

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI- JA TERVEYSALA

E-OPPIMATERIAALI YLEISIMMISTÄ ISOTOOPPITUTKIMUKSISTA

Englanninkielinen e-oppimateriaali kansainvälisille sairaanhoitajaopiskelijoille

TEKIJÄT Maria Heikkinen
Tiina Kokkonen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Tutkinto-ohjelma Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Maria Heikkinen & Tiina Kokkonen	
Työn nimi E-oppimateriaali yleisimmistä isotooppitutkimuksista: Englanninkielinen e-oppimateriaali kansainvälisille sairaanhoitajaopiskelijoille	
Päiväys	12.11.2025
	25/1
Yhteistyötaho Savonia-ammattikorkeakoulu	
<p>Isotooppitutkimukset ovat kuvantamistutkimuksia, joissa seurataan radioaktiivisen merkkiaineen kulkua tutkitavan potilaan kehossa. Tutkimusten tavoitteena on selvittää elinten toimintaa ja aineenvaihduntaa. Isotooppikuvauslaitteet eivät tuota säteilyä, vaan potilas itse toimii tutkimuksessa säteilylähteenä. Isotooppikuvantamisen osa-alueita ovat gammakuvaukset ja PET-tutkimukset. Isotooppidiagnostiikkaa hyödynnetään useilla eri lääketieteen aloilla, erityisesti syöpäsairauksien kuvantamisessa. Tutkimukset tehdään usein moniammatillisena yhteistyönä, minkä vuoksi myös sairaanhoitajien on tärkeä ymmärtää niiden perusteet. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa e-oppimateriaali, joka tukee kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden tietämyksen lisäämistä isotooppitutkimuksista. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa englanninkielinen e-oppimateriaali yleisimmistä isotooppitutkimuksista.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyönä, jonka sisältönä on kirjallinen raportti ja sen pohjalta laaditut sähköiset oppimateriaalit. Oppimateriaaleihin sisältyy informatiiviset posterit ja niiden sisällön pohjalta laadittu Moodle-tentti. Opinnäytetyössä käytettiin lineaarista kehittämistyön mallia, jossa työ etenee johdonmukaisesti luodun suunnitelman mukaan. Suunnitelma alkoi tietoperustan kokoamisella, jonka pohjalta laadittiin rajattu teoriaosuus ja käsikirjoitus oppimateriaalia varten. Posterit toteutettiin Canva-ohjelmalla, ja niiden ulkoasu pidettiin selkeänä ja sisältö ytimekkäänä. Tentti toteutettiin Moodle-oppimisympäristössä ja se koostuu kymmenestä kysymyksestä. Oppimateriaalit tuotettiin hyödynnettäväksi kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden kuvantamistutkimuksia käsittelevälle opintojaksolle. Työn tilaajana toimi Savonia-ammattikorkeakoulu.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi englanninkielinen e-oppimateriaali isotooppitutkimuksista sekä aihetta käsittelevä Moodle-tentti. Materiaalissa kuvataan kahden yleisimmän isotooppitutkimuksen kulku sekä säteilysuojeluun liittyviä keskeisiä periaatteita. Oppimateriaali tukee opiskelijan ymmärrystä tutkimusten toteutuksesta ja säteilysuojelusta. Lisäksi se vahvistaa valmiuksia osallistua moniammatilliseen yhteistyöhön ja edistää säteilyturvallisuutta sekä potilaiden että terveydenhuollon henkilökunnan näkökulmasta. Materiaalia voisi jatkossa laajentaa kattamaan myös muita isotooppilääketieteen tutkimuksia ja hoitomuotoja.</p>	
Avainsanat Isotooppitutkimukset, gammakuvantaminen, PET-TT kuvantaminen, säteilysuojelu, e-oppimateriaali	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	4
2	ISOTOOPPITUTKIMUKSET.....	5
2.1	Gammakuvantaminen	5
2.1.1	^{99m} Tc.....	6
2.1.2	Yleisiä gammakuvauksia	6
2.1.3	Luuston gammakuvaustutkimuksen kulku.....	7
2.2	PET-TT kuvantaminen	7
2.2.1	¹⁸ F-FDG merkkiaine	8
2.2.2	Yleisiä FDG-PET tutkimuksia	8
2.2.3	Koko kehon FDG-PET tutkimusten kulku	9
3	SÄTEILYSUOJELU ISOTOOPPITUTKIMUKSISSA	11
4	E-OPPIMATERIAALI	13
5	KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE.....	14
6	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS	15
6.1	Suunnittelu	15
6.2	Toteutus.....	16
6.3	Arviointi.....	16
7	POHDINTA.....	18
7.1	Kehittämistyön toteutuksen ja tulosten pohdinta.....	18
7.2	Kehittämistyön eettisyys ja luotettavuus	19
7.3	Ammatillinen kasvu	20
7.4	Kehittämistyön hyödynnettävyys ja kehittämisideat	21
	LÄHTEET	22
	LIITE 1: POSTERIEN KÄSIKIRJOITUS	26

1 JOHDANTO

Isotooppitutkimukset ovat yksi kuvantamisen menetelmä, joilla tutkitaan ihmiskehon toimintaa. Isotooppilääketieteessä hyödynnetään radioaktiivisia isotooppeja radiolääkkeiden muodossa eri sairauksien tutkimuksiin ja hoitoihin. Isotooppitutkimuksilla on mahdollista selvittää muutoksia elinten toiminnassa ja aineenvaihdunnassa, kun taas radiologiset menetelmät keskittyvät rakenteiden kuvantamiseen. (Korpela 2004, 220.)

Isotooppitutkimuksissa potilaalle annetaan radioaktiivista merkkiainetta eli radiolääkettä, jonka jakautumista, kulkua ja hajoamista seurataan kuvauslaitteilla. Isotooppikuvauslaitteet eivät itsessään tuota säteilyä, vaan potilas toimii säteilylähteenä. Säteilylaji, jota isotooppilääketieteessä hyödynnetään, on gammasäteily. (Knuuti & Kajander 2017.)

Isotooppikuvantamisen osa-alueita ovat perinteiset isotooppitutkimukset eli gammakuvaukset ja positroniemissiotomografiat eli PET-tutkimukset. Gammakuvausten yleisin käyttöaihe on luustoetäpesäkkeiden havaitseminen, joka toteutetaan luuston gammakuvauksella. PET-tutkimuksien yleisin käyttöaihe on syöpätautien kuvantaminen, joka toteutetaan koko kehon aineenvaihdunnan PET-tietokonetomografiakuvauksella (FDG-PET-TT). (Knuuti & Kajander 2017).

Tämän kehittämistyön tarkoituksena on tuottaa englanninkielinen e-oppimateriaali isotooppitutkimuksista. Kohderyhmänä ovat kansainväliset sairaanhoitajaopiskelijat ja työn tilaajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulu. Tavoitteena on tuottaa e-oppimateriaali, joka tukee kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden tietämyksen lisäämistä isotooppitutkimuksista. Oppimateriaalissa käsittelemme luuston gammakuvausta ja koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT-kuvausta. Kyseiset tutkimukset ovat tutkimusmääriltään suurimmat yksittäiset isotooppitutkimukset (Kuurne 2023, 34–35). Siksi e-oppimateriaalissa keskitytään näihin kahteen tutkimukseen.

Aihe on tärkeä, sillä yhteiskuntamme muuttuessa kasvavissa määrin kansainvälisempään suuntaan, kasvaa myös tarve tuottaa oppimateriaalia muillekin kielille kuin suomen kielelle. Esimerkiksi vuonna 2023 Suomen ammattikorkeakouluissa opiskeli 15705 ulkomaalaista opiskelijaa, mikä vastasi 9,2 % kaikista opiskelijoista (Opetushallitus 2024). Valitsimme toteuttaa oppimateriaalin sähköisessä muodossa, tukeaksemme opetuksen digitalisaatiota. Digitalisaatio vaikuttaa kaikilla koulutuksen aloilla peruskoulutuksesta korkeakouluihin koskettaen kaikkia koulutuksen kohderyhmiä aina opettajista oppilaisiin (Kampylis, Punie & Decine 2015, 2).

2 ISOTOOPPITUTKIMUKSET

Isotooppitutkimukset ovat yksi kuvantamisen menetelmä, joilla tutkitaan ihmiskehon toimintaa. Isotooppilääketieteessä radioaktiivisia isotooppeja hyödynnetään radiolääkkeiden muodossa eri sairauksien tutkimuksiin ja hoitoihin. Isotooppitutkimuksilla on mahdollista selvittää muutoksia elinten toiminnassa ja aineenvaihdunnassa, kun taas muut radiologiset menetelmät keskittyvät rakenteiden kuvantamiseen. (Korpela 2004, 220.)

Isotooppikuvantamisen eroavaisuus muuhun radiologiseen kuvantamiseen on siinä, että se keskittyy ihmiskehon fysiologian tutkimiseen anatomian sijaan. Isotooppitutkimuksissa potilaalle annetaan radioaktiivista merkkiainetta, jonka jakautumista, kulkua ja hajoamista seurataan kuvauslaitteilla. Isotooppikuvauslaitteet eivät itsessään tuota säteilyä, vaan potilas toimii säteilylähteenä. Säteilylaji, jota isotooppilääketieteessä hyödynnetään, on gammasäteily. (Knuuti & Kajander 2017.)

Elimistön toiminnallisten ja aineenvaihdunnallisten muutosten tutkiminen mahdollistaa erilaisten sairauksien havaitsemisen jo varhaisessa vaiheessa. Rakenteelliset muutokset ilmenevät usein vasta, kun sairaus on edennyt jo pidemmälle. Isotooppidiagnostiikkaa voidaan hyödyntää useilla eri lääketieteen aloilla kuten onkologiassa syöpätautien tutkimiseen, sekä kardiologiassa sydänsairauksien, ja neurologiassa aivojen tutkimiseen. (Korpela 2004, 220.)

Isotooppikuvantamisen osa-alueita ovat perinteiset isotooppitutkimukset eli gammakuvaukset ja PET-tutkimukset. Perinteisiin tutkimuksiin lukeutuvat tasokuvaukset ja SPET, eli yksifotoniemissiotomografia. Tasokuvaukset ovat tutkimuksia, joissa kuvataan joko valittu kohde elimistöstä tai koko keho tietyistä suunnista. Esimerkiksi luuston gammakuvauksessa koko keho kuvataan etu- ja takasuunnasta. SPET kuvaukset taas ovat kerroskuvauksia, joissa gammakamera kiertää potilaan ympäri. SPET kerää informaation eri suunnista ja tekee tämän informaation perusteella eri suuntaisia tai kolmiulotteisia tasokuvia. (Knuuti & Kajander 2017.)

PET-kuvantamisella tarkoitetaan positroniemissiotomografiaa. Perinteisissä isotooppitutkimuksissa radioaktiivisen aineen hajoaminen synnyttää yhden fotonin, kun PET-tutkimuksissa hajoamisen seurauksena on kaksi toisistaan kohtisuoraan kulkevaa fonia. (Knuuti & Kajander 2017.) Suurin osa isotooppitutkimuksista on edelleen perinteisiä tutkimuksia, mutta PET-tutkimusten osuus kasvaa vuosi vuodelta. Vielä vuonna 2003 PET-tutkimusten määrä oli vain 4 % kaikista isotooppitutkimuksista, kun taas vuonna 2021 määrä oli 40 % (Kuurne 2023, 10).

Ennen isotooppitutkimusta potilas saa potilasohjeen, joka sisältää esivalmisteluohjeet tulevaa tutkimusta varten. Suurin osa tutkimuksista ei vaadi erityistä valmistelua, kun taas osaan ohjeet voivat olla hyvinkin tarkat. (Terveyskylä 2025b.) Etenkin PET-TT-tutkimuksissa esivalmisteluiden noudattaminen on olennaista tutkimuksen onnistumisen kannalta (Terveyskylä 2025a).

