

Opinnäytetyö (AMK)

Radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelma

Röntgenhoitaja

2012

Leena Kuisma ja Tuukka Söderholm

LUUSTON GAMMAKUVAUKSEN OPTIMOINTI NÄYTTÖÖN PERUSTUEN

– Kirjallisuuskatsaus röntgenhoitajan näkökulmasta



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

2012 | Sivumäärä 36

Leena Walta

Leena Kuisma ja Tuukka Söderholm

LUUSTON GAMMAKUVAUKSEN OPTIMOINTI NÄYTTÖÖN PERUSTUEN

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää röntgenhoitajan roolia luuston gammakuvauksen optimoinnissa näyttöön perustuen. Luuston gammakuvaus on yleisin Suomessa tehtävä gammakuvaus, sen indikaationa on useimmiten epäily luustometastasoinnista. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarjota selkeä kokonaiskuva siitä, millaisia työtapoja käyttäen röntgenhoitaja pystyy suorittamaan luuston gammakuvauksen siten, että optimointi tulee toteutettua pätevästi.

Opinnäytetyö perustuu pääosin kansainväliseen aihetta koskevaan kirjallisuuteen. Tiedonhaussa käytettiin eri tietokantoja kuten Medline Cinahl, Cochrane ja Medic sekä Elsevier kustantamon Science Direct –tietokantaa. Koska lopulliseen tarkasteluun päätyneiden tutkimusten määrä jäi lopulta vähäiseksi, otettiin työhön mukaan myös kansainvälisten asiantuntijaryhmien lausuntoja luuston gammakuvauksen suorittamisesta.

Röntgenhoitajalla on keskeinen rooli luuston gammakuvauksen toteuttamisessa. Tämän opinnäytetyön tulososiossa on kansainvälisen kirjallisuuden perusteella kuvailtu röntgenhoitajan työtehtävät luuston gammakuvauksen toteutuksessa sekä annettu ohjeita joilla voi poistaa virheiden lähteitä.

ASIASANAT:

Isotooppi lääketiede; optimointi; röntgenhoitaja; luuston gammakuvaus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Radiography and radiotherapy

2012 | number of pages 36

Leena Walta

Leena Kuisma and Tuukka Söderholm

EVIDENCE BASED OPTIMIZATION IN BONE SCINTIGRAPHY

The purpose of this thesis is to study the role of the radiographer in the optimization of skeletal scintigraphy based on evidence. The skeletal scintigraphy is the most common scintigraphic examination in Finland, the most common indication for it is suspected bone. This Thesis attempts to offer a clear picture of the work habits that allow the skeletal scintigraphy to be performed in a optimal way.

This thesis is based mostly on international literature on this subject. In the retrieval of this information several different databases, like Medline Cinahl and Medic were used, in addition the publisher Elsevier's Science Direct was used. Since the amount of scientific articles found useful was low, guidelines from international expert groups were used in the thesis.

The radiographer has a central role in the performance of scintigraphic imaging. In the results part of this thesis the role of the radiographer in the performance of scintigraphic studies is described, as well as methods to remove several sources of error.

KEYWORDS:

nuclear medicine; optimization; radiographer; skeletal scintigraphy

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	5
1 JOHDANTO	6
2 LUUSTON GAMMAKUVAUS	7
2.1 Luuston gammakuvauspotilas	7
2.2 Gammakamera	8
2.3 Tutkimusaine	9
2.4 Optimointi	11
3 RADIOGRAFIA	12
4 NÄYTTÖÖN PERUSTUVA TOIMINTA	14
5 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	16
6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	17
6.1 Menetelmä	17
6.2 Aineisto	17
6.3 Hakusanat ja aineistohakujen vaiheet	18
6.4 Aineiston analyysi	19
7 TULOKSET	21
7.1 Potilas ja potilaan hoito isotooppiosastolla	21
7.2 Tutkimusaine ja sen valmistaminen	26
7.3 Laitteisto ja sen toimintaa ylläpitävä toiminta	29
8 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS	31
9 POHDINTA JA JATKOKEHITTÄMISEHDOTUKSET	32
LÄHTEET	34

KÄYTETYT LYHENTEET

EANM	European Association of Nuclear Medicine
Tc	Teknetium
Tc-99m	Isotooppitutkimuksissa käytettävä teknetiumin isotooppi
I.V.	Intravenöösi, laskimon sisäinen
STUK	Säteilyturvakeskus
PET	Positroniemissiotomografia
BNMS	British Nuclear Medicine Society

1 JOHDANTO

Säteilynkäytön ammattilaisena röntgenhoitaja on usein se, joka isotooppitutkimuksessa valmistaa ja antaa potilaalle tutkimusaineen. Röntgenhoitaja on siten omalta osaltaan vastuussa potilaan sädeannoksesta (Griffits ym 2010). Kuvauksen optimoinnin kannalta on tärkeää että, röntgenhoitaja toteuttaa sekä kuvauksen edellyttämät esivalmistelut että itse kuvauksen huolellisesti. Isotooppikuvauksen virhelähteiden tunnistaminen onkin tärkeää kuvauksen laadun varmistamiseksi ja keskeinen osa röntgenhoitajan ammattitaitoa.

Opinnäytetyössä luuston gammakuvauksen optimointia käsitellään kuvaamalla tekijöitä, joiden avulla röntgenhoitaja voi toteuttaa kuvauksen onnistuneesti ja välttää turhaa säderasitusta potilaalle. Kuvauksen onnistuminen on monen tekijän summa lähtien käytettävästä desinfektioaineesta (Vallabhajosula ym. 2010). Myös potilasta haastatteleamalla ja havainnoimalla saatava tieto on tärkeää. Jos jokin tutkimukseen vaikuttava asia jää selvittämättä määräävän lääkärin tai röntgenhoitajan toimesta voi se aiheuttaa vääriä johtopäätöksiä tutkimuksessa saatavasta datasta.

Opinnäytetyö on luonteeltaan kirjallisuuskatsaus ja perustui keskeisiin terveysalan tietokantoihin. Tietokannoista haettiin tutkimuksia luuston gammakuvauksen onnistumiseen liittyvistä asioista. Opinnäytetyössä hyödynnettiin myös viranomais- ja asiantuntijaohjeita. Lähes poikkeuksetta tutkimukset liittyivät kuvien tulkitsemiseen, varsinaisesti kuvauksen toteuttamiseen keskittyviä tutkimuksia ei käytetyistä tietokannoista juuri löytynyt. Siksi keskityttiin siihen, miten kuvaus tulisi toteuttaa, koskien potilaan valmistelun ja kuvauksen, tutkimusaineen ja sen valmistamisen sekä laitteiston vaatimia työtehtäviä ja niiden suorittamista. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli löytää erilaisten virheiden lähteet isotooppikuvantamisessa jotta tutkimus voitaisiin suorittaa mahdollisimman optimoitusti.

2 LUUSTON GAMMAKUVAUS

Luuston gammakuvaus on yleisin Suomessa suoritettava isotooppitutkimus. isotooppitutkimus on yksi lääketieteellisen kuvantamisen keino. Periaatteena on antaa potilaalle laskimoon radioaktiivisella isotoopilla merkattu yhdiste, radio-lääke, jonka jälkeen sen kulkeutumista kohteeseen seurataan gammakameralla (Jurvelin 2005). Isotooppilääketiede voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen; lääketiede, radiokemia ja lääketieteellinen fysiikka-

Vuonna 1997 tehtiin 18 767 luuston gammakuvaustutkimusta, mikä on yli kolminkertainen määrä seuraavaksi yleisimpään isotooppitutkimukseen verrattuna. (Komppa & Korpela 2000) Yleisin käyttöindikaatio tutkimukselle on syöpäsairauksien levinneisyyden tutkiminen, mutta tutkimuksia tehdään myös poikkeavan laboratoriotutkimuksen tai radiologisen löydöksen yhteydessä, epäiltäessä metabolista luustosairautta tai epäselvissä lihas- ja luustokiputapauksissa. Menetelmä ei tosin ole kovinkaan hyvä luuston primäärituumoreiden kuvaukseen, sillä tuumorin kokoa ei siitä pysty hyvin arvioimaan. (Lantto 2003) Tämä johtuu siitä että merkkiaine näissä tapauksissa usein keräytyy koko raajan alueelle (Calleja ym. 2005).

Luuston gammakuvauksella voidaan selvittää poikkeavaa luuston toimintaa ja usein erilaiset muutokset ilmenevät tällä tutkimusmenetelmällä muita menetelmiä aiemmin. Kasvaimet, erilaiset tulehdukset, vammat ja poikkeavat prosessit luussa aiheuttavat samanlaisen kertymän, joten oikean diagnoosin selvittämiseksi on tarpeen käyttää tukena muita menetelmiä.

