

Opinnäytetyö (AMK)

Röntgenhoitajakoulutus

27.5.2023

Alina Ruohomäki ja Riina Suomi

Kuvasarvotaulukko pieneläinten natiivikuvantamiseen



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitajakoulutus

27.5.2023 | 25 sivua

Alina Ruohomäki ja Riina Suomi

Kuvausarvotaulukko pieneläinten natiivikuvantamiseen

Suomessa tehdään vuosittain yli 100 000 eläinröntgentutkimusta. Useimmiten potilaat ovat koiria tai kissoja, jotka rauhoitetaan tutkimusta varten. Monet kuvaukset vaativat kiinnipitäjän. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on edistää eläimien, kiinnipitäjien sekä työntekijöiden säteilysuojelua. Tarkoituksena on optimoida kuvausarvoja pieneläinten natiivikuvantamisessa luomalla toimeksiantajalle kuvausarvotaulukko.

Kuvausarvotaulukko tulee pieneläinklinikan sekä ortopedisen eläinsairaalan käyttöön. Lopullinen tuotos on yhdistelmä röntgenhoitajien ammattitaitoa ja eläinkuvantamisen erityispiirteitä. Kuvausarvot testattiin ortopedisessä eläinsairaalassa. Jokaisen kuvan ominaisuuksia arvioitiin, kunnes lopputulos tyydytti sekä kuvanlaadun, että säteilyaltistuksen kannalta.

Opinnäytetyön tuotoksena on kuvausarvotaulukko, jossa huomioidaan eläimen kokoluokka ja kuvauskohde. Huolellinen kehittämistyö ja tiivis yhteistyö toimeksiantajan kanssa johti toimiviin ja optimoituihin kuvausarvoihin, joiden avulla säteilyaltistus väheni huomattavasti, ja siten säteilysuojelua onnistuttiin parantamaan.

Asiasanat:

Eläinkuvantaminen, eläinröntgen, optimointi, kuvausarvot

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree programme in radiography and radiotherapy

27.5.2023 | 25 pages

Alina Ruohomäki ja Riina Suomi

Small animal exposure chart for x-ray imaging

Over 100 000 animal x-ray examinations are performed in Finland every year. Patients are predominantly dogs and cats that are sedated for the examination. Many examinations require a person to hold the patient in place. The objective of this thesis is to advance the radiation protection of animals, staff members and persons holding the patient. The function of this thesis is to optimize exposure factors by developing an exposure chart.

The exposure chart will be used at a veterinary clinic and an orthopedic veterinary hospital. The final product is a combination of radiographers' expertise and distinctive features of veterinary imaging. The exposure factors were trialed at the orthopedic veterinary hospital. Each image was assessed until the image quality was satisfactory and exposure to radiation decently reduced.

The final product is an exposure chart that takes the projection and size category of the animal into account. Thorough developing and consistent cooperation with the client resulted in optimized and practical exposure factors. The exposure to radiation was significantly decreased and radiation protection successfully improved.

Keywords:

Small animal x-ray, veterinary imaging, optimizing, exposure factors

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Kehittämistyön tarkoitus ja tavoite	8
3 Teoreettiset lähtökohdat	9
3.1 Röntgensäteily diagnostiikassa	9
3.2 Röntgenkuvan laatu	10
3.3 Säteilysuojelu	11
3.4 Säteilykeilan laatu	12
3.5 Röntgenkuvan optimointi	13
4 Röntgentoiminta eläinlääketieteessä	15
4.1 Pieneläinkuvantaminen	15
4.2 Toimintaympäristö	16
5 Toteutus	18
5.1 Kehittämistyö	18
5.2 Kuvausarvotaulukko	19
5.3 Kuvausarvotaulukon arviointi	20
6 Pohdinta	22
6.1 Eettisyys ja luotettavuus	22
6.2 Opinnäytetyöprosessin pohdinta	22
Lähteet	24

Kuvat

Kuva 1. Control-X Medical Zoomax -natiiviröntgenlaite Pet-Vet Orton tiloissa. 17

Kuva 2. Control-X Medical Zoomax-röntgenputki ja kuvausarvojen
valintapaneeli. 17

Kuviot

Kuvio 1. Spiraalimalli (mukaillen Salonen 2013) 19

1 Johdanto

Suomessa tehdään vuosittain yli 100 000 eläinröntgentutkimusta, ja yleisimmin potilaina ovat koirat tai kissat (STUK 2019). Usein eläimet rauhoitetaan tutkimuksia varten liikkumattomuuden takaamiseksi. Tämän lisäksi voidaan käyttää erilaisia tukivälineitä, kuten hiekkapusseja, tyynyjä ja siteitä oikean asennon ja immobilisaation varmistamiseksi. Joskus nämä eivät kuitenkaan riitä, ja joudutaan turvautumaan kiinnipitäjään (IAEA 2021). Kiinnipitäjä altistuu toimenpiteen aikana säteilylle, joka koostuu suurimmaksi osaksi potilaasta siroavasta säteilystä. Siroavan säteilyn määrä riippuu kuvausarvoista, potilaan koosta ja kuvauskohteesta. Kiinnipitäjän saama annos yhdestä röntgenkuvasta on noin 1–10 mikrosievertiä. (STUK 2019.) Vaikka annos on pieni kumuloituessaan, sen pitkäaikaisvaikutukset voivat olla merkittäviä (Mayer ym. 2019).

