

OPINNÄYTETYÖ
PAULIINA NAUHA 2012

**LÄMPÖKAMERAKUVAUS
SELKÄSAIRAUKSIEN DIAGNOSTISENA
MENETELMÄNÄ**



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

LIIKUNNAN JA VAPAA-AJAN KOULUTUSOHJELMA

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

Liikunnanohjaaja (AMK)

Opinnäytetyö

LÄMPÖKAMERAKUVAUS SELKÄSAIRAUKSIEN DIAGNOSTISENA MENETELMÄNÄ

Pauliina Nauha

2012

Toimeksiantaja Thermidas Oy

Ohjaajat Piia Similä, Susanna Parkkisenniemi

Hyväksytty _____ 2012 _____

| | | | |
|----------------------------|--|--------------|------|
| Tekijä | Pauliina Nauha | Vuosi | 2012 |
| Toimeksiantaja | Thermidas Oy | | |
| Työn nimi | Lämpökamerakuvaus selkäsairauksien diagnostisena menetelmänä | | |
| Sivu- ja liitemäärä | 57+2 | | |

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada tietoa lämpökameran käytöstä diagnostisena menetelmänä selkäsairaiden potilaiden osalta. Opinnäytetyössä haluttiin selvittää, mitä havaintoja voidaan tehdä, kun selkäsairaiden lämpökamerakuvista mitattuja lämpötiloja verrataan normatiivisen materiaalin lämpötiloihin. Vertailua tehtiin myös jakamalla selkäsairaita erilaisiin ryhmiin. Tutkimuksessa haluttiin selvittää myös, voidaanko selkäsairaiden lämpökamerakuvista todeta yhtäläisyyksiä potilaskertomuksien tai MRI-diagnoosien kanssa.

Tutkimuksen kohderyhmänä oli selkäsairaantuneet ihmiset (n=30) ja vertailuaineistona käytettiin keuhkojen 2011 tutkimusharjoittelussa kuvattuja normatiivisia henkilöitä (n=30). Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin lämpökamerakuvausta ja taustakyselylomaketta. Tutkimusote oli pääosin määrällinen. Kuvista mitattiin analyysiohjelmalla lämpötiloja ja ryhmien keskiarvojen vertailuun käytettiin T-testiä, Mann-Whitneyn U-testiä ja Kruskal-Wallis testiä. Visuaalisen analyysin ja vertailun MRI-diagnooseihin teki lääketieteen asiantuntija.

Tutkimustuloksien mukaan selkäsairaiden ja normatiivisten henkilöiden keskiarvolämpötilat eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Sen sijaan toiminnallisten sairauksien ryhmä erosi normatiivisesta yhdessä mittauspisteessä ($p=0,014^*$) ja muiden selkäsairauksien ryhmä kahdessa mittauspisteessä ($p=0,011^*$) ja ($p=0,004^{**}$). Visuaalisessa analyysissä kuvista löydettiin 9 löydöstä, jotka vastasivat potilaskertomuksia muun muassa sijainnin perusteella. Lämpökamerakuvista ei löytynyt vastaavuuksia samojen henkilöiden magneettikuvien lausuntoihin.

Tulosten perusteella voidaan päätellä, ettei lämpökamerakuvista voida havaita selkäsairautta pelkkien lämpötilatietojen avulla. Lääketieteen asiantuntija voi kuitenkin löytää kuvia tarkastelemalla mahdollisen vammakohdan sekä sen aiheuttajan.

Avainsanat: lämpökamera, lämpökamerakuvaus, lämpökamerakuva, selkäsairaus, diagnosointi

| | | | |
|--------------------------|---|-------------|------|
| Author | Pauliina Nauha | Year | 2012 |
| Commissioned by | Thermidas Oy | | |
| Subject of thesis | Medical Usage of Thermography in Diagnosing Back Pain | | |
| Number of pages | 57+2 | | |

The aim of this thesis was to gather information about the use of thermography in diagnosing patients with back pain. The objective was to find out what observations can be made when comparing the temperatures measured in the thermograms of back pain patients to those of normative persons. Comparison was also made by dividing the back pain patients into different groups. One objective was also to find out if there were any similarities between the thermograms of the back pain patients and the patient records or MRI diagnoses.

The target group of the research were people with back pain ($n=30$) and the comparative group consisted of normative people ($n=30$) whose thermograms were imaged during a research practice in spring 2011. The research material was gathered by thermographic imaging and by a questionnaire about background information. The research was mainly quantitative. The temperatures in the thermograms were measured by using an analysis programme and the average temperatures of the groups were compared by using the T-test, Mann-Whitney U test and Kruskal-Wallis test. The visual analysis and the comparison to MRI-diagnoses were performed by a medical expert.

According to the research results there were no significant statistical differences in the average temperatures between the back pain patients and the normative people. Instead, the group of back pain patients with functional limitations differed from the normative group on one measuring point ($p=0,014^*$) and the group of back pain patients with other back disorders on two measuring points ($p=0,011^*$) and ($p=0,004^{**}$). In the visual analysis of the thermograms there were nine findings that corresponded with the patient records, for example the location. No correspondence was found between the patients' thermograms and MRI-diagnosis.

The conclusion of this research is that it is not possible to identify a back disorder from the thermograms only by temperature information. However, a medical expert can find the location of the possible injury and the cause of it by a visual examination of the thermograms.

Key words: thermographic camera, thermal imaging, thermogram, back pain, diagnosis

SISÄLLYS

| | |
|---|-----------|
| KUVA-, KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO | 1 |
| 1 JOHDANTO..... | 2 |
| 2 LÄMPÖKAMERAKUVAUS | 4 |
| 2.1 LÄMPÖKAMERAKUVAAMINEN JA LÄMPÖSÄTEILY | 4 |
| 2.2 LÄMPÖKAMERAKUVAAMISEN KEHITYS..... | 6 |
| 2.3 THERMIDAS OY JA THERMIDAS LÄMPÖKUVAUSLAITTEISTO..... | 6 |
| 3 SELÄN SAIRAUDET..... | 8 |
| 3.1 VÄLILEVYYN LIITTYVÄT SAIRAUDET | 8 |
| 3.2 NIKAMIIN LIITTYVÄT SAIRAUDET | 9 |
| 3.3 MUUT SAIRAUDET | 10 |
| 4 SELKÄSAIRAUKSIEN DIAGNOSOINTI JA ERITYISTUTKIMUKSET | 13 |
| 4.1 SELKÄSAIRAUKSIEN DIAGNOSOINNIN KULKU | 13 |
| 4.2 SELKÄSAIRAUKSIEN DIAGNOSOINTI ERITYISTUTKIMUKSILLA | 15 |
| 4.2.1 Tietokonetomografia, CT..... | 15 |
| 4.2.2 Magneettikuvaus, MRI..... | 16 |
| 4.2.3 Isotooppikuvaus | 17 |
| 4.2.4 Lämpökamerakuvaus, DITI..... | 18 |
| 5 LÄMPÖKAMERAKUVAAMISEN SOVELLUTUKSET | 19 |
| 5.1 LÄMPÖKAMERAKUVAAMISEN KÄYTTÖKOHTEET | 19 |
| 5.2 KÄYTTÖKOHTEET TERVEYDENHUOLLOSSA | 20 |
| 6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT..... | 24 |
| 7 TUTKIMUSMENETELMÄT | 26 |
| 7.1 MÄÄRÄLLINEN TUTKIMUS | 26 |
| 7.2 TUTKIMUSKOHDE | 26 |
| 7.2.1 Aineistojen esittely | 27 |
| 7.2.2 Selkäsairauksien esittely..... | 30 |
| 7.3 TUTKIMUKSEN KULKU | 31 |
| 7.4 AINEISTON ANALYYSI..... | 35 |
| 7.4.1 Numeraalinen analyysi | 35 |
| 7.4.2 Visuaalinen analyysi..... | 37 |
| 7.4.3 MRI-kuvien analysointi..... | 38 |
| 7.5 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS | 38 |
| 8 TUTKIMUSTULOKSET..... | 41 |
| 8.1 NORMATIIVISTEN JA SELKÄSAIRAIDEN KESKIARVOJEN VERTAILU..... | 41 |
| 8.2 NORMATIIVISTEN JA SELKÄSAIRAIDEN KESKIARVOJEN VERTAILU RYHMITTÄIN | 42 |
| 8.2.1 Välilevysairaus..... | 42 |
| 8.2.2 Nikamasairaus | 43 |
| 8.2.3 Muu selkäsairaus | 44 |
| 8.2.4 Rakenteellinen selkäsairaus..... | 44 |

| | |
|--|-----------|
| 8.2.5 Toiminnallinen selkäsairaus | 45 |
| 8.2.6 Iskiasoireinen selkäsairaus | 46 |
| 8.2.7 Iskiasoireeton selkäsairaus | 46 |
| 8.3 LÄMPÖKAMERAKUVIEN YHTÄLÄISYYDET POTILASKERTOMUKSIIN JA MRI- | |
| DIAGNOOSEIHIN | 47 |
| 8.3.1 Yhtäläisyydet potilaskertomuksiin | 47 |
| 8.3.2 MRI-kuvat | 48 |
| 9 POHDINTA | 49 |
| 9.1 Tulosten pohdinta | 49 |
| 9.2 Opinnäytetyöprosessi ja jatkotutkimusaiheita | 51 |
| LÄHTEET | 53 |
| LIITTEET | 58 |

KUVA-, KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

| | |
|---|----|
| KUVA 1. RINTASYÖVÄN NÄKYMINEN LÄMPÖKAMERALLA KUVATUISSA KUVISSA | 21 |
| KUVA 2. ERI RINTASYÖPÄTYYPPEJÄ KUVATTUNA LÄMPÖKAMERALLA | 22 |
| KUVA 3. KITALAEN LÄMPÖTILAN MITTAUS..... | 34 |
| KUVA 4. LÄMPÖKAMERALLA OTETTU KUVA ALASELÄSTÄ..... | 34 |
| KUVA 5. LÄMPÖKAMERALLA OTETTU KUVA YLASELÄSTÄ JA HARTIANSEUDUSTA..... | 34 |
| | |
| KUVIO1. SÄHKÖMAGNEETTINEN SPEKTRI | 4 |
| KUVIO 2. NÄKYVÄ VALO JA INFRAPUNASÄTEILYN AALTOALUEET..... | 5 |
| KUVIO 3. SELKÄSAIRAIDEN IKÄJAKAUMA..... | 27 |
| KUVIO 4. NORMATIIVISTEN IKÄJAKAUMA..... | 28 |
| KUVIO 5. TUTKIMUKSEN KULKU | 32 |
| | |
| TAULUKKO 1. TUTKIMUSHENKILÖIDEN EMISSIIVISYSLÄMPÖTILOJEN KESKIARVOT JA KESKIHAJONNAT | 28 |
| TAULUKKO 2. TUTKIMUSHENKILÖIDEN PITUUKSIEN KESKIARVOT JA KESKIHAJONNAT..... | 29 |
| TAULUKKO 3. TUTKIMUSHENKILÖIDEN PAINOJEN KESKIARVOT JA KESKIHAJONNAT | 29 |
| TAULUKKO 4. SELKÄSAIRAUKSIEN JAKAUTUMINEN VÄLILEVY-, NIKAMA-, JA MUIHIN SELKÄSAIRAUKSIIN..... | 30 |
| TAULUKKO 5. SELKÄSAIRAUKSIEN JAKAUTUMINEN RYHMITÄIN..... | 31 |
| TAULUKKO 6. T-TESTIN TULOKSET SELKÄSAIRAIDEN JA NORMATIIVISTEN KESKIARVOJEN VERTAILUSSA. | 42 |
| TAULUKKO 8. MANN-WHITNEYN U-TESTIN TULOKSET VÄLILEVYSAIRAUKSIEN JA NORMATIIVISTEN KESKIARVOLÄMPÖTILOJEN VERTAILUSSA..... | 42 |
| TAULUKKO 9. KRUSKALL-WALLIS -TESTIN TULOKSET VÄLILEVYSAIRAIDEN, NIKAMASAIRAIDEN, MUIDEN SAIRAUKSIEN JA NORMATIIVISTEN KESKIARVOLÄMPÖTILOJEN VERTAILUSSA..... | 43 |
| TAULUKKO 10. MANN-WHITNEYN U-TESTIN TULOKSET MUILLA SELKÄSAIRAUKSIEN JA NORMATIIVISTEN KESKIARVOLÄMPÖTILOJEN VERTAILUSSA..... | 44 |
| TAULUKKO 11. MANN-WHITNEYN U-TESTIN TULOKSET RAKENTEELLISIEN SELKÄSAIRAUKSIEN JA NORMATIIVISTEN SELKÄSAIRAUKSIEN KESKIARVOLÄMPÖTILOJEN VERTAILUSSA. | 45 |
| TAULUKKO 12. MANN-WHITNEYN U-TESTIN TULOKSET TOIMINNALLISTEN SELKÄSAIRAUKSIEN JA NORMATIIVISTEN KESKIARVOLÄMPÖTILOJEN VERTAILUSSA..... | 45 |
| TAULUKKO 13. MANN-WHITNEYN U-TESTIN TULOSTAULUKKO ISKIASOIREISTEN SELKÄSAIRAUKSIEN JA NORMATIIVISTEN KESKIARVOLÄMPÖTILOJEN VERTAILUSSA..... | 46 |
| TAULUKKO 14. MANN-WHITNEYN U-TESTIN TULOKSET ISKIASOIREETTOMIEN SELKÄSAIRAUKSIEN JA NORMATIIVISTEN KESKIARVOLÄMPÖTILOJEN VERTAILUSSA..... | 47 |
| TAULUKKO 15. SELKÄSAIRAIDEN VISUAALISEN ANALYYSIN JA POTILASKERTOMUKSIEN VASTAAVUUDET | 48 |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä on tutkittu lämpökameran soveltuvuutta diagnosointilaitteeksi. Lämpökamera on laite, joka mittaa kuvattavan kohteen lähettämää eli emittoivaa lämpösäteilyä (González 2007, 323; Infradex 2011a). Monikäyttöisenä välineenä sen käyttö on yleistynyt (Infradex 2011b) myös terveydenhuollon puolelle, jossa sillä havainnoidaan ihmiskehon lämpötilan muutoksia. Muutokset voivat johtua esimerkiksi tulehduksista, infektiosta tai erilaisista toimintahäiriöistä, jotka saavat aikaan kehon lämpötilan tai ihon pintalämpötilan nousua. (Jiang ym. 2005, 257; Ring 2010.) Lämpökameran kliininen käyttö ei ole kuitenkaan tällä hetkellä kovin yleistä, sillä erilaisista mittaustavoista ja järjestelmistä johtuen tuloksia ei ole voitu vakioda. Lämpökameran kliinisestä käytöstä on kuitenkin tehty paljon tutkimusta, ja lämpökameran voidaan sanoa olevan lääketieteessä tunnettu väline etenkin verenkierron ja tulehdusten tutkimisessa. (Karhu 2010a, 3; Ring 2010).

Tutkimuksessa haluttiin selvittää lämpökameran käyttömahdollisuuksia selkäsairauksien diagnosoinnissa. Alalla käytetään tällä hetkellä useaa eri kuvantamismenetelmää, joiden rinnalle lämpökamera tarjoaisi edullisen, turvallisen, non-invasiivisen ja nopean vaihtoehdon. Selkäsairaudet ovat Suomessa varsin yleisiä, sillä niitä esiintyy noin miljoonalla suomalaisella vuosittain (Arokoski 2007, 460; Airaksinen 2005, 231). Yleisimpiä pitkittyneitä kiputiloja suomalaisten työikäisten keskuudessa ovat juuri selän kiputilat (Hagelberg–Valjakka 2008) ja kroonistuessaan ne vaikuttavat yksilön toiminta- ja työkykyyn rajoittavasti, kuormittaa terveyspalvelujärjestelmää sekä aiheuttaa merkittäviä kustannuksia (Hagelberg–Valjakka 2008).

Kiinnostus juuri selkäsairauksien tutkimiseen lämpökameran avulla on lähtöisin työn tilaajalta, Thermidas Oy:ltä. Oma kiinnostukseni tutkimusta kohtaan heräsi tutkimusharjoittelun myötä, jossa kerättiin aineistoa tähän tutkimukseen. Opinnäytetyön aihe lukeutuu paljolti lääketieteeseen, terveydenhuoltoon ja hyvinvointiteknologian alle, mutta liittyy läheisesti myös liikunnanohjaaja (AMK) opintojeni aikana opiskelemiini aiheisiin, kuten terveyden edistämiseen, työikäisten hyvinvointiin, anatomiaan ja fysiologiaan, sekä tutkimus- ja kehittämistoimintaan. Tutkimuksen tekeminen on vaatinut myös teknologia-

ja tietotekniikkaosaamista, sillä aineiston keräämiseen ja analysointiin käytin Thermidas-lämpökuvauslaitteistoa sekä tilastointiohjelmia.

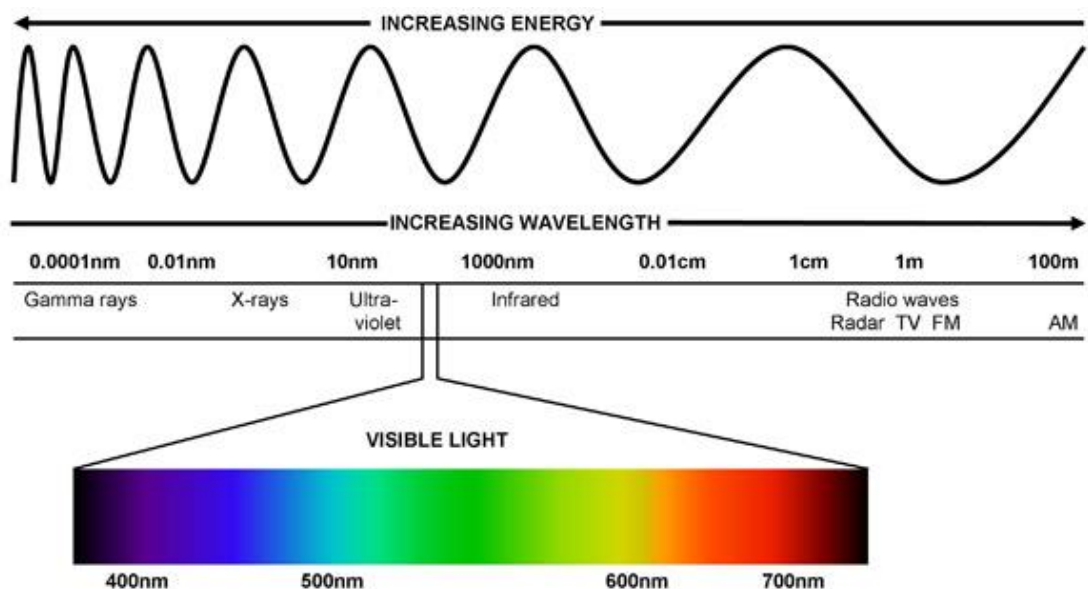
Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa tietoa laitteen käytettävyydestä diagnosointimenetelmänä. Tulevaisuudessa tutkimustiedon lisääntyessä se voi kehittyä uudeksi, nopeaksi diagnosointitavaksi terveydenhuollon kentälle. Lämpökamera olisi erittäin tervetullut vaihtoehto etenkin ahtaanpaikankammosta kärsiville potilaille, sillä se ei vaadi tutkittavalta esimerkiksi magneettitutkimuksen tapaan putkimaisessa rakenteessa makaamista. Myös säteilemättömyytensä ansiosta lämpökamerakuvaaminen olisi turvallisena menetelmänä erittäin hyvä vaihtoehto röntgenkuvaamiselle ja isotooppikuvaamiselle. Se tarjoaisi myös edullisen vaihtoehdon kalliille magneettikuvaukselle. Yksi tutkimusprosessin tavoitteista on myös kerätä Thermidas Oy:lle tietoa laitteen käytettävyydestä kuvaustilanteessa sen jatkokehittämistä varten. Tähän en kuitenkaan paneudu raportissa. Toivon, että tutkimuksen tuloksista on hyötyä Thermidas Oy:lle ja kootusta aineistosta olisi mahdollisimman paljon hyötyä myös jatkotutkimuksia varten.

