensitiivisyys 93.3 %</p> <p>Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeet: sensitiivisyys 100 % spesifisyys 96.3 % tarkkuus 96.7 %</p> <p>Primäärituumorin luokittelu/syöpäaste:</p>	<p>PET-MRI-kuvafuusio täydentää yksittäisten menetelmien PET ja MRI etuja, ja se on arvokas menetelmä kohdun limakalvon syövän primäärikasvainten ja imusolmukkeiden syöpäasteen arvioimisessa.</p> <p>Primäärituumorien havaitsemisessa PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-menetelmän sensitiivisyyksien välillä ei ollut tilastollista merkittävyyttä (p=1).</p> <p>PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus primäärituumorin luokittelussa oli kuitenkin tilastollisesti huomattavasti merkittävämpi (p=0.041) kuin PET-TT-menetelmän.</p>

						tarkkuus 60 %	<p>Lisäksi PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys havaita invaasiota myometriaalissa, kohdunkaulan stoomassa ja parametriumissa oli suurempi kuin PET-TT-menettelyn, muttei kuitenkaan tilastollisesti merkittävästi suurempi.</p> <p>PET-MRI-kuvafuusion ja PET-TT-menettelyn sensitiivisyys, spesifisyys ja tarkkuus lantion imusolmukkeiden levinneisyydessä olivat täysin samat.</p> <p>Johtopäätöksenä PET-MRI-kuvafuusion tarkkuus primäärituumorin syöpäasteen määrittelyssä on tilastollisesti huomattavasti merkittävämpi kuin PET-TT-menettelyn. Muuten ei havaittu tilastollista merkittävyyttä menetelmien kesken.</p>
Value of retrospective image	KANDA, Tomonori, KITAJIMA,	Tutkimuksen tarkoituksena on arvioida	F-FDG PET/MRI-kuvafuusio	30 potilasta, joilla on syöpä	Määrällinen tutkimus	Primäärituumorin pai-	PET-MRI-kuvafuusio on tark-

<p>fusion of ¹⁸F-FDG PET and MRI for pre-operative staging of head and neck cancer: comparison with PET/CT and contrast-enhanced neck MRI</p>	<p>Kazuhiro, SUENAGA, Yuko, KONISHI, Jyunya, SASAKI, Ryohei, MORIMOTO, Koichi, SAITO, Miki, OTSUKI, Naoki, NIBU, Ken-ichi, SUGIMURA ja Kazuro 2013</p>	<p>F-FDG PET-MRI-kuvafuusion kliinistä arvoa kaulan syövän paikallisen levinneisyyden (T-vaihe) ja etäpesäkkeiden levinneisyydestä imusolmukkeisiin (N-vaihe) määrittelyssä.</p>	<p>PET-TT</p>	<p>joko suuontelossa tai hypopharynxissa, ja joille tehtiin PET-TT ja varjoainetehosteinen kaulan MRI. Jälkikäteen tehtiin PET-MRI-kuvafuusio.</p>		<p>Paikallisen levinneisyyden, T-vaiheen, määrittely: tarkkuus 87 %</p> <p>Etäpesäkkeiden imusolmukkeisiin levinneisyyden, N-vaiheen, määrittely: tarkkuus 77 %</p> <p>Imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensitiivisyys 77 % spesifisyys 96 % tarkkuus 93 %</p> <p>Primäärituumorin paikallisen levinneisyyden, T-vaiheen, määrittely: tarkkuus 67 %</p> <p>Etäpesäkkeiden imusolmukkeisiin levinneisyyden, N-vaiheen, määrittely:</p>	<p>ka menetelmä kaulan syöpäasteen arvioimisessa.</p> <p>Primäärituumorin paikallisen levinneisyyden arvioinnissa PET-MRI-kuvafuusio oli tilastollisesti huomattavasti tarkempi kuin PET-TT-menetelmä (p=0.041/0.023).</p> <p>Kuitenkin etäpesäkkeiden imusolmukkeisiin levinneisyyden määrittelyssä ja imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitsemisessa (sensitiivisyys, spesifisyys ja tarkkuus) molemmat menetelmät ylsivät täysin samoihin tuloksiin.</p> <p>Johtopäätöksenä PET-MRI-kuvafuusio antaa huomattavasti luotettavampaa tietoa primäärituumorin paikallisesta levinneisyydestä kuin PET-TT-menetelmä. Muissa tuloksissa ei ollut poikkeavuutta menetelmien kesken.</p>
--	--	--	---------------	--	--	---	---