Opinnäytetyömme aiheena on pieneläinten natiivikuvantamisen kuvausarvojen optimointi. Natiivikuvantamisella tarkoitetaan niin sanottua perinteistä röntgenkuvausta, jossa ei käytetä varjoainetta (Oulun yliopistollinen sairaala 2023). Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda pieneläinten kuvausarvotaulukko toimeksiantajamme Pet-Vetin ja Pet-Vet Orton käyttöön. Koska taulukko on vain Pet-Vet Oy -konsernin käyttöön luotu, sitä ei julkaista opinnäytetyöraportin liitteenä. Tavoitteena on edistää säteilysuojelua eläinkuvantamisessa optimoimalla kuvausarvoja. Kuvausarvojen optimointi vähentää sekä eläinpotilaiden että työntekijöiden säteilyaltistusta. Röntgenkuvan ylivalotus on silmämääräisesti havaittavissa vasta kun annos on moninkertainen optimaaliseen annokseen nähden (STUK 2011). Eläinten kuvantamisessa käytetään usein kiinnipitäjää, jonka vuoksi säteilyn käytön optimointi korostuu (IAEA 2021). Koska useimmilla eläinklinikoilla ei ole käytettävissä röntgenhoitajia ovat viitteelliset kuvausarvotaulukot oleellinen apuväline. Kuvausarvotaulukkojen on todettu vähentävän uusintakuvien tarvetta (IAEA 2021). Valitsimme työmme toteutukselle taulukkomuodon, sillä se on

yksinkertainen ja helposti luettavissa. Täten se on nopeasti tulkittavissa hektisessä klinikkaympäristössä.

2 Kehittämistyön tarkoitus ja tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda pieneläinten kuvausarvotaulukko natiivikuvantamiseen toimeksiantajamme Pet-Vetin ja Pet-Vet Orton käyttöön. Taulukon arvot suhteutetaan eläimen kokoon ja kuvauskohteeseen. Kuvausarvotaulukko tulee Pet-Vetin henkilöstön käyttöön, ja on kuvaustilanteessa saatavilla sekä sähköisenä että paperisena versiona.

Tuotoksen tavoitteena on edistää säteilysuojelua pieneläinkuvantamisessa optimoimalla kuvausarvoja. Yleisimpien kuvauskohteiden kuvausarvotaulukot auttavat kuvaustekniikassa, ja sitä kautta vähentävät uusintakuvauksia (IAEA 2021). Kuvausarvotaulukko toimii suunnannäyttäjänä, kun kuvaaja pyrkii valitsemaan sopivat kuvausarvot jokaiselle eläinpotilaalle yksilöllisesti.

3 Teoreettiset lähtökohdat

3.1 Röntgensäteily diagnostiikassa

Röntgentutkimuksissa käytettävä säteily on ionisoivaa säteilyä (Terveyskylä 2019). Se on elektromagneettista ja kykenee läpäisemään monia eri materiaaleja. Röntgensäteilyä käytetään monissa tutkimuksissa ja sen avulla pystytään tarkkailemaan kehon sisäisiä rakenteita. (NIH 2022.)

Lääketieteellisissä tutkimuksissa röntgensäteily tuotetaan niitä varten kehitetyn laitteen avulla. Laitteen röntgengeneraattori ohjaa säteilynlähdettä eli röntgenputkea kehittämällä tarvittavan virran säteilyn tuottamiseen.

Röntgenlaitteen katodina toimii hehkulanka, jota kuumennetaan niin paljon, että hehkulangalta karkaa elektrodeja. Röntgenputki sisältää tyhjiön, jossa sijaitsee metallinen anodilautanen johon katodilta karkaavat elektrodit osuvat. Kun elektrodit osuvat katodiin syntyy röntgenkvanteja, jotka kimpoavat ulos röntgenputkesta. Vain 1 % röntgenkvanteista on röntgensäteilyä. Suurin osa niiden energiasta muuttuu lämpöenergiaksi. Itse röntgensäteily muodostuu jarrutussäteilystä ja karakteristisesta röntgensäteilystä. (Soimakallio ym. 2005, 32–34.)

Kuvausarvojen valintaan vaikuttavat monet tekijät. Potilaalle aiheutuva sädeannos tulee pitää niin alhaisena kuin mahdollista. (STUK 2020.)

Kuvausarvojen tulee olla riittävät diagnostisen kuvanlaadun saavuttamiseksi. Kuvausarvoilla on kuitenkin raja, jonka jälkeen niiden kasvattaminen ei enää tarkenna diagnoosia. (STUK 2004.) Kilovoltti (kV) eli kiihdytysjännite kuvastaa niin sanotusti putkivirtaa eli virran määrää, jota käytetään kiihdyttämään elektronit katodilta anodille. KV-arvo määrittää röntgensäteilyn maksimienergian. (Soimakallio ym. 2005, 33.) MAs eli röntgenputken virta kuvaa montako elektronia siirtyy katodilta anodille sekunnissa (Soimakallio ym. 2005, 32).