2 LÄMPÖKAMERAKUVAUS

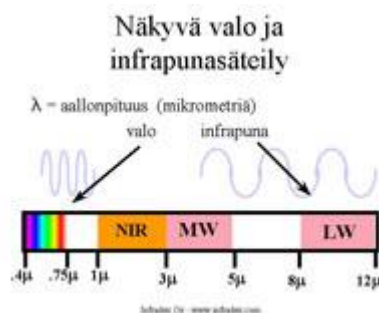
2.1 Lämpökamerakuvaaminen ja lämpösäteily

Lämpökamera on laite, joka mittaa kuvattavan kohteen lähettämää eli emittoivaa lämpösäteilyä. Sitä käytetään kuvauskohteen lähettämän lämpösäteilyn mittausta varten. Lämpösäteilyä lähettää jokainen kohde maailmassa, joiden lämpötila on yli absoluuttisen nollapisteen -273 °C (González 2007, 323; Infradex 2011). Kohteen lähettämä lämpösäteily on myös verrannollinen kohteen todelliseen lämpötilaan (Infradex 2011). Lämpösäteily kuuluu infrapuna-aaltoalueeseen, joka on yksi sähkömagneettisista säteilylajeista.

Säteilyä voidaan jakaa sähkömagneettisen spektrin mukaisesti eripituisiin aaltoalueisiin ja näistä tunnetuin alue lienee näkyvän valon aallonpituusalue, jonka aallonpituus on noin 400–700 nanometriä (Harrington 2010). Sähkömagneettisessa spektrissä näkyvät sähkömagneettisen säteilyn eri lajit (kuvio 1). Infrapunasäteily, jota lämpökamerakin mittaa, on pitkäaaltoisempaa kuin näkyvä valo, ultravioletti-, röntgen-, ja gammasäteily, mutta lyhytaaltoisempaa, kuin mikroaallot ja radioaallot.



Kuvio1. Sähkömagneettinen spektri
(Harrington 2010)



Kuvio 2. Näkyvä valo ja infrapunasäteilyn aaltoalueet (Infradex 2011)

Kun infrapuna-aaltoaluetta tarkastellaan tarkemmin, voidaan se edelleen jakaa kolmeen osaan (kuvio 2). Lähimpänä näkyvää valoa sijaitsee lähi-infrapunon aaltoalue (NIR), jonka aallonpituus on 1–3 μ (mikrometriä). Tämän jälkeen tulevat keskiaaltoalue (MW), jonka pituus on 3–5 μ ja pitkäaaltoalue (LW), jonka pituus on 8–12 μ. Tarkemmin määriteltynä lämpösäteily on keskiaaltoalueen ja pitkäaaltoalueen infrapunasäteilyä. (Infradex 2011.)

Kun kohteen lämpösäteilyä mitataan lämpökameralla, on mitattavasta lämpösäteilystä suurin osa (n. 85 %) kohteesta lähtevää omaa lämpösäteilyä. Tämän lisäksi pieni osa (n. 10 %) on ympäristöstä pinnan kautta heijastuvaa säteilyä. Joissakin tapauksissa kolmantena osana on havaittavissa myös pinnan läpi tulevaa säteilyä (n. 5%). (Paloniitty 2004, 15–16.) Pinnan heijastavuuden suuruus riippuu sen emissiokertoimesta, johon vaikuttavat säteilyn aallonpituus, pintalämpötila, materiaali ja kuvauskulma (Paloniitty–Kauppinen 2006, 17). Materiaalin eli pinnan emissiivisyys voi olla välillä 0-1 ja se tarkoittaa pinnan kykyä säteillä omaa infrapunaenergiaa suhteessa täydelliseen säteilijään eli mustakappaleeseen. Mustakappaleen emissiivisyys on 1, jolloin heijastuksien osuus mitattavasta lämpösäteilystä on mahdollisimman pieni, ja kohteen itsensä lähettämä lämpösäteily on mahdollisimman suuri. Kun emissiivisyys lähenee nollaa, kappaleen oman energian säteily vähenee ja vastaavasti heijastuksien osuus mitattavassa säteilyssä lisääntyy. Ihmisen ihon emissiivisyys on n. 0,98 joten säteily on lähes täysin peräisin iholta, eikä heijastuksia juuri tapahdu (Ring 2010). Mikäli kappaleen emissiivisyys on alhainen (0-0.5) on kyseessä hyvin kiiltävä pinta, jonka lähettämästä lämpösäteilystä suurin osa voi olla heijastuksia. (Paloniitty 2004, 17.)

Lämpökamera mittaa siis tutkittavan kohteen kokonaissäteilyn voimakkuutta. Lämpösäteily muuttuu kamerassa lämpötilatiedoksi, jonka avulla lämpökuva muodostuu digitaalisesti reaaliajassa. (Paloniitty–Kauppinen 2006, 9, 15.)

2.2 Lämpökamerakuvaamisen kehitys

Lämpökamerakuvaamisen kehityksen voidaan sanoa kulkeneen käsi kädessä sotateknologian kehittymisen kanssa, sillä lämpö- ja pimeänäön merkitys on ollut sotilaskäytössä aina hyvin merkittävä (Paloniitty–Kauppinen 2006, 15–16). Kaupallisilla markkinoilla lämpökameroita on ollut saatavilla vuodesta 1958 lähtien, jolloin niiden sarjavalmistus alkoi AGA Infrared AB:n toimesta. Nykyisin nimellä FLIR-systems tunnettu valmistaja käytti tuolloin laitteissa skanneritekniikkaa, jolloin kameran ilmaisim piti jäähdyttää nestemäisellä tyypellä kuvausalueesta riippuen 80–200 °C asteeseen. Skanneritekniikassa kuvakohteen lähettämän infrapunasäteilyn mittausta tapahtui yhden detektorin eli ilmaisimen avulla, jolloin kohde käytiin läpi piste pisteeltä. Vuonna 1995 markkinoille tuli matriisitekniikalla toimivia lämpökameroita, jolloin mittaaminen tapahtui useilla detektoreilla eli matriisi-ilmaisimilla niin, että jokaisella kuvauspisteellä oli oma mittaussilmä. Mittaustekniikka perustuu ilmaisimen resistiiviseen muutokseen, jonka kohteen lämpösäteily saa aikaan. (Paloniitty–Kauppinen 2006, 15–16.)

Lämpökamerat ovat kehittyneet huimaa vauhtia 1990-luvun alusta lähtien (González 2007, 323) esimerkiksi kameroiden erotuskyvyn, painon, koon ja kuvankäsittelyominaisuuksien osalta. Myös oheistuotteina tulleet kuvankäsittelyohjelmistot ovat mahdollistaneet yhä suuremmissa määrin lämpökameroiden käyttöä esimerkiksi rakennustekniikassa. (Paloniitty–Kauppinen 2006, 11.)

2.3 Thermidas Oy ja Thermidas lämpökuvauslaitteisto

Opinnäytetyön tilaaja on suomalainen yritys nimeltä Thermidas Oy. Yritys on tutkinut lämpökameran käyttöä lääketieteellisenä tutkimusmenetelmänä jo useita vuosia, ja tällä hetkellä yrityksellä on toimintaa Rovaniemellä, Kuopiossa sekä Helsingissä. Kuvauslaitteistoa kehitetään jatkuvasti. Parhailleen yritys kokoaa normatiivista materiaalia suomalaisista terveistä ihmisistä, jonka tuloksena saadaan tietoa normaalista lämpötilajakaumasta tarkasti määri-

tellyissä kehon osissa (Karhu 2010a, 2). Myös lämpökameran soveltuvuutta ihosyövän diagnosoinnissa tutkitaan parhaillaan.

Thermidas-lämpökuvauslaitteisto koostuu lääketieteelliseen kuvaukseen sopivasta, riittävän erotuskyvyn omaavasta FLIR-lämpökamerasta, sekä analyysiohjelmasta, joka on asennettu kannettavaan tietokoneeseen. Järjestelmän laitteet ovat kytketty toisiinsa kaapelilla. Kuvauslaitteistoa on helppo käyttää, ja laitteisto on myös mahdollista viedä kuvattavan luokse. (Karhu 2010a, 4.)

Thermidas-lämpökuvauslaitteiston lämpökamera tarvitsee minimissään 320 x 240 pikseliä elävän organismin kuvaamiseen ja analysointiin. Se mittaa lämpösäteilyä infrapuna-aaltoalueella 8–12 μ ja lyhytaaltoalueella 3–5 μ , ja näitä alueita käytettäessä häiriötekijöiden vaikutus on mahdollisimman pieni. Ihon pinnan lämpösäteilyn mittaamisen lisäksi laitteistolla haetaan lämpötilan jakaumasta myös syvemmältä välittyviä lämpötilaeroja, joiden avulla voidaan saada tietoa kudoksen tilasta. (Karhu 2010a, 3.)

Thermidas-analyysiohjelmalla voidaan analysoida kaikkea sitä tietomäärää, mitä kuvaushetkellä on ohjelmaan tallennettu. Analyysiohjelma mittaa kuvista lämpötilaeroja, ja vertaa niitä niin sanottuun normaaliin lämpötilaan, joka potilaan kohdalla tarkoittaa esimerkiksi kipeän raajan vertaamista terveeseen. Ohjelman avulla voidaan myös määritellä, minkälaisia lämpötilaeroja haetaan, ja tällöin ohjelma korostaa automaattisesti kyseiset kohdat näkyviin. Ohjelma määrittää automaattisesti vertailevia mittauspisteitä jopa 70000 ja ottaa huomioon erilaisia olosuhdemuuttujia, joilla se vaikuttaa virhemarginaaliin. Näitä muuttujia ovat esimerkiksi ympäristön lämpötila, ihon pinnan lämpötila ja -kosteus. Numeraalisen analysoinnin lisäksi ohjelmalla voidaan analysoida lämpökuvia myös visuaalisesti, jolloin se näyttää eri lämpötilat eri värein, tai harmaasävyin. (Karhu 2010a, 4–6.)

3 SELÄN SAIRAUDET

Selkäsairaudet ovat Suomessa yleisiä, ja niitä esiintyy noin miljoonalla suomalaisella vuosittain (Arokoski 2007, 460; Airaksinen 2005, 231). Selkäsairaudet ilmenevät selkäkipuina, ja niitä voidaan luokitella eri tavoin esimerkiksi sijainnin ja iskiasoireiden mukaan (Malmivaara 1991, 82). Seuraavassa käsitellään selkäsairauksia kolmessa ryhmässä, joita ovat välilevyihin liittyvät sairaudet, nikamiin liittyvät sairaudet ja muut selkäsairaudet.

3.1 Välilevyyn liittyvät sairaudet

Ihmiskehossa on nikamavälilevyjä 23, ja ne muodostuvat hyytelömäisestä ydinosasta ja sen ympärillä olevasta sidekudosrakenteesta (Vanharanta 2005, 54–55; Arokoski 2007, 463–464) sekä rustoisista päätelevyistä, jotka yhdistävät välilevyjä nikamasolmuihin (Arokoski 2007, 464). Vaurioituminen voi kohdistua kaikkiin näihin kolmeen osaan (Arokoski 2007, 464). Välilevy koostuu nivelruston tapaan kollageeneista, proteoglykaaneista ja vedestä, ja sen tehtävänä on toimia kahden nikaman välisenä nivelenä ja mahdollistaa kehon taivutus ja kiertoliikkeet (Haukatsalo 2002, 20; Vanharanta 2005, 54–55).

Välilevy on hyvin yleinen kivun aiheuttaja selässä, sillä se aiheuttaa noin 40 % paikallisista selkäkivuista. Tarkemmin tarkasteltuna kivun aiheuttaja on yleensä välilevyn uloin, sidekudoksinen ja rengasmainen osa, johon voi tulla sisäistä rappeumaa, tai sisäisiä repeämiä. (Arokoski 2007, 461, 465.) Vaikka nikamavälilevyjen degeneraatiota eli rappeutumista ei sellaisenaan sairaudeksi katsotakaan (Arokoski 2007, 463), aiheuttaa se aiempaa luultua enemmän noidannuolityyppistä kipuilua (Haukatsalo 2002, 53). Rappeutuminen ja repeämät perustuvat välilevyn ydinaineksen nestepitoisuuden pienemiseen, mikä aiheuttaa ulomman osan repeytymistä. Hidas välilevyjen degeneroituminen on luonnollista, ja se voi alkaa jo varsin varhaisessa vaiheessa, kun välilevyn verisuonet häviävät eli noin 18–20 ikävuoteen mennessä. (Vanharanta 2005, 58, 60.)

Selkärangan rappeutuminen voi aiheuttaa välilevyn madaltumaa. Kun välilevyyn tulee sisäisiä paikallisia tai säteittäisiä repeämiä, ja sen ympärillä olevat

heikot lihakset eivät riitä tukemaan repeytynyttä välilevyä, alkaa välilevy maldtua. Tämä saa aikaan suuremman kuorman siirtymiseen fasettinivelille, jolloin ne kuluvat ja alkavat tukevoittaa itseään kestääkseen rasituksen. Seurauksena on usein rangan tukevoitumista ja jäykistymistä, sekä mahdollisesti juuriaukkojen ahtaumaa. (Haukatsalo 2002, 50–52.)

Välilevyn rappeutuminen saa aikaan myös välilevyn pullistumaa eli protruusiota, jossa pullistuma aiheuttaa välilevyn työntymisen taaksepäin. Vaiva voi olla oireeton, mutta mikäli pullistuma painaa hermojuurta, on seurauksena iskias-tyyppisiä oireita. (Haukatsalo 2002, 53, 147.) Iskiasoireeksi kutsutaan iskiashermon ärsytyksestä johtuvaa selkäkipua, mutta oireita voivat olla myös esimerkiksi alaraajan kipu tai tunnottomuus ja ne voivat ulottua lanneselän alueelta varpasiin saakka (Haukatsalo 2002, 56–57). Terveessä selässä hermojuureen kohdistunut puristus saa aikaan puutumista, joten pelkällä puristuksella ei kipuoireita voi selittää. Kivun aiheuttaa hermojuuren ärtyminen, joka on seurausta mekaanisesta puristuksesta. (Grönblad 2005, 102.)

Selvin välilevyperäinen selkäkipu liittyy nikamavälilevyn esiinluiskahdukseen eli välilevytyrään (diskusprolapsiin), joka syntyy kun nikamavälilevyn ydin tunkeutuu ulos repeytyneestä välilevystä. Tuolloin ydin pääsee painamaan hermojuurta joko mekaanisesti tai kemiallisesti, ja voi aiheuttaa alaraajaan säteilevää kipua. (Arokoski 2007, 461, 465; Grönblad 2005, 102.) Selkärangan rappeutuminen on yhteydessä myös nikaman ahtaumaan eli spinaalistennoosiin, jota esiintyy tyypillisesti 50-vuotiailla. Rappeumamuutosten seurauksena selkäydin ahtautuu ja myös hermojuureen voi kohdistua puristusta aiheuttaen kipua. (Arokoski 2007, 461–462.)

3.2 Nikamiin liittyvät sairaudet

Ihmisellä on yhteensä 24 liikkuvaa nikamaa selkärangassa. Näistä seitsemän on kaularangan nikamia, 12 rintanikamia ja viisi lannenikamia. Liikkuvien nikamien lisäksi selkärankaan kuuluu yhteen liittyneet ristiniukat, sekä hantaniukat. (Cramer–Darby 2005, 3; Koistinen 2005, 39.) Joskus lannenikamia voi olla poikkeavasti neljä tai kuusi, mikä johtuu siitä, että sikiön kehityksen aikana lannenikama voi muuttua joskus rintanikamaksi, tai ristiniukamaksi. Tällä ei kuitenkaan uskota olevan mitään käytännön merkitystä. Lannenika-

ma saattaa kiinnittyä myös puoleksi ristiluuhun, jolloin vapaan puoliskon puolella voi esiintyä selkäkipua. (Haukatsalo 2002, 88.)

Nikamakaaren höltymä eli spondylolyysi (Arokoski 2007, 461) on yleisimpiä lapsen selkävun aiheuttajia (Helenius 2009), mutta sitä esiintyy myös aikuisväestöllä (Schlenzka 1999). Sairautta pidetään nikamakaaren katkoksesta eli istmusalueen rasisumurtumana, ja se voi olla tois- tai molemminpuolista (Haukatsalo 2002, 69; Schlenzka 1999). Yleisin paikka sairauden esiintymiselle on viides nikama (Böstman 1991, 66; Schlenzka 1999). Nikamakaaren höltymä johtaa usein nikamakaaren siirtymään (Schlenzka 1999). Nikamakaaren siirtymästä eli spondylolisteesistä on kyse silloin, kun nikamaa tukeva kaari on poikki, ja tämän vuoksi nikama on siirtynyt eteenpäin suhteessa alempaan nikamaan tai ristiluuhun (Haukatsalo 2002, 69; Helenius 2009). Sairaus voidaan jakaa kahteen eri muotoon: dysplastiseen ja istmismiseen. Dysplastinen muoto on näistä harvinaisempi, ja siinä nikamien liukuminen johtuu fasettiniveltien puutteellisesta muodosta. Istmismistä muotoa esiintyy yleisemmin, ja siinä nikaman takakaaren puutteellinen toiminta saa alkunsa rasisumurtumasta tai akuutista murtumasta. (Helenius 2009.) Myös selkärangan mekaanisen rasittamisen uskotaan aiheuttavan näitä sairauksia, sillä yleisesti vaivaa esiintyy sellaisia liikuntalajeja harrastaneilla, joissa selkään kohdistuu paljon taivutuksia ja kiertoliikkeitä. Näitä lajeja ovat esimerkiksi telinevoimistelu, painonnosto ja baletti. (Arokoski 2007, 461–462; Schlenzka 1999; Helenius 2009.)

Nikamassa voi olla myös kipua aiheuttava murtuma, tai kipua voi aiheuttaa myös infektio, jolloin potilaalla voi olla esimerkiksi nikamatulehdus. Nikaman bakteeritulehdukset ovat kuitenkin hyvin harvinaisia ja vakavia sairauksia (Haukatsalo 2002, 97). Selässä voi ilmetä myös tulehduksellista reumasairautta, joka voi aiheuttaa selkärankaan tai ristisuoliluuniveliin tulehduksellista selkäkipua. (Arokoski 2007, 462).