2.1 Gammakuvantaminen

Gammakuvantaminen on yleisin isotooppikuvauksien muoto. Se voidaan jakaa tasokuvantamiseen ja SPET:iin, jotka on mahdollista suorittaa samalla gammakameralla. (Saarakkala 2017.) Tasokuvantamisessa potilaasta saadaan kaksiulotteinen kuva, jossa kuvataan valittu elimistön kohde tai koko keho tietyistä vakioiduista suunnista. SPET on kerroskuvausta ja se muodostaa kolmiulotteisen kuvan kiertämällä potilasta ympäri keräten informaatiota eri suunnista. SPET:stä on hyötyä, kun ha-

lutaan nähdä aktiivisuusjakauman kolmiulotteinen muoto ja päästä tasokuvausta parempaan tarkkuuteen. Haittana on pidempi kuvausaika. (Knuuti & Kajander 2017.) Nykyisin lähes jokainen SPET:iin kykenevä gammakamera sisältää siihen yhdistetyn tietokonetomografia-, eli TT-laitteen, jolloin puhutaan SPET-TT:stä (Saarakkala 2017).

Gammakameran kuva muodostuu detektorille saapuvan säteilyn perusteella. Koska kohde-elin lähettää gammasäteilyä kaikkiin suuntiin, on kuvan muodostamiseksi säteilyä rajattava kollimaattorilla. Suorareikäkollimaattori päästää detektorille vain kohtisuoraan saapuvan säteilyn ja rajaa vinosti detektoria kohti saapuvan säteilyn. Detektorin havaintojen perusteella kuvaruudulle muodostuu radioaktiivisen aineen jakaumaa tutkittavassa kohde-elimessä esittävä kuva. (Saarakkala 2017.)

Gammakuvauksissa yleisimmin käytetty isotooppi on teknetium- 99 m (99mTc). Muita tavallisesti käytettyjä isotooppeja ovat jodi sekä indium. (Knuuti & Kajander 2017). Isotooppi yhdistettynä kemialliseen yhdisteeseen eli radiolääke annetaan yleisimmin ruiskuttamalla verenkiertoon, mutta joissakin tutkimuksissa se voidaan antaa hengitettävässä tai nieltävässä olomuodossa. Tämä mahdollistaa lähes jokaisen elimen tutkimisen. (Saarakkala 2017.)

2.1.1 Teknetium- 99 m

Teknetium on käytetyin isotooppi gammakuvantamisessa. Sen suosittua käyttöä selittävät hyvät kuvantamisominaisuudet, lyhyt 6 tunnin puoliintumisaika ja valmistusmahdollisuus generaattoripohjaisesti. Teknetium- 99 m syntyy automaattisesti toisen isotoopin molybdeenin hajoamistuotteena. (Kempainen & Tuokkola 2018.)

Puoliintumisajalla tarkoitetaan aikaa, joka radioaktiivisella isotoopilla kestää, jotta sen aktiivisuus vähenee puoleen alkuperäisestä aktiivisuudesta. Aktiivisuus kertoo, kuinka paljon hajoamista aineäärässä tapahtuu aikayksikköä kohden. Aktiivisuutta kuvataan yksiköllä becquerel (Bq). Kullakin nuklidilla on ominainen todennäköisyys sille, millä aikavälillä ydin hajoaa. Teknetiumin kohdalla tämä tarkoittaa, että kuuden tunnin jälkeen isotoopin aktiivisuus on vähentynyt puoleen. Lyhyen puoliintumisajan takia potilaan säderasitus pysyy kohtuullisena. (Kempainen & Tuokkola 2018.)

Teknetiumilla voidaan leimata lukuisia eri kemiallisia yhdisteitä, jotka kulkeutuvat haluttuun tutkimuskohteeseen. Monien erilaisten merkkiaineiden ansiosta teknetiumia voidaan hyödyntää mm. luusto-, sydän-, munuais- ja keuhkotutkimuksissa. (Knuuti & Kajander 2017.)

2.1.2 Yleisiä gammakuvauksia

Luuston gammakuvaus on yleinen tutkimus, jota käytetään luustoetäpesäkkeiden havaitsemisessa. Erytisen hyödyllinen se on siis syöpätyypeissä, kuten eturauhassyövässä, jotka leviävät usein luustoon. Menetelmä on hyvin herkkä, minkä takia se voi näyttää positiivisia tuloksia myös luiden muiden muutosten, kuten rappeutumisprosessin yhteydessä. Tämän vuoksi tutkimuksen yhdistäminen tietokonetomografian antaman tiedon kanssa auttaa erottamaan etäpesäkkeet muista muutoksista ja parantaa tutkimuksen tarkkuutta. (Knuuti & Kajander 2017.) Vuonna 2021 luuston gammakuvauksia tehtiin yhteensä 4437 kappaletta (Kuurne 2023, 19).

Sydänlihasperfuusion gammakuvauksella selvitetään sydänlihaksen verenkierron toimintaa. Tutkimusta hyödynnetään sepelvaltimotaudin diagnostiikassa ja vaikeusasteen määrittämisessä sekä sydämen pumppaustoiminnan selvittämisessä. (Kajander & Knuuti 2018.) Kyseisiä tutkimuksia tehtiin vuonna 2021 665 kappaletta (Kuurne 2023, 19).

Vartijaimusolmukkeen gammakuvaus on rutiinitutkimus ennen leikkausta rintasyövän ja melaanoman hoidossa (Knuuti & Kajander 2017). Tutkimuksen tarkoituksena on paikantaa kasvaimeen yhteydessä oleva imusolmuke eli vartijaimusolmuke. Vartijaimusolmuke on ensimmäinen imusolmuke, joka ottaa vastaan kasvaimesta tulevan imunesteen ja on suurimmassa riskissä muodostaa etäpesäkkeitä. Vartijaimusolmukkeen paikallistaminen ja poistaminen tutkittavaksi mahdollistaa syövän levinneisyyden määrittämisen. (Nyberg 2017, 7.) Vartijaimusolmukkeen erilaisia gammakuvauksia tehtiin vuoden 2021 aikana yhteensä 5125 kappaletta, joista osa oli yhdistetty matala-annos-TT kuvaukseen (Kuurne 2023, 34).

Keuhkoventilaatio- ja perfuusiogammakuvausta eli keuhkotuuletus- ja verenkierrongammakuvausta käytetään ensisijaisesti keuhkoveritulpan diagnosointiin (Karhumäki, Schildt & Sovijärvi 2018). Keuhkoveritulppa on nopeasti muuttuva ja välitöntä sairaalahoitoa vaativa tautitila, missä keuhkovaltimo on tukkeutunut (Kettunen 2023). Molemmat tutkimukset voidaan tehdä samalla tutkimuskerralla, mistä on etua välitöntä hoitoa vaativien tautitilojen tutkimisessa (Karhumäki ym. 2018). Keuhkoperfuusion tutkimuksia tehtiin vuonna 2021 575 kappaletta, ja perfuusiotutkimuksia yhdistettynä matala-annos-TT-kuvaukseen 432 kappaletta. Keuhkoventilaation tutkimuksia taas tehtiin 685 kappaletta ja yhdistettyinä TT-kuvaukseen kyseisiä tutkimuksia tehtiin 42 kappaletta. Keuhkoperfuusion ja ventilaation yhdistelmäkuvausta tehtiin 104 kappaletta. Lukuihin on laskettu SPET ja gammakuvaukset. (Kuurne 2023, 32).

2.1.3 Luuston gammakuvaustutkimuksen kulku

Tutkimukseen saapuva potilas saa syödä ja juoda normaalisti tutkimuspäivänä. Ennen aloittamista tunnistetaan potilas, varmistetaan ettei hän ole raskaana ja että hän kykenee olemaan selinmakuulla tutkimuksen ajan. Tutkimus aloitetaan radioaktiivisen merkkiaineen injektioimisella laskimon kautta potilaan verenkiertoon. Injektion jälkeen on 2–4 tunnin tauko ennen kuvausta, jolloin potilaan tulee juoda nesteitä runsaammin ja tyhjentää rakkoo. Tänä aikana merkkiaine kulkeutuu luuston alueille, missä aineenvaihdunta on vilkastunut. (Radiology Consultants Associated n.d.)

Itse kuvaus suoritetaan paikallaan selinmakuulla ja se kestää noin 45 minuuttia. Kuvausaika voi olla pidempi, mikäli lääkäri pyytää lisäkuvausta. Luuston gammakuvaus suoritetaan tasokuvauksena yhdistäen informaatio ei diagnostiseen TT-kuvaan, jotta mahdollisesti näkyvä epänormaali aktiivisuusalue voidaan paikantaa. Lisäkuvausena lääkäri voi haluta SPET kuvauksen mielenkiintoalueelta. Tämä suoritetaan heti tasokuvauksen jälkeen ja se kestää noin puoli tuntia. (Radiology Consultants Associated n.d.)

Tutkimuksen jälkeen potilaan tulee juoda runsaammin ja tyhjentää rakkoo useasti, jotta radioaktiivinen merkkiaine poistuisi nopeammin elimistöstä. (Radiology Consultants Associated n.d.). Tutkimuksen jälkeen on vältettävä lähikontaktia raskaana oleviin henkilöihin sekä lapsiin tutkimuspäivän ajan (Terveyskylä 2025a).

2.2 PET-TT kuvantaminen

PET-kuvantaminen hyödyntää positronisäteileviä isotooppeja. Positronilla tarkoitetaan elektronin vastahiukkasta, joka elektronin kohdatessa hajoaa kahdeksi gammakvantiksi. Nämä gammakvantit kulkevat toisiaan vastakkaisiin suuntiin. PET-kamerat ovat rakennettu niin, että kameroiden detekto-

rit ovat sijoitettu renkaaseen, jolloin ne voivat havainnoida ja rekisteröidä gammakvantteja eri suunnista. Kameroiden havainnoista pystytään rekonstruoimaan kolmiulotteinen kuva, joka antaa kattavaa kuvaa ihmiskehon fysiologiasta. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1062.)

Nykyään käytössä olevista PET-kuvantamislaitteista käytännössä kaikki ovat yhdistetty joko tietokonetomografia- tai magneettilaitteeseen. Näillä hybridilaitteilla saadaan yhdistettyä fysiologinen informaatio tarkempaan anatomiseen tietoon. PET-MK, eli PET yhdistettynä magneettilaitteeseen, on vielä suhteellisen harvinainen. PET-TT, eli PET yhdistettynä tietokonetomografialaitteeseen, alkaa taas yleistymään, ja laitteita löytyykin jo useampia ympäri Suomen. PET-TT-laitteilla potilaan kuvaukset saadaan suoritettua ilman, että potilaan täytyy siirtyä yhdestä laitteesta toiseen. Kuvaukset ovat nopeita ja paikannus riittävää. (Knuuti & Kajander 2017.)

PET-tutkimuksissa hyödynnetään erilaisia radioaktiivisia isotooppeja. Laajimmin käytössä on fluoro-deoksiglukoosi, joka on leimattu radioaktiivisella fluorilla (^{18}F -FDG). Nämä FDG-PET-tutkimukset selvittävät kehon sokeriaineenvaihduntaa. Suurin käyttöaihe FDG-PET-tutkimuksille on syöpätautien kuvantaminen. (Schildt, Sipilä & Minn 2020.)

2.2.1 Fluorodeoksiglukoosi (^{18}F -FDG) merkkiaine

Fluori-18 isotoopilla leimattu fluorodeoksiglukoosi on yleisimmin käytetty merkkiaine PET-tutkimuksissa. Sen toiminta perustuu kulkeutumiseen alueille, joissa glukoosi- eli sokeriaineenvaihdunta on lisääntynyt. Esimerkiksi syöpäkasvaimet aiheuttavat kyseistä lisääntynyttä glukoosin kulutusta. PET-kameroilla nähdään merkkiaineen kertymän tarkka sijainti. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1062.)