Tavanomaisesti röntgenkuva syntyy, kun röntgenputkesta lähtevä säteily läpäisee potilaan ja saapuu kuvailmaisimelle, joka muodostaa potilaan elimistöä

kuvaavan kaksiulotteisen mustavalkokuvan (STUK 2004). Kuva muodostuu siten, että alueet, joille tulee vähemmän säteilyä, ovat muodostuneessa kuvassa vaaleampia (NIH 2022). Detektoriksi kutsutaan digitaalisessa kuvantamisessa käytettävää kuvailmaisinta (STUK 2004). Digitaalisen kuvantamisen detektorin laaja dynaaminen alue mahdollistaa sallittavissa rajoissa olevan kontrastin muodostumisen laajalla valotus skaalalla (Martin 2006). Ionisaation aiheuttama signaali kvantitoidaan ja tallennetaan soluittain paikkatiedoksi. Tämä informaatio tallentuu tietokoneelle digitaalisena kuvamatriisina. (Soimakallio ym. 2005, 38.)

3.2 Röntgenkuvan laatu

Kuvanlaatua voidaan mitata joko teknisesti tai diagnostisesti. Molemmat tavat perustuvat visuaaliseen eli silmämääräiseen arvioon kuvan laadusta. Usein mittauksissa käytetään erilaisia testikappaleita ja arvio perustuu siihen, mikä on pienin nähtävissä oleva yksityiskohta. Tavallisia mittauksia ovat esimerkiksi erotuskyvyn ja kontrastikynnyksen mittaukset. Kuvanlaatua arvioidessa tulee myös huomioida, milloin kuva on diagnostisesti riittävän laadukas. (STUK 2004.) Kuvaa tulee katsoa laadukkaalta kuvien tarkasteluun kehitetyltä monitorilta, ja huoneessa tulisi olla sopivan himmeä valaistus (IAEA 2021). Yksinkertaisimpia arvioitavia kuvanlaadun tekijöitä ovat kontrasti ja erotuskyky eli resoluutio. Nämä ovat toisistaan riippuvaisia, kun toisen parantuessa toinen heikkenee. (Soimakallio ym. 2005, 25.)

Kontrastilla tarkoitetaan kuvassa näkyvää tummuusvaihtelua. Sitä voidaan myös mitata tietyllä yksityiskohdalla tai sen ympäristöllä. Kontrasti helpottaa erilaisten yksityiskohtien havainnoimista kuvasta. Röntgenkuvan kontrastiin vaikuttavat muun muassa kuvausarvot ja potilaasta sironneen säteilyn määrä. (STUK 2004.) Periaatteessa suurimman kontrastin voi saavuttaa käyttämällä matalaa kV-arvoa. Tämä kuitenkin kasvattaa sädeannosta, koska säteilyn läpäisevyys heikkenee ja täten sitä on hankala hyödyntää säteilysuojelullisesta

näkökulmasta. (Soimakallio ym. 2005, 35.) Terävyydellä tai erotuskyvyllä tarkoitetaan sitä, miten teräväreunaisena kohde kuvautuu. Erotuskykymittaus mittaa siis kuvan terävyyttä. (STUK 2004.)

Yksi kuvanlaatuun vaikuttava tekijä on kohina. Useimmiten kohinan aiheuttajana on kuvanmuodostukseen käytettyjen kvanttien määrä, jota kutsutaan kvanttikohinaksi. Muita kohinan aiheuttajia ovat pimeään virran kohina, joka syntyy elektronisissa komponenteissa sekä konversiokohina, joka aiheutuu hiukkasten rajallisesta määrästä. (STUK 2004.) Normaalin röntgenkuvan kohinan suurin aiheuttaja tulisi olla kvanttikohina. Jonkin muun kohinan esiintyminen suurempana osoittaa röntgenlaitteen olevan tavattoman hidas, jolloin potilasannos kasvaa. (Martin 2006.)

3.3 Säteilysuojelu

Säteilysuojelulla tarkoitetaan sairaalaympäristössä väestön, ympäristön, potilaan ja työntekijän suojelua säteilyltä. Suomen säteilylaissa on huomioitu säteilysuojelun kolme peruseriaatetta: oikeuseriaate, optimointiperiaate ja yksilönsuojaperiaate. (STUK 2020.) Oikeuseriaate tarkoittaa käytännössä sitä, että arvioidaan, onko tutkimuksesta enemmän hyötyä kuin haittaa. Sen arviointi tehdään ennen tutkimusta ja siinä otetaan huomioon muut vaihtoehtoiset tutkimustavat, niiden tehokkuus, hyödyt ja riskit. (Soimakallio ym. 2005, 83.) Optimointiperiaate sisältää ALARA-periaatteen aatteen. ALARA (As Low As Reasonably Achievable) tarkoittaa sitä, että säteilyannos on pidettävä niin pienenä kuin mahdollista kuvanlaadun säilyessä diagnostisena (STUK 2020). Säteilykeilan rajaus eli kollimaatio on tärkeä osa optimointia. Sen avulla saadaan vähennettyä potilasannosta sekä parannettua kuvanlaatua. Hyvä kollimointi on erityisen tärkeää pienillä potilailla, joilla suureen kuva-alaan päätyy herkästi enemmän säteilyherkkiä elimiä. (Martin 2006.)

Yksilönsuojaperiaatteen mukaan väestön tai työntekijöiden yksilön säteilyannos ei saa nousta yli vahvistettujen enimmäisarvojen (STUK 2020). Tämä ehkäistään huolehtimalla asianmukaisista säteilynkäyttötiloista, laitteiden käytöstä ja huollosta, sekä huolellisista työskentelytavoista (Soimakallio ym.