3.3 Muut sairaudet

Välilevyperäisten ja nikamaan liittyvien sairauksien lisäksi on olemassa suuri määrä muitakin selkäkipua aiheuttavia sairauksia. Näitä ovat esimerkiksi ryhtiin vaikuttavat selän virheasennot, joista yleisimpänä tunnetaan koululaisten

kenoselkäisyys (Haukatsalo 2002, 84). Ryhtivirheeksi luokitellaan myös notkoselkäisyys, ja siihenkin liittyy selkäkipuja. Virhe on varsin yleinen tytöillä, ja syynä siihen voi olla esimerkiksi lanneristiluukulman rakenteellinen korostuminen. Vatsalihasten vahvistamisella ja lonkan liikkuvuusharjoittelulla on kuitenkin mahdollista saada kipuiluun helpotusta. Kenoselkäisyyteen puolestaan suositellaan liikkuvuusharjoittelun lisäksi myös ryhtiharjoittelua. (Haukatsalo 2002, 85.)

Kun selkärangassa on käyryyttä sivusuunnassa, on kyse skolioosista (Arokoski 2007, 463; Schlenzka 1999). Epämuodostuma on usein kolmiulotteinen, sillä siihen voi liittyä myös käyryys sagittaalisuunnassa eli lordoosia ja kyfoosia, sekä rangon kiertymistä horisontaalisesti. Skolioosi voi olla toiminnallinen tai rakenteellinen. Toiminnallisen skolioosin taustalla on esimerkiksi kipu tai alaraajojen pituusero, joka ohjaa selkää käyristymään. Rakenteellisessa skolioosissa selkärankaan on tullut pysyviä muutoksia, eikä käyryys oikene, vaikka vika korjattaisiin. (Schlenzka 1999.) Rakenteellinen skolioosi voi syntyä idiopaattisesti, eli ilman erityistä syytä, olla perinnölliseen sidekudostautiin liittyvä tai neuromuskulaarinen (Arokoski 2009, 463; Schlenzka 1999). Skolioosia aiheuttavat myös hermostosairaudet tai vammat, sekä kasvaimet (Arokoski 2007, 463).

Selän väsyminen ja siinä esiintyvä rasisussärky ovat myös tavallisimpia selkävaivoja, joiden oireina voi olla ristiselän alueella tuntuvaa heikkoutta, kankeutta ja jomottavaa särkyä (Niveltieto 2006). Lihaksissa ja pehmytosissa voi myös esiintyä paikallisia kiputiloja, jotka voivat myös säteillä raajoihin. Kipua voidaan yrittää laukaista esimerkiksi akupunktion tai puudutuksen avulla. Noidannuoleksi taas kutsutaan äkillisesti alkanutta voimakasta kiputilaa ilman iskiasoiretta (Niveltieto 2006; Haukatsalo 2002, 94). Sen tarkempi syy jää usein selvittämättä, sillä vaiva parantuu yleensä noin kahdessa viikossa itsestään. Taustalla epäilläään olevan useita eri syitä, kuten esimerkiksi välilevyn sisäinen repeämä, tai fasettinivelperäinen vika. (Haukatsalo 2002, 94–95.)

Selkävaivoja voi syntyä myös heijastuksina muista sairauksista. Esimerkiksi hermoston sairaudet, verisuonitaudit, vatsan alueen tyrät ja sisäelimestä hei-

jastuva kipu voivat aiheuttaa myös oireita selän alueella. Tämä selittää osakseen selkävaivojen selvittelyn haasteellisuutta, etenkin iäkkäillä ja monisairailta potilailla. Tuolloin voidaan tarvita usean eri erikoisalan yhteistyötä. (Arokoski 2007, 464.)

4 SELKÄSAIRAUKSIEN DIAGNOSOINTI JA ERITYISTUTKIMUKSET

4.1 Selkäsairauksien diagnosoinnin kulku

Kun potilas hakeutuu selkävaivojen vuoksi lääkäriin, kysytään häneltä ensimmäiseksi esitietoja eli anamneesi. Näitä ovat tiedot sairauden alkamisesta, sen kulusta, oireista, kipualueesta, kivun luonteesta ja säteilystä, puutumisoireista, sekä raajan tunto- ja toimintahäiriöistä. Lisätietoa vamman vaikeusasteesta saadaan, kun potilas kuvaa omaa selviytymistään työssään ja vapaa-ajalla. Myös aiemmat selän sairaudet ja muut sairaudet on syytä kysyä potilaalta, jotta tiedot olisivat mahdollisimman kattavat ohjaamaan tutkimuksen kulkua ja näin ollen myös auttaisivat välttämään turhien testien käyttämistä potilaalla. (Arokoski 2007, 465.) Esitietojen tarkoituksena on yhdessä kliinisen tutkimuksen kanssa tunnistaa ne potilaat, joilla on vakava sairaus (Airaksinen 2005, 238; Arokoski 2007, 464). Tällaisia ovat esimerkiksi tulehdus, murtuma, kasvain tai gauda equina-syndrooma (Airaksinen 2005, 238) eli selkäytimen alaosan puristusoireet (Arokoski 2007, 461). Toisena tarkoituksena on selvittää, onko potilaalla sellaista hermojuurioiretta, joka tarvitsisi välitöntä leikkaushoitoa. Tällainen vakava hermojuurioire voi aiheuttaa esimerkiksi raajan halvausoireita, tai ulosteen tai virtsan pidätysoireita. (Airaksinen 2005, 238.)

Kliininen tutkiminen alkaa yleensä silloin, kun potilas saapuu vastaanotolle, jolloin lääkäri tarkkailee kävelemistä, istumista, tuolista nousua ja riisumista. Lääkäri arvioi potilaan pystyasennon poikkeavuudet seisoma-asennossa, ja alaraajojen pituuseroa karkeasti lantion asennosta. Selkärangan skolioosi ja kaareutuminen tulevat esiin yleensä eteentaivutuksella, ojennuksella ja sivutaivutuksella. Hermojuurien pinteet saadaan selville alaraajojen testeillä, kun niistä tutkitaan nivelten liikkeet. Alaraajoista mitataan myös lihasvoiman suuruus manuaalisesti ja tunnustellaan valtimoiden sykkeet. Suoran alaraajan nostotestillä mitataan LV- ja SI-juuren iskiasoireita, ja reisihermon venytyskokeella eli Elyn testillä LIV-juuren oireita. Mikäli potilaan iskiaskipu provosoituu esimerkiksi silloin, kun häneltä nostetaan vastakkaista jalkaa, on se selvä merkki hermojuuren puristuksesta. Mikäli epäillään yksittäistä hermopinnettä tai -vauriota tehdään potilaalle jatkotutkimuksena hermoratojen tutkimus (ENMG), jonka avulla selviää mm. hermovaurion vaikeusaste ja ikä. Ratsu-

paikkaoireyhtymää epäiltäessä potilaalta tutkitaan peräaukon sulkijalihaksen jännittyneisyyttä ja vatsanpohjan alueen kosketustuntoa, sillä oireyhtymän tunnusmerkkejä ovat istuma-alueen puutuminen ja äkillinen rakon toimintahäiriö. (Arokoski 2007, 461, 466.)

Mikäli selkäkipu pitkittyy, voidaan tarvita laboratoriotutkimuksia (Airaksinen, 2005, 238) tai toimintakyvyn tutkimuksia (Arokoski 2007, 466). Laboratoriotutkimukset ovat hyvä tutkimusmuoto vakavien sairauksien poissulkemiseksi, mikäli niitä on aihetta epäillä. Perusterveydenhuollossa potilaalta mitataan hemoglobiini, valkosolut, CRP, lasko, sekä tehdään virtsan perustutkimus. Toimintakyvyn tutkimukset ovat hyviä lisätutkimuksia, kun arvioidaan työkykyisyyttä tai kuntoutustulosta. Käypä testi tähän mittaukseen on esimerkiksi VALPAR-9-testi, jonka avulla saadaan tietoa selän toimintakyvystä ja mahdollisista ongelmista työn suorittamisessa. (Arokoski 2007, 466–467.)

Myös selän röntgentutkimus kuuluu perustutkimuksiin, jos selkävaivat pitkittyvät useaan viikkoon (Airaksinen 2005, 238) ja se tehdään yleensä aina ennen erityiskuvantamista (Arokoski 2007, 466). Siinä käytetään röntgensäteilyä, joka tuotetaan röntgenputken avulla ja kuvan muodostuminen perustuu kehon osien erilaiseen röntgensäteiden läpäisevyyteen. Esimerkiksi tiheäkuksinen luu läpäisee säteitä heikommin, kuin ilmapitoiset keuhkot, joten röntgenkuvissa luut erottuvat helposti. (Mustajoki–Kaukua 2002, 97.) Kuvaus tapahtuu vähintään kahdessa kuvasuunnassa, jotta pystytään paikallistamaan tarkasti mahdollinen muutos. Röntgenkuvien avulla kartoitetaan selän luinen anatomia, ja sen avulla on mahdollista todeta selän rakennepoikkeavuuksia (Erkintalo–Suoranta–Manninen 1999, 1716). Niissä näkyvät muun muassa nikamien muoto, välilevyjen madaltumat, kulumat, sekä kompressiomurtuma kuten osteoporoosi tai vamma. Havaita voidaan myös murtumia ja luuston tauteja, kuten luutulehduksia ja kasvaimia sekä skolioosia ja spondylolisteesiä. (Erkintalo–Suoranta–Manninen 1999, 1716; Haukatsalo 2002, 99). Mikäli otetaan kuva, jossa potilas taivuttaa eteenpäin, nähdään myös nikamien keskinäinen liike (Haukatsalo 2002, 99), mutta löydösten arvioinnin suhteen on oltava kriittinen, sillä normaali vaihtelu on suurta (Arokoski 2007, 467). Kuvauksella on kuitenkin rajoituksensa. Siinä eivät näy pehmytkudokset, eikä se sulje pois välilevytyrän mahdollisuutta. Myöskään

lannerangan ydin- tai juurikanavan ahtauman vaikeusasteen arvioinnissa sitä ei voi pitää luotettavana. (Erkintalo–Suoranta–Manninen 1999; Arokoski 2007, 467.)

Esitietojen ja kliinisten tutkimuksien löydösten perusteella muodostetaan työdiagnoosi, jonka avulla määritetään ensimmäiset hoitolinjat. Näiden jälkeen voidaan edetä mahdollisiin jatkotutkimuksiin ja lopulliseen diagnoosiin. Mikäli on syytä epäillä vakavaa sairautta, tarvitaan lisätutkimuksia diagnoosin tekemiseksi. (Arokoski 2007, 465.)

4.2 Selkäsairauksien diagnosointi erityistutkimuksilla

Selkäsairauksien diagnosointia on tarvetta jatkaa erityistutkimuksin, mikäli selkäkipu uusiutuu, pitkittyy yli neljä viikkoa tai muuttuu krooniseksi, tai kun suunnitellaan leikkausta. Tällöin diagnosoinnissa käytetään eri kuvantamismenetelmiä. (Erkintalo–Suoranta–Manninen 1999; Haukatsalo 2002, 99; Arokoski 2007, 467.) Muussa tapauksessa kuvantamista harkitaan silloin, kun on aihetta epäillä vakavaa sairautta tai konservatiivisista hoidoista ei ole apua (Arokoski 2007, 467). Selkäsairauksien diagnosoinnissa käytetään lääketieteessä useaa eri radiologista menetelmää.

4.2.1 Tietokonetomografia, CT

Tietokonetomografiassa eli tietokonekerroskuvauksessa (CT-kuvaus) käytetään röntgenkuvaamisen tapaan myös röntgensäteitä, mutta kuvattavasta saadaan leikekuvia (Aro ym. 2011). Siinä potilas laitetaan rengasmaisen tutkimustelineen keskelle, jonka kehällä kiertää säteilevä röntgenputki, ja vastakkaisella puolella potilasta on kehällä liikkuva säteilyn ilmaisim. Kuvauksen aikana röntgenputki lähettää säteitä, jotka läpäisevät kuvattavana olevan ihmisen ja tämän jälkeen osuvat ilmaisimeen. Putki ja ilmaisim kiertävät kohteen ympärillä, joten potilaasta saadaan kerroskuvia useasta eri tasosta. (Mustajoki–Kaukua 2002, 98.) Kun kuvataan selkää, saadaan poikkileikkauksia eli ns. ”viipalekuvia” rangasta (Haukatsalo 2002, 100). Kerroskuvauksessa laite muodostaa leikekuvan potilaan ympäri tekemänsä kierroksen perusteella ja siinä voidaan käyttää myös varjoainetta (Mustajoki–Kaukua 2002, 98; Haukatsalo 2002, 100). Valmiissa kuvassa kuvakulma on alhaalta päin, jolloin ihmiskehon oikea puoli näkyy kuvassa vasemmalla puolella. Kun kat-

sotaan vierekkäisiä kuvakerroksia, voidaan saada kolmiulotteinen vaikutelma kohteesta. (Mustajoki–Kaikua 2002, 98–99.)

Kerroskuvauksella pystytään erottelemaan tiheydeltään erisuuruisia kudoksia ja saamaan poikkileikkauskuvia alle senttimetrin välein (Mustajoki–Kaikua 2002, 98–99). Kuvissa näkyvät erityisesti luut, mutta sillä voidaan erottaa myös pikkunivelrappeumaa ja selkäydinkanavan ulkopuolisia sairauksia. Verrattuna myelografiaan eli selkäydinkanavan varjoainekuvaukseen tietokonekerroskuvaus on tarkempi keino löytää selästä leikkauksen kohde. Mikäli CT-kuvauksen yhteydessä käytetään varjoainetta selkäydinkanavassa, puhutaan CT-myelografiasta. Se on röntgenmenetelmistä tarkin, ja sillä voidaan diagnosoida selkäydinkanavan ahtaumaa sekä välilevytyrää. Yleensä nikamien keskikohdat jätetään viipaloimatta säderasituksen vähentämiseksi, joten tällä alueella ei pystytä diagnosoimaan muutoksia. CT-kuvausta käytetäänkin ensisijaisesti lannerangan erikoistutkimuksena, mikäli magneettikuvausta ei ole saatavilla. (Haukatsalo 2002, 100–101, 103.)

CT-kuvauksen heikkoutena pidetään sitä, ettei potilas saa liikkua sen aikana, sillä liikkuminen aiheuttaa epätarkkuutta kuviin. Myös kehossa olevat metallikappaleet vaikuttavat niiden välittömässä läheisyydessä oleviin kudoksiin heikentäen niiden näkyvyyttä, sillä metalliosat hajottavat röntgensäteitä. (Mustajoki–Kaikua 2008, 98.)

4.2.2 Magneettikuvaus, MRI

Magneettikuvauksessa eli MRI-kuvauksessa saadaan kehon anatomiset rakenteet tarkasti esille (Kuusela 1991, 169). Se on tällä hetkellä uusin kliinisessä käytössä oleva lääketieteellinen kuvausmenetelmä. (Koskinen 2010, 144). Kuvauskohteeseen kohdistetaan voimakas magneettikenttä, mikä saa aikaan molekyylien atomiytimien pyörimis- ja kartioliikkeiden muutoksia (Koskinen 2010, 144) ja tästä tiedosta pystytään laskemaan tietokoneen avulla kolmiulotteinen kuva (Haukatsalo 2002, 101). Kuvaustilanteessa potilas asetuu tutkimuspöydälle onttoon putkeen, jossa hänen tulee maata liikkumatta kuvauksen keston ajan eli noin puoli tuntia (Mustajoki–Kaikua 2002, 100).

Myös MRI-kuvausta käytetään CT-kuvauksen tavoin silloin, kun selvitetään leikkauksen tarpeellisuutta, ja ne ovat molemmat myös erittäin hyviä menetelmiä välilevytyrän diagnosointiin ja ahtaumien osoittamisessa. Magneettikuvauksella pystytään osoittamaan välilevyn nestepitoisuuden muutokset (Haukatsalo 2002, 101) sekä mahdollinen rappeutuminen, jolloin välilevy näkyy kuvassa tummana (Arokoski 2007, 467). Selkärangan tutkimuksessa MRI-kuvauksen on todettu olevan paras menetelmä nimenomaan siksi, että se näyttää välilevyn sairaudet, kuten välilevyn pullistuman (Mustajoki–Kaukua 2008, 121). Välilevyjen lisäksi magneettikuvista voidaan nähdä selkäydinkanavan ja sen ympärillä olevien lihasten ja nivelten tilanne CT-kuvia paremmin (Arokoski 2007, 467). Kuvista nähdään myös tulehdukset ja luuydin sekä varjoainetta käyttämällä voidaan saada näkyviin myös pinteessä oleva hermojuuri (Haukatsalo 2002, 101).

4.2.3 Isotooppikuvaus

Isotoopeista puhutaan silloin, kun alkuaineella on useita eri muotoja, jossa atomiytimen neutronien määrä on eri. Osa isotoopeista hajoaa radioaktiivisesti, jolloin niistä vapautuvaa säteilyä voidaan mitata esimerkiksi digitaalisesti. (Mustajoki–Kaikua 2002, 103.) Isotooppikuvauksessa potilaalle annetaan ensin radioaktiivisella isotoopilla merkattu yhdiste, radiolääke, ja odotetaan sen kulkeutumista verenkierron mukana kohteeseen (Jurvelin 2005, 43). Tämän jälkeen kohde kuvataan gammakameralla, ja siitä voidaan seurata aineen jakautumista kohteessa, tai peräkkäisiä kuvia vertailemalla selvittää aineen liikkumista kudoksen läpi (Mustajoki–Kaikua 2002, 103).

Isotooppitutkimukselle on tarvetta silloin, kun tavallisesta röntgenkuvasta huolimatta potilaalla epäillään luuston tai tukikudoksen infektiota tai luustoon tai niveliin kohdistuvaa inflammuaatiota eli tulehdusta. Myös traumaattisia muutoksia kuten yllirasitusmurtumia, osteokondrooseja ja metastaatista luutumoria epäiläessä käytetään tätä menetelmää. (Salorinne 1991, 210–211.) Tyypillisesti isotooppikuvauksella selvitetään syövän levinneisyyttä, jolloin tehdään luustokartoitus (Mustajoki–Kaikua 2002, 103).

4.2.4 Lämpökamerakuvaus, DITI

Lämpökamerakuvaus, eli Digital Infrared Thermal Imaging, on menetelmä, jonka avulla voidaan määrittää ja havainnollistaa visuaalisessa muodossa muutoksia ihmisen ihon pintalämpötilassa (Meditherm 2011). Diagnoosimenetelmänä se on selkeästi painottunut rintasyövän tutkimiseen ja sen tunnistamiseen (González 2007, 323). Lämpökamerakuvauksen käytöstä selän diagnoosimenetelmänä on vain vähän tutkimustietoa.

Lämpökamerakuvaus erottuu muista diagnoosimenetelmistä, sillä menetelmän avulla pystytään fysiologisten muutosten lisäksi näkemään myös aineenvaihdunnan prosesseja. Sillä pystytään magneettikuvauksen tavoin saamaan tietoa pehmytkudosvaurioista, mutta sen lisäksi myös sensorisen tai autonomisen hermoston hermosäikeiden toimintahäiriöistä. Se on myös osoittautunut hyvin käyttökelpoiseksi täydentäväksi menetelmäksi muiden lääketieteellisten menetelmien rinnalle. (Meditherm 2011.)

Kun lämpökameralla kuvataan ihmistä, on sillä muihin erityistutkimusmenetelmiin verrattuna etuja. Se on kuvattavalle kohteelle täysin kivutonta, eikä minkäänlaisille sisäisille eli invasiivisille tutkimuksille ole kuvauksen aikana tarvetta. Yksi kuvauksen eduista on myös sen 100 % turvallisuus potilaalle, sillä lämpökuvauksessa ei käytetä terveydelle haitallista säteilyä. Kuvaamisen aikana ei myöskään tarvitse olla kytköksissä laitteisiin, tai maata ahtaissa kuvaustiloissa. (Karhu 2010a, 3–4; Jiang ym. 2005, 257).

