

Opinnäytetyö (AMK)

Röntgenhoitajakoulutus

2023

Aada Kuronen ja Chantel Odei

Luuston gammakuvaus

– Opetusvideo röntgenhoitajaopiskelijoille



Opinnäytetyö (AMK) | tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitajakoulutus

2023 | 22 sivua, 4 liitesivua

Aada Kuronen ja Chantel Odei

Luuston gammakuvaus

- Opetusvideo röntgenhoitajaopiskelijoille

Luuston gammakuvaus on yleinen isotooppitutkimus erityisesti syövän levinneisyyden selvittämisessä. Erilaiset syövät voivat aiheuttaa etäpesäkkeitä muualle kehoon, jolloin se vaikuttaa merkittävästi sairastuneen ennusteeseen. Suomessa vanhemmilla ikäluokilla yleisimpiä syöpiä ovat naisilla rintasyöpä ja miehillä eturauhassyöpä, ja näille syöpätyypeille yleinen leviämisaika on luusto.

Opinnäytetyömme käsittelee isotooppikuvantamisen periaatteita, kuvantamismenetelmiä, erilaisia tutkimusaineita ja niiden käyttöä. Erityisesti korostetaan luuston gammakuvauksen merkitystä syövän levinneisyydetutkimuksissa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ohjevideo röntgenhoitajille isotooppikuvantamisesta, sillä isotooppikuvantaminen on olennainen osa röntgenhoitajien koulutusta Turun Ammattikorkeakoulussa.

Ohjevideollamme pyrimme selkiyttämään röntgenhoitajan roolia erityisesti koko kehon luuston gammakuvauksessa. Videossa käydään läpi potilaan valmistelut, ohjeet potilaalle ja röntgenhoitajan tehtävät ennen kuvauksen alkua, sen aikana ja jälkeen. Opetusvideon tavoitteena on helpottaa röntgenhoitajien opiskelua ja tarjota selkeä käsitys isotooppikuvantamisen kulusta.

Asiasanat:

Isotooppikuvantaminen, gammakuvantaminen, tutkimusaine, gammakamera, SPECT, säteilysuojelu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Radiography and radiotherapy

2023 | 22 pages, 4 pages in appendices

Aada Kuronen ja Chantel Odei

Bone Scintigraphy

- Educational Video for Radiography Students

The text discusses radionuclide imaging, particularly in the context of investigating the spread of cancer. Different types of cancers can cause metastases to other parts of the body, significantly affecting the prognosis of the affected individual. In Finland, the most common cancers among older age groups are breast cancer in women and prostate cancer in men, with the skeletal system being a common site of metastasis for these cancer types.

The text introduces the principles of nuclear medicine, imaging methods, radioactive tracers, and their use. It emphasizes the importance of bone scintigraphy in cancer staging. The purpose of this thesis was to create an instructional video for radiographer students on nuclide imaging, as it is an essential part of radiographers' studies at Turku University of Applied Sciences.

The instructional video aims to clarify the role of a radiographer, especially in whole-body bone scintigraphy. The video covers patient preparations, instructions for the patient, and the radiographer's tasks before, during, and after the imaging. The aim of the instructional video is to facilitate the learning of radiographers and provide a clear understanding of the processes involved in radionuclide imaging.

Keywords:

Radionuclide imaging, planar scintigraphy, radioactive tracer, gamma camera, SPECT, radiation protection

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Tarkoitus ja tavoite	7
3 Isotooppikuvantaminen	8
3.1 Kuvausmenetelmät	8
3.2 Tutkimusaineet	9
3.3 Gammakamera	10
4 Luuston gammakuvaus	13
4.1 Gammakuvaus	13
4.2 Teknetium (^{99m}Tc)	14
Säteilysuojelu	15
4.3 Työperäinen altistus	15
4.4 Potilaan säteilysuojelu	15
5 Opetusvideo	17
6 Pohdinta	18
7.1 Kehittämistyön malli	18
6.1 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	19
Lähteet	20

Liitteet

Liite 1. Opinnäytetyön videon käsikirjoitus

1 Johdanto

Syöpätaudit ovat olleet jo pitkään yleistymässä Suomessa. Suomen syöpärekisterin laskelmien mukaan yli 75-vuotiaiden syöpämäärä on voimakkaassa nousussa ja kääntyy laskuun vasta vuonna 2031. Yli 85-vuotiaiden syöpämäärän ennustetaan yli kaksinkertaistuvan vuoteen 2035 mennessä. (Suomen syöpärekisteri 2020.) Vanhemmilla ikäluokilla syövän yleisimmät muodot ovat naisilla rintasyöpä ja miehillä eturauhassyöpä. Ne ovat myös yleisimpiä kuolemaan johtavia syöpätauteja keuhko- ja haimasyövän lisäksi. (Huovinen 2023.)

Erilaiset syövät voivat aiheuttaa etäpesäkkeitä luustoon, ja jokaisella syöpätyypillä on yleisimmät leviämiskohteensa. Tämänkaltainen syövän metastasoituminen vaikuttaa suuresti syöpään sairastuneen ennusteeseen. (Ristimäki 2023.) Rinta- ja eturauhassyöville yksi yleisimpiä leviämiskohteita on luusto - ja ne myös metastasoituvat sinne herkästi. Koko kehon gammakuvauksella pystytään selvittämään syövän levinneisyys koko luuston alueella. Tämän vuoksi oikeanlainen kuvantaminen on tärkeässä roolissa syövän levinneisyyden havaitsemiseen ja hoitamiseen. (Mohseninia ym. 2023.)