2005, 83). Säteilysuojelua voidaan toteuttaa esimerkiksi erilaisilla lyijysuojilla ja -essuilla, etäisyydellä, kuvausarvojen maltillisuudella ja tarpeettomien röntgentutkimusten välttämällä. (Kekki 2019.)

Potilaan annosta voidaan mitata eri keinoin. Näitä ovat esimerkiksi ESD (entrance surface dose), joka kuvastaa potilaan pinta-annosta. Sen avulla on hyvä vertailla eri aikoina tai eri paikoissa suoritettujen tutkimusten annoksia. (STUK 2004.). ESD mittaa potilaan ihon pinta-annosta säteilyn sisäänmenokohdasta. Se ottaa huomioon myös ilmakerman ja takaisinsiroavan säteilyn. ESD:tä voidaan mitata helposti esimerkiksi dosimetrin avulla tai se voidaan laskea. Toinen hyvä potilaan annoksen mittari on DAP (dose area product). DAP kuvastaa ilmakermaa säteilykeilan ja kuvausalueen sisällä. Täten se kuvastaa koko potilaan saamaa sädeannosta. (Martin 2006.)

3.4 Säteilykeilan laatu

Säteilyn laatu kuvastaa eri energian omaavien fotonien esiintymisosuutta säteilykeilassa. Kun pääsäteestä vähennetään fotoneja, kontrasti paranee. Säteilyn laatu vaikuttaa kuvanlaatuun sen perusteella, miten se reagoi kudoksiin. Esimerkiksi alle 30 kV energian omaavista fotoneista vain muutama pystyy läpäisemään 20 cm paksun kohteen, ja loput absorboituvat potilaaseen. Röntgen putken ominaisuudet, kuten potentiaalienergia ja käytetyt suodatukset, vaikuttavat röntgensäteilyn laatuun. Potentiaalienergia määrittää sekä fotonien maksimienergian että suurienergisten fotonien määrän. Optimaalisen energiamäärän määrittää kuvattavan kohteen paksuus, sen sisältämien elinten ja kehon osien tiheys, potilaan koko ja tarvittava kuvanlaatu. (Martin 2006.)

Potilaan saama pinta-annos laskee 50 %, jos potentiaalienergiaa nostetaan 10 kV. Tyypillisiä käytettyjä energia-arvoja aikuiselle ovat 80–85 kV vatsan, lantion ja lannerangan kuvauksissa. 50 kV tai 60 kV antaisi paremman kontrastin, mutta pienempi määrä säteilyä päätyisi detektorille. 90 kV taas antaisi paremman läpäisevyyden ja matalamman potilasannoksen, mutta huonomman kontrastin sekä lisää kohinaa. Jos kV-arvo pysyy muuttumattomana ja

kudosmäärä lisääntyy 50 mm, potilaan saama säteilyannos kaksinkertaistuu, kun käytetty energia on 80–100 kV. Vastaavasti jos käytettävä energia on 60 kV, potilaan säteilyannos jopa kolminkertaistuu. Tämän vuoksi säteilyn potentiaalienergiaa usein nostetaan kookkaammille potilaille. (Martin 2006.)

3.5 Röntgenkuvan optimointi

Diagnostisen röntgenkuvan optimointi on riippuvainen kuvan visuaalisuudesta. Kuvan ulkonäköä tärkeämpää on sen oikea tulkinta. Kun kuvausarvot ovat optimaalisimmillaan kuva on paras mahdollinen käyttötarkoitukseensa nähden. Suurimpaan osaan röntgenkuvauksia käytettävät arvot määritetään potilaan saaman annoksen perusteella. Kun säteily siroaa potilaasta, se aiheuttaa kuvaan kohinaa. Tätä voidaan välttää käyttämällä hilaa. Hilan käyttö vaatii suurempaa säteilyenergiaa, joka nostaa potilaan annosta. (Martin 2006.)

Kuvalevylle tuleva säteilyannos riippuu kV- ja mAs-arvoista, mistä voi johtaa yksinkertaisia sääntöjä. 15 prosentin kV-arvon nosto on verrattavissa mAs-arvon kaksinkertaistamiseen, ja kV-arvon vähentäminen 15 prosentilla mAs-arvon puolittamiseen. Tätä kutsutaan 15% säännöksi. Samasta säännöstä voi johtaa myös 5% säännön, jossa kV-arvon nostaminen viidellä prosentilla on verrattavissa 30 prosentin mAs-arvon nostoon, ja vastaavasti kV-arvon laskeminen viidellä prosentilla 30 prosenttiin mAs-arvosta. Nämä säännöt eivät ole täsmällisiä, mutta riittäviä käytettäväksi. Jos sääntöjä hyödyntäen nostetaan kV-arvoa ja pienennetään mAs-arvoa, potilaan saama säteilyannos pienenee. Kuvanlaatu huononee tasaisesti, kun arvoja muutetaan asteittain. Optimaalinen tilanne saavutetaan, kun kuvan laatu on juuri siedettävä. Tällöin kuva pysyy diagnostisena, ja potilaan säteilyrasitus on saatu mahdollisimman alhaiseksi. (IAEA 2014, 126–130.)

Myös projektio on säteilysuojelun ja optimoinnin kannalta tärkeä.

