

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Fysioterapeuttikoulutus

Kimi Holopainen  
Miska Väyrynen

KESKIVARTALON LIHASTEN AKTIIVISUUS ALASELÄN  
LIIKEKONTROLLITESTEISSÄ – TAPAUSTUTKIMUS

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2020



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2020**  
**Fysioterapeuttikoulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

**Tekijät**  
Kimi Holopainen & Miska Väyrynen

**Nimeke**  
Keskivartalon lihasten aktiivisuus alaselän liikekontrollitesteissä – Tapaustutkimus

**Toimeksiantaja**  
SENDOc

**Tiivistelmä**  
Yhä useampi henkilö kokee selkäkipua ja sen esiintyvyys on ollut nousussa 2000-luvulla. Selkäkipu koetaan useimmiten alaselän, tarkemmin lannerangan alueella. Suomalaisista selkäkipua on edellisten 30 päivän aikana kokenut 48 % naisista ja 44 % miehistä, ja se aiheuttaa vuosittain suuret sairauspäiväraha-kustannukset. On olemassa viitteitä siitä, että krooninen alaselkäkipu aiheuttaisi lihasaktivaation puolierojen muutoksia keskivartalon lihasten alueella. Teknologian kehittymisen myötä selkäkipua ja sen syntymistä voidaan tutkia entistä monipuolisemmin.

Elektromyografia mittaa lihaksen sähköisen aktiivisuuden tasoa. Tämän avulla voidaan tehdä tulkintoja lihasten aktiivisuuden tasosta, nopeudesta, aktivoitumisjärjestyksestä sekä väsymistasosta. Elektromyografiaa hyödynnetään tyypillisesti tutkimustyössä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tietämystä langattoman pinta-elektromyografian hyödyntämisestä fysioterapeuttisessa tutkimisessa. Opinnäytetyössä käytettiin Fibrix Oy:n valmistamaa langatonta Mpower-lihasaktivaatiomittaria.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii SENDoc (Smart Sensor Devices for Rehabilitation and Connected Health. 2018) -hanke. Opinnäytetyö suoritettiin tapaustutkimuksena, lannerangan liikekontrollihäiriön testeissä. Opinnäytetyöhön osallistui kolme (3) henkilöä, jotka ovat kaikki kokeneet pitkittynyttä selkäkipua. Analysoitavaksi dataksi valittiin nopeiden lihassolujen prosentuaalinen osuus lihasaktivaatiotasosta, sekä jokaisen liikesuorituksen lihaksen aktivaatiotehotason huippuarvot. Jokaisella osallistujalla on todettavissa lihasaktiivisuuden puolieroja, mutta tuloksissa ei ole havaittavissa selkeää säännöllisyyttä.

Opinnäytetyön jatkotutkimusideana voitaisiin tutkia motorisen kontrollin harjoittamisen vaikutusta lihasaktivaation puolieroihin intervention avulla, sekä maksimaalisen tahdonalaisen lihassupistuksen ottamista vertailukohdaksi aineistoanalyysiin.

**Kieli**

Suomi

Sivuja 47

Liitteet 3

Liitesivumäärä 7

**Asiasanat**

alaselkäkipu, elektromyografia, lihasaktivaatio, Mpower



**THESIS**  
**May 2020**  
**Degree Programme in Physiotherapy**

Tikkarinne 9  
FI-80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. +358 13 260 600

**Authors**

Kimi Holopainen & Miska Väyrynen

**Title**

Muscle Activity of Mid Body Muscles in Movement Control Screening – Case Study

**Commissioned by**

SENDoc

**Abstract**

More and more people experience back pain and its incidence has been on the rise in the 21st century. Back pain is most often experienced in the lower back, more specifically in the lumbar region. In the past 30 days, 48 % of Finnish women and 44 % of men have experienced back pain, which also causes high annual sickness benefit costs. There are indications that chronic lower back pain causes changes in muscle activation on the opposite sides of the mid body region. With the development of technology, back pain and its origin can be studied in a more versatile way.

Electromyography measures the level of electrical activity in a muscle. This can be used to make interpretations of the level of muscle activity, speed, the order of activation, and level of fatigue. Electromyography is typically used in research work. The aim of this thesis was to produce knowledge about the use of wireless surface electromyography in physiotherapeutic research. The Mpower wireless muscle activation meter manufactured by Fibrux Ltd was used in the thesis.

The thesis was commissioned by the SENDoc (Smart Sensor Devices for Rehabilitation and Connected Health. 2018) project and conducted as a case study, in lumbar movement control disturbance tests. The thesis included three (3) individuals who have all experienced a prolonged back pain. The percentage of fast muscle cells in the muscle activation level and the peak values of the muscle activation of each movement performance were chosen as the data to be analyzed. Differences in body side muscle activity were observed in each participant, but no clear regularity was detected in the results.

A further research idea of the thesis is to implement an intervention that explores the effect of motor control exercises in muscle activation on the opposite sides of the body, as well as include the maximum intentional muscle contraction as a reference point for data analysis.

**Language**

Finnish

Pages 47

Appendices 3

Pages of Appendices 7

**Keywords**

low back pain, electromyography, muscle activation, Mpower

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite .....	6
3	Hermolihasjärjestelmän rakenne ja toiminta .....	6
3.1	Poikkijuovainen lihas .....	6
3.2	Motorinen yksikkö .....	8
3.3	Lihaksen neuraalinen toiminta .....	10
3.4	Liikkeen tuottaminen .....	11
4	Lihaskivun mittaaminen ja arviointi .....	14
4.1	Elektromyografia .....	14
4.2	Mpower .....	15
4.3	Lihastoiminnan arviointi- ja mittauskeinot fysioterapiassa .....	17
5	Pintaelektrodipodien asettelu .....	18
5.1	M. multifidus lumborum .....	18
5.2	M. iliocostalis .....	18
5.3	M. obliquus externus abdominis .....	18
5.4	M. rectus abdominis .....	19
6	Liikekontrollin häiriö ja tutkiminen .....	19
6.1	Kivun fysiologia ja mekanismit .....	19
6.2	Alaselkävaurion epidemiologia .....	21
6.3	Fysioterapian vaikuttavuus liikekontrollin harjoittamisessa ja kroonisessa alaselkävauriossa .....	22
6.4	Liikekontrollin häiriö ja jaottelu .....	23
6.5	Lannerangan liikekontrollin testipatteristo .....	24
6.5.1	Tarjoilijan kumarrus .....	24
6.5.2	Polven ojennus istuen .....	25
6.5.3	Nelin kontin -testi .....	25
6.5.4	Lantion taakse kippaus .....	26
6.5.5	Yhden jalan seisonta .....	26
6.5.6	Polven koukistus päinmakuulla .....	26
7	Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä .....	27
8	Opinnäytetyön tulokset .....	28
9	Pohdinta .....	36
9.1	Opinnäytetyön arviointi ja johtopäätökset .....	36
9.2	Opinnäytetyön toteutus .....	38
9.3	Luotettavuus ja eettisyys .....	40
9.4	Ammatillinen kasvu .....	41
9.5	Jatkotutkimus- ja kehittämissideat .....	42
	Lähteet .....	44

## Liitteet

Liite 1	Lihastietoluettelo
Liite 2	Tiedote tutkimuksesta
Liite 3	Suostumuslomake

## 1 Johdanto

Selkäkipu koetaan useimmiten alaselän, tarkemmin lannerangan alueella. Kipu voi johtua lukuisista eri syistä, selkäkipua voivat aiheuttaa joko hermotetut anatomiset rakenteet, tai taustalla voi olla psykososiaalisia tekijöitä, jolloin kudostaloutta ei välttämättä ole havaittavissa. Kliinisesti alaselkäkipu jaotellaan epäspesifeihin (90 %) ja spesifeihin (10 %) selkävaivoihin. Epäspesifille alaselkäkipulle löytyy harvemmin tarkkaa patologis-anatomista syytä, näiden ennuste on kuitenkin hyvä ja akuutti epäspesifinen selkäkipu häviääkin usein muutamassa viikossa ilman hoitoa. (Kauranen 2017, 82.) Selkäkipu on luokiteltavissa myös sen keston perusteella. Akuutti alaselkäkipu on kestoltaan alle kuusi viikkoa, subakuutti, eli pitkittyvä selkäkipu 6–12 viikkoa ja krooninen kestoltaan yli kolme kuukautta. (Käypähoito-suositus 2017.)

FinTerveys (2017) -tutkimuksen mukaan selkäkipua oli kokenut viimeisen 30 päivän aikana 44 % miehistä ja 48 % naisista, vastaavat luvut Terveys 2011 -tutkimuksessa olivat miehillä 35 % ja naisilla 41 %. Pitkäaikaisesta selkäkipusta kärsii Terveys 2000 -tutkimuksen mukaan 10 % miehistä ja 11 % naisista. (Julkari 2002; 2012; 2018.) Vuoden 2015 lopussa työkyvyttömyyseläkkeiden kustannukset selkäsairauksien takia olivat 295 miljoonaa euroa vuodessa. Selkäsairauksien perusteella työkyvyttömyyseläkkeellä oli yhteensä 23 168 henkilöä. Pelkästään sairauspäivärahopäiviä oli 1,9 miljoonaa, joiden kustannukset olivat 115,1 miljoonaa euroa. (Terveysportti 2018.)

On olemassa viitteitä siitä, että krooninen alaselkäkipu aiheuttaisi lihasaktivaation puolierojen muutoksia keskivartalon alueen lihaksistossa (Cram & Steger 1983, 230). Osa tutkimuksista viittaa siihen, että kroonisella alaselkäkipupotilaalla lannerangon lihaskivertys on joko alentunut tai muuttunut verrattuna kontrolliryhmään, jotka eivät kärsi kroonisesta alaselkäkipusta. Rakenteellisia muutoksia voi olla myös havaittavissa. On kuitenkin viitteitä siitä, että alaselkäkipun vaikutus lihasaktivaatioon ja erityisesti puolieroihin on riippuvainen aktiviteetin tyypistä. (Zhang, Xu, Han, Wu, Tang & Wang 2018.) Hermosto-lihasjärjestelmässä tapahtuu muutoksia ikääntymisen seurauksena. Lihasmassan määrä alkaa vähentyä 30

ikävuoden jälkeen, tämä vaikuttaa erityisesti hermoston kykyyn aktivoida motorisia yksiköitä. Tästä syystä olemme rajanneet testiryhmän ikäraajaksi 20–30-vuotiaat henkilöt. (Kauranen 2014, 348–349.)

## **2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite**

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tietämystä pintaelektromyografian hyödyntämisestä fysioterapeuttisessa tutkimisessa, sekä selvittää keskivartalon alueen pinnallisten lihasten käyttäytymistä liikekontrollitesteissä.

Opinnäytetyön tavoitteena on havainnoida keskivartalon pinnallisten lihasten käyttäytymistä Luomajoen liikekontrollihäiriön testipatteriston avulla, langattomalla elektromyografilaitteella. Tavoitteena on selvittää kroonisen alaselkäkipupotilaan keskivartalon lihasten aktiivisuuden puolieroja tapaustutkimuksessa, jossa kohderyhmä on rajattu epäspesifistä selkävusta kärsiviin.

## **3 Hermolihasjärjestelmän rakenne ja toiminta**

### **3.1 Poikkijuovainen lihas**

Ihmisen lihaksisto voidaan fysiologisten ja rakenteellisten ominaisuuksien osalta jakaa kolmeen eri lihaskudostyyppiin, näitä ovat poikkijuovainen-, sileä- ja sydänlihaskudos. Tässä opinnäytetyössä keskitymme pelkästään poikkijuovaiseen lihaskudokseen. Poikkijuovainen lihaskudos tarkoittaa tahdonalaista lihaskudosta. Poikkijuovaisen lihaskudoksen ominaisuuksiin kuuluu sähköinen aktiivisuus, rentoutumis-, supistumis- ja venymiskyky, sekä ärtyvyys. Suurin osa poikkijuovaisesta lihaskudoksesta on tahdonalaista, mikä mahdollistaa sen, että ihminen pystyy tietoisesti kontrolloimaan omia liikkeitään. (Kauranen 2014, 39.)

Jokainen lihas koostuu lihassoluista, verisuonista, hermoista ja sidekudoksesta. Poikkijuovainen lihaskudos koostuu suurimmaksi osaksi vedestä ja erilaisista proteiineista, sekä lihassolujen ympärille muodostuneista sidekudusrakenteista. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lätti 2017, 98.) Lihakset kiinnittyvät jänteisiin näiden erilaisten kalvojen välityksellä, jotka taas kiinnittyvät luuhun. Lihasten verisuonet ja hermot kulkevat myös näissä sidekudoksisissa kalvorakenteissa. Yksittäiset lihassolut rakentuvat lihassäikeistä, eli myofibrilleistä ja nämä kimpuna muodostavat lihassolukimpun, eli fasciculuksen. Lihassolukimppuja ympäröi paksu peitinkalvo, eli faskia. Myofibrillit muodostavat lihassolun supistuvan osan. Myofibrilliä mikroskoopilla tarkastellessa näkyy poikkijuovaista ulkonäköä, jonka peräkkäin järjestäytyneet sarkomeerit aiheuttavat. Sarkomeerit ovat siis myofilamenteista muodostuneita yksiköitä, jotka ovat myofibrilleissä järjestäytyneet peräkkäin. Yhden sarkomeerin molemmissa päissä on valkuaisaineverkosto, eli Z-levy, johon aktiinifilamenttiryhmän toinen pää kiinnittyy. Valkuaisaineverkostot, eli Z-levyt myös erottavat sarkomeerit toisistaan. Myofibrilli itse rakentuu niin sanotuista lihasfilamenteista (proteiineista), joita ovat aktiini- ja myosiinifilamentit. Lihassolun supistuessa nämä filamentit liukuvat toisiaan kohti. (Leppäluoto ym. 2017, 99.)