5 LÄMPÖKAMERAKUVAAMISEN SOVELLUTUKSET

5.1 Lämpökamerakuvaamisen käyttökohteet

Lämpökamera on erittäin monikäyttöinen väline, jonka käyttö on jatkuvasti yleistymässä. Kameroita valmistetaan eri käyttötarkoituksiin, joten jokaiselle alalle on asianmukainen väline saatavilla. Lämpökuvausta käytetään teollisuuden mittauksiin mm. elektroniikan komponenttien lämpömittauksessa, ja autoteollisuudessa, jolloin moottorin lämpökuvaus paljastaa helpoiten ja varminten moottorin osien lämpökäyttäytymistä ja potentiaalisia ongelmakohtia (Infradex 2011b).

Yhtenä lämpökameran käyttökohteena on prosessien valvonta. Kameroita käytetään esim. pakkausautomaatiolinjoilla, jolloin ne voidaan asettaa myös tekemään automaattisia hälytyksiä. Myös erilaiset koteloinnit, joiden tarkoituksena on löytää optimaalinen jäähdytys laitteelle, voidaan arvioida lämpökameran avulla. Kameroilla mitataan myös muurausten, sähkölaitteiden, sähkön jakelun liitosten ja eristeiden toimivuutta. Lämpökuvausta sovelletaan myös eläinlääketieteeseen, jossa esimerkiksi ravihevosten rasitusvammoja on kuvattu lämpökameran avulla. (Infradex 2011b.)

Lämpökameraa on käytetty rakennustekniikassa Suomessa vuodesta 1970. Menetelmän avulla pystytään selvittämään rakennuksista monentyyppisiä asioita, kuten rakennusmateriaalien ominaisuuksia, rakennusten lämpöolosuhteita ja viihtyvyyttä, ilmavuotojen esiintyvyyttä, sekä talotekniikan vikoja ja puutteita. Kuvaus tapahtuu tuolloin rakennuksen ulkovaipan ulko- ja sisäpuolelta. Lämpökuvauksen yhteydessä tehdään yleensä lisäksi tukimittauksia, jolloin saadaan tietoa myös mm. sisäilman ja ulkoilman olosuhteista mahdollisia jatkotoimenpiteitä varten. Kuvien oikea tulkinta vaatii ammattitaitoa ja kokemusta. Rakennusalalla ongelmaksi on havaittu tulosten oikea tulkinta, sillä tulkitsemista varten ei ole tehty erillistä ohjeistoa ja väärät tulkinnat aiheuttavat usein lisäkustannuksia. Tulkinnassa käytetään kuitenkin apuna ympäristöministeriön rakennusmääräysten kokoelmaa, sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjetta, sekä Rakennustietosäätiön LVI-ohjekorttia. Kiinteistöjen lämpökuvaajille on myös järjestetty täydennyskoulutusta vuodesta

1999 tulosten tulkintaa helpottamaan. (Paloniitty–Kauppinen 2006, 11, 13–14.)

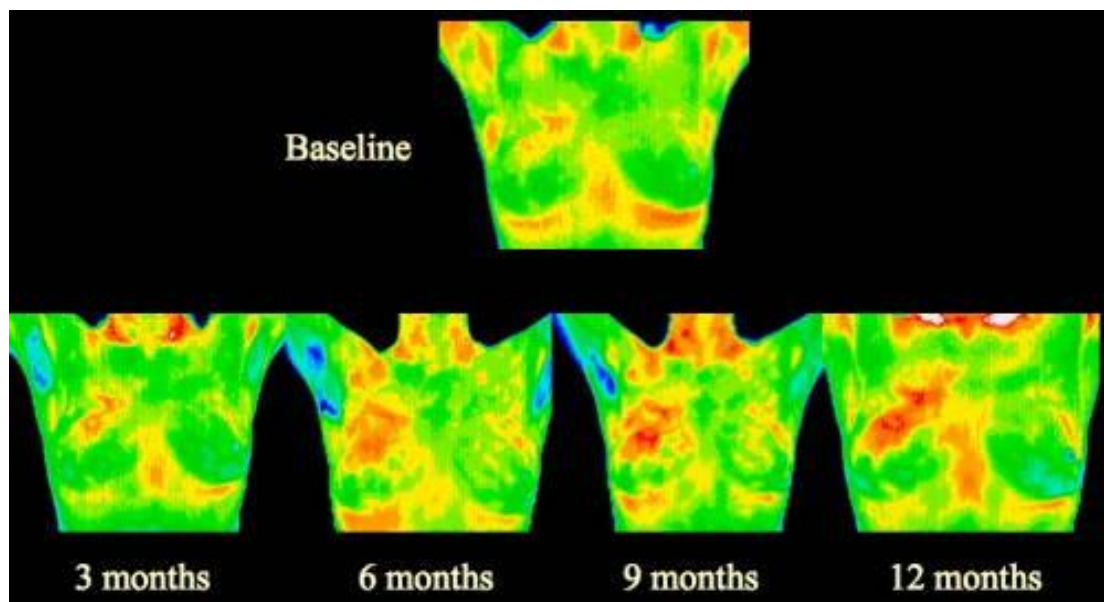
5.2 Käyttökohteet terveydenhuollossa

Kehon lämpötilan mittaaminen on ollut jo kauan vakiintunut mittari arvioitaessa terveydentilaa (González 2007, 323). Varhaisimmat kirjoitukset, joissa kerrotaan lämpötilan käyttämisestä diagnoosimenetelmänä, ovat kirjoitettu jo 480 ennen ajanlaskun alkua (Jiang ym. 2005, 257). Kiinnostus lämpökameran käyttämisestä lääketieteellisenä menetelmänä alkoi 1950-luvun lopussa (González 2007, 323), kun R. Lawson havaitsi vuonna 1957 ensimmäistä kertaa rinnassa olevan kasvaimen lämpötilan olevan kuumempi kuin normaalin kudoksen lämpötila (Jiang ym. 2005, 257). Lämpökameran käyttö terveydenhuollossa ihmisen kuvaamisessa perustuukin siihen, että erilaiset toimintahäiriöt aiheuttavat kehon lämpötilan tai ihon pintalämpötilan nousua. Kehon lämpötilaan vaikuttavat useat seikat, kuten tulehdukset ja infektiot, ja näitä lämpötilan muutoksia voidaan sekä havaita, että tunnistaa lämpökuvaamisen avulla. (Jiang ym. 2005, 257; Ring 2010.)

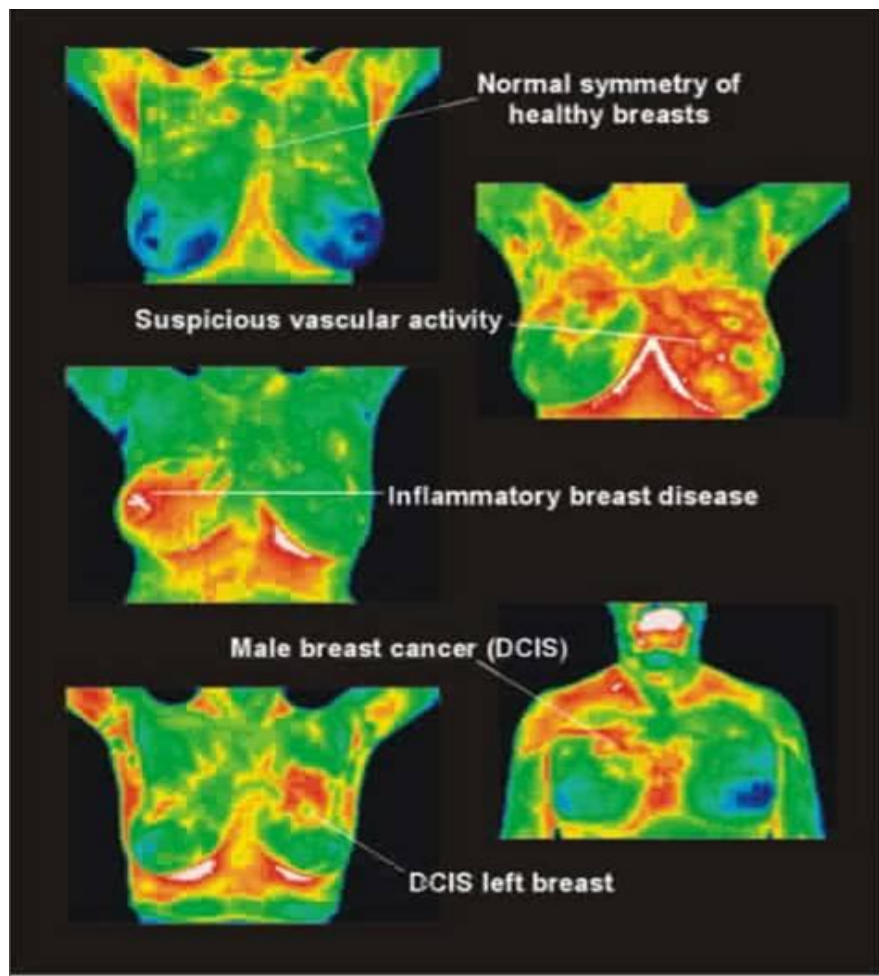
Tällä hetkellä Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri käyttää lämpökameraa aktiivisesti. Kameraa käytetään plastiikkakirurgiassa, kun tutkitaan ihosiirrännäisten potentiaalisia ongelmia. Tällöin kamera näyttää kohdan, jossa verenkierto ei lähde toimimaan odotetulla tavalla. (Infradex 2011b.) Lämpökameran kliininen käyttö ei ole kuitenkaan tällä hetkellä kovin yleistä, sillä erilaisista mittaustavoista ja järjestelmistä johtuen tuloksia ei ole voitu vakioida (Karhu 2010a, 3; Ring 2010).

Lämpökameran kliinisestä käytöstä on kuitenkin tehty paljon tutkimusta ja sillä on tutkittu esimerkiksi rintasyöpää vuodesta 1980. Näistä tutkimuksista on raportoitu eniten tuloksia. Suurimpana etuna voidaan pitää sitä, että menetelmän avulla saadaan tietoa syövän tai kasvaimen olemassaolosta jo varhaisessa vaiheessa. Lämpökameralla pystytään havaitsemaan kehon muutoksia jo ennen, kuin muut menetelmät ovat käyttökelpoisia. Kasvaimen kehittyminen aiheuttaa ihon pintalämpötilan nousua, joten kasvain voidaan nähdä kuvista jo sen kehitymisvaiheessa. (Breast screening Liverpool; Nover ym. 2010.) Koska rintojen normaali lämpötila on muutoin kovin muuttu-

maton (vrt. esimerkiksi sormenjälki), voidaan pienimmätkin muutokset havaita ottamalla rinnoista lähtötilanteen kuva (baseline) ja vertaamalla siihen myöhemmin ilmeneviä muutoksia (Nover ym. 2010). Kuvassa 1 nähdään ylimpänä lähtötilanne, jossa rinnoissa on havaittu pieni epäsymmetrisyys lämpötilassa oikean rinnan osalta. Alhaalla on kuvattu ihon lämpötilan muutosta kolmen, kuuden, yhdeksän ja 12 kuukauden väliajoin. Vähitellen laajentunut muutos, joka kertoo rintasyövän kehittymisestä, pystyttiin havaitsemaan mammografialla vasta 12 kuukauden kohdalla, sillä mammografialla kasvaimen kuvaamiseen tarvitaan jo olemassa oleva, riittävän suuri kasvain (Breast screening Liverpool).



Kuva 1. Rintasyövän näkyminen lämpökameralla kuvatuissa kuvissa (Ann Arbor Thermography 2008)



Kuva 2. Eri rintasyöpätyyppejä kuvattuna lämpökameralla (QHM Sedona 2011)

Rintasyöpää on erilaisia tyyppejä. Kuvassa 2 nähdään, kuinka eri tyypit näkyvät lämpökamerakuviissa. Ylhäällä vasemmalla kuvassa on terveet rinnat, joista nähdään symmetrinen väritys. Koska rinta on paljolti rasvakudosta, näkyy se kuvassa viileänä, eli tässä tapauksessa sinisellä. Ylhäällä oikealla on epäilyttävän näköistä verenkierron vilkkautta vasemmassa rinnassa, joka näkyy kuvassa oikeaa rintaa selvästi lämpimämpänä alueena. Vasemmalla keskellä olevassa kuvassa voi huomata selvän epäsymmetrisyyden oikean ja vasemman rinnan värityksissä. Tämä kertoo oikean rinnan tulehduksellisesta sairaudesta. Oikealla alhaalla on kuvattuna miesten rintasyöpäpotilas, ja vasemmalla alhaalla vastaava nainen, jolla kasvain erottuu vasemmassa rinnassa lämpimänä kohtana. Tutkimukset ovat osoittaneet, että lämpökameralla pystytään havaitsemaan 3 cm kokoisia kasvaimia yli 7cm syvyydestä ihon alta (González 2007, 325). Pienemmät alle 0,5 cm:n kokoisia kasvaimia pys-

tytään näkemään, mikäli ne sijaitsevat aivan ihon pinnan alla. (González 2007, 325.)

Lämpökameralla on tutkittu myös perifeerisiä valtimosairauksia, jossa lämpökameralla tehdyt löydökset olivat verrattavissa kliinisesti saatuihin tuloksiin (Bagavathiappan ym. 2009). Lämpökameran on todettu olevan myös käyttökelpoinen väline selvitetessä kudosten elinvoimaisuutta ja ääreisverenkierron tilaa diabeetikoilla (Ring 2010).

Yksi mielenkiintoinen käyttökohde lämpökameralle oli SARS-epidemian aikaan Taipeiin sairaalassa Taiwanissa. Laitetta käytettiin ihmismassojen kuvaamiseen ja kuumeisten seulontaan, kun potilaat ja vierailijat tulivat sairaalaan. Sairaalassa kuvattiin kuukauden aikana yhteensä yli 72000 henkilöä, joista 305 henkilöä olivat kuumeisia. Näistä kolmella epäiltiin olevan SARS-tartunta. (Chiu ym. 2005.)

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Opinnäytetyön tavoitteena on saada tietoa lämpökameran käytöstä diagnostisena menetelmänä selkäsairaiden potilaiden osalta. Tavoitteena on saada tietoa siitä, voidaanko lämpökamerakuvista löytää eroavaisuuksia, kun niitä verrataan normatiiviseen materiaaliin, sekä yhteneväisyyksiä verratessa kuvia potilaskertomuksiin ja muilla menetelmillä tehtyihin diagnooseihin.

Yhtenä työn tarkoituksena on kertoa suomalaisen Thermidas Oy:n kehittämän kuvauslaitteiston käytettävyydestä ja luotettavuudesta, josta on tällä hetkellä vielä kovin vähän tietoa. Koska laitetta kehitetään jatkuvasti, ja uusi softa oli kehitteillä tutkimukseni ajan, ovat tutkimusprosessissa syntyneet kokemukset arvokkaita tietokoneohjelman ja laitteen kehittämisen kannalta. Yleisemmin Thermidaksen tavoitteena lämpökamerakuvaamisen osalta on vakioida järjestelmä lääketieteellistä, diagnostista lämpösäteilyn mittaamista varten, jonka avulla saadaan luotettavaa tietoa eri kudoksista ja erilaisista sairauksista ennaltaehkäisevästi, helppokäyttöisesti, kustannustehokkaasti ja turvallisesti (Karhu 2010a, 3).

Tutkimuksella on myös yhteiskunnallista merkitystä. Mikäli tutkimustulos osoittaa, että lämpökameralla otetuista kuvista pystytään löytämään yhteyksiä joko lääkärin diagnoosiin tai potilaan oireisiin, tai eroavaisuuksia sairaan ja terveen kudoksien välille, voidaan tehdä päätelmä siitä, että lämpökameraa pystyisi käyttämään diagnostisena menetelmänä. Tällöin se voisi tulevaisuudessa tutkimustiedon lisääntyessä kehittyä uudeksi, nopeaksi diagnosointitavaksi terveydenhuollon kentälle. Koska se ei vaadi tutkittavalta esimerkiksi magneettitutkimuksen tapaan putkimaaisessa rakenteessa makaamista useiden minuuttien ajan, on se erittäin tervetullut vaihtoehto etenkin ahtaanpaikankammosta kärsiville potilaille. Myös säteilemättömyytensä ja edullisuutensa ansiosta lämpökamerakuvaaminen olisi turvallisena menetelmänä erittäin hyvä vaihtoehto röntgenkuvaamiselle ja kalliille magneettikuvaukselle.

Tutkimuksen pääongelmia on kaksi, ja ne jakautuvat alaongelmiin. Ensimmäiseen tutkimusongelmaan haetaan vastauksia numeraalisen analyysin keinoin, ja toisen ongelman selvittämiseen käytetään visuaalista analyysia.

Tutkimusongelma 1. Mitä havaintoja voidaan tehdä, kun selkäsairaita henkilöitä kuvataan lämpökameralla ja kuvia verrataan normatiiviseen materiaaliin?

1.1 Voidaanko lämpökamerakuvien lämpötiloista havaita eroa selkäsairaiden ja normatiivisten selkäkuvien välillä?

1.2 Voidaanko selkäsairaiden ja normatiivisten lämpökamerakuvien lämpötiloista havaita eroa, kun kyseessä on rakenteellinen, toiminnallinen, akuutti, krooninen, iskias-oireinen tai ei-iskias-oireinen selkäsairaus?

1.3 Voidaanko lämpötiloissa havaita eroa, kun kyseessä on välilevysairaus, nikamasairaus tai muu selkäsairaus?

Tutkimusongelma 2. Voidaanko selkäsairaista kuvatuista kuvista todeta yhtäläisyyksiä potilaskertomuksien tai diagnoosien kanssa?

2.1 Löydetäänkö lämpökamerakuvista ja potilaskertomuksista yhtäläisyyksiä, kun kuvia analysoidaan visuaalisesti?

2.2 Löydetäänkö lämpökamerakuvista ja potilaiden MRI-kuvien lausunnoista yhtäläisyyksiä, kun kuvia analysoidaan visuaalisesti?

7 TUTKIMUSMENETELMÄT

7.1 Määrällinen tutkimus

Tutkimukseni päämetodologia on määrällinen eli kvantitatiivinen. Määrällisessä tutkimuksessa tietoa käsitellään numeraalisessa eli mitattavassa muodossa ja siinä saadaan tietoa muuttujien välisistä eroista ja suhteista (Vilkkä 2007, 13–14; Heikkilä 2008, 16). Edellytyksenä on riittävän suuri ja edustava otos (Vilkkä 2007, 17; Heikkilä 2008, 16) ja tutkimuksen aineisto saatetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon (Hirsjärvi–Remes–Sajavaara 2008, 136). Saatuja tuloksia voidaan havainnollistaa taulukoiden ja kuvioiden avulla (Heikkilä 2008, 16) ja ominaista määrälliselle tutkimusmenetelmälle on myös sen objektiivisuus, jolloin tulos on tutkijasta riippumaton (Vilkkä 2007, 17). Tässä tutkimuksessa tulosten tilastollista analyysia on tehty ensimmäisen pääongelman selvittämiseksi.

Laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää käytetään usein määrällisen menetelmän rinnalla. Laadullisella tutkimusmenetelmällä tarkoitetaan erilaisia tulkinnallisia tutkimuskäytäntöjä (Metsämuuronen 2009, 215) ja tämän tutkimuksen aineistonkeruuvaiheessa käytetäänkin mittaamisen lisäksi apuna laadullista haastattelua, jossa tutkimushenkilölle esitetään avoimia kysymyksiä kasvotusten (Metsämuuronen 2009, 220).

7.2 Tutkimuskohde

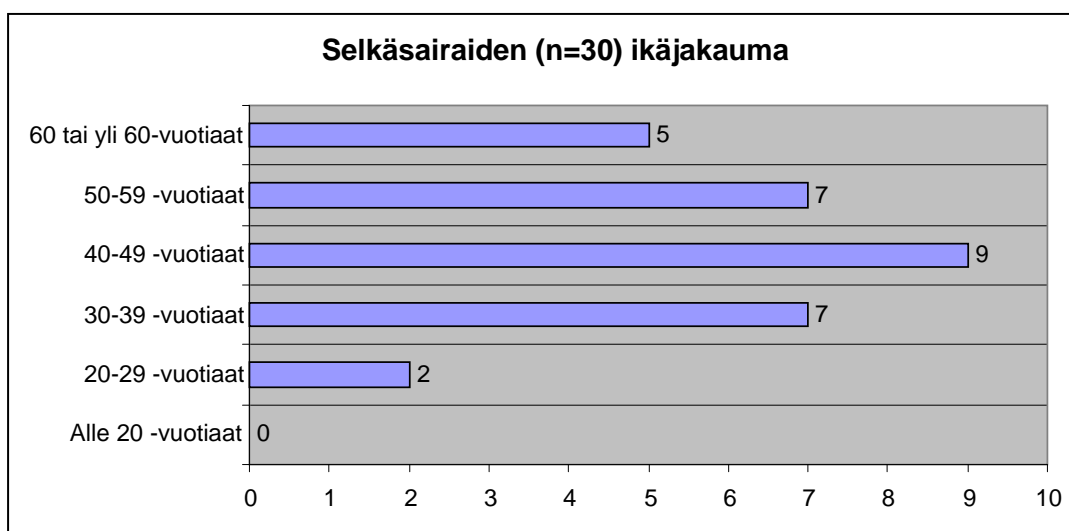
Tutkimuskohteena oli joukko selkäsairaita henkilöitä ($n=36$), jotka ilmoittautuivat tutkimukseen sähköpostitse tai fysioterapeuttinsa kautta. Tutkimukseen osallistujat olivat vapaaehtoisia, selkäkivuista kärsiviä, tai erilaisia diagnooseja omaavia selkäsairaita henkilöitä, jotka määrittelivät itse itsensä sopivaksi tutkimukseen. Heiltä kuvattiin sekä ala- että yläselkä kuvaustilanteessa. Aineiston tarkastelussa huomattiin myöhemmin, etteivät kaikki kuvat olleet tallentuneet tietokoneelle. Henkilöitä joilta löytyi sekä ala- että yläselän kuvat tallentuneena oli yhteensä 30, joista naisia oli 16 ja miehiä 14. Tutkimuskohdeena selkäsairaiden osalta toimivat siis nämä 30 henkilöä.

Ennen varsinaista opinnäytteeseen kuuluvaa selkäsairaiden tutkimusta kuvasin tutkimusharjoittelussa normatiivista aineistoa ($n=92$). Tästä aineistosta on

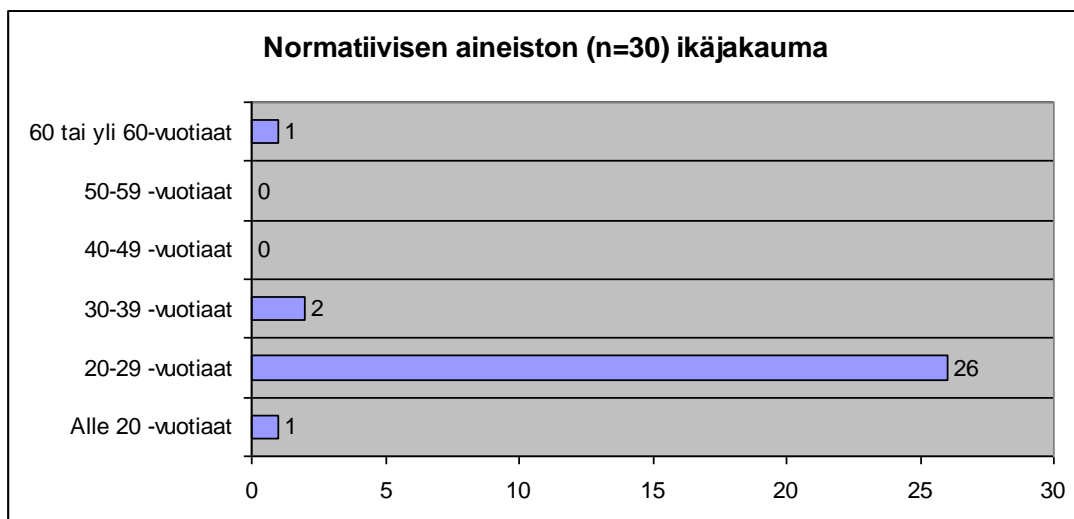
poimittu sellaiset henkilöt, joilta löytyivät kaikki samat taustatiedot, kuin selkäsairailta, sekä tallentuneena molemmat selkäkuvat. Näitä henkilöitä oli yhteensä 36, joista miehiä oli 18 ja naisia 18. Näistä valittiin satunnaisesti 14 miestä ja 16 naista, jotta määrä ja sukupuolijakauma olisivat samat, kuin selkäsairailla. Tätä (n=30) joukkoa käytetään tässä tutkimuksessa vertailukoh-
tana. Kaikki kuvaaminen tapahtui Rakka-tutkimusasemalla Lapin Urheiluopis-
tolla.

7.2.1 Aineistojen esittely

Seuraavaksi esitellään molemmat aineistot taustatietolomakkeiden tietojen avulla. Selkäsairaiden ja normatiivisten ryhmille on laskettu ikäjakaumat (kuviot 3 ja 4). Normatiiviset tutkimushenkilöt olivat keskimäärin nuorempia, kuin selkäsairaat tutkimushenkilöt.



Kuvio 3. Selkäsairaiden ikäjakauma



Kuvio 4. Normatiivisten ikäjakauma

Normatiivisista tutkimushenkilöistä suurin osa oli 20-29 -vuotiaita. Jotta saada mahdollisimman todenmukainen kuva aineiston ikäjakaumasta, on syytä tarkastella tätä ryhmää hieman tarkemmin. Tästä ryhmästä alle 25 -vuotiaita oli 23 henkilöä ja 25-vuotiaita tai yli 25-vuotiaita 3 henkilöä.

Tutkimushenkilöiltä mitattiin ennen kuvaamista emissiivisyyslämpötila kitalesta, jonka avulla määriteltiin kuvattavien normaalilämpötila (Karhu 2010b, 5). Näistä lämpötiloista on laskettu keskiarvot ja keskihajonnat molemmissa kuvausryhmissä (taulukko 1). Keskihajonnat havainnollistavat arvojen vaihtelua keskiarvojen ympärillä (Metsämuuronen 2009, 351; Holopainen-Pulkkinen 2008, 88), ja niiden mukaan lämpötilat ovat poikenneet keskiarvosta selkäsairaille noin asteen verran, ja normatiivisilla noin puolitoista astetta.

Taulukko 1. Tutkimushenkilöiden emissiivisyyslämpötilojen keskiarvot ja keskihajonnat

| Emissiivisyyslämpötila | Keskiarvo | Keskihajonta |
|------------------------|-----------|--------------|
| Selkäsairaat | 34,24 | 1,11 |
| Normatiiviset | 33,44 | 1,57 |

Tutkimukseen osallistuneita voidaan tarkastella myös pituuden ja painon osalta. Normatiiviset naishenkilöt olivat selkäsairaita naisia pidempiä, mutta vastaavasti selkäsairaat miehet olivat normatiivisia miehiä keskimääräisesti pidempiä (taulukko 2). Sekä miesten, että naisten puolella selkäsairaat henkilöt ovat keskimäärin painavampia, kuin normatiiviset henkilöt (Taulukko 3). Myös vaihteluväli keskiarvotuloksen molemmin puolin eli keskihajonnat ovat selkäsairailla painon osalta paljon suuremmat, kuin normatiivisella aineistolla.

Taulukko 2. Tutkimushenkilöiden pituuksien keskiarvot ja keskihajonnat

| Tutkimushenkilöt | | Keskiarvo (cm) | Keskihajonta (cm) |
|------------------|---------------|----------------|-------------------|
| Naiset (n=16) | Selkäsairaat | 164,2 | 3,9 |
| | Normatiiviset | 166,2 | 6,6 |
| Miehet (n=14) | Selkäsairaat | 182,2 | 6,6 |
| | Normatiiviset | 176,6 | 6,5 |
| Kaikki (n=30) | Selkäsairaat | 172,6 | 10,6 |
| | Normatiiviset | 171,1 | 8,4 |

Taulukko 3. Tutkimushenkilöiden painojen keskiarvot ja keskihajonnat

| Tutkimushenkilöt | | Keskiarvo (cm) | Keskihajonta (cm) |
|------------------|---------------|----------------|-------------------|
| Naiset (n=16) | Selkäsairaat | 68,6 | 13,9 |
| | Normatiiviset | 58,9 | 6,1 |
| Miehet (n=14) | Selkäsairaat | 87,4 | 15,2 |
| | Normatiiviset | 74,8 | 8,7 |
| Kaikki (n=30) | Selkäsairaat | 77,4 | 17,1 |
| | Normatiiviset | 66,3 | 10,9 |

7.2.2 Selkäsairauksien esittely

Käyn tutkimushenkilöiden (n=30) selkäsairaudet läpi kolmessa ryhmässä, jotka ovat välilevyn sairaudet (n=14), nikaman sairaudet (n=5) ja muut sairaudet (n=11). Sairauksien jakautuminen näiden kolmen ryhmän kesken on laskettu myös prosentuaalisesti (taulukko 4). Luokittelu tapahtui haastattelussa saatujen tietojen eli tutkimushenkilöiden omien kertomuksien perusteella. Haastattelulomake on liitteenä (Liite 1).

Taulukko 4. Selkäsairauksien jakautuminen välilevy-, nikama-, ja muihin selkäsairauksiin

| Selkäsairaus | Määrä | Prosentti % |
|-----------------|-------|-------------|
| välilevysairaus | 14 | 46,7 |
| nikamasairaus | 5 | 16,7 |
| muu sairaus | 11 | 36,7 |
| Kaikki | 30 | 100,0 |

Välilevysairaista tutkimushenkilöistä 12:lla oli selässä välilevyn pullistumaa yhdessä tai useammassa nikamavälissä ja näistä kolme koki kivun olevan säteilevää. Tutkimushenkilöistä välilevyn rappeutumista oli todettu 6 henkilöllä, ja iskias-oireita 4 henkilöllä. Lisäksi yhdellä henkilöllä oli vastaavanlaisia iskias-oireita, mutta selän tilanteesta ei oltu tehty lääkärin diagnoosia.

Nikamasairaista kahdella henkilöllä oli selässä nikamien ahtaumaa. Yksi osallistujista kertoi selässään olevan nikamakaaren siirtymää eli spondylolisteesiä, ja yhdellä henkilöllä esiintyi nikamakaaren höltymää, eli spondylolyyysiä. Kahdella tutkimukseen osallistuneella henkilöllä oli selässään yliliikkuvia niveliä, sekä toisella heistä ilmeni usein selän väsymistä.

Nikama ja välilevysairauksien lisäksi tutkimukseen osallistuneilla oli myös henkilöitä, joilla oli muita sairauksia. Viidellä tutkimukseen osallistuneella henkilöllä oli alaselän alueella ilmennyt kipua, johon ei vielä toistaiseksi oltu löydetty aiheuttajaa. Neljällä henkilöllä oli iskiaskipua alaselän alueella ja lisäksi yhdellä osallistujalla yläselän painuminen kasaan ja sen myötä ryhdin

huonontuminen aiheutti kipua yläselässä. Myös skolioosi sekä notkoselkä olivat yksittäisten henkilöiden vaivana.

Luokittelen selkäsairaat myös toisella tavalla, kolmen vastaparin suhteen. Tutkimushenkilöiden kokonaismäärästä kartoitetaan, onko selkäsairaus rakenteellinen vai toiminnallinen, onko sairaus akuutti vai krooninen, sekä onko sairaalla iskias-oireita vai ei. Rakenteellisen selkäsairauden aiheuttaja pystytään diagnosoimaan, jolloin aiheuttaja löytyy selän rakenteesta. Toiminnallinen selkäsairauden aiheuttamat kivut tai oireet puolestaan pahenevat henkilön liikkuesssa. Myös termit akuutti ja krooninen kertovat selkäkivun luonteesta, ja ne viittaavat selkäkivun tai sairauden keston. Kivun kestäessä enintään kaksi viikkoa, puhutaan akuutista selkäkivusta, ja kroonisesta selkäkivusta puhutaan, kun kivut ovat jatkuneen yli kolme kuukautta (Haukatsalo 2002, 41). Tutkimushenkilöiden sairaudet jakautuivat taulukon 5 mukaisesti.

Taulukko 5. Selkäsairauksien jakautuminen ryhmittäin

| Ryhmä 1 | Lukumäärä | %-osuus |
|----------------|-----------|---------|
| Rakenteellinen | 21 | 70 |
| Toiminnallinen | 9 | 30 |
| Yhteensä | 30 | 100 |

| Ryhmä 2 | Lukumäärä | %-osuus |
|-----------|-----------|---------|
| Akuutti | 0 | 0 |
| Krooninen | 30 | 100 |
| Yhteensä | 30 | 100 |

| Ryhmä 3 | Lukumäärä | %-osuus |
|----------------|-----------|---------|
| Iskias-oire | 10 | 33 |
| Ei iskias-oire | 20 | 67 |
| Yhteensä | 30 | 100 |

7.3 Tutkimuksen kulku

Tutkimus alkoi normatiivisen aineiston keruulla helmikuussa 2011, mikä toteutettiin tutkimusharjoitteluna Thermidas Oy:lle. Projektin oli osa Itä-Suomen

yliopiston teettämää tutkimusta lämpökameran kehittämiseksi. Tutkijatahoina toimivat Itä-Suomen yliopiston fysiologian yksikkö, Kuopion Yliopistollinen sairaala, Rovaniemen ammattikorkeakoulu ja Lapin Urheiluopisto. Tämä lääketieteellinen tutkimus oli nimeltään ”Lämpökuvaus diagnostisena menetelmänä – normaalimateriaali”. (Karhu 2010b.) Tehtävänäimme oli kuvata 150 normatiivista kuvaushenkilöä, sekä selkäsairaita henkilöitä 30. Selkäsairaita kuvattiin sen vuoksi, että Thermidas Oy oli erityisen kiinnostunut tästä aiheesta. Normatiivisen materiaalin kuvauksiin ilmoittautui 92 tervettä ihmistä, joista suurin osa oli RAMK:in opiskelijoita, opettajia, sekä Lapin urheiluopiston muuta henkilökuntaa. Henkilöt määrittelivät itse itsensä terveiksi. Tavoitteena oli, että normatiivinen aineisto koostuisi mahdollisimman eri-ikäisistä tutkittavista. Tutkimuksen tiedottamiseen ja ilmoittautumiseen käytettiin sähköpostia ja Lapin urheiluopistolla sijaitsevaa ilmoitustaulua. Normatiivisen aineiston kuvaamisen harjoittelu aloitettiin 22.2.2011 ja ensimmäiset viralliset kuvaukset alkoivat 28.2.2011.

Normatiivisen materiaalin kuvauksia seurasi selkäsairaiden rekrytoiminen ja kuvaaminen. Selkäsairaat ilmoittautuivat tutkimukseen joko sähköpostitse (16), fysioterapeuttinsa kautta (13), tai lumipallomenetelmän mukaisesti (7) kuullen asiasta toisen osapuolen kautta (Metsämuuronen 2009, 63). Loppukeväästä 2011 opinnäytetyön aihe varmistui, jolloin työn tekeminen alkoi suunnitelman laatimisella, sekä teoreettisen viitekehyksen valmistelulla. Tutkimuksen kulkua on havainnollistettu kuviossa 5.

| 2011 | | | | | | | | | | | 2012 |
|---|--------|-----------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|-----|---|------|--------|--|-------|
| Helmi | Maalis | Huhti | Touko | Kesä | Heinä | Elo | Syys | Loka | Marras | Joulu | Tammi |
| Tutkimusharjoittelu: Normatiivinen kuvaaminen | | | | | | | Aineiston numeraalinen analysointi SPSS- oh- jelmalla | | | Aineiston visu- aalinen analy- ysi | |
| | | Selkäsairaiden kuvaaminen | | | | | | | | | |
| | | | | Opinnäytetyöraportin kirjoittaminen | | | | | | | |
| | | Opinnäyte- työsuunni- telma | | | | | | | | | |

Kuvio 5. Tutkimuksen kulku

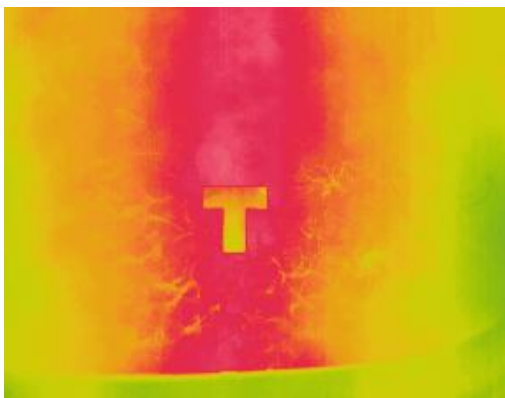
Kuvaustilanne alkoi sekä normatiivisten, että selkäsairaiden tutkimushenkilöiden kuvauksissa lyhyellä haastattelulla (Liite 1). Haastattelussa kysyttiin taustatietoja, ja se suoritettiin kuvaushuoneessa. Vastaukset kirjattiin lomakkeeseen henkilöiden kertomusten perusteella. Tietojen keräämisen aikana tutkimushenkilö istui paikoillaan kuvaustilassa, jotta lämpötila tasaantuisi huoneen lämpötilan mukaiseksi. Hart ja Owens (2004) ovat tutkineet sitä, kuinka kauan selän lämpötilan tasaantuminen kuvaustilassa kestää, eli toisin sanoen, kuinka kauan kuvaushenkilön tulisi odotella ennen kuvaamista. Heidän tutkimuksessa henkilön tuli olla selkä paljaana ja tulokseksi he saivat 16 minuuttia. Tässä tutkimuksessa tutkimushenkilöt ovat odotelleet kuvaushuoneessa noin 10 minuutin ajan. Ohje on peräisin Thermidakselta.

Ennen varsinaisten kuvien ottamista mitattiin kameran avulla emissiivisyyslämpötila tutkimushenkilön kitalaesta. Lämpötilaluku merkattiin myös lomakkeeseen celsiusasteen kymmenesosan tarkkuudella, lukuun ottamatta 43 ensimmäistä normatiiviseen tutkimukseen osallistunutta, joiden kohdalla käytettiin eri taustatietolomaketta (liite 2). Esimerkkikuva kitalaen lämpötilan mittauksista on esitetty kuvassa 3. Tämän jälkeen normatiivisissa kuvauksissa kuvattiin 31 kuvaa vartalon eri osista, joista selkään kohdistuneita kuvia oli kaksi.