Opinnäytetyömme tarkoituksena on tehdä isotooppikuvantamisesta ohjevideo röntgenhoitajille. Isotooppikuvantamisen teoria on merkittävä osa-alue opiskelijoiden opintoja. Isotooppiharjoittelu kuuluu myös osaksi röntgenhoitajan koulutusta Turun Ammattikorkeakoulussa. Isotooppikuvantamiseen kuuluu monia erilaisia tutkimuksia ja vaiheita. Tällä ohjevideolla pyrimme selkiyttämään röntgenhoitajan roolia erityisesti koko kehon luuston gammakuvauksessa.

2 Tarkoitus ja tavoite

Työmme tarkoituksena oli tehdä suomenkielinen opetusvideo röntgenhoitajaopiskelijoille luuston gammakuvantamisesta. Video tehtiin röntgenhoitajan näkökulmasta, jolloin sitä pystytään hyödyntämään opetusmateriaalina röntgenhoitajien koulutuksessa. Tekemämme informatiivinen video tarjoaa opiskelijoille selkeän käsityksen luuston gammakuvantamisesta röntgenhoitajan roolissa.

Tavoitteenamme oli havainnollistaa isotooppikurssilla käytävää teoriaa. Helposti lähestyttävä opetusmateriaali tukee isotooppikurssilla hankittua teoreettista tietoa ja edistää käytännön taitojen kehittymistä röntgenhoitajien ammatissa. Videon tavoitteena oli myös laajentaa tietoisuutta yleisesti isotooppitutkimusten eri vaiheista ja tarjota lisätietoa näiden vaiheiden ymmärtämiseen.

3 Isotooppikuvantaminen

Isotooppikuvantaminen on kuvantamistekniikka, jossa käytetään hyödyksi tiettyä epästabiliä isotooppia, joka toimii radioaktiivisena tutkimusaineena. Kuvauksessa radioaktiivinen tutkimusaine hakeutuu sille ominaiseen kohteeseen ihmiskehossa. (NIH 2016.) Tämä voi olla esimerkiksi murtumakohta luustossa, infektio tai maligniteetti (NIH 2015). Isotooppikuvantamisessa potilaalle annettu radioaktiivinen isotooppi hajoaa vapauttaen joko gammakvantin tai positronin. Tämä radioaktiivinen säteily havaitaan siihen erikoistuneen kameran avulla potilaan läheisyydessä. (NIH 2016.)

3.1 Kuvausmenetelmät

Isotooppikuvantamista voidaan tehdä perinteisellä gammakuvantamisella, SPECT (single photon emission tomography) - ja PET (positron emission tomography) -kuvantamisella. PET kuvantaminen poikkeavaa hieman gamma- ja SPECT-kuvantamisesta. Gamma- ja SPECT-kuvantamisessa potilaasta emittoituva radioaktiivinen säteily havaitaan gammakameran avulla, kun potilaasta poistuvat yksittäiset gammasäteet osuvat potilaan läheisyydessä olevaan kameraan. PET-kameralla taas havaitaan potilaan sisällä tapahtuvan annihilaation seurauksena vapautuvat kaksi gammakvanttia. Positronin vapautuessa radioaktiivisesta aineesta ja kohdatessaan kehon sisällä olevan elektronin tapahtuu annihilaatio, jonka johdosta syntyy kaksi gammakvanttia. (Syvälahti, Hietala 1998.) Ainoastaan samanaikaisesti kahteen eri suuntaan lähtevät gammasäteet havaitaan PET-kamerassa ja siten saadaan muodostettua haluttu kuva. Gamma- ja SPECT-kuvantamisessa käytetään myös eri merkkiaineita kuin PET-kuvantamisessa, mikä edelleen erottaa nämä kaksi kuvantamismenetelmää toisistaan. (NIH 2016.)

Isotooppikuvantamiseen voidaan yhdistää myös

tietokonetomografiakuvantamista ja magneettikuvantamista.

Fuusiokuvantaminen eli TT- ja magneettikuvauksen yhdistäminen gamma- ja

PET –kuvantamiseen onkin yleistynyt isotooppikuvantamisessa kuvantamismenetelmänä 2000-luvun jälkeen. SPECT-TT:ssä ja PET-TT:ssä isotooppikuvantamista ennen tai sen jälkeen potilaasta otetaan vielä matala-annoksinen tietokonetomografiakuvaus samalla tutkimuskerralla. (Sovijärvi ym. 2018, 293.) Gammakuvantaminen ei anna tarkempaa tietoa löydöksiä anatomisesta sijainnista, joten tietokonetomografiakuvantamisen lisääminen isotooppikuvantamiseen antaa paremman tuloksen diagnostisesta näkökulmasta (NLM 2015). Fuusiokuvantaminen mahdollistaa funktionaalisen ja anatomisen kuvantamisen yhdistelyn, jolloin löydökset voidaan paikantaa lisäkuvantamisen avulla (NIH 2015). Perinteinen gammakuvantaminen on kuitenkin tehokas diagnostinen kuvausmenetelmä varsinkin luuston leviämistutkimuksissa, joten se on myös edelleen yleisessä käytössä (Manevska ym. 2021).