Röntgenputkea lähempänä olevat kohteet saavat enemmän sädeannosta, kuin niiden takana olevat. Täten postero-anteriorisella projektiolla, jossa selkä on lähimpänä putkea, voidaan usein pienentää vatsan elinten saamaa

sädeannosta. AP-suunnassa, jossa vatsa on lähempänä putkea, keuhkojen ja vatsan röntgenkuvien annos voi olla jopa 50 % suurempi kuin PA-suunnan kuvissa. Lantion osalta annoksissa ei ole suurta eroa AP- ja PA-suuntien välillä. (Martin 2006.)

4 Röntgentoiminta eläinlääketieteessä

4.1 Pieneläinkuvantaminen

Säteilyturvakeskus arvioi, että Suomessa tehdään yli 100 000 eläinröntgentutkimusta vuosittain. Eniten kuvataan koiria ja kissoja, mutta pienempienkin lemmikkieläinten kuvantaminen on lisääntynyt. Eläimen on pysyttävä paikallaan, joten se rauhoitetaan tai nukutetaan röntgenkuvan onnistumisen varmistamiseksi. Muutoin eläintä on pidettävä paikallaan käsin. (STUK 2019.)

Kiinnipitäjän tulisi aina olla eläimen omistaja, jos mahdollista (STUK 2012). Kiinnipitäjälle tulee kertoa säteilyaltistuksesta ja sen riskeistä, ja hänen tulee käyttää säteilysuojia kuvauksen ajan. Kuvausalue rajataan tarkasti kohteeseen niin, että kiinnipitäjän kädet tai muut kehonosat eivät osu säteilykeilaan. Liian suuri kuvausalue myös lisää eläimestä siroavaa säteilyä. Lääkkeellinen rauhoittaminen tai nukuttaminen voi vähentää riskejä ja säteilyaltistusta. Jos eläintä ei voida nukuttaa, siteet ja apuvälineet voivat vähentää käsillä kiinnipitämisen tarvetta. Pieniä eläimiä voidaan asetella paikalleen hiekkapusseilla, tukityynyillä ja siteillä. (IAEA 2021.)

Eläinkuvantamiseen liittyvän säteilysuojelun prioriteettina on suojella ihmisiä. Siitä huolimatta myös eläinten säteilyaltistus pitää huomioida tarkkaan, sillä ne ovat yhtä lailla alttiita säteilyn vaikutuksille. Näin ollen ihmisten lääketieteellisen säteilynkäytön kolmea pääperiaatetta voi hyödyntää myös eläinten säteilysuojelussa. Ihmisten kuvantamisesta eroavana piirteenä on kuvantaminen soveltuvuuden selvittämiseksi. Tällaisen säteilyaltistuksen perusteena ei ole eläimen etu, vaan esimerkiksi kasvatus- tai kilpailusoveltuvuuden määrittäminen. Näissä tilanteissa säteilysuojelua haastetaan, sillä kuvia saatetaan ottaa paljon, ja niiden ottaminen voi vaatia myös ihmisen altistamista säteilylle. (ICRP 2023.)

Suomen Kennelliitto pyrkii estämään koirien hyvinvointiin vaikuttavien vikojen ja sairauksien periytymisen ja leviämisen. Tätä ohjaa yleinen jalostusstrategia, sekä rotukohtaiset jalostuksen tavoiteohjelmat ja PEVISA-ohjelmat.

(Suomen Kennelliitto 2017.) Lyhenne PEVISA viittaa perinnöllisten vikojen ja sairauksien vastustamisohjelmiin, joissa määritellään terveystutkimuksiin liittyviä ehtoja. Ohjelmassa saatetaan vaatia röntgenlausuntoa useista eri kehonosista, kuten lonkista, kyynärpäistä, polvista tai selästä. (Suomen Kennelliitto 2023.) Tällöin säteilyaltistuksen perusteena on kyseisen eläimen hyvinvoinnin sijaan mahdollisten jälkeläisten terveysturvien ehkäiseminen.

4.2 Toimintaympäristö

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Eläinlääkäriasema Pet-Vet Oy sekä Pet-Vet Orto Oy. Eläinlääkäriasema Pet-Vet on toiminut vuodesta 1981, ja vuonna 2018 sen läheisyyteen perustettiin Suomen ensimmäinen ortopediaan erikoistunut eläinsairaala Pet-Vet Orto. Sekä eläinlääkäriasema, että ortopedinen eläinsairaala sijaitsevat Turun Skanssin alueella samassa rakennuksessa. Potilaskuntaan kuuluvat pieneläimet kuten koirat, kissat ja eksoottiset eläimet. Pet-Vet palvelee arkisin, ja eläinlääkäriasemalla on myös päivystystoimintaa lauantaisin. (YTJ 2023a, YTJ 2023b, Eläinlääkäriasema Pet-Vet 2023, Pet-Vet Orto 2023.)

Opinnäytetyö kattaa kaksi Control-X Medical Zoomax –natiiviröntgenlaitetta, joista toinen sijaitsee eläinlääkäriaseman ja toinen eläinsairaalan tiloissa (kuva 1). Röntgenlaitteistoja käyttävät eläinlääkärit sekä klinikkaeläinhoitajat. Säteilyturvallisuusvastaavana toimii nimetty eläinlääkäri, ja säteilyturvallisuus- asiantuntija on tarvittaessa käytettävissä.