Poikkijuovaiset lihakset voidaan jakaa edelleen kahteen päätyyppiin lihassolun supistumisnopeuden perusteella. Nämä kaksi päätyyppiä ovat nopeat, eli tyypit II ja IIB, sekä hitaat lihassolut, eli tyyppi I. Näiden lisäksi kehossa on niin sanottuja välityypin lihassoluja, eli tyypin IIA lihassoluja. Nämä kykenevät käyttämään energianlähteenä sekä aerobisia että anaerobisia lähteitä ja näin ollen ovat nopeita, eivätkä väsy helposti. Suurin ero näiden välillä liittyy lihaksen motorisiin yksiköihin ja niiden kokoihin. Nopeat lihassolut kuuluvat suuriin motorisiin yksiköihin, jotka aktivoituvat lyhytaikaista, mutta suurta lihasvoimaa vaativissa tehtävissä, kun taas hitaat lihassolut kuuluvat pieniin motorisiin yksiköihin, jotka aktivoituvat kevyempää lihasvoimaa vaativiin tehtäviin. Nopeilla ja hitailla lihassoluilla on hie-man eri energianlähteet. Tämän takia hitaan tyypin lihassolut eivät kykene tuottamaan nopeaa ja voimakasta supistusta verrattuna nopean tyypin lihassoluihin. Hitaissa lihassoluissa on kuitenkin runsas verisuonitus ja ne käyttävät energianlähteenä pääasiassa rasvojen oksidatiivista metaboliaa, joten ne eivät myöskään väsy helposti. Nopean tyypin lihassolut pystyvät käyttämään parhaiten hyödyksi

glykolyysin kautta tuotettua energiaa, mikä soveltuu parhaiten lyhyeen, mutta suurta voimaa vaativaan lihastyöhön. (Leppäluoto ym. 2017, 105.)

### 3.2 Motorinen yksikkö

Motorinen yksikkö kuvaa lihassolujen ja motoneuronin, eli liikehermosolun välistä liitosta. Tätä liitosta kutsutaan hermo-lihasliitokseksi ja sitä muodostavaa aksonin haaraa aksonipäätteeksi. Jokainen lihas koostuu useista motorisista yksiköistä, motorisen yksikön koko riippuu siitä, minkä tyyppistä voimantuottoa ja liikkeen tarkkuutta kyseiseltä lihakselta vaaditaan. Mitä enemmän lihassoluja yksittäinen liikehermosolu hermottaa, sitä parempi sen voimantuotto voi olla, mutta liikkeen tarkkuus on heikompi. Esimerkkinä jalkojen suuret lihakset, näiden motorisissa yksiköissä voi olla yhtä liikehermosolua kohden jopa tuhat lihassolua, kun taas sormissa vastaava lukema voi olla muutamasta kolmeen. (Leppäluoto ym. 2017, 103.)

Motoriset yksiköt voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin niiden ominaisuuksien puolesta. Jos motorinen yksikkö pystyy tuottamaan ja relaksoimaan tuotetun maksimivoiman nopeasti, luokitellaan se nopeaksi motoriseksi yksiköksi. Mikäli motorinen yksikkö kykenee ylläpitämään tuotetun voimatason yllä pidempään, eikä se väsy nopeasti, luokitellaan se hitaaksi motoriseksi yksiköksi. Riippuen motorisen yksikön tyyppistä, niiden supistumisaika vaihtelee 20–140 ms:n välillä. Erikokoiset motoriset yksiköt hermottavat erityyppisiä lihassoluja. Niin sanottu slow motor unit (S), eli hidas motorinen yksikkö koostuu pääasiassa I-tyypin lihassoluista, eli kyseinen motorinen yksikkö on hitaasti supistuva, mutta kestää hyvin väsymystä. Hitaan motorisen yksikön rekrytointikynnys on alhainen, joten nämä työskentelevät pitkäkestoisissa ja asentoa ylläpitävissä tilanteissa. Lyhyemmän ja räjähtävämmän liikkeen tuottamiseen rekrytoidaan nopeita, mutta helposti väsyviä motorisia yksiköitä. Fast fatigable motor unit (FF), eli nopea väsyvä motorinen yksikkö koostuu pääasiassa IIB-tyypin lihassoluista, eli kykenee tuottamaan suuria määriä voimaa ja nopeutta. Nämä motoriset yksiköt ovat myös fyysiseltä kooltaan suurimpia, eli aktiopotentialin johtuminen on nopeampaa. Kyseisen motorisen yksikön rekrytointikynnys on korkea. Kolmas motorinen yksikkö on

ominaisuuksiltaan kahden edellä mainitun välillä. Fast fatigue-resistant motor unit (FR), eli nopea väsymystä kestävä motorinen yksikkö koostuu pääasiassa IIA-tyyppin lihassoluista. Kyseinen motorinen yksikkö on kooltaan kahden edellä mainitun välimaastossa ja kykenee nimensä mukaisesti tuottamaan paljon voimaa, mutta kestää samalla väsymystä. FR-motorinen yksikkö ei voimantuotto-ominaisuuksiltaan kykene tuottamaan yhtä suuria määriä voimaa kuin FF-motorinen yksikkö, mutta kuitenkin kaksi kertaa enemmän kuin S-motorinen yksikkö. (Kauranen 2014, 109–111.)

Hermosto hyödyntää kolmea pääperiaatetta säädellössään lihaksien voimantuottoa, tällöin puhutaan lihaksen sisäisestä koordinaatiosta. Hermosto joko rekrytoi lisää motorisia yksiköitä kasvaneeseen voimantuoton tarpeeseen tai vaihtelee motoristen yksiköiden impulssitiheyttä, eli syttymistaajuutta. Kolmas tapa lisätä voimantuottoa on aktivoida enemmän motorisia yksiköitä kerralla ja yhtä aikaa. Tätä kutsutaan synkronisoinniksi. Motorinen yksikkö aktivoituu kaikki tai ei mitään periaatteella, eli voimantuoton lisääntyminen yhdessä motorisessa yksikössä johdetaan muutoksista sen impulssien tiheydestä. Eli motoristen yksiköiden aktivoitumisjärjestys, -tiheys ja -määrä ovat keinoja, jolla hermosto pystyy säätämään yksittäisen lihaksen voimantuottoa. Motoristen yksiköiden aktivoitumisjärjestys lihaksessa on riippuvainen pääosin niiden koosta. Aktivoituminen tapahtuu yleisesti ottaen aina tietyssä järjestyksessä. Esimerkiksi lihastyön ollessa tasaisesti kasvavaa aktivoituvat ensimmäisenä hitaat ja pienet motoriset yksiköt ja voimantuoton tarpeen lisääntyessä aktivoituvat suuremmat ja nopeat motoriset yksiköt. Motoristen yksiköiden aktivoituminen on siis riippuvainen voimantuoton tarpeesta. Matalammilla voimatasoilla rekrytoidaan siis pääasiassa hitaita motorisia yksiköitä, joiden syttymistaajuutta nostetaan maksimiin asti. Tämä riittää arvioiden mukaan noin 50 % lihaksen maksimaalisesta voimantuotosta. Tästä seuraavaksi rekrytoidaan nopeita ja suurempia motorisia yksiköitä. Ensimmäisenä aktivoituvat matalan ärsytyskynnyksen omaavat lihassolut, eli IIA-tyyppin solut, joiden syttymistiheyttä nostetaan mikäli voimantuottoa tarvitaan edelleen. Viimeisenä rekrytoidaan nopeat väsyvät motoriset yksiköt, jotka koostuvat pääosin korkean ärtävyyskynnyksen omaavista IIB-tyyppin lihassoluista. Mikäli aletaan lähestyä lihaksen maksimaalista voimantuottoa, nostetaan näidenkin motoristen yksiköiden

syttymistäajuus maksimiin, jolloin hermosto on aktivoinut kaikki käytössä olevat motoriset yksiköt. (Kauranen 2014, 115–117.)

### 3.3 Lihaksen neuraalinen toiminta

Poikkijuovaisten lihasten supistuminen tapahtuu liikehermosolujen, eli alfamotoneuronien kautta. Lihaksen ja alfamotoneuronin yhtymäkohdassa on aiemmin käsitelty hermo-lihasliitos, jonka aksonin kautta tuleva aktiopotentiaali käynnistää reaktion lihaksessa. Tämä tapahtuu välittäjäaineen avulla, joka hermo-lihasliitoksessa on asetyylikoliini. Aktiopotentiaalin saapuessa motoneuronin kautta, supistaa se kaikki kyseisessä motorisessa yksikössä olevat lihassolut. Lihaksen tuottama kokonaisvoima riippuu kuitenkin myös siitä, kuinka paljon motorisia yksiköitä saadaan aktivoitua. Jos liikehermosolu tuottaa uusia aktiopotentiaaleja hyvin tiheään tahtiin, muodostuu yksittäisistä lihassupistuksista yhtenäinen, jatkuva supistus. (Leppäluoto ym. 2017, 431.)

Lihaksessa varsinainen supistuva yksikkö on siis aiemmin mainittu sarkomeeri. Lihassoluissa on niin sanottu putkisto, jonka avulla aktiopotentiaalin seurauksena mahdollistuu lihassupistus. Tämä putkisto koostuu T-putkista ja sarkoplasmakalvostosta. Sarkoplasmakalvosto toimii lihassolun sisäisenä solulimakalvostona ja kalsiumvarastona. T-putket ovat siis putkistoja, jotka työntyvät lihassolun sisälle, aina sarkoplasmakalvoston välittömään läheisyyteen. Näitä putkia pitkin aktiopotentiaali pääsee leviämään solun sisäosiin sarkoplasmakalvostolle. Aktiopotentiaalin saapuessa T-putkia pitkin sarkoplasmakalvostoon, aiheuttaa tämä natriumionien virtauksen solun sisälle, joka taas vapauttaa kalsiumioneja sarkoplasmakalvostosta ja näin käynnistää lihassupistuksen. Lihassolujen supistuessa sarkomeerit lyhenevät, eli aktiini-, sekä myosiinifilamentit liukuvat toistensa lomaan, mikä aiheuttaa lihaksen lyhenemisen. Yksittäisen sarkomeerin lyhentyessä ei lihaksen pituudessa tapahdu juuri muutosta, mutta kun niitä on satoja peräkkäin, niin lihaksen pituus muuttuu huomattavasti. Lihas rentoutuu, kun lihassolujen sisäinen kalsiumpitoisuus laskee. Sarkoplasmakalvostolla on kalsiumpumppuja, jotka kuljettavat kalsiumionit takaisin kalvostolle, mistä seuraa

lihaksen rentoutuminen. Sekä lihassupistus että lihaksen rentoutus vaativat energiaa. (Leppäluoto ym. 2017, 96–103.)

Motoristen yksiköiden aktivoitumisjärjestys voi kuitenkin vaihdella riippuen siitä, minkälaisesta lihastyöstä on kysymys ja onko suoritus kuinka kuormittava. Esimerkiksi suorituksen ollessa hyvin pitkäkestoinen ja kuluttava, on hermoston todettu alentavan nopeiden motorisen yksiköiden rekrytointikynnystä kompensoidakseen hitaiden motoristen yksiköiden väsymistä ja alentunutta voimantuottoa. Hyvin alhaisilla voimatasoilla toimiessaan (10 % maksimivoimasta) on hermoston todettu kierrättävän hitaiden motoristen yksiköiden aktivoitumista, jolloin saadaan osalle motorisista yksiköistä lepoa hetkiä. Motoristen yksiköiden aktivoitumisjärjestys voi muuttua lihastyön ollessa nopeaa ja räjähtävää, tai eksentristä. Hyvin nopeissa ja räjähtävissä liikesuorituksissa nopeat motoriset yksiköt aktivoituvat ensimmäisenä. Myös eksentrisen lihastyön on havaittu aktivoivan nopeita motorisia yksiköitä herkemmin, kuin vastaavalla voimatasolla suoritettava konsentrisen lihastyö. Heijastetoiminta voi myös vaikuttaa motoristen yksiköiden aktivoitumisjärjestykseen hetkellisesti. (Kauranen 2014, 116.)

### **3.4 Liikkeen tuottaminen**

Tasapainon ja liikkeen säätelyyn vaikuttaa moni eri tekijä. Keskus- ja ääreishermoston yhteistoiminta mahdollistaa lihasten optimaalisen toiminnan. (Kauranen 2014, 105.) Somaattinen hermosto jaetaan keskus- ja ääreishermostoon, jotka mahdollistavat tahdonalaisen liikkeen suunnittelun, tuottamisen ja hallitsemisen. Motivaatio liikkeen suorittamiseen saa alkunsa limbisestä järjestelmästä, jonka seurauksena isoaivojen kuorikerroksella muodostuu idea kyseisestä liikkeestä. Tässä vaiheessa premotorisella aivokuorella tapahtuu ideaan sopivien liikemallien valitseminen. Tämän jälkeen primaarinen motorinen kuorikerros yhdistää edellä mainitut tiedot ja muodostaa liikekäsken. Liikekäsky kulkee primaarisen motorisen aivokuoren ja selkäytimen välillä olevia pyramidiratoja (anteriöinen ja lateraalinen kortikospinaalirata) pitkin. Selkäytimestä lähtevät alfa- ja gammamotoneuronit vievät hermoimpulssin kohdelihakseen. (Kauranen 2014, 118–125.)