2.1 Luuston gammakuvauspotilas

Luuston gammakuvauksen yleisimpinä indikaatioina ovat trauma, luustometaastaasiepäily, luuston syöpä tai muu luuston metabolinen sairaus (Bombardieri ym 2003). Luuston gammakuvauksia tehdään sekä lapsille että aikuisille. Lasten kohdalla indikaationa voi olla myös pahoinpitelyepäily. Potilasmateriaali voi

luuston gammakuvauksessa olla hyvin vaihtelevaa. Suurin osa tutkimuksista tosin ovat onkologisia. Onkologisille potilaille tutkimus saattaa olla levinneisyystutkimus, jossa tarkistetaan onko jo tunnettu primäärituumori tehnyt etäpesäkkeitä luustoon. Tutkimus voidaan tehdä myös syöpähoidon tehon varmistamiseksi tai se voidaan tehdä primäärituumorin löytämiseksi. (Bombardieri ym 2003)

Yleinen indikaatio luuston gammakuvaukselle on epäily luuston kasvaimista. Primäärituumorit luustossa ovat aikuisväestöllä harvinaisia, joten usein löydös onkin esimerkiksi prostata-, rinta-, tai keuhkosityövän luustometastasointi. Mikäli kuitenkin löydöksenä on primäärituumori, kyse on usein osteosarkoomasta tai Ewingin sarkoomasta. (Bombardieri ym. 2003)

Potilaan haastattelemine ennen tutkimusta on erittäin suositeltavaa, jotta voidaan selvittää esimerkiksi mahdolliset aiemmat luustoon kohdistuneet traumat jolloin voidaan vähentää virhediagnoosien riskiä. (Lantto 2003)

2.2 Gammakamera

Gammakuvauksissa käytettävällä gammakameralla voidaan suorittaa tavanomainen yksiemissiokuvaus. Kameran osia ovat kollimaattori, tuikekide, valojohdin ja valomonistinputket, AD-muunnin (analogi-digitaalimuunnin) sekä tietokone. Kollimaattorin tehtävänä on läpäistä gammasäteilyä pienten kanaviensa kautta ja rajata kuvaan kohtisuorasti tulevat yhdensuuntaiset gammasäteet. Kollimaattorit voivat olla suorareikäisiä tai vinoreikäisiä joista vinoreikäisellä voidaan saada aikaan joko suurennettua tai pienennettyä kuvaa kohteesta. Kollimaattorin rakenne määrää kuvassa saavutettavan erotuskyvyn ja herkkyyden. Sen reikien määrä ja koko määrittää onko kollimaattori paikkaerotuskyvyltään tarkka vai onko se tehokas säteilyn havaitsemiseen. Paikkaerotuskyvyltään herkkä kollimaattori on tiheästi rei'itetty ja sen reiät ovat pieniä. Kollimaattori, joka on tehokas säteilyn havaitsemiseen, on puolestaan harvakseltaan rei'itetty ja reiät ovat suurempia. Kollimaattorin kautta gammakvantit siirtyvät tuikekiteelle. (Jurvelin 2005)

Tuiekide on kameran levymäinen kuvantava ilmaispinta. Sen paksuus ja muoto voivat vaihdella, mutta normaalisti se on 9 mm paksu talliumaktivoitu natriumjodidikide. Sen tehtävänä on muuttaa kollimaattorin läpi saapuvat gammaquantit valokvanteiksi, jotka edelleen siirtyvät valonjohtimeen ja valomonistinputkiin. Valonjohdin ja valomonistinputket muuttavat tuiekiteeltä saapuvat valokvantit sähköiseksi signaaliksi josta voidaan signaalin voimakkuuden perusteella laskea geometrisesti kyseisen signaalin paikka. Valomonistinputkilla kerätty tieto muutetaan AD-muuntimilla digitaalseksi tiedoksi, joka lopulta kerätään ja käsitellään tietokoneella digitaalseksi kuvaksi. (Jurvelin 2005)

2.3 Tutkimusaine

Luuston gammakuvauksessa käytetään tutkimusaineena yleensä Tc-99m:ia (teknetium) MDP:ia (metyleenin difosfonaatti), HMDP:ia (hydroxymetyleenin difosfonaatti) tai HDP:ia (hydroxyetyleenin difosfonaatti). Suomessa käytössä on edellä mainittujen lisäksi myös DPD (dikarboksiipropaanidifosfonaatti). HDP ja DPD saavat aikaan voimakkaamman luustokertymän kuin MDP (Lantto 2003). Koska teknetiumin puoliintumisaika on 6.03 tuntia, on suositeltavaa että tutkimusaine käytetään kuuden tunnin sisällä valmistuksesta, näin voidaan varmistaa että sen aktiivisuus on riittävä (Bombardieri ym. 2003). ^{99m}Tc soveltuu hyvin isotooppitutkimuksiin, sen reaktiivisuuden ja sen emittoiman 140 KeV gammasäteilyn ansiosta. Reaktiivisuutensa ansiosta sen avulla voidaan leimata useita erikudosspesifisiä aineita, jolloin ei tarvita useita eri radionuklideja (Korpela 2004).

Tutkimusaineet ovat aineita joihin teknetium sitoutuu ja jotka kulkeutuvat metabolisten prosessien ansiosta mielenkiintoalueelle, luuston gammakuvauksen kohdalla luustoon. Kertymään vaikuttavat metabolisten prosessien nopeus. Tc99-difosfonaatit sitoutuvat hydroksiapatiittikiteisiin, jota muodostuu osteoblastisen toiminnan yhteydessä. Siten niiden avulla nähdään millä alueilla luuta muodostuu nopeasti. Luuston nopea muodostuminen viittaa usein joko syöpäsoluihin tai traumaattisiin prosesseihin, minkä takia luuston gammakuvaus onkin hyvä perustutkimus etäpesäkkeiden löytämiseen. (Brenner ym. 2012)

^{99m}Tc emittoi gammasäteilyä radioaktiivisen hajoamisen seurauksena. Radioaktiivisessa hajoamisessa epästabiili atominydin lähettää hiukkas- tai fotonisäteilyä muuttuen samalla toiseksi ytimeksi. Emittoitu säteily voi hajoavasta aineesta riippuen olla alfa-, beta- tai gammasäteilyä. Näistä alfa- ja betasäteily on hiukkas- säteilyä, ja gammasäteily sähkömagneettista säteilyä. Alfasäteilyä syntyy raskaiden ytimien hajotessa, ja se koostuu kahdesta protonista ja neutronista eli heliumytimestä (^4He). Alfahiukkaset ovat suurimassaisia, mutta ne eivät penetroi aineessa syvälle, jo paperiarkki pystyy pysäyttämään sen. Tästä syystä alfasäteily ei yleensä ole ihmiselle vaarallista, ellei sitä emittoivaa ainetta päädy elimistöön. (STUK 2011)

Betahajoamisessa joko neutroni (β^- hajoaminen) tai protoni (β^+ hajoaminen) hajoaa. Neutronin hajotessa syntyy protoni ja elektroni. Tässä tapauksessa protoni jää ytimeen ja elektroni sinkoaa ulos ytimestä β^- -säteilynä. Protonin hajotessa syntyy positroni ja neutroni. Näistä neutroni jää ytimeen ja positroni sinkoutuu ulos. Koska positroni on elektronin vastahiukkanen ne annihiloituvat jou tuessaan kosketuksiin toistensa kanssa. Prosessista syntyy annihilaatiosäteilyä, korkeaenergistä sähkömagneettista säteilyä, jota hyödynnetään PET-tutkimuksissa. Betasäteily penetroituu syvemmälle kuin alfasäteily ja pystyy tunkeutumaan ihoon. Alfa- tai betahajoamisen yhteydessä syntyneitä ytimiä kutsutaan tytärnuklideiksi, ja alkueräistä ydintä emonuklidiksi. (STUK 2011)

Gammasäteily on sähkömagneettista säteilyä jota syntyy ytimen viritystilän purkautuessa, esimerkiksi alfa- tai betahajoamisen yhteydessä syntyneissä tytär- ytimissä. Luuston gammakuvauksessa hyödynnetään gammasäteilyä emittoivia aineita, koska se on yleensä hyvin läpikäyvä, ja siten sen mittaaminen kehon ulkopuolella on mahdollista.

Yleisin isotooppitutkimuksissa suomessa käytetty radionuklidi on ^{99m}Tc , jota käytettiin vuonna 2000 84,5%:ssa tutkimuksista (STUK 2002). ^{99m}Tc soveltuu hyvin isotooppitutkimuksiin, sen reaktiivisuuden ja sen emittoiman 140 KeV gammasäteilyn ansiosta. Reaktiivisuutensa ansiosta sen avulla voidaan leimata useita eri kudosspesifisiä aineita, jolloin ei tarvita useita eri radionuklideja (Korpela 2004).

2.4 Optimointi

Optimoinnin tarkoituksena isotooppilääketieteessä on saada aikaan mahdollisimman hyvä kuva, aiheuttamatta tarpeetonta haittaa potilaalle. (ST-ohje 6.3) Annos ja radiolääke tulee suunnitella potilaskohtaisesti, siten, että kuvantaminen onnistuu tavalla, joka antaa mahdollisuuden tarkkaan diagnoosiin, mutta annoksen tulee silti olla mahdollisimman pieni. Myös laitteiston tulee olla sellainen, että kuvasta tulee mahdollisimman soveltuva diagnoosin tekemiseen.