						tarkkuus 77 % Imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensitiivisyys 77 % spesifisyys 96 % tarkkuus 93 %	
Initial clinical result of simultaneous 18F-FDG PET/MRI in comparison to 18F-FDG PET/CT in patients with head and neck cancer	KUBIESSA, K., PURZ, S., GAWLITZA, M., KÜHN, A., FUCHS, J., STEINHOFF, K. G., BOEHM, A., SABRI, O., KLUGE, R., KAHN, T. ja STUMPP, P. 2013	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla 18F-FDG PET-MRI ja 18F-FDG-PET-TT – menetelmien diagnostista tarkkuutta pään ja kaulan alueen syöpää tutkittaessa.	18F-FDG PET-MRI-menetelmä 18F-FDG PET-TT-menetelmä	17 potilasta, joille tehtiin sekä 18F-FDG-PET-MRI – että 18F-FDG-PET-TT-tutkimus. Tutkimukset arvioitiin toisistaan riippumattomilla kahdella eri lukijaryhmällä.	Määrällinen tutkimus	Pahanlaatuisien kasvaimien havaitseminen: sensitiivisyys 80.5 % spesifisyys 88.2 % positiivisen tuloksen ennustearvo 75.6 % negatiivisen tuloksen ennustearvo 92.5 % Pahanlaatuisien kasvaimien havaitseminen: sensitiivisyys 82.7 % spesifisyys 87.3 % positiivisen tuloksen ennustearvo 73.2 % negatiivisen tuloksen ennustearvo 92.4 %	PET-MRI- ja PET-TT – menetelmien välillä ei osoittautunut tilastollisesti merkittävää eroa pahanlaatuisien kasvaimien havaitsemisessa. Menetelmät ylsivät samaan hyvään diagnostiseen tarkkuuteen.
Value of fusion of PET and MRI in the detection of intra-pelvic	KITAJIMA, Kazuhiro, SUENAGA, Yuko, UENO, Yoshiko,	Tutkimuksen tarkoituksena on arvioida 18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusion dia-	18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusio	30 potilasta (keski-ikä 61.3 vuotta; ikä väliä 38–83 vuot-	Määrällinen tutkimus	Lantion sisäisen paikallisen uusiutumisen	Paikallisen uusiutumisen diagnosoinnissa PET-MRI-kuvafuusion