Fluori-18 isotoopin puoliintumisaika on 109 minuuttia (Janatuinen & Kempainen 2020, 1603). Tämä tarkoittaa, että vajaassa kahdessa tunnissa isotoopin aktiivisuus on vähentynyt puoleen. Lyhyen puoliintumisaajan ansiosta potilaan säderasitus pysyy kohtuullisena. Kuvausaiheita, joissa merkkiainetta voidaan hyödyntää ovat syöpäkasvaimien paikannus, kehon infektio ja tulehdustilat, epilepsia, aivojen neurodegeneratiiviset tilat sekä sydänlihaksen toiminnan arviointi. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1062.)

2.2.2 Yleisiä FDG-PET tutkimuksia

Suurin osa PET-TT tutkimuksista liittyy syöpätautien kuvantamiseen. Niiden avulla voidaan arvioida syövän levinneisyyttä, muutosten pahanlaatuisuutta, uusiutumista, sekä hoitovasteen toteutumista (Knuuti & Kajander 2017). Yleisin FDG-PET tutkimus on koko kehon PET-TT (Kuurne 2023, 34). Koko kehon PET-TT tutkimusta pystytään hyödyntämään useimpien syöpien tutkimiseen, mutta esimerkiksi eturauhassyövän ja muiden hitaasti etenevien kasvainten kuvantamiseen merkkiaine ei sovellu. Haasteena FDG-merkkiaineen kanssa on myös se, että se kertyy syöpäkasvainten lisäksi kaikkiiin muihinkin glukoosia hyödyntäviin kudoksiin, kuten infektiopesäkkeisiin. (Knuuti & Kajander 2017.) Koko kehon FDG-PET tutkimuksia tehtiin vuonna 2021 4437 kappaletta. Lisäksi yläkehon FDG-PET tutkimuksia tehtiin 3531 ja koko kehon aineenvaihdunnan FDG-PET tutkimuksia 880 kappaletta. (Kuurne 2023, 19.)

FDG-PET-kuvauksia voidaan hyödyntää syöpätutkimusten lisäksi esimerkiksi kardiologisissa ja neurologisissa tutkimuksissa (Korpela 2004, 220). FDG-PET-tutkimuksilla voidaan kartoittaa esimerkiksi sarkoidoosia, tulehduksellista sairautta, joka lisää poikkeavaa sokeriaineenvaihduntaa. Sarkoidoosi voi esiintyä missä tahansa elimessä, mutta erityisesti sydämessä sen tautimuoto lisää sairastavuutta

ja kuolleisuutta. Sydämen aineenvaihdunnan FDG-PET voi auttaa diagnoosin muodostamisessa ja potilasta uhkaavien sydäntapahtumien välttämässä. (Tuominen 2020.) Sydämen aineenvaihdunnan tutkimusten määrä vuonna 2021 oli 788 (Kuurne 2023, 19).

Muistisairauksien tutkimiseen yleisimpiä kuvauksia ovat FDG-merkkiainetta hyödyntävät PET-tutkimukset. Merkkiaineen kertyminen aivoihin antaa tietoa niiden aineenvaihdunnasta. Esimerkiksi Alzheimerin tauti voidaan todeta, jos tutkimuksessa havaitaan ohimo- ja päälaenlohkosten sokeriaineenvaihdunnan heikkenemistä. (Muistisairaudet: Käypä hoito suositus, 2023.) Muistisairauksien lisäksi aivojen FDG-PET sopii erinomaisesti epilepsian tutkimiseen. Aivojen hapenkulutuksen tai aineenvaihdunnan kuvauksella voidaan paikantaa mistä aivojen osasta epilepsiakohtaukset ovat lähöisin, mikä auttaa epilepsian leikkaushoidon suunnittelussa (Paldino, ym. 2017, 1501). Kyseisiä tutkimuksia tehtiin vuonna 2021 438 kappaletta (Kuurne 2023, 30).

2.2.3 Koko kehon FDG-PET tutkimusten kulku

Koko kehon FDG-PET tutkimukset alkavat potilaan ohjauksella ennen tutkimukseen saapumista. Kehon sokeriaineenvaihduntaa tutkittaessa on oleellista, että veren glukoosipitoisuus on tarpeeksi matala. Tämän saavuttamiseksi tutkimukseen saapuvan potilaan tulee noudattaa esivalmisteluohjeita. Yleisimmissä koko kehon FDG-PET tutkimuksissa tulee ennen kuvausta paastota 4–6 tunnin ajan, vettä saa kuitenkin juoda. Fyysistä rasitusta tulisi välttää juuri ennen tutkimusajankohtaa. Lisäksi alkoholia tulee välttää vuorokauden ajan ja tupakointia kaksi tuntia ennen tutkimuksen aloitusta. Esivalmisteluohjeet on suunniteltu niin, että potilaan veren glukoosipitoisuus olisi alle 10 millimoolia litrassa. Tämä on tärkeää, jotta merkkiaine pääsee kertymään tutkimuksen mielenkiintoalueisiin optimaalisesti. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1066.)

Potilaan saapuessa kuvaukseen esivalmisteluohjeiden noudattaminen varmistetaan haastattelemalla potilasta. Lisäksi varmistetaan, ettei tutkimuksen suorittamiselle ole esteitä. Usein potilasta pyydetään myös täyttämään kirjallinen esitietolomake. Potilaalta mitataan ajankohtainen paino ja pituus, jotta merkkiaineen annostelu on optimaalinen. Verensokeri mitataan, jotta varmistetaan glukoosipitoisuuden olevan tarpeeksi matalalla kuvauksen suorittamiseksi. (Von Schulthess 2016, 620.)

Kuten muissakin isotooppitutkimuksissa, FDG-PET tutkimuksissa käytetty merkkiaine injektoidaan laskimon kautta potilaan verenkiertoon. Varsinainen kuvaus alkaa merkkiaineen mukaan 10–60 minuutin kuluttua injektioista, koko kehon FDG-PET tutkimuksissa odotusaika on tavallisesti noin 60 minuuttia. Odotusajan jälkeen tutkittava potilas asetellaan selinmakuulle PET-kameran tutkimussängylle. Kuvaus aloitetaan joko matala-annoksisella TT-kuvauksella, tai harvinaisemmin MK-kuvauksella. Tämän jälkeen jatketaan PET-kuvaukseen, jossa kamera kuvaa potilaasta kerrallaan noin 20–25 senttimetrin levyisiä leikkeitä 2–3 minuuttia. Vielä PET-kuvauksen jälkeen tutkimukseen voidaan pyydettyä sisällyttää diagnostinen varjoainetehosteinen TT-kuvaus. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1064.) Koko kehon PET-TT kuvaus kestää yleensä noin 30 minuuttia (HUS Diagnostiikkakeskus Isotooppilääketiede 2023).

PET-tutkimusten jälkeen lääkäri arvioi kuvat ja antaa lausunnon. PET-kuvat arvioidaan pääasiassa visuaalisesti, mutta tukena voidaan käyttää myös laskennallista SUV-arvoa. Arvo kuvaa kertymäaktiivisuutta, joka on laskettu kuvadatan perusteella. (Kempainen & Tuokkola 2018.) Tutkimuksen

päätyttyä potilas voi lähteä normaalisti kotiin. Isotooppimenetelmien herkkyyden ansiosta radioaktiivista merkkiainetta ei tarvitse antaa potilaalle yleensä kuin hyvin pieni määrä, jolloin tämä säteilee vain vähäisesti. (Knuuti & Kajander 2017.) Tutkimuksen jälkeen on vältettävä lähikontaktia raskaana oleviin henkilöihin, sekä lasten lähellä olemista (Terveyskylä 2025a).

3 SÄTEILYSUOJELU ISOTOOPPITUTKIMUKSISSA

Säteilylain (859/2018, 5–7 §) mukaan säteilysuojelun yleiset periaatteet on jaoteltu oikeutus-, optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteeseen. Oikeutusperiaatteen (Säteilylaki, 5 §) mukaan säteilyä hyödyntävä toiminta on oikeutettua, jos potilaan saama kokonaishyöty on suurempi, kuin toiminnasta aiheutuvat haitat. Isotooppikuvantaminen on erikoissairaanhoidon tutkimus, joka vaatii oikeutuksen sekä lähettävältä lääkäriltä, että tutkimuksessa vastuussa olevalta lääkäriltä. Vastuussa oleva lääkäri voi tarvittaessa perua tutkimuksen tai neuvotella siitä lähettävän lääkärin kanssa. (Nieminen & Oikarinen 2017.)

Suomalaisten keskimääräinen vuodessa saama efektiivinen säteilyannos oli vuonna 2018 5,9 millisievertiä (mSv). Annosta kertyi sisäilman radonista, luonnon taustasäteilystä ja säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (Siikonen 2020, 4). Keskimääräinen efektiivinen annos joka potilaalle aiheutuu koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT tutkimuksesta on 7,8 mSv (Terveyskylä 2023). Potilaan säteilyaltistus jää maltilliseksi verrattuna kuvausten hyötyihin, sillä käytettävä merkkiaine on lyhyt puoliintumisajaltaan (Janatuinen & Kempainen 2020, 1066). Luuston gammakuvauksesta aiheutuva efektiivinen säteilyannos on 3,3mSv (Terveyskylä 2023).

Optimointiperiaatteen ydin on, että potilaalle aiheutuva lääketieteellinen altistus tulisi rajoittaa vain välttämättömään (Säteilylaki, 6 §). Lisäksi säteilylain 6 § mukaan työntekijöiden ja väestön altistus on pidettävänä niin vähäisenä, kuin se on mahdollista käytännöllisin toimenpitein. Isotooppitutkimuksissa optimointiperiaatteen toteutuminen varmistetaan suunnittelemalla säteilyn käyttö niin, että vältetään tutkittavien potilaiden tarpeeton säteilyaltistus. (Nieminen & Oikarinen 2017.) Säteilyturvakeskus on julkaissut isotooppitutkimuksia koskevat vertailutasot, joita voidaan hyödyntää säteilysuojelussa ja laadunvalvonnassa. Vertailutasoilla tarkoitetaan etukäteen määriteltyä tutkimuksessa potilaalle aiheutuvaa säteilyaltistuksen arvoa ja isotooppitutkimuksissa potilaalle annettavan aktiivisuuden arvoa. Normaalikokoisen potilaan säteilyaltistus tai aktiivisuus ei tulisi ylittää vertailutasoissa ilmoitettua arvoa. Vertailutasoja ei käytetä yksittäisten potilastutkimusten kohdalla, vaan keskimääriin annosmääriin. (Säteilyturvakeskus 2019, 1 §, 10 §.) Laadunvalvonnalla varmistetaan, että laitteistot ja käytännöt ovat kunnossa. Optimointia toteutetaan jatkuvasti, monilla eri keinoilla ja sillä voidaan merkittävästi pienentää potilaan säteilyrasitusta. (Nieminen & Oikarinen 2017.)

Yksi tärkeä optimoinnin keino FDG-PET-tutkimuksissa on se, että potilas pysyy levossa noin 1–2 tunnin ajan injektion jälkeen. Tunnin odotusaika on tarpeen, jotta merkkiaine pääsee leviämään kehossa tarpeeksi laajalle (Von Schulthess 2016, 618). Lisäksi kuvauksen aikana tulee olla liikkumatta, sillä jopa elinten fysiologiset liikkeet kuten hengitys voivat heikentää PET-kameran paikkaresoluutiota eli kykyä erottaa lähekkäin olevat rakenteet toisistaan (Janatuinen & Kempainen 2020, 1063). Isotooppitutkimuksissa säderasitusta pyritään vähentämään myös kehottamalla potilasta juomaan runsaammin nesteitä ja tyhjentämään rakkoaan useammin kuin yleensä. Merkkiaine poistuu kehosta munuaisten kautta virtsan mukana, joten toimimalla näin se saadaan ulos kehosta nopeammin. (HUS Diagnostiikkakeskus Isotooppilääketiede 2023.)