Jotta tutkimus onnistuisi, tulee potilaan ohjauksen olla riittävä. Myös tutkimuksen aikana ohjauksen tulee toimia. Lääkäreiden ja hoitajien tulee olla riittävästi perehdytettyjä tutkimuksen suorittamiseen, ja tulosten tulkitsemiseen.

Optimoinnissa joutuu usein alentamaan optimaalisuutta yhdellä osa-alueella jotta voi parantaa sitä toisella. Mikäli keskittyy pelkästään tutkimuksen annoksen pienentämiseen voi usein tutkimuksen tulos olla hyvin epävarma, mikä ei palvele potilaan sädeannoksen pienentämistä. Tärkeää onkin löytää oikea tasapaino, jotta optimointi tulisi toteutettua pätevästi. (Lantto 2003)

Isotooppikuvantamisessa optimointi eroaa yhdessä suhteessa muista kuvantamisen modaliteeteista, joissa säteily tulee potilaan ulkopuolelta: potilas on tutkimusaineen saatuaan itse radioaktiivinen. Tästä syystä potilaan sädeannoksen vähentäminen on haastavaa. Kuitenkin käyttäen oikeaa tutkimusainetta oikeassa tutkimuksessa voidaan vähentää muiden kuin kohde-elimien sädeannosta ja saada onnistuneita kuvia. Tutkimuksen jälkeen on tärkeää saattaa tutkimusaine potilaan kehosta mahdollisimman nopeasti aineenvaihdunnan avulla ulos. (ST-ohje 6.3)

3 RADIOGRAFIA

Röntgenhoitaja on säteilyn käytön ammattilainen ja kuvantamistyön toteuttaja. Suomen ammattikorkeakouluissa koulutetaan röntgenhoitajia radiografian- ja sädehoidon koulutusohjelmassa josta valmistutaan 3,5-vuoden opiskelun jälkeen tutkintonimikkeellä röntgenhoitaja (AMK). Röntgenhoitajat voivat työskennellä sairaaloissa ja terveyskeskuksissa joko itsenäisesti tai osana moniammatillista työryhmää. (Suomen röntgenhoitajaliitto ry)

Röntgenhoitajat voivat terveyskeskusten ja sairaaloiden lisäksi työskennellä esimerkiksi yrityksissä, eläinlääkintähuollossa tai opetuksen ja tutkimuksen parissa (Suomen röntgenhoitajaliitto ry). Terveystieteiden huollossa säteilyn käytön ammattilaisena röntgenhoitajan työ perustuu kolmen säteilysuojelun peruseräperiaatteen toteuttamiseen. Nämä ovat oikeutusperiaate, optimointiperiaate ja yksilönsuojaperiaate. (STUK 2009B)

Röntgenosastoilla röntgenhoitajat toteuttavat röntgen-, magneetti-, tietokonetomografia- ja isotooppitutkimuksia ja avustavat radiologeja ultraäänitutkimuksissa sekä erilaisissa toimenpiteissä. (Suomen röntgenhoitajaliitto ry)

Walta (2001) ja Sorppanen (2006) jakoivat tutkimuksissaan kliinisen radiografiatyön kolmeen eri osa-alueeseen, jotka ovat potilaan hoito, tekninen säteilynkäyttö & säteilysuojelu ja toimintaympäristö. Työssä käsitellään tuloksia tätä mallia soveltaen ottaen käsittelyyn potilaan hoito ja tekninen säteilynkäyttö. Potilaan hoidon osa-alue on Wallan (2001) tutkimuksessa laajempi kokonaisuus, joka käsittää varsinaisen potilaan hoidon lisäksi myös muut radiografiatyössä huomioon otettavat inhimilliset kohteet kuten potilaan omaiset sekä muut toimijat työympäristössä. Sorppasen (2006) mukaan potilaan hoito käsittää varsinaisten hoitotoimenpiteiden lisäksi potilaan ohjaamisen ja yleisen huolehtimisen lisäksi potilaan hoitoon liittyvän teknologian. Tekninen säteilynkäyttö & säteilysuojelu osa-alue kattaa kaikki radiografiatyössä säteilyn käyttöön ja laitteistoon liittyvät asiat mutta myös esimerkiksi erilaisten projektoiden hallinnan (Sorppanen 2006). Toimintaympäristön osa-alue tarkoittaa sitä että röntgenhoitajan on työ-

sään tarpeen ottaa huomioon myös muu toimintaympäristössä tapahtuva toiminta ja esimerkiksi toiset toimintayksiköt. Myös organisaation huomioiminen ja sitä kautta taloudellinen ajattelu kuuluu osaksi radiografiatyötä (Sorppanen 2006).

Röntgenhoitajan tehtäviin isotooppiosastolla kuuluvat potilaan valmistelu, radio-lääkkeen valmistaminen, ja itse kuvaus. Mikäli jokin näistä osa-alueista hoide-taan huonosti voi seurauksena olla epäonnistunut tutkimus, turha säderasitus, tai ainakin huonontunut kuvanlaatu. Siksi röntgenhoitajalle on ensisijaisen tär-keää kyetä toteuttamaan eri osa-alueet hyvin ja ammattimaisesti. Tärkeää on myös muistaa ottaa huomioon se mihin tutkimuksella pyritään, ja tarvittaessa kyetä muokkaaman kuvausprotokollia/käytäntöä sen tai potilaan erityispiirteiden mukaan (Griffits ym. 2010).

4 NÄYTTÖÖN PERUSTUVA TOIMINTA

Näyttö tarkoittaa sitä että jokin asia voidaan esimerkiksi tutkimuksella todistaa oikeaksi. Näyttö on jotakin selvästi havaittavaa ja konkreettista. (Sarajärvi, Mattila, Rekola. 2011). Käytännössä terveydenhuoltoalalla se tarkoittaa tieteellisten tutkimusten tai muun aineiston kuten asiantuntijalausuntojen tuomista käytäntöön. Terveydenhuoltoalalla näytön avulla voidaan hakea vastausta potilaan hoitoon liittyviin kysymyksiin, kehittää työntekijän omaa ammattitaitoa ja tietämystä sekä kehittää työskentelymenetelmiä (Elomaa & Mikkola, 2010). Esimerkkinä voi mainita tilanteen missä potilaan hoito on toteutettu vuosikausia jollakin tietyllä tavalla, vain siksi, että niin on aina totuttu tekemään. Kuitenkin samasta aiheesta löytyy tieteellistä tutkimusta, jonka avulla voitaisiin toimia kustannustehokkaammin sekä parantaa samalla potilaan saamaa hoitoa. Tässä tapauksessa tulisi vakavasti pohtia käytössä olevia työskentelymenetelmiä ja mahdollisesti tehdä niihin muutoksia käyttäen apuna tieteellistä tutkimustietoa aiheesta.

Tieteellisen tutkimustiedon käytössä terveydenhuoltoalalla on kuitenkin muutamia kompastuskiviä. Tiedolla sinänsä ei ole minkäänlaista arvoa, jos sitä ei osata käyttää tai sen tulkitseminen ei tapahdu oikein. Perustaidot tiedonhakuun ja tieteellisten tutkimusten lukemiseen ja tulkitsemiseen tulevat terveydenhuoltoalalla tutkinnon suorittamisen yhteydessä ja näitä taitoja on pidettävä yllä ja kehitettävä koko työuran ajan. (Elomaa & Mikkola, 2010)

Iso osa terveysalan tieteellisistä tutkimuksista julkaistaan englannin kielellä mikä voi vaikeuttaa sen tulkitsemista ja väärin tulkintojen mahdollisuus on läsnä jos lukijan kielitaito ei ole riittävä. (Elomaa & Mikkola, 2010)

Ensisijaisesti terveysalalla toimintatapoja tai yleistä tietämystä kehitettäessä tulisi käyttää riittävän laadukasta tieteellistä näyttöä. Jos tämä ei kuitenkaan ole mahdollista riittävän tasoisen tiedon puutteesta johtuen, voidaan käyttää myös alempien tasojen tietoja kuten asiantuntijalausuntoja (Elomaa & Mikkola, 2010), mutta tässäkin tapauksessa tulee varmistua tiedon luotettavuudesta. Näytön eri

asteita kuvaillaan esimerkiksi erilaisten hierarkioiden avulla. Vahvinta näyttöä ovat tieteen pelisääntöjä noudattavat systemaattiset katsaukset ja näihin perustuvat hoitosuositukset. Asiantuntijalausunnat löytyvät näytön asteita kuvailevan hierarkian häntäpäältä. (Elomaa & Mikkola, 2010).