Kuva 1. Control-X Medical Zoomax -natiiviröntgenlaite Pet-Vet Orton tiloissa.
© Riina Suomi



Kuva 2. Control-X Medical Zoomax-röntgenputki ja kuvausarvojen valintapaneeli. © Riina Suomi

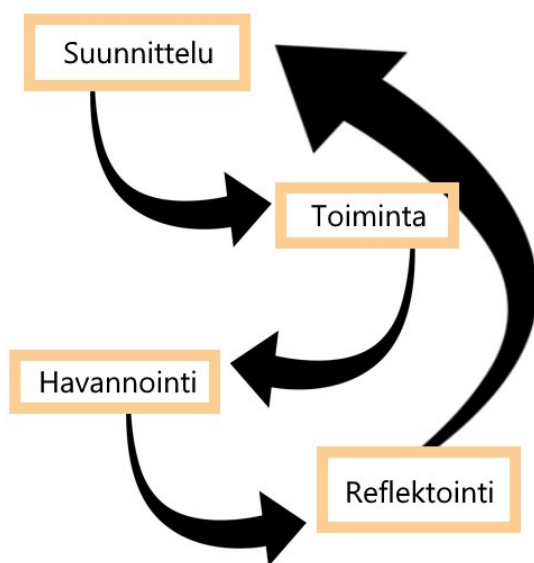
5 Toteutus

5.1 Kehittämistyö

Tämä opinnäytetyö on kehittämistyö, jonka tuotoksena on kuvausarvotaulukko pieneläinkuvantamiseen. Tuotoksen pohjana toimii opinnäytetyön teoriaosuus, joka koostuu röntgen- ja pieneläinkuvantamisen piirteistä.

Kehittämistoiminta perustuu osallistuvien tahojen yhteisymmärrykseen kehitettävästä kohteesta, kehitystyön toteutuksesta, ja sen jakamisesta käytäntöön. Sen ensisijaisena tavoitteena on tyypillisesti jonkin konkreettisen asiantilan tai toiminnan muuttaminen. (Salonen ym. 2017, 29, 34.) Tältä pohjalta tapasimme Pet-Vetin henkilökuntaa ja keskustelimme mahdollisista kehitystarpeista. Päätimme yhdessä ottaa säteilysuojelun kehityskohteeksi kuvantamisessa käytettävät kuvausarvot, jotka saataisiin kätevästi käyttöön taulukon muodossa.

Kuvausarvotaulukon kehittäminen seurasi spiraalimallia. Tämän mallin mukaan suunnittelusta, toteutuksesta, havainnoinnista ja reflektoinnista muodostuu kehä, joka toistuu spiraalimaisesti (Toikko & Rantanen 2009, 66). Taulukon kuvausarvoja testattiin käytännössä, jonka aikana havainnoimme niiden sopivuutta, ja teimme tarvittavat muutokset. Tämä kuvaa hyvin kehittämisprosessin spiraalimaisuutta reflektoinnista takaisin toteutukseen, ja siitä uudelleen havainnointiin.



Kuvio 1. Spiraalimalli (mukaillen Salonen 2013)

5.2 Kuvausarvotaulukko

Lähtökohtana olivat Pet-Vetin ja Pet-Vet Orton ennestään käytössä olleet kuvanlaadun kannalta hyväksi todetut kuvausarvot. Tämän lisäksi saimme tarkasteluun Turun yliopistollisen keskussairaalan lasten kuvantamiseen käytettäviä kuvausarvoja. Kuvattavien eläinpotilaiden koko voi vaihdella esimerkiksi vain muutamakiloisesta chihuahuaista melkein satakiloiseen tanskandoggiiin, joten taulukon jakaminen useisiin kokoluokkiin oli perusteltua. Halusimme kuitenkin säilyttää taulukon helppokäyttöisyyden, joten päätimme jakaa kuvattavat lemmikit kolmeen eri kokoluokkaan. Valitsemamme kokoluokat alle 10 kg, 10-25 kg ja 25-50 kg kuvastavat kuvattavien eläimien yleistä kokojakaamaa. Taulukkoon valittiin samat kuvauskohteet, kuin Pet-Vetin vanhoissa taulukoissa. Optimoinnissa hyödynsimme saamiemme vertailuarvojen lisäksi 15% sääntöä, jotta saisimme minimoitua sädealtistuksen pitäen kuvanlaadun riittävänä.

Kuvausarvotaulukkoa kehitellessämme huomasimme edeltävästi käytössä olleissa kuvausarvoissa olevan hyvinkin suuria eroavaisuuksia keskenään. Usein suurenkin kokoeron omaavat potilaat kuvattiin samoin kuvausarvoin.

Tämä korosti luomamme taulukon helppokäyttöisyyden tärkeyttä. Varsinkin koirien virallisia kuvia ottaessa on yleistä, että asentoa saatetaan korjailta ja kuva uusua. Nämä olivat otollisia hetkiä testauksemme kannalta. Pystyimme testaamaan kuvausarvoja ja vertailemaan kuvien laatua, sekä annosindeksin antamia lukuja aiheuttamatta lisää sädeannosta. Kuvien laatua tarkkailimme silmämääräisesti vertailemalla niitä aiemmilla arvoilla otettuihin kuviin. Saimme myös eläinlääkäreiltä palautetta kuvien riittävydestä, sekä perusteluja heidän mielipiteilleen. Laadun lisäksi seurassimme annosindeksiä. Annosindeksin avulla pystyimme suurpiirteisesti seuraamaan sädeannoksien suuruusluokkaa.