<p>recurrence of gynecological tumor: comparison with 18F-FDG contrast-enhanced PET/CT and pelvic MRI.</p>	<p>KANDA, Tomonori, MAEDA, Tetsuo, MAKIHARA, Natsuko, EBINA, Yasuhiko, YAMADA, Hideo, TAKAHASHI, Satoru ja SUGIMURA, Kazuro 2013</p>	<p>agnostista tarkkuutta havaita gynekologisen kasvaimen lantion sisäistä uusiutumista.</p> <p>Lisäksi tarkoituksena on verrata PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta varjoainetehosteisen 18F-FDG-TT(PET/ceTT)- ja varjoainetehostamattoman 18F-FDG-PET-TT (PET/IdTT)-menetelmän kanssa.</p>		<p>ta), joilla epäiltiin uusiutuneen pahanlaatuisen gynekologinen muutos. Heitä oli juuri hoidettu, ja oli 15 kpl kohdunkaulan syöpiä, 9 kpl munasarjasyöpiä ja 6 kpl kohdun limakalvon syöpiä. Heille tehtiin varjoainetehosteinen PET-TT ja lantion varjoainetehosteinen MRI, ja tehtiin PET-MRI-kuvafuusio. Tuloksia arvioi kaksi lukijaa. Käytettiin tilastollista analyysiä.</p>		<p>havaitseminen: sensiitivisyys 87.5 % spesifisyys 100 % tarkkuus 93.3 %</p> <p>lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensiitivisyys 87.5 % spesifisyys 100 % tarkkuus 96.7 %</p> <p>Lantion luiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensiitivisyys 100 % spesifisyys 100 % tarkkuus 100 %</p> <p>Vatsakalvon etäpesäkkeiden havaitseminen: sensiitivisyys 80 % spesifisyys 100 % tarkkuus 96.7 %</p> <p>Lantion sisäisen uusiutumisen tai etäpesäkkeiden havaitseminen: sensiitivisyys 91.3 %</p>	<p>sensiitivisyys ja tarkkuus olivat molemmat tilastollisesti huomattavasti merkittävämpiä kuin tehostamattoman PET/IdTT-menetelmän (p=0.041).</p> <p>Kuitenkaan ei osoittautunut olevan tilastollisesti merkittävää eroa sensitiivisyydessä ja tarkkuudessa menetelmien PET-MRI ja varjoainetehosteisen PET/ceTT kesken.</p> <p>Ei havaittu merkittäviä eroja lantion imusolmukkeiden tai lantion luiden tai vatsakalvon etäpesäkkeiden havaitsemisessa näiden menetelmien kesken.</p> <p>PET-MRI-kuvafuusion sensitiivisyys ja tarkkuus osoittautuivat korkeimmiksi lantion sisäisessä uusiutumisessa tai etäpesäkkeiden havaitsemisessa näiden menetelmien kesken, muttei ero ollut kuitenkaan</p>
--	--	---	--	---	--	---	---

			PET/ceTT			<p>spesifisyys 100 % tarkkuus 93.3 %</p> <p>Lantion sisäisen paikallisen uusiutumisen havaitseminen: sensiivisyys 62.5 % spesifisyys 100 % tarkkuus 80 %</p> <p>Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensiivisyys 87.5 % spesifisyys 100 % tarkkuus 96.7 %</p> <p>Lantion luiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensiivisyys 66.7 % spesifisyys 100 % tarkkuus 96.7 %</p> <p>Vatsakalvon etäpesäkkeiden havaitseminen: sensiivisyys 80 % spesifisyys 100 % tarkkuus 96.7 %</p>	<p>merkittävä. (sensiivisyys p=0.48, spesifisyys p=1 ja tarkkuus p= 0.48)</p> <p>Johtopäätöksenä PET-MRI-kuvafuusiolla saavutettiin korkein sensiivisyys ja tarkkuus. Tämä selittyy luultavasti MRI:n loistavalla pehmytkudoskontrastilla ja erotuskyvyllä.</p>
--	--	--	----------	--	--	--	---

			PET/IdCT			<p>Lantion sisäisen uusiutumisen tai etäpesäkkeiden havaitseminen: sensitiivisyys 82.6 % spesifisyys 100 % tarkkuus 86.7 %</p> <p>Lantion sisäisen paikallisen uusiutumisen havaitseminen: sensitiivisyys 50 % spesifisyys 100 % tarkkuus 73.3 %</p> <p>Lantion imusolmukkeiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensitiivisyys 87.5 % spesifisyys 95.5 % tarkkuus 93.3 %</p> <p>Lantion luiden etäpesäkkeiden havaitseminen: sensitiivisyys 66.7 % spesifisyys 100 % tarkkuus 96.7 %</p>	
--	--	--	----------	--	--	--	--