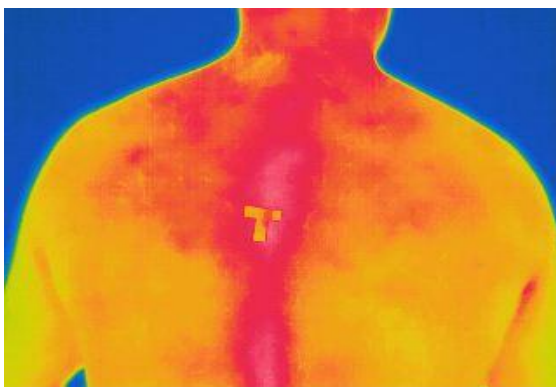
Molempien ryhmien kuvauksissa selkä kuvattiin kahdesta kohdasta, ala- ja yläselästä. Kuvissa 4 ja 5 on normatiivisen materiaalin kuvausohjeista löytyvät esimerkkikuvat näiltä alueilta. Kuvatessa käytettiin T-kirjainta (alumiinitarra), joka helpottaa kuvien jatkotyöstöä ja esimerkiksi normatiivisten kuvien päällekkäin asettelua jälkikäteen. Alaseläkuvassa T-kirjaimen tuli olla oikein päin, ja T:n jalan pää tuli sijoittaa L1-nikaman päälle. Yläselän kuvaamisessa T-kirjain tuli asettaa myös oikeinpäin, mutta tällä kertaa T:n hattu, eli poikki- viiva tuli asettaa TH5-nikaman päälle. (Karhu 2010b.) T:n asemoiminen tapahtui silmämääräisesti arvioimalla, sillä tässä tutkimuksessa selkäkuvien analysoinnissa ei ole tarvetta asemoida kuvia päällekkäin T:n suhteen. Kuvausalueen rajaamisessa pyrittiin huomioimaan myös kipukohta.



Kuva 3. Kitaleen lämpötilan mittaus



Kuva 4. Lämpökameralla otettu kuva alaselästä



Kuva 5. Lämpökameralla otettu kuva yläselästä ja hartianseudusta.

7.4 Aineiston analyysi

Aineiston analyysi jakautui kolmeen osaan, numeraaliseen ja visuaaliseen, sekä MRI-kuvien analysointiin. Numeraalisessa analyysissä mitatut lämpötilatiedot syötettiin SPSS-tilasto-ohjelmaan. Visuaalinen analyysi tapahtui kuvien visuaalisen värikartan perusteella, jolloin niistä etsittiin yhteneväisyyksiä potilaskertomuksien kanssa. MRI-kuvat toimivat vertailukohtana verrattaessa kuvaa ulkopuoliseen diagnoosiin.

7.4.1 Numeraalinen analyysi

Numeraalinen analyysi tarkoittaa tutkimuksen aineiston analysointia kuvista mitattujen lämpötilojen avulla. Aineiston analysoiminen alkoi mittaamalla sekä selkäsairaiden, että normatiivisen aineiston selkäkuvista analyysiohjelmaa käyttäen lämpötilat viidestä eri mittauspisteestä. Mitattavat kohdat olivat oikean ja vasemman lapaluun alakärjen alta, alimman lannenikaman alta, sekä oikean ja vasemman suoliluunharjun kohdalta. Nämä kohdat valittiin yhdessä lääketieteen professori Jari Karhun kanssa, sillä kohdat ovat suhteellisen helppo määrittää jokaisesta kuvasta.

Jokaiselta kuvaushenkilöltä mitattiin ensin kaikki viisi lämpötilaa. Lapaluiden lämpötilojen suhteen huomattiin eroja satunnaisten toistomittausten jälkeen, joten ne mitattiin vielä toiseen kertaan. Toisella kerralla kaikista kuvista poimittiin vain lapaluiden lämpötilalukemat, jotta kuvauskohta olisi fysiologisesti mahdollisimman samanlainen, huolimatta kuvien rajauksista. Apuna käytettiin myös tavallisia luurankokuvia. Kaikkien lapalumittausten kohdalla päädyttiin käyttämään ROI-työkalua, jolloin voitiin piirtämällä rajata haluttu alue, josta ohjelma mittasi keskiarvolämpötilan. Tähän päädyttiin siksi, että yksittäisen kohdan lämpötilan mittauksissa havaittiin suuria eroja pienilläkin alueilla. Alaselän mittauksissa tätä ongelmaa ei ollut, joten lämpötilat mitattiin vain kertaalleen ja ilman ROI-työkalua. Työkalua käytettiin vain epäselvissä tapauksissa, kuten esimerkiksi lihaviiden ihmisten kohdalla. Tuolloin keskiarvomittauksesta oli hyötyä, sillä poimuista huolimatta voitiin mitata yksi tulos. Kahdella kuvatuista miehistä oli alaselän kohdalla paljon karvoitusta, mikä vaikut-

ti lämpötilaan jopa kolmen asteen verran. Heiltä poimittiin karvojen seasta alue, jossa iho näkyi ilman esteitä.

Lämpötiloista ja esitietolomakkeen muista tiedoista tehtiin havaintomatriisi Excel-taulukkoon, josta tiedot siirrettiin PASW Statistics 18.0.0. tilastointiohjelmaan. Ensiksi verrattiin keskiarvoja kaikkien viiden mittauspisteen suhteen vertaamalla koko selkäsairaiden joukkoa ($n=30$) koko normatiiviseen joukkoon ($n=30$). Tähän käytettiin PASW Statistics tilastointiohjelman toisistaan riippumattomien otosten T-testiä (Independent-Samples T test), jolla mitataan sitä, onko ryhmien eri mittauspisteistä mitattujen lämpötilojen keskiarvot yhtä suuret (Taanila 2011, 5, 35). T-testi on keskiarvojen eroa testattaessa yleisin tunnettu menetelmä ja siinä otoskoko on yleensä suurempi, kuin 20-30 ($n>20-30$) ja mittaus on suoritettava vähintään välimatka-asteikollisella mittarilla (Metsämuuronen 2009, 385, 390). Populaation tulee olla myös jakautunut normaalijakauman mukaan (Metsämuuronen 2009, 385, 390; Taanila 2011, 5, 35). Koska tämän tutkimuksen otoskoko on 30, on tutkimuksen populaatiosta hyvä tehdä normaalijakauman sijaan oletus t-jakaumasta, mikä on muodoltaan normaalijakaumaa latteampi (Metsämuuronen 2009, 433). Aineistossa täyttyvät klassisen t-testin edellytykset, joten t-testi on perusteltu valinta keskiarvojen eron testaamiseen.

Kun aineistoa oli verrattu kokonaisuudessaan normatiiviseen aineistoon, luokiteltiin selkäkuvat seuraavaksi kolmen muuttujaparin suhteen ja näitä ryhmiä verrattiin normatiiviseen aineistoon. Ryhmät olivat 1. Rakenteellinen vai Toiminnallinen selkäsairaus, 2. Akuutti eli lyhytkestoinen vai Krooninen eli pitkäkestoinen selkäsairaus, 3. Iskias oireinen vai iskiasoireeton selkäsairaus. Analysointivaiheessa kuitenkin huomattiin, että kaikki tutkimukseen osallistuneet selkäsairaajat olivat jo pitkään sairastaneita, eli kuuluivat krooniseen ryhmään. Tämän vuoksi 2. ryhmän ryhmittelyä ei tehty. Ryhmien vertailussa vertailu tehtiin kaikkien viiden mittauspisteen suhteen käyttämällä PASW Statistics 18 tilastointiohjelman Mann-Whitneyn U-testiä. U-testi eroaa T-testistä otoskokonsa osalta, jolloin $n<20-30$ ja sitä käytettäessä populaation jakaumasta ei tarvitse olla tietoa, sillä parametrittomana testinä ilmiön taustalla ei oleteta olevan mitään jakaumaa (Metsämuuronen 2009, 385–386, 390). Koska T-testin edellytykset normaalijakaumasta eivät tässä kohtaa tutkimusta

toteudu, on Mann-Whitneyn U-testi sopiva vaihtoehto keskiarvojen testaamiseen (Nummenmaa 2004, 250). U-testin nollahypoteesina on väite ”muuttujien järjestyslukujen jakaumat ovat samanlaiset” (Nummenmaa 2004, 250). Mitä pienempi merkitsevyysarvo testissä saadaan, sitä todennäköisempää on, että jakaumat ovat erilaiset (Nummenmaa 2004, 250).

Näiden ryhmien lisäksi selkäsairauksia analysoitiin myös ryhmissä välilevysairaudet, nikamasairaudet ja muut sairaudet. Välilevysairaiden ryhmään kuului 14 henkilöä ja heiltä valittiin vertailuun oikean ja vasemman suoliluun harjun lämpötilat sekä alimman lannenikaman alta mitattu lämpötila. Nämä pisteet valittiin siksi, että välilevysairaudet sijoittuivat tutkimushenkilöillä alaselän alueelle, lannenikamien väliin. Muut selkäsairaudet -ryhmässä vertailu tehtiin kaikkia viittä mittauspistettä käyttäen, sillä henkilöt tunsivat kipua niin ala- kuin yläselänkin alueella. Näiden ryhmien osalta keskiarvojen vertailu suoritettiin myös Mann-Whitneyn U-testillä. Nikamasairaiden (n=5) ryhmä jäi odotettua pienemmäksi, joten ryhmän koon vuoksi vertailu Mann-Whitneyn -testiä käyttäen ei onnistunut. Keskiarvoja voidaan kuitenkin tarkastella tekemällä usean toisistaan riippumattoman ryhmän vertailu. Tähän käytettiin Kruskal-Wallis -testiä, joka on myös parametriton testi. Testissä taustaoletuksena on, että otokset noudattavat likimain samanmuotoista jakaumaa. Vertailussa otettiin mukaan välilevysairaudet, nikamasairaudet, muut sairaudet ja normatiiviset henkilöt. Välilevysairaiden, muiden sairauksien ja normatiivisten joukosta valittiin satunnaisesti 5 henkilöä vertailuun, jotta otokset olisivat yhtä suuret nikamasairaiden otoksen kanssa. (Taanila 2011, 26.)

7.4.2 Visuaalinen analyysi

Visuaalinen analyysi tarkoittaa selkäsairaahan kuvan analysoimista sen väritysten perusteella. Kuvasta etsittiin poikkeavan värisiä alueita, joista voitiin tehdä päätelmiä mahdollisista aiheuttajista ja sairauksista. Visuaalinen analysointi vaati ammattitaitoa ja erityisen hyvää lääketieteen ja fysiologian tunteusta, joten analyysin suoritti Kuopion Yliopiston lääketieteen professori Jari Karhu. Visuaalinen analyysi tapahtui selkäsairaiden alaseläkuvista. Jari Karhu etsi ensin kuvista löydöksiä ilman potilaskertomuksiin tutustumista, ja vasta tämän jälkeen löydöksiä verrattiin potilaiden kertomuksiin.

7.4.3 MRI-kuvien analysointi

Analysointi tapahtuu kahdesta kuvasta, jotka on otettu joko viikko lämpökamerakuvausta ennen, tai viikko sen jälkeen. MRI-kuvan lausuntoa verrataan lämpökamerakuvan väritykseen, ja tutkitaan löytyykö näistä yhteneväisyyksiä. Visuaalisen analyysin tapaan tämä vaatii myös lääketieteellistä osaamista, joten analyysin tekee lääketieteen professori Jari Karhu.

7.5 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuden tarkastelussa tulee huomioida sekä sen reliabiliteetti, että validiteetti. Reliabiliteetti kertoo tutkimuksen luotettavuudesta ja kyvystä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia, ja validiteetti kertoo kuinka hyvin onnistuttiin mittaamaan sitä, mitä oli tarkoituskin mitata. (Metsämuuronen 2009, 74; Heikkilä 2008, 186–187; Holopainen–Pulkinen 2002, 16–17.)

Tarkastellaan ensin tutkimuksen ulkoista reliabiliteettia, eli sitä, kuinka hyvin tutkimus on toistettavissa muissa tilanteissa (Heikkilä 2008, 187). Kuvaustilanteessa toimittiin normatiivisen materiaalin ohjeistuksen mukaisesti, käytettiin Thermidakselta saatua esitietolomaketta ja kuvat ovat esimerkkikuvien mukaan otettu. Aineiston keräämisen voisi siis suorittaa kuka vain laitteen käyttöön liittyvän koulutuksen saanut henkilö. Sisäisen reliabiliteetin tarkastelussa analysoinnin voidaan sanoa olevan lähes reliabeeli, sillä testiuusintatesti -periaatteella (Metsämuuronen 2009, 76; Heikkilä 2008, 187) lämpötilan mittaamisen virhe oli 0–0,1 astetta. Analyysivaiheessa mittaajalla on siis vaikutusta tämän tutkimuksen reliabiliteettiin. ROI-työkalun käyttö lisäsi tutkimuksen toistettavuutta, sillä sen avulla mittaajan osuus tuloksesta pienenee, kun käytössä on alueen keskiarvolämpötila.

Myös kuvaukseen valmistautuminen vaikuttaa tutkimuksen reliabiliteettiin ja validiteettiin. Kuvaukseen valmistautumisesta annettiin ohjeistus kaikille tutkimukseen osallistuville henkilöille, mutta selkäsairaista 10 ja normatiivisista 8 eivät noudattaneet valmistautumisohjetta. Esimerkiksi selkäsairaista neljä oli nauttinut kipulääkettä ja kolme nikotiinituotteita vuorokauden sisällä kuvaamisesta. Yksi henkilö oli käyttänyt kylmägeeliä ja yksi kosteusvoidetta selän alueella ennen kuvausta, ja kolme henkilöä oli harrastanut kevyttä lii-

kuntaa ennen kuvausta. Kuvausohjeistus on laadittu, koska tiedetään esimerkiksi nikotiinituotteiden kiihdyttävän verenkiertoa, sekä liikunnan nostavan kehon normaalia lämpötilaa. Analyysivaiheessa tätä ei kuitenkaan huomioitu lainkaan.

Tutkimuksen validiteetin voisi sanoa olevan hyvä, sillä tutkimuksessa haluttiin tietää kahden ryhmän välisiä eroja selän lämpötiloissa. Lämpökamera oli hyvä valinta tutkimuksen tekemiseen. Selkäsairaista haluttiin tietää vaikuttaako vamman tuoreus (akuutti vai krooninen) vertailussa. Kaikki selkäsairaiden ryhmästä ($n=30$) osoittautuivat kuitenkin pitkäaikaissairaisiksi, joten tulokset jäivät näiden osalta saamatta ja näin ollen se vaikutti myös validiteettiin. Kuvausssä käytettävät kuvausasennot voivat myös vaikuttaa validiteettiin. Selän kuvat otettiin kaikilta niin, että alaselkäkuvassa tutkimushenkilö seiso selin kameraan, ja yläselkäkuvassa henkilö istui käsinojattoman korokkeen päällä. Selän asentoa olisi voinut muuttaa esimerkiksi kuvaamalla yläselkäkuvan polviseisonnassa, jolloin selkä olisi ollut samassa asennossa molemmissa kuvissa. Tämä johtui siitä, että kameran sai säädettyä korkeintaan noin 130 senttimetrin korkeudelle, joten kuvauspaikan tuli olla tämän korkeuden alapuolella.

Mittaajan osuutta validiteettiin vähennettiin sillä, että visuaalisessa analyysissä asiantuntija analysoi kuvia tietämättä kuvissa olleiden henkilöiden potilaskertomuksia. Näin mittajaalle ei tullut kiusausta löytää kuvista sitä, mitä siellä potilaskertomuksen mukaan oli.

Tutkimuksen tuloksien yleistettävyyteen vaikuttaa tutkimuksen otos, jonka pitäisi olla edustava pienoiskuva perusjoukosta (Heikkilä 2008, 33). Normatiivinen aineisto olisi toiminut paremmin vertailuaineistona, mikäli henkilöt olisivat olleet enemmän eri ikäluokista. Myös se, että suurin osa nuorista normatiivisista henkilöistä oli liikunta-alan opiskelijoita, ja se että mukana oli myös muutama urheilija, vaikuttivat normatiivisen aineiston normaaliuteen. Molempien aineistojen suurempi koko vaikuttaisi myös tulosten parempaan yleistettävyyteen, mutta aineiston rajaaminen 30 henkilön ryhmiin oli perusteltua opinnäytetyön laajuuden vuoksi.

Laitteistoa kehitetään jatkuvasti, ja tämä tutkimuksen avulla Thermidas sai tietoa myös laitteiston luotettavuudesta. Laite vaati vielä kehittämistä kuvien tallentamisen osalta, sillä esimerkiksi selkäsairaiden kokonaismäärästä (n=36) vain 30 henkilön molemmat kuvat olivat tallentuneet.

8 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimuksen tulokset käsitellään tutkimusongelmien mukaisessa järjestyksessä. Tuloksista esitellään ensin se, mitä havaintoja voidaan tehdä, kun selkäsairaita henkilöitä kuvataan lämpökameralla ja kuvia verrataan normatiiviseen materiaaliin numeraalisen analyysin keinoin. Tämän jälkeen esitellään kuvien visuaalinen vertaaminen potilaskertomuksiin, sekä MRI-kuvien lausuntoihin.

8.1 Normatiivisten ja selkäsairaiden keskiarvojen vertailu

Tutkimuksessa tutkittiin koko selkäsairaiden aineistoa käyttäen sitä, onko selkäsairaiden ja normatiivisten kuvista mitattujen lämpötilojen keskiarvoissa tilastollisesti merkitsevää eroa. Tilastointiohjelmalla mitattiin selkäsairaiden ja normatiivisten kuvista mitattujen lämpötilojen keskiarvot ja keskihajonnat ja verrattiin niitä T-testillä (Taulukko 6). Kun keskiarvolämpötiloja tarkastellaan silmämääräisesti, huomataan erojen niiden välillä olevan pieniä. Suurimmat erot löytyvät vasemman suoliluun harjun keskiarvoista, sekä vasemman lapaluun alakärjen lämpötiloista, joissa ero on noin puoli astetta.

Kun tarkastellaan T-testin p-arvoja, huomataan arvojen olevan suurempia, kuin tilastollisesti melkein merkitsevän rajan $p=0,050$ (Heikkilä 2008, 195), joten nollahypoteesi ”lämpötilat eivät eroa toisistaan” pysyy voimassa (taulukko 6). Tästä johtuen voidaan todeta, että kun selkäsairaita ja normatiivista aineistoa verrataan toisiinsa kokonaisuudessaan, ei lämpötilojen välillä ole tilastollisesti merkitseviä eroja viiden mittauspisteen osalta. Lähimpänä merkitsevyyden rajaa ovat vasen suoliluun harju, sekä vasen lapaluun alakärki, jotka poikkesivat toisistaan jo silmämääräisestikin tarkasteltuna.