Vertailuarvojen käyttöä ja kuvausarvotaulukon luomista hankaloitti Pet-Vetin yllättävä laitepäivitys, jossa laitteisiin asennettiin virtuaalihila. Päädyimme testaamaan taulukkomme ennen hilan asennusta, sekä hilan asennuksen jälkeen. Näin saimme ensimmäisellä testikerralla sopivan alhaiset kV- ja mAs-arvot, ja toiselle testikerralle jäi enää virtuaalihilan etujen hyödyntäminen. Testausten välissä luomamme kuvausarvotaulukko oli Pet-Vetin käytössä. Tänä aikana he keräsivät meille kommentteja ja kehitysehdotuksia taulukosta. Toisen haasteen taulukon luomiseen loi eläinlääkärien ja eläinradiologien vaatima kuvanlaatu verrattuna ihmisten kuvantamisessa hyväksytyyn laatuun. Esimerkiksi kyynärissä ja tassuissa arvostettiin voimakasta kontrastia, joka vaikutti mAs-arvon optimointiin. Saimme kuitenkin aikaan arvot, joilla laatu on hyväksyttävä ja sädeannos aiempaa alhaisempi.

5.3 Kuvausarvotaulukon arviointi

Tarkastelimme silmämääräisesti kuvanlaatua, ja arvioimme yhdessä henkilökunnan kanssa sen riittävyttä. Vertailimme uusilla arvoilla otettuja kuvia aiemmilla arvoilla otettuihin kuviin ja kiinnitimme huomiota kontrastiin, kohinaan ja erotuskykyyn. Aluksi eläinlääkäri tarkasti jokaisen testiarvoilla kuvatun kuvan ja kertoi, millaisia ominaisuuksia kovalta toivoi. Muutaman kuvan jälkeen harjaannuimme katsomaan kuvia itse, joten pystyimme itse arvioimaan kuvan riittävyttä. Klinikkaeläinhoitaja sekä satunnaisesti myös eläinlääkäri arvioi kuvia edelleen.

Koko kehittämistyön tavoitteena oli edistää säteilysuojelua, joten arvioimme aktiivisesti muutosten vaikutusta siihen. Havaitimme, että kuvausohjelma kertoi meille jokaisen kuvan annosindeksin mikrograyna (μGy). Annosindeksiä seuratessa huomasimme niiden tippuvan merkittävästi, kohteesta riippuen jopa puolittuvan, testiarvoja käyttäessä.

Kuvausarvotaulukkoa ei julkaista osana opinnäytetyöraporttia, sillä se on luotu vain Pet-Vet Oy -konsernin käyttöön.

6 Pohdinta

6.1 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyö noudattaa Tutkimuseettisen neuvottelukunta TENK:n laatimaa hyvää tieteellistä käytäntöä. Sen peruseriaatteita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto (TENK 2023). Kehittämistyön pohjaksi on valittu monipuolisesti ajantasaisia ja luotettavia lähteitä. Käytimme paljon sekä ulkomaisia että kotimaisia yleisesti luotettujen tahojen julkaisuja.

Tuotoksemme luotettavuutta lisää testaaminen oikeassa toimintaympäristössä, sekä se, että tuotosta arvioivat tekijöiden lisäksi myös tulevat käyttäjät. Jotta kuvausarvotaulukkoa voidaan käyttää työympäristössä, tulee sen olla huolellisesti ja vastuullisesti tehty. Olemme huomioineet koko opinnäytetyöprosessin ajan, että tuotoksemme vaikuttaa suoraan eläinten ja ihmisten säteilyaltistukseen. Eläimiä ei altistettu säteilylle enempää, kuin lähetteen ja indikaation mukaan oli tarpeellista. Jokaisen testaamamme kuvausarvoyhdistelmän säteilyannos oli alhaisempi, kuin Pet-Vetin vanhojen kuvausarvotaulukoiden vastineet. Opinnäytetyössä ei kerätty potilas- tai henkilötietoja.

6.2 Opinnäytetyöprosessin pohdinta

Alusta asti oli selvää, että opinnäytetyön aiheeksi valikoituisi kehittämistyö, josta olisi konkreettista hyötyä. Koirien kuvantaminen oli jollakin asteella tuttua, joten lähdimme kartoittamaan lähialueen eläinklinikoiden kiinnostusta ja säteilysuojelun tilannetta. Aihe sai välittömästi positiivisen vastaanoton, ja kehittämisaipu oli kaivattua. Pet-Vetin henkilökunta tarjosi tarvittavat pohjatiedot kuvantamistoiminnastaan. Opinnäytetyön suunnittelu alkoi ripeällä aikataululla syksyllä 2022, ja suunnitelma oli valmis vuoden loppuun mennessä. Opinnäytetyön tuotoksen ja raportin teon aikataulutukset osoittautui haasteelliseksi, mutta prosessi saatiin päätökseen toukokuussa 2023.

