

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Fysioterapian koulutusohjelma

Otto Piironen  
Ville Takkinen

CARECARE TSF -LIUKUSIIRTIMEN VAIKUTUS FYYSISEEN  
KUORMITUKSEEN VUOTEESSA TAPAHTUVASSA  
POTILASSIIRROSSA – Potilassiirtoa suorittavan henkilön selän  
ojentajalihasten aktiivisuus EMG:llä mitattuna

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2016



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Tammikuu 2016**  
**Fysioterapian koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
p. 050 405 4816

**Tekijät**  
Otto Piironen, Ville Takkinen

**Nimeke**  
CareCare TSF –liukusiirtimen vaikutus fyysiseen kuormitukseen vuoteessa tapahtuvassa potilassiirrossa – Potilassiirtoa suorittavan henkilön selän ojentajalihasten aktiivisuus EMG:llä mitattuna  
Toimeksiantaja  
CareCare Oy

**Tiivistelmä**  
Potilassiirrot ovat fyysisesti kuormittavia erityisesti alaselän osalta. Riski selkävaivan syntymiseen kasvaa, jos työ on raskasta suhteessa avustajan lihasvoimaan. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin CareCare TSF -liukusiirtimen vaikutusta potilassiirtoa avustavan henkilön alaselän kuormitukseen. Tutkittava siirto oli potilaan siirtäminen vuoteesta yöspäin kahden avustamana. Tarkoitus oli selvittää kuinka suurta kuormitusta CareCare TSF -liukusiirtimen käyttö aiheuttaa avustajan selän ojentajalihaksille ja onko kuormituksessa eroa liukulakanan käyttöön verrattuna.

Tutkimukseen osallistui 19 fysioterapeuttipiskelijää, joilta mitattiin EMG:llä alaselän pinnallisten ojentajalihasten sähköistä aktiivisuutta potilassiirron aikana. Lisäksi mitattavat arvioivat potilassiirron kuormitusta subjektiivisesti RPE-asteikon avulla.

Tutkimustulosten perusteella CareCare TSF -liukusiirtimen käyttö vähensi tutkittavien alaselän pinnallisten ojentajalihasten aktiivisuutta siirron aikana keskimäärin 4 % liukulakanalla tehtyyn siirtoon verrattuna. Korkein siirron aikana mitattu lihasaktiivisuus oli CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyissä siirroissa keskimäärin 11 % pienempi kuin liukulakanaa käytettäessä. Kaikki koehenkilöt arvioivat CareCare TSF -liukusiirtimen käytön kuormittavan alaselkää vähemmän kuin liukulakanan.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa toimeksiantajalle CareCare TSF-liukusiirtimen vaikutuksesta potilassiirtojen kuormittavuuteen. Jatkossa voitaisiin tutkia muita vuodesiirron fyysiseen kuormitukseen vaikuttavia tekijöitä, kuten vartalon asentoja ja kulmia, muiden lihasten sähköistä aktiivisuutta, siirrettävän taakan painoa voimalevyantureilla sekä siirtotaidon koulutusta.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 69  
Liitteet 5  
Liitesivumäärä 7

**Asiasanat**  
CareCare TSF-liukusiirrin, hoitotyön ergonomia, potilassiirrot, fyysinen kuormitus, EMG, fysioterapeuttinen tutkiminen



**THESIS**  
**January 2016**  
**Degree Programme in Physiotherapy**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
p. 050 405 4816

**Authors**  
Otto Piironen, Ville Takkinen

**Title**  
Effect of CareCare TSF Transfer Slide Film In Physical Load In One Patient Transfer Task - Activity of Erector Spinae Muscles of the Person Assisting In Transfer Measured by EMG  
**Commissioned by**  
CareCare Oy

**Abstract**  
Patient transfer tasks are physically loading especially for the low back. Risk of having a back injury increases if the work is heavy in respect of muscle strength. This thesis holds an investigation of the effect of CareCare TSF Transfer slide film in load of the low back muscles of the person assisting a patient transfer task. The transfer task in question was moving patient up in bed by two handlers. The aim was to find out how much load does the use of CareCare TSF cause to the erector spinae muscles and to sort out if there is a difference in load compared to a slide mat.

Study group consisted of 19 physiotherapy students whose superficial erector spinae muscles electromyographical activity was measured during the patient transfer task. In addition, participants rated the subjective exertion of the task with an RPE-scale.

Results showed that the use of CareCare TSF decreased the activity of superficial erector spinae muscles during the whole task on average of 4 % in comparison with the slide mat. The highest measured activity during the transfer with the CareCare TSF was on average 11 % lower than the transfer with the slide mat. All participants felt that the use of CareCare TSF loaded the low back less than the use of the slide mat.

The purpose of the thesis was to produce information to the mandator about the effect of CareCare TSF in the load of patient handling tasks. In future other factors effecting in the physical load of the patient transfer tasks such as body postures and angles, other muscle activity, weight of the transferred patient targeted to the handler by force sensors and education of patient transfer skills could be investigated.

**Language**  
Finnish

Pages 69  
Appendices 5  
Pages of Appendices 7

**Keywords**  
CareCare TSF Transfer slide film, ergonomics of healthcare work, patient handling tasks, physical load, EMG, physiotherapeutic assessment

# Sisältö

Tiivistelmä	
Abstract	
1 Johdanto .....	6
2 Hoitotyön ergonomia potilassiirroissa .....	7
2.1 Ergonominen avustaminen potilassiirroissa .....	7
2.2 Apuvälineet potilassiirroissa .....	8
2.2.1 Potilassiirrot .....	8
2.2.2 Apuvälineet .....	9
3 Fyysinen kuormitus ja sen tutkiminen .....	11
3.1 Lannerangan rakenne .....	11
3.1.1 Nikama .....	12
3.1.2 Fasettinivel .....	13
3.1.3 Välilevy .....	14
3.1.4 Ligamentit .....	14
3.1.5 Lihakset .....	15
3.2 Biomekaniikka .....	16
3.3 Alaselän kuormitus .....	19
3.3.1 Selkäkipu ja sille altistavat tekijät .....	19
3.3.2 Alaselän kuormitus hoitotyössä .....	20
4 Kuormituksen fysioterapeuttinen tutkiminen .....	21
4.1 ICF-luokitus .....	21
4.2 RPE-asteikko .....	22
4.3 Elektromyografia (EMG) .....	24
4.4 Kuormituksen tutkiminen potilassiirroissa .....	29
5 Opinnäytetyön tarkoitus ja tehtävä .....	33
6 Toteutus .....	33
6.1 Tutkimusmenetelmä .....	33
6.2 Kohderyhmä .....	34
6.3 Aineistonhankinta .....	36
6.3.1 Mittausasetelma .....	36
6.3.2 Aineistoanalyysi .....	42
7 Tulokset .....	42
7.1 Esitiedot .....	42
7.2 Referenssimittaukseen suhteutettu EMG-aktiivisuus potilassiirroissa .....	43
7.2.1 EMG-aktiivisuus CareCare TSF -liukusiirtimellä avustettaessa .....	43
7.2.2 EMG-aktiivisuus liukulakanalla avustettaessa .....	44
7.2.3 EMG-aktiivisuuden ero potilassiirroissa CareCare TSF -liukusiirtimen ja liukulakanan välillä .....	45
7.3 Siirtojen välinen vertailu ilman suhteutusta referenssimittaukseen .....	46
7.4 Koetun kuormituksen arvio .....	48
8 Johtopäätökset .....	48
9 Pohdinta .....	50
9.1 Toteutus ja menetelmät .....	50
9.2 Eettisyys ja luotettavuus .....	51
9.3 Oppimisprosessi .....	55
9.4 Jatkotutkimusehdotukset .....	57
Lähteet .....	59

## Liitteet

Liite 1	Toimeksiantosopimus
Liite 2	Kuvia mittausasetelmasta
Liite 3	Suostumuslomake
Liite 4	RPE-kysely
Liite 5	Excel-taulukot EMG-mittauksista

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää CareCare TSF -liukusiirtimen käytön vaikutusta avustavan henkilön fyysiseen kuormitukseen vuoteessa tapahtuvan potilassiirron aikana. Työssä vuodesiirtojen fyysistä kuormitusta tarkasteltiin ergonomisen avustamisen, siirtojen apuvälineiden sekä selän kuormituksen näkökulmista. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi CareCare Oy.

Opinnäytetyön koehenkilöinä toimineiden fysioterapeuttiopiskelijoiden fyysistä kuormitusta vuodesiirron aikana mitattiin elektromyografialla (EMG). Tarkastelun kohteena olivat koehenkilöiden pinnalliset selän ojentajalihakset, joiden lihasähköistä aktiivisuutta EMG:llä mitattiin. Koehenkilöiden subjektiivista kokemusta kuormituksesta kerättiin RPE-asteikkoon perustuvalla kyselyllä.

Sosiaali- ja terveysalalla työntekijät ovat usein tyytyväisiä työhönsä, mutta työ koetaan raskaaksi. Raskaaksi työn tekee vastuuntunne asiakkaista, asiakkaiden moniongelmaisuus, väkivallan uhka sekä työn fyysinen kuormitus. (Laine & Kokkinen 2012, 202–203.) Hoitotyön fyysinen kuormitus on tiettyyn rajaan asti terveydelle hyödyllistä. Mikäli kuormitusta on liian paljon ja se jatkuu liian pitkään, muuttuu vaikutus epäterveelliseksi. Pitkään kestävä tuki- ja liikuntaelimsitön ylikuormittaminen voi aiheuttaa tilapäisiä tai pitkäkestoisia kudosaivourioita. (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 11.) Hoitotyöntekijöillä on tuki- ja liikuntaelinvainoja eniten niska-hartiaseudulla, selän alaosassa ja selän yläosassa, joista alaselän vaivat ovat eniten työtä haittaavia (Hellstén 2014, 71–72).

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen sekä kansanterveydellisesti että kansantaloudellisesti. Selkäkipu vaikuttaa merkittävästi työkykyyn ja aiheuttaa suuria kustannuksia niin Suomessa kuin maailmallakin. Pitkäaikaisia selkäkipuja esiintyy noin 10 %:lla suomalaisista aikuisista. Sairausvakuutuskorvauksia maksetaan vuodessa yli kahdelta miljoonalta päivältä, ja yli 30 000 suomalaista on työkyvyttömyyseläkkeellä selkäsairauden vuoksi. (Salminen & Pohjolainen 2010 87.) Suomessa vuonna 2008 vuodeosastoilla ja vanhainkodeissa työskentelevillä hoitajilla tilastoitiin niska-hartiaseudun vaivoja 59 %:lla ja alaselän vaivoja 48

%:lla (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 12). Selkäkipu ja -sairaudet ovat myös kansantaloudellisesti merkittäviä; Kelan korvaama fysioterapia vuonna 2005 maksoi Kelalle 17 miljoonaa euroa, joista 47 %:ssa käynnin syyksi oli ilmoitettu selkäkipu. (Pohjolainen, Seitsalo, Sund & Kautiainen 2006, 258.) Fysioterapeutilla on asiantuntemusta fyysisten kuormitustekijöiden selvitys- ja mitausmenetelmistä sekä ergonomiasta (Ketola & Lusa 2001 107). Aihe on näin ollen myös fysioterapian näkökulmasta merkittävä.

## **2 Hoitotyön ergonomia potilassiirroissa**

### **2.1 Ergonominen avustaminen potilassiirroissa**

Ergonominen avustaminen on käsitteenä laaja. Se pitää sisällään avustajan työturvallisuuden ja avustettavan kuntouttamisen näkökulmat. Avustajan ja avustettavan yhteistyö luo perustan ergonomiselle avustamiselle, mutta siihen vaikuttavat myös muut tekijät. Näitä tekijöitä ovat avustustehtävä, käytössä olevat apuvälineet ja toimintaympäristö. Hoitotyön fyysinen kuormitus vähenee, kun ergonomisen avustamisen johtamiskäytäntöjä parannetaan sekä toimintaympäristöä ja avustustehtäviä kehitetään. Fyysistä kuormitusta voidaan vähentää ergonomisen avustamisinterventioiden avulla, mikä mahdollistaa ergonomisemman työympäristön kehittämisen ja mahdollisesti vähentää liikuntaelinvaivojen syntymistä. (Fagerström 2013, 22, 129, 153.)

Avustajan tulee hallita oma kehonsa hyvin, jotta hän voi mukauttaa omat liikkeensä ja toimintansa avustettavan tarpeisiin sopivaksi. Avustustilanne vaatii avustajalta hyviä motorisia taitoja ja niiden oppiminen vaatii runsaasti harjoittelua. Potilassiirtojen ydinajatuksena on löytää siirtotapa, joka kuormittaa mahdollisimman vähän avustajaa ja huomioi avustettavan omat voimavarat ja omatoimisuuden mahdollisimman hyvin. (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 126.)

Avustajan fyysiset ominaisuudet vaikuttavat myös potilassiirtojen ergonomisuuteen. Näitä ominaisuuksia ovat ikä, sukupuoli, paino, pituus, fyysinen kunto ja

lihassoima. Avustajien selkäsairauksilla ja liikuntaelinvaivoilla on selvä yhteys heidän fyysiseen kuntoonsa. Ikääntyminen heikentää välilevyn kestävyyttä ja fyysistä kuntoa. Tämä kasvattaa avustajien vammautumiseriskiä avustustilanteissa. Nuorilla avustajilla kokemattomuus ja huonot avustustaidot kasvattavat vammausrisiä. (Fagerström 2013, 25–26.) Myös huonolla potilassiirtotekniikalla on yhteys selkäsairauksiin ja erityisesti alaselkäoireisiin. Nuoremmilla sairaanhoitajilla on turvallisemmat siirtotekniikat kuin vanhemmilla hoitajilla. (Kjellberg, Lagerström & Hagberg 2003 468, 473–474.) Lisäksi vuorokauden ajalla on vaikutusta työn raskauteen; aamuvuorot ovat sairaanhoitajille ilta- ja yövuoroja kuormittavampia, johtuen aamulla esiintyvistä ylikuormittavista hoitotilanteista. Sairaanhoitajat kuormittuvat fyysisestä ja psyykkisestä näkökulmasta niissä hoitotilanteissa, jotka vaativat fyysistä ponnistelua, kehon hallintaa, käden taitoja sekä teknologiaosaamista, ja joihin samaan aikaan liittyy kiire ja potilaan terveydentilassa tapahtunut muutos. (Nuikka 2002 101–102.)

## **2.2 Apuvälineet potilassiirroissa**

### **2.2.1 Potilassiirrot**

Potilassiirrot vaativat avustajalta huomattavasti enemmän huomiota kuin tavaroitten nostaminen. Potilassiirtotilanne on aina yksilöllinen, ja siihen vaikuttavat niin avustettavan kuin avustajankin ominaisuudet ja osaaminen. Avustajan tulee ymmärtää, mitkä liikemallit ovat ihmiselle luonnollisia ja millä tavoin saadaan parhaiten hyödynnetyksi avustettavan omat voimavarat. Lisäksi avustajan tulee osata arvioida mahdolliset vaarat, joita avustustilanne voi aiheuttaa avustajalle sekä avustettavalle. (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 126.) Toiminta potilassiirroissa on sujuvaa, kun potilasta ohjataan ja aktivoidaan siirtymään tarpeen mukaan sanallisesti ja/tai koskettamalla, avustusotteet eivät estä potilaan omaa aktiivisuutta ja siirto edistää potilaan liikkumista ja luonnollisten liikemallien käyttöä (Karhula, Rönholm & Sjögren 2007, 17).

Painavien taakkojen siirtoon ja nostoon on olemassa erilaisia apuvälineitä. Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä (1409/1993)



velvoittaa työnantajaa hankkimaan riittävät apuvälineet työntekijän käyttöön, että siirtoja ja nostoja ei tarvitse suorittaa käsin. Lisäksi työpiste on järjestettävä niin, että turvalliset siirrot ja nostot ovat mahdollisia. (2.§.) Potilassiirtoja helpottavilla apuvälineillä voidaan vähentää hoitotyön fyysistä kuormitusta. Apuvälineellä kompensoidaan, tasapainotetaan tai helpotetaan potilaan toiminnan rajoitteita ja parannetaan osallistumista. Apuvälineet voi jakaa siirtymisen ja kääntymisen apuvälineisiin, henkilönostimiin, kävelyn apuvälineisiin ja tukeutumisen apuvälineisiin. (Tamminen-Peter, Moilanen & Fagerström 2015, 33.)

Liikuntarajoitteisia potilaita hoidettaessa hyviä apuvälineitä ovat tukea antavat ja kitkaa vähentävät tai lisäävät välineet, esimerkiksi liukulakanat ja kääntölevyt. Liukumista edistävät materiaalit apuvälineissä helpottavat sekä potilaan itsenäistä siirtymistä että avustajan siirron avustusta. Apuvälineillä helpotetaan myös avustajan työmäärää. (Tamminen-Peter & Wickström 2013 38–39.) Potilassiirtojen aikana lannerankaan aiheutuva kompressio on suurimmillaan silloin, kun hoitaja joutuu siirtäessään kiertämään ja taivuttamaan selkäänsä eteenpäin. Huomattavasti vähemmän kuormitusta syntyy, kun siirto suunnitellaan niin, ettei hoitajan tarvitse kiertää tai taivuttaa selkäänsä ja siirron apuna käytetään esimerkiksi liukuestomattoa ja liukulakanaa. (Jäger, Jordan, Theilmeier, Wortmann, Kuhn, Nienhaus & Luttmann 2013, 528, 533.)

### **2.2.2 Apuvälineet**

Avustajan tulisi aina aktivoida potilasta kaikissa siirtymisissä. Vuoteessa siirtymiset ovat potilassiirroista avustajalle kuormittavimpia, koska potilas pystyy käyttämään vuoteessa vain vähän omia voimiaan. Hoitaja voi keventää työtään poistamalla kitkaa potilaan alta liukulakanalla (kuva 1). Liukulakanalla tarkoitetaan luistavasta materiaalista valmistettua vuoteen aluslakanaa. Tartuntakäytännöstä välttämiseksi käytetään nimitystä liukualusta. Muita kitkaa vähentäviä apuvälineitä ovat muun muassa liukukintaat, liukupatja ja rullalevy. (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 39, 86.) Liukulakana pedataan kiinteästi aluslakanan päälle niin, että se asettuu potilaan lantion ja hartioiden väliselle alueelle (Ettonet Oy 2016) (kuva 1).



Kuva 1. Liukulakana asetettuna sänkyyn (Ettonet Oy 2016).

CareCare TSF -liukusiirrinkalvo (kuva 2 ja 3) on toiselta puolelta kitkainen ja toiselta puolelta liukas polyolefiinipohjainen kerroskalvo, joka keventää potilassiirtoa ja säilyttää liukkautensa 10-15 siirtokertaa. Kalvo on leveydeltään 380 millimetriä, ja yhdessä rullassa on yhteensä 75 metriä kalvoa. Käyttöön tarvitaan erillinen CareCare RR -rullateline (kuva 2 ja 3). Liukusiirrin hävitetään muun sairaalajätteen mukana polttamalla energiaksi. CareCare TSF -liukusiirrintä voidaan käyttää monissa eri potilassiirtotilanteissa. Lisätietoa ja opasvideot CareCare TSF -liukusiirtimeen käytöstä löytyvät CareCare Oy:n internetsivuilta. (CareCare Oy 2016.)



Kuva 2. TSF -liukusiirrinkalvo ja RR -rullateline (CareCare Oy 2016).



Kuva 3. CareCare TSF -liukusiirrinkalvo leikattuna sängyn päälle. RR-rullateline asennettuna sängynpäättyyn (CareCare Oy 2016).

### 3 Fyysinen kuormitus ja sen tutkiminen

#### 3.1 Lannerangan rakenne

Selkärangan pitkittäinen jäykkyys on ratkaisevan tärkeää, koska se mahdollistaa ihmisen liikkumisen pystyasennossa. Riittävän jäykkyyden saavuttamiseksi, lanneranka koostuu pääosin luusta. Se ei kuitenkaan voi muodostua ainoastaan yhdestä pitkästä luusta, vaan sen on oltava useamman erillisen osan kokonaisuus, jotta sen liikkuminen eri suuntiin olisi mahdollista. Lisäksi lanneranka erottaa rintakehän lantiosta, mikä mahdollistaa rintakehän liikkumisen suhteessa lantioon. (Adams, Bogduk, Burton & Dolan 2006, 12.)

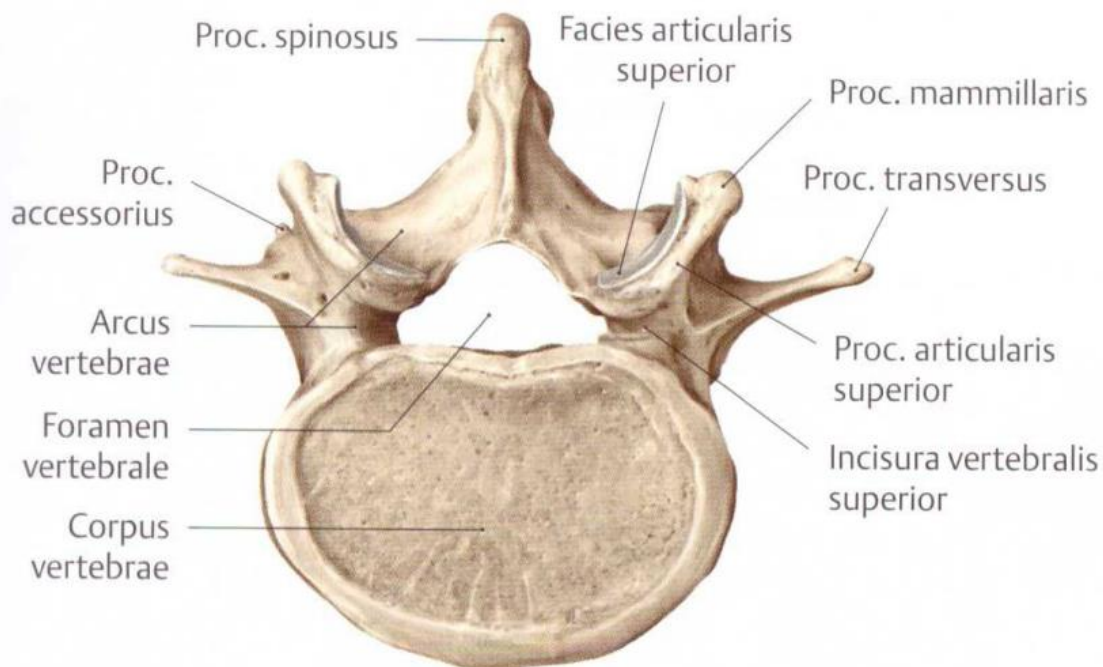
Lanneranka kaartuu sivulta katsottuna eteenpäin muodostaen mutkan, jota kutsutaan lordoosiksi (Sand, Sjaastad, Haug, & Bjålie 2007, 225). Lanneranka asettuu ristiluun päälle, johon se yhdistyy alimman välilevyn ja alimpien fasetti-

niveliä kautta (Adams ym. 2006, 19). Painovoiman vaikutuksen vuoksi pystyssä liikkuva ihminen painuu alaspäin. Lannerangan ollessa selkärangan alin osa, sille aiheutuu suurin puristusvoima. Kompressiota lisäävät muut yläruumiin kehonosat, kannettava taakka sekä asentoa säilyttämään pyrkivät selän lihakset. (Adams ym. 2006, 12–13.)