Näyttöön perustuvan toiminnan hyödyt ovat kiistattomat. Tärkeitä näyttöön perustuvassa toiminnassa on karsia pois ns. turha työ, hoitomenetelmät joista ei ole mitään apua tai voivat jopa tuottaa haittaa potilaalle. Näyttöön perustuvalla toiminnalla taataan potilaan saaman hoidon laadukkuus ja ehkäistään mahdollisia hoitovirheitä. Käytännön työn kehittäminen saa aikaan kustannustehokkuutta, mutta ennen kaikkea potilaat ja työntekijät hyötyvät. (Elomaa & Mikkola, 2010)

Lääketieteellisen kuvantamisen alan tieteelliset tutkimukset ovat pitkään olleet pääosin fyysikkojen ja radiologien aikaan saannosta. Näyttöön perustuva radiografiatyö ei ole terminä vielä vakiinnuttanut asemaansa samalla tapaa kuin esimerkiksi näyttöön perustuva hoitotyö. (Hafslund ym. 2008) Röntgenhoitajien tekemän tutkimustyön ja näyttöön perustuvan toiminnan kehittämiseen löytyisi siis tarvetta.

5 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on näytön (tieteelliseen tutkimukseen perustuvaa tietoa) hankkiminen luuston gammakuvauksen laadullista kehittämistä varten. Opinnäytetyössä etsitään vastausta seuraaviin kysymyksiin.

1. Mitkä asiat potilaassa ja hänen hoidossaan luuston gammakuvauksen esivalmisteluissa ja toteutuksessa tulee ottaa huomioon jotta tutkimus tulisi toteutettua mahdollisimman optimoidusti?
2. Miten tutkimusaine tulee valmistaa luuston gammakuvausta varten jotta tutkimus tulisi toteutettua mahdollisimman optimoidusti?
3. Miten luuston gammakuvauksessa käytetty laitteisto tulee valita, ja miten sitä tulee ylläpitää jotta tutkimus tulisi toteutettua mahdollisimman optimoidusti?

6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

6.1 Menetelmä

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Yleisesti kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä tarkoittaa kahden tai useamman tieteellisen tutkimuksen syntentisointia yhdeksi aihetta käsitteleväksi katsaukseksi (Johansson 2007). Kirjallisuuskatsauksen teossa on tarkasti määritellyt eri vaiheet, joita tulee noudattaa (aineiston valinta, analysointi, syntentisointi). Jokainen prosessin vaihe tulee myös huolellisesti kirjata, jotta kirjallisuuskatsaus olisi mahdollista tarpeen tullen toistaa. (Johansson 2007)

Suunnitteluprosessin aluksi tutustuttiin aihetta käsittelevään metodikirjallisuuteen sekä tehtiin useita tiedonhakuharjoituksia joiden perusteella määrittyivät lopulliset aineiston hakusanat. Informaatikon tapaamisen jälkeen lopulliset haut tehtiin alkuvuodesta 2012.

Ensimmäinen karsintaperuste oli artikkelin otsikon mukaan valitseminen, sen jälkeen luettiin abstrakti, jonka perusteella osa artikkeleista karsiutui pois. Jäljelle jääneet artikkelit luettiin kokonaisuudessaan ja päätettiin onko sen sisältämä tieto käyttökelpoista työtä varten. (Menetelmästä ks. Routasalo & Stolt, 2007) Tärkeintä, on että valitut artikkelit antavat vastauksen tutkimusongelmiin.

6.2 Aineisto

Kielirajauksena oli lähtökohtaisesti suomi ja englanti. Tähän päädyttiin, sillä iso osa terveystieteen tieteellisistä tutkimuksista julkaistaan englannin kielellä. (Elo-maa & Mikkola, 2010) Muun kuin suomen ja englannin kielellä kirjoitettua materiaalia ei suunniteltu otettavan tutkimukseen mukaan, sillä ei ollut resursseja muunkielisen aineiston kääntötyöhön. Kuitenkaan lopulliseen synteysiin tässä opinnäytetyössä ei päätenyt yhtään suomenkielistä tutkimusta. Synteysiin päätyi kuitenkin yksi suomenkielinen artikkeli joka ei ollut varsinainen tutkimusartik-

keli.

Aineiston alkuperäisenä aikarajauksena oli 2005 - 2011 julkaistut artikkelit, mutta koska kyseiseltä ajanjaksolta ei löytynyt kaikista osa-alueista riittävästi materiaalia, tehtiin täydennyshakuja, ja käytettiin myös vanhempia artikkeleita kohdissa joissa ei uudempaa materiaalia ollut käytettävissä.

Opinnäytetyössä käytetty tutkimustieto on lähinnä kvalitatiivista, koska kvantitatiivista ei ollut riittävästi saatavilla. Myös lopulta varsinaisen tutkimustiedon määrä jäi tässä opinnäytetyössä vähäiseksi ja aineisto koostui suurelta osin kansainvälisten asiantuntijaryhmien lausunnoista ja ohjeistuksista.

6.3 Hakusanat ja aineistohakujen vaiheet

Tiedonhaussa käytettiin eri tietokantoja (Medline Cinahl, Cochrane, Medic) sekä Elsevier: Science Direct:iä, alan kirjallisuutta, sekä aiheeseen liittyviä ammatillisia julkaisuja. Koska muista tietolähteistä tai tietokannoista ei löytynyt riittävästi aiheeseen liittyviä artikkeleita, käytettiin lähinnä Elsevier: Science Directistä löytyviä artikkeleita.

Hakusanat määräytyivät aiemmin tehtyjen harjoitushakujen perusteella. Ne olivat *skeletal scintigraphy, radiographer, nuclear medicine, radionuclide imaging, bone metastasis* sekä edellä mainittujen suomenkieliset vastineet eli *luuston gammakuvaus, röntgenhoitaja, isotooppilääketiede, isotooppikuvantaminen ja luustometastaasit*. Harjoitushauissa näillä hakusanoilla löytyi riittävä ja hallittavissa oleva määrä artikkeleita, joten ne päätettiin ottaa käyttöön itse opinnäytetyössä käytettävien artikkeleiden hakemiseen.

Haut tehtiin käyttämällä eri hakusanojen kombinaatioita ja aikajaksoa vuodesta 2005 nykyhetkeen. Lopullisiksi hauiksi päätyivät ne kombinaatiot jolla saatiin riittävän suuret, mutta silti hallittavissa olevat artikkelikertymät. Tämän jälkeen hakuja rajattiin poistamalla aihepiirit jotka eivät liittyneet tutkimukseen (PET, eläinlääketiede, MRI jne.). Rajausten jälkeen artikkeleita jäi jäljelle 174-966 kappaletta. Artikkelit käytiin läpi otsikon mukaan, ja rajattiin pois ne, mitkä eivät

soveltuneet tutkimuskysymyksiin. Samalla rajautuivat pois myös maksulliset julkaisut.

Lopulta jäljelle jääneet luettiin kokonaisuudessaan, ja valittiin ne jotka sisälsivät vastauksia tutkimuskysymyksiin. Koska kuitenkin valikoituneiden tutkimusten määrä jäi suppeaksi, etsittiin tunnettujen isotooppilääketieteen alan yhteisöjen nettisivuilta eri asiantuntijaryhmien ohjeistuksia jotta katsauksesta saatiin kattavampi.

6.4 Aineiston analyysi

Tutkimuskysymykset toimivat aineiston analyysin pohjana. Aineiston analyysi aloitettiin järjestelemällä aineisto sisällön teeman mukaan. Tämän jälkeen aineisto luettiin vielä kerran ja tehtiin huolelliset muistiinpanot joiden perusteella lopullinen synteesi aloitettiin.

Oheisesta taulukosta selviää, että synteesiin valittu aineisto edustaa tutkimuskysymysten mukaisia osa-alueita melko tasaisesti.

Taulukko 1. Tulososiossa hyödynnetyt artikkelit ja viranomaisohjeet

Artikkeli	Potilas	Tutkimusaine	Laitteet
Tsai ym. 2006	X		
Bombardieri ym. 2003	X	X	X
Korpela 2004		X	
BNMS 1998	X		
Vallabhajosula ym 2010	X	X	
Griffits ym 2010	X	X	
Stauss ym. 2010		X	
Brenner ym. 2012		X	X
EANM 2007			X
STUK 2008			X
Britten ym 2010A			X
Brten ym 2010B			X
Donohoe ym 2003	X		
Adamson ym. 2009	X		X
Sury ym 2005	X		

7 TULOKSET

Tässä osiossa käydään läpi artikkeleista löydetty vastaukset tutkimuskysymyksiin. Yhtenä ongelmana artikkeleiden käytössä oli se, että monet artikkeleista oli suunnattu lähinnä diagnostiikkaan, niistä otettiin kuitenkin soveltuvat osat käyttöön opinnäytetyöhön.

7.1 Potilas ja potilaan hoito isotooppiosastolla

Potilaan tullessa osastolle tulee tarkistaa kaikki tähdellinen tieto hänestä. Ensimmäinen asia mikä tulee tarkistaa, on henkilötiedot. Vaikka potilaan henkilötiedot tarkastetaan useamman kerran tutkimuksen edetessä, on tämä ehkä tärkein kohta. Koska potilaalle usein annetaan radiolääkettä heti haastattelun jälkeen, tai sen yhteydessä, on haastattelija usein myös hoitaja joka antaa tutkimusaineen. Tästä syystä hänen pitää aina varmistaa että aine menee oikealle potilaalle. Muutkin kysymykset ovat turhia, mikäli ne kysytään väärältä potilaalta.