Pikkuaivot osallistuvat liikkeiden koordinointiin vasta varsinaisen lihastoiminnan aikana. Liikekäskyn lähtiessä primaariselta motoriselta aivokuorelta, vastaanottaa pikkuaivot informaation kyseisestä liikemallista. Tämän ja periferian sensorisen palautteen avulla pikkuaivot osallistuvat tarvittaessa liikkeen hienosäätelyyn. (Kauranen 2014, 126–127.)

Reseptorit, eli aistinelimet tuottavat jatkuvaa tietoa keskushermostolle lihasten tilasta. Tällaisia reseptoreita sijaitsee lihaksissa, nivelissä, jänteissä ja ihossa. Reseptorit aistivat painetta, venytystä, kosketusta, lämpötilaa ja vibraatiota. Näiden sensoristen palautteiden avulla keskushermosto pystyy tuottamaan tarkoituksenmukaista ja optimaalista liikettä. Lihastoiminnan ohjauksessa tärkeimpiä reseptoreita ovat lihassukkula, Golgin jänne-elin, sekä vapaat hermopäätteet. (Kauranen 2014, 92.)

Lhassukkula on 5–10 mm pitkä reseptori, joka koostuu erikoistuneista lihassoluista. Lhassukkuloita on lihasta kohden vaihtelevasti, noin 6–1300 kappaletta. Lhassukkuloita esiintyy kuitenkin hienomotorista työtä suorittavissa lihaksissa eniten ja ne sijaitsevat lihassolujen välissä. Lhassukkulaa suojaa sidekudoksesta muodostunut kapseli, jonka sisällä nämä erikoistuneet lihassolut sijaitsevat. Näitä lihassoluja kutsutaan intrafusaalisiksi. Intrafusaalisyyt ovat erikoistuneet aistimaan lihaspituutta ja lihaspituuden nopeuden muutoksia. Lhassukkula on keskeinen reseptori venytysrefleksissä, liikkeiden koordinoimisessa ja proprioseptiikassa. Lhassukkuloiden hermotuksesta vastaa edellä mainittu gammamotoneuroni. (Kauranen 2014, 93–96.)

Golgin jänne-elin sijaitsee lihaksen ja jänteen yhtymäkohdassa. Määrällisesti lihaksessa jänne-elimä on noin 30–90 % lihassukkuloiden määrästä. Golgin jänne-elin aistii hyvin herkästi siihen kohdistuvia venytysvoimia. Erityisesti voimakkaat lihassupistukset, sekä aktiiviset venytykset saavat aikaan Golgin jänne-elimien lähettämään hermoimpulsseja selkäyttimeen. Golgin jänne-elimien toiminta on pääasiassa inhiboivaa samaan lihakseen laskevaa alfamotoneuronian kohtaan. Golgin jänne-elimien tehtävä on siis relaksoida lihasta liian voimakkaan supistuksen aiheuttamilta voimilta. Tätä sykliä kutsutaan suojarahrefleksiradaksi,

jonka tehtävä on suojella lihaksia ja jänteitä liian suurilta voimilta. (Kauranen 2014, 96–97.)

Vapaat hermopäätteet osallistuvat myös vahvasti proprioseptiikkaan, ne sijaitsevat lihaksessa Golgin jänne-elimessä, lihassoluissa, lihaskalvoissa, lihassukkuiloissa sekä verisuonissa. Eniten hermopäätteitä löytyy kuitenkin ihosta. Vapaat hermopäätteet aistivat joko kipua, lämpötilaa tai mekaanisia muutoksia. Lihaksessa vapaat hermopäätteet aistivat erityisesti mekaanisia muutoksia, eli venytystä, painetta ja supistumista. Pääasiallisena tehtävänä vapaille hermopäätteillä on kuitenkin tuottaa informaatiota keskushermostolle lihasten liiallisesta venytyksestä ja kuormituksesta. (Kauranen 2014, 99–100.)

Alaselän hyvinvointiin liittyen keskivartalon hallinta on tärkeässä roolissa. Lihasten yhteistoiminta ja tehokas aktivaatio tuottavat tarpeen mukaan voimaa ja tasapainoa tilanteen vaatimalla tavalla. Etenkin vatsalihaksilla on tärkeä rooli selkärangan stabilointiin ja kuormituksen säätelyyn liittyen. Intra-abdominaalisen paineen säätelyllä saadaan selkärangalle tarvittava tuki riippuen liikkeen kuormitustasosta. Voimakkaat nostotapahtumat, sekä erilaiset hyppy lukeutuvat voimakkaasti kuormittaviin liikesuorituksiin, jolloin intra-abdominaalisen paineen kasvatuksesta on hyötyä. Intra-abdominaalista painetta säädellään pallean, lantionpohjan, sekä vatsalihasten yhtäaikaisella aktivaatiolla. (Neumann & Gill 2002, 125.)

Latash (2018) on todennut kirjallisuuskatsauksessaan, että koaktivaatio ei rajoitu pelkästään agonisti-antagonisti lihaspareihin, vaan samalla periaatteella toimivat myös suuremmat lihasten muodostamat ketjut. Henkilöillä, joilla on todettu liikekontrollin häiriöitä, sekä alaselkäkipua on nähtävillä kohonnutta lihasten koaktivaatiota. Nämä havainnot konkretisoivat koaktivaation roolia liikehäiriöissä, sekä liikekontrollihäiriöissä. On myös viitteitä siitä, että kohonnut lihasten koaktivaatio-taso terveillä henkilöillä voi olla ennustava tekijä mahdollisesta alaselkäkipusta.

## 4 Lihasaktivaation mittaaminen ja arviointi

### 4.1 Elektromyografia

Elektromyografia tarkoittaa sähkökäyrätutkimusta. Elektromyografiassa tutkitaan lihasten sähköisen aktiivisuuden tasoa. Aktiopotentiaali aiheuttaa lihasten supistumisen, josta seuraa sähköisiä jännite-eroja, joita elektromyografialla pystytään mittaamaan. Tämän kautta voidaan tehdä tulkintoja lihasten aktiivisuuden tasosta, nopeudesta, aktivoitumisjärjestyksestä, sekä väsymystasosta. Mittaus voidaan suorittaa käyttäen joko pinta- tai neulaelektrodeja.

Pintaelektrodi asetetaan kirjaimellisesti iholle halutun lihaksen tai lihasten päälle. Se, miten pintaelektrodit asetetaan, riippuu hyvin paljon siitä, mitä on tarkoitus mitata ja minkälainen elektromyografi on käytössä. Elektromyografiassa käytettävät elektrodit jaetaan rakenteeltaan, joko mono- tai bipolarisiin, elementtien määrän mukaan. Näiden lisäksi mittausta suorittaessa tarvitaan vertailuelektrodi, joka asetetaan paikkaan, jossa sähköistä aktiivisuutta on mahdollisimman vähän. (Pönkänen 2009, 10–11.) Perinteisesti elektromyografia vaatii vähintään kaksi pintaelektrodia. Tämä johtuu siitä, että elektromyografian tuottama data koostuu kahden eri elektrodin välisistä potentiaalieroista (Jull, Moore, Falla, Lewis, McCarthy & Sterling 2015, 168). Pintaelektromyografia voidaan hyödyntää monipuolisesti lihastoiminnan tutkimiseen. Fysioterapiassa sitä käytetään yleensä tuki- ja liikuntaelinsairauksien tutkimiseen ja kuntouttamiseen, sekä kehityksen seurantaan. Pintaelektrodimyografia on suhteellisen hyvin toistettava mittaus verrattuna neulaelektrodien kanssa tehtävään mittaukseen.

Pintaelektrodimittausta suorittaessa on huomioitava ihon aiheuttama vastus sähkövirran virtaamiselle lihaksen ja elektrodin välillä. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat ihon puhtaus, lämpötila, ihon ja ihonalaisen kerroksen paksuus, sekä elektrodin koko. Ihon puhdistamisen jälkeen kontaktia voidaan parantaa käyttämällä elektrodigeeliä, jonka tarkoituksena on johtaa sähkövirtausta elektrodista ihonpinnalle. (Niemenlehto 2004, 31.) Pintaelektrodeilla tehtävä mittaus tuottaa aina niin

sanottua crosstalk-ilmiötä, missä pintaelektrodit nappaavat sähköistä aktiivisuutta myös ympäröivistä lihaksista (Arokoski & Salminen 2015, 67). Nykyaikaiset useita kanavia käyttävät pintaelektrodit EMG-mittausta varten sisältävät kymmeniä, jopa satoja elektrodeja (Jull ym. 2015, 168).

Neulaelektrodien avulla voidaan mitata tarkemmin lihaksen sisäistä aktivaatiota. Neulaelektrodi asetetaan ihon läpi suoraan lihaskudokseen halutulle alueelle. Tämän menetelmän avulla saadaan selvillä jopa yksittäisen motorisen yksikön aiheuttama aktiopotentiaali. Mittauksen aikana on yleistä, että neulaelektrodin paikkaa joudutaan vaihtamaan useaan otteeseen. Mittausalueen ollessa niin pieni, ei tämän menetelmän avulla välttämättä saada kokonaiskuvaa lihaksen toiminnasta. (Arokoski ym. 2015, 67.)

Lanneselän fleksiorelaksaatio on tunnettu ja paljon tutkittu ilmiö, joka on nähtävissä terveillä henkilöillä verrattuna useimpiin kroonisesta alaselkävivusta kärsiviin. Kroonisilla alaselkäkipupotilailla on todettu selvästi kasvanut lihasaktiivisuus seisoma-asennossa, sekä vain osittain laskenut lihasaktiivisuuden taso äärirefleksiossa lanneselän alueella. (Sihvonen 1995, 31–32.) Aiheeseen liittyen vuonna 2013 tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, mikä pintaelektromyografiamittaus liittyen lanneselän fleksiorelaksaatio ilmiöön kykenee luotettavimmin erittelemään krooniset alaselkäkipuiset terveistä yksilöistä. Tutkimuksessa oli 218 henkilöä, joilla kaikilla oli todettu krooninen alaselkäkipu. Kontrolliryhmässä oli 30 henkilöä. Kaikki tutkimuksessa käytettävät fleksiorelaksaatiomittaukset todettiin luotettaviksi. Pintaelektromyografiamittaus kykeni luokittelemaan luotettavasti 79–82 % selkäkipuisten ryhmästä, sekä 83–100 % kontrolliryhmästä. (Neblett, Brede, Mayer & Gatchel 2013.)

## **4.2 Mpower**

Mpower-lihasaktivaatiomittari on Fibrux Oy:n valmistama laite. Mpowerilla on mahdollista mitata kolmeakymmentäneljää (34) niin sanottua pinnallista lihasta, sekä niiden aktivaatio- ja väsymistasoa harjoittelun tehostamiseksi. Valmistaja kertoo, että laitteella olisi kyky näyttää myös nopeiden ja hitaiden lihassolujen

aktivaatiotasot erikseen. (Fibrux Oy 2016, 3.) Mpower-lihasaktivaatiomittarin antama aktivaatiokäyrä on tasasuunnattu, eli kaikki sen vaiheet ovat positiivisia ja nollalinjan yläpuolella. Perinteisen amplitudiperusteisen analyysin sijaan Mpower käyttää sEMG-signaalin taajuus-tehospektrianalyysiä lihaksen dynaamisten supistusten analysointiin. (Mpower – Tiede 2020.)

Mpower koostuu langattomista pintaelektrodipodeista, mobiilisovelluksesta, sekä oheistarvikkeista. Mittauksissa voidaan käyttää neljää pintaelektrodipodia samanaikaisesti. Podit kiinnitetään ihoon joko tarralla tai kiinnityshihnalla. Valmistajan ohjekirjan mukaan ihoa ei tarvitsisi käsitellä millään tavalla, riittää kun pintaelektrodipodi on tukevasti ihossa kiinni koko mittauksen ajan. Lihasktivaatiodataa voidaan tarkastella joko reaaliajassa harjoittelun aikana tai sen jälkeen. Reaaliaikaiset mittausnäkyvät sisältävät aktivaatiotehon, tarkemmin voidaan mitata lihasparin suoritustasapainoa, sekä aktivaatiotehojen suhdetta. Sovellus näyttää myös kokonaisvaltaisen aktivaativolyymien, joka kertoo lihaksen kaiken aktivaatiotehon tuottaman summan harjoittelun aikana. (Fibrux Oy 2016, 4–16.)