3.2 Tutkimusaineet

Isotooppitutkimuksessa käytetään nimensä mukaisesti eri alkuaineiden isotooppeja. Isotoopit ovat saman alkuaineen eri muotoja ja ne eroavat toisistaan sen mukaan, kuinka paljon niiden ytimessä on neutroneja. Isotooppilääketieteessä käytetyt isotoopit ovat lisäksi vielä epästabiileja, mikä tekee niistä radioaktiivisia. Radioaktiivisuus merkitsee sitä, että epästabiilissa tilassa isotoopin ytimessä tapahtuu hajoamista. Tällöin ydin emittoi ympärilleen hiukkasia tai radioaktiivista säteilyä, mikä voi olla gamma- tai röntgensäteilyä. (Sovijärvi ym. 2018, 290.) Radioaktiivisessa hajoamisessa syntyy aina uusi ydin, joka voi olla stabiili tai epästabiili. Hajoamisen seurauksena ydin voi vapauttaa positronin (β^+ -hajoaminen), elektronin (β^- -hajoaminen) tai α -hiukkasen (He^{2+}). Elektroninsieppaus on myös mahdollista, jolloin ydin muuttuu uudeksi alkuaineeksi kaappaamalla elektronin sisäkuorelta ytimeen. (Sovijärvi ym. 2003, 24.)

Radioaktiivisen alkuaineen hajoamista voidaan havainnollistaa alkuaineen puoliintumisajalla ja aktiivisuudella. Puoliintumisaika kuvaa sitä, kuinka kauan menee, että alkuaineen ytimien määrä on puolet alkuperäisestä. Jokaisella

alkuaineella on oma vakio puoliintumisaikansa, mutta eri alkuaineiden puoliintumisajat voivat vaihdella muutamista sekunneista useampiin vuosiin. Ytimen hajoamisnopeutta taas kuvaa sen aktiivisuus, minkä yksikkö on becquerel (Bq). Tämä luku kertoo, kuinka paljon ytimien hajoamisia tapahtuu yhdessä sekunnissa. Mitä suurempi aktiivisuus alkuaineella on, sitä enemmän se vapauttaa myös säteilyä aikayksikössä. (STUK n.d.)

Tutkimusainetta, jota isotooppikuvantamisessa käytetään, voidaan kutsua myös radiolääkkeeksi tai radioisotoopiksi (Sovijärvi ym. 2003, 29; Sovijärvi ym. 2018, 290). Tutkimusainetta voidaan käyttää, joko lääkkeenä esimerkiksi isotooppihoidoissa tai diagnostiikassa isotooppitutkimuksissa. Diagnostiikassa käytössä oleviin tutkimusaineisiin lisätään radiokemiallisesti ns. kantaja-aine, joka vie tutkimusaineen haluttuun kohteeseen kehossa. Tällöin saadaan valmis tutkimusaine potilaan käyttöön. Kantaja-aineena voi olla jokin molekyyli tai orgaaninen aine, joka osallistuu kehon sisällä oleviin aineenvaihdunnallisiin tapahtumiin tai tarttuu solun pinnalla oleviin reseptoreihin. (Sovijärvi ym. 2018, 291.) Ne voivat myös kertyä johonkin tiettyyn elimeen esimerkiksi kilpirauhaseen tai lisämunuaisten kuorikerrokseen (Sovijärvi ym. 2003, 37).

Isotooppikuvantamisessa hyödynnetään isotooppeja, joilla on optimaalisia radiokemiallisia ominaisuuksia sekä niitä on helppo tuottaa (Sovijärvi ym. 2003, 27). Niiden puoliintumisaikojen tulee olla tarpeeksi lyhyitä, ettei potilaalle aiheutunut säderasitus olisi kohtuuttoman suuri, mutta kuitenkin sen verran pitkiä, että niitä pystytään kuljettamaan potilaalle sen jälkeen, kun tutkimusaine on tuotettu. (Sovijärvi ym. 2018, 290). Isotooppikuvantamisessa käytettyjen tutkimusaineiden puoliintumisajat ovat yleensä pidempiä kuin PET-tutkimuksissa käytettyjen (Sovijärvi ym. 2003, 30).

3.3 Gammakamera

Gammakameroita on hieman erilaisia ja ne poikkeavat ulkomuotonsa lisäksi tekniikaltaan ja rakenteeltaan. Perinteinen gammakamera, jolla voidaan tehdä esimerkiksi koko luuston gammakuvauksia, koostuu kahdesta ilmaisimesta,

jotka havaitsevat potilaasta lähtevää säteilyä. Ilmaisimet voidaan sijoittaa joko potilaan molemmin puolin tai asettaa vierekkäin 90 asteen kulmaan. Ne voidaan myös sijoittaa toisiinsa nähden muihin erilaisiin kulmiin riippuen tutkimuksesta. Fuusiokuvantamiseen käytetyssä SPECT-TT laitteessa on vielä gammakameroiden ilmaisimien jatkeena TT-kuvauslaite. (Sovijärvi ym. 2018, 291-292.)

Gammakameran ilmaisimet ovat materiaaliltaan natriumjodididikidettä. Nämä havaitsevat potilaasta lähtöisin olevia gammasäteitä. Kiteet tuikahtelevat vapauttaen valokvantteja gammasäteiden osuessa niihin ja niiden luovuttaessa energiansa kiteelle. Tätä energiansiirtoa hyödynnetään laskelmissa siten, että valokvantin energian tiedetään olevan verrannollinen gammasäteen energiaan. Saatu valo muutetaan vielä ilmaisimen takana olevien valomonistinputkien avulla sähköiseksi signaaliksi eli jännitepulssiksi. Tämän jälkeen pulssinkorkeusanalysoija muokkaa saatua informaatiota niin, että vain tietyn korkeiset jännitepulssit otetaan jatkokäsittelyyn. (Sovijärvi ym. 2003, 40-41.)