### **3.1.1 Nikama**

Lannerankaan kuuluu tavallisesti viisi luista nikamaa. Nikamat koostuvat nikamansolmusta, kahdesta poikkihaarakkeesta, neljästä nivelhaarakkeesta, yhdestä okahaarakkeesta sekä nikaman kaaresta. (Sand ym. 2007, 225–226.) Lannenikamien muoto ja rakenne helpottavat pitkittämän puristusvoiman kestämistä. Lannenikamien solmu on laatikkomainen ja siinä on luinen ulkokuori, jonka sisällä on vertikaalisia ja horisontaalisia tukia. Näiden tehtävänä on parantaa solmun kestävyttä kompressiolle. (Adams ym. 2006, 12–13.)

Solmun takana olevat haarakkeet ovat usean lannerankaan vaikuttavan lihasen ja ligamentin kiinnityskohtia (Adams ym. 2006, 17). Nikaman kaari muodostuu kahdesta pedikkelistä ja kahdesta laminasta. Pedikkelit lähtevät nikaman solmusta, jatkuvat laminoina ja yhtyvät lopulta takana okahaarakkeeksi. Pedikkelit ovat rakenteeltaan solmua matalampia, joten päällekkäisten pedikkelien väliin jää hermon ulostuoaukko. (Koistinen 2005, 43.)



C Superior view.

Kuva 4. Lannenikama ylhäältä kuvattuna (Gilroy, MacPherson & Ross 2009, 9).

### 3.1.2 Fasettinivel

Fasettinivelet toimivat tärkeinä lukkoina allekkaisten nikamien välillä. Ne estävät nikamien pitkittäistä kiertymistä ja liukumista eteenpäin. Estämällä nikamien kiertymistä fasettinivelet suojaavat välilevyjä liian suurelta väännöltä. Eteen liukumisen esto puolestaan pitää nikamansolmut sijoillaan rangan koukistuessa eteenpäin. (Adams ym. 2006, 21.)

Jokaisen nikaman ylemmät nivelhaarakkeet muodostavat nivelpinnat ylemmän nikaman alempien nivelhaarakkeiden kanssa. Mediaalisesti suuntautuneet ylemmät nivelhaarakkeet kohtaavat lateraalisesti suuntautuneet alemmat haarakkeet. Täten ylemmän nikaman pyrkiessä kiertymään vasemmalle, sen oikea alempi nivelhaarake törmää sitä vastaavaan ylempään nivelhaarakkeeseen. Nikaman alempien nivelhaarakkeiden koukkumainen rakenne estää liukumisen eteenpäin suhteessa alempana olevaan nikamaan. (Adams ym. 2006, 21.)

### 3.1.3 Välilevy

Ylemmän nikaman alapinnan ja alemman nikaman yläpinnan välissä on noin kymmenen millimetrin korkuinen välilevy, jonka korkeuden ja notkeuden vuoksi nikamat kykenevät taipumaan suhteessa toisiinsa. Välilevyn rakenteen on oltava myös riittävän jäykkä kestääkseen sille aiheutuvaa kompressiota. Välilevyn keskeisiä rakenteita ovat kehämäinen kollageenista muodostuva anulus fibrosus, sen sisällä oleva geelimäinen nucleus pulposus sekä rustoinen päätelevy, joka kiinnittää välilevyn ylemmään ja alempaan nikamaan. (Adams ym. 2006, 13–14, 16.)

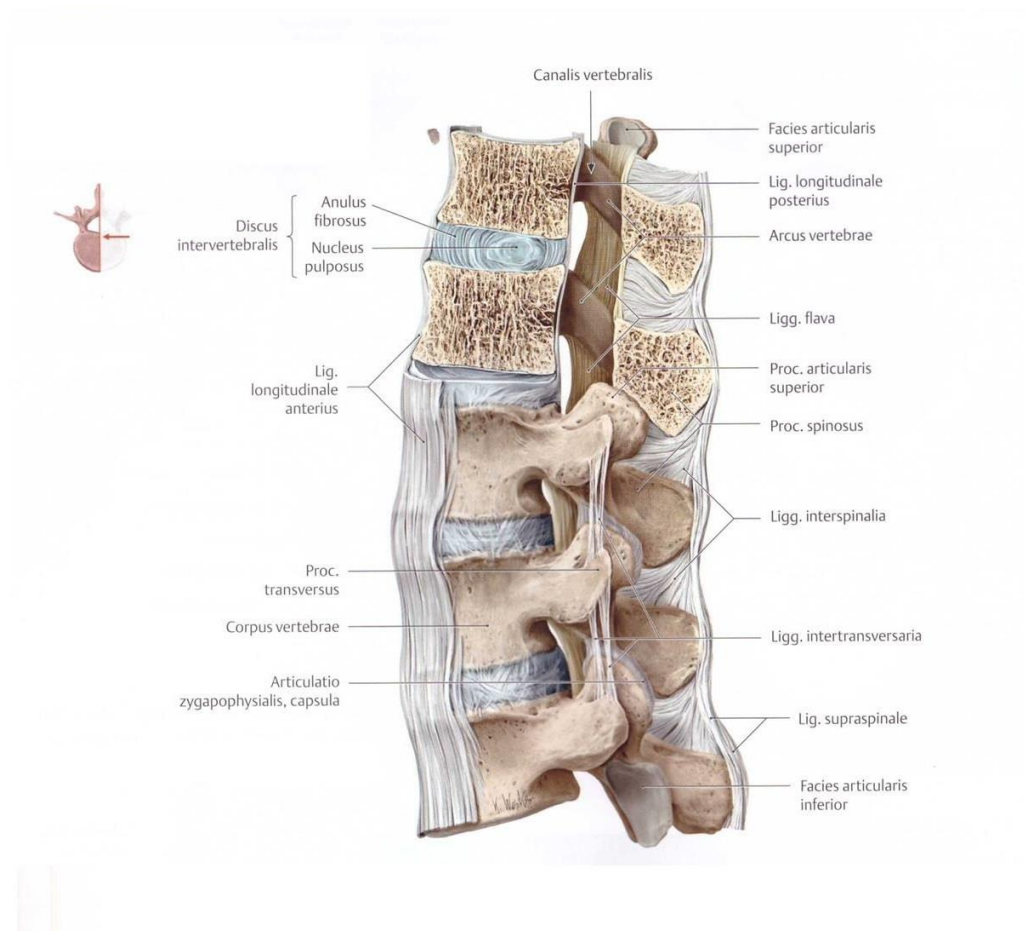
Anulus fibrosus koostuu pääosin tyypin 1 ja tyypin 2 kollageenista. Tyypin 1 kollageenia on eniten kehän ulkoreunoilla, kun taas tyypin 2 kollageeni on vallitsevampaa lähempänä välilevyn keskustaa. Kollageenin jakautuminen johtuu siitä, että ulkokehä altistuu suuremmalla venymiselle rangan taipuessa. Anulus fibrosuksen uloimmat osat kiinnittyvät suoraan nikaman solmuun sisempien osien kiinnittyessä rustoiseen päätelevyyn. (Adams ym. 2006, 15–16.)

Nucleus pulposus puolestaan sisältää pääosin proteoglykaaneja. Niillä on kyky imeä itseensä ja säilyttää suuria määriä vettä, mikä osaltaan tukee ja jäykistää anulus fibrosusta. Ilman proteoglykaaneja nucleus pulposus menettää sen hydrodynaamiset ominaisuudet eikä välilevy pysty samalla tavalla vastustamaan puristusvoimia aiheuttaen välilevyn ohentumista. (Adams ym. 2006, 16.)

### 3.1.4 Ligamentit

Lannerangan ligamentit voidaan jakaa sijainnin mukaan neljään ryhmään: nikamansolmuja yhdistävät ligamentit, posteriorisia rakenteita yhdistävät ligamentit, lumbosakraaliliitoksen ligamentit sekä epäaidot ligamentit (Koistinen 2005, 44–45). Osaa ligamenteista pidetään epäaitoina, koska ne ovat joko liian heikkoja toimimaan varsinaisina ligamenttina tai ne eivät yhdistä kahta luista rakennetta (Adams ym. 2006, 20).

Ligamenteista merkittävin on elastiinia sisältävä keltaligamentti (ligamentum flavum), joka kiinnittää yhden nikaman laminan sisäpinnan alaosaan alemman nikaman laminan ulkopinnan yläosaan. Keltaligamentti venyy lannerangan koukistuessa ja elastiinin vuoksi se palautuu alkuasentoon luhistumatta tai taipumatta ja antaa siten neuraalirakenteille tilaa. Lannerankaan kiinnittyvistä ligamenteista vahvin on lliolumbaalinen ligamentti, joka kiinnittää viidennen lannerikaman poikkihaarakkeet lantioon estäen nikaman kiertymisen ja liukumisen anteriorisesti. (Adams ym. 2006, 20.)



Kuva 5. Lannerangan ligamentit (Gilroy, MacPherson & Ross 2009, 20).

### 3.1.5 Lihakset

Lannerangan alueen lihakset voidaan jakaa kolmeen selvästi toisistaan erottuvaan ryhmään: poikkihaarakkeiden väliset lihakset, antero-lateraaliset lihakset sekä posterioriset lihakset. Poikkihaarakkeiden välisillä lihaksilla ei ole suurta roolia lannerangan liikkeissä, mutta niissä on tiheästi lihassukkuloita, ja niiden

uskotaan olevan keskeisessä osassa lannerangan proprioseptiikassa. Sama tehtävä on okahaarakkeiden välisillä pienillä lihaksilla. (Adams ym. 2006, 29–30.)

Antero-lateraalaisia lihaksia ovat psoas major -lihas sekä quadratus lumborum -lihas. Kummallakaan ei ole merkittävää vaikutusta lannerangan liikkeeseen. Psoas major voi kuitenkin tuottaa suuria puristusvoimia lannerankaan sen koukistaessa lonkkaa esimerkiksi selinmakuulta istumaannousun yhteydessä. Posterioristen lihasten tehtävänä on lannerangan liikkeiden kontrollointi. Lihakset ovat kolmessa pystyrivissä ja kahdessa kerroksessa. Mediaalisimpana on multifidus, keskellä longissimus thoracis ja lateralisimpana iliocostalis lumborum. Kaksi jälkimmäistä muodostuvat kahdesta osasta: pinnallisista ja syvistä lihaksista. Syvät lihakset kiinnittyvät lannerankaan samalla tasolla multifiduksen kanssa. Pinnalliset lihakset puolestaan kiinnittyvät rintarankaan ja kylkiluihin, ja niiden jänteet muodostavat lannerangan syvät rakenteet peittävän aponeuroosin. (Adams ym. 2006, 29–31.)

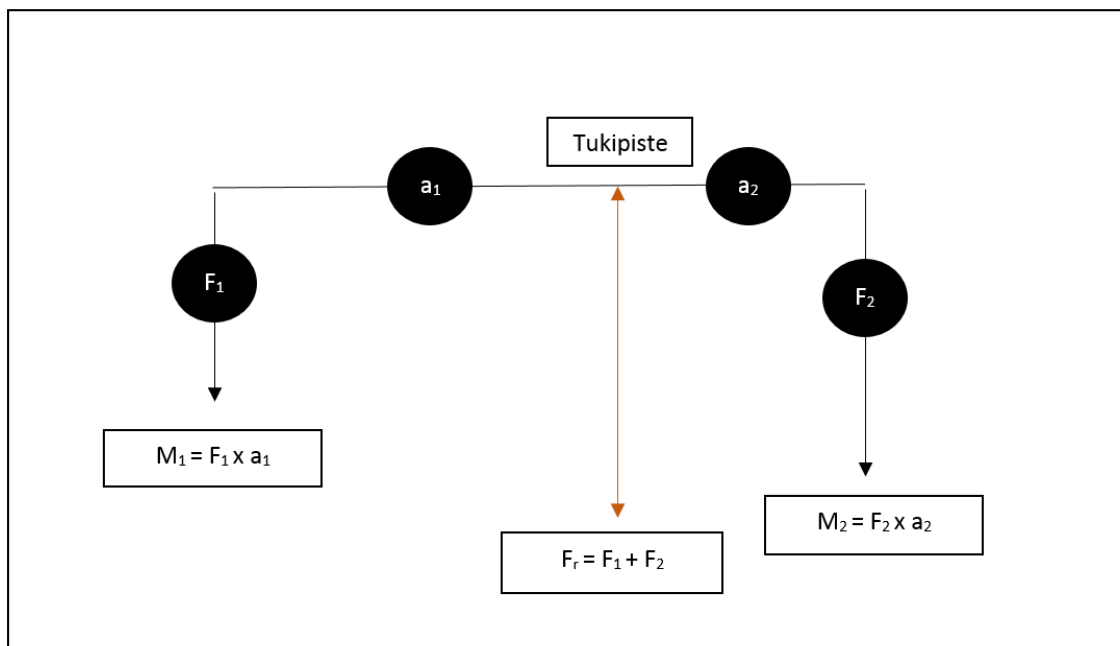
### **3.2 Biomekaniikka**

Biomekaanisen kuormituksen on uskottu olevan merkittävä tekijä liikuntaelinten sairauksien synnyssä. Kudonvaurioita aiheutuu, kun mekaaninen kuormitus ylittää kudosten kestävyden. Työn suorittamiseen vaadittava lihasaktiiviteetti voi myös johtaa väsymiseen ja haitallisiin aineenvaihdunnan muutoksiin, vaikkei varsinaisia mekaanisia vaurioita syntyisikään. Biomekaanisen kuormituksen analysoinnin lähtökohtana on kehon segmenttien ja liikkeen rekisteröinti. Eliministöön vaikuttavien voimien suuruutta voidaankin analysoida yksinkertaisen biomekaanisen analyysin avulla. (Takala & Nevala-Puranen 2001, 124–125.)

Olenaisia käsitteitä analysoinnissa ovat momentti (M), voima (F) sekä vipuvarsi (a). Momentti kuvaa voimien vaikutusta ja sen laskemiseksi on tiedettävä voiman suunta ja suuruus sekä voiman kohtisuora etäisyys tukipisteestä, eli vipuvarsi. Täten  $M = F \times a$ . Biomekaanista kuormitusta analysoidessa kehoa tulisi ajatella kuvan 6 mukaisena vipujärjestelmänä. Voimien ja momenttien laske-

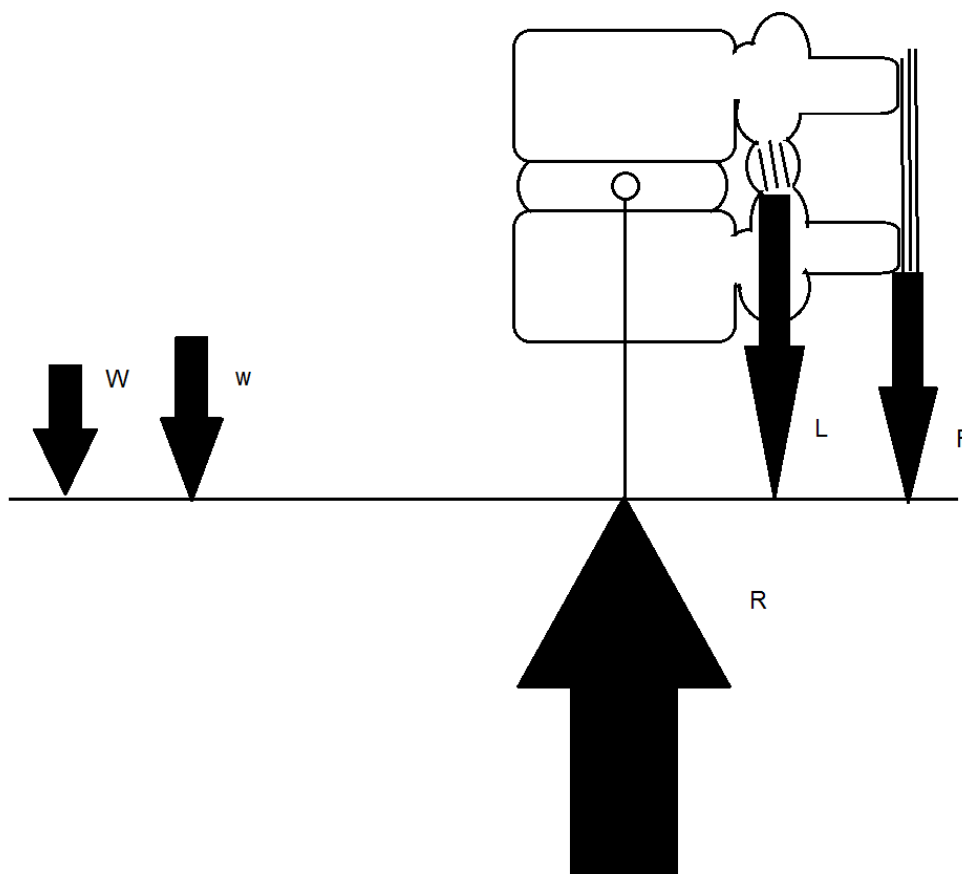


miseksi on lisäksi tiedettävä eri kehonosien massat, pituudet ja massakeskipisteet. Tukipiste puolestaan voidaan paikantaa tutkittavan nivelen keskipisteeseen. (Takala & Nevala-Puranen 2001, 124–125 .)



Kuva 6. Vipujärjestelmä. Mukailleen Takala & Nevala-Puranen 2001, 125.

Välilevyn keskikohta on piste, jonka kohdalta ihmisen selkäranka liikkuu kunkin nikaman osalta eri suuntiin. Tätä voidaan kutsua tukipisteeksi. Nostotilanteissa tukipisteen takana olevien rakenteiden pitää tuottaa ojennusmomentti, joka vastaa yläruumiin ( $w$ ) ja nostettavan kappaleen ( $W$ ) painosta aiheutuvaa koukistusmomenttia. Koukistavaa voimaa vastaava ojennusmomentti voidaan tuottaa selkärangan ligamenteilla ( $L$ ), välilevyn takaosalla, selän faskiarakenteilla ( $F$ ) sekä selänojentajalihaksilla. Jokaisen rakenteen tuottama ojennusmomentti on yhtä suuri siinä tapahtuvan vetävän voiman kanssa kerrottuna vipuvarren pituudella. Täten on selvää, että jotkin rakenteet ovat edullisemmin sijoittuneita nostamisen avustamisen kannalta. Kauimpana tukipisteestä sijaitsevat rakenteet kykenevät tuottamaan suuren ojennusmomentin pienemmällä vetävällä voimalla kuin tukipistettä lähempänä olevat rakenteet, aiheuttaen vähemmän kompressiota välilevylle. Suurempi vipuvarsi onkin hyödyllistä, koska kaikki nämä vetävät voimat puristavat nikamia yhteen aiheuttaen kompressiota välilevylle. Välilevylle aiheutuvan puristavan voiman suuruus on näiden vetävien ja puristavien voimien summa ( $R$ ) (kuva 7). (Adams & Dolan 2007, 169.)



Kuva 7. Biomekaaninen malli selän rakenteista noston aikana. Mukailten Adams & Dolan 2007, 169.

Yksittäisen lihaksen tuottama maksimaalinen voima vaihtelee eri nivelkulmilla. Tämä johtuu siitä, että lihaksen pituus vaikuttaa oleellisesti lihaksen tuottamaan voimaan. Voiman muuttuminen johtuu ensisijaisesti lihaksen sarkomeerien pituuden muuttumisesta liikeradan eri vaiheissa. Poikittaissiltateorian mukaan yksittäisen sarkomeerin voimantuotto riippuu poikittaissiltojen määrästä. Lihaksen täysin venyttyneessä asennossa aktiini- ja myosiinifilamentit ovat vain hieman toistensa lomissa ja poikittaissiltoja ei pääse muodostumaan näiden välille ja voimantuotto jää vähäiseksi. Sama tapahtuu lihaksen lyhentyneessä asennossa, kun vastakkaiset aktiinifilamentit liukuvat toistensa väliin pienentäen aktiini- ja myosiinifilamenttien reagointipinta-alaa. Liikeradan keskivaiheella sarkomeerin pituus on optimaalinen ja poikittaissiltoja muodostuu suurin mahdollinen määrä, jolloin voimantuotto on suurimmillaan. Lihaksen tuottamaan voimaan

vaikuttavat lisäksi vääntömomentti ja vipuvarsi. Vääntömomentti on riippuvainen voimasta ja vipuvarresta, joten liikeradan maksimivääntökohta on yleensä jossain liikeradan kolmannessa kohdassa. (Kauranen 2014, 223–224.)

### **3.3 Alaselän kuormitus**

#### **3.3.1 Selkäkipu ja sille altistavat tekijät**

Lähes kaikki suomalaiset kärsivät selkäkivusta jossain vaiheessa elämäänsä. Osa vaivoista kroonistuu ja alentaa merkittävästi työ- ja toimintakykyä. Vaivojen kroonistumisen ehkäisemiseksi on tärkeää hoitaa ne hyvin jo aikaisessa vaiheessa. Selkäkivulle altistavia tekijöitä on tärkeää pyrkiä vähentämään. Yleisiä riskitekijöitä ovat tupakointi, ylipaino, tapaturmat ja fyysisesti raskas työ. Myös pitkäkestoinen istuminen on todettu yhdeksi selkäkivun mahdolliseksi aiheuttajaksi. Alaselkäkipu voidaan luokitella kivun keston perusteella akuuttiin, subakuuttiin tai krooniseen kipuun. Akuutti alaselkäkipu kestää alle kuusi viikkoa, subakuutti 6-12 viikkoa ja krooninen yli kolme kuukautta. Kliinisen oirekuvan mukaan alaselkäkivut voidaan jakaa spesifeihin, epäspesifeihin sekä iskiasvaivoihin. Jos merkkejä vakavasta sairaudesta ei ole eikä säteilyoireita esiinny, vaiva luokitellaan epäspesifiksi alaselkäkivuksi. Näiden osuus kaikista alaselkäkivuista on 90 %. (Salminen & Pohjolainen 2010, 87–88.)