						<p>vatsakalvon etäpesäkkeiden havaitseminen:</p> <p>sensitiivisyys 60 % spesifisyys 96 % tarkkuus 90 %</p> <p>lantion sisäisen uusiutumisen tai etäpesäkkeiden havaitseminen:</p> <p>sensitiivisyys 78.3 % spesifisyys 85.7 % tarkkuus 80 %</p>	
Evaluation of the potential of PET-MRI fusion for detection of liver metastases in patients with neuroendocrine tumors	Schreiter, Nogami, Steffen, Pape, Hamm, Brenner ja Röttgen 2012	tarkoituksena oli arvioida PET-MRI-fuusiokuvien kykyä havaita neuroendokriinisten kasvainten etäpesäkkeitä maksassa. Ga-68-DOTA(0)-Phe(1)-Tyr(3)-octreotide (Ga-68-DOTATOC) PET- ja Gd-EOB-DTPA MRI – kuvatuettiin jälkikäteen.	PET-MRI-kuvafuusio	valittiin 22 potilasta (keski-ikä 54.8, väiltä 34–73 vuotta, 9 naista ja 13 miestä), joilla oli maksan etäpesäkkeitä. Tutkittavilta löydettiin primäärikasvaimia haimasta 10 kpl, sykkörsuoletta 5 kpl, vatsalaukusta 2 kpl, pohjukais-suolesta 2 kpl, peräaukosta 1kpl, keuhkoista 1 kpl ja tunnistamattomasta kohteesta 1 kpl	Määrällinen tutkimus	<p>Kaikki hyvän- ja pahanlaatuiset maksamuutokset:</p> <p>sensitiivisyys oli 91,2 % spesifisyys 95,6 % positiivisen tuloksen ennustearvo 97,4 % negatiivisen tuloksen ennustearvo 87,2 %</p> <p>muutokset \leq 1 cm:</p> <p>sensitiivisyys oli 81.2 %</p>	<p>PET-MRI-kuvafuusioilla oli tilastollisesti huomattavasti merkittävämpi sensitiivisyys havaita maksan kaikkia muutoksia verrattuna PET-TT-menetelmään ($p < 0.0001$).</p> <p>Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusio havaitsee huomattavasti herkemmin maksan etäpesäkkeitä kuin PET-TT-menetelmä erityisesti kun on kyse muutoksista, jotka</p>

			PET-TT		<p>spesifisyys 89.5 % positiivisen tuloksen en- nustearvo 96 % negatiivisen tuloksen en- nustearvo 67.9 %</p> <p>muutokset > 1 cm:</p> <p>sensitiivisyys oli 98.5 % spesifisyys 90.9 % positiivisen tuloksen en- nustearvo 98.5 % negatiivisen tuloksen en- nustearvo 91.7 %</p> <p>Kaikki hyvän- ja pa- hanlaatuiset maksa- muutokset:</p> <p>sensitiivisyys 73,5 %, spesifisyys 88,2 % positiivisen tuloksen en- nustearvo 93,4 % negatiivisen tuloksen en- nustearvo 69,4 %</p> <p>muutokset </= 1 cm:</p>	<p>ovat kooltaan pie- nempiä tai yhtäsuu- ria kuin yksi sentti- metri. Täten voi- daan suositella PET-MRI- menetelmää erityi- sesti preoperatiivi- sena eli leikkausta edeltävänä tutki- muksena.</p>
--	--	--	--------	--	--	---

						<p>sensitiivisyys 47.9 % spesifisyys 94.7 % positiivisen tuloksen en- nustearvo 98 % negatiivisen tuloksen en- nustearvo 43.2 %</p> <p>muutokset > 1 cm:</p> <p>sensitiivisyys 92.3 %, spesifisyys 90.9 % positiivisen tuloksen en- nustearvo 98.5 % negatiivisen tuloksen en- nustearvo 68.8 %</p>	
<p>Diagnostic accuracy of ultrasound, 18F-FDG-PET/CT, and fused 18F-FDG-PET-MR images with DWI for the detection of cervical lymph node metastases of HNSCC</p>	<p>Heusch, Sproll, Buchbender, Rieser, Terjung, Antke, Boeck, Macht, Scherer, Antoch, Heusner ja Handschel 2013</p>	<p>tarkoituksena oli vertailla 18F-FDG-PET-MRI-kuvafuusion, 18F-FDG-PET-MRI-DWI-kuvafuusion, 18F-FDG-PET-TT-menetelmän ja ultraäänen kykyä havaita pään ja kaulan alueen levyepiteelikarsinoomasta peräisin olevia imusolmukkeiden etäpesäkkeitä</p>	<p>18F-FDG-PET-MRI-DWI-kuvafuusion</p>	<p>seitsemän oli naisia, 11 miehiä ja ikä oli 65 ± 10 vuotta. Kaikkien 18 potilaan levyepiteelikarsinooma varmistettiin histopatologisella analyysillä</p>	<p>Määrällinen tutkimus</p>	<p>Pään ja kaulan alueen levyepiteelikarsinoomasta peräisin olevien imusolmukkeiden etäpesäkkeet:</p> <p>sensitiivisyys oli 52/ 53 % spesifisyys 96/ 97 % positiivisen tuloksen en- nustearvo 59/ 67 % negatiivisen tuloksen en- nustearvo 94/95 % tarkkuus 91/ 92 %</p>	<p>PET-MRI-kuvafuusioiden ja PET-TT-menetelmän välillä ei ole tilastollisesti huomattavaa eroa tarkkuudessa havaita pään ja kaulan alueen levyepiteelikarsinoomasta peräisin olevia imusolmukkeiden etäpesäkkeitä (p=0.839/0.286).</p> <p>Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusioiden</p>