Kuvan muodostuminen perustuu kuitenkin suurimmalta osin siihen, että vain tietyt säteet läpäisevät kamerassa sijaitsevat ns. ”suodattimet” eli kollimaattorit. Nämä sijaitsevat kuvauslaitteessa heti potilasta lähimpänä - ennen ilmaisinta. Kollimaattorit ovat materiaaliltaan lyijyä ja ne estävät siten tehokkaasti ei-haluttujen gammasäteiden läpipääsyn ilmaisimelle. Osa potilaasta lähtevistä säteistä eivät kulje kohtisuoraan potilaasta ilmaisimeen, jolloin ne suodattuvat ja pysähtyvät kollimaattorien lyijyseinämiin. Mitä paksumpi kollimaattorin seinämä on, sitä enemmän se suodattaa näitä ei-haluttuja säteitä, jotka eivät kulje kollimaattorien suuntaisesti. Liian paksu seinämä kuitenkin heikentää ilmaisimen herkkyyttä, kun säteitä ei osu ilmaisimelle niin paljon. Ilmaisimelle on saatava tarpeeksi paljon säteitä, jotta lopullinen kuva saadaan muodostettua. (Sovijärvi ym. 2003, 41-43.)

Kollimaattorien muoto ja niiden määrä määrittelevät, minkä suuruisia gammakvantteja ilmaisimien havaitsee. Hyödyntämällä matala-, keski- ja korkeaenergiakollimaattoreita, ilmaisimet havaitsevat energialtaan eri suuruisia gammasäteitä riippuen siitä, mitä radioaktiivista tutkimusainetta käytetään.

Tämän vuoksi kollimaattorit määrittelevät, mitä tutkimusainetta voidaan käyttää tietylläkin kuvauslaitteella. (Chieng 2023.)

4 Luuston gammakuvaus

Vuonna 2018 tehdyn tutkimuksen mukaan luuston gammakuvaus oli edelleen yksi yleisimpiä isotooppitutkimuksia Suomessa (Kuurne 2023). Tutkimus tehdään perinteisellä gammakameralla tai SPECT –tutkimuksena. Tutkimus voidaan myös suorittaa SPECT-TT tutkimuksena, jos tietokonetomografia isotooppikuvantamisen jälkeen on tarpeen. (Sovijärvi ym. 2018, 293.)

4.1 Gammakuvaus

Luuston gammakuvauksen indikaatioita on useampia. Ne voivat olla mm. tietyn luustosairauden epäilyn varmistaminen tai poissulkeminen, epämääräisten luusto-oireiden selvittäminen tai luuston metabolisen tilanteen arvioiminen. Yleisimpiä luustosairauksien epäilyjä kasvaimen lähettämät etäpesäkkeet, luustomuutokset, kuten reumamuutokset, niveltulehdukset ja murtumat. (HUS 2023; TYKS n.d.)

Perinteisellä luuston gammakuvauksella saadaan aikaan kaksiulotteiset harmaansävyiset luustokuvat, joiden kuvanlaatu on hieman heikko. Paikkaerotuskyky näille kuville ei ole kovinkaan hyvä, mutta gammakuvan tarkoituksena onkin saada aikaan funktionaalinen kuva diagnostiikkaa varten. (Sovijärvi ym. 2018, 44.) Tämän vuoksi se on vieläkin tarpeellinen kuvausmenetelmä varsinkin syövän levinneisyystutkimuksissa, sillä tämänkaltaisia tuloksia ei saada muilla kuvantamismenetelmillä (Sovijärvi ym. 2018, 526).

Gammakuvauksessa potilaalle annetaan suonensisäisesti radioaktiivista teknetium-isotooppia, joka on yhdistetty fosfonaattikompleksiin (^{99m}Tc -HDP) (Sovijärvi ym. 2003, 39). Potilaalle laitetaan perifeerinen kanyyli isotooppiosastolla, jos hänellä ei sellaista vielä ole. Tämän jälkeen potilaalle annetaan kanyylin kautta valmiiksi ruiskuun annosteltu radioaktiivinen ^{99m}Tc -HDP –tutkimusaine. Tutkimusaineen annetaan kerääntyä potilaan kehossa 2,5-3 tunnin ajan, minkä jälkeen kuvaus voidaan aloittaa. Odotusajan jälkeen

potilaan on kuitenkin käytävä tyhjentämässä virtsarakko ennen kuvantamista, ettei sinne kerääntynyt tutkimusaine häiritse diagnosointia. (HUS 2023; TYKS n.d.)

4.2 Teknetium (^{99m}Tc)

SPECT ja gammatutkimuksissa yleisin käytettävä tutkimusaine on teknetium (^{99m}Tc) ja sen puoliintumisaika on 6 tuntia. Teknetiumin lisäksi muita yleisiä merkkiaineita isotooppikuvantamisessa ovat indium (^{111}In), jonka puoliintumisaika on 67 tuntia ja jodin kaksi isotooppia (^{123}I ja ^{131}I), joista toisen puoliintumisaika on 13 tuntia ja toisen 8 vuorokautta (Sovijärvi ym. 2018, 290). Näitä erilaisia tutkimusaineita voidaan antaa potilaalle suun kautta esimerkiksi joditablettina, injektiona laskimoon tai kaasuna hengittämällä (Sovijärvi ym. 2018, 64).

Teknetiumilla on hyvät säteilyominaisuudet ja puoliintumisaika on optimaalinen isotooppitutkimuksiin. Tutkimusaineen tuotto on suhteellisen helppoa ja sen käyttökuntoon saatto sairaalassa on kohtuullisen yksinkertaista. (Sovijärvi ym. 2018, 290-291.) Teknetium tuotetaan generaattorissa usein samassa sairaalassa, jossa isotooppitutkimuksia tehdään. Sen lähtöaineena eli ns. emonuklidina toimii molybdeeni (^{99}Mo), josta saadaan kemiallisen reaktioiden avulla tuotettua tytärnuklidiksi haluttua teknetium -isotooppia. (Sovijärvi ym. 2003, 30-32.)