Työperäisen selkäkivun yleisin syy on hankalasta työasennosta aiheutuva kuormitus, joka kohdistuu lihaksiin, jänteisiin, tukikalvoihin ja -siteisiin. Riski työstä johtuvan vaivan syntymiseen on suurempi, jos työ on hyvin raskasta suhteessa käytettävissä olevaan lihasvoimaan. Työntekijän joutuessa käyttämään työssään lähes kaikkia voimiaan, on hän huomattavasti alttiimpi tapaturmille mahdollisten yllättävien tapahtumien sattuessa. (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 14.)

Vakavia selkäsairauksia ovat muun muassa selkärangan kasvaimet, tulehdukset ja nikamamurtumat. Kasvaimissa ja tulehduksissa yleistä on jatkuva ja hiljalleen lisääntyvä levossakin häiritsevä selkäsärky. Nikamamurtumia tulee tavalli-

simmin iäkkäille kaatumisten seurauksena. Voimakkaan iskiasoireen yleisin aiheuttaja on välilevytyrä. Säteilykivun lisäksi tämä voi aiheuttaa tuntohäiriöitä ja nilkan lihasten heikkoutta. Alle yksi kymmenestä välilevytyräpotilaasta joutuu leikkaukseen. Leikkaukseen joudutaan turvautumaan pullistuman aiheuttaessa niin sanotun ratsupaikkaoireyhtymän, johon liittyy inkontinenssiongelmia ja tuntopuutoksia peräaukon ja sukupuolielinten alueella. (Pohjolainen, Leinonen & Malmivaara 2014.) Lannerangan välilevytyrän riskitekijöitä ovat voimakas rangan eteentaivutus tai huono asento, sekä nostet-tavan taakan paino (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 15). Välilevypaine kasvaa ihmisen tehdessä eri suorituksia. Eteentaivutuksessa paine kolmannen lannenikaman tasolla kasvaa 150 %. 20 kg painavan esineen nostaminen selkä pyöristettynä ja polvet ojennettuina lisää painetta 169 %. Sama aktiviteetti polvet koukistettuna ja selkä suorana kasvattaa välilevypainetta ainoastaan 73 %. (Magee 2008, 519.)

### **3.3.2 Alaselän kuormitus hoitotyössä**

Hoitotyössä selkävaivoille altistavia eri työtehtäviä ovat potilaan käsittely ja hoito, potilaan nosto, välineiden käsittely, fyysisesti raskas työ, raskaat taakat, koukistuneet ja kiertyneet työasennot, seisominen ja kävely, pitkään kestävä istuminen sekä koko kehon altistuminen tärinälle. Näistä työvaiheista usein toistuvat raskaat nostot huonossa asennossa ovat vahvasti yhteydessä alaselkäongelmiin. (Hansson 2001, 47–48.) Työtehtäviin sisältyvät huonot työasennot johtuvat osittain säädeltävien vuoteiden ja kalusteiden vähäisestä määrästä (Tamminen-Peter & Wickström 2013, 15).

Potilassiirtojen kuormittavuutta vähentää potilaan muualta kuin avustajasta otama tuki. Potilaan riippuessa työntekijässä tämän vartalon etupuolella siirron aikana, vipuvarsi on pitkä ja työntekijän selkälihakset joutuvat työskentelemään asennon säilyttämiseksi. Myös siirtotaidon koulutuksella on huomattava vaikutus alaselän kuormituksen vähenemiseen. Hoitajat käyttävät huomattavasti enemmän apuvälineitä, kun heidän siirtotaitonsa kehittyvät. (Tamminen-Peter 2005, 87–89.)

Alaselkä on yksi eniten kuormittuvista kehonosista potilassiirtojen aikana. Avustavan henkilön selän tulisi olla siirron aikana luonnollisessa pystyasennossa tai alle 45 asteen eteentaivutuksessa suhteessa vertikaalitasoon. Kiertoa selässä saisi olla korkeintaan 15 astetta. (Karhula ym. 2007, 16.) Korkea alaselkään kohdistuva biomekaaninen kuormitus aiheuttaa suurta puristavaa voimaa välilevyille. Myös epäsymmetriset vääntävät ja taivuttavat voimat aiheuttavat välilevyille suurta kuormitusta. Nämä siirroissa tapahtuvat epäsymmetriset väännöt tulisi mahdollisuuksien mukaan minimoida. Usein ne aiheutuvat lateralisesta ponnistuksesta potilassiirron sivuttaisessa liikkeessä. (Jäger ym. 2013, 542.)

## **4 Kuormituksen fysioterapeuttinen tutkiminen**

### **4.1 ICF-luokitus**

Ihmisen toimintakykyä, toimintarajoitteita ja terveyttä voidaan kuvata kansainvälisellä luokituksella ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health). ICF-viitekehyksen avulla voidaan määrittää ihmisen toiminnallinen terveydentila sekä terveyteen liittyvä toiminnallinen tila. ICF tarkastelee terveyttä osatekijöiden kautta ja huomioi myös terveyteen liittyvät hyvinvoinnin osatekijät kuten työ ja koulutus. Terveiden osatekijöitä voidaan kutsua terveyden aihealueiksi ja terveyteen liittyviä hyvinvoinnin osatekijöitä terveyden lähialueiksi. ICF ryhmittää toimintakyvyn kahteen perusluetteloon, ruumiin toiminnot ja rakenteet sekä suoritukset ja osallistuminen. Näiden ryhmien avulla voidaan määrittää henkilön toimintakyky tai toimintarajoitteet. (Hämälä, Talo, Kallinen-Kräkin, Muuri, Launiainen Noronen, Renvall, Tuominen, Wilskman & Ojala 2005, 3, 105.)

ICF ottaa myös huomioon toimintakykyyn tai toimintarajoitteeseen yhteydessä olevat ympäristötekijät. ICF-luokituksen toinen perusluetteloista tarkastelee ruumiin rakenteita. Ruumiin rakenteet ICF määrittelee seuraavasti: ”Ruumiin rakenteet ovat ruumiin anatomiset osat, kuten elimet, raajat ja näiden rakennesosat. Vajavuuksia ovat ruumiin toimintojen ja ruumiin rakenteiden ongelmat, ku-

ten huomattavat poikkeamat tai puutokset.” (Hämälä ym. 2005, 3, 105.) Tässä opinnäytetyössä mitataan EMG:llä selän pinnallisten ojentajalihasten (Erector spinae) sähköistä aktiivisuutta vuodesiirron aikana. Tarkastellaan siis yksittäistä ruumiin rakennetta, joka näin ollen sijoittuu ICF-luokituksen mukaan kohtaan ruumiin rakenteet.

## 4.2 RPE-asteikko

RPE-asteikolla (rating of perceived exertion) voidaan arvioida subjektiivisesti henkilön suhteellista kuormittuneisuutta liikuntasuorituksen aikana. Borgin 15-portainen asteikko on erittäin toimivaksi todettu arviointimenetelmä. Liikuntasuorituksen tekijä arvioi asteikon avulla omaa kuormittuneisuuttaan suorituksen aikana. On tärkeää, että testattavalle selvitetään, mitä tarkoitetaan kuormittuneisuudella. Tässä apuna voidaan käyttää vertauskuvia, kuten tasainen maasto verrattuna jyrkkään ylämäkeen. Taulukon alin ja korkein arvo tulisi sitoa johonkin mielikuvaan. Luku 6 kuvaa lepotilaa ja luku 7 kaikkein kevyintä liikuntaa mitä testattava voi kuvitella. Luku 19 puolestaan kuvaa kaikkein raskainta ponnistusta, jonka testattava jaksaa suorittaa, ja luku 20 on sietämätön rasitus. Testattava valitsee taulukosta numeron tai sanallisen arvion, joka kuvastaa hänen rasittumisen tasoaan parhaiten. Jokaisella numerolla tulisi olla erilainen sanallinen kuvaus rasittuneisuudesta. Hieman rasittava tarkoittaa suurempaa rasitusta kuin kevyt, mutta pienempää kuin rasittava. Testattavalta tulee vielä varmistaa, mikä oli hänen käyttämänsä lukema tai sanallinen arvio. Testattava ohjeistetaan tarkkailemaan hänen kehossaan tapahtuvia fysiologisia muutoksia, esimerkiksi hengästymistä. Testattavan tulee vastata asteikolla omien tuntemusten mukaan, eikä häntä saa ohjata vastauksen antamisessa. (Suni & Taulaniemi 2012, 253.)

Borgin 15 portainen RPE-asteikko kehitettiin oletukselle, että koettu kuormittuminen kasvaa lineaarisesti harjoittelun intensiteetin ja sydämen sykkeen kanssa. Myöhemmin asteikosta muokattiin suhdelukuasteikollinen CR-10 (Category Ratio) -mittari (kuva 8). Yksinkertaisimmassa versiossa on numerot nolasta kymmeneen, jossa numero kymmenen kuvaa suurinta mahdollista kuormitusta,

jonka henkilö on kokenut. CR-10 asteikossa suurin kuormitus määritellään hyvin tarkasti, mikä luo hyvän vertausarvon eri yksilöille. (Borg 1990, 57.) Tamminen-Peter on väitöskirjassaan kääntänyt kuormittumisen sanalliset arviot suomeksi (Tamminen-Peter 2005, 115). (Kuva 9)

Borg's CR-10 scale		
0	Nothing at all	
0,5	Extremely weak	(just noticeable)
1	Very weak	
2	Weak	(light)
3	Moderate	
4		
5	Strong	(heavy)
6		
7	Very Strong	
8		
9		
10	Extremely strong	(almost max)
*	Maximal	

Kuva 8. CR-10-asteikko. Mukailten: Borg 1990, 57.

<b>Hoitajan kokema kuormitus potilassiirron aikana</b>	
Ympyröi numero, joka vastaa parhaiten siirron aikana	
tuntunutta kuormitusta alaselässä	
0	Ei lainkaan
0,5	Erittäin heikko
1	Hyvin heikko
2	Heikko
3	Keskinkertainen
4	Suhteellisen raskas
5	Raskas
6	
7	Hyvin raskas
8	
9	
10	Erittäin raskas
*	Maksimi

Kuva 9. CR-10-asteikko suomeksi. Mukailten: Tamminen-Peter 2005, 115.

### 4.3 Elektromyografia (EMG)

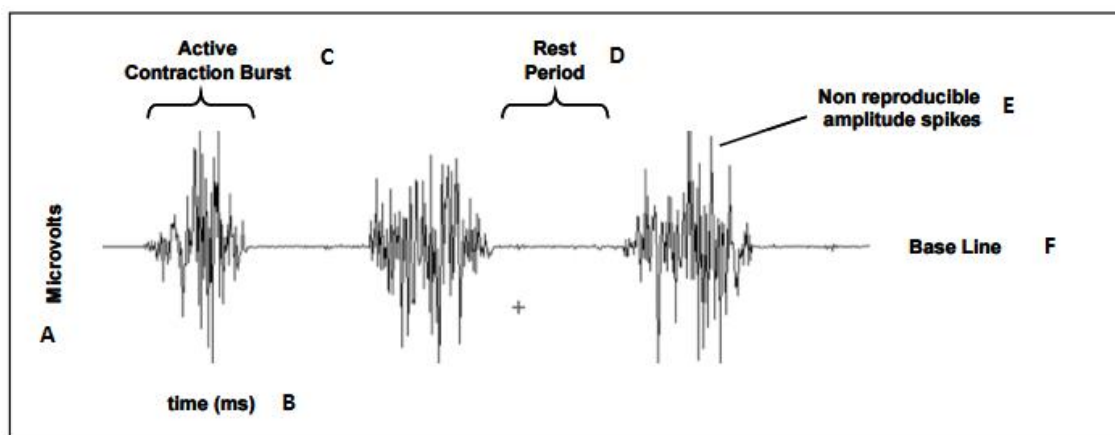
Lepopotentiaaliksi kutsutaan hermo- ja lihassolun normaalia tilaa, jolloin solukalvon sisäpinnalla on negatiivinen varaus ja ulkopinnalla positiivinen varaus. Aktiopotentiaali on solukalvolla kulkeva sähköinen impulssi joka syntyy, kun solukalvo depolarisoituu. Depolarisaatiossa solun sisäpuolen negatiivinen varaus ja solun ulkopuolinen positiivinen varaus vaihtuvat nopeasti päinvastoin. Tätä seuraa välittömästi repolarisaatio, joka palauttaa lepotentiaalin solukalvolle.



Yhden hermosolun lähettämä aktiopotentiaali siirtyy aksonin päästä välittäjäaineen avulla kaikille kyseisen hermosolun hermottamille lihassoluille. Yhdellä hermosolulla voi olla 5-2000 lihassolua hermotettavanaan. Yhden hermosolun ja sen hermottamien lihassolujen ryhmää kutsutaan motoriseksi yksiköksi. (Kauranen & Nurkka 2010, 304–305.)

Lihassolukalvoa pitkin etenevä ja poikittaisputkia pitkin syvemmälle lihakseen kulkeva aktiopotentiaali saa aikaan lihassupistuksen. Useat lihassolukalvoilla etenevät aktiopotentiaalit aiheuttavat sähkömagneettisen kentän ympärillä oleviin kudoksiin. Pintaelektrodeilla ja neulaelektrodeilla voidaan rekisteröidä nämä lihakselta lähtevät ja ympäröiviin kudoksiin leviävät aktiopotentiaalit ja potentiaalierot. (Kauranen & Nurkka 2010, 305.)

Lihassupistuksessa useat motoriset yksiköt toimivat yhtäaikaaisesti ja elektrodit keräävät näin ollen useita päällekkäisiä aktiopotentiaaleja. Tätä kutsutaan raaka-EMG-signaaliksi (kuva 10). Tämä näkyy EMG-monitorissa kohinasignaaliilta näyttävältä kuvaajalta. EMG-käyrää lähemmin tarkasteltaessa, voidaan siitä erottaa peräkkäin olevat erikorkuiset positiiviset ja negatiiviset amplitudit. Yksittäiset amplitudit ovat yksittäisen motorisen yksikön aktiopotentiaaleja. (Kauranen & Nurkka 2010, 305.)

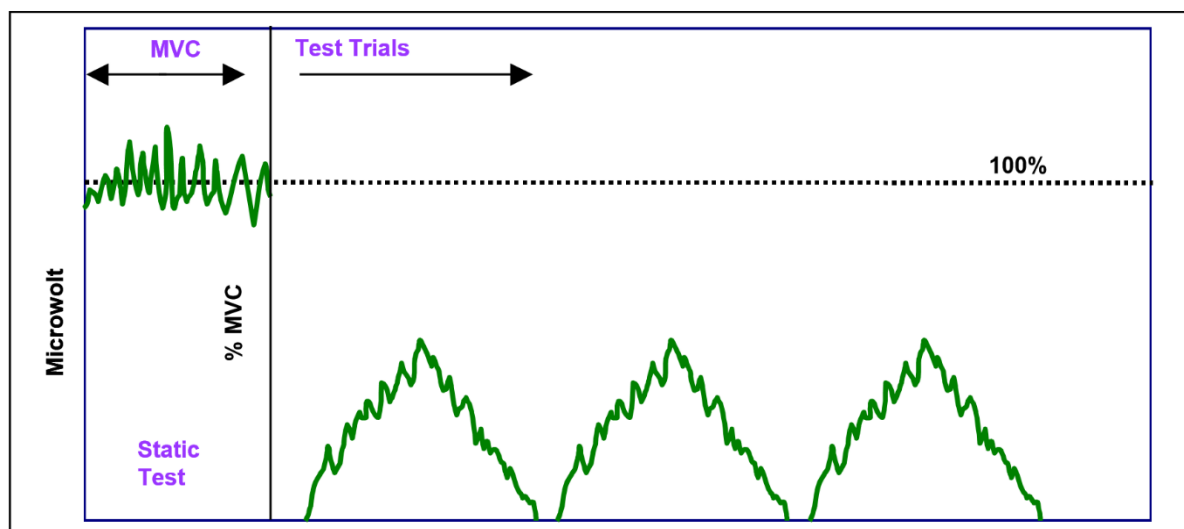


Kuva 10. Raaka EMG-signaali (A = mikrovoltit, B = aika (ms), C = aktiivinen jännitys purske, D = lepojakso, E = ei toistettava amplitudi piikki, F = lähtötilanne) Mukailten: Konrad 2005, 10.

Kun lihas on levossa, EMG-signaalista voidaan nähdä kohinaton lähtötilanne. Lähtötilanteessa EMG-aktiivisuuden tulisi olla suurimmillaan 3-5 mikrovolttia, jos EMG-vahvistin on laadukas ja iho mitattavalta alueelta on valmisteltu hyvin. Terveessä levossa olevassa lihaksessa ei näy merkittävää EMG-aktiivisuutta depolarisaation ja aktiopotentiaalien puutteen vuoksi. (Konrad 2005, 10.)

EMG-piikit ovat luonnostaan sattumanvaraisia, minkä takia yhtä raakaa EMG-pursketta ei voida tarkasti tuottaa uudelleen. Tämä johtuu motoristen yksikköjen määrän vaihtelusta: samanaikaisesti kahden tai useamman motorisen yksikön syttyminen lähellä elektrodeja aiheuttaa kerrostuvan piikin. ”Pehmentämällä” raakaa EMG-signaalia saadaan sattumanvaraiset piikit poistettua tai minimoitua. (Konrad 2005, 10.)

Mitattavan signaalin voimakkuus vaihtelee merkittävästi riippuen kudoksen tyyppistä, paksuudesta ja lämpötilasta, muista elektronisista laitteista, käytettävistä elektrodeista ja vahvistimesta, elektrodien asettelusta sekä mitattavasta henkilöstä (Konrad 2005, 11, 29). Tämä ongelma EMG-signaalia analysoitaessa voidaan ratkaista normalisoimalla tulokset referenssiarvoon (kuva 11). Referenssi saadaan esimerkiksi maksimaalisella vapaaehtoisella supistuksella (maximum voluntary contraction, MVC). Tarkoituksena on kalibroida mittaustulokset prosenteiksi maksimaalisesta kapasiteetistä. Normalisoinnilla pystytään näin poistamaan tuloksiin vaikuttavat muuttujat. Tavallisesti supistus tehdään isometrisesti käyttäen hyviä fiksaatioita tarvittavissa kohdissa. Mittauksessa on otettava huomioon, että kokemattomat koehenkilöt eivät välttämättä saa tuotettua todellista maksimaalista supistusta. (Konrad 2005, 29.) MVC on tutkimuksissa mitattu pyytämällä testattavaa pitämään maksimaalinen jännitys viiden sekunnin ajan ja toistamalla mittaus kolme kertaa (Candotti, Loss, Pressi, Castro, La Torre, Melo, Araújo, & Pasini 2008, 1061–1063).



Kuva 11. MVC normalisointi. Mukailleen: (Konrad 2005, 29.)

Fysioterapeutit ovat eniten EMG-mittausta hyödyntävä ammattiryhmä. EMG-mittauksen avulla pyritään ymmärtämään paremmin hermo-lihasjärjestelmän toimintaa sekä sen toiminnan häiriöitä. (Soderberg & Knutson 2000, 485.) Fysioterapeutit ovat käyttäneet EMG-tekniikkaa moniin eri tarkoituksiin selvittäessään lihasten toimintaa. Eniten EMG-tekniikkaa on käytetty lihasten aktiivisuuden arvioimiseen tutkittaessa lihaksen tehtävää, lihaskontrollia ja motorista oppimista. (Soderberg & Knutson 2000, 486.) EMG-mittaus rekisteröi lihaksen aktiopotentiaaleja ja sähköistä toimintaa. Tämän tiedon perusteella voidaan arvioida lihaksen kuormittumista. (Kauranen & Nurkka 2010, 303.) Eri henkilöiden lihasaktiivisuutta voidaan vertailla, kun lihassähköiset signaalit normalisoidaan. Tämä suoritetaan yleensä suhteuttamalla aktiivisuus isometriseen maksimaaliseen itsetuotettuun supistukseen. (Väyrynen, Nevala & Päivinen 2004, 148–149.)

Tärkeää EMG-mittauksessa on huomioida, mikä on mittauksen tarkoitus, käytetäänkö langallista vai langatonta mittausta ja oikean tyyppisten elektrodien valinta. Mittauksen tarkoitus määrittää sen, käytetäänkö pinnallisia elektrodeja vai neulaelektrodeja. Pinnallisilla elektrodeilla voidaan mitata pinnallisten lihasten aktiivisuutta. Neulaelektrodit on suunniteltu motoristen yksiköiden erottelua varten, saamaan tietoa motoristen yksiköiden kontrollista ja mittaamaan syvien lihasten toimintaa. Tärkeä huomio on, että pinnallisilla elektrodeilla ja neulaelektrodeilla samanaikaisesti mitattuna, pinnallisten elektrodien mittaustulokset on

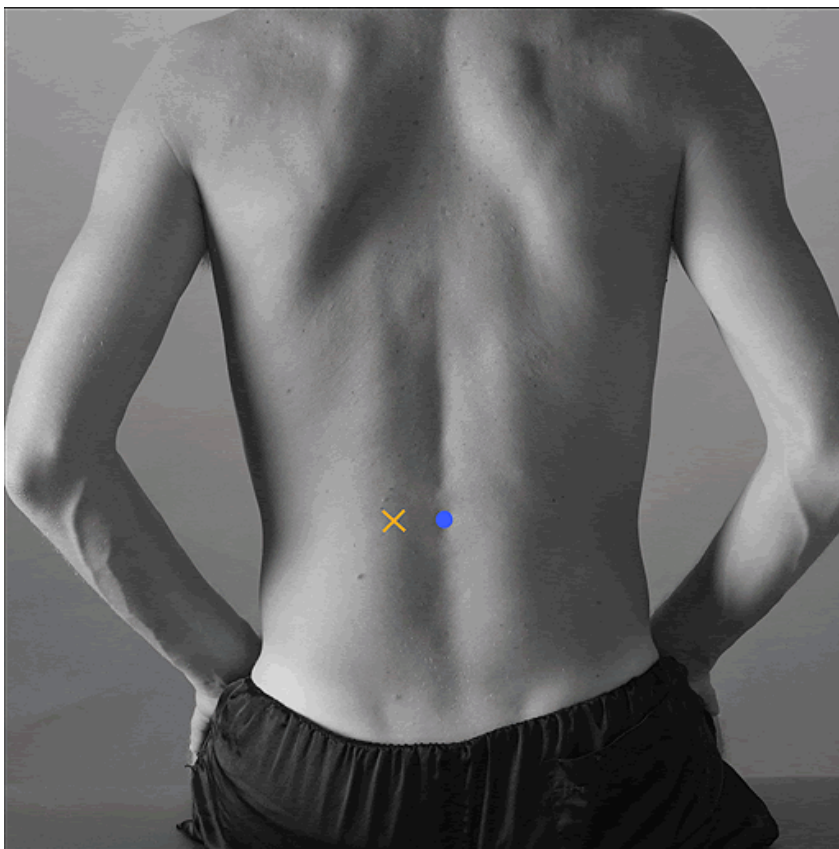
todettu luotettavammiksi. Tämä johtuu pitkälti siitä, että neulaelektrodien mittausalue on huomattavasti pinnallisia elektrodeja rajallisempi. Neulaelektrodien asentaminen lihaksessa juuri oikeaan kohtaan on myös haasteellista. (Soderberg & Knutson 2000, 487.)