Yksilönsuojaperiaate tarkoittaa, että säteilytoiminnassa muiden kuin potilaan ei tulisi saada ionisoivasta säteilystä annosta, joka ylittää ennalta määritellyt annosrajat (Säteilylaki, 7 §). Annosrajat on

määritelty tarkemmin Valtioneuvoston asetuksella ionisoivasta säteilystä. Tiivistetysti säteilytoiminnassa säteilytyöntekijän vuosittainen efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 20 mSv, tai väestön suurempi kuin 1 mSv. (Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018 13–14 §.)

Työntekijänä isotoopeilla tulee välttää tarpeetonta oleskelua esimerkiksi säilytystiloissa ja estää radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen muihin tiloihin. Lisäksi oleskelu säteilevän potilaan lähietäisyydellä tulisi pitää minimissä. (Työturvallisuuskeskus n.d.)

Isotooppitutkimuksissa säteilevä lähde on tutkittava potilas. Etäisyyden kasvattaminen säteilylähteestä on yksi tehokas keino vähentää säteilyaltistusta. Niin sanotun etäisyyden neliölain mukaan etäisyyden kaksinkertaistaminen vähentää altistusta neljäsosaan. Lisäksi suojauksista huolehditaan rakenteellisilla ratkaisuilla, jolloin esimerkiksi kuvaushuoneesta säätötilaan ei pitäisi päästä lainkaan säteilyä. (Le Heron, Padovani, Smith & Czarwinski 2010, 21.) Isotooppiosaston työntekijän on erityisesti kiinnitettävä huomiota turvallisiin työtapoihin radioaktiivisten aineiden käsittelyssä. Käsittelyyn käytettävä aika tulisi pitää mahdollisimman lyhyenä ja tarvittavat suojaruuvit on oltava kunnossa. (Griffiths, King, Stewart & Dawson 2009.) Muiden kuin isotooppiyksikössä työskentelevien henkilöiden on hyvä tiedostaa, että tutkimuksessa käynyt potilas ja tämän eritteet säteilevät vähäisesti tutkimuksen päätyttyä. Isotooppitutkimuksissa käytetyt merkkiaineet ovat kuitenkin aktiivisuudeltaan yleisesti niin pieniä, ettei sen suuremmille varotoimille tai rajoituksille ole tarvetta (Säteilyturvakeskus 2013, 6).

Väestön säteilysuojelusta isotooppitutkimuksissa huolehditaan esimerkiksi huolehtimalla radioaktiivisten jätteiden käsittelystä säteilylain (78–87 §) mukaisesti. Lisäksi lain 126 § määrätään, että toiminnanharjoittajan on rajoitettava väestön altistusta estämällä radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön ja rajoittamalla väestön pääsyä toiminnan harjoittamispaikalle. Merkkiainetta saanut potilasta kehoitetaan välttämään imetystä 4 tunnin ajan, sekä oleilua raskaana olevien tai pienten lasten seurassa vuorokauden ajan (HUS Diagnostiikkakeskus Isotooppilääketeide 2023).

4 E-OPPIMATERIAALI

Oppimateriaali on aineisto, joka on suunniteltu tukemaan oppimista ja sillä on pedagoginen lähtökohta. E-oppimateriaali tarkoittaa kaikkea verkosta löytyvää oppimateriaalia, kuten opetusvideoita, verkkokursseja ja -tehtäviä. E-oppimateriaali voi olla oheisaineisto, joka täydentää toista oppimateriaalia kuten kirjaa tai se voi olla kokonaan itsenäinen teemakokonaisuus. E-oppimateriaalin toiminnallisiin mahdollisuuksiin vaikuttaa millä oppimisalustalla materiaali on julkaistu. (Opetushallitus n.d.) Oppimisalusta on osa virtuaalista oppimisympäristöä, missä tuetaan oppimisprosessia ja siihen liittyvien toimintojen hallintaa. Oppimisalustalla voi mm. palauttaa tehtäviä, antaa palautetta ja keskustella. Oppimisympäristö on käsitteistä laajin, ja se kattaa sisälleen fyysisistä, psyykkisistä ja sosiaalisista tekijöistä koostuvan ympäristön, jossa itse opiskelu ja oppiminen tapahtuvat. (Tossavainen & Löytönen 2018, 232).

Tyypillisiä täydentäviä e-oppimateriaaleja ovat erilaiset havainnollistavat esitykset, tehtävät ja kuvapankit. Näistä oppimista tukevista ja hyvin joustavasti käytettävistä materiaaleista käytetään nimitystä oppimisaihio. Oppimisaihiot vaihtelevat laajuudeltaan ja niiden toimivuus määrittyy pitkälti käyttäjän oman aktiivisuuden mukaan. Parhaisiin oppimistuloksiin päästään käyttämällä perinteisiä oppimismateriaaleja yhdistettynä oppimisaihioihin. (Ilomäki 2012, 13.)

Jotta e-oppimateriaali olisi helposti käytettävä ja oppimista tukeva, sen laadulle on asetettu kriteereitä. Verkkototeutuksen laatuksikriteeristö koostuu useista eri osa-alueista, jotka tukevat suunnittelua, toteutusta ja arviointia. Suunnitteluvaiheessa huomioidaan opiskelijälähtöisyys määrittelemällä kohderyhmä ja sen lähtötaso. Sisältö mukautetaan tukemaan kohderyhmän oppimistavoitteita. Toteutuksessa käytettävät aineistot ovat ajantasaisia ja luotettavia sekä ne on merkitty selkeästi materiaaliin. Oppimateriaalin tavoitteena on edistää tiedon soveltamista ja vahvistaa jo opitun asian osaamista. Arviointi toteutetaan tavalla, joka kehittää opiskelijan reflektointitaitoja ja antaa realistisen kuvan omasta oppimisen tasosta. (Varonen & Hohenthal 2020.)

Ammatillisella posterilla tarkoitetaan taulua tai julistetta, missä kuvataan esimerkiksi jonkin ryhmän toimintaa tai projektia. Posterin sisältö on vapaamuotoinen. Posterissa keskitytään vain olennaisiin asioihin, panostaen selkeään sanalliseen ja visuaaliseen viestintään. Posterin tekstin ja kuvien on oltava riittävän suuria suhteessa posterin kokoon. Luettavuutta helpottaa kapean fontin käyttö ja maltillisen pituiset kappaleet. Tekstirivit ei saa olla liian pitkiä. Otsikoiden tulee erottua muusta tekstistä ja niiden on rytmittävä kokonaisuutta. Posterin on hyvä olla värimaailmaltaan johdonmukainen. (Perttilä 2007, 3–11.)

5 KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Tämän kehittämistyön tarkoituksena on tuottaa englanninkielinen e-oppimateriaali yleisimmistä isotooppitutkimuksista. Tavoitteena on tuottaa e-oppimateriaali, joka tukee kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden tietämyksen lisäämistä isotooppitutkimuksista.

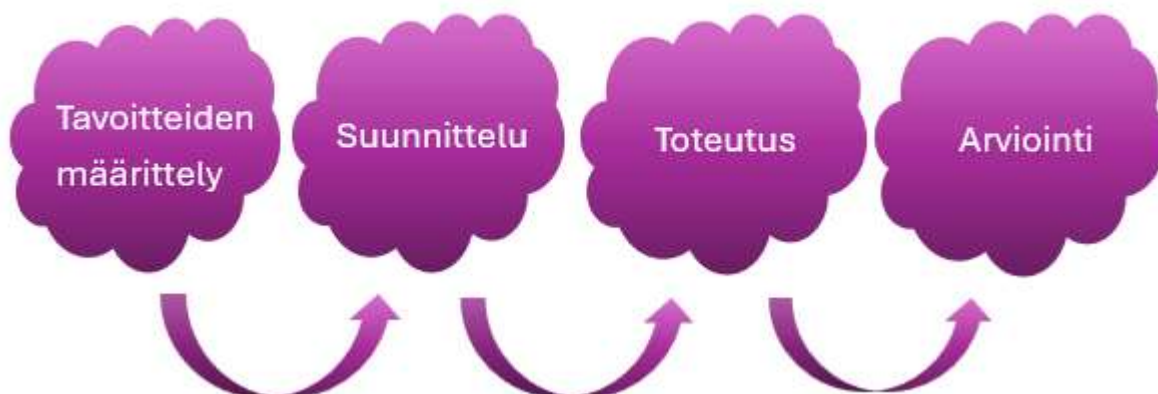
6 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

Tutkimus- ja kehittämistoiminta on systemaattista toimintaa, jolla pyritään tiedon lisäämiseen, sekä tiedon hyödyntämistä uusien sovellutusten löytämiseksi. Tutkimus- ja kehittämistoimintaan lukeutuvat perustutkimus, soveltava tutkimus ja kehittämistyö. Kehittämistyö on prosessi, jossa tutkimuksen tuloksena tai käytännön kokemuksen kautta saatua tietoa käytetään uusien tuotteiden, prosessien tai menetelmien luomiseksi, tai olemassa olevien parantamiseksi. (Tilastokeskus n.d.) Kehittämistyön tulisi olla tarvelähtöinen, tavoitteellinen ja täsmällisesti suunniteltu (Salonen, Eloranta, Hautala & Kinos 2017, 60).

Opinnäytetyö tehtiin toiminnallisena kehittämistyönä. Kehittämistyön tunnuspiirteisiin lukeutuu konkreettinen tuotos, joka on sidottu tiettyyn organisaatioon. Tuotos on ainutkertainen ja organisaation toiminnassa hyödynnettävä (Salonen 2013, 13.)

Työ toteutettiin kehittämistyön lineaarisen mallin mukaan, mikä koostuu neljästä eri vaiheesta; tavoitteiden määrittely, suunnittelu, toteutus ja arviointi. Työ on jaoteltu vaiheisiin, jotta toimintaa on helpompi ymmärtää ja arvioida. (Salonen 2013, 15, 21.)

Kehittämistyön lineaarinen malli



Kuva 1. Kehittämistyön lineaarinen malli (mukaillen Salonen 2013).

6.1 Suunnittelu

Kehittämistyön suunnitelmavaiheessa tarkennetaan ajatuksia siitä, mitä työllä tavoitellaan ja mitkä ovat sen toteuttamisedellytykset. Suunnittelussa rajataan kehittämistyön kohde ja laaditaan kirjallinen kehittämissuunnitelma. Kehittämistoiminnan kulmakivenä on näyttöön perustuvan tiedon hyödyntäminen ja suunnitelmavaiheessa tehdäänkin taustatyötä perehtymällä kirjallisuuteen ja tutkimustietoon. (Salonen, ym. 2017, 60.)

Tämän kehittämistyön tarkoituksena oli laatia englanninkielinen e-oppimateriaali. Työn tilaajana toimi Savonia ammattikorkeakoulu ja työ tehtiin tilaajan tarpeeseen. Aiheena työlle oli isotooppitutkimukset, tarkemmin rajattuna yleisimmät isotooppitutkimukset, joita ovat luuston gammakuvaus ja koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT. Kohderyhmänä työlle olivat Savonia ammattikorkeakoulun kansainväliset sairaanhoitajaopiskelijat. Ajatuksena oli tuottaa helposti lähestyttävää materiaalia kansainvälisille sairaanhoitajaopiskelijoille, mutta myös esimerkiksi sote-alan vaihto-opiskelijat voisivat hyödyntää materiaalia. E-oppimateriaali toteutettiin posterien muodossa ja niiden lisäksi tehtiin aihetta käsittelevä tentti.

Postereissa on tarkoitus keskittyä vain olennaisiin asioihin (Perttilä 2007, 3). Postereiden sisällön rajaamiseksi laadittiin taulukko (liite 1), jossa määriteltiin kysymykset, joihin pyrittiin postereilla vastaamaan. Toteutuksessa käytettävät aineistot ovat ajantasaisia ja luotettavia (Varonen & Hohenthal 2020). Vastaukset kysymyksiin poimittiin opinnäytetyön teoriaosuudesta, ja näiden pohjalta laadittiin postereihin sopivat tiivistelmät ja käännökset. Käännöstyön apuna hyödynnettiin ChatGPT:tä sekä Duodecim Terveysportin suomi - englanti sanakirjaa, jotta lääketieteelliset termit ovat varmasti oikein.