Tutkimusaine imeytyy hyvin luustoon, mutta huonosti pehmytkudokseen, mikä tekee siitä sopivan luuston gammakuvaukseen. Eri prosessit, joissa luustokudoksen uusiutuminen on vilkastunut, saa aikaan uutta luukudosta muodostavien osteoblastien toiminnan vilkastumisen. Tämä reaktio saa aikaan difosfonaattien kertymisen näille alueille. Luuston gammakuvauksessa käytetty ^{99m}Tc -HDP –tutkimusaine kertyy siten myös näille alueille, sillä se sisältää kantaja-aineenaan difosfonaattia. (Sovijärvi ym. 2003, 525)

5 Säteilysuojelu

Aina, kun ionisoivaa säteilyä käytetään lääketieteelliseen käyttöön, tulee sen käyttö olla perustellusti oikeutettua ja säteilyaltistus pitää optimoida. Isotooppilääketieteessä käytettävät radioaktiiviset tutkimusaineet aiheuttavat säteilyrasitusta sekä potilaalle että työntekijälle. Tämän vuoksi oikeanlainen säteilysuojelu molemmilla osapuolilla on tärkeää isotooppitutkimuksissa. (Finlex 2018).

5.1 Työperäinen altistus

Säteilytyöksi kutsutaan työtä, jossa työntekijän säteilyaltistus ylittää sille määritellyn rajan vuodessa. Säteilytyötä tekevät voidaan luokitella säteilyluokkiin A ja B riippuen vuosittaisista annoksista, mahdollisista altistuksista, kontaminaatiovaarasta ja säteilynkäytön luonteesta. Säteilytyötä tekeväälle henkilölle on tarjottava riittävä koulutus ja perehdytys säteilyn turvalliseen käyttöön. (STUKlex 2014.)

Työntekijät, joiden vuosittainen efektiivinen annos on yli 6 mSv ja silmän mykiön ekvivalenttiannos on suurempi kuin 15 mSv vuodessa, kuuluvat luokkaan A. Säteilytyöntekijät, jotka eivät kuulu luokkaan A kuuluvat luokkaan B. Kumpaankaan luokkaan kuuluvan säteilytyöntekijän efektiivinen annos vuodessa ei saa kuitenkaan ylittää 20mSv. Työntekijöiden tulee suorittaa annostarkkailua annosmittarilla. (Finlex 2018.)

5.2 Potilaan säteilysuojelu

Isotooppilääketieteessä ei pystytä noudattamaan potilaiden säteilysuojelun annosrajoja samalla tavoin kuin muissa modaaliteeteissa eikä säteilyasetuksessa mainitut annosrajat päde tutkimukseen osallistuvaan potilaaseen. Säteilynkäytössä käytetty optimointiperiaate kuitenkin pitää huolen siitä, että

potilaan saama säteilyannos pysyy kohtuullisena. Isotooppilääketieteessä on käytössä vertailutasot, joiden avulla säteilyaltistuksen määrää tarkkaillaan. Vertailutasot eivät kuitenkaan sovellu yksittäiseen potilaan tai tutkimuksen säteilynmäärän arviointiin. (STUKlex 2013.)

Ennen isotooppitutkimusta tulee raskauden mahdollisuus poissulkea aivan kuten muissakin tutkimuksessa, joissa ionisoivan säteilyn käyttö voi aiheuttaa säderasitusta. Isotooppitutkimuksissa huomattavat säteilyannokset voivat altistaa sikiön ionisoivalle säteilylle. Jos tutkimus on kuitenkin tehtävä raskaana olevalle potilaalle, tulee sikiön annoksen olla alle 1 mSV. Tutkimuksessa pitää myös kiinnittää erityistä huomiota säteilyn optimointiin ja sikiön saama annos tulee kirjata potilastietoihin. (STUKlex 2013.)

Isotooppitutkimuksessa potilaalle annetaan tutkimusainetta, joka säteilee ympäristöön. Yhdessä tutkimuksessa potilas saa n. 3,8 mSv suuruisen efektiivisen annoksen (TYKS n.d.). Potilaan saama annos riippuu isotoopista, isotoopin puoliintumisajasta ja annetun annoksen suuruudesta. Myös radiolääkkeen biologinen käyttäytyminen ja kemiallinen muoto vaikuttavat annokseen. Tutkimuksessa säteilyrasitus leviää koko kehoon, joten yksittäisen elimen annos on kohtuullisen pieni. Merkkiaine poistuu kehosta virtsan mukana munuaisten suodatamana. (Suomen röntgenhoitajaliitto.)

6 Opetusvideo

Hyvä opetusvideo mahdollistaa sekä visuaalisen että auditiivisen tavan oppia uutta asiaa. Ihmisen työmuisti on rajallinen, joten hyödyntämällä sekä näkö- että kuuloaistia samanaikaisesti, voidaan informaatiota sisäistää paremmin. (Brame 2016.) Hyvän opetusvideon tulee olla jäsenneily ja tarpeeksi lyhyt, jotta katsojan kiinnostus säilyy ja videossa esitelty tieto on helposti vastaanotettavissa.

Erilaisia tekijöillä, kuten tärkeiden asioiden korostamisella tekstein tai kuvioin, voidaan helpottaa videolla puhutun asian muistamista. (Brame 2015).