Mpower mittaa nopeiden lihassolujen aktivaatiotehoa ja aktivaativolyymia erikseen. Aktivaatioteho tarkoittaa hetkellistä sähköistä tehoa, jonka lihasten nopeat lihassolut tuottavat harjoittelun aikana. Aktivaativolyymi on taas koko harjoittelun aikana syntyneiden aktivoitumistehtojen summa. Reaaliaikaisissa näkymissä voidaan seurata vielä lihaksen väsymisen tasoa väsymisindeksin avulla. (Fibrux Oy 2016, 12–13.) Jälkitarkastelunäkymiin lukeutuvat samat mittausarvot kuin reaaliaikaisiin näkyymiin. Jälkitarkastelussa voidaan kuitenkin tarkemmin seurata aktivaatiotasoa lihas- ja sarjakohtaisesti. (Fibrux Oy 2016, 14–15.)

Vuonna 2015 tehdyssä tutkimuksessa verrattiin Mpowerin, sekä johtavan valmistajan (Noraxon) valmistaman Telemyo G2 EMG -laitteen amplitudeja, eli värähdyksalaajuutta samanaikaisesti. Tutkimuksessa mitattiin hauislihaksen (*m. biceps brachii*) isometrisesti tapahtuvaa lihasaktiivisuutta kymmenen sekunnin ajan kahdeksalta koehenkilöltä, käyttäen 5kg:n, 7,5kg:n, 9,1kg:n painoja, sekä maksimaalista tahdonalaista supistumista. Saatujen tulosten perusteella EMG-laitteiden amplitudit korreloivat hyvin keskenään. (Borg, Laxåback & Sandström 2015.)

### 4.3 Lihastoiminnan arviointi- ja mittauskeinot fysioterapiassa

Fysioterapiassa lihasaktivaation mittaamisen ja arvioinnin yhtenä keinona voidaan käyttää manuaalista tutkimista, sekä palpaatiota. Manuaalista tutkimista käytetään täydentämään silmämääräistä havainnointia ja se toteutetaan yleensä käyttäen omia käsiä, ilman erillisiä välineitä. Menetelmän etuina voidaan pitää sen edullisia kustannuksia ja suoritusnopeutta, mutta toisaalta sen toistettavuus ja erottelukyky ovat varsin matalat. Lihastoiminnan tulokset esitetään 0–5 järjestyksasteikolla, jossa 0 tarkoittaa ei lihassupistusta ja 5 normaalia lihasvoimaa. Testauksen tarkkuutta on mahdollista parantaa käyttämällä dynamometriä, joka antaa tulokset tarkasti numeroina (kg/N) (Kauranen 2014, 255–256.)

Tahdonalaisesti tuotettua voimaa voidaan myös mitata lihasvoimatesteillä. Voimantuottoa voidaan mitata isometrisesti, sekä dynaamisesti. Isometristä maksimivoimaa mitatessa testattava pyrkii tuottamaan lyhytkestoisen, noin 2–4 sekunnin mittaisen maksimaalisen lihassupistuksen paikallaan pysyvää vastusta vasten. Maksimaalisen lihassupistuksen saavuttaminen vie lihakselta noin 1,5–2,0 sekuntia, eikä elimistö jaksakaan pitää sitä yllä kovinkaan pitkään (<5s). Vastukseen liitetty anturi mittaa suorituksen aikana siihen kohdistetun paineen, tai anturin pituuden muutoksen. Mittauksen toistettavuus paranee mikäli testi suoritetaan aina samalla tavalla ja samalla nivelkulmalla. Testatessa ja harjoittelun vaikuttavuutta seurattaessa suorituskykyä mitataan dynaamisilla toistotesteillä. Testissä toistojen lukumäärä on mittaustulos. Mittaus soveltuu hyvin käytettäväksi silloin, kun arvioidaan kuntoutujan keskeisten lihasryhmien dynaamista voimakestävyyttä. (Talvitie, Karppi & Mansikkamäki 2006, 142–144.)

Lihasaktivaation arvioinnissa voidaan käyttää myös ultraäänikuvantamista. Ultraäänen käyttö fysioterapiassa visuaalisen havainnoinnin apuna on todettu luotettavaksi ja toistettavaksi menetelmäksi. Sen avulla voidaan tarkastella lihaksen supistumista, sekä rakenteita reaaliaikaisesti antaen visuaalista palautetta terapeutille ja asiakkaalle. Muihin kuvantamisvälineisiin verrattuna ultraääni on riskitön, sekä suhteellisen edullinen tapa toteuttaa reaaliaikaista kuvantamista. Fysioterapiassa käytettävää ultraäänikuvantamista kutsutaan nimityksellä RUSI

(rehabilitative ultrasound imaging), joka tarkoittaa toiminnallista ultraäänikuvantamista. Interventiot, joissa ultraääntä on käytetty asiakkaan opastuksessa, on todettu tehokkaammiksi kuin interventiot, joissa opastusta ei ole ollut. (De Mynck, Parlevliet, De Cock, Vanden Bossche, Vanderstraeten & Özçakar 2012, 675–684.)

## **5 Pintaelektrodipodien asettelu**

### **5.1 M. multifidus lumborum**

Pintaelektrodipodin asettelu *m. multifidus lumborum* (liite 1): Päinmakuulla, lanneranka hieman fleksoituna. Spina iliaca posterior superior luisen maamerkin ja L1–L2 nikamien linjaisesti L5-nikaman okahaarakkeen tasolle. Etäisyys 20–30mm selkärangan keskipisteestä. (SENIAM 1999.)

### **5.2 M. iliocostalis**

Pintaelektrodipodin asettelu *m. iliocostalis*: Päinmakuulla, lanneranka hieman fleksoituna. Spina iliaca posterior superior luisesta maamerkistä yhden sormen leveyden verran mediaalisesti, josta linjaus alimman kylkiluun alimpaan kohtaan, L2-nikaman tasolle. (SENIAM 1999.)

### **5.3 M. obliquus externus abdominis**

SENIAM-projekti ei sisällä tietoa keskivartalon anterioristen lihasten elektrodipodien asettelusta, joten seuraavassa on hyödynnetty eri lähteistä löydettyjä asettelu variaatioita, joita käytämme viitteinä. Mpower-laitteen valmistaja ilmoittaa pintaelektrodipodien paikaksi yleisesti lihaksen keskikohdan. (Mpower – Käyttöohje 2006.) Pintaelektrodipodin asettelu *m. obliquus externus abdominis*: Suoliluun etuyläharjanteen yläpuolelle, kylkiluiden ja suoliluun kehdon puoleen väliin,

hieman vinoon kulmaan (Drysdale, Earl & Hertel 2004). Beimin, Giraldon, Pinciveron, Borrarin ja Fun (1997, 13) käyttämässä tutkimuksessa ulomman vinon vatsalihaksen elektrodin paikka oli suoliluun harjun puolesta välistä ylöspäin kahden sormen leveyden verran.

#### **5.4 M. rectus abdominis**

Pintaelektrodipodien asettelu *m. rectus abdominis*: Tae-lim & Ki-song (2013, 34) tekemässä tutkimuksessa elektrodin paikka suoralle vatsalihakselle navan keskikohdasta kaksi senttimetriä lateraalisesti.

## **6 Liikekontrollin häiriö ja tutkiminen**

### **6.1 Kivun fysiologia ja mekanismit**

Kipu on kokemuksena hyvin yksilöllinen. Kivun tuntemukseen vaikuttavat ihmisen aiemmat kokemukset ja uskomukset kipuun liittyen. Tyypillisesti kipuaistimuksen kokeminen johtuu kudonvauriosta. Tämä kivun aistiminen ja kokeminen johtuu erilaisista sähköisistä ja kemiallisista tapahtumista. Kipu välittyy hermojärjestelmässämme neljässä eri vaiheessa: ensimmäinen on transduktio, joka viittaa kipuaistimukseen syntyyn, toisena on transmissio, eli kivun välittyminen, kolmannessa vaiheessa tapahtuu kivun muuntelu, josta seuraa neljäs vaihe, eli kivun kokeminen. (Kalso, Haanpää, Hamunen, Kontinen & Vainio 2018, 56.)

Kivun aistimukseen liittyen kudoksissa on erilaisia hermopäätteitä, jotka ovat erikoistuneet aistimaan erilaisia ärsykeitä. Tyypillisesti nämä ärsykkeet jaetaan mekaaniseen, kemialliseen tai lämpöärsykeeseen. Näitä hermopäätteitä kutsutaan nosiseptoreiksi, eli kipureseptoreiksi. Jokin näistä edellä mainituista ärsykeistä aiheuttaa nosiseptoreiden sähköisen aktivoitumisen, joka johtaa aktiopotentiaalisen syntymiseen. Sähköinen impulssi kulkeutuu ääreishermaa pitkin ensimmäisenä selkäyttimeen, josta kipuviesti kulkeutuu aivoihin, tämä prosessi

on siis kipuviestin välittyminen. Modulaatio, eli kipuaistimuksen muuntelu tapahtuu aivoissa. Kipuaistimuksen muunteluun osallistuvat etuaivokuorelta ja hypotalamuksesta laskeutuvat radat. Nämä radat osallistuvat kipuviestin muunteluun inhiboivaan suuntaan, eli voivat käytännössä estää kipua välittävien hermosolujen toiminnan selkäytimessä. Tämä samainen ilmiö voi myös vahvistaa kipuaistimusta, varsinkin kroonisissa kiputiloissa. (Kalso ym. 2018, 56–57.)

Kiputilojen pitkittyessä on mahdollista, että kudokset herkistyvät erilaisille ärsykeille. Tästä syystä pitkään jatkuneiden kiputilojen seurauksena voi kipuja aistivissa elimissä tapahtua pysyviä muutoksia. Periferiassa kipureseptorit aistivat hyvin herkästi tietyille alueelle kohdistuvat ärsykkeet, jolloin kivun paikantaminen voi olla hyvin tarkkaa. Aivoissa tapahtuva kivun kokeminen on hyvin monimutkainen prosessi ja siihen liittyy useita eri tekijöitä. Aivojen alueita, jotka käsittelevät kipukokemuksen, kutsutaan kipumatriisiksi. Kipumatriisissa käsitellään kudosvauriota ja sen laajuutta, joka pohjautuu yksilön aikaisempiin kokemuksiin, sekä geneettisiin tekijöihin. Kipumatriisi muodostaa kipukokemuksesta yksilölle kivun voimakkuuden, laadun, sekä sijainnin. Tähän kokemukseen vaikuttaa voimakkaasti yksilön uskomukset, odotukset ja käsitykset kipuun liittyen. Elämäntilanteella on myös suuri merkitys kivun voimakkuuden kokemisen kanssa, stressaantunut henkilö saattaa kokea kivun hyvin voimakkaana ja siitä paranemiseen saattaa liittyä haitallisia uskomuksia. (Kalso ym. 2018, 65–71.)

Kipuaistimus voi myös olla peräisin sisäelimestä, tätä kutsutaan viskeraaliseksi kivuksi. Viskeraalinen kipu eroaa somaattisesta nosiseptiivisesta, eli ruumiillisesta kivusta paljon. Johtuen sisäelimeissä olevien kipureseptoreiden vähyydestä, on viskeraalisesta kivusta peräisin oleva kipusignaali haastava paikantaa. Viskeraalisia mekanoreseptoreita ja nosiseptoreita on rinta- ja vatsaontelon elimissä vain noin 5 % kaikesta afferentista hermotuksesta. Sisäelimiä ympäröivät kipureseptorit ovat usein niin sanottuja ”nukkuvia” reseptoreita, eli normaalioloissa eivät aiheuta herkästi kipusignaalia. Tyypillisesti ne aktivoituvat vasta tulehdusreaktion yhteydessä, tai hapenpuutteen takia, jonka vuoksi somaattiselle kivulle tyypillinen ärsyke ei välttämättä aiheuta sisäelimeissä mitään kipuaistimuksia. Viskeraalisen kivun paikantamisesta tekee haastavaa myös se, että kivulla on tapana säteillä

muualle kehoon. Muita kivun mekanismeista ovat neuropaattinen, sekä idiopaattinen kipu. (Kalso ym. 2018, 73–78.)

## 6.2 Alaselkävivun epidemiologia

Alaselän rakenteisiin kuuluu lannerangan lisäksi lantiokori, joka muodostuu risti- luusta (*os sacrum*), häntäluusta (*os coccygis*), sekä lonkkaluista (*os coxae*). Alaselän kiputilat voidaan paikantaa alimpien kylkiluiden ja pakarapoimujen väliselle alueelle. (Duodecim 2008, 6.) Maailmanlaajuisesti alaselkäkipu on tällä hetkellä suurin työkyvyttömyyden aiheuttaja. Alaselkäkipua ilmenee kaikilla ikäryhmillä, lapsista ikääntyneisiin. Eniten alaselkäkipua kokevat työikäiset. Viime vuosikymmeninä alaselkäkiput ovat lisääntyneet erityisesti alhaisen- ja keskitulotason maissa, mikä on huolestuttavaa, kun ottaa huomioon, että eniten selkäkipua kokevat työikäiset ihmiset. Useimmat selkäkipuepisodit ovat lyhyitä, mutta tapahtuvat usein kuitenkin toistuvasti. Pienelle osalle ihmisistä alaselkäkipu muuttuu pysyvämmäksi. (Hartvigsen, Hancock, Kongsted, Louw, Ferreira, Genevay, Hoy, Karppinen, Pransky, Sieper, Smeets & Underwood 2018.)