Potilaalta tulee myös tarkistaa mahdolliset kontraindikaatiot, mukaan lukien raskaus. Myös muut seikat mitkä voivat vaikuttaa tutkimuksen kulkuun tai sen tuloksiin, kuten esimerkiksi traumat ja mahdollisesti kuvauksen tuloksiin vaikuttavat taudit ym. tulee tarkistaa potilaalta ennen radiolääkkeen antamista. (Bombardieri ym. 2003)

Taulukko 2. Tarkistettavat seikat ennen luuston gammakuvausta (Bombardieri ym. 2003)

Epäilyt ja tiedossa olevat primäärituumorit ja metastaasit
Tiedossa olevat aiemmat murtumat, traumat, osteomyeliitti, cellulitis, ödeemat, artriitti, neoplasma, metaboliset luustosairaudet ja liikkumisvaikeudet
Tämänhetkiset oireet ja löydökset

Aiempien luuston gammakuvausten tai muiden isotooppitutkimusten tulokset
Aiempien radiografisten tutkimusten tulokset
Tiedot hoidoista, jotka voivat vaikuttaa kuvaukseen kuten antibiootit, steroidit, kemoterapia, sädehoito, disfosfaatit ja raudan puutteen hoito rautainfuusiolla (ei tehdä Suomessa)
Ortopediset ja ei-ortopediset leikkaukset jotka voivat vaikuttaa kuvaukseen
Relevantit laboratoriotutkimukset (esim. PSA-arvo syöpäpotilailla)
Virtsateiden poikkeavuudet
Mahdolliset nesteytyksen kontraindikaatiot

Esimerkkinä voisi mainita Tsai ym. (2006) tekemän tapaustutkimuksen. Potilaalla oli ollut alaselkäkipuja, minkä takia hänestä otettiin lannerangan kuvat, ja tehtiin magneettitutkimus. Kuvissa näkyi epämuodostuma lannerangan alueella, ja hänelle päätettiin tehdä isotooppitutkimus. Isotooppikuvissa nähtiin lukuisia kertymiä, joiden seurauksena hänet lähetettiin onkologian klinikalle. Jatkotutkimuksissa ei kuitenkaan löytynyt merkkejä tuumorista. Syynä kertymille olikin mycobacterium kansasii infektio, joka on hyvin harvinainen muuten terveillä potilailla. Mikäli olisi ymmärretty tutkia vaivaa infektiona, olisi potilas säästynyt turhalta sädeannokselta.

Haastattelun yhteydessä potilasta tulee myös informoida tutkimuksen kulusta, ja siitä mitä hänen mahdollisesti tulee tutkimuksen aikana tehdä. Isotooppihoitajan tulee myös varmistaa että potilas on ymmärtänyt hänelle annetun tiedon. (BMS 1998) Mikäli potilas imettää tulee häntä informoida ajasta jonka hänen tulee olla imettämättä ja lypsää maito pois, eli mieluiten 24 tuntia, mutta minimissään 4 tuntia tutkimusaineen antamisesta. (Bombardieri ym. 2003) Potilaalle tai hänen huoltajalleen tulee myös antaa kirjallisena tiedot siitä miten hänen tulee toimia tutkimuksen jälkeen suojellakseen muita säteilyltä.

Jos potilas on osastolla muualla sairaalassa, voi osasto jolla hän on tehdä osan potilaan valmisteluista ja antaa hänestä tarvittavat tiedot. Tässä tapauksessa pitää osastoa informoida oikeista valmisteluista, sekä tarkistaa että valmistelut on toteutettu oikein (BNMS 1998).

Puutteellisesta haastattelusta johtuvat virheet saattavat vaikeuttaa kuvausta ja huonontaa koko tutkimuksen tuloksen luotettavuutta

Kanylointi pitää suorittaa aseptisesti ja toteuttaa muutenkin tarkoin, ettei tutkimusainetta pääse ekstravaskulaariseen eli suonen ulkopuoliseen tilaan, mikä paitsi aiheuttaa artefaktoja, voi myös aiheuttaa potilaalle huomattavasti suuremman paikallisen sädeannoksen kuin on suunniteltu. Pahimmassa tapauksessa seurauksena voi olla säteilypalovaurioita injektio- tai kertymäalueella (Vallabhajosula ym 2010). Säteilypalovauriot ovat tosin suuri riski vain β^- emittoivien aineiden kohdalla, joten Tc99 perteknetaattia sisältävillä tutkimusaineilla riski siihen ei ole merkittävä. Griffiths ym. (2010) suosittelevatkin kanylointikoulutuksen painottamista jo opiskeluvaiheessa, jotta hoitaja voisi saada kanylointiluvan mahdollisimman pian työuran alettua. Tällä saataisiin tasattua säteilyannosta työntekijöiden välillä välttämällä tilannetta missä vain muutamat työntekijät hoitavat kanyloinnin isotooppiosastolla.

Mikäli potilaan perifeerinen kanylointi ei onnistu, voi olla pakko käyttää sentraalista kanyyliä, mikä tosin aiheuttaa artefaktariskin. Mikäli potilas on sairaalassa osaston potilaana, hänellä saattaa olla valmiiksi asennettu kanyyli. Jos kanyyli ei ole käytössä, voi se olla heparinisoitu sen auki pitämiseksi. Tutkimuksessa käytettävä ^{99}Tc saattaa sitoutua hepariiniin, mikäli tutkimusaine annetaan kanyylin kautta, ja tämän seurauksena se keräytyy munuaisiin. (Vallabhajosula ym. 2010.)

Injektion annon ja kuvauksen alkamisen välisenä aikana potilaan tulisi juoda vähintään litra vettä. Potilaan tulisi myös tyhjentää rakkonsa usein, ja käydä tyhjentämässä se vielä kerran ennen itse kuvausta (Bombardieri ym. 2003), jotta rakossa oleva radioaktiivinen virtsa ei aiheuttaisi katvealuetta rakon kohdalle.

Kuvaus aloitetaan EANM:n suositusten mukaisesti 2-5 tuntia tutkimusaineen annon jälkeen. Jos kuvaus aloitetaan liian lyhyen ajan kuluttua, sitä voi olla vielä liian paljon pehmytkudoksissa, mikä huonontaa kuvalaatuja, ja siten tutkimuksen luotettavuutta. (Bombardieri ym 2003)

Mikäli potilaan esimerkiksi rakossa oleva tutkimusaine peittää lantion aluetta on myös mahdollista ottaa jälkisarja 6 - 24 tuntia radiolääkkeen annon jälkeen, jolloin saadaan parempi suhde kohteen ja taustan välillä. Jälkisarjat ovat erityisen hyödyllisiä, mikäli potilaalla on munuaisten vajaatoimintaa, huono ääreisverenkierto tai virtsanpidätys ongelmia. (Bombardieri ym 2003) Ennen tutkimuksen aloittamista gammakameralla työskentelevän röntgenhoitajan tulee olla varmistunut siitä, että kaikki esivalmistelut tutkimusaineen antoineen on oikein suoritettu (BNMS 1998). Tämä onnistuu tarkistamalla potilaasta esivalmisteluiden yhteydessä tehdyt kirjaukset.

Koko kehon luuston gammakuvaus suoritetaan potilaan anterior- ja posterior-puolilta kattaen koko keho päästä varpasiin, mikäli lähetävä yksikkö ei ole muuta pyytänyt. Röntgenhoitaja haastattelee potilaan tutkimusaineen annon yhteydessä ja näitä haastattelussa ilmenneitä seikkoja käytetään koko kehon luuston gammakuvauksen toteuttamisen apuna. Vanhat murtumat tai aiemmat luuston sairaudet ja niiden paikat tulee olla kirjattuna, jotta gammakameralla työskentelevä henkilökunta sekä diagnoosin tekevä radiologi osaavat reagoida luuston muutoksiin niiden vaatimalla tavalla. (Donohoe ym. 2003)

Jos kaivataan lisäinformaatiota jostakin erityisestä kohdasta, voidaan ottaa staattisia kuvia, jolloin gammakameran gantryt asetellaan mielenkiintoalueen kohdalle ja dataa kerätään vain kyseiseltä alueelta (Bombardieri ym. 2003).

Epäiltäessä luuston tulehdusta tai kun kyseessä on traumapotilas, voidaan luuston gammakuvaus suorittaa multiphase-tutkimuksena, (Bombardieri ym. 2003) jolloin tutkimusaine injektoidaan potilaaseen gammakameralla ja tutkimus käynnistetään injektion annon jälkeen. Jos kyse on esimerkiksi säären traumasta, sijoitetaan potilas gantryjen väliin siten, että vain mielenkiinnon alue on kuvassa. Ensin kerätään riittävästi dataa flow-kuviin. Potilaan tulisi olla liikuttamatta raajaa tässä vaiheessa, sillä kun on kulunut 10 minuuttia injektioista, kerätään dataa blood pool-kuviin, samalta alueelta kuin flow-kuvissa. Tämän jälkeen kuvaus voidaan jatkaa noin 2-5 tunnin kuluttua normaalina koko kehon luuston gammakuvaksena (Donohoe ym. 2003).