Tarkoituksenamme oli kuvata ohjevideo röntgenhoitajille, missä käydään läpi koko kehon gammakuvauksen vaiheet, potilaan osuus kuvauksessa ja röntgenhoitajan tehtävät ennen kuvausta, kuvauksen aikana ja kuvauksen jälkeen. Kuvasimme muutaman minuutin mittaisen videon puhelimitse, jossa toinen meistä toimi röntgenhoitajana ja toinen kuvaajana. Potilaana toimi ulkopuolinen henkilö, joka ei osallistunut itse opinnäytetyön tekoon. Video tehtiin ilman ääntä ja editoimme videoon jälkeinpäin äänet sekä tarpeelliset tekstit.

Video alkaa potilaan valmisteluista. Siinä kerrotaan, mitä ohjeita potilas on saanut ennen kuvaukseen tuloa, mitä merkkiainetta potilaalle annetaan ja miten se annetaan. Tämän jälkeen potilas ohjataan kuvaushuoneeseen ja röntgenhoitaja ohjaa potilaan riisumaan tarvittavat metalleja sisältävät esineet ja vaatteet. Röntgenhoitaja asettelee potilaan pöydälle oikein päin oikeaan asentoon. Röntgenhoitajan tehtäviin kuuluu kertoa ohjeet potilaalle, kuten kuvauksen aikana paikallaan pysyminen, kuinka kauan kuvaus kestää ja mitä tehdä hätätapauksessa. Kuvauksen jälkeen röntgenhoitajan tehtävä on kertoa potilaalle jälkiohjeet. Videolla halusimme myös näyttää, miltä koko kehon gammakuvauksesta muodostuva kuva näyttää.

7 Pohdinta

7.1 Kehittämistyön malli

Aloitimme työskentelymme lineaarimallin mukaisesti. Huomasimme kuitenkin heti alussa, ettei opinnäytetyön eteneminen olisi täysin lineaarista vaan ennemminkin syklistä. Sykliselle kehittämistyön mallille olennaista on reflektointi ja oman työn arvioiminen koko prosessin ajan. Tämän johdosta työtä ja työskentelytapaa muokataan asiaan kuuluvalla tavalla, jolloin palataan kehittämisprosessin eri vaiheisiin yhä uudelleen. (Salonen ym. 2017.)

Aloitusvaiheessa tunnistimme kehittämistyön tarpeen ja koimme, että opetusvideon tekeminen olisi hyödyllinen alamme opiskelijoille. Tämä toimi motivaationa toiminnallisen opinnäytetyön tekemiselle, minkä tuotoksena olisi opetusvideo röntgenhoitajaopiskelijoille. Tämän jälkeen aloitimme ideointi- ja suunnitteluvaiheen, jossa teimme kirjallisen opinnäytetyön suunnitelman ja mietimme opetusvideon käsikirjoitusta. Pohdimme myös, miten kuvaaminen käytännössä tapahtuisi eli keitä videolla esiintyy, kuka videon kuvaa, mistä näkökulmasta video tehdään ja mitä eri vaiheita videolla näytetään.

Toteutusvaiheessa eli opinnäytetyötä aloittaessa huomasimme kuitenkin, että aikataulumme venyi alkuperäisestä suunnitelmastamme. Tarkoituksenamme oli kuvata video ennen vuodenvaihdetta vielä 2022 marras-joulukuussa, mutta päädyimmekin kuvaamaan sen vasta kesällä 2023. Myös luuston gammakuvauksen protokolla ehti muuttua vuodenvaihteessa perinteisestä gammakuvauksesta luuston SPECT-CT:ksi, jolloin jouduimme hieman pohtimaan uusiksi alkuperäistä suunnitelmaamme. Käsikirjoituksen teossa saimme myös lisäohjeita ja paranteluohjeita isotooppiosaston henkilökunnalta. Sen avulla pystyimme muokkaamaan käsikirjoitusta yhä ajankohtaisemmaksi ja konkreettisemmaksi.

7.1 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Noudatimme opinnäytetyön teossa Tutkimuseettisen lautakunnan laatimaa hyvää tieteellistä käytäntöä. Tämä tarkoittaa, että toimintamme perustui rehelliseen, huolelliseen ja tarkkaan toimintaan jokaisessa opinnäytetyöprosessin vaiheessa. (TENK 2023.) Opinnäytetyön videota tehdessä otimme huomioon isotooppiosastolla sen, ettei kuvattavaksi päädy ylimääräisiä henkilöitä eikä ympäristössä näy kenenkään henkilötietoja tai muita tietoja, jotka eivät kuulu julkiseen tietoon. Videolla esiintyy vain toinen opinnäytetyön tekijöistä sekä yksi ulkopuolinen vapaaehtoinen henkilö. Toimintamme perustui täten myös alamme ammattieettisiin periaatteisiin kaikissa opinnäytetyömme vaiheissa. (Lindqvist 2001.) Pyrimme myös seuraamaan isotooppiosaston sääntöjä ja kunnioittamaan osaston omia käytäntöjä videota kuvattaessa.

Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu myös lähdekriittisyys (Helsingin yliopisto n.d.). Koko opinnäytetyön teossa pyrimme hankkimaan tietomme ajantasaisista ja luotettavista lähteistä sekä viittaamaan käyttämiimme lähteisiin asianmukaisesti. Lähteiden käytön monipuolisuus lisää myös luotettavuutta opinnäytetyöhön.

Lähteet

Brame, C. J. Effective educational videos. Viitattu: 21.11.2023.

<https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/effective-educational-videos/>

Brame, C. J. Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. Viitattu: 21.11.2023.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5132380/>

Chieng, R. 2023. Collimator (Gamma camera). Radiopedia. Viitattu 16.10.2023.