Ennen mittauksia on suositeltavaa suorittaa huolellinen valmistelu luotettavuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi. Testattavaa on pyydyttävä pukeutumaan joustaviin vaatteisiin, koska mittausalue saattaa jäädä peittoon vaatteiden alle. Iho tulee valmistella mitattavien lihasten alueelta johtavuuden parantamiseksi. Mittauksissa tulisi käyttää mitattavasta lihaksesta riippuen mahdollisimman pieniä elektrodeja, jotta häiriöitä eri lihaksista tulisi mahdollisimman vähän. Asettelussa tulisi huomioida, että elektrodit pysyvät aktiivisen lihasrunгон päällä lihasaktivaation aikana. (Konrad 2005, 17–18, 26.)

Selän ojentajalihaksien EMG-mittauksissa tulee huomioida ihon venyminen ja lyheneminen. Elektrodien välinen etäisyys on oltava riittävä, etteivät ne työnnä toisiaan paikoiltaan. Elektrodit tulee asettaa selän ojentajalihaksiin (erector spinae, longissimus) testattavan ollessa päinmakuulla lanneranka hieman koukistuneena. Elektrodien koko tulisi olla maksimissaan 10 millimetriä lihassyiden suuntaisesti ja elektrodien etäisyys toisistaan 20 millimetriä. Elektrodit asetetaan vertikaalisesti lihasrunгон päälle kaksi sormen leveyttä lateraalisesti ensimmäisen lannenikaman tasolta. Kuvassa 12 on esitetty sinisenä pisteenä ensimmäinen lannenikama ja x-merkillä sensorin keskikohta, jonka ylä- ja alapuolelle elektrodit tulevat. (SENIAM 2016; Konrad 2005 17–18, 26.) Elektrodien kiinnittämisen jälkeen tulee odottaa vähintään kolme minuuttia, jonka aikana testattava voi lämmitellä ja valmistautua suoritukseen. Seuraavaksi voidaan kiinnittää johdot elektrodeihin, tarkistaa signaali ja tehdä mahdolliset esitestit. (Konrad 2005 26.)

Elektrodin lateraalisella asettelulla on todettu olevan merkittävä vaikutus amplitudin suuruuteen selän ojentajalihaksien aktiivisuutta mitattaessa (De Nooij, Kallenberg & Hermens 2009, 257). Pitkittäisen asettelun vaikutuksista on hajanaista tietoa. De Nooijin ym. (2009, 257) mukaan pitkittäisellä asettelulla ei ole yhtä merkittävää vaikutusta kuin lateraalisella asettelulla, kun taas Huebner,

Faenger, Schenk, Scholle & Anders (2015, 214) puolestaan totesivat, että myös pitkittäisellä elektrodien asettelulla on vaikutusta voimakkuuteen.



Kuva 12. Elektrodien asettelu (SENIAM 2016).

#### 4.4 Kuormituksen tutkiminen potilassiirroissa

Selän kuormittumista potilassiirroissa on tutkittu useilla eri menetelmillä. Usein tutkimuksissa on käytetty useampaa menetelmää luotettavuuden parantamiseksi. (Fagerström & Toivonen 2011; Kjellberg, Lagerstrom & Hagberg 2004; Tamminen-Peter 2005; Theilmeier, Jordan, Luttmann & Jäger 2010; Jäger ym. 2013.) EMG-mittausta on hyödynnetty monessa selän kuormittumista tarkastelevassa tutkimuksessa (Fagerström & Toivonen 2011; Kang, Choi & Oh 2013; Lavender, Conrad, Reichelt, Gacki-Smith & Kohok 2007; Tamminen-Peter 2005). EMG:n rinnalla useammassa tutkimuksessa käytettiin RPE-asteikkoa subjektiivisen kuormituksen arviointiin (Fagerström & Toivonen 2011; Kang ym. 2013; Tamminen-Peter 2005).

Theilmeyer ym. (2010, 924–925) tutkivat potilassiirtojen kuormittavuutta usealla eri menetelmällä. Potilassiirron aikana työntekijä altistuu potilaan massasta syntyvälle kuormitukselle. Voimaa, joka työntekijältä vaaditaan siirron suorittamiseen, tutkittiin erityisen mittasängyn ja mitta-alustan avulla. Sängyn runkoon asennetuilla antureilla kerättiin tietoa työntekijän käyttämästä voimasta siirron aikana. Samalla periaatteella toimivalla alustalla kerättiin tietoa painonmuutoksista työntekijän jalkojen alla. Näin saatiin selville kuinka suurta voimaa työntekijä joutui siirron yhteydessä käyttämään. Menetelmän tueksi tietoa kerättiin videokuvauksen ja 3D-liikesensorien avulla. Sensorit tunnistivat työntekijän kehonosiin asetetut infrapunamerkit ja siirtotilanne saatiin luotua uudelleen animaationa ja analysoitua sitä tarkemmin.

OWAS-menetelmää on käytetty yleisesti useissa potilassiirtojen sekä työasentojen kuormittavuuteen liittyvissä tutkimuksissa (Sun, He & Wang 2007, 453; Engels, Landeweerd & Kant 1994, 909). OWAS-menetelmä on Suomen terästeollisuudessa kehitetty luokittelu työasentojen arvioimiseksi. Menetelmään tarvittavat tiedot kerätään suoraan havainnoiden työtilannetta tai videotallenteelta. Selän asennot luokitellaan neljään, yläraajojen asennot kolmeen ja alaraajojen asennot seitsemään luokkaan. (Väyrynen ym. 2004, 158.)

Kang ym. (2013, 787) tutkivat alaselän teippauksen vaikutusta kroonisesta alaselkävivusta kärsivillä fysioterapeuteilla. He mittasivat elektromyografialla alaselän pinnallisten ojentaja-lihasten aktiivisuutta potilassiirron aikana. Lisäksi he käyttivät RPE-asteikkoa (rating of perceived exertion) koetun kuorman arviointiin. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös 3-D liikesensoreilla lumbopelvistä rytmiä. Mittaukset tehtiin 19:lle kroonisesta selkävivusta kärsivälle fysioterapeutille. Koehenkilöt suorittivat potilassiirron alaselän teippauksen kanssa ja ilman teippausta. Tutkimuksessa todettiin, että alaselän teippaus vähentää pinnallisten selän ojentajalihasten aktiivisuutta EMG:lla mitattuna. Teippauksella voidaan vaikuttaa myös lumbopelviseen rytmiin. Tutkitut myös kokivat teippauksen vaikuttavan positiivisesti RPE-asteikolla arvioituna.

EMG-mittausta hyödynsivät myös Lavender ym. (2007, 71) tutkiessaan alaselän lihasten ja lannerangan kuormittumista palomies-sairaankuljettajilla potilassiir-

ron aikana. Potilaana toimi 75 kg painoinen nukke, joka siirrettiin kahden henkilön avustamana sängystä porrastuoliin käyttäen siirtovyötä. Siirtovyön käyttöä verrattiin kainaloiden alta tapahtuvaan siirtomenetelmään. Siirtovyön käyttöä testattiin myös yhden avustajan suorittamana. Testattavia palomies-sairaankuljettajia oli 11 paria. EMG:lla mitattiin pintaelektrodeja käyttäen kahdeksan selkälihaksen aktiivisuutta potilassiirron aikana. EMG:n rinnalla käytettiin 3-D liikesensoreita mittaamaan lannerangan segmentaalista liikettä. Voimalevyillä mitattiin alustaan kohdistuvaa voimaa. Testiryhmältä kerättiin myös suullinen palaute. Tutkimuksen johtopäätös oli, että siirtovyöllä kahden avustamana potilassiirto sängystä porrastuoliin kuormittaa vähemmän alaselän lihaksia ja lannerankaa, kuin kainaloiden alta tapahtuva siirto.

Fagerström ja Toivonen (2011, 2–7, 15) tutkivat potilassiirto- ja kuljetusparien vaikutusta ensihoitajien fyysiseen kuormittuneisuuteen ja työergonomiaan. Tutkimuksessa oli mukana kolme erilaista paria, joilla työparit suorittivat simulaation. Tutkittavien fyysistä rasittumista mitattiin subjektiivisella RPE-kyselyllä. Voimankäyttöä ja liikuntaelimistön kuormittumista simulaation aikana selvitettiin EMG-mittauksella. Mittaukset tehtiin yläraajasta, hartiasta, ylä- ja alaselästä ja reisistä. Käytössä oli pintaelektrodit, ja ns. bipolaarinen elektrodiasettelu, jossa elektrodien välimatka on noin 2 cm. Mittauksen vertailutasoina käytettiin jokaiselle koehenkilölle alussa määritetyt maksimaalisia aktiivisuuksia (MVC). Vertailutasot mitattiin ohjatusti isometrisillä testiliikkeillä, joiden aikana saatiin maksimaaliset aktiivisuustasot. Työasentoja puolestaan arvioitiin videokuvasta tehdyllä REBA asennonhavainnoinnilla. Lisäksi koehenkilöille lähetettiin tutkimuksen jälkeen käytettävyysskysely, jossa selvitettiin koehenkilöiden tuntemuksia parien käytettävyydestä. Kyselyssä käytettiin apuna VAS-janaa sekä SUS-kyselyä (System Usability Scale). Tutkimuksessa todettiin, että paarilla on vaikutusta ensihoitajien fyysiseen kuormittuneisuuteen ja työergonomiaan. Koehenkilöiden subjektiiviset arviot ja EMG- ja REBA mittaukset olivat yhteneväisiä ja yksi paareista oli selvästi muita parempi.

Tamminen-Peter (2005, 5, 57–62) selvitti väitöskirjassaan ovatko Durewall- ja kinesteettinen menetelmä hoitajille vähemmän kuormittavia kuin nykykäytännön mukaiset potilassiirtojen avustustavat. Kuormittuneisuutta selvitettiin käyttäen

yhdistettyä EMG:n ja siihen ajastetun videokuvan analyysiä. Elektrodit EMG-mittausta varten asetettiin selkärangan molemmin puolin epäkäslihaksen laskevan osan päälle ja selän ojentajalihasten päälle L3-4 tasolle. Potilaiden alaraajojen aktiivisuutta siirtojen aikana mitattiin suoran reisilihaksen päältä. Hoitajien selän asentoja mitattiin selkärangan päälle L3-4-tasolle kiinnitetyillä kulmamittarilla. Hoitajat arvioivat siirtojen kuormittavuutta ja potilaat suoritusten onnistumisesta subjektiivisesti. Lisäksi hoitajien siirtotaitoa havainnoitiin tutkijoiden toimesta. Tutkimuksessa todettiin uusien avustusmenetelmien olevan vähemmän hoitajia kuormittavia sekä potilaiden mielestä miellyttävämpiä ja turvallisempia.

Skotte, Essendrop, Hansen ja Schibye (2002, 1357) tutkivat hoitoalan työntekijöiden alaselän kuormitusta yhdeksässä eri potilassiirtotehtävässä. Kuormitusta mitattiin EMG:lla, RPE-asteikolla sekä voimalevyillä. Lisäksi tilanteet videoitiin viidellä kameralla. Menetelmien avulla määritettiin L4-L5 nikamavälin kompressio- ja vääntövoimat. Suurimmat kompressiovoimat (4283 N) olivat nostettaessa potilasta istuma-asennosta sängyn reunalta seisomaan ja siirrettäessä potilasta istumaan pyörätuolissa taaksepäin. Merkittävästi pienemmät voimat (3074 N) olivat neljässä siirrosta, joissa potilasta siirrettiin sängyssä. Pienimmät voimat olivat kahdessa potilaan kääntämiseen liittyneessä siirrosta. Tuloksissa todettiin, että siirtojen aiheuttama kompressiovoima ja vääntö olivat riippuvaisia suoritettavasta siirrosta, kun taas EMG- ja RPE-tuloksiin vaikutti enemmän mitattavan henkilö ominaisuudet.

Ortopedisen osaston hoitajien siirtotekniikoita tutkittiin kahdessa potilassiirrosta. Siirtoina olivat potilaan siirto sängyssä ylöspäin sekä siirto sängystä pyörätuoliin. Siirtotekniikat pisteytettiin videoinnin ja havainnointi-instrumentin perusteella, mikä määritteli siirron turvallisuutta hoitajan tuki- ja liikuntaelimistön kannalta. Siirtotekniikoiden pisteytys korreloi siirrettävien potilaiden kokemaa turvallisuuden ja mukavuuden tunnetta. (Kjellberg ym. 2004, 251.)



## 5 Opinnäytetyön tarkoitus ja tehtävä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, voidaanko apuvälineillä vähentää potilassiirtojen fyysistä kuormittavuutta. Opinnäytetyön toimeksiantaja CareCare Oy on kehittänyt markkinoille CareCare TSF-liukusiirtimen, jonka tarkoituksena on vähentää potilassiirtoa avustavan henkilön fyysistä kuormitusta siirron aikana pienentämällä potilaan ja alustan välistä kitkaa. Opinnäytetyön hypoteesi oli, että CareCare TSF -liukusiirtimen käyttö kuormittaa potilassiirtoa avustavaa henkilöä vähemmän kuin perinteisen liukulakanan käyttö. Opinnäytetyön tavoitteena oli lähteä vahvistamaan tätä käsitystä. Tehtävänä oli selvittää, minkälaista fyysistä kuormitusta potilassiirrot aiheuttavat avustajalle ja voidaanko CareCare TSF-liukusiirtimen käytöllä vähentää kuormitusta. Kuormituksen tutkiminen rajattiin alaselän pinnallisiin ojentajalihaksiin, joiden lihassähköistä aktiivisuutta mitattiin EMG:llä.

Tutkimuskysymykset:

1. Kuinka suurta kuormitusta EMG:llä mitattuna ja subjektiivisesti RPE-asteikolla arvioituna CareCare TSF -liukusiirtimen käyttö aiheuttaa avustavan henkilön pinnallisille selän ojentajalihaksille vuoteessa ylöspäin tapahtuvassa potilassiirrosta?
2. Kuormittaako CareCare TSF-liukusiirtimen käyttö vuodesiirtoa avustavan henkilön alaselkää vähemmän kuin liukulakanan käyttö?

## 6 Toteutus

### 6.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmä, jolla tämä tutkimus on tehty, on kvantitatiivinen. Kvantitatiivisen ajattelutavan taustalla on filosofian suuntaus, jota kutsutaan loogiseksi

positivismiksi. Tärkeää on, että tieto perustuu havaintoihin, jotka on tehty suoran aistihavainnon ja loogisen päättelyn seurauksena. Keskeistä kvantitatiivisessa tutkimuksessa on aiemmista tutkimuksista tehdyt johtopäätökset ja aiemmat teoriat. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeistä on myös hypoteesien esittäminen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2001, 129.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa aineiston keruu on toteutettava niin, että havaintoaineisto voidaan mitata määrällisesti. Tutkimustulosten tulee päteä tutkimuksen kohteena olevaan perusjoukkoon. Tutkimuskohteena on määritelty perusjoukko, josta tehdään tutkimusotos. Otoksen koehenkilöt ja otossuunnitelma kuvataan tarkasti tutkimuksessa. Tutkimusaineisto kuvataan taulukoin ja tilastollisesti käsiteltävässä muodossa. Aineisto analysoidaan tilastollisesti ja analysoinnin perusteella tehdään johtopäätökset. Prosenttitaulukoita käytetään tulosten kuvailemiseen ja tulosten merkitsevyys testataan tilastollisesti. (Hirsjärvi ym. 2001, 129.)

## 6.2 Kohderyhmä

Perusjoukoksi kutsutaan kohderyhmää, josta tutkimuksessa on tarkoitus tehdä päätelmiä. Perusjoukosta valitaan joukko tutkittavia, jotka toimivat perusjoukon edustajina mahdollisimman hyvin. Tämä tutkittavien joukko on nimeltään otos. Tavoitteena on, että otoksen avulla saadaan kokonaiskuva perusjoukosta. Otos ei koskaan vastaa kaikilta ominaisuuksiltaan perusjoukkoa, jolloin tulos pätee vain tietyllä todennäköisyydellä perusjoukkoon. Tulokset ovat sitä luotettavampia mitä suurempi on otos. Otoksella tulisi olla samassa suhteessa samoja ominaisuuksia, kuin perusjoukolla. Tällöin otos edustaisi perusjoukkoa parhaiten. Yksi otoskokoa määrittävä tekijä on resurssit. Otoskoon vaikuttavat myös tilastolliset menetelmät. Yksinkertaisessa analyysissä otoskoon ei tarvitse olla niin suuri kuin monimutkaisissa analyyseissa. Laskennallisesti otoskoon tulisi olla vähintään sata havaintoyksikköä, suppean kohderyhmän ollessa kyseessä. Ryhmiä vertailtaessa otoskoon tulisi olla vähintään 30 havaintoyksikköä/ryhmä ja kaikkiaan noin 200–300 havaintoyksikköä. Valtakunnallisiin kuluttajatutkimuksiin suositellaan 500–1 000 havaintoyksikköä. Mikäli tuloksia ei pyritä yleistä-

mään suurempaan joukkoon, voidaan käyttää harkinnanvaraista otosta. (Vilkkä 2007, 51, 57–58.)

Opinnäytetyön resurssien takia valitsimme aineiston hankintatavaksi harkinnanvaraisen otoksen. Harkinnanvaraisessa otostavassa tutkija käyttää omaa harkintakykyään parhaan mahdollisen otoksen saamiseksi ja perustelee valintansa. Harkinnanvaraista otostapaa käytetään tutkimuksissa, joilla ei haeta tulosten yleistämistä suurempaan perusjoukkoon. (Vilkkä 2007, 58.)

Tämän opinnäytetyön tutkittaviksi valittiin harkinnanvaraisesti yhdeksäntoista fysioterapeuttiopiskelijaa. Tutkittavat valittiin ensisijaisesti ryhmästä, jolla oli EMG:aa käsittelevä opintojakso meneillään. Kyseisestä ryhmästä tutkimukseen osallistui 12 henkilöä. Ryhmälle lähetettiin alustava sähköposti, jossa kerrottiin lyhyesti opinnäytetyön tutkimusosiosta ja heidän mahdollisesta roolistaan mittauksiin liittyen. Ryhmää motivoitiin osallistumaan mittauksiin sillä, että heillä opinnäytetyöprosessi on vasta edessäpäin ja nyt olisi ainutkertainen mahdollisuus päästä seuraamaan tutkimuksellisen opinnäytetyön tekemistä. Lisäksi heillä olisi mahdollisuus saada lisää oppia EMG-mittauksista. Sähköpostissa kerrottiin myös, että ryhmälle järjestetään erään oppitunnin alussa infotilaisuus, joka oli sovittu aikaisemmin kyseisen oppitunnin opettajan kanssa. Ryhmälle järjestetyssä infotilaisuudessa kerrottiin tarkemmin mittausasetelmasta ja heidän roolistaan mitattavina. Lisäksi jokainen allekirjoitti suostumuslomakkeen, jossa tutkittavat antoivat luvan muun muassa mittausasetelman videointiin (liite 3). Ryhmäläiset muodostivat itse parit ja varasivat mittausajan ennalta sovituille päiville. Tarkoituksena oli saada ryhmästä noin 20 osallistujaa mittauksiin. Tavoite ei aivan toteutunut, joten loput mitattavat rekrytoitiin Fysiotikassa ja Voimassa käytännön opiskelujaksoaan suorittavista fysioterapeuttiopiskelijoista.

## 6.3 Aineistonhankinta

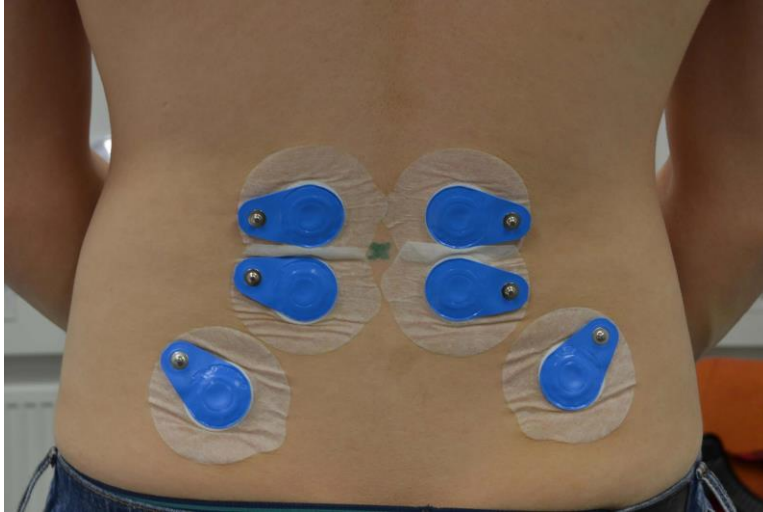
### 6.3.1 Mittausasetelma

Mittaukset suoritettiin vuoteessa tapahtuvaa potilassiirtoa avustavalle henkilölle. Potilassiirto oli sängyssä ylöspäin siirtäminen kahden avustajan voimin. Mittaukset toteutettiin Karelia-ammattikorkeakoulun Tikkarinteen kampuksella sijaitsevan fysioterapiaklinikka Fysiotikan mittaushuoneessa, jonne tutkittavat saapuivat pareittain tai kolmen ryhmissä.