SPECT kuvauksella voidaan saada lisäinformaatiota mielenkiinnon kohdealueesta. Siinä gammakameran gantryt asetetaan aloituskohtaan mielenkiintoalueen kohdalle ja gantryt pyörivät 360 astetta. Näin saadaan kerättyä dataa joka suunnasta mielenkiintoalueelta ja voidaan selvittää muutoksen kokoa sekä paikantaa muutosalue paremmin kuin staattisissa kuvissa samalta alueelta. (Donohoe ym. 2003)

Virtsakontaminaatio luuston gammakuvauksen yhteydessä voi aiheuttaa merkittäviä artefaktoja lantion alueella (Bombardieri ym. 2003). Rakko tulee tyhjentää ennen kuvauksen alkua ja tulee pitää huolta myös siitä, että mahdolliset virtsaroiskeet iholla tulevat huolellisesti puhdistetuksi ennen kuvauksen aloittamista. Jos aktiivista ainetta sisältävää virtsaa on vaatteilla, on vaatteet poistettava kuvattavalta alueelta. Virtsakontaminaatio on vakava ongelma jos kontaminoitunut alue sijaitsee kuvattavalla alueella siten, että se on luuston kanssa samassa linjassa tai lähettävällä. Mahdollinen luun muutos voi tällöin jäädä kontaminoituneen alueen alle kokonaan tai osittain. (Adamson ym. 2009)

Kuvauksen aikana on tärkeää että potilas pystyy olemaan liikkumatta, sillä potilaan liikkuminen kuvauksen aikana aiheuttaa kuviin epätarkkuutta. Liikkuminen voi johtua potilaan tahdosta riippumattomista tai potilaan tahdosta riippuvista syistä. Potilaan tahdosta riippumattomia syitä ovat sydämen liike, peristaltiikka, yskiminen sekä aivastelu. Potilas itse voi vaikuttaa hengityksestä ja nielemisestä johtuvaan liikkeeseen kuten myös esim. raajojen liikuttamiseen kuvauksen aikana. (Adamson ym. 2009)

Hoitajien tulee asetella potilas niin, että hän kykenee olemaan mahdollisimman liikkumatta koko kuvauksen ajan, ja tarvittaessa antaa hänelle tukityynyjä helpottamaan asentoa tai muuten helpottamaan tutkimuspöydällä oloa. Lapsipotilaiden kohdalla on mahdollista että he tarvitsevat sedaation ja kuvauksen kestosta johtuen katetrisaation (Sury ym. 2005). Usein tosin lapsipotilaiden kohdalla esimerkiksi elokuvan katsominen voi helpottaa riittävästi paikallaan pysymistä.

Hoitajien tulee myös kuvauksen edetessä seurata potilaan tilaa, ja mahdollisuuksien mukaan helpottaa tämän oloa. Tärkeintä onkin että hän ei liikuta juuri kuvattavaa osaa kehostaan tai niitä osia, jotka voivat aiheuttaa liikettä kuvattavalla alueella.

7.2 Tutkimusaine ja sen valmistaminen

Radiolääkkeen valmistusympäristön tulee olla yksinomaan siihen tarkoitettu. Alueen tulee olla rakennettu erityisesti avoimien säteilylähteiden käsittelyä varten, eikä siellä ei tule säilyttää muuhun käyttöön tarkoitettuja välineitä. Ympäristön tulee olla myös toteutettu niin, etteivät ulkopuoliset pysty pääsemään sinne. Valmistushuoneeseen tulee mennä erillisen pukeutumistilan kautta, jossa hoitaja pukee asianomaiset suojat ylleen. (EANM 2007).

Tilan suunnittelussa tulee myös varmistaa, ettei radioaktiivinen aine pääse kulkemaan sieltä ulos, tai bakteerit tai muu kontaminaatio sisälle. Kaiken biologisen materiaalin säilyttäminen tilassa, paitsi potilaasta peräisin oleva ja tutkimusaineen valmistukseen liittyvän materiaalin, on myös kiellettyä (EANM 2007).

Generaattori tulee säilyttää lyijyllä suojattuna. Myös generaattorin neula tulee olla suojattu eluointien välissä siihen tarkoitettulla suojalla. Valmistusalueen säteilytaso tulee tarkistaa päivittäin (EANM 2007). ST-ohjeiden mukaan tutkimusaineen valmistustilojen tulee olla B-luokan laboratoriotiloissa (STUK 2008) ja tutkimusaine tulee valmistaa laminaarikaapissa, joka tulee puhdistaa aseptisesti tasaisin väliajoin.

Ensimmäinen tehtävä aineen valmistuksessa on ^{99m}Tc -perteknetaatin eluoiminen generaattorista. Eluaattia tulee ottaa sen verran kuin arvioidaan koko päivänä tarvittavan. Vaikka generaattori tuottaa koko ajan lisää $\text{Tc}99$ -perteknetaattia on sen määrä riippuvainen ajasta, joka on kulunut edellisestä eluoinnista. Vuorokaudessa generaattorin tuotanto on yli 90% ja siksi on parempi eluoida vain kerran vuorokaudessa, mikäli mahdollista (Korpela 2004).

Tutkimusaine tulee valmistaa hyvissä ajoin ennen potilaan saapumista osastolle. Usein valmistetaan tutkimusaine koko päivän aikana odotettaville potilaille jo aamulla. On suositeltavaa, että tutkimusaine käytetään 6 tunnin kuluessa valmistuksesta (Bombardieri ym. 2003), koska ^{99m}Tc :n puoliintumisaika on 6.02 tuntia. Valmistettaessa tutkimusainetta, tulee valmistaa koko pullollinen. Lisättävän ^{99m}Tc -perteknetaatin aktiivisuus määräytyy potilaiden määrän ja potilasannoksen mukaan, joskin myös puoliintumisaika on otettava huomioon aktiivisuutta laskiessa. Potilasannos on EANM:n ohjeiden mukaan 300-740 MBq, keskiarvona 500 MBq. Tarkka annos tulee laskea potilaskohtaisesti, koska keskiarvo on laskettu standardikokoisen potilaan mukaan. (Bombardieri ym. 2003) Maksimirajaa ei kuitenkaan saa ylittää. Lasten annokset ovat luonnollisesti pienempiä ja heille annettavan aktiivisuuden tulee olla minimissään 40MBq (Stauss ym 2010), ja laskettu painon mukaan. Tehokkaammat kuvien rekonstruktio-ohjelmat saattavat antaa mahdollisuuden pienentää annosta ilman että se pidentää kuvausaikaa (Brenner ym 2012).

Maksimirajoja potilasannoksissa ei tule ylittää. Vaikka suuremmat annokset mahdollistavatkin lyhyemmän kuvausajan (Brenner ym 2012), ei se kuitenkaan ole riittävä peruste potilaan sädeannoksen nostamiselle. Brenner ym sanovat syinä annosten nostamiselle monissa isotooppikuvantamis-yksiköissä olevan, että se lisää potilaiden tyytyväisyyttä lyhyempien tutkimusaikojen ansiosta, ja mahdollistaa useampien tutkimusten toteuttamisen päivässä. mikä puolestaan nostaa osaston tehokkuutta. Samassa artikkelissa tosin todetaan heidän laske-neen annoksia 12.5-20% ilman että se vaikutti tuloksien tarkkuuteen, tai kuvien laatuun (Brenner ym 2012.)

Koska valmis tutkimusaine on radioaktiivista, tulee sen valmistuksen kuulua kiertävänä tehtävänä kaikille hoitajille. Kuten kaikkien radioaktiivisten lähteiden kohdalla on tutkimusaineen valmistamisessa otettava huomioon aika, etäisyys ja riittävät suojat. Siksi onkin tärkeää että nämä seikat opetetaan röntgenhoitajille jo peruskoulutuksen aikana. Tulee myös muistaa että potilas on radioaktiivinen tutkimusainetta saatuaan. (Griffits ym 2010.) Onkin ehdottoman tärkeää

että jo aloittelevat hoitajat ymmärtävät miten toimia radioaktiivisten lähteiden kanssa.

Itse valmistusprosessi vaihtelee käytettävän tutkimusaineen mukaan, mutta se on aina toteutettava suurella huolellisuudella. Joissain tapauksissa jopa pullon tulpan desinfioimisessa käytetty desinfiointiaine saattaa vaikuttaa lopputulokseen, esimerkiksi isopropyylialkoholi voi reagoida ^{99m}Tc -HDP:n kanssa vapauttaen ^{99m}Tc perteknetaattia (Vallabhajosula ym. 2010)

Useilla luuston gammakuvaukseen käytettävillä aineilla on melko lyhyt leimaantumisaika, eli aika joka vaaditaan että perteknetaatti reagoi kelaatin kanssa. On tosin huomattu, että vaikka leimaantuminen ei lisäännä, niin pehmytkudoksen ja luun suhde ^{99m}Tc -MDP:n kohdalla on parempi 30-60 minuutin inkubaatioajalla verrattuna lyhyempään inkubaatioaikaan (Vallabhajosula ym. 2010.)