<https://radiopaedia.org/articles/collimator-gamma-camera>

Finlex 2018. Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä. Viitattu 22.11.2023.

<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181034#Pidm46434451113664>

Helsingin yliopisto n.d. Lähdekritiikki. Viitattu 22.11.2023.

<https://blogs.helsinki.fi/opiskelijan-digitaidot/3-tiedonhankinta/3-4-loydetyn-tiedon-kaytto-ja-arviointi/lahdekritiikki/>

Huovinen, R. Yli 75-vuotiaiden syövät. Syöpä Suomessa –julkaisu. Viitattu 2.9.2023.

<https://www.syopajarjestot.fi/julkaisut/raportit/syopa-suomessa-2016/yli-75-vuotiaiden-syovat/>

HUS Diagnostiikkakeskus 2023. Luuston gammakuvaus. Potilasohje. Viitattu 21.11.2023.

https://huslab.fi/hus_kuvantaminen/yleisohjeet/potilasohjeet/isotooppilaaketiede/01_suomeksi/2.gammakuvaukset/luuston_gammakuvaus.pdf

Kuurne I. 2023. Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa vuonna 2021.

Terveystieteiden tutkimuskeskus STUK. Viitattu: 9.12.2023.

<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/146068/STUK-B-297-Isotooppitutkimukset-ja-hoidot-Suomessa-vuonna-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lindqvist M. 2001. Terveystieteiden yhteinen arvopohja, yhteiset tavoitteet ja periaatteet. ETENE-julkaisu. Viitattu 21.11.2023.

<https://etene.fi/documents/1429646/1559098/ETENE->

[julkaisu+1+Terveydenhuollon+yhteinen+arvopohja%2C+yhteiset+tavoitteet+ja+periaatteet.pdf/4de20e99-c65a-4002-9e98-79a4941b4468](#)

Lincoln, A.; Clark, M. D. & Accardo, S. I. 2022. Nuclear medicine musculoskeletal assessment, protocols, and interpretation. Ote kirjasta. Viitattu: 11.2.2023.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35015399/>

Manevska, N.; Besliev S.; Bozinovska N.; Makazlieva, T.; Stojanoski S.; Miladinova, D.; Ugrinska, A. 2021. Skeletal metastasis detection with 99mTc-MDP bone scan and 18-F-FDG PET/CT scan in breast cancer patients. Viitattu 3.9.2023.

<https://repository.ukim.mk/handle/20.500.12188/23578>

Mohseninia N.; Zamani-Siahkali N.; Harsini S.; Divband G.; Pirich C.; Beheshti M. 2023. Bone Metastasis in Prostate Cancer: Bone Scan Versus PET Imaging. Viitattu 16.10.2023.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001299823000570>

NIH 2015. Whole-Body SPECT/CT versus Planar Bone Scan with Targeted SPECT/CT for Metastatic Workup. National Library of Medicine. Viitattu 3.9.2023.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5546128/>

NIH 2016. Nuclear Medicine. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Viitattu 2.9.2023.

<https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/nuclear-medicine>

NLM 2015. Comparison of SPECT/CT and MRI in Diagnosing Symptomatic Lesions in Ankle and Foot Pain Patients: Diagnostic Performance and Relation to Lesion Type. Viitattu 3.9.2023.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4323343/>

Ristimäki, A. 2023. Syöpäsairaudet. Duodecim. Viitattu 2.9.2023.

<https://www.oppiportti.fi/op/syt00003/do>

Salonen, K.; Eloranta, S.; Hautala, T.; Kinos, S. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Oppimateriaali.

<https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522166494.pdf>

STUK. n.d. Ionisoiva säteily. Viitattu 9.11.2023.

<https://stuk.fi/ionisoiva-sateily>

STUKlex 2013. Säteilyturvallisuus isotooppilääketieteessä. Viitattu 14.9.2023.

<https://www.stuklex.fi/fi/haku/ohje/ST6-3?allWords=isotooppi#a3>

STUKlex 2014. Säteilyaltistuksen seuranta. Viitattu 14.9.2023.

<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST7-1>

STUKlex 2018. Säteilylaki. Viitattu 14.9.2023.

<https://www.stuklex.fi/fi/haku/ls/20180859?allWords=s%C3%A4teily%C3%B6ntekij%C3%A4#L2>

Sovijärvi A.; Ahonen A.; Hartiala J.; Länsimies E.; Savolainen S.; Turjanmaa V.; Vanninen E. 2003. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. 1. painos. Kustannus Oy Duodecim.

Sovijärvi A.; Hartiala, J.; Knuutti, J.; Laitinen T.; Malmberg, P. 2018. Kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen perusteet. 1. Painos. Kustannus Oy Duodecim.

Suomen syöpärekisteri 2020. Syöpä Suomessa. Viitattu: 11.2.2023.

<https://syoparekisteri.fi/tilastot/syopa-suomessa/>

TENK 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö. Viitattu 21.11.2023.

<https://tenk.fi/fi/tiedetilppi/hyva-tieteellinen-kaytanta-htk>

TYKS n.d. Luuston gammakuvaus. Ohje ammattilaisille. Viitattu 16.10.2023

[https://hoito-ohjeet.fi/OhjepankkiVSSHP/LUUSTON%20GAMMAKUVAUS%20\(HK\).pdf](https://hoito-ohjeet.fi/OhjepankkiVSSHP/LUUSTON%20GAMMAKUVAUS%20(HK).pdf)

Vehmanen, L. Paikallisesti uusiutunut tai levinnyt rintasyöpä. Duodecim. Viitattu 2.9.2023.