Opiskelijan on saatava käsitys omasta oppimisen tasostaan ja kehitettävä reflektointitaitojansa. (Varonen & Hohenthal 2020). Lopuksi laadimme tentin oppimateriaalista. Tentin kysymykset ovat kyllä tai ei väittämiä sekä monivalintatehtäviä. Kysymysten määräksi valitsimme kymmenen kysymystä. Tenttikysymyksiin hyödynnettiin postereiden sisällön rajaamiseksi käytettyjä kysymyksiä (liite 1).

6.2 Toteutus

Toteutusvaihe kehittämistyön prosessissa alkaa suunnitelman hyväksymisestä. Toteutuksessa noudatetaan laadittua suunnitelmaa ja työstetään konkreettinen tuotos valmiiksi. (Salonen, ym. 2017, 62.) Työn kohdalla tämä tarkoittaa oppimateriaalipostereiden ja tentin työstämistä työn tilaajan tarpeita mukaillen.

Oppimateriaaleina toimivat posterit luotiin käyttämällä Canva-ohjelmaa. Postereiden sisältö oli määritelty ennalta suunnitelmataulukon. Posterit pyrittiin pitämään ulkonäöltään selkeinä ja yksinkertaisina. Visuaaliseen ilmeeseen haettiin neutraalia lähestymistapaa, jotta itse sisältö olisi pääosassa. Aluksi olimme jaotelleet posterit seuraavanlaisesti; ensimmäinen posterit kertoi isotooppitutkimuksista yleisesti, toinen luuston gammakuvauksesta ja kolmas sekä neljäs posterit koskivat koko kehon PET-TT tutkimusta. Opettajilta saadun palautteen perusteella muutimme jaottelua hieman, ja tuloksena oli yksi posterit isotooppitutkimuksista yleisesti, yksi luuston gammakuvauksesta, yksi koko kehon PET-TT tutkimuksesta ja yksi isotooppitutkimusten säteilysuojelusta. Säteilysuojelun posterissa keskityttiin potilaan ja henkilökunnan säteilysuojeluun.

Postereiden rinnalle laadittiin tentti tukemaan oppimateriaalin sisäistämistä oppimisalusta Moodleen. Tenttiin valikoitui 10 kysymystä postereiden sisällön pohjalta. Kysymykset pyrittiin laatimaan niin, että jokaisesta posterista olisi yhtä paljon kysymyksiä. Tentti rakennettiin koostumaan yhdeksästä oikeinväärin kysymyksestä ja yhdestä monivalintakysymyksestä. Tentin läpipääsyn rajaksi määriteltiin 80 % ja suoristuskertoja ei ole rajattu. Tentin sisällön suhteen pyrittiin siihen, että se on suhteellisen yksinkertainen. Tentti tulee opintojaksolle vapaavalintaiseksi tehtäväksi, jolloin haluttiin sen olevan tarpeeksi helppo ja mielekäs jotta opiskelijat haluaisivat sen tehdä.

6.3 Arviointi

Tuotoksen valmistuttua pyysimme palautetta muilta opiskelijoilta sen suhteen, mitä mieltä he olivat tuotoksesta. Palaute saatiin Webropol-kyselyn avulla, kun posterit olivat julkaisukelpoisessa muodossa. Kysely lähetettiin sähköpostilla vuosikurssien 2023 ja 2024 röntgenhoitajaopiskelijoille. Webropol-kysely koostui yhteensä seitsemästä kysymyksestä, joista viisi oli kyllä/ei -kysymyksiä ja kaksi avoimia kysymyksiä. Pyrimme pitämään kyselyn lyhyenä ja helposti vastattavana. Kysymykset koskivat laatimiemme postereiden sisältöä ja ulkoasua, ja halusimme kyselyn avulla varmistaa, että

oppimateriaalit ovat selkeässä ja ymmärrettävässä muodossa. Arvioijiksi valittiin röntgenhoitajaopiskelijat, koska heillä oli tietoa ja mahdollista kokemusta tuotoksen aiheesta entuudestaan. Ajattelimme tämän auttavan arvioinnin luotettavuudessa sen suhteen, onko tuotos käytännön kannalta toimiva. Koska materiaalimme oli tarkoitettu opiskelijoiden käyttöön, halusimme arvioijien olevan myös opiskelijoita.

Saimme ainoastaan yhden vastauksen kyselyymme. Ajattelimme tämän johtuvan siitä, että lähettimme kyselyn juuri koulujen alussa, kun opiskelijoiden sähköpostit täyttyvät tällöin muutenkin. Palaute oli positiivinen ja se sisälsi muutosehdotuksen. Arvioija toivoi kysymysten ja vastausten erotte- lun selkeämmäksi ja kertoi että posterit voisivat olla huomiota herättävämpiä.

Saimme palautetta myös röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman opettajilta eli opinnäytetyön ohjaajil- tamme. He olivat sitä mieltä, että posterit voitaisiin jakaa selkeämmin sisällyttäen niihin kaikkiin yksi aihealue ja lisäämällä niihin vielä sisältöä itse raporttimme teoriaosuudesta.

Palautteiden pohjalta teimme muutoksia postereiden rakenteeseen ja parantelimme niiden sisältöä kattavammaksi. Emme kuitenkaan lähteneet muokkaamaan ulkoasua huomiota herättävämmäksi, sillä meille oli tärkeää, että posterit näyttäisivät yhteneväsiltä keskenään.

Oppimateriaali tuotettiin opintojaksolle, jonka opettajina toimivat radiografiatyön opettajat. Opintojak- solla kansainväliset sairaanhoitajaopiskelijat käsittelevät eri kuvantamisen osa-alueita. Tuotos tehtiin tilaajan tarpeeseen. Oppimateriaali tukee opiskelijan ymmärrystä tutkimusten toteutuksesta ja sätei- lysuojelusta. Lisäksi se vahvistaa valmiuksia osallistua moniammatilliseen yhteistyöhön ja edistää säteilyturvallisuutta sekä potilaiden että terveydenhuollon henkilökunnan näkökulmasta.

7 POHDINTA

Tärkeää pohdinnassa olisi arvioida omaa tuotostaan. Arviointia toteutetaan varsinaisen arviointivaiheen lisäksi koko oppinäytetyöprosessin aikana. Arviointiin kuuluu niin vertaisarviointia, itsearviointia kuin ulkoista arviointia. Keskeisintä arvioinnissa on tarkastella työtä kriittisesti sen kannalta, vastaako se asetettuihin tavoitteisiin. (Salonen, ym. 2017, 64.) Työn tarkoituksena oli tuottaa englanninkielinen e-oppimateriaali yleisimmistä isotooppitutkimuksista ja tavoitteena edistää kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden tietoutta aiheesta.

7.1 Kehittämistyön toteutuksen ja tulosten pohdinta

Oppimateriaalin tavoitteena on edistää tiedon soveltamista ja vahvistaa jo opitun asian osaamista (Varonen & Hohenthal 2020). Oppimateriaalin avulla opiskelijat voivat syventää ja arvioida osaamistaan osana kuvantamisen opintojaksoa, joten katsomme tavoitteiden täyttyneen. Tuottamamme posterit ja Moodle-tentti ovat linjassaan ja täydentävät toisiaan kokonaisuutena. Työmme lopputulos vastasi suunnitelmaamme onnistuneesti niin sisällön kuin ulkoasun osalta. Toteutuksen keskiössä oli kohderyhmä, jolle tuotos tulisi käyttöön.

Työmme toteutettiin käyttämällä lineaarista kehittämistyön mallia. Mallin mukaan kehittämistoiminta nähdään kokonaisuutena, joka etenee lineaarisesti ja loogisessa järjestyksessä. Etuna mallin hyödyntämisessä on, että kehittämistyön lähtökohdat on rajattu ja määritelty selkeästi etukäteen. (Salonen 2017, 52.) Tämä malli sopi erinomaisesti kehittämistyöllemme. Oppimateriaalin sisällön laatimisessa huomioitiin suunnitteluvaiheesta alkaen kohderyhmä eli kansainväliset sairaanhoitajaopiskelijat ja heidän lähtötasonsa. Oletuksena oli, ettei heillä ole aiempaa tietoperustaa aiheesta. Tämä auttoi rajaamaan työtämme ja varmisti, että oppimateriaalissa keskitytään vain olennaisiin asioihin.

Sisällön rajaamisen lisäksi postereissa keskitytään selkeään sanalliseen ja visuaaliseen viestintään (Perttilä 2007, 1). Käsikirjoitimme suunnitteluvaiheessa oppimateriaalin sisällön ja jaoimme sen omille postereille. Jokaisessa posterissa käsitellään yhtä aihealuetta; isotooppitutkimukset yleisesti, luuston gammakuvantaminen, koko kehon PET-TT ja säteilysuojelu. Käsikirjoitus tehtiin sekä suomen, että englannin kielellä. Näin suunnittelu selkeytyi ja kirjoitusvirheet jäivät helpommin kiinni. Teimme suunnitteluvaiheessa esimerkkiposterin, miltä tuotos tulisi näyttämään. Oppimateriaalin tavoitteena on edistää tiedon soveltamista ja vahvistaa jo opitun asian osaamista (Varonen & Hohenthal 2020). Käsikirjoitusta hyödynnettiin myöhemmin myös aihetta käsittelevässä tentissä, joka tehtiin tuotoksen valmistumisen jälkeen. Tentin tarkoituksena on antaa opiskelijalle käsitys hänen tämänhetkisestä osaamisen tasostaan.

Otsikoiden tulee erottua muusta tekstistä ja niiden on rytmitettävä kokonaisuutta. Tekstirivit eivät saa olla liian pitkiä. Luettavuutta helpottaa kapean fontin käyttö ja maltillisen pituiset kappaleet. Työssä käytetty värimaailma, asettelu ja fontti tekee postereiden lukemisesta helppoa ja johdonmukaista. (Perttilä 2007, 3–11.) Näitä ohjeita noudattaen suunnittelimme postereiden visuaalisen ilmeen. Huolellinen suunnittelu ja käsikirjoituksen tarkka seuraaminen mahdollistivat tuotoksen valmistumisen aikataulussa.

Toteutimme itsearviointia jatkuvasti tuotosta tehdessä. Vertaisarviointia saimme toisiltamme luontevasti pitkin toteutusta. Toisen näkökulmat ja ideat ovat olleet mittaamattoman tärkeitä läpi koko pro-

sessin. Ulkoista arviointia ovat suorittaneet opinnäytetyön ohjaajat säännöllisin väliajoin opinnäytetyöalustalla Wihissä. Ulkoista arviointia oli tarkoitus suorittaa myös suuremmalla ryhmällä Webropol kyselyn kautta, mutta saimme vain yhden vastauksen tähän kyselyyn. Saadun palautteen perusteella tuotos vastaa tavoitteita, mutta sen heikkoutena on mielenkiinnon ylläpito. Kaikista ideaalein tapa olisi ollut kerätä palaute itse kohderyhmältä, mutta opintojakso toteutuu vasta keväällä. Ulkoinen arviointi jäi osittain puutteelliseksi ja olisimme voineet varautua suunnittelemalla laajempaa ulkoista arviointia.

Opinnäytetyön tuotos eli e-oppimateriaali ja Moodle-tentti tehtiin tilaajan tarpeeseen ja ne tulevat lisäämään kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden tietämystä yleisimmistä isotooppitutkimuksista. Uutuusarvoa tuotos tuo opintojaksolle kertausmateriaalina, millä sairaanhoitajaopiskelijat käsittelevät radiologisia tutkimuksia ja eri kuvantamismenetelmiä.