O’Sullivanin (2005) mukaan selkäkipu voidaan jakaa kahteen pääryhmään, joista toinen on spesifit diagnoosit (10 %) ja loput (90 %) selkäkivuista johtuisi epäspesifeistä syistä. Selkäkivun spesifeihin lääketieteellisiin syihin kuuluvat murtumat, kasvaimet, rakenteelliset poikkeavuudet, hermojuuren pinnetilat ja niin edelleen. Epäspesifit selkäkiput jakautuvat tämän jaottelun mukaan mekaanisiin (70 %) ja ei-mekaanisiin (30 %) syihin. Mekaaninen selkäkivun syy johtuu liikehäiriöistä (35 %) tai liikekontrollin häiriöistä (35 %), hyvin usein nämä kaksi häiriötä ilmenevät kuitenkin yhtäaikaisesti. Ei-mekaanisen selkäkivun ajatellaan johtuvan enemmänkin kivun sentraalisesta sensitisaatiosta. Asiakkaan psykososiaaliset tekijät ja haitalliset uskomukset ovat usein yhteydessä ei-mekaaniseen selkäkipuun. (O’Sullivan 2005, 6.)

### 6.3 Fysioterapian vaikuttavuus liikekontrollin harjoittamisessa ja kroonisessa alaselkäkivussa

Erilaisten interventioiden vaikutusta krooniseen alaselkäkipuun on tutkittu paljon. Aiheesta on myös tehty useita kirjallisuuskatsauksia, joissa fysioterapian vaikuttavuutta erityisesti pitkittyneeseen alaselkäkipuun on arvioitu. On ilmeisen selvää, että interventio, joka ottaa yksilölliset erot huomioon, on toistaiseksi todistettusti tehokkain keino kroonisen alaselkävun hoitoon. Harjoitusohjelma voi olla esimerkiksi sellainen, jossa aktiivisuutta lisätään progressiivisesti toimintakyvyn kehittymisen osalta, sekä ehkäistään negatiivisia vaikuttajia. Myös psykososiaaliset tekijät täytyy ottaa huomioon. (Foster, Anema, Cherkin, Chou, Cohen, Gross, Ferreira, Fritz, Koes, Peul, Turner, Maher & Lancet Low Back Pain Series Working Group 2018, 2–3.)

Spesifeillä liikekontrollin harjoitteilla on ilmeisesti positiivinen vaikutus toimintakykyyn henkilöillä, joilla on todettu sekä pitkittynyt alaselkäkipu, että liikekontrollin häiriö. Luomajoen ym. tekemässä kirjallisuuskatsauksessa hyödynnettiin yhtätoista kriteerien täyttämää satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta, joissa osanottajia oli yhteensä 781 henkilöä. Katsauksessa todettiin, että henkilöt, kenellä on todettu krooninen alaselkäkipu, sekä liikekontrollin häiriö hyötyvät spesifeistä liikekontrollin harjoitteista verrattuna muihin terapiamenetelmiin, sekä lyhyellä, että pitkällä aikavälillä. Vaikutusta on etenkin toimintakykyyn. Kivun lievitykseen vaikutus on ainoastaan lyhyellä aikavälillä. (Luomajoki, Beltran, Careddu & Bauer 2018, 12–20.)

Shirley Sahrmann on kehittänyt diagnostisia testejä erilaisiin liikehäiriöihin, sekä lihasepätasapainotiloihin. Sahrmann uskoo, että ihmisten päivittäinen liikkuminen aiheuttaa erilaisia häiriötiloja tuki- ja liikuntaelimiin, jotka voivat edetä patologisiin tiloihin. Tämä perustuu mekaanisen kuormituksen aiheuttamiin rasitustiloihin, eli mikrotraumoihin. Kuten Luomajoen testipatteristossa, tässäkin kategorisoidaan liikehäiriöt liikesuuntien mukaisesti. (Sahrmann 2002, 5–51.) Sahrmannin lähestymistapaa liikehäiriöiden hoitoon on verrattu oirepohjaiseen hoito-ohjelmaan, johon kuului vahvistavia harjoitteita, sekä venyttelyliikkeitä. Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, jossa oli yhteensä 148 osallistujaa ei tuottanut merkittäviä tuloksia

liittyen hoitomuotojen tehokkuuteen yli toisen. Mitattavia arvoja olivat kipu, sekä toimintakyky. (Azevedo, Ferreira, Santos, Oliveira, Souza & Costa 2017, 28–39.)

#### **6.4 Liikekontrollin häiriö ja jaottelu**

Kirjassaan Luomajoki (2018) määrittelee liikehäiriön seuraavalla tavalla: ”Liikehäiriö tarkoittaa rajoittunutta liikettä, joka hyvin yleisesti on yhteydessä kipuun”. Liikehäiriön syntyyn vaikuttaa siis todella moni tekijä. Taustalla voi olla akuutti vamma tai tapaturma, pidempiaikainen sairaus tai synnynnäinen, rakenteellinen poikkeavuus. Kipu ei siis välttämättä ole liikettä rajoittava tekijä, mutta on yleisesti taustalla. (Luomajoki 2018, 25.) Liikekontrollin häiriö puolestaan tarkoittaa ihmisen kyvyttömyyttä hallita aktiivista liikettä tiettyyn suuntaan, johtuen joko kontrollin puutteesta, tai erilaisista liikerajoituksista, mitkä tuottavat kompensatorisia liikemalleja. Liikkuvuus voi kuitenkin olla täysin normaali, tai sitä voi olla jopa liikaa. Kyse on enemmänkin liikkeen laadusta ja kehonosien relatiivisesta liikkuvuudesta. (Luomajoki 2018, 25.)

Valitsimme opinnäytetyöhömme Luomajoen liikekontrollin häiriötestit, sillä nämä ovat Suomessa yleisesti tunnettuja ja käytettyjä testejä selkäkipuisilla asiakkailla. Lannerangan liikekontrollia on tutkittu laajasti ympäri maailmaa, joiden pohjalta eri tahot ovat kehittäneet erilaisia testejä ja harjoituksia. (Luomajoki 2018, 83.) Tähän opinnäytetyöhön valitsimme kuusi liikekontrollin testiä, jotka on todettu luotettaviksi (Luomajoki, Kool, de Bruin & Airaksinen 2007). Vuonna 2007 tehdyssä tutkimuksessa, Luomajoki ym. tutkivat kymmentä liikekontrollin testin luotettavuutta. Tutkimukseen osallistui 40 henkilöä, joista 27:llä oli testaushetkellä ei-spesifistä alaselkäkipua ja 13:sta muunlainen diagnoosi, ei kuitenkaan selkäkipua. Neljä eri fysioterapeuttia ohjasivat tutkimukseen osallistuville henkilöille 10 standardisoitua liikekontrollin testiä, jotka videoitiin. Fysioterapeutit arvioivat testitulokset joko virheettömäksi tai virheelliseksi. Terapeutit eivät olleet tietoisia toisistaan, eivätkä osallistujien asiakastiedoista. (Luomajoki ym. 2007.) Testaajien välinen sisäinen luotettavuus yhdeksässä testissä kymmenestä saavutti merkit-

tävän luotettavuuden kappa-arvon rajan, eli  $>0,6$ . Testien välinen arvo oli kuudessa testissä kymmenestä myös  $>0,6$ . Tutkimustulokset osoittavat siis testaa-  
jien välisen luotettavuuden hyväksi. (Luomajoki ym. 2007.)

## 6.5 Lannerangan liikekontrollin testipatteristo

Luomajoki (2018) jaottelee kirjassaan; Liikkeen ja liikekontrollin häiriöt, lannerangan liikekontrollin testit eri suunnille seuraavalla tavalla. Fleksiosuunnan kontrollitesteihin kuuluu *waiters bow*, eli tarjoilijan kumarrus, *sitting knee extension*, eli istuen polven ojennus ja *all fours backwards*, eli nelinkontin lantio taaksepäin. Ekstensiosuunnan kontrollitesteihin kuuluu *pelvic tilt*, eli lantion kippaus taaksepäin, *prone knee bend*, eli polvenkoukistus päinmakuulla ja *all fours forward*, eli nelin kontin lantio eteenpäin. Rotaatiosuunnan kontrollitesteihin kuuluu *one leg standing*, eli yhden jalan seisonta, *prone knee bend*, eli polvenkoukistus päinmakuulla (testataan rotaatioekstensiokontrollia) ja *sitting knee extension*, eli istuen polven ojennus, jolla testataan rotaatiofleksiokontrollia. (Luomajoki 2018, 88.)

Huomaathan, että nämä testit ovat suunniteltu testaamaan liikekontrollin häiriöitä, jos kyseisistä testeistä ilmenee, että testattavalla on esimerkiksi lihaskireyksiä, jotka saavat testien tulokset vaikuttamaan positiiviselta, on todellisuudessa kyse kuitenkin myös kudosten kireyksistä, eli liikehäiriöistä.

### 6.5.1 Tarjoilijan kumarrus

Tällä testillä on tarkoitus testata fleksiosuunnan liikekontrollia. Optimaalinen suoritus tapahtuu koukistamalla ylävartaloa eteenpäin tuottaen liike suurimmaksi osaksi lonkkanivelistä, samalla pitäen selkä mahdollisimman suorana. Testi tulkitaan positiiviseksi, mikäli testattava ei kykene pitämään selkää neutraalissa asennossa. Optimaalisena tuloksena pidetään 70 asteen fleksiota lonkkanivelistä, samalla selän pysyen suorana. (Luomajoki 2018, 88.)

### **6.5.2 Polven ojennus istuen**

Tämä testi on myös suunnattu fleksiosuunnan liikekontrollille. Testi suoritetaan istuma-asennossa, sellaisella korkeudella, etteivät jalat yletä alustaan. Testattavan tulee pitää selkä suorana, lanneranka hiukan notkolla ja polvitaieet istuma-alustan reunalla. Tästä alkuasennosta testattava ojentaa polviniveltä suoraksi noin 30 asteen verran tai enemmän, ainoastaan siihen asti, kun saa pidettyä selän asennon neutraalina. Testi tulkitaan positiiviseksi, jos testattava ei kykene pitämään selkää neutraaliasennossa, eli se joko pyöristyy tai rotatoituu polven ojennuksen seurauksena. (Luomajoki 2018, 91.)

### **6.5.3 Nelin kontin -testi**

Tämä testi on suunnattu sekä fleksio-, että ekstensiosuunnan liikekontrollille. Testien alkuasento on sama, mutta suoritus tehdään hieman eri tavalla riippuen siitä, halutaanko testata fleksio- vai ekstensiosuuntaa. Alkuasennossa testattava on nelin kontin esimerkiksi hoitopöydällä, lonkka- ja olkanivelet noin 90 asteen kulmassa. Flexiosuunnan liikekontrollia testatessa suoritus tapahtuu lantiota nojaamalla kohti kantapäitä niin pitkälle kuin testattava kykenee, ilman että selkä pyöristyy. Tyypillisenä arvona testissä pidetään noin 120 asteen fleksiota lonkkanivelestä, ilman että selkä pyöristyy. (Luomajoki 2018, 92.)

Ekstensiokontrollia testatessa suoritus tehdään päinvastoin, eli testattava vie lantiota eteenpäin ja samalla pyrkii pitämään selässään neutraalin asennon. Tässä testissä normaalina arvona pidetään noin 60 asteen fleksiota lonkkanivelistä, mikä tarkoittaa siis alkuasennon huomioon ottaen noin 30 asteen tuotettua liikettä. (Luomajoki 2018, 92.)

#### 6.5.4 Lantion taakse kippaus

Lantion taakse kippaus, eli *pelvic tilt* -testi on tarkoitettu testaamaan ekstensio-suunnan kontrollia. Testi suoritetaan siten, että testattava seisoo hartianlevyisessä haara-asennossa ja pyrkii kippaamaan lantion eteenpäin käyttäen pakaralihasiaan. Testi tulkitaan positiiviseksi, jos testattava ei kykene tuottamaan lantion kippausliikettä, tai jos selkä ojentuu. (Luomajoki 2018, 88.)

#### 6.5.5 Yhden jalan seisonta

Yhden jalan seisonta, eli *one leg stance* -testi on tarkoitettu testaamaan sekä rotaatio-, että lateraalifleksion kontrollia. Testin suorittamiseen tarvitaan viivain, mielellään vähintään 40 cm pitkä, sekä hoitopöytä tai vastaava alusta, jonka saa noin lantion korkeudelle. Ensiksi mitataan lantion leveys *trochanter majoreiden* korkeudelta, tulokseksi saadaan esimerkiksi 33 cm. Tämä arvo jaetaan kolmella, jolloin saadaan jalkaterien etäisyys toisistaan, eli määritetään testattavan alkuasento (tässä tapauksessa jalkaterien etäisyys toisistaan 11 cm). Viivain asetetaan hoitopöydälle noin navan korkeudelle, jolloin päästään mittaamaan sivuttaisliike. Kun alkuasento on oikea, testi suoritetaan siten, että testattava siirtyy kahden jalan seisonnasta yhden jalan seisontaan. Tämän jälkeen mitataan navan sivuttaisliike, jonka tulisi olla alle 10 cm. Jos testin tulos ylittää tämän arvon, tulkitaan testi positiiviseksi. (Luomajoki 2018, 90.)