			18F-FDG-PET-TT- menetelmän			sensitiivisyys 30 % spesifisyys 97 % positiivisen tuloksen en- nustearvo 56 % negatiivisen tuloksen en- nustearvo 92 % tarkkuus 90 %	eivät havaitse her- kemmin imusol- mukkeiden etä- pesäkkeitä tai tee syövän N-luokitusta herkemmin kuin PET-TT-menetelmä.
18F-FDG PET- MRI fusion in characterizing pancreatic tu- mors: compari- son to PET/CT	Tatsumi, Iso- hashi, Onishi, Hori, Kim, Higu- chi, Inoue, Shimosegawa, Takeda ja Ha- tazawa 2011	tarkoituksena oli vertailla PET-MRI- kuvafuusion ja PET- TT-menetelmän diagnostista tark- kuutta pahanlaa- tuisien muutoksien havaitsemisessa. Tavoitteena oli osoittaa, että PET- MRI-fuusiolla on mahdollista luokitel- la haimatuumoreita	18F-FDG-PET/T1- w MRI- ja 18F- FDG-PET/T2-w MRI-kuvafuusiot PET-TT- menetelmän	47 potilasta, joilla epäiltiin olevan tai oli todettu hai- masyöpä. Tut- kimukseen osal- listuneista 28 oli miehiä ja 19 naisia, ja ikäja- kauma oli 32–90 vuotta ja keski- ikä 68 vuotta	Määrällinen tutimus	Haimatuumorit: tarkkuus 93/ 90.7 % tarkkuus 88.4 %	PET-MRI- kuvafuusiot osoitti- vat suurempaa tark- kuutta haimatuu- morien diagnosti- kassa verrattuna PET-TT- menetelmään, mut- ta ei kuitenkaan tilastollisesti merkit- tävää eroa (tark- kuus 93/90.7 / 88.4 %). Johtopäätöksenä todetaan, että eri- tyisesti T1- painotteinen PET- MRI-kuvafuusio oli herkempi havait- semaan haimatuu- moreita verrattuna PET-TT- menetelmään.
Value of retro- spective fusion of PET and MR images in de- tection of he- patic metasta-	DONATI, Olivio F., HANY, Thomas F., REINER, Caecilia S., SCHUL- THESS, Gustav	Tutkimuksen tarkoi- tuksena oli verrata tarkkuuksia muu- toksien havaitsemi- sessa ja diagnostis- ta luotettavuutta	PET-MRI- kuvafuusio	47 potilasta, keski-ikä 60,2 +/- 12 vuotta, joilla on maksan metastaaseja	Määrällinen tutkimus	Kaikki tuumorit: sensitiivisyys 93/93 % spesifisyys 87/97 %	Tehostettu Gd- EOB-DTPA-MRI - menetelmän ja PET- MRI-kuvafuusion sensitiivisyys mak- san metastaasien