Yhteistyötahomme antoi työllemme niin sanotusti vapaat kädet tuotoksen toteutuksen kanssa. Pidimme videovälitteisen keskustelun heti kehittämistyön alussa yhdessä ohjaajiemme kanssa ja luovimme ääneen mitä kaikkia mahdollisuuksia oppimateriaalilla on. Mietimme mahdollisuuksia mm. Powerpointin, postereiden ja videoiden välillä. Posterit valikoituivat meille mieluisaksi oppimateriaaliksi toteuttaa ja opiskelijan näkökulmasta ne ovat myös kevyttä opiskeltavaa. Olisimme voineet valita postereiden sijaan esimerkiksi videon, mikä olisi monipuolistanut oppimateriaalia tuomalla audion oppimisen tueksi. Jätimme siis hyödyntämättä osan verkkomateriaalin tarjoamasta potentiaalista.

7.2 Kehittämistyön eettisyys ja luotettavuus

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) hyvän tieteellistä käytännön keskeisimmät periaatteet ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto (TENK 2023, 11). Sitouduimme noudattamaan näitä periaatteita kehittämistyössämme. Olimme läpinäkyviä ja puolueettomia koko kehittämistyön ajan. Puolueettomuus tarkoittaa, ettei henkilö ole vaikutuspiirissä, joka voisi vaarantaa hänen puolueettomuutensa (Arene 2025, 8). Opinnäytetyö ei sisällä salassa pidettävää materiaalia. Opinnäytetyö on julkinen heti hyväksymisen jälkeen (Arene 2025, 27).

Kehittämistyön raportissa käytetyt lähteet valittiin niin, että ne tukevat opinnäytetyön luotettavuutta ja tieteellisyyttä. Pyrimme etsimään lähteitä, jotka sisältävät aiheeseen liittyvää ajantasaista ja näyttöön perustuvaa tietoa. Lähteiden valitseminen ja tietoperustan kokoaminen onkin osa opinnäytetyöprosessia, jossa aiemmin hankittu asiantuntijatieto ja tiedonhakutaidot kohtaavat (Kostamo, Airaksinen & Viikka 2022). Vanhin käyttämämme lähde on 20 vuotta sitten julkaistu Korpelan isotooppilääketieteen kirja, joka on osa säteily- ja ydinturvallisuus –kirjasarjaa. Kirjan teoriat ja periaatteet ovat edelleen ajankohtaisia ja sovellettavissa työn aiheeseen.

Toteutimme työn kehittämistyön lineaarisen mallin mukaan, jotta sen edistymistä on helppo seurata. Työ palautettiin opinnäytetyöalustalle Wihii useita kertoja ja sitä arvioitiin aktiivisesti läpi koko prosessin ajan aina suunnittelusta valmistumiseen asti. Hyvä tieteellinen käytäntö edellyttää asianmukaista viittauskäytäntöä ja tieteellistä kirjoittamista ilman plagiointia (Arene 2025, 15). Lähdeviitteiden merkitsemiseen käytimme Savonia-ammattikorkeakoulun ajantasaisinta lähdeviiteohjeistusta. Opinnäytetyössä käytettiin pääasiallisesti alle 20 vuotta vanhoja lähteitä. Emme ole plagioineet eli luvatta lainanneet ja työmme on käynyt Turnit plagiointitarkastus työkalussa. Tämän kehittämistyön tuotoksessa hyödynnettiin tekoälyä postereiden ja Moodle-tentin sisällön englanninkielisten käännösten

kielen tarkistukseen. Tekoälyn käytöstä on ilmoitettava tieteellistä käytäntöä mukaillen (TENK 2023, 13).

Solmimme opinnäytetyösopimuksen kaikkien mukana olleiden osapuolten kanssa. Tähän lukeutui opinnäytetyön tekijät, opinnäytetyön ohjaaja ja toimeksiantaja. Sopimuksessa käy ilmi opinnäytetyön yleiset sopimusehdot, kuten tekijänoikeudet, julkisuus ja voimassaolo, joihin kaikki allekirjoittaneet ovat sitoutuneet. Työn eettisyyttä on pohdittava riippumatta siitä, tarvitseeko se eettistä ennakoarviointia tai tutkimuslupaa. Ennakoarvioinnilla tunnistetaan ja vältetään riskejä, joita työn toteutus mahdollisesti aiheuttaa (Arene 2025, 12). Työssämme ei tarvittu eettistä ennakoarviointia tai tutkimuslupaa.

Keskeinen eettinen näkökulma kehittämistyössämme liittyy säteilyn käyttöön. Tuotoksessa tuodaan ilmi normaali säteilysuojelu, jota toteutetaan aina tutkimuksen aikana. Sen lisäksi kohderyhmä huomioiden lisäsimme työhön kohdan, jossa selvennetään säteilystä aiheutuvien haittojen olevan pienet verrattuna tutkimuksesta saatuihin hyötyihin.

7.3 Ammatillinen kasvu

Opinnäytetyön aihe valittiin keväällä 2023. Alkuperäisenä aiheenamme oli englanninkieliset potilasohjeet koko kehon FDG-PET-tutkimuksiin, ja tilaajana toimi Kuopion Yliopistollisen sairaalan kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen yksikkö. Heti ensimmäisenä haasteenamme oli aloittamisen vaikeus. Aloitimme työstämään aihekuvausta vasta lokakuussa 2024. Aihekuvaus valmistui kuukaudessa, jonka jälkeen jatkoimme kehittämistyön suunnitelmasta. Suunnitelmavaihe oli edennyt jo hyvin, kun helmikuussa 2025 koimme vastoinkäymisen. Tilaajan uusien ohjeistuksien myötä opinnäytetyötä ei ollut enää mahdollista toteuttaa, ja aihe jouduttiin vaihtamaan.

Vaikeuksien jälkeen uutena aiheena opinnäytetyölle oli englanninkielinen e-oppimateriaali isotooppitutkimuksista kasvainvälisille sairaanhoitajaopiskelijoille. Työn tilaajana toimi Savonia-ammattikorkeakoulu. Valitsimme aiheen, johon pystyimme osittain hyödyntämään jo työstettyä suunnitelmaa. Saimme suunnitelman valmiiksi nopealla aikataululla toukokuun 2025 aikana ja viimein talvella 2025 opinnäytetyö oli valmis.

Opinnäytetyöprosessiimme on mahtunut paljon vastoinkäymisiä aina aiheen vaihdosta yksityiselämän haasteisiin, mutta olemme silti jatkaneet. Tämä taival on opettanut pitkäjänteisyyttä, joustavuutta ja yhteistyötaitoja. Haasteina koko prosessissa on ollut erityisesti motivaation ylläpitäminen sekä aikataulutaminen. Näin jälkikäteen ajatellen olisimme voineet asettaa itsellemme enemmän aikataulutavoitteita, jolloin raportin kirjoittaminen olisi luultavasti sujunut joutuisammin. Olemme kuitenkin tyytyväisiä lopulliseen aikaansaannokseen.

Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelman ammattispesifeissä kompetensseissa korostuu asiakkaan ohjaamis- ja hoitamisosaaminen, lääketieteellisen säteilyn käyttö ja teknologian hyödyntäminen. Ydinosaamista ovat eri kuvantamistutkimukset ja niihin liittyvät toimenpiteet, isotooppitutkimukset ja sädehoito. (Savonia ammattikorkeakoulu, n.d.) Opinnäytetyössä ollaan perusosaamisen äärellä ja käsitellään hyvin laajaa aihepiiriä. Opinnäytetyöprosessin aikana kävimme läpi eri isotooppikuvantamismenetelmiä ja niiden sovellutuksia, tutkimusten kulkua, säteilysuojelua, lainsäädäntöä ja oppimateriaalien teoriaa. Tiedon rajaaminen vastaamaan kohderyhmän eli kansainvälisten sairaanhoitajaopiskelijoiden tarpeita oli yllättävän hankalaa, sillä tärkeitä asioita röntgenhoitajan näkökulmasta oli

paljon ja itsensä asettaminen kohderyhmän näkökulmaan haastavaa. Liian syvällistä tietoa oli jätettävä pois ja välillä tämän huomaamiseen tarvittiin apua.

Laajempi röntgenhoitajan osaamisprofiili koostuu oppimisen taidoista, eettisestä-, työyhteisö-, innovaatio- ja kansainvälisyysosaamisesta (Savonia ammattikorkeakoulu, n.d.). Opinnäytetyöprosessi kehitti erityisesti kriittistä tiedon hankintaa, sen käsittelemistä ja jakamista. Emme ole aiemmin luo- neet opetusmateriaalia ja oli tärkeää, että kaikki tuottamamme oli ajantasaista ja oikeaa. Tämä ke- hitti eettisyyden näkökulmasta vastuunottamista omasta toiminnastamme yhdessä hyvän tieteellisen käytännön periaatteita noudattaen. Uuden luominen kehitti innovaatio-osaamistamme yhdessä kan- sainvälisyysosaamisen kanssa. Tuotoksemme kielenä englanti harjoitti ammatillista sanastoamme ja lisäsi kielen tarkastuksen tärkeyttä. Kehittämistyössämme yhdistyivät kaikki röntgenhoitajan osaa- misprofiilissa määritetyt taidot. Koemme opinnäytetyöprosessin tarjonneen vahvan pohjan ammatilli- sen kasvun kehittämiseksi, joka tulee jatkumaan työelämän puolella.

7.4 Kehittämistyön hyödynnettävyys ja kehittämisideat

Tämän opinnäytetyön tuotos eli e-oppimateriaali postereineen ja Moodle –tentineen luovutetaan työn tilaajan eli Savonia-ammattikorkeakoulun käyttöön. Työn tilaaja saa hyödyntää ja muokata op- pimateriaaleja haluamallaan tavalla tarpeen mukaan.

Kehittämistyön jatkona voisi toteuttaa samalla tyylillä postereita muistakin isotooppilääketieteen tut- kimuksista tai hoidoista. Tässä työssä käsittelemme ainoastaan isotooppitutkimuksia, jolloin isotoop- pihoidot voisivat olla looginen jatke. Esimerkiksi posterit radiojodihoidolle voisi olla hyvä lisäys. Pos- tereita pystyisi myös laajentamaan lisäämällä muita yleisiä isotooppitutkimuksia, kuten vartijaimusol- mukkeen gammakuvauksen tai sydänlihasperfuusion tutkimuksen.

LÄHTEET

ChatGPT 2025. OpenAI. GPT-4.1 nano. Käytetty kielentarkistukseen, lokakuu 2025. <https://chat-gpt.fi/>.

Arene 2025. Opinnäytetyön eettiset suositukset. Verkkojulkaisu. <https://arene.fi/julkaisut/raportit/opinnaytetoiden-eettiset-suositukset/>. Viitattu 22.5.2025.

Griffiths, M., King, S., Stewart, R. & Dawson, G. 2009. Evaluating the fundamental qualities of a nuclear medicine radiographer for the provision of an optimal clinical service. *Radiography* (2010) 16, 238–243. <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.savonia.fi/science/article/pii/S1078817409001424>. Viitattu 20.10.2025.

HUS Diagnostiikkakeskus Isotooppilääketiede 2023. Koko kehon aineenvaihdunnan PET-TT. Potilasohje. https://huslab.fi/hus_kuvantaminen/yleisohjeet/potilasohjeet/isotooppilääketiede/01_suomeksi/3.pet_tietokonetomografia_pet_tt/koko_kehon_aineenvaihdunnan_pet_tt.pdf. Viitattu 16.2.2025.

Ilomäki, L. 2012. Laatia e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Opetushallitus. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatia_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 2.3.2025.

Janatuinen, T. & Kempainen J. 2020. PET-kuvantamisen menetelmät yleistajuisesti. Lääketieteen aikakauskirja *Duodecim* 136(9):1062–7. [duo15553.pdf](https://www.duo.fi/files/duo15553.pdf). Viitattu 20.1.2025.