#### 6.5.6 Polven koukistus päinmakuulla

Polven koukistus päinmakuulla, eli *prone knee bend* -testi on tarkoitettu sekä ekstensio-, että rotaatiokontrollin testaamiseen. Testi suoritetaan siten, että testattava makaa päinmakuulla alustalla ja pyrkii koukistamaan polviniveltä ilman, että alaselän notko lisääntyy. Normaalina arvona testissä pidetään vähintään 90 asteen polvinivelen koukistusta ilman, että selkä liikkuu. Testi tulkitaan positiiviseksi, jos selkä joko ojentuu tai rotatoituu polvinivelen koukistuksen seurauksena. (Luomajoki 2018, 93.)

## 7 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmäksi opinnäytetyössä on valittu tapaustutkimus, joka on yhdistelmä perinteisiä tutkimusotteita, eli laadullisia (kvalitatiivinen), sekä määrällisiä (kvantitatiivinen) tutkimusotteita. Menetelmällisesti tapaustutkimus on lähempänä laadullista tutkimusta. Kirjallisuudessa tapaustutkimus nähdään tutkimusmenetelmäkokonaisuuden sijasta tutkimusstrategiana, sillä tapaustutkimuksella ei ole omaa metodologiaansa. Tapaustutkimuksen, eli case-tutkimuksen tutkimuskohteena on usein yksi ilmiö, johon perehdytään syvällisesti. Case-tutkimus voidaan toteuttaa myös monitapaustutkimuksena. (Kananen 2013, 22–32.) Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmä painottuu tapaustutkimuksena määrälliseen lähestymiseen.

Asiakashankinta suoritettiin Karelia-ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiopiskelijoiden Facebook-ryhmän kautta. Opinnäytetyöstä kiinnostuneita ja kriteereihin sopivia henkilöitä ohjeistettiin ottamaan yhteyttä sähköpostin välityksellä opinnäytetyön tekijöihin. Opinnäytetyön toteutusvaiheeseen etsittiin selkäkipuisia asiakkaita, joiden selkävut ovat kestoaltaan yli 12 viikkoa ja joilla ei ole todettua spesifiä selkäsairautta. Tutkimustilana toimii Karelia-ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiopiskelijoiden koulutustilat Tikkarinteen kampuksella. Opinnäytetyön toteutuksen kesto on arviolta 30 minuuttia. Opinnäytetyön toteutus toteutetaan anonymisti. Testiryhmän ikäraajaksi on määritelty 20–30-vuotiaat henkilöt, sillä tässä iässä hermoston kyky aktivoida motorisia yksiköitä on tutkitusti korkeimmillaan. Tutkimuksessa noudatetaan tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) ohjetta 3/19.

Tutkimusprotokollassa asiakkaat ovat ohjeistettu saapumaan tutkimustilaan sovittuna kellonaikana. Opinnäytetyön toteutusta ennen on ohjeistettu asiakkaita välttämään hyvin raskasta liikuntaa edeltävän päivän aikana luotettavien testitulosten saavuttamiseksi. Ennen opinnäytetyön toteutusta asiakkaalle on lähetetty tiedote tutkimuksesta (liite 2), joka sisältää perustiedot toteutuksesta, sekä ohjeet toteutusta ennen, toteutuksen aikana ja sen jälkeen toimimisesta. Ohjeistus on

lähetetty asiakkaille sähköpostitse. Tutkimustilana toimii Karelia-ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiopiskelijoiden koulutustilat. Tutkimustilanne alkaa suullisella ohjeiden kertaamisella, jonka jälkeen asiakas täyttää suostumuslomakkeen (liite 3). Toteutusosion aluksi asiakas riisuu päällysvaatteet pintaelektrodipodien asettelun, sekä toteutuksen ajaksi. Asiakkaan iho puhdistetaan ja mahdolliset ihokarvat poistetaan elektrodien mittauspaikoilta ennen pintaelektrodipodin asettamista. Testitilanteessa toinen tutkijoista ohjeistaa testattavalle suoritukset sanallisesti ja toinen tutkijoista suorittaa mittaukset Mpower-mobiilisovellusta hyödyntäen. Liikesuorituksen ollessa vaillinainen testaja näyttää oikean liikesuorituksen ja tarkentaa ohjeistusta sanallisesti.

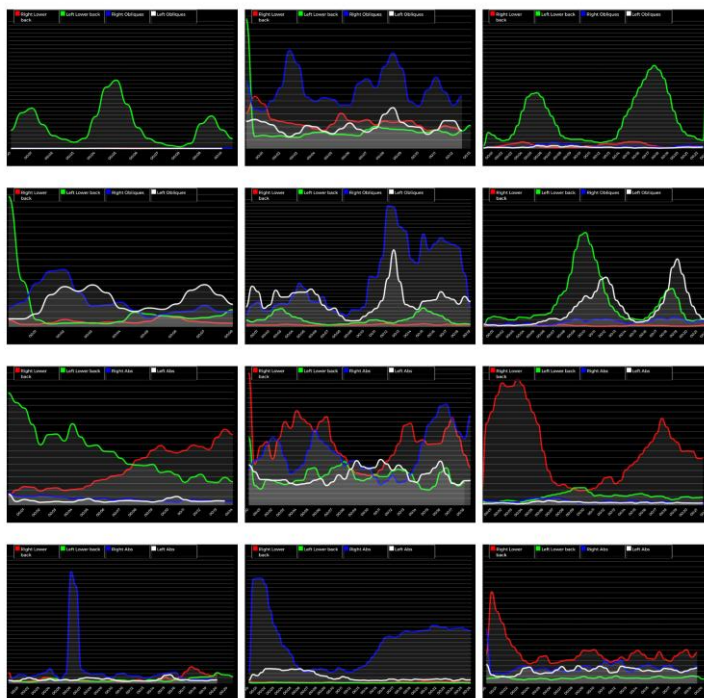
Mitattavia lihaksia on yhteensä neljä (4) kappaletta, joista jokaisesta mitataan parit sagittaalitasoon molemmin puolin. Opinnäytetyön toteutus sisältää Luomajoen alaselän liikekontrollihäiriön testistön, johon kuuluu yhteensä kuusi (6) erikseen suoritettavaa testiä. Testit suoritetaan järjestyksessä tarjoilijan kumarrus, polven ojennus istuen, nelikontin -testi, lantion taakse kippaus, yhden jalan seisonta ja polven koukistus päinmakuulla. Testipatteristo suoritetaan yhteensä kahdesti. Ensimmäisellä suorituskerralla elektrodipodit asetetaan lihaksiin *m. multifidus*, sekä *m. obliquus externus abdominis*. Toisella mittauskerralla elektrodipodit asetetaan lihaksiin *m. iliocostalis*, sekä *m. rectus abdominis*. Nämä kyseiset lihakset ovat valittu mittauksiin niiden pinnallisen sijainnin perusteella. Elektrodien asettelu perustuu opinnäytetyön tavoitteeseen selvittää kroonisen selkäkipuasiakkaan lihasten aktiivisuuden puolieroja, hyödyntäen agonisti-antagonisti periaatetta, eli koaktivaatiota. Toteutuksen aikana saavutettu data tallennetaan järjestelmään, josta se analysoidaan jälkitarkasteluna lihaskohtaisesti. Testitilanteen jälkeen pintaelektrodipodit poistetaan asiakkaan iholta, jonka jälkeen asiakas on valmis poistumaan.

## 8 Opinnäytetyön tulokset

Opinnäytetyön toteutusvaihe suoritettiin 21.2 - 13.3.2020 ja valintakriteerit täyttäviä osallistujia ilmoittautui yhteensä kolme (3) henkilöä. Osallistujien ikäjakauma

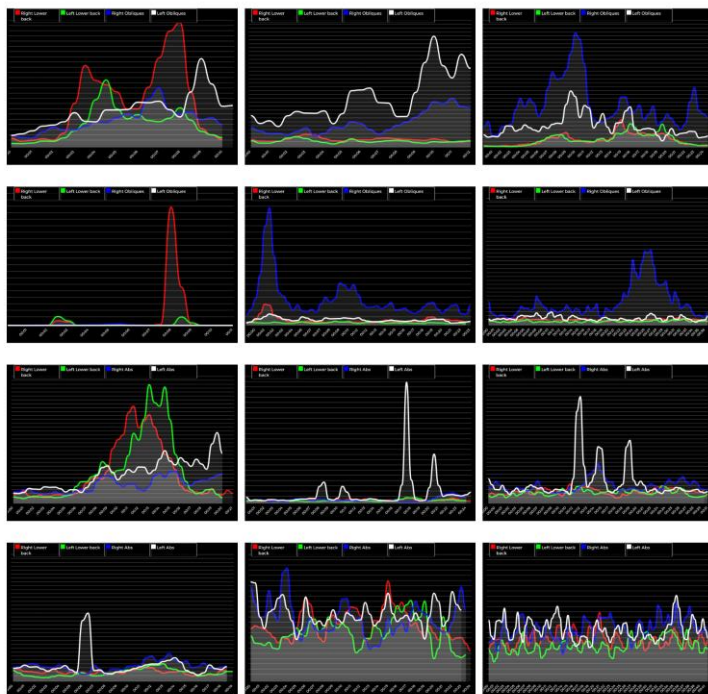
oli 23–25 vuotta. Ennen EMG-mittausta osallistujat täyttivät suostumuslomakkeen, jonka tarkoituksena on varmistaa osallistujien tietoisuus opinnäytetyön tavoitteista ja niiden perustumisesta vapaaehtoisuuteen. Mittauksessa käytettiin Fibrux Oy:n valmistamaa langatonta Mpower-lihasaktivaatiomittaria. Pintaelektrodeja oli käytössä yhteensä neljä (4) kappaletta ja mitattavia lihaspareja myös neljä (4) kappaletta. Luomajoen testipatteriston testit suoritettiin kaksi (2) kertaa jokaiselta osallistujalta. Testikertojen välissä pintaelektrodien paikat vaihdettiin lihaspareista toiseen. Ensimmäisessä mittauksessa selvitettiin lihasparien *m. multifidus*, sekä *m. obliquus externus abdominis* aktivaatiotehotasoa, toisessa mittauksessa lihasparien *m. iliocostalis*, sekä *m. rectus abdominis* aktivaatiotehotasoa. Pintaelektrodit asetettiin SENIAM-projektin, sekä aiheeseen liittyvien tutkimusten suositusten mukaisesti.

Saaduista mittaustuloksista muodostettiin kuvakollaasit helpottamaan lukijaa ymmärtämään jälkitarkastelunäkymässä näkyvää yhteenvetoa lihasten aktivaatiotehotason käyttäytymisestä testitilanteen aikana. Tulokset on sijoitettu kollaašiin lähtien vasemmasta yläkulmasta testistä yksi ja edeten vasemmalta oikealle. Henkilön 1 mittaukset toteutettiin 13.2.2020 (Kuva 1). Lannerangan liikekontrollin testipatteriston tulos oli 0/6, eli ei positiivisia tuloksia.



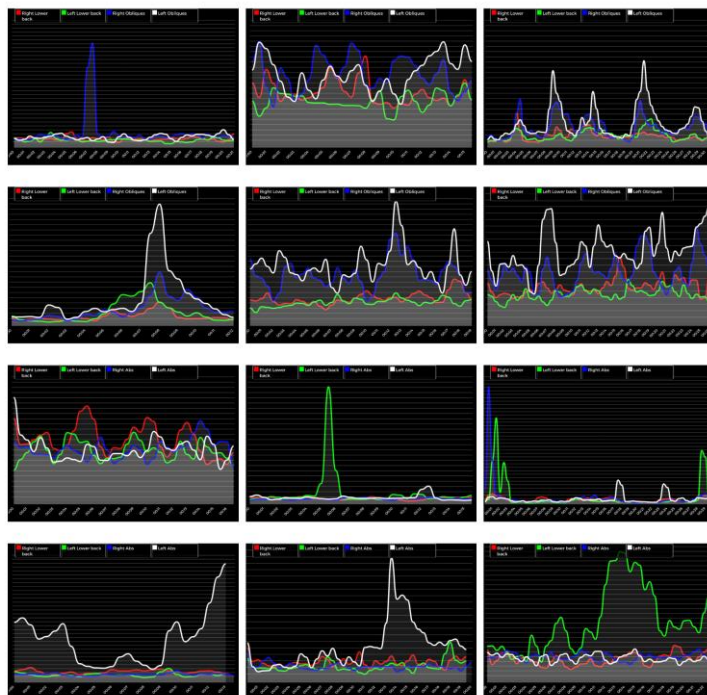
Kuva 1. Henkilön 1 mittaustulokset.

Henkilön 2 mittaukset (Kuva 2) toteutettiin 2.3.2020, sekä 13.3.2020. Mittausten jälkimmäinen patteristo jouduttiin uusimaan, sillä osa mittaustuloksista ei ollut tallentunut Mpowerin mobiilisovellukseen. Lannerangan liikekontrollin testipatteriston tulos oli 0/6, eli ei positiivisia tuloksia.



Kuva 2. Henkilön 2 mittaustulokset.

Henkilön 3 mittaustulokset (Kuva 3) toteutettiin 5.3.2020, sekä 13.3.2020. Jälkimmäisellä kerralla uusittiin yksi mittaustulos, sillä kyseisen testin aikana Mpowerin pintaelektrodit eivät havainneet lihasaktivaatiota. Lannerangan liikekontrollin testipatteriston tulos oli 0/6, eli ei positiivisia tuloksia.