EMG-mittaus aloitettiin esivalmisteluilla. Ennen elektrodien kiinnittämistä ihon kunto, puhtaus ja karvattomuus tarkastettiin. Elektrodiasettelu suoritettiin niin, että sama tutkija palpoo ja merkkasi tussilla kaikilta tutkittavilta paikat elektrodeille, minkä jälkeen toinen tutkija tarkisti merkinnät (kuva 13). Tämän jälkeen elektrodit kiinnitettiin merkintöjen mukaisesti (kuva 14) ja mitattavaa pyydettiin valmistautumaan suorituksiin taivuttamalla selkärankaa eri suuntiin ja käymällä muutaman kerran kyykyssä. EMG-signaalin näkyminen tarkistettiin ennen varsinaisen mittauksen aloittamista.



Kuva 13. Merkinnät elektrodiasettelua varten (Otto Piironen)

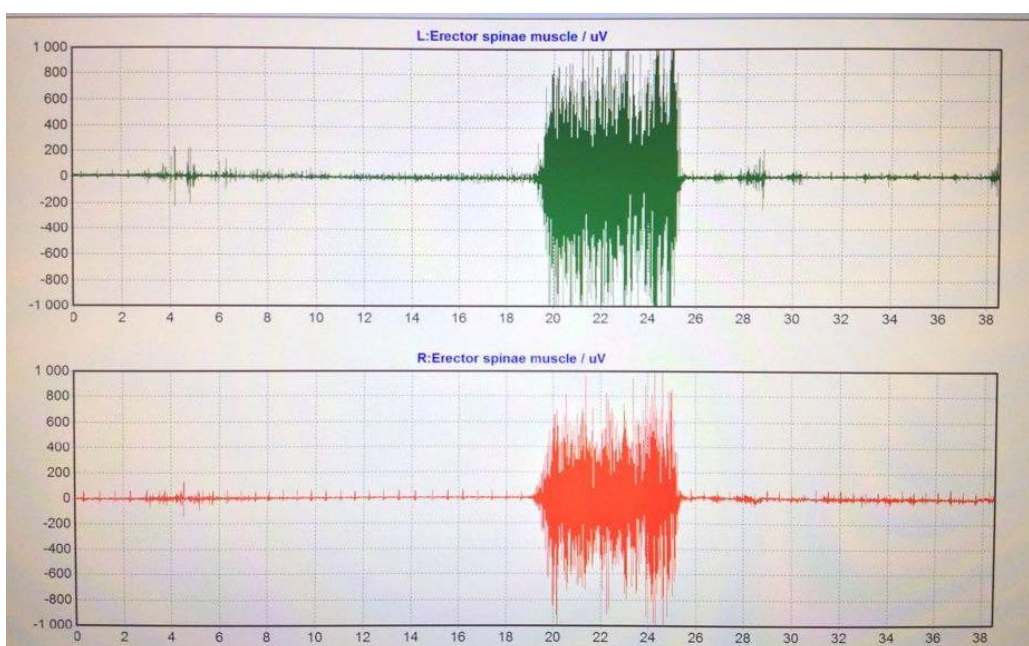


Kuva 14. Elektrodit kiinnitettynä (Otto Piironen)

Ennen varsinaisia vuodesiirtoja mitattavat tekivät maksimaalinen isometrinen vartalonojennuksen (MVC) NewTest –laitteessa (kuva 15). Laitteen tuet vakioitiin mitattavan polvitaiteen taakse, suoliluun harjun tasalla eteen sekä lapaluun harjun tasalla taakse. Mittaus suoritettiin niin, että tutkittavaa pyydettiin pitämään maksimaalinen supistus viiden sekunnin ajan. Testin aikana mitattiin maksimaalinen EMG-aktiivisuus, joka toimi referenssiarvona vuodesiirtojen aktiivisuuksille. Kuvassa 16 on yhden koehenkilön MVC-mittauksen EMG-raakasignaali.



Kuva 15. NewTest-laite. (Otto Piironen)



Kuva 16. Yhden mitattavan MVC-mittauksen EMG-raakasignaali. Kuvassa ylempänä on vasemman Erector spinae -lihaksen signaali ja alempana oikean.

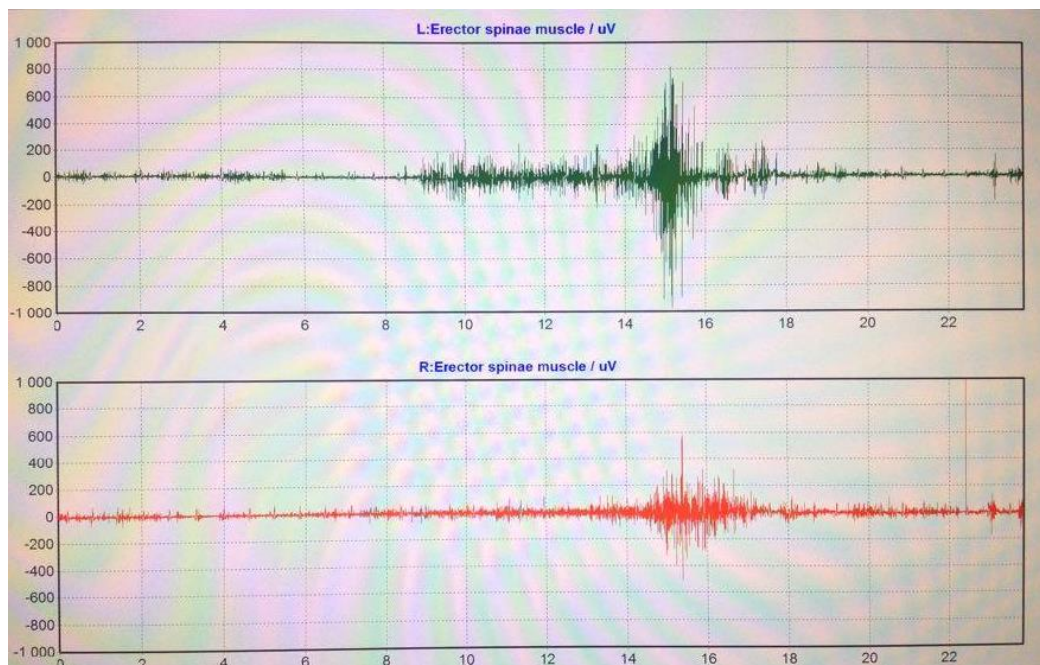
Tämän jälkeen siirryttiin suorittamaan vuodesiirtoja. Siirrot suoritettiin manuaalisesti säädettävässä sairaalasängyssä, jonka korkeus säädettiin mitattavan mukaan niin, että mitattava seiso i sängyn vieressä yläraajat ojennettuina vartalonvierellä, ja sänky säädettiin tämän rystysten tasalle. Tilanteessa täysin avustettava potilas oli valunut sängyn alapäätyyn, josta kahden siirtäjän piti siirtää hänet takaisin sängyn yläpäätyyn (kuva 17).



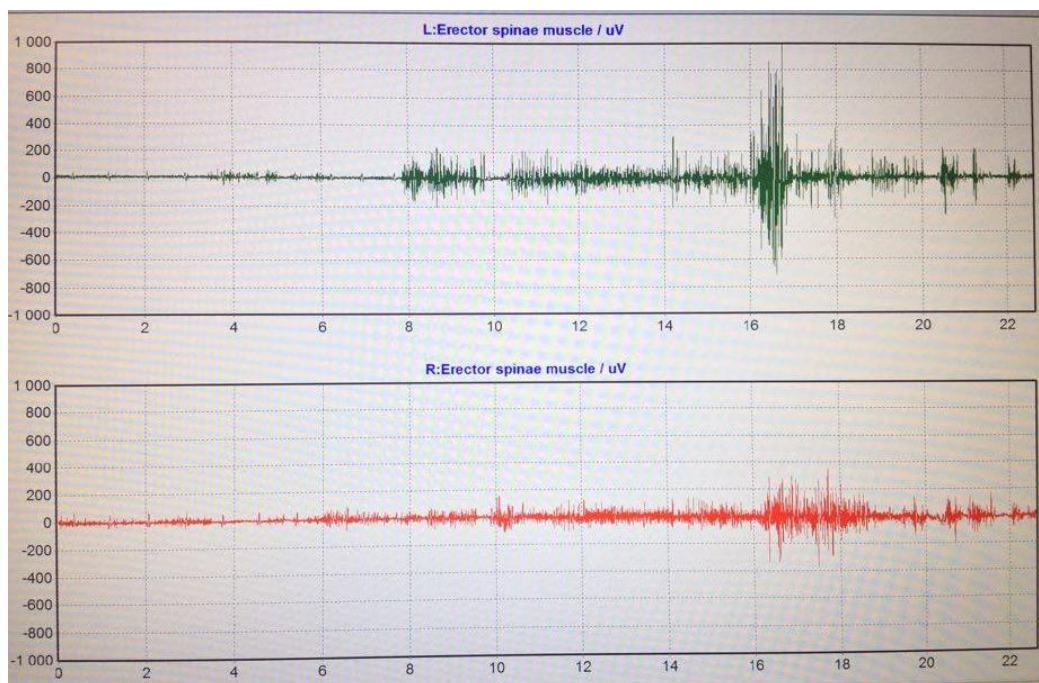
Kuva 17. Vasemmalla siirron alkutilanne ja oikealla lopputilanne. (Ville Takkinen)

Mitattavat suorittivat kaksi siirtoa, joissa molemmissa siirtovälineenä toimi poikkilakana. Toisessa siirrossa poikkilakanan alla oli liukulakana ja toisessa CareCare TSF -liukusiirrin. Yhden koehenkilö liukulakanalla tehdyn siirron EMG-raakasignaali näkyy kuvassa 18. Kuvassa 19 on saman koehenkilön CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyn siirron EMG-raakasignaali.





Kuva 18. Yhden mitattavan liukulakanalla tehdyn siirron EMG-raakasignaali. . Kuvassa ylempänä on vasemman Erector spinae -lihaksen signaali ja alempana oikean.



Kuva 19. Yhden mitattavan CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyn siirron EMG-raakasignaali. Kuvassa ylempänä on vasemman Erector spinae -lihaksen signaali ja alempana oikean.



Parista ensimmäisenä mitattavana ollut sai harjoitella siirtoa kerran. Vain yhtä tutkittavaa mitattiin kerrallaan, ja tutkittava oli aina sängyn alapäädystä katsottuna sängyn vasemmalla puolella. Potilaan ja apuvälineiden sijainnit oli vakioitu ennalta mitatuin merkein. Potilaan paikka vakioitiin asettamalla potilas selinmaakuulle sängyn alareunaan polvet koukussa niin, että varpaat koskettivat sängyn päätylevyä. Sängyn reunaan kiinnitettiin teippi vakioimaan poikkilakanan alareunan paikkaa. Liukulakanan paikka vakioitiin kohtaan, jossa se asettuisi potilaan lantion ja hartioiden väliselle alueelle, jos potilas makaisi sängyssä hyvässä asennossa. Näin luotiin mahdollisimman realistinen siirtotilanne, sillä liukulakanaa ei siirretä alemmas tilanteessa, jossa potilas on valunut vuoteen jalkopäähän. Liukulakanan yläreuna vakioitiin vuoteen laitaan kiinnitettyjen teippien puoliväliin. CareCare TSF -liukusiirtimen vakiointi tehtiin toimeksiantajan ohjeiden mukaisesti ja liukusiirtimen yläreuna vakioitiin sängyn reunaan kiinnitetyillä teipillä. Toimeksiantajan ohjeistuksen mukaan CareCare TSF -liukusiirrinkalvoa leikattiin kaksi kahden metrin palaa, jotka taitettiin kaksin kerroin liukupinnat vastakkain. Kalvot asetettiin sängyn päälle vierekkäin. Kuvat siirtotilanteen vakioinneista ovat liitteenä 3.

Kaikki potilassiirrot videoitiin, minkä tarkoituksena oli varmistaa tarkka siirtoajankohta EMG -signaalista. Lisäksi videolta voitiin tarkastaa, ettei siirron aikana tapahtunut esimerkiksi horjahdusta, joka olisi aiheuttanut piikin EMG-signaaliin. Videokamera oli asetettu telineeseen, ja se kuvasi siirtotilanteen sängyn alapäädyn suunnasta. Videointi ja EMG -tallennus käynnistettiin ennen jokaista suoritusta samanaikaisesti. Tutkittavat vastasivat välittömästi molempien siirtojen jälkeen RPE-kysymykseen, jossa arvioitiin subjektiivista kuormitumiskokemusta. Tutkittavat vastasivat kysymykseen salassa parilta, jotta parit eivät päässeet vaikuttamaan toistensa arvioihin. Opinnäytetyössä käytettiin Borgin CR-10 -asteikosta ja Tamminen-Peterin käännöksistä mukailtua versiota (liite 4).

### **6.3.2 Aineistoanalyysi**

EMG-mittaus suoritettiin Mega Electronics WBA System 4ch -laitteella, joka oli kytkettynä kannettavaan HP EliteBook 8560w -tietokoneeseen. Laitteella on mahdollista mitata langattomasti neljällä kanavalla yhtä aikaa. Opinnäytetyön mittauksissa käytettiin kahta kanavaa ja mittaus suoritettiin Ambu Blue Sensor VL -kertakäyttöisillä pinta-elektrodeilla. Tietokoneelle oli asennettu MegaWin 3.1 -ohjelmisto, joka tallensi vastaanotetun EMG-raakasignaalin, ja jolla EMG-signaali voitiin käsitellä analysoitavaan muotoon.

Jokaisen koehenkilön referenssimittaus, ensimmäinen ja toinen siirto keskiarvoistettiin MegaWin 3.1 -ohjelman tulostenkäsittelyssä 0,1 sekunnin välein. Referenssimittauksesta otettiin maksimiarvo, jota käytettiin vertailukohtana siirroista saaduille arvoille. Videolta tarkastettiin siirtojen ajankohta ja kesto, jonka jälkeen EMG-tallenteista leikattiin nämä kohdat tarkasteltaviksi.

Tuloksista kirjattiin siirron aikana tapahtunut keskiarvoinen aktiivisuus sekä maksimaalinen aktiivisuus. Siirtojen aikaisia aktiivisuuksia verrattiin referenssiarvoon. Tulokset ovat täten prosentteina koehenkilön yksilöllisestä maksimaalisesta aktiivisuudesta. Siirtoja vertailtiin myös suoraan keskenään, jolloin referenssimittauksen tulokset jätettiin käyttämättä. Mittauksista saadut EMG-tulokset ja subjektiiviset kuormittumisarviot kirjattiin Microsoft Excel 2013 -ohjelmalla luotuun havaintomatriisiin.

## **7 Tulokset**

### **7.1 Esitiedot**

Tutkimukseen osallistui yhteensä 19 fysioterapeuttiopiskelijaa, joista naisia oli 15 ja miehiä 4. Tutkittavat olivat keskimäärin 23-vuotiaita. Alla olevassa taulukossa on esitetty tarkemmat keskiarvot tutkittavien ikä-, pituus- ja paino-kaumasta (taulukko 1).

Taulukko 1. Tutkittavien ikä, pituus ja paino sukupuolittain (ka = keskiarvo, vv = vaihteluväli)

	Koehenkilö n	Ikä (v)		Pituus (cm)		Paino (kg)	
		ka	vv	ka	vv	ka	vv
Miehet	4	22	21-22	174	170-181	76	70-88
Naiset	15	23	20-31	168	160-179	65	56-89
<b>Kaikki</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>20-31</b>	<b>169</b>	<b>160-181</b>	<b>68</b>	<b>56-89</b>

Tuloksia analysoitaessa kuuden tutkittavan referenssimittausta ei pystytty hyödyntämään. Kyseisillä tutkittavilla todettiin referenssimittausta suuremmat EMG-aktiivisuudet jommassakummassa tai kummassakin vuodesiirrossa. Referenssimittaukseen suhteutetuissa tuloksissa tutkittavien määrä on (n) = 13. Kappaleessa 6.3 CareCare TSF -liukusiirtimellä tehtyjä siirtoja verrattaessa liukulakamalla tehtyihin siirtoihin tutkittavien määrä on (n) = 19.

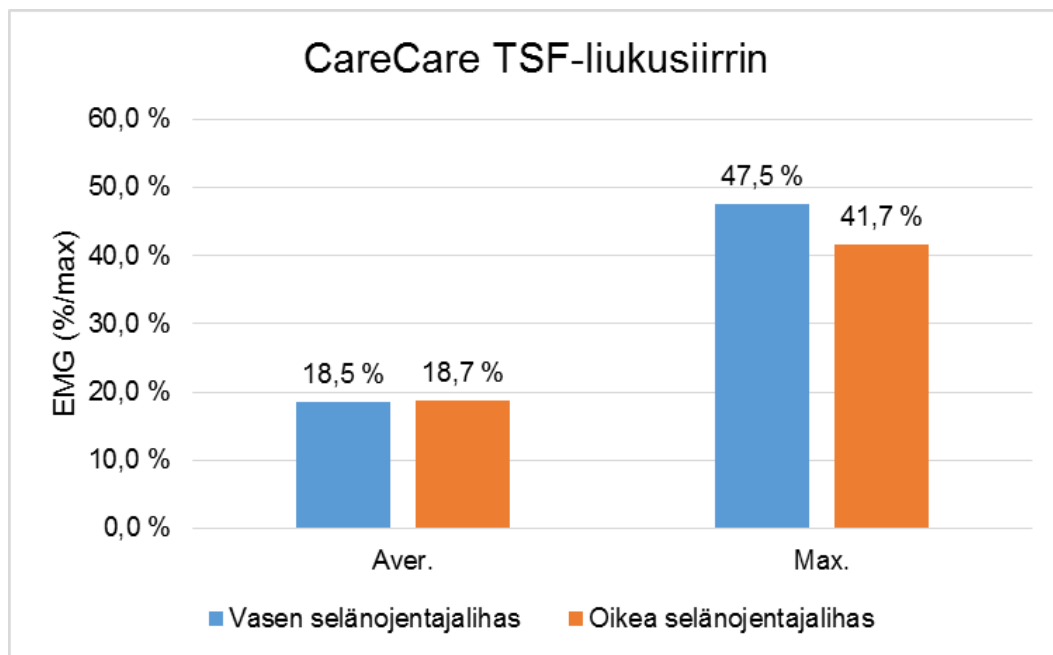
## 7.2 Referenssimittaukseen suhteutettu EMG-aktiivisuus potilassiirrossa

### 7.2.1 EMG-aktiivisuus CareCare TSF -liukusiirtimellä avustettaessa

Alla olevassa kuviossa (Kuvio 1.) vasemmalla puolella on esitetty CareCare TSF -liukusiirtimellä tehtyjen siirtojen keskimääräinen EMG-aktiivisuus suhteutettuna referenssimittaukseen. CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyn siirron aikana selänojentajalihasten EMG-aktiivisuus oli vasemmalla puolella keskimäärin 18,5 % maksimista ja oikealla puolella keskimäärin 18,7 % maksimista.

Kuviossa oikealla puolella on esitetty puolestaan siirtojen aikaiset maksimaaliset EMG-aktiivisuudet. Siirtojen aikaiset maksimaaliset EMG-aktiivisuudet suh-

teutettuna referenssimittaukseen olivat CareCare TSF -liukusiirrintä käytettäessä vasemmalla puolella 47,5 % maksimista ja oikealla puolella 41,7 % maksimista. (Kuvio 1.)

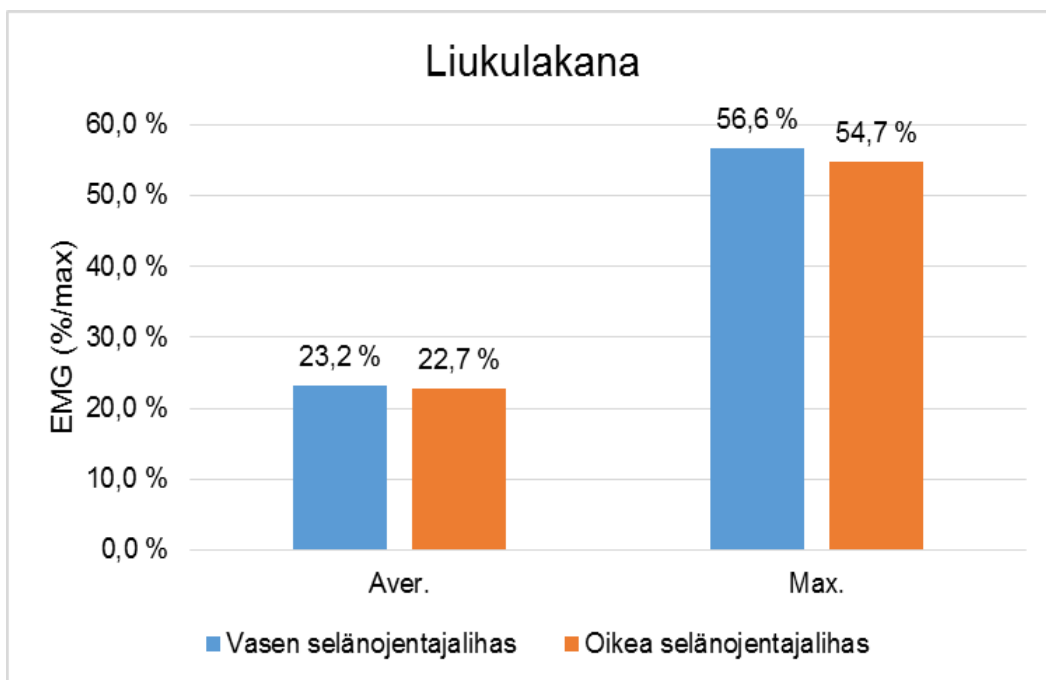


Kuvio 1. Referenssimittaukseen suhteutettujen CareCare TSF –liukusiirrimellä tapahtuvien siirtojen keskiarvoiset ja maksimaaliset EMG-aktiivisuudet (n) = 13.

### 7.2.2 EMG-aktiivisuus liukulakanalla avustettaessa

Alla olevassa kuviossa (Kuvio 2.) vasemmalla puolella on esitetty liukulakanalla tehtyjen siirtojen keskimääräinen EMG-aktiivisuus suhteutettuna referenssimittaukseen. Referenssimittaukseen suhteutettuna koehenkilöiden vasemman selän ojentajalihaksen keskimääräinen EMG-aktiivisuus liukulakanan avulla tehdyn siirron aikana oli keskiarvoltaan 23,2 %. Oikean selän ojentajalihaksen EMG-aktiivisuus oli 22,7 %.