<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00467>

Liite 1: Opinnäytetyön videon käsikirjoitus

Käsikirjoitus koko kehon gammakuvaukseen röntgenhoitajan näkökulmasta

Potilaana toimii ulkopuolinen henkilö

Röntgenhoitajana toimii Chantel Odei

Kuvaajana toimii Aada Kuronen

Lisäämme äänen jälkikäteen

KUVA	ÄÄNI
Potilas saapuu osastolle, potilaalle laitetaan kanyyli.	Kun potilas saapuu koko kehon gammakuvaukseen, on hän saanut lähettävältä lääkäriltä yleensä tietoa kuvauksesta. Tutkimusaineen antavan röntgen - tai laboratoriohoitajan vastuulla on kuitenkin kertoa säteilysuojelusta ja tutkimuksen kulusta. Potilas tarvitsee laskimokanyylin tutkimusaineen antoa varten. Potilaalla voi olla kanyyli jo valmiina tai se voidaan laittaa kuvantamisyksikössä. Potilaalta kysytään mahdolliset luustokivut sekä lähiaikojen kaatumiset ja luunmurtumat, koska ne saattavat korostua kuvissa.
Potilaalle annetaan tutkimusainetta	Aikuisille annetaan aina sama määrä ^{99m} Tc-HDP - tutkimusainetta eli 670 MBq.

	<p>Annosteluvuorossa oleva hoitaja on annostellut ruiskuun valmiiksi odottamaan potilasta.</p> <p>Tutkimusaineella kestää 2,5-3h kerääntyä kehoon, jonka jälkeen kuvaus voidaan aloittaa.</p>
<p>2,5-3h kuluttua hoitaja kutsuu potilaan kuvaushuoneeseen.</p> <p>Potilas käy vessassa ja poistaa kehostaan kaikki metallit.</p> <p>Kuvauksen suorittava hoitaja pysyy etäällä potilaasta.</p>	<p>Ennen, kun kuvaus voidaan aloittaa, tulee potilaan käydä vessassa tyhjentämässä virtsarakko, jottei sinne kerääntynyt merkkiaine häiritse diagnosointia. Myös kaikki metalliset esineet tulee poistaa, jottei kuviin tule artefaktoja.</p> <p>Tässä kohtaa tulee muistaa, että potilas on saanut radioaktiivista tutkimusainetta, joten häneen tulee pitää etäisyyttä koko kuvauksen ajan.</p>
<p>Kuvauksen suorittava hoitaja ohjaa potilaan kuvauspöydälle selälleen jalat kohti kameraa:</p> <p>Kädet tuetaan tukiliinalla vartalon vierelle ja varmistetaan potilaan olevan suorassa.</p>	<p>Seuraavaksi potilas ohjataan kuvauspöydälle selälleen jalat kohti kameraa. Potilaan kädet laitetaan sivuille ja ne tuetaan tukiliinalla. Varmistetaan potilaan suoruus. Polvien alle voidaan asettaa polvityyny.</p>
<p>Kuvauksen suorittava hoitaja ajaa gammakameran oikeaan asentoon. Kuvataan kameras ohjauskapulaa. kuvataan</p>	<p>Kuvauksen suorittava hoitaja ohjeistaa potilasta olemaan kuvauksen ajan liikkumatta.</p> <p>Kuvauksessa ei tule hengitysohjeita eli potilas saa</p>

<p>kameran liikettä potilaan ympärillä</p>	<p>hengittää koko ajan normaalisti. Kamerate tulevat kuvauksen aikana hyvin lähelle potilasta, mutta eivät kosketa missään vaiheessa. Silmät voivat olla auki tai kiinni. Potilaan ohjaus on tärkeää kuvauksen onnistumisen kannalta. Kuvauksen suorittava hoitaja ajaa gammakameran oikeaan asentoon ja lähtee huoneesta.</p>
<p>Kuvataan potilashuonetta säätöhuoneen puolelta</p>	<p>Spect-kuvauksen aikana ilmaisimet keräävät-potilaasta tulevaa säteilyä kiertäen hitaasti potilaan ympärillä. Lopuksi kuvataan matala-annos TT-kuvaus samalta kuvausalueelta. Koko kuvauksessa menee yhteensä. n. 30 minuuttia. Kuvauksen suorittavan hoitajan tulee kuvauksen aikana varmistaa, että injektio on onnistunut, potilas on hyvässä asennossa ja kuvassa ei näy artefaktoja.</p>
<p>Kuvataan kun hoitaja päästää potilaan pois ja juttelee potilaalle</p>	<p>Potilaalle kerrotaan kuvauksen jälkeen, että radioaktiivisen merkkiaineen annon jälkeen tulee juoda paljon nesteitä, jotta tutkimusaine poistuu nopeasti virtsan mukana. Potilas saa lähteä kuvauksen jälkeen heti</p>

	<p>kotiin, mutta häntä muistutetaan pitämään etäisyyttä lapsiin ja raskaana oleviin seuraavaan päivään asti.-Luuston gammakuvauksen tutkimusaineen puoliintumisaika on noin 6 tuntia. Imetystaukoa tulee myös pitää 12h ajan.</p>
<p>Kuvataan säätöhuoneen konetta, missä hoitaja tekee fuusiokuvat.</p>	<p>Kuvauksen suorittava hoitaja tekee gamma- ja TT-kuvista yhdistetyt koronaali-, sagittaali- ja aksiaalisuunnan fuusiokuvat sekä kolmiulotteisen SPECT-MIP kuvan.</p>
<p>Kuvauksen suorittava hoitaja siivoaa ja valmisteleo huoneen.</p>	<p>Kuvaamisen jälkeen kuvaushuone siivotaan uutta potilasta varten.</p>