Kampylis, P., Punie, Y. & Devine J. 2015. Promoting Effective Digital-Age Learning. Euroopan komissio. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC98209>. Viitattu 30.9.2025.

Kajander, S. & Knuuti, J. 2018. Sydämen isotooppitutkimukset; Johdanto. Teoksessa Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. (toim.) *Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/kji00089?q=syd%C3%A4nlihaksen%20perfuusio>. Viitattu 7.11.2025.

Karhumäki, L., Schild, J. & Sovijärvi, A. 2018. Keuhkoperfuusion ja –ventilaation gammakuvaus. Teoksessa Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. (toim.) *Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/kji00030?>. Viitattu 30.3.2025.

Kempainen, J. & Tuokkola, T. 2018. Isotooppikuvien tulkinta. Teoksessa Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. (toim.) *Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/kji00188?q=tulkinta>. Viitattu 12.1.2025.

Kempainen, J. & Tuokkola, T. 2018 Radioisotoopit isotooppilääketieteessä. Teoksessa Sovijärvi, A., Hartiala, J., Knuuti, J., Laitinen, T. & Malmberg, P. (toim.) Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/kji00180?q=puoliintumisaika>. Viitattu 4.5.2025.

Kettunen, R. 2023. Keuhkoveritulppa (keuhkoembolia). Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00843/keuhkoveritulppa-keuhkoembolia?q=keuhkoveritulppa>. Viitattu 30.3.2025.

Knuuti, J. & Kajander, S. 2017. Isotooppitutkimukset, molekyyli- ja fuusiokuvantaminen. Teoksessa Blanco Sequeiros, R., Koskinen, S., Aronen, H., Lundbom, N., Vanninen, R. & Tervonen, O. (toim.) Kliininen radiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/krd01301>. Viitattu 20.10.2024.

Korpela, H. 2004. Isotooppilääketiede. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Hämeenlinna: Karisto. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125306/kirja3_3.pdf?sequence=1. Viitattu 10.10.2024.

Kostamo, P., Airaksinen, T. & Vilkka, H. 2022. Kirjoita itsesi asiantuntijaksi: Opas toiminnalliseen oppinäytetyöhön. Helsinki: Art House Oy. Viitattu 28.8.2025.

Kuurne, I. 2023. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa vuonna 2021. Säteilyturvakeskus. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Terveystieteiden tutkimuskeskus. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/146068/STUK-B-297-Isotooppitutkimukset-ja-hoidot-Suomessa-vuonna-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 20.10.2024.

Le Heron, J., Padovani, R., Smith, I. & Czarwinski, R. 2010. Radiation protection of medical staff. *European Journal of Radiology* (2010) 76, 20–23. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20656429/>. Viitattu 20.10.2025.

Muistisairaudet: Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Societas Gerontologica Fennican, Suomen Geriatri -yhdistyksen, Suomen Neurologisen Yhdistyksen, Suomen Psykiatrian Yhdistyksen ja Suomen Yleislääketieteen Yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2023. <https://www.kaypahoito.fi/hoi50044#s9>. Viitattu 8.11.2025.

Nieminen, M. & Oikarinen, H. 2017. Säteilysuojelu ja optimointi. Teoksessa Blanco Sequeiros, R., Koskinen, S., Aronen, H., Lundbom, N., Vanninen, R. & Tervonen, O. (toim.) Kliininen radiologia. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/opk04610>. Viitattu 4.5.2025.

Nyberg, R. 2017. Sentinel lymph node method in vulvar and ovarian cancer. Reflections on lymphatic spread and its prediction. Väitöskirja. Tampereen yliopisto. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-0539-0>. Viitattu 19.2.2015.

Opetushallitus 2024. Ulkomaalaiset opiskelijat ja uudet ulkomaalaiset opiskelijat 2014–2023. <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/Ulkomaalaiset%20opiskelijat%20ja%20uudet%20ulkomaalaiset%20opiskelijat%202014-2023.pdf>. Viitattu 25.5.2025.

- Opetushallitus n.d. E-oppimateriaalin laatukriteerit. Verkkojulkaisu. <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>. Viitattu 1.3.2025.
- Paldino, M., Yang, E., Jones, J., Mahmood, N., Sher, A., Zhang, W., Hayatghaibi, S., Krishnamurthy, R. & Seghers, V. 2017. Comparison of the diagnostic accuracy of PET/MRI to PET/CT-acquired FDG brain exams for seizure focus detection: a prospective study. *Pediatric Radiology* 47 (11), 1500–1507. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00247-017-3888-8#citeas>. Viitattu 17.10.2024.
- Perttilä, A. 2007. Ohjeita posterin tekoon. Viestintäpiste. Laurea-ammattikorkeakoulu. <https://www.yumpu.com/fi/document/read/5911744/ohjeita-posterin-tekoon-viestintapiste-laurea-leppavaara-laurea->. Viitattu 6.5.2025.
- Radiology Consultants Associated n.d. Bone Scan with SPECT/CT. *Radiology.ca*. <https://www.radiology.ca/exam/bone-scan-spectct/>. Viitattu 4.5.2025.
- Saarakkala, S. 2017. Isotooppikuvaus. Teoksessa Blanco Sequeiros, R., Koskinen, S., Aronen, H., Lundbom, N., Vanninen, R. & Tervonen, O. (toim.) *Kliininen radiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/opk04610>. Viitattu 4.3.2025.
- Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun ammattikorkeakoulun puheenvuoroja 72. Turun ammattikorkeakoulu. Verkkojulkaisu. <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>. Viitattu 28.10.2024.
- Salonen, K., Eloranta, S., Hautala, K. & Kinos, S. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 108. Verkkojulkaisu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/817817/isbn9789522166494.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Viitattu 28.3.2025.
- Savonia ammattikorkeakoulu, n.d. Osaamistavoitteet. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja%20hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1421&tab=2>. Viitattu 21.8.2025.
- Schild, J., Sipilä, K. & Minn, H. 2020. PET-tutkimus syövän hoitovasteen seurannassa ja uusiutumisen toteamisessa. PET-kuvantamisen katsaus. *Duodecim-lehti verkkojulkaisu*. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo15555.pdf>. Viitattu 7.11.2025.
- Siikonen, T. 2020. Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos vuonna 2018. STUK. Raportit ja selvitykset A263. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/139611/Suomalaisten_keskima%20a%20ra%20inen_efektiivinen_annos_vuonna_2018.pdf?sequence=6. Viitattu 28.4.2025.
- Säteilylaki 859/2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180859#Pidm46263582717376>. Viitattu 16.2.2025.
- Säteilyturvakeskus 2013. Säteilyturvallisuus isotooppilääketieteessä. Ohje ST 6.3. <https://stuk.fi/documents/150192312/162639293/ST6-3.pdf/2212fda3-00be-1737-1eec-88740ce4d75e/ST6-3.pdf?t=1684840299090>. Viitattu 20.10.2025.

Säteilyturvakeskus 2019. Säteilyturvakeskuksen määräys oikeutusarvioinnista ja säteilysuojelun optimoinnista lääketieteellisessä altistuksessa STUK S/4/2019. Helsinki: Säteilyturvakeskus. <https://www.stuklex.fi/fi/maarays/stuk-s-4-2019>. Viitattu 19.10.2025.

Terveyskylä 2025. Tietoa tutkimusten säteilyannoksista. Verkkojulkaisu. Päivitetty 7.11.2025. <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/ennen-tutkimusta/tietoa-sateilysta/tietoa-sateilyannoksista>. Viitattu 3.11.2025.

Terveyskylä 2025a. PET-TT-tutkimus. Verkkojulkaisu. Päivitetty 14.4.2025. <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/kuvantamistutkimuksia/pet-tt-tutkimus>. 7.11.2025.

Terveyskylä 2025b. Tietoa isotooppitutkimuksista. Verkkojulkaisu. Päivitetty 11.4.2025. <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/kuvantamistutkimuksia/isotooppilaaketiede/tietoa-isotooppitutkimuksista>. Viitattu 7.11.2025.

Tilastokeskus n.d. Tutkimus- ja kehittämistoiminta. https://stat.fi/meta/kas/t_ktoiminta.html. Viitattu 15.3.2025.

Tossavainen, T. & Löytönen, M. 2018. Pieni oppimateriaalisanasto. Teoksessa Tossavainen, T., & Löytönen M. (toim.) Sähköistyvä koulu. Oppiminen ja oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä. Helsinki: Suomen tietokirjailijat ry. https://www.suomentietokirjailijat.fi/wp-content/uploads/2025/03/verkkoon_sahkoistyva_koulu_2019_final_.pdf. Viitattu 8.1.2025.

Tuominen, H. 2020. FDG-PET Imaging in Cardiac Sarcoidosis. Väitöskirja. Tampere: PunaMusta Oy. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/119071/978-952-03-1427-9.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Viitattu 16.10.2024.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan HTK-ohje 2023. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf. Viitattu 29.10.2024.

Työturvallisuuskeskus n.d. Säteilyä aiheuttava työ. Verkkojulkaisu. <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/toimialakohtaista-tietoa/sosiaali-ja-terveysala/terveydenhuoltoala/sateilya-aiheuttava-tyo/>. Viitattu 14.2.2025.

Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181034#Lidm46263581502256>. Viitattu 13.2.2025.

Varonen, M & Hohenthal, T. 2020. Verkkototeutuksen laatukriteerit. eAMK-Oppimisen uusi ekosysteemi. <https://aoe.fi/api/v1/download/file/eamklaatukriteeritvalmis-1582877435641.pptx>. Viitattu 25.5.2025.

Von Schulthess, G.K. 2016. FDG Hybrid Imaging: Protocols, Normal Scans, and Pitfalls. Teoksessa Von Schulthess, G.K. (toim.) Molecular Anatomic Imaging: PET/CT, PET/MR and SPECT CT. 3. painos. Philadelphia: Wolters Kluwer. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.savonia.fi/lib/savoniafi/detail.action?docID=6897915>. Viitattu 29.4.2025.

LIITE 1: POSTERIEN KÄSIKIRJOITUS

1. Posteri (Nuclear Imaging)		
Keskeiset kysymykset	Tiivistelmä teoriaosiosta	Englanninkielinen käännös tiivistelmästä
Mitä on isotooppikuvaus? What is nuclear imaging?	Isotooppitutkimukset ovat yksi kuvantamisen menetelmä, joilla tutkitaan ihmiskehon toimintaa. Isotooppilääketieteessä radioaktiivisia isotooppeja hyödynnetään radiolääkkeiden muodossa eri sairauksien tutkimuksiin ja hoitoihin. Isotooppikuvantaminen keskittyy ihmiskehon fysiologian tutkimiseen anatomian sijaan. (Korpela 2004, 22.)	Nuclear imaging is one of the imaging methods used to examine the functioning of the human body. In nuclear medicine, radioactive isotopes are utilized in the form of radiopharmaceuticals for the investigation and treatment of various diseases. Nuclear imaging focuses on studying the physiology of the human body rather than its anatomy.
Miten isotooppitutkimukset suoritetaan? How are nuclear imaging examinations performed?	Isotooppitutkimuksissa potilaalle annetaan radioaktiivista merkkiainetta, jonka jakautumista, kulkua ja hajoamista seurataan kuvauslaitteilla. Isotooppikuvauslaitteet eivät itsessään tuota säteilyä, vaan potilas toimii säteilylähteenä. (Knuuti & Kajander 2017.)	In nuclear imaging, a radioactive tracer is administered to the patient, and its distribution, movement, and decay are monitored with imaging devices. The imaging equipment itself does not produce radiation; instead, the patient acts as the source of radiation.
Minkä takia isotooppitutkimuksia tehdään? What is the purpose of nuclear imaging?	Isotooppitutkimuksilla on mahdollista selvittää muutoksia elinten toiminnassa ja aineenvaihdunnassa. Isotooppitutkimuksia hyödynnetään monilla lääketieteen aloilla. Niillä voidaan tutkia esimerkiksi syöpätauteja, sydänsairauksia ja aivojen toimintaa. (Knuuti & Kajander 2017.)	With nuclear imaging, it is possible to identify changes in the function and metabolism of organs. Nuclear imaging can be utilized in many fields of medicine. They can be used to examine, for example, cancer diseases, heart conditions, and brain activity.
Mitkä ovat yleisimpiä isotooppitutkimuksia? What are common nuclear imaging examinations?	Isotooppitutkimukset jaetaan gammakuvaus- ja PET-tutkimuksiin. Kaikista yleisimmät isotooppitutkimukset Suomessa ovat luuston gammakuvaus ja koko kehon PET-TT. (Knuuti & Kajander 2017.)	Nuclear imaging is divided into scintigraphy (gamma imaging) and PET scans. The most common examinations in Finland are bone scintigraphy and whole-body PET-CT.
Ovatko isotooppitutkimukset turvallisia? Is nuclear imaging safe?	Isotooppitutkimuksissa käytetään ionisoivaa säteilyä, mutta potilaan saama hyöty on suurempi kuin säteilyn aiheuttamat haitat. Tutkimuksista saadut säteilyannokset ovat maltillisia. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1066.)	In nuclear imaging, ionizing radiation is used, but the benefits to the patient outweigh the harms. The radiation doses received from these studies are moderate.