Kuviossa oikealla puolella on esitetty puolestaan siirtojen aikaiset maksimaaliset EMG-aktiivisuudet. Siirtojen aikaiset maksimaaliset EMG-aktiivisuudet olivat liukulakanalla siirrettäessä vasemmalla puolella keskiarvoltaan 56,6 % ja oikealla puolella 54,7 %. (Kuvio 2)

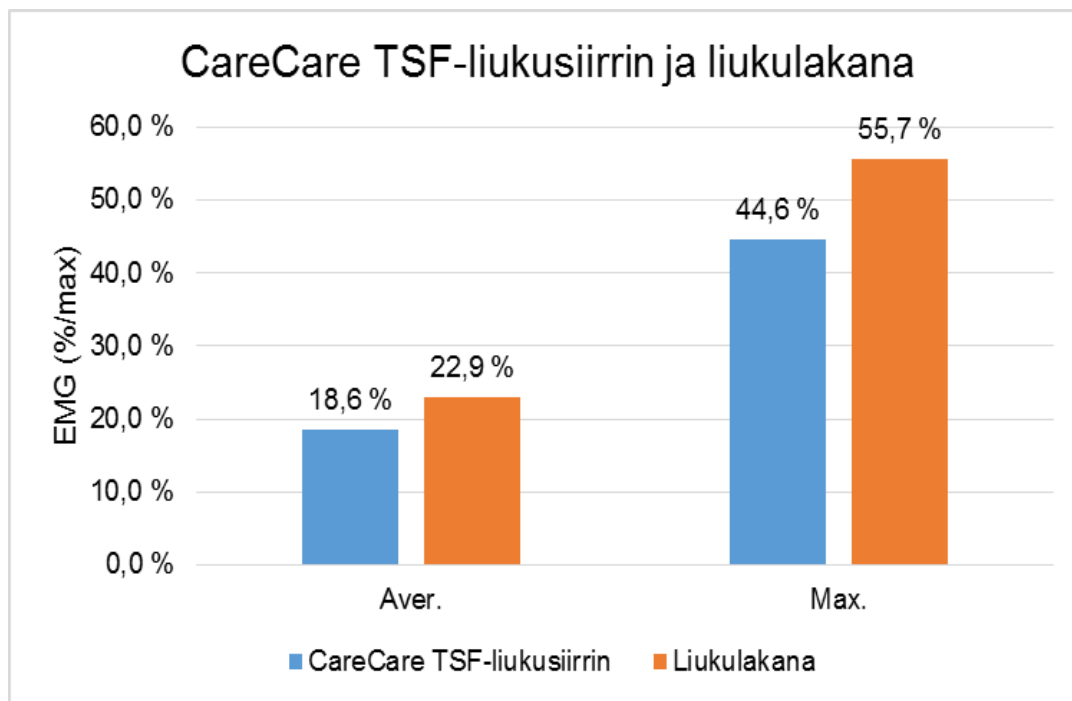


Kuvio 2. Referenssimittaukseen suhteutettujen liukulakanalla tapahtuvien siirtojen keskiarvoiset ja maksimaaliset EMG-aktiivisuudet (n) = 13.

### 7.2.3 EMG-aktiivisuuden ero potilassiirroissa CareCare TSF -liukusiirtimen ja liukulakanan välillä

Alla olevassa kuviossa (Kuvio 3) vasemmalla puolella on esitetty vierekkäin CareCare TSF -liukusiirtimellä ja liukulakanalla tehtyjen siirtojen keskimääräinen EMG-aktiivisuus suhteutettuna referenssimittaukseen. Referenssimittaukseen suhteutetuissa siirroissa vasemman ja oikean selän ojentajalihaksen keskimääräinen EMG-aktiivisuus oli liukulakanalla tehdyissä siirroissa 22,9 % maksimista. CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyissä siirroissa keskimääräinen EMG-aktiivisuus oli puolestaan 18,6 % maksimista.

Kuvion oikealla puolella on puolestaan esitetty molempien eri siirtojen maksimaaliset EMG-aktiivisuudet vierekkäin. Siirtojen aikainen maksimaalinen EMG-aktiivisuus selän ojentajalihaksissa liukulakanalla tehdyissä siirroissa oli 55,7 % maksimista ja CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyissä siirroissa 44,6 % maksimista. (Kuvio 3)

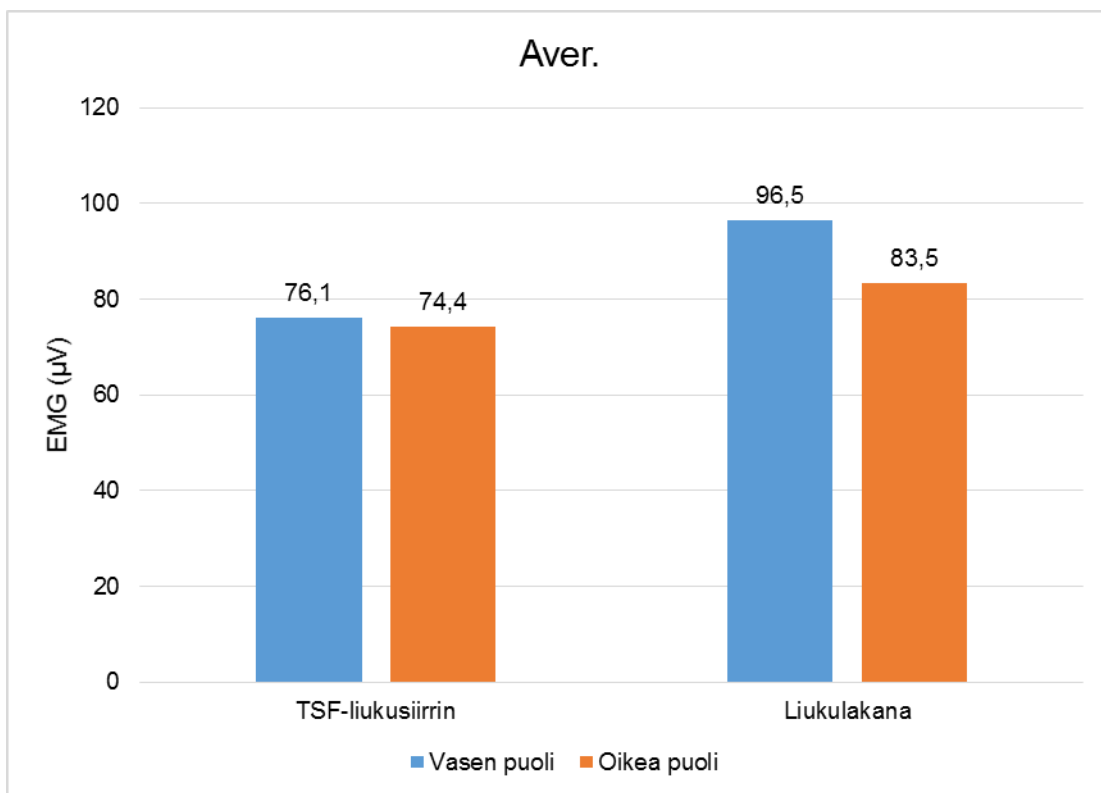


Kuvio 3. Referenssimittaukseen suhteutettujen CareCare TSF -liukusiirtimellä ja liukulakanalla tapahtuvien siirtojen keskiarvoiset ja maksimaaliset EMG-aktiivisuudet vierekkäin (n) = 13.

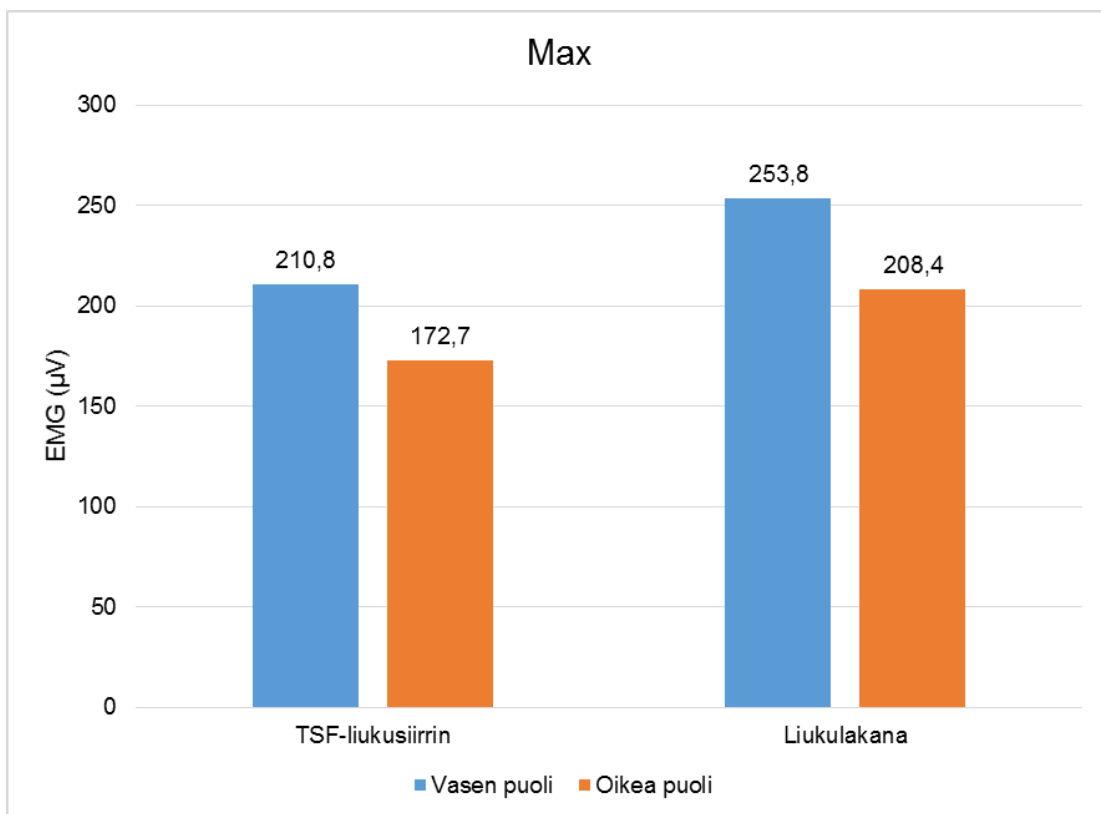
### 7.3 Siirtojen välinen vertailu ilman suhteutusta referenssimittaukseen

Verrattaessa liukulakanalla tehtyä siirtoa CareCare TSF -liukusiirtimellä tehtyyn siirtoon, koehenkilöiden vasemman selän ojentajalihaksen keskimääräinen EMG-aktiivisuus liukulakanan avulla tehdyn siirron aikana oli keskiarvoltaan 96,5 mikrovoltia. Oikean selän ojentajalihaksen EMG-aktiivisuus puolestaan oli 83,5 mikrovoltia. CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyn siirron aikana EMG-aktiivisuus oli vasemmalla puolella 76,1 mikrovoltia ja oikealla puolella 74,4 mikrovoltia. (Kuvio 4)

Siirtojen aikainen maksimaalinen selän ojentajalihasten aktiivisuus liukulakanalla tehdyissä siirroissa oli vasemmalla puolella keskimäärin 253,8 mikrovoltia ja oikealla puolella 208,4 mikrovoltia. CareCare TSF-liukusiirtimellä tehdyissä siirroissa maksimaalinen aktiivisuus oli vasemmalla puolella keskimäärin 210,8 mikrovoltia ja oikealla puolella 172,7 mikrovoltia. (Kuvio 5)



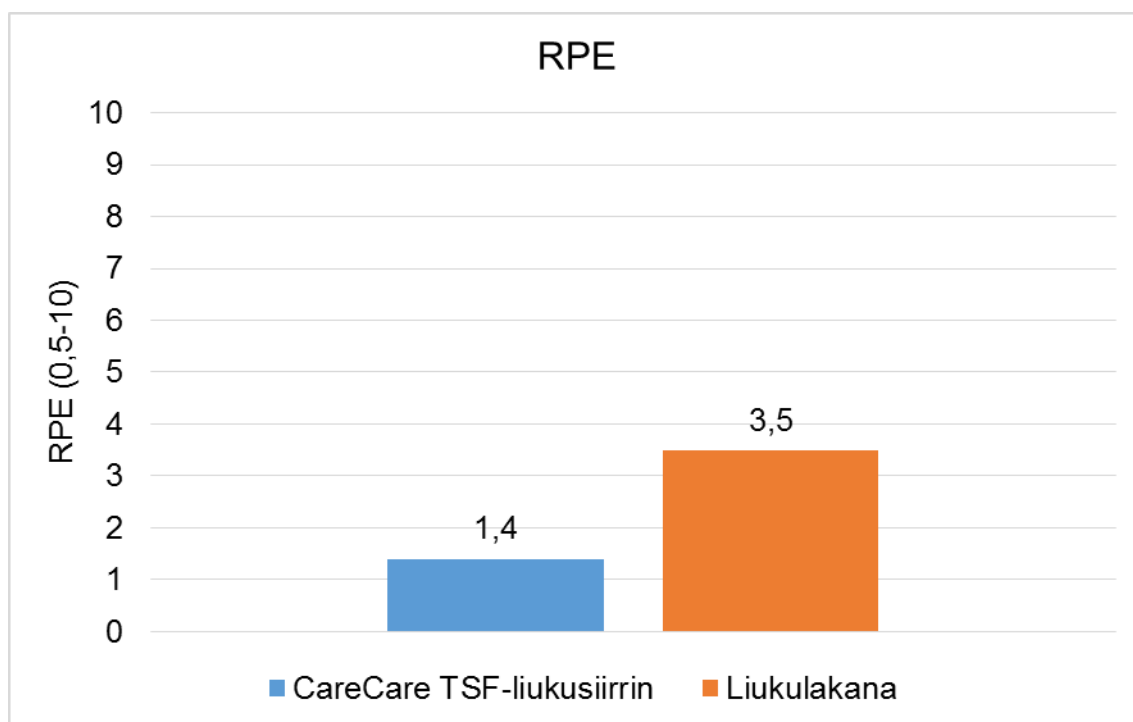
Kuvio 4. Siirtojen keskimääräinen EMG-aktiivisuus mikrovoltteina.



Kuvio 5. Siirtojen maksimaalinen EMG-aktiivisuus mikrovoltteina.

## 7.4 Koetun kuormituksen arvio

Koehenkilöiden subjektiivisten kuormittumisarvioiden keskiarvot on esitetty kuviossa 5. Liukulakanalla siirrettäessä luku oli 3,5, joka asettuu sanallisessa arviossa heikon ja keskinkertaisen kuormituksen väliin. CareCare TSF-liukusiirtimellä luku oli 1,4, joka asettuu sanallisessa arviossa erittäin heikon ja hyvin heikon kuormituksen väliin. Liukulakanasiirroissa arvioiden mediaani oli kolme, TSF-liukusiirtimellä mediaani oli yksi.



Kuvio 5. Koetun kuormituksen arvioiden keskiarvot.

## 8 Johtopäätökset

19 mitatusta henkilöstä kuuden henkilön referenssiarvo oli ristiriitainen. Heillä EMG-aktiivisuus oli jommassakummassa siirrossa suurempi kuin referenssimittauksessa. Tämä johtuu luultavasti siitä, että NewTest-laitteella suoritettu MVC-mittaus ei ollut paras mahdollinen mittari maksimaalisen lihassupistuksen rekisteröimiseksi kyseisessä mittausasetelmassa. On myös mahdollista, että kaikille tutkittaville maksimaalinen lihassupistus NewTest-laitteessa ei ollut luontevaa.



Tutkittavilta ei kartoitettu erikseen tietoa selkävaivoista tai sairauksista, joten on myös mahdollista, että selkävaivojen takia lihassupistusta ei uskallettu tehdä maksimaalisesti. Ristiriitaiset tulokset jätettiin pois analysoitaessa referenssimittaukseen suhteutettuja siirtoja. Kaikkien tutkittavien mittaustulokset olivat kuitenkin käyttökelpoisia vertailtaessa EMG-aktiivisuuden eroja kahden siirron välillä, jolloin tuloksia ei suhteutettu referenssimittaukseen. Tutkimustulosten perusteella EMG näyttäisi soveltuvan vuodesiirtoa avustavan henkilön alaselän kuormituksen tutkimiseen.

Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että liukulakanalla tehty siirto aiheuttaa lähes yhtä suurta lihassähköistä aktiivisuutta sekä selän vasemmalle että oikealle ojentajalihakselle ja aktiivisuus on keskimäärin 23 % maksimista. Korkeimmasa siirron aikaisessa aktiivisuudessa ei myöskään ollut juuri puolieroja, ja korkeimmillaan aktiivisuus oli keskimäärin 56 % maksimista. CareCare TSF-liukusiirrintä käytettäessä siirron aikainen selän ojentajalihasten aktiivisuus näyttäisi olevan myös symmetristä ja keskimäärin 19 % maksimista. Korkeimmassa siirron aikaisessa lihassähköisessä aktiivisuudessa puolestaan näyttäisi olevan hieman puolieroja. Vasemman puolen aktiivisuus vaikuttaisi olevan noin 6 % oikeaa suurempi. Keskimäärin suurin lihassähköinen aktiivisuus CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyssä siirrosta näyttäisi olevan 45 % maksimista. Vasemman puolen suurempi aktiivisuus selittyy todennäköisesti sillä, että siirrot tehtiin sängyn vasemmalta puolelta. Aktiivisuuserot eivät olleet kuitenkaan kovinkaan merkittäviä.

Siirtoja keskenään verrattaessa näyttäisi siltä, että liukulakanalla tehdyssä siirrosta selän vasen ojentajalihas on oikeaa aktiivisempi verrattuna CareCare TSF -liukusiirtimellä tehtyyn siirtoon. Selän vasemman ojentajalihaksen sähköinen aktiivisuus näyttäisi olevan keskimäärin 20,4 mikrovolttia suurempi liukulakanalla tehdyssä siirrosta kuin CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyssä siirrosta. Oikealla puolella selän ojentajalihaksen EMG-aktiivisuuden ero näyttäisi olevan pienempi. Liukusiirtimellä tehdyssä siirrosta selän oikean ojentajalihaksen sähköinen aktiivisuus oli keskimäärin 9,1 mikrovolttia suurempi kuin CareCare TSF -liukusiirtimellä tehdyssä siirrosta. Siirtojen välisiä maksimaalisia arvoja tarkasteltaessa näyttäisi liukulakanaa käytettäessä selän vasemman

ojentajalihaksen aktiivisuus olevan 43 mikrovolttia suurempi kuin CareCare TSF -liukusiirrintä käytettäessä. Selän oikean ojentajalihaksen aktiivisuus näyttäisi olevan liukulakanaa käytettäessä 35,7 mikrovolttia suurempi kuin CareCare TSF-liukusiirrintä käytettäessä. Kaikki tutkittavat kokivat CareCare TSF -liukusiirtimellä suoritettua siirron kuormitukseltaan kevyemmäksi kuin liukulakanalla tehdyn siirron. RPE:llä arvioituna siirtojen välinen ero oli suhteessa suurempi kuin EMG:llä mitattuna. Tämä tulos vahvistaa johtopäätöstä siitä, että perehdytyksellä apuvälineiden käyttöön on merkittävä vaikutus EMG -aktiivisuuksiin. RPE -arviot tukevat myös opinnäytetyön hypoteesia.

Opinnäytetyön tulokset osoittavat, että mitattujen lihasten EMG-aktiivisuus on CareCare TSF -liukusiirrintä käytettäessä pienempää kuin liukulakanalla. Otoskoko on kuitenkin liian pieni, että tuloksilla olisi tieteellistä näyttöä. Referenssimittauksen ja kahdella eri välineellä tehtyjen siirtojen mittausten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että yksittäisen vuodesiirron aiheuttama fyysinen kuormitus on heikkoa tai keskinkertaista. Molemmissa siirroissa EMG-aktiivisuuden maksimiarvo nousee kuitenkin huomattavan korkealle. Vaikuttaisi siltä, että perehdytyksellä välineiden käyttöön sekä siirtotekniikan opetuksella on merkittävä vaikutus sekä EMG-aktiivisuuteen että siirron fyysiseen kuormitukseen.

## **9 Pohdinta**

### **9.1 Toteutus ja menetelmät**

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää CareCare TSF -liukusiirtimen käytön vaikutusta avustavan henkilön pinnallisten selän ojentajalihasten kuormittumiseen. Työssä CareCare TSF -liukusiirrintä verrattiin liukulakanaan samanlaisessa vuodesiirroissa. Mittausmenetelminä käytettiin EMG-mittausta sekä subjektiivista kuormittumisarviota RPE-asteikolla. Työstä selviää selän pinnallisten ojentajalihasten lihassähköinen aktiivisuus sekä liukulakanalla että TSF -liukusiirtimellä siirrettäessä. Lisäksi työssä esitetään molempien siirtojen lihas-

sähköinen aktiivisuus prosentteina maksimaalisesta aktiivisuudesta. Maksimaalinen aktiivisuus selvitettiin isometrisellä maksimisupistuksella NewTest-laitteessa.

Aihe opinnäytetyölle tuli toimeksiantajalta. Tarkempi aiheen rajausta ja tutkittava potilassiirto valittiin ensimmäisillä tapaamiskerroilla toimeksiantajan kanssa. Työssä kuormittumisen tutkiminen rajattiin alaselkään, jotta työn laajuus pysyisi opinnäytetyölle asetetuissa rajoissa. Alaselän kuormittumisen tutkiminen valikoitui pitkälti sen perusteella, että potilassiirtoja avustavien henkilöiden alaselkävaivat ovat erittäin yleisiä ja kalliita hoidettavia. Alusta lähtien tarkoituksena oli käyttää elektromyografiaa mittaussuomenetelmänä, koska sillä saatiin tietoa lihasten työskentelystä. EMG-mittauksilla on tutkimusti saatu subjektiivisten kuormittumisarvioiden kanssa yhteneväisiä tuloksia (Fagerström & Toivonen 2011, 2–7, 15).

EMG:n ja muiden mittaussuomenetelmien käyttöön potilassiirtojen tutkimisessa perehdyttiin laajasti tietoperustassa. Potilassiirtojen kuormitusta on tutkittu paljon, joten luotettavan tutkimustiedon löytäminen ei tuottanut ongelmia. Tutkimustiedon perusteella todettiin EMG-mittauksen sopivan alaselän kuormituksen tutkimiseen valitussa siirrossa. RPE-asteikon käyttö subjektiivisessa arvioinnissa valikoitui myös sen perusteella, että sen käyttö oli todettu luotettavaksi useammassa vastaavassa tutkimuksessa (Fagerström & Toivonen 2011; Kang ym. 2013; Tamminen-Peter 2005).