Radiolääkkeen antamisessa tulee noudattaa varovaisuutta, ettei radiolääkettä mene muualle kuin on tarkoitus. Myös radiolääkkeen ruiskuun vetämisessä pullostasta tulee olla varovainen. Tutkimusaineet ovat hapettuvia, minkä johdosta tulee varoa, ettei pulloon pääse ilmaa radiolääkettä ottaessa (Bombardieri ym 2003). Ekstravaskulaariseen tilaan mennessään tutkimusaine aiheuttaa artefaktoja, ja voi aiheuttaa potilaalle myös terveydellistä haittaa. Suurin osa radiolääkkeen annossa tapahtuvista virheistä johtuvatkin aineen joutumisesta suonien ulkopuolelle (Vallabhajosula ym 2010), mistä se voi kulkeutua imusolmukkeisiin. Myös potilaan iholle joutunut tutkimusaine aiheuttaa artefaktoja sekä nostaa paikallista sädeannosta. Artefaktien aiheuttamien virhetulkintojen välttämiseksi on tutkimusaineen antokohta kirjattava. Mikäli tutkimusaineen antoon käytetään sentraalista katetria, on se injektion jälkeen huuhdottava huolellisesti suolaliuoksella, jotta voidaan välttää katetriin jääneen tutkimusaineen aiheuttamia artefaktoja kuvassa (Vallabhajosula ym 2010).

Lopullinen vastuu potilaan tutkimusaineella aikaan saadun annoksen arvioinnista ja oikeutuksesta on aina antavan hoitajan vastuulla (Griffits et al 2010). Koska päätös joudutaan tekemään lähetteen perusteella, on hyvä lähete ensisijaisen tärkeä. Mikäli lähetteessä on puutteita, on hoitajan vaikea tehdä informoitua

päätöstä oikeutuksesta. Erityisen tärkeäksi hoitajan arvioinnista tekee se, että lähettävät lääkärit eivät välttämättä osaa arvioida säteilyannoksen vaikutusta potilaaseen. Koska arviot olivat keskimäärin pienempiä kuin todelliset annokset, eivät kaikki lähettävät lääkärit myöskään arvioi tutkimuksen aiheuttamaa terveydellistä riskiä riittävän suureksi. Vaikka asiassa onkin ajan kuluessa tapahtunut parannusta, on isotooppihoitajan silti vältettävä sokeaa luottamusta lähteen tehneen lääkärin ammattitaitoon säteilyn haittavaikutusten tuntemisen suhteen. (Bosanquet ym. 2011.)

7.3 Laitteisto ja sen toimintaa ylläpitävä toiminta

Jotta on mahdollista seurata gammakameroiden ja sen eri osien ja ominaisuuksien toimintakykyisyyttä, tulee laitteistoa testata rutiininomaisesti ja päivittäin. Viallinen ja virheellisesti toimiva laite saattaa vaikuttaa kuvanlaatuun ja potilasannoksiin ja sitä kautta tutkimuksen optimointiin. EANM on antanut suosituksensa siitä, kuinka usein erilaisia rutiinitestejä tulisi suorittaa. Kaikkia testejä ei ole tarpeen tehdä päivittäin, vaan osaan riittää testaus esim. viikoittain tai puoli-vuosittain. (Britten ym 2010a)

Uuden gammakameran käyttöönotossa testaus on tärkeää, jotta varmistutaan laitteen toimimisesta oikein ja halutulla tavalla sen elinkaaren alusta alkaen. Huolellisen käyttöönottestauksen suorittavat laitteiston toiminnasta vastaavat henkilöt. (Britten ym 2010a) Käyttöönototestit voivat väärin suoritettuna vaikuttaa negatiivisesti laitteen toimintaan koko sen eliniän. (Britten ym. 2010b) Mikäli käyttöönottestaus suoritetaan ja ongelmia ei ilmene, on laite valmis kliniseen käyttöön. Testien tuloksia voidaan myöhemmin hyödyntää päivittäisten rutiinitestien vertailuarvoina. (Britten ym. 2010a) Testien suorittamiseen tarvittavat ohjeistukset löytyvät tarkemmin EANM:n julkaisuista.

Päivittäiset rutiinitestit gammakameralla suorittaa koulutettu ammattihenkilö (röntgenhoitaja) ja rutiininomaisesti tulisi myös kirjata testien tulokset. Näin on helppo seurata mahdollisia muutoksia testien tuloksissa ja poikkeamiin pystytään reagoimaan nopeasti. Jos havaitaan laitteessa jokin sen toimintaan liittyvä

ongelma ja ongelma saadaan korjatuksi, on tärkeää kirjata myös nämä tapahtumat huolellisesti. Mikäli ongelmia ilmenee vastaisuudessa, on helppo selvittää kirjausten perusteella laitteen historiaa ja näin ongelmiin reagointi helpottuu. (Britten ym. 2010a) Mikäli tietyt ongelmat toistuvat useasti laitteen elinkaaren aikana, on luonnollisesti tarpeen ryhtyä vakavampiin toimenpiteisiin tilanteen korjaamiseksi.

EANM:n mukaan päivittäin tulisi tarkistaa gammakameran, gantryjen ja kollimaattoreiden yleinen kunto. Kollimaattoreiden kosketuksesta aktivoituva tutkimuksen hätäkeskeytysjärjestelmä sekä muut tutkimuksen hätäkeskeytysjärjestelmät on todettava toimiviksi. Gammakameran energiaikkunan tarkistaminen, on oltava teknetiumin havaitsemiseen sopivalla tasolla. Taustasäteilyn mittaaminen ja tarkistaminen on tärkeää, etteivät ne ylitä sallittuja arvoja. (Britten ym. 2010a) Mikäli gammakamera on varustettu tietokonetomografialaitteella, on myös se ominaisuus testattava päivittäin fantomimittauksin. (Britten ym. 2010a)

Poikkeamat laitteen toimintakyvyssä voivat vaarantaa potilasturvallisuuden, henkilökunnan turvallisuuden ja aiheuttaa vakaviakin artefaktoja kuviin, joten laitteen kunnosta ja toimintakyvystä on tärkeää pitää huolta koko sen käyttöajan. Päivittäiset, viikoittaiset tai puolivuositteiset rutiinitestit jatkuvat koko laitteen eliniän! (Britten ym 2010a)

Kuvauksessa potilas asetellaan gammakameran gantryjen väliin. Luuston gammakuvausssä koko kehon on oltava kuvassa, muutokset saattavat löytyä mistä tahansa kohtaa potilaan kehoa. Gammakameran gantryjen tulee olla kuvauksen aikana niin lähellä potilaan kehoa kuin mahdollista, sillä liian suuri etäisyys potilaan ja gammakameran ilmaisimen välillä heikentää kuvanlaatua. (Donohoe ym. 2003) Kollimaattoreina käytetään koko kehon luuston gammakuvausssä korkearesoluutiokollimaattoreita. (Donohoe ym. 2003)

8 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Kirjallisuuskatsausta tehtäessä on hyvä olla mukana useampi kuin yksi tekijä, jotta aineisto ei rajaudu vain yhden tekijän mukaan ja siten koko tutkimuksen luotettavuus vaarannu (Pudas-Tähkä & Axelin 2007). Useamman kuin yhden tekijän toimesta on mahdollista saada aikaan hedelmällistä keskustelua sekä uusia näkökantoja aiheeseen (Pudas-Tähkä & Axelin 2007).

Tämän opinnäytetyön luotettavuutta laskee jonkin verran aineistohakujen puutteellinen kirjaaminen. Kirjallisuuskatsausta tehtäessä jokainen työn vaihe tulisi kirjata, jotta kirjallisuuskatsaus olisi mahdollista toistaa jos siihen ilmenee tarvetta. (Johansson 2007)

Tämän opinnäytetyön teossa eräänä kompastuskivenä oli vähäinen luuston gammakuvauksen käytännön suorittamiseen liittyvä tutkimustieto. Muutamien testihakujen perusteella kirjoittajat olivat vakuuttuneita materiaalin riittävydestä kirjallisuuskatsauksen tekoon. Kuitenkin käyttökelpoista materiaalia löytyi lopulta niukasti. Tarkoituksena oli hankkia tämän opinnäytetyön kirjoittamiseen materiaaliksi systemaattisia kirjallisuuskatsauksia sekä muuta näytön asteen hierarkian ylemmän tason tutkimustietoa. Lopullinen materiaali koostui kuitenkin pääosin erilaisten asiantuntijaryhmien lausunnoista ja tutkimustiedon määrä jäi vähäiseksi.

9 POHDINTA JA JATKOKEHITTÄMISEHDOTUKSET

Tehtyjen hakujen perusteella vaikuttaa siltä, että aihetta ei ole liiemmin tutkittu. Tietenkin on mahdollista etteivät hakusanat olleet riittäviä, mutta myöskään täydennyshauista ei löytynyt paljoa tietoa röntgenhoitajan tehtävien optimoinnista. On tietenkin mahdollista että eri hakusanoilla olisi löytynyt enemmän artikkeleita, mutta täydennyshauissakaan ei aihetta koskevia artikkeleita löytynyt.