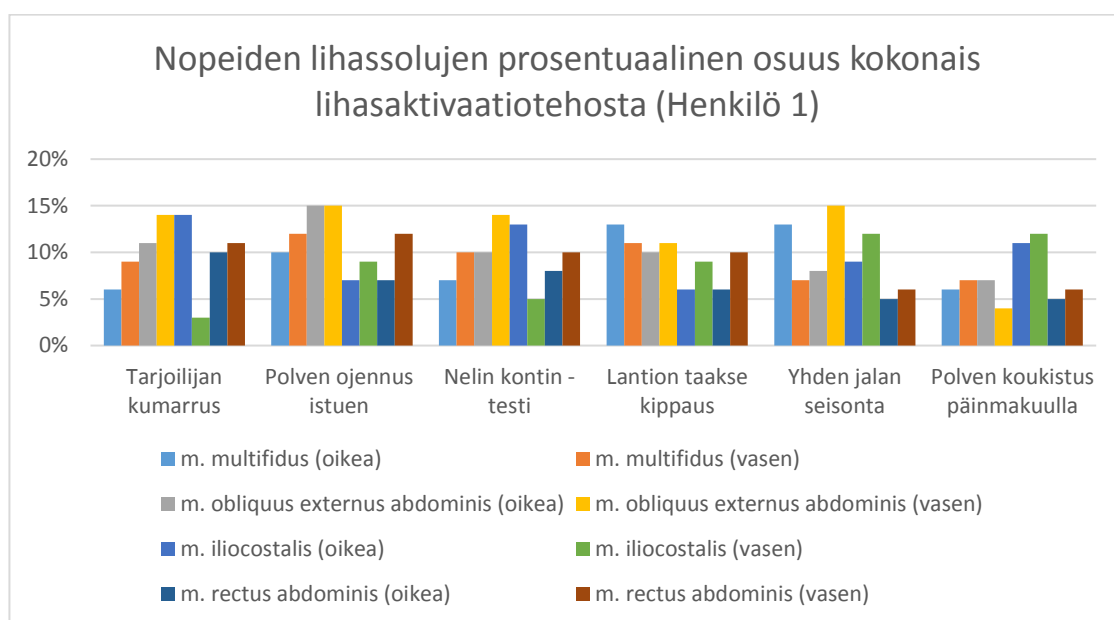
Kuva 3. Henkilön 3 mittaustulokset.

Mpower-mobiilisovellus mahdollistaa nopeiden lihassolujen prosentuaalisen osuuden tarkastelun lihaksen kokonaisaktivaatiotehosta, tästä syystä valitsimme kyseisen arvon tarkasteluun. Resurssien riittämättömyyden takia ei ollut mahdollista siirtää tiedostoja datankäsittelyohjelmiin ja analysoida dataa laajemmin, joten päädyimme vertailemaan jokaisen liikesuorituksen aikana syntyneitä lihasaktiivisuuden huippuarvoja. Analysoitavaksi dataksi valittiin siis nopeiden lihassolujen prosentuaalinen osuus lihasaktivaatiotasosta, sekä jokaisen liikesuorituksen lihaksen aktivaatiotehotason huippuarvot.

Osallistujien testitulokset ovat jaettu kuuteen (6) erilliseen kaavioon mitattavien arvojen perusteella, kolme (3) ensimmäistä kaaviota esittävät nopeiden lihassolujen prosentuaalisen osuuden lihaksen kokonaisaktivaatiotehosta ja seuraavat kolme (3) kaaviota sisältävät jokaisen liikesuorituksen lihasten aktivaatiotehotason huippuarvon. Kaavioissa 1–3 on kuvattu osallistujien nopeiden lihassolujen prosentuaalinen osuus lihaksen kokonaisaktivaatiotehosta. Kaaviot 4–6 esittävät lihaksen aktivaatiotehotason huippuarvoa kunkin suorituksen aikana. Vaakasuo- ralla akselilla on esitetty Luomajoen liikekontrollitestistö vasemmalta oikealle siinä järjestyksessä, kuin ne ovat tässä opinnäytetyön toteutuksessa suoritettu.

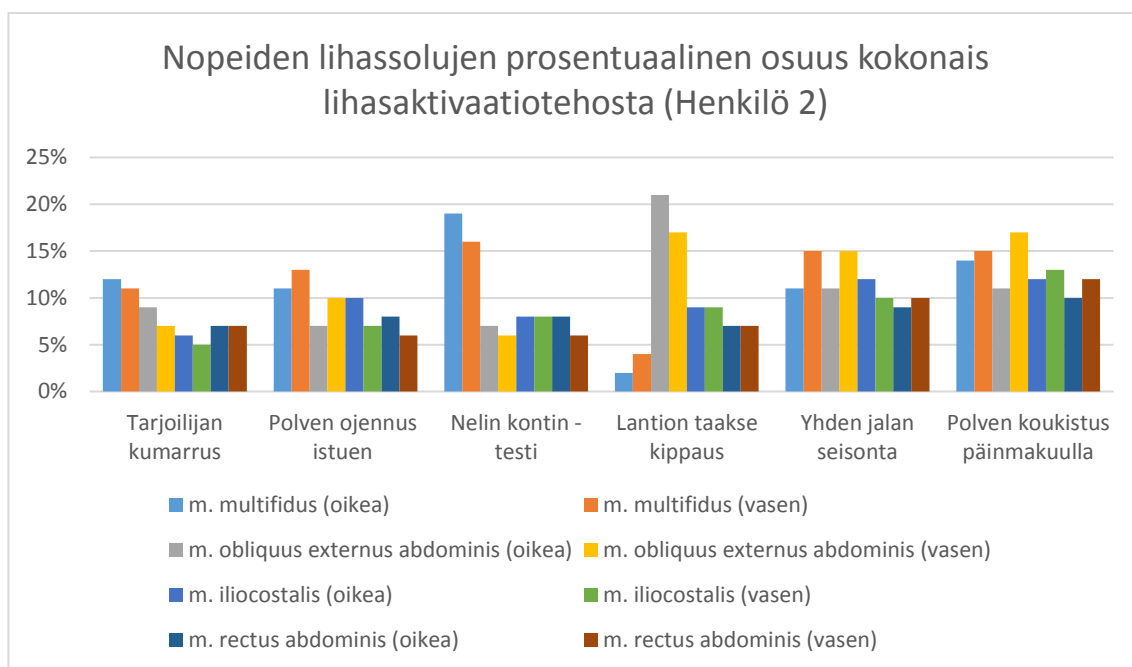
Mitattujen lihasten arvot ovat värikoodattu siten, että ne toistavat toisiaan jokaisessa kaaviossa.

Henkilön 1 nopeiden lihassolujen prosentuaalisen osuuden vaihteluväli kokonaislihasaktivaatiosta (kuvio 1) on 3–15 prosenttiyksikön välillä. Lihasparien nopeiden lihassolujen prosentuaalinen puolieron vaihteluväli on 0–11 prosenttiyksikön välillä.



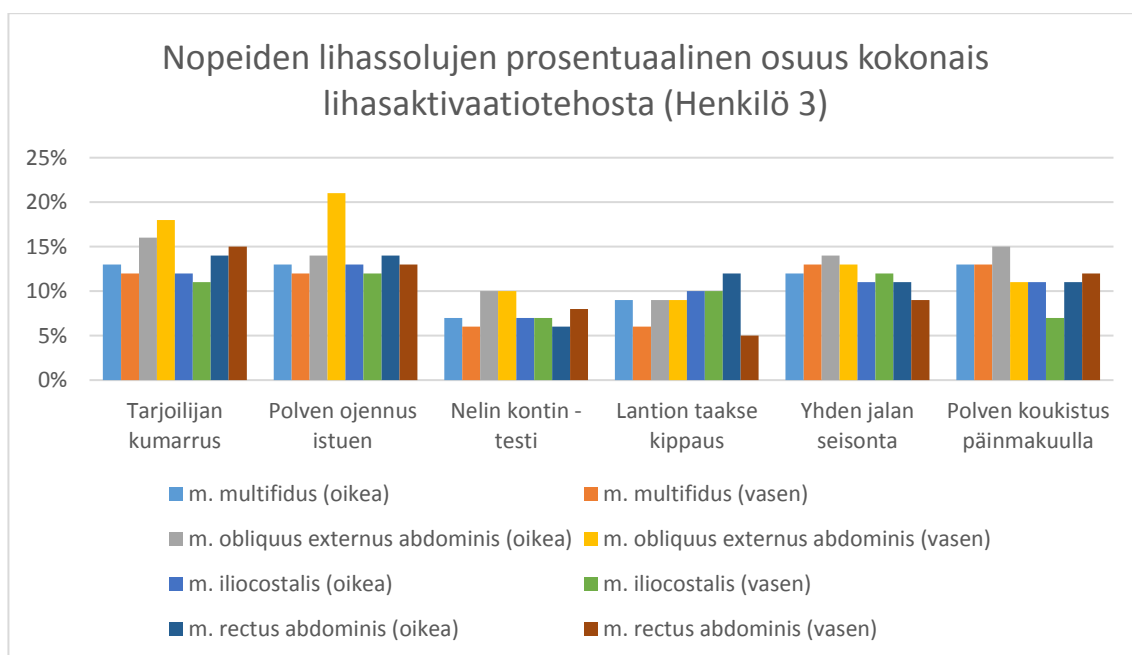
Kuvio 1. Nopeiden lihassolujen prosentuaalinen osuus kokonais lihasaktivaatiotehosta (Henkilö 1).

Henkilön 2 nopeiden lihassolujen prosentuaalisen osuuden vaihteluväli kokonaislihasaktivaatiosta (kuvio 2) on 2–21 prosenttiyksikön välillä. Lihasparien nopeiden lihassolujen prosentuaalinen puolieron vaihteluväli on 0–6 prosenttiyksikön välillä.



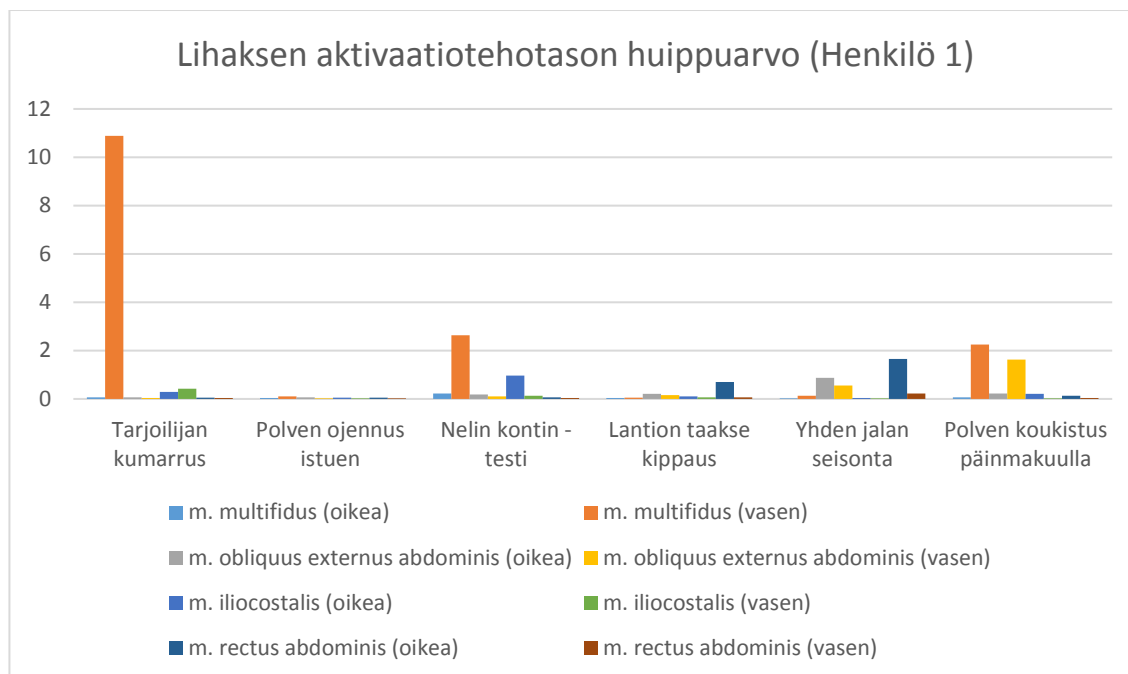
Kuvio 2. Nopeiden lihassolujen prosentuaalinen osuus kokonais lihasaktivaatiotehosta (Henkilö 2).

Henkilön 3 nopeiden lihassolujen prosentuaalisen osuuden vaihteluväli kokonaislihasaktivaatiosta (kuvio 3) on 5–21 prosenttiyksikön välillä. Lihasparien nopeiden lihassolujen prosentuaalinen puolieron vaihteluväli on 0–7 prosenttiyksikön välillä.