Taulukko 6. T-testin tulokset selkäsairaiden ja normatiivisten keskiarvojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä johon tutkimushenkilö kuuluu | N | Ka | Kh | P-arvo |
|-------------------------|------------------------------------|----|--------|--------|--------|
| Suoliluun harju vasen | Selkäsairas | 30 | 32,290 | 1,5103 | 0,118 |
| | Normatiivinen | 30 | 32,873 | 1,3318 | |
| Suoliluun harju oikea | Selkäsairas | 30 | 32,540 | 1,5346 | 0,945 |
| | Normatiivinen | 30 | 32,513 | 1,4453 | |
| Alin Lannenikama | Selkäsairas | 30 | 34,193 | 1,2575 | 0,223 |
| | Normatiivinen | 30 | 33,800 | 1,2177 | |
| Lapaluun alakärki vasen | Selkäsairas | 30 | 32,920 | 1,2949 | 0,130 |
| | Normatiivinen | 30 | 33,390 | 1,0620 | |
| Lapaluun alakärki oikea | Selkäsairas | 30 | 32,857 | 1,3325 | 0,884 |
| | Normatiivinen | 30 | 32,903 | 1,1312 | |

8.2 Normatiivisten ja selkäsairaiden keskiarvojen vertailu ryhmittäin

8.2.1 Välilevysairaus

Välilevysairaiden keskiarvolämpötiloja (n=14) verrattiin normatiivisen aineiston (n=30) keskiarvolämpötiloihin Mann-Whitneyn U-testillä. Kaikkien mittauspisteiden p-arvot ovat suurempia, kuin 0,050, joten nollahypoteesi jää voimaan (taulukko 7). Tämä tarkoittaa siis sitä, ettei välilevysairaiden ja normatiivisten kohdalla ole tilastollisesti merkittäviä eroavaisuuksia kolmen mittauspisteen lämpötilojen suhteen. Lähimpänä tilastollista eroavaisuutta on alin lannenikama, mikä vaikuttaa järkevältä välilevysairauden sijainnin kannalta.

Taulukko 7. Mann-Whitneyn U-testin tulokset välilevysairauksien ja normatiivisten keskiarvolämpötilojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä | N | Ka | Kh | P-arvo |
|-----------------------|-----------------|----|--------|-------|--------|
| Suoliluun harju vasen | välilevysairaus | 14 | 32,879 | 1,261 | 0,940 |
| | normatiivinen | 30 | 32,873 | 1,332 | |
| Suoliluun harju oikea | välilevysairaus | 14 | 33,107 | 1,067 | 0,313 |
| | normatiivinen | 30 | 32,718 | 1,453 | |
| Alin Lannenikama | välilevysairaus | 14 | 34,307 | 1,343 | 0,241 |
| | normatiivinen | 30 | 33,800 | 1,218 | |

8.2.2 Nikamasairaus

Nikamasairaiden vertailemiseen käytettiin parametritonta yksisuuntaista varianssianalyysia eli Kruskal-Wallis -testiä (Metsämuuronen, 2009, 1115; Taanila 2011, 6). Testin nollahypoteesina on: ryhmät ovat keskenään samanlaisia, ja tämä voidaan kumota vain, mikäli p-arvo on alle 0,050 (Taanila 2011, 27). P-arvot ovat kuitenkin suurempia, kuin 0,050 ($p > 0,050$), joten nollahypoteesi jää tällöin voimaan (taulukko 8). Testin perusteella välilevysairaat, nikamasairaat, muihin sairauksiin kuuluvat ja normatiiviset henkilöt eivät siis eroa toisistaan viiden muuttujan suhteen tilastollisesti merkittävästi.

Taulukko 8. Kruskal-Wallis -testin tulokset välilevysairaiden, nikamasairaiden, muiden sairauksien ja normatiivisten keskiarvolämpötilojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä | N | Ka | Kh | P-arvo |
|-------------------------|-----------------|---|-------|-------|--------|
| Suoliluun harju vasen | välilevysairaus | 5 | 33,1 | 0,935 | 0,910 |
| | muu sairaus | 5 | 32,36 | 1,545 | |
| | nikamasairaus | 5 | 32,8 | 1,258 | |
| | normatiivinen | 5 | 33,02 | 0,630 | |
| Suoliluun harju oikea | välilevysairaus | 5 | 33,16 | 0,939 | 0,634 |
| | muu sairaus | 5 | 32,7 | 1,514 | |
| | nikamasairaus | 5 | 32,94 | 1,762 | |
| | normatiivinen | 5 | 32,38 | 0,825 | |
| Alin Lannenikama | välilevysairaus | 5 | 34,54 | 1,986 | 0,144 |
| | muu sairaus | 5 | 34,76 | 0,766 | |
| | nikamasairaus | 5 | 34,44 | 1,236 | |
| | normatiivinen | 5 | 33,26 | 0,626 | |
| Lapaluun alakärki vasen | välilevysairaus | 5 | 33,68 | 0,694 | 0,157 |
| | muu sairaus | 5 | 32,54 | 0,753 | |
| | nikamasairaus | 5 | 33,46 | 1,431 | |
| | normatiivinen | 5 | 33,86 | 0,512 | |
| Lapaluun alakärki oikea | välilevysairaus | 5 | 33,44 | 0,723 | 0,435 |
| | muu sairaus | 5 | 32,66 | 0,773 | |
| | nikamasairaus | 5 | 33,38 | 1,594 | |
| | normatiivinen | 5 | 32,98 | 0,766 | |

8.2.3 Muu selkäsairaus

Kun muut selkäsairaudet -ryhmää (n=11) verrattiin normatiivisiin henkilöihin, saatiin näiden ryhmien välille tilastollisesti merkittäviä eroja (taulukko 9). Suoliluun harjun kohdalla vasemman puolen p-arvo oli pienempi, kuin tilastollisesti merkitsevä raja 0,01 ($p=0,004^{**}$) ja lapaluun alakärjen p-arvo oli alle 0,050 eli melkein merkitsevä ($p=0,011^{*}$) (Heikkilä 2008, 195). Tämän vuoksi nollahypoteesi ”ryhmien välillä ei ole eroa” kumotaan ja voidaan todeta, että suoliluun harjun vasemman puolen lämpötilat poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ja lapaluun vasemman puolen lämpötilat poikkesivat tilastollisesti melkein merkitsevästi vertailussa normatiiviseen. Muiden mittauspisteiden välille ei tullut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Taulukko 9. Mann-Whitneyn U-testin tulokset muilla selkäsairauksien ja normatiivisten keskiarvolämpötilojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä | N | Ka | Kh | P-arvo |
|-------------------------|---------------|----|--------|-------|---------|
| Suoliluun harju vasen | muu sairaus | 11 | 31,309 | 1,497 | 0,004** |
| | normatiivinen | 30 | 32,873 | 1,332 | |
| Suoliluun harju oikea | muu sairaus | 11 | 31,636 | 1,636 | 0,080 |
| | normatiivinen | 30 | 32,718 | 1,453 | |
| Alin Lannenikama | muu sairaus | 11 | 33,936 | 1,228 | 0,768 |
| | normatiivinen | 30 | 33,800 | 1,218 | |
| Lapaluun alakärki vasen | muu sairaus | 11 | 32,227 | 1,182 | 0,011* |
| | normatiivinen | 30 | 33,390 | 1,062 | |
| Lapaluun alakärki oikea | muu sairaus | 11 | 32,236 | 1,025 | 0,099 |
| | normatiivinen | 30 | 33,236 | 1,098 | |

8.2.4 Rakenteellinen selkäsairaus

Mann Whitneyn U-testin tulokset rakenteellisten selkäsairauksien osalta olivat samankaltaiset, kuin välilevysairauksienkin kohdalla (taulukko 10). Kaikkien viiden muuttujan p-arvo oli suurempi, kuin 0,050. Tämän vuoksi myöskään rakenteelliset selkäsairaudet eivät eroa tilastollisesti merkitsevästi normatiivisista mittauspisteiden lämpötilojen suhteen.

Taulukko 10. Mann-Whitneyn U-testin tulokset rakenteellisten selkäsairauksien ja normatiivisten selkäsairauksien keskiarvolämpötilojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä | N | Ka | Kh | P-arvo |
|----------------------------|----------------|----|--------|-------|--------|
| Suoliluun harju vasen | rakenteellinen | 21 | 32,590 | 1,541 | 0,625 |
| | normatiivinen | 30 | 32,873 | 1,332 | |
| Suoliluun harju oikea | rakenteellinen | 21 | 32,786 | 1,516 | 0,508 |
| | normatiivinen | 30 | 32,718 | 1,453 | |
| Alin Lannenikama | rakenteellinen | 21 | 34,148 | 1,308 | 0,368 |
| | normatiivinen | 30 | 33,800 | 1,218 | |
| Lapaluun alakärki vasen | rakenteellinen | 21 | 32,910 | 1,327 | 0,156 |
| | normatiivinen | 30 | 33,390 | 1,062 | |
| Lapaluun alakärki oikea | rakenteellinen | 21 | 32,833 | 1,416 | 0,863 |
| | normatiivinen | 30 | 33,236 | 1,098 | |

8.2.5 Toiminnallinen selkäsairaus

Myös toiminnallinen selkäsairaus -ryhmässä saatiin tilastollisesti merkitsevä ero. Suoliluun harjun mittauspiste vasemmalla puolella sai p-arvon ($p=0,014^*$), eli tulos on melkein merkitsevä (taulukko 11). Muiden mittauspisteiden kohdalla samaa sen sijaan ei voida todeta, sillä niiden p-arvot sijoittuvat 0,230–0,909 välille.

Taulukko 11. Mann-Whitneyn U-testin tulokset toiminnallisten selkäsairauksien ja normatiivisten keskiarvolämpötilojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä | N | Ka | Kh | P-arvo |
|----------------------------|----------------|----|--------|-------|--------|
| Suoliluun harju vasen | toiminnallinen | 9 | 31,589 | 1,241 | 0,014* |
| | normatiivinen | 30 | 32,873 | 1,332 | |
| Suoliluun harju oikea | toiminnallinen | 9 | 31,967 | 1,503 | 0,271 |
| | normatiivinen | 30 | 32,718 | 1,453 | |
| Alin Lannenikama | toiminnallinen | 9 | 34,300 | 1,200 | 0,230 |
| | normatiivinen | 30 | 33,800 | 1,218 | |
| Lapaluun alakärki vasen | toiminnallinen | 9 | 32,944 | 1,294 | 0,325 |
| | normatiivinen | 30 | 33,390 | 1,062 | |
| Lapaluun alakärki oikea | toiminnallinen | 9 | 32,911 | 1,191 | 0,907 |
| | normatiivinen | 30 | 33,236 | 1,098 | |

8.2.6 Iskiasoireinen selkäsairaus

Iskiasoireisien (n=10) analyysissä Mann-Whitneyn U-testillä ei saatu tilastollisesti merkitseviä eroja tämän ryhmän ja normatiivisten välille. Kaikkien viiden mittauspisteen p-arvot ovat suurempia, kuin melkein merkitsevän rajan (0,050). Lähinnä näissä on kuitenkin alin lannenikama, mikä on oletettavaa puristuksissa olevan iskiashermon sijainnin kannalta (taulukko 12).

Taulukko 12. Mann-Whitneyn U-testin tulostaulukko iskiasoireisten selkäsairauksien ja normatiivisten keskiarvolämpötilojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä | N | Ka | Kh | P-arvo |
|-------------------------|---------------|----|--------|-------|--------|
| Suoliluun harju vasen | iskias | 10 | 32,440 | 1,903 | 0,444 |
| | normatiivinen | 30 | 32,873 | 1,332 | |
| Suoliluun harju oikea | iskias | 10 | 32,680 | 1,817 | 0,913 |
| | normatiivinen | 30 | 32,718 | 1,453 | |
| Alin Lannenikama | iskias | 10 | 34,320 | 1,303 | 0,195 |
| | normatiivinen | 30 | 33,800 | 1,218 | |
| Lapaluun alakärki vasen | iskias | 10 | 33,000 | 1,409 | 0,274 |
| | normatiivinen | 30 | 33,390 | 1,062 | |
| Lapaluun alakärki oikea | iskias | 10 | 32,890 | 1,408 | 0,684 |
| | normatiivinen | 30 | 33,236 | 1,098 | |

8.2.7 Iskiasoireeton selkäsairaus

Iskiasoireettomien selkäsairauksien ryhmässä (n=20), ei myöskään löytynyt tilastollisesti merkittäviä eroavaisuuksia normatiiviseen verrattuna (taulukko 13). Tulokset ovat silti mielenkiintoiset, sillä sekä suoliluun, että lapaluun osalta oikean ja vasemman puolen erot ovat suuret. Suoliluun kohdalla oikea puoli saa p-arvoksi lähes 1 (p=0,968) ja lapaluun kohdalla vasen saa vastaavasti arvon p=0,992. Suoliluun vasemman puolen p-arvo on 0,140, ja lapaluun oikea puolen p-arvo on 0,175.

Taulukko 13. Mann-Whitney U-testin tulokset iskiasoireettomien selkäsairauksien ja normatiivisten keskiarvolämpötilojen vertailussa.

| Mittauspiste | Ryhmä | N | Ka | Kh | P-arvo |
|----------------------------|---------------|----|--------|-------|--------|
| Suoliluun harju vasen | ei iskias | 20 | 32,215 | 1,322 | 0,140 |
| | normatiivinen | 30 | 32,873 | 1,332 | |
| Suoliluun harju oikea | ei iskias | 20 | 32,470 | 1,419 | 0,968 |
| | normatiivinen | 30 | 32,718 | 1,453 | |
| Alin Lannenikama | ei iskias | 20 | 34,130 | 1,264 | 0,411 |
| | normatiivinen | 30 | 33,800 | 1,218 | |
| Lapaluun alakärki vasen | ei iskias | 20 | 32,880 | 1,271 | 0,175 |
| | normatiivinen | 30 | 33,390 | 1,062 | |
| Lapaluun alakärki oikea | ei iskias | 20 | 32,840 | 1,330 | 0,992 |
| | normatiivinen | 30 | 33,236 | 1,098 | |

8.3 Lämpökamerakuvien yhtäläisyydet potilaskertomuksiin ja MRI-diagnooseihin

8.3.1 Yhtäläisyydet potilaskertomuksiin

Selkäsairaiden (n=30) kuvien visuaalisessa analyysissä tehtiin löydöksiä 15 kuvasta. Kun löydöksiä verrattiin potilaiden kertomukseen omasta sairaudesta, löytyi toisiaan vastaavia pareja yhdeksän. Nämä yhdeksän toisiaan vastaavaa paria esitellään seuraavaksi, ja niitä merkitään numeroilla 1-9 (taulukko 14).

Tarkastellaan tarkemmin, millaisia yhteneväisyyksiä löydöksissä ja potilaskertomuksissa oli. Löydöksistä muut paitsi tapauksen 6 löydös täsmäävät kertomusten kanssa sijainnin suhteen. Tapauksissa 1–5, 7 ja 8 potilaskertomusta vastaava löydös on ollut poikkeavan lämmen, ja tapauksen 9 kohdalla kipukohta on erottunut viileämpänä. Kaikissa välilevy- ja nikamasairauksissa löydös on siis erottunut lämpimänä kohtana. Analysoinnissa on myös pystytty näkemään selän skolioosi (tapaus 6), mutta tapauksen 9 kohdalla epävarmalle löydökselle ei löytynyt vastaavuutta. Lämpökamerakuvista on havaittu myös puolieroja (tapaukset 6, 8 ja 9) ja lihasperäinen lämpöpesäke (tapaus 8). Nämä kaikki kuuluvat myös muut sairaudet -ryhmään.

Taulukko 14. Selkäsairaiden visuaalisen analyysin ja potilaskertomuksien vastavuudet

| Nro | Analyysin tulos | Potilaskertomus |
|-----|---|---|
| 1. | Epäspesifi laaja-alainen L3-S1-tasokeskeinen lämpö. Ei epäsymmetriaa | Alaselässä kolme välilevyn pullistumaa, hermot puristuksissa. |
| 2. | Laaja-alainen symmetria L5-S1 painottuvaa lämpöä. | Välilevyn pullistuma L5-S1-välissä. |
| 3. | Laaja-alainen L4-S1 kuumotus – ei puolieroja. | Nikaman siirtymä, L5-nikaman nikama-kaari poikki. |
| 4. | Laaja L4-S1 lämpeämä. | Välilevyn madaltuma L4-L5-välissä. |
| 5. | Selvä puoliero, oikea viileämpi, vasemmalle melko pitkä lämpöjälki. | Vasemmalla puolella jalkaan säteilevää iskias-kipua. |
| 6. | Selvä puoliero L5-tasolla. Vasemmalla puolella viileyttä ja oikealla lämpöä. Skolioosi. | Välilevyn pullistuma L4-L5-välissä. Yläselässä lievä skolioosi. |
| 7. | Presakraali L5-S1 lämpöpesäke. Oikealla puolella viileyttä, | Välilevyn pullistuma L4-L5- ja L5-S1-välissä. |
| 8. | Oikealla alaselässä lihasperäinen lämpöpesäke. | Oikea puoli alaselästä kipuilee, aiheuttaja ei tiedetä. |
| 9. | Oik. puoli viileämpi. Pakaran yläosa viileämpi. Ylhäällä skolioosi? | Alaselkäkipua oikealla puolella pakaran yllä. |

8.3.2 MRI-kuvat

MRI-kuvien lausuntojen vertaaminen lämpökamerakuvaan ei tuottanut löydöksiä. Molemmilla tapauksilla esiintyi Jari Karhun mukaan hyvälaatuista ja kroonista vaivaa, jonka ei pitäisi aiheuttaa iskiasoiretta. Kuvista ei paikannettu yhtäläisyyksiä lausunnon ja lämpökamerakuvan välille.

9 POHDINTA

9.1 Tulosten pohdinta

Kun selkäsairaiden (n=30) ja normatiivisten (n=30) lämpökamerakuvista mitattuja lämpötilojen keskiarvoja verrattiin toisiinsa t-testillä, ei tilastollisesti merkittäviä eroja löytynyt. Kun selkäsairaiden aineistoa ryhmiteltiin vastaparien rakenteellinen (n=21) vs. toiminnallinen (n=9) ja iskiasoireinen (n=10) vs. iskiasoireeton (n=20) suhteen, ja näitä ryhmiä verrattiin normatiiviseen aineistoon, löytyi tilastollisesti melkein merkitsevä ero ($p=0,014^*$) ainoastaan toiminnallisten sairauksien yhdessä mittauspisteessä. Kun selkäsairaita verrattiin normatiivisiin seuraavaksi ryhmissä välilevysairaat (n=14), nikamasairaat (n=5) ja muut selkäsairaudet (n=11), löydettiin tilastollisesti melkein merkitsevä ($p=0,011^*$) ja tilastollisesti merkitsevä ($0,004^{**}$) eroavaisuus ainoastaan muiden sairauksien kohdalla. Visuaalisessa analyysissä löydettiin 9 löydöstä, jotka vastasivat potilaskertomuksia muun muassa sijainnin perusteella. Lämpökamerakuvista ei löytynyt vastaavuuksia samojen henkilöiden magneettikuvien lausuntoihin.

Miksi selkäsairaiden ja normatiivisten kuvien keskiarvolämpötilat poikkesivat niin vähän toisistaan? Yksi selittävä tekijä voisi olla se, että selkäsairaat olivat kaikki sairastaneet jo pitkään. Akuutteja tapauksia ei ollut, jolloin vamma olisi ollut tuore tai kehossa olisi voinut olla menossa myös tulehdustila. Tulehdusten ja vammojen tiedetään aiheuttavan lämpöä tulehdusalueelle, jolloin se pystytään havaitsemaan myös lämpökameran avulla. Näiden tapausten puuttuminen vaikutti luultavasti tuloksiin, sillä lämpökamera on tunnettu väline verenkierron ja tulehdusten tutkimisessa. (Karhu 2010a, 3; Ring 2010.)