Suurin osa artikkeleista joita käytettiin, perustuivat lääkärin näkökulmaan ja käsittelevät aihetta siitä hetkestä kun valmiit kuvat saapuivat. Röntgenhoitajan tehtävät näkyivät niissä vain asioina jotka olivat tapahtuneet, ja joiden vaikutus tutkimuksen tuloksiin tuli tietää. Sen sijaan kiinnostus siihen miksi jokin asia oli tapahtunut, ja miten ongelmat kuvantamisvaiheessa voisi välttää, tuntui puuttuvan melkein kokonaan. Kokonaisuudessaan sai sen vaikutelman, etteivät artikkelit kirjoittaneet lääkärit olleet kiinnostuneet yhteistyöstä hoitajien kanssa. He keskittyivät omaan osuuteensa tutkimuksen kulussa.

Se, miksei hoitajan näkökulmaa tutkimuksiin näkynyt ihmetytti. Onko mahdollista ettei hoitajat ole motivoituneita osallistumaan oman työnsä kehittämiseen? Vai onko kyseessä resurssipula? Vai ovatko hoitajat vain kuvauksen suorittajan roolissa? Joka tapauksessa aihetta pitäisi ehdottomasti tutkia myös hoitajan työn kannalta. Hoitaja on yleensä se, joka tutkimusaineen antaa, ja myös itse kuvaustilanteen toteuttaja. Siten hän on loppupeleissä paitsi se, joka tuottaa diagnoosin tekemisessä käytettävän datan jota, myös henkilö joka voi aiheuttaa potilaalle terveydellisen haitan toiminnallaan.

Ainoa artikkeli joka käsitteli suoraan hoitajan osuutta isotooppitutkimuksen toteuttamisessa, oli Griffiths ym (2010), joka painotti hoitajan vastuuta tutkimuksessa. On outoa, ettei aiheesta löydy enempää tietoa. Kaikki muu tieto hoitajan osuudesta kuvaukseen löytyi viranomais- ja asiantuntijaohjeista. Aihetta pitäisi kirjoittajien mielestä ehdottomasti tutkia lisää.

Luuston gammakuvaus on monimutkainen prosessi ja käsittää monta eri osaluetta. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin röntgenhoitajan rooliin luuston gammakuvausten optimoinnissa. Jatkokehittämissuunnitelmana voisikin olla laitteisiin tai tutkimusaineeseen, sen käsittelyyn ja oikeaoppiseen käyttöön liittyvät tutkimukset. Vaihtoehtoisena ehdotuksena voisi olla jonkin isotooppiosaston nykyisten työskentelykäytäntöjen selvittely ja niiden vertaaminen tutkittuun tietoon aiheesta, eli voisiko jotakin tehdä paremmin juuri kyseisellä osastolla.

LÄHTEET

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

BNMS 1998. Competencies for the european nuclear medicine technologist. Modified for European use by EANM technologist committee.

Bombardieri E., Aktolun C., Baum R. P., Bishof-Delaloye A., Buscombe J., Chatal J. F., Maffioli L., Moncayo R., Mortelmans L., Reske S. N. 2003. Bone Scintigraphy Procedures Guidelines for Tumour Imaging. Oncology Committee of the European Association of Nuclear Medicine.

Bosanquet, D.C, Green G., Bosanquet A.J., Galland R.B., Gower-Thomas K., Lewis M.H., 2011. Doctors' knowledge of radiation and a two-centre study and historical comparison. Clinical Radiology 66. 748-751

Brenner A. I., Koshy J., Morey J., Lin C., DiPoce J. 2012. The Bone Scan. Seminars in Nuclear Medicine 42. 11-26

Britten, A., Plachcńska, A., Sokole, B. E. 2010a. Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation. European Journal of Nuclear medicine and molecular imaging. 37:662-671

Britten, A., Plachcńska, A., Sokole, B. E. 2010b. Acceptance testing for nuclear medicine instrumentation. European Journal of Nuclear medicine and molecular imaging. 37:672-601.

Calleja M., Alam A., Bradley K., Wilson D., 2005. Basic science: nuclear medicine in skeletal imaging. Current Orthopaedics (2005) 19, 34–39

Donohoe K. J., Brown, M. L., Collier, B. D., Carretta R. F., Henkin R. E., O'Mara R. E., Royal H. D. 2003. Procedure Guideline for Bone Scintigraphy. Society of Nuclear Medicine.

EANM 2007. cGRPP-guidelines. European Association of Nuclear Medicine.

Elomaa, L., Mikkola H., Näytön jäljillä - tiedon haku näyttöön perustuvassa hoitotyössä, Turun AMK:n oppimateriaaleja 12, 2010, 5. painos, Turun AMK, Turku.

Gnanasegaran, G., Cook, G., Adamson, K., Fogelman, I. 2009. Patterns, variants, artifacts, and pitfalls in conventional radionuclide bone imaging and SPECT/CT 385. Semin Nucl Med 39, 380-395

Griffiths, M., King S., Stewart R., Dawson G. 2010. Evaluating the fundamental qualities of a nuclear medicine radiographer for the provision of an optimal clinical service. Radiography 16. 238-243

Hafslund, B., Clare, J., Graverholt, B., Nortvedt, M. W. 2008. Evidence-based radiography. Radiography 14, 343-348.

Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset – huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa Axelin, A., Johansson, K., Stolt, M., Ääri, R-L. (toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: Turun yliopisto, 3, 4-5, 5-7.

Jurvelin, S. J. 2005. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.). Radiologia. 1.painos. Helsinki: 2005. 43-48.

Komppa, T., Korpela, H., 2000. Potilaiden säteilyannokset röntgen- ja isotooppitutkimuksissa. Lääketieteellinen aikakauslehti Duodecim 116 (6) :664-669.

Korpela, H. 2004. Isotooppilääketiede. Säteilyn käyttö. Säteily- ja ydinturvallisuus. STUK 2004. 220-252

Lantto, T. 2003. Luuston gammakuvaus. Teoksessa Sovijärvi A., Ahonen A., Hartiala J., Länsimies E., Savolainen S., Turjanmaa V., Vanninen E. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Pudas-Tähkä S-M & Axelin, A. 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajausta, hakutermit ja abstraktien arviointi. Teoksessa Axelin, A., Johansson, K., Stolt, M., Ääri, R-L. (toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: Turun yliopisto, 46-51, 54.

Routasalo, P. & Stolt, M. 2007. Tutkimusartikkelien valinta ja käsittely. Teoksessa Johansson, K.; Axelin, A.; Stolt, M.; Ääri, R-L. (toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: Turun yliopisto. 58-60

Sarajärvi A., Mattila L-R., Rekola L. 2011. Näyttöön perustuva toiminta - avain hoitotyön kehittämiseen. 1. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.

Soimakallio S., Kivisaari L., Manninen H., Svedström E., Tervonen O. 2005. Radiologia. 1. painos. Helsinki: WSOY.

Sorppanen, S. 2006. Kliinisen radiografiatieteen tutkimuskohde. Oulun yliopisto. 110-111.

Stauss J., Hahn K., Mann M., De Palma D., 2011, Guidelines for paediatric bone scanning with 99m Tc-labelled radiopharmaceuticals and 18 F-fluoride Guidelines. EANM.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. 2000.

ST-ohje 6.3. säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä. Viitattu 7.5.2012

STUK 2011. Ionisoiva säteily. viitattu 15.4.2012

http://www.stuk.fi/sateilytietoa/mitaonsateily/fi_FI/ionisoiva/#alfa

STUK 2002. Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2001. viitattu 15.4.2012.

STUK 2009A. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot isotooppitutkimuksissa. Viitattu 18.4.2012

STUK 2009B. Säteilysuojelun periaatteet. Viitattu 26.4.2012
http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/fi_FI/suojelu/

STUK 2008. ST-ohje 6.1 STUK 2008.

Suomen röntgenhoitajaliitto ry. Röntgenhoitaja ammattina. Viitattu 26.4.2012
<http://www.suomenrontgenhoitajaliitto.fi/index.php?k=7268>

Sury M.R.J, Harker H., Begent J. , Chong W.K. , 2005, The management of infants and children for painless imaging., Clinical Radiology (2005) 60, 731–741

Tsai, C-W, Wang, J-T, Tsai, C-C, Yeh, K-H, 2006, Disseminated Mycobacterium kansasii infection in an HIV-negative patient presenting with mimicking multiple bone metastases, Diagnostic Microbiology and Infectious Disease 54 (2006) 211– 216

Vallabhajosula S., Killeen R. P., Osborne, R. P. 2010. Altered Biodistribution of Radiopharmaceuticals: Role of Radiochemical/Pharmaceutical Purity, Physiological, and Pharmacologic Factors. Semin Nucl Med 40, 220-241

Walta, L. 2001. Mitä röntgenhoitajat tekevät? Kliinisen radiografian toiminnallinen sisältö ja rakenne yhdessä yliopistosairaalassa. Turun yliopisto, hoitotieteen laitos. 114.