ses: comparison with 18F-FDG PET/CT and Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI.	K. von, MARINECK, Borut, SEIFERT, Burkhardt ja WEISHAUPT, Dominik 2010	menetelmien, 18F-FDG-PET-TT, tehostettu Gd-EOB-DTPA-MRI- ja PET-MRI-fuusio, kesken	18F-FDG-PET-TT			<p>Tuumorit = / < 1 cm: sensitiivisyys 70/70 % Spesifisyys 71/100 %</p> <p>Tuumorit > 1 cm sensitiivisyys 98/98 % spesifisyys 100/94 %</p> <p>Kaikki tuumorit: sensitiivisyys 76 % spesifisyys 90 %</p> <p>Tuumorit = / < 1 cm: sensitiivisyys 30 % spesifisyys 86 %</p> <p>Tuumorit > 1 cm: sensitiivisyys 87 % spesifisyys 94 %</p>	<p>havaitsemisessa oli merkittävästi suurempi kuin PET-TT-menetelmän</p> <p>PET-MRI-kuvafuusion diagnostinen tarkkuus oli huomattavasti suurempi kuin PET-TT-menetelmän yhden senttimetrin tai sitä suurempien muutoksien diagnosoinnissa.</p>
Assessment of the extent of metastases of gastrointestinal carcinoid tumors using whole-body PET, CT, MRI, PET/CT and PET-MRI	Seemann, Meisetschlaeger, Gaa ja Rummeny 2006.	tarkoituksena oli arvioida kokokehon positroniemissiotomografia (PET) -, tietokonetomografia (TT)-, magneettikuvaus (MRI)- ja PET-TT- menetelmien ja PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta ruoansulatuskanavan karsinoman etäpesäkkeiden	PET-MRI-kuvafuusio PET-TT-menetelmä	kuusi potilasta, joilla oli laajalti ei-leikattavia ruuansulatuskanavan karsinoomista peräisin olevia etäpesäkkeitä. Potilaat tutkittiin sekä PET-TT:llä että kokokehon MRI:llä. Jälkikäteen tehtiin PET-MRI-kuvafuusio	Määrällinen tutkimus	<p>Maksan etäpesäkkeiden havaitseminen:</p> <p>sensitiivisyys 100 %</p> <p>Imusolmukemetastasiat:</p> <p>sensitiivisyys 100 %</p> <p>Maksan etäpesäkkeiden</p>	<p>PET-MRI-kuvafuusio ositti tilastollisesti huomattavasti merkittävämpää sensitiivisyyttä havaita maksan etäpesäkkeitä kuin PET-TT-menetelmä (sensitiivisyys 100 % / 50.9 %).</p> <p>Imusolmukkeiden ja luiden etäpesäkkeiden</p>

		havaitsemisessa				den havaitseminen: sensiitivisyys 50,9 % Imusolmukemetastaa- sit: sensiitivisyys 100 %	keiden havaitsemisessa ei ollut eroa näiden kahden menetelmän kesken.
Additional value of MR/PET fusion compared with PET/CT in the detection of lymph node metastases in cervical cancer patients	Kim, Choi, Park, Lee, Seo, Yoo, Jung, Kang ja Cho 2009.)	tarkoituksena oli arvioida PET-MRI-kuvafuusion diagnostista tarkkuutta kohdunkaulan syövän etäpesäkkeiden havaitsemisessa	PET-MRI-kuvafuusio PET-TT-menetelmä	79:sää potilasta, joilla oli kohdunkaulan syöpä. Potilaat kuvattiin sekä PET-TT:llä että MRI:llä. Jälkikäteen tehtiin PET-MRI-kuvafuusio	Määrällinen tutkimus	Imusolmukemetastaa- sit: sensiitivisyys 54.2 % spesifisyys 92.7 % sensiitivisyys 44.1 % spesifisyys 93.9 %	PET-MRI-kuvafuusio oli herkempi kuin PET-TT-menetelmä havaitakseen imusolmukkeissa etäpesäkkeitä, ja siten osoitti tilastollisesti merkittävää eroa ($p=0.045$) menetelmien kesken. Johtopäätöksenä todetaan, että PET-MRI-kuvafuusion käyttöä suositetaan arvioitaessa kohdunkaulan syöpää sairastavien potilaiden imusolmukkeiden mahdollisia etäpesäkkeitä.