2. Posteri (Bone Scintigraphy)		
Keskeiset kysymykset	Tiivistelmä teoriaosiosta	Englanninkielinen käännös tiivistelmästä
Mikä on luuston gammakuvaus? What is bone scintigraphy?	Luuston gammakuvaus on yleinen tutkimus, jota käytetään syöprien luustoetäpesäkkeiden havaitsemisessa. Erityisen hyödyllinen se on syöpätyypeissä, kuten eturauhassyövässä, jotka leviävät usein luustoon. (Knuuti & Kajander 2017.)	Bone scintigraphy is a common imaging procedure used to detect bone metastases from cancers. It is particularly useful for cancer types such as prostate cancer, which often spreads to the bones.
Mitä esivalmisteluja tutkimus vaatii? How do you prepare for the examination?	Isotooppitutkimukseen tarvitaan aina lähete hoitavalta lääkäriltä. Ennen tutkimusta potilaalle tulee kertoa tutkimuksen tarkoituksesta ja tavoitteista. (Nieminen & Oikarinen 2017.) Luuston gammakuvaus ei vaadi paastoa, potilas saa syödä ja juoda normaalisti tutkimuspäivänä (Radiology Consultants associated, n.d.). Ennen tutkimusta tulee varmistaa, ettei potilas ole raskaana, ja että tämä kykenee makaamaan selinmakuulla tutkimuksen ajan (Radiology Consultants associated, n.d.).	A referral from a treating physician is always required for isotope examinations. Before the procedure, the patient should be informed about the purpose and objectives of the examination. Bone scintigraphy does not require fasting; the patient can eat and drink normally on the day of the examination. Before the examination, it must be confirmed that the patient is not pregnant and that they are able to lie on their back for the duration of the procedure.
Miten tutkimus suoritetaan? How is the examination performed?	Tutkimus aloitetaan merkkiaineen injektoimisella laskimon kautta potilaan verenkiertoon. Luuston gammakuvauksessa käytetään Teknetium-99 isotoopilla leimattua merkkiainetta. (Kempainen & Tuokkola 2018.) Injektion jälkeen on 2–4 tunnin tauko ennen kuvausta, jolloin potilaan tulee juoda nesteitä runsaammin ja tyhjentää rakkoa. (Radiology Consultants associated n.d.) Tauon jälkeen aloitetaan kuvaus. Kuvaus tehdään potilaan ollessa selinmakuulla ja se kestää yleensä noin 45 minuuttia (Radiology Consultants associated n.d.).	The examination begins with the injection of a radiopharmaceutical into the patient's bloodstream intravenously. The radiopharmaceutical used in bone scintigraphy has Technetium-99 isotope in it. After the injection, there is a 2–4 hour waiting period before the imaging, during which the patient should drink plenty of fluids and empty their bladder. After the waiting period, the imaging gets started. The scan is performed with the patient lying on their back and typically lasts about 45 minutes.

3. Posterit (Whole Body Pet-CT)		
Keskeiset kysymykset	Tiivistelmä teoriaosioista	Englanninkielinen käännös tiivistelmästä
Mikä on koko kehon PET-TT? What is whole body PET-CT?	Koko kehon PET-TT tutkimusta hyödynnetään syöpätautien kuvantamiseen. Se sopii useimpien syöpien tutkimiseen. (Kuurne 2023, 34.)	Whole-body PET-CT scans are used in the imaging of cancer diseases. They are suitable for the investigation of most types of cancer.
Mitä esivalmisteluja tutkimus vaatii? How do you prepare for the examination?	Isotooppitutkimukseen tarvitaan aina lähete hoitavalta lääkäriltä. Ennen tutkimusta potilaalle tulee kertoa tutkimuksen tarkoituksesta ja tavoitteista. (Nieminen & Oikarinen 2017.) Ennen koko kehon PET-TT tutkimusta potilaan tulee olla syömättä 4–6 tunnin ajan. Vettä saa juoda. Fyysistä rasitusta on vältettävä juuri ennen tutkimusajankohtaa. Alkoholia tulee välttää 24 h ja tupakointia 2 h ennen tutkimusta. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1606.) Ennen tutkimusta tulee varmistaa, ettei potilas ole raskaana, ja että tämä kykenee makaamaan selinmakuulla tutkimuksen ajan (Radiology Consultants associated n.d.). Ennen tutkimusta varmistetaan haastattelemalla potilasta, että hän on noudattanut esivalmisteluohjeita. Potilaalta mitataan ajankohtainen paino ja pituus, sekä verensokeri. Veren glukosipitoisuuden tulee olla alle 10 millimoolia litrassa. (Von Schultness 2016, 620.)	A referral from a treating physician is always required for isotope examinations. Before the procedure, the patient should be informed about the purpose and objectives of the examination. Before the whole-body PET-CT scan, the patient should not eat for 4–6 hours. Water may be consumed. Physical exertion should be avoided before the procedure. Alcohol should be avoided for 24 hours and smoking for 2 hours prior to the examination. Before the examination, it must be confirmed that the patient is not pregnant and that they are able to lie on their back for the duration of the procedure. Before the examination, the patient is interviewed to ensure that they have followed the preparation instructions. The patient's current weight and height are measured, and blood sugar levels are checked. The blood glucose concentration should be below 10 millimoles per liter.
Miten tutkimus suoritetaan? How is the examination performed?	Tutkimus aloitetaan merkkiaineen injektioimisella laskimon kautta potilaan verenkiertoon. Koko kehon PET-TT tutkimukset suoritetaan käyttämällä fluori-18 isotoopilla leimattua merkkiainetta eli fluorodeoksiglukosia (FDG). (Janatuinen & Kempainen 2020, 1602.) Injektion jälkeen on noin 60 minuutin tauko ennen kuvausta,	The examination begins with the injection of a radiopharmaceutical into the patient's bloodstream via an intravenous line. Whole-body PET-CT scans are performed with Fluorodeoxyglucose (FDG), which is a radiopharmaceutical with fluorine-18 isotope in it. After the injection, there is approximately a 60-minute waiting

jonka aikana potilaan tulee olla liikkumatta. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1604.)

period before the imaging, during which the patient should remain still.

Tauon jälkeen potilas kuvataan selinmakuulla PET-TT kuvauslaitteella. Pyydettyä isotooppikuvausten lisäksi potilaasta kuvataan TT-kuvaus varjoaineella. (Janatuinen & Kempainen 2020, 1604.)

After the waiting period, the patient is positioned lying on their back for the PET-CT scan. In addition to the isotope imaging, a CT scan with contrast agent can also be performed if necessary.

Koko kuvauksen kesto on noin 30 minuuttia (HUS diagnostiikkakeskus Isotooppilääketiede 2023).

The entire scan lasts about 30 minutes.

4. Posteri (Radiation Protection)

Keskeiset kysymykset	Tiivistelmä teoriaosiosta	Englanninkielinen käännös tiivistelmästä
Potilaan säteilysojelu	Isotooppitutkimukset vaativat aina lähetteen erikoissairaanhoidon lääkäriltä. Tutkimuksesta tulee olla potilaalle enemmän hyötyä, kuin haittaa. (Säteilylaki 5 §.)	Nuclear medicine examinations always require a referral from a specialist physician. The benefits of the examination for the patient must outweigh the potential risks.
Radiation protection for the patient	Potilaalle aiheutuva säteilyannos tulisi aina pitää niin pienenä kuin mahdollista (Säteilylaki 6 §). Ennen tutkimusta ja sen aikana potilaan tulee noudattaa annettuja ohjeistuksia parhaansa mukaan, jotta tutkimus onnistuu.	The radiation dose to the patient should always be kept as low as possible. Before and during the examination, the patient should follow the given instructions to the best of their ability to ensure a successful outcome.
	Tutkimuksen jälkeen potilaan tulee juoda runsaammin ja tyhjentää rakkoa useasti, jotta radioaktiivinen merkkiaine poistuisi nopeammin elimistöstä (Radiology Consultants associated n.d.).	After the examination, the patient should drink plenty of fluids and urinate frequently to help the radioactive tracer leave the body more quickly.
	Potilas säteilee lievästi ympäristöönsä tutkimuspäivän ajan, minkä takia lapsiin ja raskaana oleviin naisiin on pidettävä etäisyyttä (HUS Diagnostiikkakeskus Isotooppilääketiede 2023).	The patient will emit a slight amount of radiation to their surroundings throughout the day of the procedure, so they should keep a safe distance from children and pregnant women. The patient can go home immediately after the examination.
Työntekijöiden säteilysojelu	Potilas saa kotiutua suoraan tutkimuksen jälkeen (Keski-Suomen hyvinvointialue 2024). Isotooppitutkimuksissa potilas toimii säteilylähteenä radioaktiivisen merkkiaineen injektioimisen	In nuclear medicine examinations, the patient becomes a

Radiation protection for staff-members

jälkeen (Knuuti & Kajander 2017). Työntekijöitä tulee suojata säteilyaltistukselta (Säteilylaki, 6 §).

source of radiation after the injection of a radiopharmaceutical. Healthcare workers must be protected from radiation exposure.

Ylimääräistä oleskelua tulisi välttää tiloissa, joissa säilytetään radioaktiivisia aineita. Oleskelu säteilevän potilaan kanssa tulisi pitää minimissä. (Työturvallisuuskeskus n.d.)

Unnecessary presence in areas where radioactive materials are stored should be avoided. Time spent near a radioactive patient should be kept to a minimum.

Jos mahdollista, tulee säteilevään potilaaseen ottaa etäisyyttä tai pysyä seinän tai muun säteilyltä suojaavan rakenteen takana. (Le Heron, Padovani, Smith & Czarwinski 2010, 21.)

If possible, distance should be maintained from the radioactive patient, or shielding such as walls or other radiation-protective structures should be used.

Tutkimuksen jälkeen potilas ja tämän eritteet säteilevät vähäisesti tutkimuspäivän ajan, mutta aktiivisuudet ovat yleensä niin pieniä, ettei suuremmille varotoimille ole tarvetta. (Säteilyturvakeskus 2013, 6.) Säteilevän potilaan tulisi kuitenkin välttää kontaktia raskaana oleviin ja lapsiin tutkimuspäivän ajan (Terveyskylä 2025), jonka vuoksi raskaana olevien työntekijöiden ei tulisi hoitaa häntä varoajan aikana.

After the examination, the patient and their bodily fluids emit a small amount of radiation throughout the day of the procedure. However, the activity levels are usually so low that no special precautions are necessary. The patient should just avoid pregnant people 24 hours after the examination, which means that pregnant staff members shouldn't attend to their care during this period.