Opimme paljon pieneläinkuvantamisen toimintatavoista, laitteistoista ja ennen kaikkea eroavaisuuksista ihmisten lääketieteelliseen kuvantamiseen. Opimme myös lisää kV- ja mAs-arvojen vaikutuksesta kuvanlaatuun. Myös kuvausarvojen vaikutus sädeannokseen konkretisoitui, sillä pienelläkin muutoksella pystyi esimerkiksi puolittamaan sädeannoksen. Eläinkuvantamisen piirteet asettivat omat haasteensa, mutta myös motivoivat tekemään töitä röntgenkuvantamisen kehittämiseksi. Opinnäytetyön tavoitteena oli edistää pieneläinkuvantamisen säteilysuojelua. Onnistuimme pienentämään kuvausarvoja ja samalla tuotua lisätietoa eläinkuvantamisen parissa työskenteleville, joten tavoite toteutui varmasti.

Huomasimme, että pieneläinkuvantamisen säteilysuojelu on hyvin ajankohtaista, sillä aiheesta löytyi useita laajoja kansainvälisiä lähteitä lähivuosilta. Tästä huolimatta STUK:n materiaali eläinkuvantamisesta on melko suppeaa ja vanhaa. Lisäksi havaitsimme, että eläinröntgenin toimintatavat perustuvat pitkälti rutiiniin ja tottumukseen. Jatkokehittämiselle on paljon mahdollisuuksia esimerkiksi suomalaisten ohjeistusten ja lisäkoulutusten muodossa. Eläinkuvantaminen voisi hyötyä valtavasti säteilyammattilaisten ja -viranomaisten, eläinlääketieteen ammattilaisten sekä Suomen kennelliiton yhteistyöstä.

Lähteet

Eläinlääkäriasema Pet-Vet 2023. Pet-Vet -verkkosivuston etusivu. Viitattu 9.5.2023. <https://petvet.fi/>

IAEA 2014. Diagnostic Radiology Physics. Wien: IAEA. Viitattu 9.5.2023. <https://www.iaea.org/publications/8841/diagnostic-radiology-physics>

IAEA 2021. Safety Reports Series No. 104, Radiation Protection and Safety in Veterinary Medicine. Viitattu 29.01.2023. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1894_web.pdf

ICRP 2022. ICRP Publication 153: Radiological Protection in Veterinary Practice. Annals of the IRCP. Vol. 51, No 4, 9-95.

Kekki, T. 2019. Teollisuuden ja Tutkimuksen 13. Säteilyturvallisuuspäivät - Perustietoa säteilystä ja suojautumisesta. Viitattu 29.01.2023. <https://www.stuk.fi/documents/12547/10027803/Kekki-Tommi-TEOL2019.pdf/6ac32e78-c5ed-116e-0f14-d4a1f5b367b5?t=1571653764199>

Martin C. 2006. Biomedical Imaging and Intervention Journal. Optimisation in general radiography. Viitattu 5.5.2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3097657/pdf/bijj-03-e18.pdf>

Oulun yliopistollinen sairaala 2023. Natiiviröntgentutkimus. Viitattu 11.5.2023. https://oys.fi/sairaanhoidon_palvelukeskus/palvelut/natiivirontgentutkimus/

Pet-Vet Orto Oy 2023. Pet-Vet Orto -verkkosivuston etusivu. Viitattu 9.5.2023. <https://petvetorto.fi/>

Rantanen, T. & Toikko, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. 3., korjattu painos. Tampere: Tampere University Press. Tampereen yliopiston julkaisuarkisto Trepo. Viitattu 30.1.2023. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-44-7732-4>

Salonen, K.; Eloranta, S.; Hautala, T. & Kinos, S. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Oppimateriaaleja 108. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 9.5.2023. <https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522166494.pdf>

Soimakallio, S.; Kivisaari, L. ym. 2005. Radiologia. 1. painos. Helsinki: WSOY.

STUK 2004. Säteily- ja ydinturvallisuus 3, Säteilyn käyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus. Viitattu 29.01.2023.

https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_1.pdf/a825da96-784a-4868-80a7-3a3d33549257

STUK 2012. Säteilyturvallisuus eläinröntgentutkimuksissa. Viitattu 8.5.2023. <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST8-1>

STUK 2019. Eläinten röntgentutkimukset. Viitattu 8.5.2023. <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/elainten-rontgentutkimukset>

STUK 2020. Terveyshaittojen ehkäiseminen säteilysuojelulla. Viitattu 29.01.2023. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/terveyshaittojen-ehkaiseminen-sateilysuojelulla>

Suomen Kennelliitto 2017. Yleinen jalostusstrategia 2018–2023. Viitattu 8.5.2023.

<https://www.kennelliitto.fi/lomakkeet/kennelliiton-yleinen-jalostusstrategia-2018-2023>

Suomen Kennelliitto 2023. PEVISA-ohjelmat ja rotukohtaiset erityisehdot 2023. Viitattu 8.5.2023.

<https://www.kennelliitto.fi/lomakkeet/pevisa-ja-rotukohtaiset-erityisehdot-2023>

TENK 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki: Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Viitattu 9.5.2023.

https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

U.S. Department of Health & Human Services, National Institutes of Health (NIH) 2022, X-rays. Viitattu 29.01.2023.

<https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/x-rays>

YTJ 2023a. Eläinlääkäriasema Pet-Vet Oy. Yritys- ja yhteisöhaku. Viitattu 9.5.2023. <https://tietopalvelu.ytj.fi/yritys/0415989-5>

YTJ 2023b. Pet-Vet Orto Oy. Yritys- ja yhteisöhaku. Viitattu 9.5.2023. <https://tietopalvelu.ytj.fi/yritys/2953069-7>