## **9.2 Eettisyys ja luotettavuus**

Opinnäytetyön tietoperustan hankkimiseen käytettiin kattavasti useita eri lähteitä. Lähteiden valinnassa käytettiin lähdekritiikkiä pyrkimällä valitsemaan tuoreinta tutkimustietoa. Valitut tutkimukset rajattiin niin, että ne sisälsivät opinnäytetyössä käsiteltäviä aiheita. Tietoperustaa ei koottu opinnäytetyössä käytettyjen menetelmien perusteella, vaan tietoa potilassiirtojen kuormittavuuden tutkimisesta etsittiin ensin laajasti, minkä perusteella valittiin opinnäytetyöhön sopivat mittaussuomenetelmät. Mittauslaitteiston käytön osaava fysioterapeutti perehdytti

tekijät laitteiston toimintaan ja mittausasetelma testattiin ennen mittauksia. Referenssimittauksen suorittamiseen testattiin kahta eri vaihtoehtoa, joista valittiin tarkoituksenmukaisempi. Myös elektrodien asettelua harjoiteltiin ennen ensimmäistä mittausta. Toimeksiantajalta saatiin tarvittava perehdytys CareCare TSF-liukusiirtimen ominaisuuksiin ja sen käyttöön. Toimeksiantajan kanssa tarkastettiin myös mittausasetelman kannalta merkitykselliset vakioinnit ja saatiin ohjeistus käytettävään siirtotekniikkaan. Mittaustilanteissa mittaajilla oli ennalta sovitut tehtävät, joita noudatettiin jokaisessa mittauksessa lähes samalla tavalla. Ensimmäinen mittaaja vastasi videokuvauksesta, sairaalasängyn ja apuvälineiden asettelusta sekä NewTest-laitteen säädöistä. Toinen mittaaja vastasi rakenteiden palpoinnista ja merkkäamisestä elektrodien asettelua varten ja varsinaisesta elektrodiasettelusta sekä EMG-mittauslaitteiston käytöstä. Lisäksi ensimmäinen mittaaja tarkisti elektrodiasettelun merkinnät.

Parista ensimmäisenä mitattu sai aina harjoitella siirtoa kerran. Toisena mitattu sai yhteensä kolme harjoitussiirtoa ennen omia siirtojaan. Lisäksi mitattavana kävi yhteensä kolme kolmen koehenkilön ryhmää. Näissä tapauksissa kaksi ensimmäistä mitattiin samalla tavalla kuin pareittain mittauksissa käyneet. Kolmas puolestaan teki siirrot kahden ensimmäisen mitattavan jälkeen, toisen ensimmäisenä mitatuista tullessa kolmannen pariaksi. Myös kolmas koehenkilö sai yhden harjoitussiirron ennen suorituksia. Mitattava koehenkilö oli aina sängyn jalkopäästä katsottuna vasemmalla puolella, jotta jokainen siirto ja mitattava olisivat symmetrisesti toistensa kanssa verrattavissa.

Mittauksissa käytettyjen elektrodien liimapinta oli halkaisijaltaan noin neljä senttimetriä, ja elektrodien keskikohtien välinen etäisyys puolestaan oli lähteitä mukaillen noin kaksi senttimetriä. Tästä johtuen elektrodien liimapinnat menivät jonkin verran päällekkäin. Tämä ei kuitenkaan oletettavasti vaikuttanut EMG-signaalin, koska elektrodin mittaava alue oli kuitenkin kiinni ihossa. Optimaalisinta olisi kuitenkin ollut kokonaispinta-alaltaan pienempien elektrodien käyttäminen. Ennen elektrodien kiinnittämistä ihon kunto, puhtaus ja karvattomuus tarkastettiin. Ihoa ei kuitenkaan muuten valmisteltu siihen tarkoitetuilla valmisteilla. Esimerkiksi ihon puhdistaminen alkoholilla, olisi voinut parantaa kontaktia.

Mittaukset suoritettiin fysioterapeuttiopiskelijoille. Luotettavamman tuloksen kannalta parempi kohderyhmä mitattaviksi olisi ollut avustustaidoiltaan kokeneempi ja taitavampi joukko, esimerkiksi vuodeosastolla työskentelevät sairaanhoitajat. Merkittäviä tuloksiin vaikuttavia tekijöitä olivat myös siirron suorittamisen opetus sekä koehenkilöiden erilaiset suoritustekniikat. Vaikka siirron suorittaminen näytettiin ja sitä sai harjoitella, oli suorituksissa hyvin paljon eroavaisuuksia sekä saman koehenkilön siirtojen että kahden koehenkilön siirtojen välillä. Luotettavan mittauksen suorittamiseen vaadittaisiin huomattavan paljon enemmän siirtokoulutusta. Tässä opinnäytetyössä koulutuksen osuus korostuu entisestään, kun toinen siirtoväline oli täysin uusi. Jokainen mitattava harjoitteli vähintään kerran suoritettavaa siirtoa, mutta usealle mitattavalle tämä oli ensimmäinen kerta tällaisen vuodesiirron suorittamiseen. Voidaankin olettaa, ettei siirrossa tällöin käytetä kehoa täysin optimaalisesti eikä kaksi siirtoa ole täysin identtisiä. Nyt tuloksiin vaikuttavat merkittävästi koehenkilöiden avustustaito, eivätkä referenssimittauksen avulla saadut prosentuaaliset kuormitukset ole täysin luotettavia. Kokeneemmalla avustajalla kahden siirron väliset erot olisivat oletettavasti pienemmät, kehon käyttäminen taloudellisempaa ja täten tulokset luotettavampia.

Ennen varsinaisia mittauksia mittausasetelman toimivuus testattiin käytännössä. Kahta erilaista tapaa mitata MVC testattiin. Toinen mittaus tehtiin HUR -merkkisellä vartalonojennuslaitteella, jossa suoritus tehtiin istuma-asennossa. Toinen mittaus tehtiin NewTest -laitteella, jossa mittaus suoritettiin seisoma-asennossa. Molemmissa testeissä mitattiin EMG -aktiivisuudet. NewTest -laitteella saatiin mitattua suurempi EMG-aktiivisuus kuin HUR-laitteella, joten NewTest -laite valittiin MVC:n mittaamiseen. Valintaan vaikutti myös se, että NewTest -laitteella mittaus suoritettiin seisten, mikä mukaili paremmin tutkittavaa vuodesiirtoa. Lisäksi HUR -laitteella isometrinen mittaus olisi jouduttu suorittamaan eri tilassa. Tämä olisi vienyt huomattavasti enemmän aikaa, koska EMG-mittalaitteet olisi jouduttu kuljettamaan tilasta toiseen.

Mittausvaiheessa kävi kuitenkin ilmi, ettei NewTest-laitteella tehty isometrinen maksimaalinen supistus ollut tässä mittausasetelmassa täysin soveltuva referenssimittaukseksi. NewTest-laitetta käytettiin mittauksissa, koska siitä saatiin

samalla supistuksen voimakkuus kilogrammoina. Laitteessa mittaus tehtiin seis-  
ten, mikä mukailee suoritusasentoa paremmin kuin esimerkiksi päinmakuulla  
tehtävä vartalonojennus. Kuudella koehenkilöllä EMG-aktiivisuus oli jommassa-  
kummassa siirroista suurempaa kuin referenssimittauksessa. Luultavasti tämä  
oli muutaman tekijän summa. Osalle koehenkilöistä maksimaalisen supistuksen  
suorittaminen ei välttämättä ollut täysin luontevaa, joten maksimaalista arvoa ei  
saatu selville. Myös mahdolliset selän kivut ja sairaudet, joita ei ennakkoon  
koehenkilöiltä tiedusteltu, saattoivat vaikuttaa suoritukseen. Tämän lisäksi var-  
talon asento ei ollut referenssimittauksessa samanlainen kuin siirroissa. Refer-  
enssimittauksessa selkäranka oli lähes täysin luonnollisessa asennossa, kun  
taas siirroissa ranka oli hiukan eteen kallistunut, ja suorituksen aikana rangassa  
tapahtui sekä kiertoa että sivutaivutusta. Suurimman aktiivisuuden ja referens-  
siarvon selvittämiseksi olisi voitu suorittaa vuodesiirron kineettinen arviointi en-  
nen mittauksia. Siirrosta olisi täten voitu selvittää asento, jossa EMG-aktiivisuus  
on suurimmillaan ja siitä muokata asentoa referenssimittaukseen. Mittaustulos-  
ten perusteella voisi olettaa, että tämän tutkimuksen referenssimittaukseksi olisi  
paremmin soveltunut siirtoa imitoiva suoritus, jossa selkäranka on kallistunut  
eteen ja suorituksen aikana tulisi kiertoa ja sivutaivutusta.

Koehenkilöiden terveydentilaa ei tiedusteltu tarkemmin ennen mittauksia. Koe-  
henkilöille kerrottiin mittausasetelmasta ja heitä pyydettiin allekirjoittamaan  
suostumuslomake. Tämän oletettiin karsivan mittauksiin kykenemättömät henki-  
löt. Mittaustilanteessa kuitenkin ilmeni koehenkilöillä aikaisempia selkäkipuja tai  
-sairauksia, jotka saattoivat vaikuttaa suoritukseen. Erityisesti vaikutus saattoi  
näkyä isometrisessä maksimisupistuksessa. Tämä otettiin huomioon mittaus-  
tulosten analysoinnissa. Ottaen huomioon opinnäytetyön tarkoituksen ja tehtä-  
vät, olisi koehenkilöiden fyysistä tilaa vähintään alaselän osalta pitänyt tiedustel-  
la esimerkiksi ennakkokyselyllä, ja näin karsia tutkimukseen kelpaamattomat  
pois.

Opinnäytetyössä videoinnin päätarkoituksena oli tarkistaa siirtojen ajankohta  
EMG-tallenteista. Näin saatiin varmistettua tarkasti siirron alku- ja loppukohta.  
Videokuvausta olisi lisäksi voitu käyttää EMG-mittausta tukevana tutkimusme-  
netelmänä, jos olisi käytetty kahta tai useampaa kameraa. Nyt videokuvasta ei

pystytty analysoimaan esimerkiksi selän asentoja, koska kuvaus toteutettiin ainoastaan yhdellä kameralla sängyn jalkopään suunnasta. Toinen kamera olisi tällöin voitu asentaa kuvaamaan sängyn sivusta, 90°:n kulmassa sängyn päädyistä kuvaavaan kameraan. Rajalliset resurssit kuitenkin hankaloittivat useampien tutkimusmenetelmien käyttöä. Mittaushenkilöstöön kuului ainoastaan kaksi henkilöä, joten useamman kameran, EMG-laitteiston sekä siirrettävänä potilaana toimimisen yhtäaikainen järjestely olisi ollut liian monimutkaista.

Siirrettävänä potilaana toimi toinen opinnäytetyön tekijöistä, joka oli painoltaan noin 68 kilogrammaa. Osalle mitattavista siirrettävä potilas oli selvästi liian kevyt, siirtojen tapahtuessa molemmilla apuvälineillä hyvin helposti. Osalla mitattavista puolestaan selän ojentajalihasten lihassähköinen aktiivisuus oli jopa suurempaa siirtojen aikana kuin isometrisessä maksimaalisessa supistuksessa ja siirto oli sekä silminnähdessä että koehenkilön subjektiivisen arvion mukaan raskas. Täten on haastavaa määrittää, olisiko potilaan pitänyt olla painavampi, kevyempi vai oliko siirrettävän paino sopiva. Ulkopuolisen henkilön rekrytointi siirrettäväksi potilaaksi olisi helpottanut mittaajien toimimista mittauksien aikana, mutta olisi hankaloittanut mittaustilanteiden järjestelyä ja aikataulutusta.

Opinnäytetyössä pyrittiin noudattamaan Suomen Fysioterapeuttien fysioterapeutin eettisiä ohjeita (Suomen Fysioterapeutit 2014a). Tämä ilmeni erityisesti mittaustulosten käsittelyssä sekä mittaajien toiminnassa mittaustilanteissa. Opinnäytetyön koehenkilöt osallistuivat mittaukseen vapaaehtoisesti, ja he allekirjoittivat osallistumisesta kirjallisen suostumuslomakkeen (liite 3). Koehenkilöiden tiedoista käytettiin ainoastaan ikää, pituutta ja painoa eikä koehenkilöitä ole mahdollista tunnistaa. Mittauksessa käytetty videomateriaali tuhottiin analysoinnin jälkeen.

### **9.3 Oppimisprosessi**

Eurooppalaisten tutkintojen viitekehys (EQF) sekä tutkintojen ja muun osaamisen kansallinen viitekehys (NQF) määrittelevät fysioterapeuttikoulutuksen osaamisvaatimukset (Suomen fysioterapeutit 2014b). Fysioterapeutin ammatti-

korkeakoulututkinto kuuluu kansallisella vaatavuustasolla tasolle 6 (Opetusministeriö 2009, 46). Ammattikorkeakoulututkintoon kuuluu perus- ja ammattiopintoja, vapaasti valittavia opintoja, ammattitaitoa edistävää harjoittelua ja opinnäytetyö. Opintojen tavoitteena on antaa opiskelijalle perustiedot ja -taidot sekä niiden teoreettiset perusteet asiantuntijatehtävissä toimimista varten, edellytykset alan kehityksen seuraamiseen ja edistämiseen, riittävä viestintä- ja kielitaito sekä valmius kansainväliseen toimintaan. Opinnäytetyön tavoitteena puolestaan on osoittaa opiskelijan valmiuksia soveltaa tietojaan ja taitojaan käytännön asiantuntijatehtävissä. (Opetusministeriö 2009, 26.) Tämän opinnäytetyön toteutusvaiheessa tekijöiden oli toimittava asiantuntijan roolissa. Siirtojen ohjeistus ja mittauksen toteutus vaati toteuttajilta asioiden laajaa osaamista, jotta tutkimuksen luotettavuus säilyisi.

Opetussuunnitelma määrittelee opinnäytetyön osaamisen kompetenssit sekä osaamistavoitteet. Keskeisiä kompetensseja ovat oppimisen taidot, eettinen osaaminen sekä kansainvälisyysosaaminen. Muita kompetensseja ovat fysioterapeutin viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen, tiedonhankinnan ja -käsittelyn taidot sekä usko omiin ammatillisiin kykyihin. (SoleOPS 2016.) Karelia-ammattikorkeakoulun opintojakson kuvaus määrittelee opinnäytetyön osaamistavoitteet seuraavasti:

Opiskelija ymmärtää tieteellisen kirjoittamisen sekä raportoinnin kieli- ja ulkoasun, lähdeviitteiden ja lähdeluettelon merkityksen ja osaa soveltaa ohjeita opinnäytetyösuunnitelman ja opinnäytetyön tekemisessä. Opiskelija osaa kirjoittaa opinnäytetyön kirjoittamisohjeiden mukaista selkeää ja sujuvaa tieteellistä tekstiä sekä laatia tiivistelmän ja kypsyysnäytteen. (SoleOPS 2016.)

Opinnäytetyö on ollut pitkä ja haastava prosessi. Kvantitatiivisen tutkimuksen tekeminen on luonut erityisiä oppimistilanteita muun muassa eettiseen osaamiseen sekä oppimisen taitoihin. Opinnäytetyötä tehdessä on käynyt ilmi, että luotettavan ja samalla eettisen tutkimuksen toteutus vaatii hyviä eettisen osaamisen taitoja. Tutkittavien nimettömyys ja tunnistamattomuus on itsestäänselvyys. Tutkittavien etunimiä ja sukunimen viimeistä kirjainta tiedusteltiin mittausvaiheessa ja ne kirjattiin EMG-tallenteiden tietoihin, jotta heidät voitaisiin tunnistaa tallenteista ja yhdistää videointeihin. Tämä olisi kuitenkin onnistunut yhtä hyvin



käyttämällä koehenkilöiden tunnistamiseen juoksevaa numerointia, jolloin myös oikeat videot olisivat löytyneet helposti järjestyksessä. Eettinen osaaminen korostui koko prosessin ajan, sillä koehenkilöiltä tiedusteltiin myös pituutta, painoa ja syntymäaikaa.

Kansainvälisyysosaamista vaativia tilanteita oli jatkuvasti useiden tutkimusten ja lähteiden ollessa englanninkielisiä. Samalla tuli esille tiedonhankinnan ja -käsittelyn taitojen merkitys. Näissä taidoissa tapahtui prosessin aikana valtavasti kehitystä, ja se näkyy muun muassa tiedonhankintakanavien käytössä ja nopeudessa. Prosessin edetessä lähteiden laatuun kiinnitettiin tarkempaa huomiota.

Opinnäytetyön suunnitelmavaiheessa piti selvittää minkälaista kuormitusta potilassiirrot aiheuttavat ja mihin kehon osiin ja rakenteisiin kuormitus kohdistuu. Tämän jälkeen päätettiin mitä kehonosaa tutkitaan ja miten tutkimus rajataan. Tutkimustiedon perusteella rajausta tehtiin alaselän lihaksiin. Tämän jälkeen puolestaan selvitettiin millä menetelmillä kyseessä ollutta rakennetta on tutkittu. Tutkimusten ja käytössä olleiden resurssien perusteella valittiin menetelmät mitausten suorittamiseen. Opinnäytetyö on siis ollut jatkuva oppimisen ja tiedonhankinnan prosessi.

#### **9.4 Jatkotutkimusehdotukset**

Keskeiset jatkotutkimusehdotukset liittyvät fyysisen kuormituksen laajempaan tutkimiseen. Useamman mittarin avulla saataisiin oletettavasti monipuolisempia ja luotettavampia tuloksia. Tulevissa tutkimuksissa olisi myös tärkeää vakioida siirtotekniikat tarkemmin. Siirtotaidoiltaan homogeenisempi ryhmä toimisi luultavasti paremmin. Jatkotutkimuksissa apuvälineiden ja siirtotekniikoiden huolellinen kouluttaminen tulisi suorittaa ennen lihassähköisiä mittauksia tai muita fyysisistä kuormitusta arvioivia mittauksia.

Opinnäytetyössä tutkittuun yksinkertaiseenkin vuodesiirtoon ja sen aiheuttamaan fyysiseen kuormitukseen vaikuttaa moni tekijä, ja opinnäytetyössä mitattiin ainoastaan selän lihasten sähköistä aktiivisuutta sekä koettua kuormitusta

alaselässä. Muita olennaisesti vuodesiirron fyysiseen kuormitukseen vaikuttavia tekijöitä, kuten vartalon ja erityisesti selän asentoja ja kulmia, yläselän lihasten sekä ylä- ja alaraajojen lihasten lihassähköistä aktiivisuutta tai siirrettävän taakan painoa voimalevyantureilla ei opinnäytetyössä mitattu. Muun muassa nämä arvot ovat olennaisia, jos halutaan selvittää kokonaisvaltaisesti vuodesiirron aiheuttamaa fyysistä kuormitusta. Näitä menetelmiä voitaisiin jatkossa hyödyntää CareCare TSF -liukusiirtimeen liittyvissä tutkimuksissa. CareCare TSF -liukusiirtimen vaikutusta fyysisen kuormituksen vähentämiseen voisi tutkia myös muissa potilassiirroissa, joihin sen käyttö on soveltuva.

## Lähteet

- Adams, M., Bogduk, N., Burton, K. & Dolan, P. 2006. *The Biomechanics of Back Pain*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.
- Adams, M. & Dolan, P. 2007. How to use the spine, pelvis and legs effectively in lifting. Teoksessa Vleeming, A., Mooney, V. & Stoeckart, R. *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of research and therapy*. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone, 167–183.
- Borg, G. 1990. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 16 (1), 55–58
- Candotti, C., Loss, J., Pressi, A., Castro, F., La Torre, M., Melo, M., Araújo, L. & Pasini, M. 2008. Electromyography for assessment of pain in low back muscles. *Physical Therapy* 88 (9), 1061–1067.
- CareCare Oy. 2016. CareCare TSF. <http://carecare.fi/tuotteet#TSF>. 11.1.2016.
- De Nooij, R., Kallenberg, L. & Hermens, H. 2009. Evaluating the effect of electrode location on surface EMG amplitude of the m. erector spinae p. longissimus dorsi. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 19 (8), 257–266.
- Engels, J., Landeweerd, J., & Kant, Y. 1994. An OWAS-based analysis of nurses' working postures. *Ergonomics* 37 (5), 909–919.
- Ettonet Oy. 2016. Liukulakana ulpukka. <http://www.ettonet.fi/p-193-liukulakana-ulpukka.aspx>. 11.1.2016.
- Fagerström, V. 2013. Asumaan ergonomisen avustamisen kehittäminen hoitotyössä - monitasoinen kontrolloitu interventiotutkimus vanhustenhuollossa. Turun yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.
- Fagerström, V. & Toivonen, R. 2011. Vertailututkimus. Potilassiirto- ja kuljetuspaarien vaikutus ensihoitajien työergonomiaan. Työterveyslaitos. [https://www.tsr.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=13109&name=DLFE-5901.pdf](https://www.tsr.fi/c/document_library/get_file?folderId=13109&name=DLFE-5901.pdf). 19.8.2015.
- Gilroy, A., McPherson, B. & Ross, L. 2009. *Atlas of Anatomy*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Hansson, T. 2004 *Ländryggsbesvär och arbete*. Teoksessa Hansson, T. & Westerholm, P. (toim.) *Arbete och besvär i rörelseorganen. En vetenskaplig värdering av frågor om samband*. Arbetslivsinstitutet: Stockholm, 19–70. [https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/4262/1/ah2001\\_12.pdf](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/4262/1/ah2001_12.pdf). 19.8.2015.
- Hellstén, K. 2014. Työn fyysinen ja psyykinen kuormittavuus vanhustenhoidossa – seurantatutkimus ergonomisen kehittämistyön tuloksista. Turun yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2001. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Huebner, A., Faenger, B., Schenk, P., Scholle, H. & Anders, C. 2015. Alteration of Surface EMG amplitude levels of five major trunk muscles by defined electrode location displacement. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 25 (4), 214–223.
- Hämälä, M., Talo, S., Kallinen-Kräkin, S., Muuri, A., Launiainen, H., Noronen, L., Renvall, K., Tuominen, J., Wilskman, K. & Ojala, M. 2005. ICF

- Toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden kansainvälinen luokitus. Helsinki: Stakes.
- Jäger, M., Jordan, C., Theilmeyer, A., Wortmann, N., Kuhn, S., Nienhaus A. & Luttmann, A. 2013. Lumbar-Load Analysis of Manual Patient-Handling Activities for Biomechanical Overload Prevention Among Healthcare Workers. *The Annals of Occupational Hygiene* 57 (4), 528–544.  
<http://annhyg.oxfordjournals.org/content/57/4/528.full.pdf+html>. 19.8.2015.
- Kang, M., Choi, S. & Oh, J. 2013. Postural taping applied to the low back influences kinematics and EMG activity during patient transfer in physical therapists with chronic low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 23 (4), 787–793.
- Karhula, K., Rönholm, T. & Sjögren, T. 2007. Potilassiirtojen kuormittavuuden arviointimenetelmä. Tampere: Työsuojeluhallinto.  
[http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2007/06/TSJ\\_83.pdf](http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2007/06/TSJ_83.pdf). 11.1.2016.
- Kauranen, K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura ry.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.
- Ketola, R. & Lusa, S. 2001. Fyysisen kuormituksen arviointi osana työpaikkaselvitystä. Teoksessa Kukkonen, R., Hanhinen, H., Ketola, R., Luopajarvi, T., Noronen, L. & Helminen, P. (toim.) *Työfysioterapia. Yhteistyötä työ- ja toimintakyvyn hyväksi*. Helsinki. Työterveyslaitos, 106–115.
- Kjellberg, K., Lagerström, M. & Hagberg, M. 2003. Work technique of nurses in patient transfer tasks and associations with personal factors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 29 (6), 468–77.
- Kjellberg, K., Lagerström, M. & Hagberg M. 2004. Patient safety and comfort during transfers in relation to nurses' work technique. *Journal of Advanced Nursing* 47 (3), 251–259.
- Konrad, P. 2005. *The ABC of EMG, A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Scottsdale, Arizona: Noraxon U.S.A, Inc.
- Koistinen, J. 2005. *Selkärangan yleisanatomia*. Teoksessa Koistinen, J., Airaksinen, O., Grönblad, M., Kangas, J., Kouri, J-P., Kukkonen, R., Leminen, P., Lindgren, K-A., Mänttari, T., Paatelma, M., Pohjolainen, T., Siitonen, T., Tapanainen, M., van Wijmen, P. & Vanharanta, H. (toim.) 2005. *Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus*. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Laine, M. & Kokkinen, L. 2012. *Terveys- ja sosiaalipalvelut*. Teoksessa Kauppinen, T., Mattila-Holappa, P., Perkiö-Mäkelä, M., Saalo, A., Toikkonen, J., Tuomivaara, S., Uuksulainen, S., Viluksela, M. & Virtanen, S. (toim.) *Työ ja terveys Suomessa 2012. Seurantatietoa työoloista ja työhyvinvoinnista*. Helsinki: Työterveyslaitos, 202–208.  
[http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyo\\_ja\\_terveys\\_suomessa/Documents/Tyo\\_ja\\_Terveys\\_2012.pdf](http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyo_ja_terveys_suomessa/Documents/Tyo_ja_Terveys_2012.pdf). 19.8.2015.
- Lavender, S., Conrad, K., Reichelt, P., Gacki-Smith, J. & Kohok, A. 2007. Designing ergonomic interventions for EMS workers, Part I: transporting patients down the stairs. *Applied Ergonomics* 38 (1), 71–81

- Magee, D. 2008. Orthopedic Physical Assessment. Edmonton: Elsevier Saunders.
- Nuikka, M.-L. 2002. Sairaanhoidajien kuormittuminen hoitotilanteissa. Tampereen yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.  
<https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/67168/951-44-5262-3.pdf?sequence=1>. 12.12.2015.
- Opetusministeriö. 2009. Tutkintojen ja muun osaamisen kansallinen viitekehys. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2009:24.  
<http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2009/liitteet/tr24.pdf>. 10.1.2016.
- Pohjolainen, T., Seitsalo, S., Sund, R. & Kautiainen, H. 2006. Mitä selkävaiava maksaa – selkäsairauksien suorat ja epäsuorat kustannukset. Suomen Ortopedia ja Traumatologia 29 (3), 254–258.
- Pohjolainen, T., Leinonen, V. & Malmivaara, A. 2014. Alaselkäkipu. Käypähoito.  
<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/potilaalle/suositus?id=khp00002>. 11.1.2016.
- Salminen, J. & Pohjolainen, T. 2010. Selkäkipu. Teoksessa Bäckmand, H. & Vuori, I. (toim.) Terve tuki- ja liikuntaelimityö. Opas tule-sairauksien ehkäisyyn ja hoitoon. Helsinki: Terveystieteiden tutkimuskeskus, 87–97. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/80329/d1fa552c-8d7b-4450-92df-2b9605f85604.pdf?sequence=1>. 19.8.2015.
- Sand, O., Sjaastad, Ø., Haug, E. & Bjålie, J. 2007. Ihminen Fysiologia ja anatomia. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- SENIAM. 2016. Recommendations for sensor locations in trunk or (lower) back muscles. <http://seniam.org/erectorspinaelongissimus.html>. 10.1.2016.
- Skotte, J., Essendrop, M., Hansen, A. & Schibye, B. 2002. A dynamic 3D biomechanical evaluation of the load on the low back during different patient-handling tasks. Journal of Biomechanics 35 (10) 1357–1366.
- Soderberg, G. & Knutson L. 2000. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. Physical Therapy 80 (5), 485–487
- SoleOPS. 2016. Ryhmän opetussuunnitelma. Karelia-ammattikorkeakoulu.  
[https://soleops.karelia.fi/opsnet/disp/fi/ops\\_OpetTapTeks/tab/tab/sea?opettap\\_id=179961313&stack=push](https://soleops.karelia.fi/opsnet/disp/fi/ops_OpetTapTeks/tab/tab/sea?opettap_id=179961313&stack=push). 22.1.2016.
- Sun, J., He, Z. & Wang, S. 2007. Prevalence and risk factors of occupational low back pain in ICU nurses. Chinese journal of industrial hygiene and occupational diseases 25 (8), 453-455.
- Suni, J. & Taulaniemi, A. 2012. Terveystieteiden testaus. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Suomen Fysioterapeutit. 2014a. Fysioterapeuttien eettiset ohjeet.  
<https://www.suomenfysioterapeutit.fi/index.php/materiaalisalkku/hyvae-fysioterapiakaeytaentoe/eettiset-ohjeet/318-fysioterapeutin-eettiset-ohjeet-2014/file>. 10.1.2016.
- Suomen Fysioterapeutit. 2014b. Fysioterapeutin koulutus.  
<https://www.suomenfysioterapeutit.fi/index.php/fysioterapeutin-koulutus>. 10.1.2016.
- Takala, E.-P. & Nevala-Puranen, N. 2001. Liikuntaelinten kuormitus ja sen arviointi työssä. Teoksessa Kukkonen, R., Hanhinen, H., Ketola, R., Luopajarvi, T., Noronen, L. & Helminen, P. (toim.) Työfysioterapia. Yhteistyötä työ- ja toimintakyvyn hyväksi. Helsinki. Työterveyslaitos, 124–161.

- Tamminen-Peter, L. 2005. Hoitajan fyysinen kuormittuminen potilaan siirtymisen avustamisessa – kolmen siirtomenetelmän vertailu. Turun yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta, työterveysluolto.
- Tamminen-Peter, L. & Wickström, G. 2013. Potilassiirrot - taitava avustaja akti-voi ja auttaa. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Tamminen-Peter, L., Moilanen, A. & Fagerström, V. 2015. Fyysisten riskien hoi-  
tomalli hoitoalalla. Tampere: Työterveyslaitos.
- Theilmeier, A., Jordan, C., Luttmann, A. & Jäger, M. 2010. Measurement of Ac-  
tion Forces and Posture to Determine the Lumbar Load of Healthcare  
Workers During Care Activities with Patient Transfers.  
The Annals of Occupational Hygiene 54 (8), 923-933.  
<http://annhyg.oxfordjournals.org/content/54/8/923.long>. 17.5.2015.
- Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä 1409/1993.
- Vilkkä, H. 2007. Tutki ja mittaa. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Väyrynen, S., Nevala, N. & Päivinen, M. 2004. Ergonomia ja käytettävyys suun-  
nittelussa. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.



## OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTOSOPIMUS

Toimeksiantaja	
Organisaation nimi:	CareCare Oy
Toimeksiantajan edustaja:	Anneli Muona
Osoite:	Patteristontie 21 B, FI-80400 Ylämylly
Puhelinnumero:	+358 50 449 7585
Sähköposti:	anneli.muona@carecare.fi

Opiskelijan/opiskelijoiden tiedot	
Koulutusohjelma:	Fysioterapian koulutusohjelma
Opiskelijanumero(t) ja nimi(et):	1401111 Otto Piironen   1300074 Ville Takkinen
Puhelinnumero:	+358504492814   +358452799479
Sähköposti:	otto.piironen@edu.karelia.fi /ville.takkinen@edu.karelia.fi

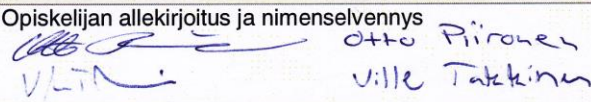
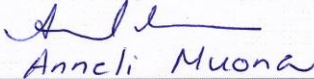

Toimeksiannon kuvaus	
Aihe	CareCare TSF-apuvälineen vaikutus pinnallisten selän ojentajalihasten aktivaatioon vuoteessa tapahtuvan potilassiirron aikana EMG:lla mitattuna
Toteutusmuoto	Tutkimuksellinen opinnäytetyö
Aikataulu	Joulukuu 2015
Kustannusarvio ja kustannusvastuu	Tulostus- ja kopiointikulut

Toimeksiantajan sitoumukset	
Tarvittavien asiakirjojen tulostus/monistaminen, mittauksissa tarvittavien TSF-apuvälineiden toimittaminen, TSF-apuvälineen tuotetietojen antaminen. Ohjeistus testattavan tuotteen käyttöön.	

Opiskelijan sitoumukset	
Sitoudumme sovitteeseen aikatauluun. Toteutamme opinnäytetyön noudattamalla opinnäytetyön ohjeita ja eettisiä periaatteita. Sitoudumme yhteistyöhön toimeksiantajan kanssa. Sitoudumme noudattamaan vaihteluvollisuutta testattavan tuotteen tuotetiedoista.	

Opinnäytetyön ohjaus Karelia-amk:ssa	
Ohjaaja(t): Anneli Muona	Yhteystiedot on toimeksiantaja kohdassa.

Opinnäytetyön julkisuus	
Opinnäytetyö on julkinen asiakirja ja se voidaan julkaista Theseus-verkkokirjastossa. Testattavan tuotteen tuotetietoja voidaan joutua salaamaan.	

Allekirjoitukset	
Päiväys 25.5.2015	Opiskelijan allekirjoitus ja nimenselvennys  Otto Piironen Ville Takkinen
Päiväys 25.5.2015	Toimeksiantajan edustajan allekirjoitus ja nimenselvennys  Anneli Muona
Päiväys 25.5.2015	Opinnäytetyön ohjaajan allekirjoitus ja nimenselvennys  Anneli Muona



Kuvia siirtotilanteen vakioinneista



Potilaan sijainti alkutilanteessa



Poikkilakanan paikka vakioituna teipillä sängyn laidassa





Kuva 14. Liukulakanan yläreuna vakioituna kahden teipin puoleen väliin



CareCare TSF-liukusiirtimen yläreuna vakioituna teipillä sängyn laidassa



CareCare TSF-liukusiirrinkalvot taitettuna liukupinnat vastakkain ja aseteltuna vierekkäin sängyn päälle

**Suostumuslomake**

Karlia ammattikorkeakoulu  
 Fysioterapian koulutusohjelma  
 Opinnäytetyö "CareCare TSF-apuvälineen käytön vaikutus pinnallisten  
 selän ojentajalihasten aktivaatioon potilassiirrosta EMG:lla mitattuna.  
 Otto Piironen ja Ville Takkinen STNFK13

1.10.2015

Hyvä tutkimukseen osallistuja

Olemme Karelia ammattikorkeakoulun fysioterapeuttipiskelijoita. Teemme opinnäytetyötä potilassiirtojen kuormittavuuteen liittyen. Tutkimme yksittäisen vuodesiirron vaikutusta avustajan pinnallisten selän ojentajalihasten aktiivisuuteen mitattuna EMG:lla. Lisäksi käytämme RPE-asteikkoa kuormituksen subjektiiviseen arviointiin. Tutkimustilanne myös videokuvataan luotettavuuden parantamiseksi. Tavoitteena on selvittää CareCare TSF-apuvälineen käytön vaikutusta fyysiseen kuormittavuuteen vuoteessa tapahtuvan potilassiirron aikana.

Tarvitsemme tutkimuksemme toteuttamiseen koehenkilöitä. Testattavana pääset olemaan osa opinnäytetyön toteuttamista ja saat arvokasta kokemusta tutkimuksellisen opinnäytetyön tekemisestä.

Varsinaiseen mittauksilanteeseen tulette pareittain ja aikaa siihen kuluu noin yksi tunti. Pukeutukaa joustaviin ja liikkumisen mahdollistaviin vaatteisiin. Siirtojen suorittamiseen saatte ohjeistuksen, eikä suoritus vaadi aikaisempaa kokemusta potilassiirroista. Vältä raskasta liikuntaa tutkimusta edeltävänä päivänä.

Tutkimustiedot käsitellään luottamuksellisesti. Opinnäytetyön raportista ei voida identifioida yksittäistä henkilöä. Videomateriaali tuhoetaan käytön jälkeen.

Opinnäytetyön tutkimustulokset esittelemme opinnäytetyöseminaarissa, johon saatte myöhemmin kutsun sähköpostitse.

Kiitos, että osallistut tutkimukseemme!

Fysioterapeuttipiskelijat:

Otto Piironen  
[otto.piironen@edu.karelia.fi](mailto:otto.piironen@edu.karelia.fi)

Ville Takkinen  
[ville.takkinen@edu.karelia.fi](mailto:ville.takkinen@edu.karelia.fi)

---

Osallistun tutkimukseen vapaaehtoisesti. Olen tietoinen tutkimuksen tavoitteesta, toteutustavasta ja tulosten käyttötarkoituksesta. Kerron rehellisesti terveydentilaani koskevista asioista, jotta tutkimuksen voi toteuttaa turvallisesti. Minua saa videoida tutkimuksen aikana.

Paikka ja aika

Allekirjoitus ja nimenselvennys

---



---

**Siirtäjän kuormitus vuodesiirron aikana**

Ympyröi numero, joka vastaa parhaiten siirron aikana tuntunutta kuormitusta selässä

0,5	Ei lainkaan
1	Erittäin heikko
2	Hyvin heikko
3	Heikko
4	Keskinkertainen
5	Suhteellisen raskas
6	Raskas
7	
8	Hyvin raskas
9	
10	Erittäin raskas

EMG -mittausten havaintomatriisi, kuuden tulokset poistettu (n=13)

	MVC left µV	MVC right µV	Liukulak ana left aver. µV	Liukulak ana right aver. µV	CareCare TSF left aver. µV	CareCare TSF right aver. µV	Liukulak ana left aver. %/max	Liukulak ana right aver. %/max	CareCare TSF left aver. %/max	CareCare TSF right aver. %/max	Liukulak ana left max µV	Liukulak ana right max µV	CareCare TSF left max µV	CareCare TSF right max µV	Liukulak ana left max %/max	Liukulak ana right max %/max	CareCare TSF left max %/max	CareCare TSF right max %/max
Koehenkilö1	717	662	116	114	68	87	16,18 %	17,22 %	9,48 %	13,14 %	421	278	279	234	58,72 %	41,99 %	38,91 %	35,35 %
Koehenkilö2	628	583	153	67	84	54	24,36 %	11,49 %	13,38 %	9,26 %	439	124	176	156	69,90 %	21,27 %	28,03 %	26,76 %
Koehenkilö3	642	709	215	149	140	119	33,49 %	21,02 %	21,81 %	16,78 %	483	416	515	295	75,23 %	58,67 %	80,22 %	41,61 %
Koehenkilö4	405	465	64	52	55	37	15,80 %	11,18 %	13,58 %	7,96 %	180	125	112	107	44,44 %	26,88 %	27,65 %	23,01 %
Koehenkilö5	243	276	42	58	42	63	17,28 %	21,01 %	17,28 %	22,83 %	99	134	63	145	40,74 %	48,55 %	25,93 %	52,54 %
Koehenkilö6	406	334	115	119	87	89	28,33 %	35,63 %	21,43 %	26,65 %	248	250	230	209	61,08 %	74,85 %	56,65 %	62,57 %
Koehenkilö7	761	680	81	106	70	105	10,64 %	15,59 %	9,20 %	15,44 %	188	497	156	236	24,70 %	73,09 %	20,50 %	34,71 %
Koehenkilö9	596	742	92	151	72	161	15,44 %	20,35 %	12,08 %	21,70 %	274	372	268	472	45,97 %	50,13 %	44,97 %	63,61 %
Koehenkilö10	654	436	148	82	126	73	22,63 %	18,81 %	19,27 %	16,74 %	436	177	384	117	66,67 %	40,60 %	58,72 %	26,83 %
Koehenkilö14	453	523	131	65	144	60	28,92 %	12,43 %	31,79 %	11,47 %	226	114	253	104	49,89 %	21,80 %	55,85 %	19,89 %
Koehenkilö15	434	269	106	123	72	79	24,42 %	45,72 %	16,59 %	29,37 %	236	250	205	170	54,38 %	92,94 %	47,24 %	63,20 %
Koehenkilö16	167	171	60	53	58	33	35,93 %	30,99 %	34,73 %	19,30 %	114	142	120	55	68,26 %	83,04 %	71,86 %	32,16 %
Koehenkilö18	252	287	70	97	51	93	27,78 %	33,80 %	20,24 %	32,40 %	191	222	153	171	75,79 %	77,35 %	60,71 %	59,58 %
Keskiarvo	489,1	472,1	107,2	95,1	82,2	81,0	23,2 %	22,7 %	18,5 %	18,7 %	271,9	238,5	224,2	190,1	56,6 %	54,7 %	47,5 %	41,7 %

EMG -mittausten havaintomatriisi, kaikki tulokset (n=19)

	MVC left µV	MVC right µV	Liukulak na left aver. µV	Liukulak na right aver. µV	CareCare TSF left aver. µV	CareCare TSF right aver. µV	Liukulak na left aver. %/max	Liukulak na right aver. %/max	CareCare TSF left aver. %/max	CareCare TSF right aver. %/max	Liukulak na left max µV	Liukulak na right max µV	CareCare TSF left max µV	CareCare TSF right max µV	Liukulak na left max %/max	Liukulak na right max %/max	CareCare TSF left max %/max	CareCare TSF right max %/max	Paino	Pituus	Ikä
Koehenkilö 1	717	662	116	114	68	87	16,18 %	17,22 %	9,48 %	13,14 %	421	278	279	234	58,72 %	41,99 %	38,91 %	35,35 %	70	172	21
Koehenkilö 2	628	583	153	67	84	54	24,36 %	11,49 %	13,38 %	9,26 %	439	124	176	156	69,90 %	21,27 %	28,03 %	26,76 %	71	170	22
Koehenkilö 3	642	709	215	149	140	119	33,49 %	21,02 %	21,81 %	16,78 %	483	416	515	295	75,23 %	58,67 %	80,22 %	41,61 %	61	169	25
Koehenkilö 4	405	465	64	52	55	37	15,80 %	11,18 %	13,58 %	7,96 %	180	125	112	107	44,44 %	26,88 %	27,65 %	23,01 %	75,5	181	22
Koehenkilö 5	243	276	42	58	42	63	17,28 %	21,01 %	17,28 %	22,83 %	99	134	63	145	40,74 %	48,55 %	25,93 %	52,54 %	70	167	27
Koehenkilö 6	406	334	115	119	87	89	28,33 %	35,63 %	21,43 %	26,65 %	248	250	230	209	61,08 %	74,85 %	56,65 %	62,57 %	67	171	24
Koehenkilö 7	761	680	81	106	70	105	10,64 %	15,59 %	9,20 %	15,44 %	188	497	156	236	24,70 %	73,09 %	20,50 %	34,71 %	88	173	22
Koehenkilö 8	300	265	86	43	70	62	28,67 %	16,23 %	23,33 %	23,40 %	289	107	313	97	96,33 %	40,38 %	104,33 %	36,60 %	60	162	21
Koehenkilö 9	596	742	92	151	72	161	15,44 %	20,35 %	12,08 %	21,70 %	274	372	268	472	45,97 %	50,13 %	44,97 %	63,61 %	63	165	31
Koehenkilö 10	654	436	148	82	126	73	22,63 %	18,81 %	19,27 %	16,74 %	436	177	384	117	66,67 %	40,60 %	58,72 %	26,83 %	60	166	22
Koehenkilö 11	398	258	98	146	120	146	24,62 %	56,59 %	30,15 %	56,59 %	308	424	323	387	77,39 %	164,34 %	81,16 %	150,00 %	56	168	21
Koehenkilö 12	206	149	121	67	91	59	58,74 %	44,97 %	44,17 %	39,60 %	265	95	179	136	128,64 %	63,76 %	86,89 %	91,28 %	58	177	24
Koehenkilö 13	102	92	37	23	26	22	36,27 %	25,00 %	23,91 %	118	54	71	39	115,69 %	58,70 %	69,61 %	42,39 %	73	168	21	
Koehenkilö 14	453	523	131	65	144	60	28,92 %	12,43 %	31,79 %	11,47 %	226	114	253	104	49,89 %	21,80 %	55,85 %	19,89 %	64	175	22
Koehenkilö 15	434	269	106	123	72	79	24,42 %	45,72 %	16,59 %	29,37 %	236	250	205	170	54,38 %	92,94 %	47,24 %	63,20 %	69	179	20
Koehenkilö 16	167	171	60	53	58	33	35,93 %	30,99 %	34,73 %	19,30 %	114	142	120	55	68,26 %	83,04 %	71,86 %	32,16 %	65	160	23
Koehenkilö 17	217	191	63	43	40	49	29,03 %	22,51 %	18,43 %	25,65 %	221	107	158	111	101,84 %	56,02 %	72,81 %	58,12 %	70	164	22
Koehenkilö 18	252	287	70	97	51	93	27,78 %	33,80 %	20,24 %	32,40 %	191	222	153	171	75,79 %	77,35 %	60,71 %	59,58 %	56	163	20
Koehenkilö 19	48	94	35	29	30	22	72,92 %	30,85 %	62,50 %	23,40 %	87	72	47	41	181,25 %	76,60 %	97,92 %	43,62 %	89	167	25
Keskiarvo	401,5	378,2	96,5	83,5	76,1	74,4	29,02 %	25,86 %	23,42 %	22,93 %	253,8	208,4	210,8	172,7	75,63 %	61,63 %	59,47 %	50,73 %	67,7	169,3	22,9