Eriyistä huomiota vaatii toiminnallisen ja muu selkäsairaus -ryhmän tuloksien tarkastelu, sillä molemmat ryhmät saivat samankaltaisen tuloksen vasemman suoliluun osalta. Tämä selittyy sillä, että toiminnallisen selkäsairauden ryhmästä (n=9) kahdeksan henkilöä olivat myös ryhmässä muut selkäsairaudet, ja vain yksi kuului nikamasairaisiin. Vastaavasti muiden selkäsairaiden ryhmässä (n=11) kahdeksan edusti toiminnallista selkäsairautta. Se, miksi toiminnallinen selkäsairaus voidaan havaita paremmin lämpökamerakuvista,

selittyy sillä, että se vaikuttaa enemmän lihasten paikalliseen aktiivisuuteen aiheuttaen lämpötilan nousua (Karhu 2012).

Visuaalisen analyysin tulokset yllättivät positiivisesti. Vaikka löydösten vastaavuusprosentti potilaskertomuksiin olikin vain 30%, pystyttiin niistä selvästi havaitsemaan yhtäläisyyksiä vammojen sijaintien kanssa. Analyysin avulla Thermidas sai myös tietoa kuvien laadusta ja kuvankäsittelyn tarkkuudesta laitteiston jatkokehittelyä varten.

Magneettikuvien lausuntojen vertaileminen lämpökamerakuviin kahden ihmisen osalta ei tuottanut haluttuja tuloksia. Mielenkiintoisen tästä tekee henkilöiden keskinäinen eroavaisuus, sillä toinen tutkimushenkilöistä oli luokiteltuna ryhmiin rakenteellinen ja välilevysairaus, toinen taas ryhmiin toiminnallinen ja muu selkäsairaus. Kuten visuaalisessakin analyysissä, vamman laatu ja tuoreus vaikuttivat paljolti siihen, voidaanko sairautta havaita lämpökamerakuvista.

Pohdinnan arvoista on myös tilaajan hyötyminen tutkimuksesta ja sen tuloksista. Thermidas Oy on saanut tutkimuksen myötä arkistoihinsa uutta materiaalia normatiivisten ja selkäsairaiden kuvista. Vaikka normatiivinen aineisto jäikin keski-ikältään varsin nuoreksi, on tässä kerättynä pohja, jota täydentää jatkossa vanhemmalla väestöllä. Selkäsairaiden aineisto osoittautui tilaajan mielestä mielenkiintoiseksi. Kuvista ei voida kuitenkaan vielä tämänhetkisellä laitteistolla analysoida kaikkea kuvissa näkyviä mielenkiintoisia löydöksiä, joten kuviin tullaan luultavimmin palaamaan vasta analyysilaitteiston kehittyessä. Selkäsairaiden kuvista havaittiin myös se, kuinka selvästi vaatteiden painaumat erottuivat kuvista. Tähän olisikin jatkossa kiinnitettävä tarkemmin huomiota, jolloin lämpötilan tasaantumista odotellessa tulisi pitää myös kuvattava kehon osa paljaana ja ilman painaumien mahdollisuutta.

Tutkimustulokset toivat tilaajalle yleistä tietoa lämpökuvauslaitteiston käytettävyydestä. Kun pistemittaus viiden mittauspisteen määrittämisen avulla ei T-testissä tuonut aineistojen välille eroavaisuuksia, ja kun analysointivaiheen tiedetään olevan hyvin hidasta, vauhditti se Thermidas Oy:tä kehittämään analyysiohjelmistoa entisestään. Tutkimuksen aineiston keräämisen jälkeen

tilaaja keräsi minulta palautteen laitteiston käytettävyydestä, ja tätä hyödyn-
täen kehitti uuden version kuvausohjelmastaan syksyllä 2011. Analyysioh-
jelma valmistunee vuoden 2012 aikana.

Tulosten perusteella voidaan tehdä päätelmä siitä, ettei lämpökamera sovellu selkäsairauksien diagnosointiin kroonisesti sairaille potilaille, kun käytetään pistemittausta ja lämpötilatietojen vertailua. Tutkimus vahvistaa sitä, että laite voisi soveltua tämän tutkimuksen tulosten perusteella rinnakkaiseksi menetelmäksi röntgenkuvauksen ja selän muiden erityistutkimusten rinnalle, sillä visuaalisesti ammattilaisen analysoimana kuvista on mahdollista havaita lihasperäisiä lämpöpesäkkeitä, puolieroja selän lämpötiloissa, sekä vamman sijaintia kuvien avulla.

9.2 Opinnäytetyöprosessi ja jatkotutkimusaiheita

Prosessin aikana olen oppinut paljon tieteellisen tutkimuksen tekemisestä ja pitkän tutkimusprosessin hallitsemisesta. Tutkimussuunnitelman tekeminen ja sen merkitys tutkimuksen onnistumiselle valkeni vasta teoreettisen viitekehysten kirjoittamisen yhteydessä. Jo suunnitelmavaiheessa perehtyminen tutkittavaan aiheeseen on tärkeää, sillä sen avulla voidaan vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen ja aineiston keruun huolellisuuteen. Aineiston keruussa jokainen valinta on perusteltava ennen keräämisen aloittamista, jotta yllätyksiltä voisi välttyä. Esimerkiksi taustatietolomakkeen huolellisempi suunnittelu selän sairauksien selvittelyssä olisi helpottanut jatkotyöskentelyä, kun kaikilta tutkittavilta olisi varmasti löytynyt vastaukset samoihin kysymyksiin.

Tutkimusmenetelmät ja tilastolliset menetelmät ovat selkeytyneet myös matkan varrella, ja olen oppinut erilaisten testien käytettävyydestä. Mikäli tekisin tutkimuksen uudelleen, selviäisin luultavasti huomattavasti vähemmällä työmäärällä, sillä prosessi on opettanut lukuisia tutkimuksen tekoon liittyviä käytänteitä niin kirjoittamisen, kuin tilastollisten menetelmienkin osalta. Parasta prosessissa on kuitenkin se, että mielenkiinto tilastollisia tutkimuksia kohtaan heräsi, ja nyt tuntee olevansa paljon valmiimpi uusien tutkimuksien tekemiseen.

Koska jopa neljällä viidestä 30-vuotiaasta on joskus esiintynyt selkäkipua (Airaksinen 2005), on tärkeää myös jatkossa pyrkiä löytämään mahdollisimman tehokkaita selkävun aiheuttajan diagnoosimenetelmiä. Jatkotutkimusaiheeksi ehdotan lämpökameran osalta pelkästään akuuttien selkäsairauksien tutkimista, sillä tässä tutkimuksessa kaikki selkäsairaat olivat kroonisesti sairaita. Tuolloin saataisiin tietoa myös tulehduksellisten selkäsairauksien sekä mahdollisesti akuuttien vammojen diagnosoinnista lämpötilatietojen avulla.

Thermidas Oy kehittelee parhaillaan analyysimenetelmää, joka mittaa automaattisesti kuvista poikkeavia lämpötilatietoja. Menetelmän käyttöä voisi soveltaa myös tämän tutkimuksen selkäsairaiden aineistoon jatkotutkimuksissa, jolloin analysoiminen olisi nopeampaa, sekä myös helpommin toistettavissa. Myös lämpökamerakuvien vertaamista magneettikuvien lausuntoihin voisi tutkia jatkossa laajemmalla otoksella. Tässä tutkimuksessa tilaaja oli vain kiinnostunut kokeilemaan menetelmää, joten nähtäväksi jää palataanko tähän kuvauslaitteiston tarkkuuden ja analysointimenetelmien kehittyessä.

LÄHTEET

- Airaksinen, O. 2005. Selkä- ja niskakipupotilaan tutkimuksen ja hoidon päälinjat – Teoksessa Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus (toim. J. Koistinen), 229–243. 2. painos. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Airaksinen, O – Lindgren, K. A. 1999. Selkäpotilaan tutkiminen vastaanotolla. Lääketieteen aikakauskirja Duodecim 1999: 115 1703–1713. Osoitteessa <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo90418.pdf> 29.12.2011.
- Anbar, M. 1998. Clinical thermal imaging today. IEEE Engineering in medicine and biology. Julu/August 1998, 25–30.
- Ann Arbor Thermography. Osoitteessa <http://aathermography.com/breast/painless/painless.html> 9.1.2012.
- Aro, R.– Esansaari, A. – Hämäläinen, J. – Määttä, H. – Pinola, P. – Tikkanen, J. 2011. Lääketiede teoria. Osoitteessa www.kandiakatemia.fi 30.5.2011.
- Arokoski, J. 2007. Selkäsairaudet – Teoksessa Reuma (toim. J. Martio, A. Karjalainen, M. Kauppi, M.-L. Kukkurainen ja H. Kyngäs), 459–470. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Asp, R. – Tuominen, T. – Hyppönen H. Kunnossapitotekniikan oppikirja. Luku 5. Lämpökamera. Uudistettu sivusto osoitteessa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka.html> 1. 19.6.2011
- Bagavathiappan, S. – Saravanan T. – Philip J. – Jayakumar, T. – Raj, B. – Karunanithi, R. – Panicker, T. M. R. – Korath, M. P. – Jagadeesan, K. 2009. Infrared thermal imaging for detection of peripheral vascular disorders. Journal of medical physics. Vol 34 pp 43–47. Julkaistu 10.4.2006. Osoitteessa: <http://www.jmp.org.in/article.asp?issn=0971-6203;year=2009;volume=34;issue=1;spage=43;epage=47;aulast=Bagavathiappan> 16.9.2011.
- Breast Screening Liverpool. Nettisivut osoitteessa <http://www.homeopathy-liverpool.co.uk/index.html>.
- Böstman, O. 1991. Rinta- ja lannerangan kirurginen hoito – Teoksessa Selän ja niskan hoito. (toim. M. Naukkarinen, U. Vainio ja K. Österlund), 55–68. Klaukkala: Recallmed Oy.
- Chiu, W.T. – Lin, P.W. – Chiou, H.Y. – Lee, W.S. – Lee, C.N. – Yang, Y.Y. – Lee, H.M. – Hsieh, M.S. – Hu, C.J. – Ho, Y.S. – Deng, W.P. – Hsu, C.Y. 2005. Infrared Thermography to Mass-Screen Sus-

pected SARS patients with fever. Asia-Pacific Journal of public health 1/2005 26–28.

- Cramer, G. D. – Darby, S. A. 2005. Basic and clinical anatomy of the spine, spinal, cord and ans. Second edition. USA: Elsevier Mosby.
- Erkintalo, M – Suoranta, H. – Manninen, H. 1999. Kuvantaminen selkävai-voissa. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 1999; 115 1715–1725. Osoitteessa <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo90419.pdf>. 29.12.2011
- González, F.J. 2007. Thermal simulation of breast tumors. Mexicana de Física, Vol. 53, Nro 4, August 2007, pp. 323-326. México: Mexicana de Física, A.C. Osoitteessa <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57013228014>. 16.9.2011.
- Grönblad, M. 2005. Välilevy selkäkivun lähteenä – Teoksessa Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus (toim. J. Koistinen), 101–105. 2. painos. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Hagelberg, N. – Valjakka, A. 2008. Pitkittyvän kivun tunnistaminen ja kuntouttava hoito ehkäisevät selkäkivun kroonistumista. Artikkelin Lääkärilehdessä 17/2008 vuosikerta 63, 1609 – 1613. Osoitteessa <http://ez.ramk.fi:2598/cgi-cug/brs/artikkeli.cgi?docn=000030106>. 29.12.2011.
- Hart, J. – Owens E. F. Jr. 2004. Stability of paraspinal thermal patterns during acclimation. Journal of manipulative and physiological therapeutics 2/2004 109–117. Osoitteessa <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Digital%20Infrared%20Thermal%20AND%20lower%20back>. 27.12.2011.
- Harrington, P. 2010. Physics for Chiropractors, Part 3: Can Laser Therapy Damage Tissue? Dynamic Chiropractic Vol 28, issue 01. Osoitteessa <http://www.dynamicchiropractic.com/mpacms/dc/article.php?id=54388>. 1.1.2010.
- Haukatsalo, K. 2002. Hoida selkääsi. Uudistettu painos kirjasta Selkäsairaudet. Jyväskylä: Haukatsalo.
- Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7. uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Helenius, I. 2009. Kasvuikäisen selkäongelmien kirurginen hoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 2009: 125 1168–1175. Osoitteessa http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku&p_p_action=1&p_p_state=maxim-

zed&p_p_mode=view&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku__spage=%2Fportlet_action%2Fdlehtihakuartikkeli%2Fviewarticle%2Faction&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_tunnus=duo98098&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_frompa-ge=haku&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_hakusana=spondylolyyysi. 3.1.2012

Hirsjärvi, S. – Remes, P. – Sajavaara, P. 2008. Tutki ja kirjoita. 13.–14. osin uudistettu painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Holopainen, M. – Pulkkinen, P. 2008. Tilastolliset menetelmät. 5. uudistettu painos. Porvoo: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Infradex 2011a. Lämpösäteily ja infrapuna. Osoitteessa <http://www.infradex.com/teoria.html>. 19.6.2011.

– 2011b. Lämpökuvasovelluksia 1-3. Osoitteessa: <http://www.infradex.com/sovellukset.html>. 19.6.2011.

Jiang, L. J. – Ng, E. Y. K. – Yeo, A. C. B. – Wu, S. – Pan, F. – Yau, W. Y. – Chen, J. H. – Yang, Y. 2005. A Perspective on medical infrared imaging. Journal of Medical Engineering & Technology. Vol. 29, No. 6 s. 257–267. Artikkelin osoitteessa <http://www.tandf.co.uk/journals>. 27.6.2011.

Jurvelin, J. S. 2005. Isotooppikuvaus – Teoksessa Radiologia (toim. S. Soimakallio, L. Kivisaari, H. Manninen, E. Svedström ja O. Tervonen), 43–50. 1.painos. Helsinki: WSOY.

Karhu, J. 2012. Haastattelu. Rovaniemi 2012.

Karhu, J. 2010a. Lämpökamera diagnostisena menetelmänä – normaalimateriaali. Tutkimussuunnitelma. Itä-Suomen yliopisto.

– 2010b. Normatiivisen materiaalin kuvausohje. Itä-Suomen yliopisto.

Koistinen, J. 2005. Selkärangan yleisanatomia – Teoksessa Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus (toim. J. Koistinen), 37–49. 2. painos. Lahti: VK-kustannus Oy.

Koskinen, S. 2010. Radiologiset kuvantamis- ja hoitomenetelmät – Teoksessa Traumatologia (toim. M. Mustaniemi), 7. täysin uudistettu painos. Helsinki: Kandidaatti kustannus Oy.

Kuusela, T. 1991. Selkärangan diagnostinen kuvantaminen – Teoksessa Selän ja niskan hoito (toim. M. Naukkarinen, U. Vainio ja K. Österlund), 155–206. Klaukkala: Recallmed Oy.

- Malmivaara, A. 1991. Akuutin, pitkittyvän ja kroonisen selkäsairauden hoito – Teoksessa Selän ja niskan hoito (toim. M. Naukkarinen, U. Vainio ja K. Österlund), 79–96. Klaukkala: Recallmed Oy.
- Meditherm 1997–2011. Overview of Digital Infrared Thermal Imaging. Osoitteessa http://www.meditherm.com/thermography_page1.htm. 5.5.2011.
- Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 4. laitos. Helsinki: International Methelp Oy.
- Mustajoki, P. – Kaikua, J. 2002. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Niveltieto 2006. Selän rakenne ja toiminta. Lehtiartikkeli osoitteessa http://www.niveltieto.net/aineistot/selan_rakenne_ja_toiminta.pdf. 18.7.2011.
- Nover, A. B. – Jagtap, S. – Anjum, W. – Yegingil, H. – Shih, W. Y. – Shih, W-H. – Brooks, A. D. 2009. Modern Breast Cancer Detection: A Technological Review. International Journal of Biomedical Imaging 2009.
- Nummenmaa, L. 2004. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. 1.-3. painos. Helsinki: Nummenmaa ja Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Paloniitty, S. 2004. Rakennusten lämpökuvaus. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Paloniitty, S. – Kauppinen T. 2006. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK oy.
- QHM Sedona. Nettisivusto osoitteessa www.qhmsedona.com. 29.8.2011.
- Ring, F. 2010. Thermal Imaging Today and Its Relevance to Diabetes. Journal of diabetes , science and technology 4/2010, 857–862. Osoitteessa <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2909517/?tool=pmcentrez>. 27.12.2011.
- Salorinne, Y. 1991. Isotooppitutkimukset – Teoksessa Selän ja niskan hoito (toim. M. Naukkarinen, U. Vainio ja K. Österlund), 207–212. Klaukkala: Recallmed Oy.
- Schlenzka, D. 1999. Selkäsairauksien tutkimus ja hoito kasvuikäisillä. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 1999: 115 1779. Osoitteessa http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/etusivu?p_p_id=dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku

u__spage=%2Fportlet_action%2Fdlehtihakuartikkeli%2Fviewarticle%2Faction&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_tunnus=duo90428&_dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_frompage=uusinnumero. 3.1.2012

- Taanila, A. 2011. Tilastollinen päättely. Oppimateriaali osoitteessa <http://myy.helia.fi/~taaak/p/paattely.pdf>. 30.10.2011.
- Vanharanta, H. 2005. Välilevyn merkitys selkävivussa – Teoksessa Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus (toim. J. Koistinen), 53–63. 2. painos. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Vilka, H. 2007. Tutki ja Mittaa – määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Hanna Vilka ja Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Zhanq, H. Y. – Kim, Y. S. – Cho, Y. E. 1999. Thermatomal changes in cervical disc herniations. Yonsei Medical Journal 40/1999 401–412. Osoitteessa <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=digital%20infrared%20thermal%20imaging%20AND%20back>. 27.12.2011.

2011

Kuvattavan juokseva kuvausnro: _____ (sama kuin tietojärjestelmässä)

Kuvattavan nimi: _____

Kuvattavan syntymäaika: _____

Kuvattavan sukupuoli: Nainen ☐ Mies ☐

Kuvattavan ikä: _____ v.

Pituus: _____ cm Paino: _____ kg

Muut kommentit:

(liikunta 4h ennen kuvausta, nikotiinituotteiden käyttö välittömästi ennen kuvausta, kylmägeeli tai kosteusvoide selän alueella vuorokauden sisällä, kipulääkkeiden nauttiminen vuorokauden sisällä)

Selkäsairaus:

(selän senhetkinen kiputilanne ja kivun paikallistaminen, selästä tehdyt diagnoosit, selkäsairauden kesto, hoitotoimenpiteet)

THERMIDAS

Thermidas Oy | Vartiokatu 32, 96100 Rovaniemi | Finland

2011

Kuvattavan juokseva kuvausnro: _____ (sama kuin tietojärjestelmässä)

Kuvattavan nimi: _____

Kuvattavan syntymäaika: _____

Kuvattavan sukupuoli: Nainen ☐ Mies ☐

Kuvattavan ikä: _____ v.

Muut kommentit:

(liikunta 4h ennen kuvausta, nikotiinituotteiden käyttö välittömästi ennen kuvausta, kylmägeeli tai kosteusvoide selän alueella vuorokauden sisällä, kipulääkkeiden nauttiminen vuorokauden sisällä)

THERMIDAS

Thermidas Oy | Vartiokatu 32, 96100 Rovaniemi | Finland