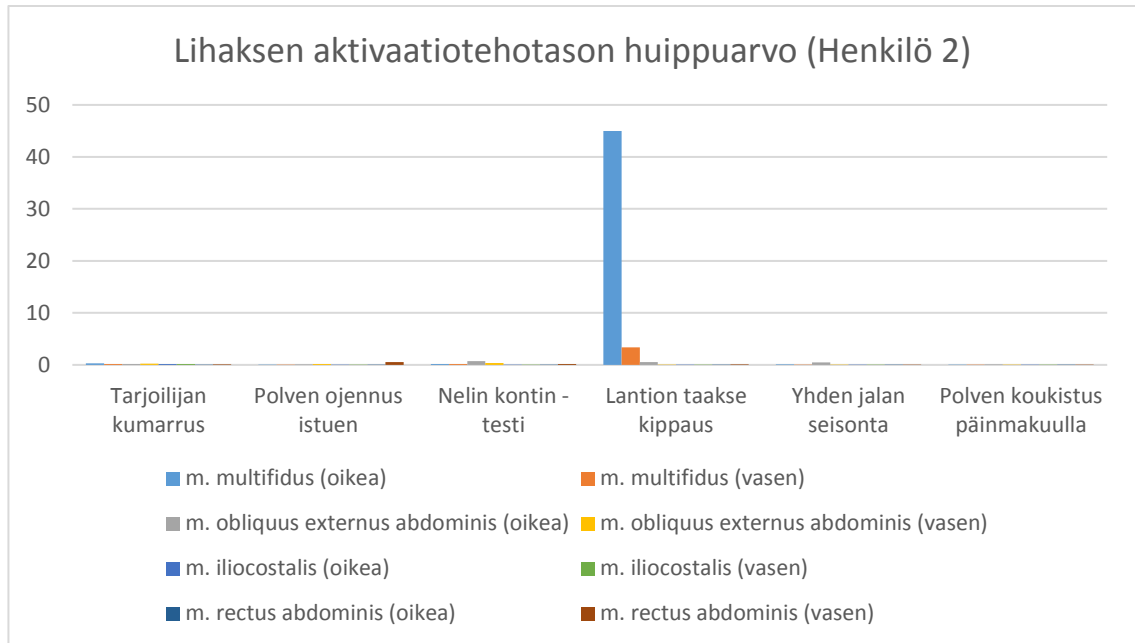
Kuvio 3. Nopeiden lihassolujen prosentuaalinen osuus kokonais lihasaktivaatiotehosta (Henkilö 3).

Henkilön 1 lihasten aktivaatiotehotason huippuarvojen vaihteluväli (kuvio 4) on 0,02–10,88 tehosppektrin pinta-ala/250ms välillä. Lihasparien aktivaatiotehotasojen huippuarvojen vaihteluväli on 0,01–10,81 tehosppektrin pinta-ala/250ms välillä.



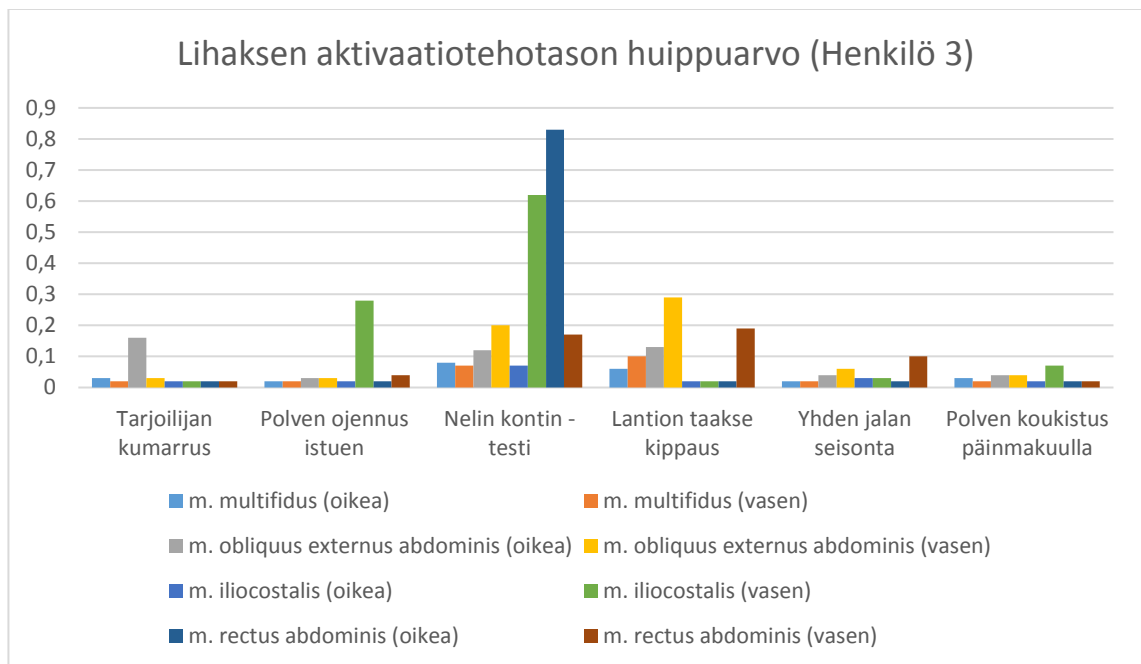
Kuvio 4. Lihaksen aktivaatiotehotason huippuarvo (Henkilö 1).

Henkilön 2 lihasten aktivaatiotehotason huippuarvojen kokonaisvaihtelu (kuvio 5) on 0,01–45,00 tehosppektrin pinta-ala/250ms välillä. Lihasparien aktivaatiotehotasojen huippuarvojen vaihteluväli on 0,00–41,62 tehosppektrin pinta-ala/250ms välillä.



Kuvio 5. Lihaksen aktivaatiotehotason huippuarvo (Henkilö 2).

Henkilön 3 lihasten aktivaatiotehotason huippuarvojen kokonaisvaihtelu (kuvio 6) on 0,02–0,83 tehosppektrin pinta-ala/250ms välillä. Lihasprien aktivaatiotehotasojen huippuarvojen vaihteluväli on 0,00–0,66 tehosppektrin pinta-ala/250ms välillä.



Kuvio 6. Lihaksen aktivaatiotehotason huippuarvo (Henkilö 3).

## 9 Pohdinta

### 9.1 Opinnäytetyön arviointi ja johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkasteluvaihe pitää sisällään opinnäytetyön sisällön ja saatujen tulosten yhteyden tarkastelun, sekä niiden suhteen asetettuihin tavoitteisiin. (Karelia-ammattikorkeakoulu 2018, 18.) Opinnäytetyön tarkoitus tietämyksen tuottamisesta pinta-elektromyografian hyödyntämisestä fysioterapeuttisessa tutkimuksessa ja keskivartalon alueen pinnallisten lihasten käyttäytymisestä liikekontrollitesteissä toteutui tuotoksessa. Opinnäytetyössä on käsitelty hermolihasjärjestelmän toimintaa solutasolta tuotettuun liikkeeseen asti, sekä lihasaktivaation mittausta fysioterapiassa, joiden perusteella lukija saa käsityksen, mitä elimistössä tapahtuu liikkeen aikana ja kuinka kyseistä ilmiötä voidaan hyödyntää fysioterapian alalla. Keskivartalon pinnallisten lihasten havainnointi suoritettiin hyödyntämällä pinta-elektromyografiaa, josta saatu data on esitetty tulokset -osiossa.

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että lihasaktiivisuus liikekontrollitestiä aikana on pääosin mittaamissamme lihaksissa vähäistä. Jokaisella osallistujalla on todettavissa lihasaktiivisuuden puolieroja, mutta tuloksissa ei ole havaittavissa selkeää säännöllisyyttä. On selvää, että puolieroja on todettavissa, mutta näiden tulosten pohjalta on mahdoton sanoa, ovatko tuloksissa esille tulleet puolierot suuria vai ei, ilman vertailukohtaa lihaksen maksimaalisesta tahdonalaisesta supistuksesta. Näistä syistä päädyimme hyödyntämään Mpowerin ainutlaatuisia ominaisuuksia näyttämään mitattavan lihaksen nopeiden lihassolujen prosentuaalisen arvon lihaksen kokonaisaktivaatiotehotasosta. Näitä arvoja tarkastelemalla saadaan tietämystä, kuinka yksilön nopeat lihassolut käyttäytyvät suhteessa lihaksen kokonaisaktivaatioon nähden.

Tämän opinnäytetyön toteutusvaiheen testituloksissa saadut lihasaktiivisuuden huippuarvot ovat haastavia analysoida. Havaitimme testihenkilöillä korkeat lihasaktiivisuuden piikit yksittäisissä lihaksissa, jotka heikentävät testitulosten luo-

tettavuutta. Lihaskäytävyyden piikit voivat johtua lukemattomista eri syistä. Kyseessä olevista tuloksista on kuitenkin havaittavissa, etteivät korkeat aktiivitasot ole pysyneet merkittävinä kauaa. Hetkellisen korkean aktiivitaso voi aiheuttaa esimerkiksi EMG-laitteen häiriösignaali. Alun perin tarkoituksena oli verrata yhden testisuorituksen aikana saadun lihaksen aktiivitaso keskiarvoa lihasparien välillä. Tulosten analysointivaiheeseen päästyämme kävi kuitenkin ilmi, että Mpowerin mobiilisovelluksesta saatava datan tiedostomuoto olisi pitänyt saada muutettua raakadatan muotoon, jotta se olisi ollut soveltuva EMG-datan analysointiin tarkoitettuihin ohjelmistoihin. Tähän ei kummallakaan opinäytetyön tekijällä kuitenkaan ollut riittävästi tietämystä, eikä resursseja, joten päädyimme analysoimaan tuloksia eri näkökulmasta. Toteutusvaiheessa tarkastelimme myös lannerangan liikekontrollihäiriön testipatteriston aikana mahdollisia positiivisia testituloksia tutkimushenkilöiltä. Positiivisia tuloksia ei kuitenkaan tullut ilmi yhdessäkään testissä.

Lihaskäytävyyden vertailu eri henkilöiden välillä on epätarkoituksenmukaista. Lihaskäytävyyttä mitattaessa muuttujia on todella paljon. Eri testikertojen luotettava toistettavuus on haastava toteuttaa. Lihaskäytävyyden tuloksiin vaikuttavat henkilön ikä, kehonkoostumus, harjoittelutausta, elektrodien asettelu, testitilanteen olosuhteet, sekä käytettävän EMG-laitteen tyyppi. Näistä syistä testihenkilöiden lihaskäytävyyden keskinäinen vertailu ei ole suotavaa, koska lihaskäytävyyden arvot ovat hyvin yksilöllisiä ja muuttujia on paljon.

Tämän tyyppisten mittausten haasteena on luotettava toistettavuus. Mittausprosessin olosuhteet ovat muuten hyvin toistettavissa, mutta suurimman haasteen tuottaa Mpower-laitteen pintaelektrodien paikat mitattavalla henkilöllä. Pintaelektrodien paikoille löytyi tutkimusperäistä lähteistä tietoa, mutta ne ovat haastava toistaa luotettavasti. Ottaen huomioon sen, että pintaelektrodin ollessa iholla dynaamisen lihastyön aikana lihaksen origo- ja insertioalueet joko lähenevät tai loitonevat, mutta elektrodi pysyy iholla samassa paikassa. Tämä tuottaa haasteita sille, miltä alueelta elektrodi mittaa sähköistä aktiivitasoa. Testitilanteessa saatiin mitattua niitä arvoja, mitä oli tarkoituksin ja tuloksia pystyttiin analysoimaan. Opinäytetyön tekijöiden mielestä mittarin valinta mahdollisissa jatkotutkimuksissa

voisi olla erityyppinen. Lihasaktiivisuuden mittaukset ovat toistettavuuden kannalta haastavia. Tässä opinnäytetyössä käytetty mittari soveltuu itsessään lihasaktiivisuuden mittaukseen, mutta haasteena on pintaelektrodin paikan toistettavuus eri testikertojen välillä.

## 9.2 Opinnäytetyön toteutus

Tämä opinnäytetyöprosessi aloitettiin toukokuussa 2018. Opinnäytetyön aiheiden ideointiprosessi oli käynnissä huhtikuun ajan. Päätimme, että opinnäytetyömme tulisi käsittelemään puettavaa sensoriikkaa ja sen hyödyntämistä fysioterapiassa. Tarkoituksenamme oli selvittää älyhihan käyttöä terveyden edistämisen kannalta. Esittelimme opinnäytetyön aiheen SENDoc -hankkeen yhteyshenkilölle, jonka kautta saimme heidät toimeksiantajaksi. Päätimme kuitenkin vaihtaa opinnäytetyön aiheen alkuvuodesta 2019 rahoituksen puutteen vuoksi.

Tammikuussa 2019 keskustelimme toimeksiantajan yhteyshenkilön kanssa uudesta opinnäytetyön aiheesta, jolloin päädyimme hyödyntämään SENDoc -hankkeessa jo käytössä olevaa langatonta elektromyografilaitetta. Päätimme tutkia langattoman Mpower-elektromyografian käyttöä fysioterapeuttisessa tutkimuksessa. Tutkimuksen kohteena olisivat krooniset alaselkäkipuiset ja hyödyntäisimme Luomajoen liikekontrollihäiriön testejä. Opinnäytetyön tavoitteena olisi havainnoida kroonisten alaselkäkipuisten keskivartalon pinnallisten lihasten käyttäytymistä Luomajoen liikekontrollitesteissä, sekä selvittää mahdollisia lihasaktiivisuuden puolieroja Mpower-laitteella. Keskustelimme yhteyshenkilön kanssa testiryhmän koosta ja päädyimme tapaustutkimukseen, jossa tyypillinen ryhmäkoko on 1–10. Testit suoritettaisiin Karelia-ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiotiipiskelijöiden opetustiloissa.

Saimme mahdollisuuden tutustua Mpower-laitteeseen ja sen toimintaan helmikuussa 2019. Testasimme laitetta käytännössä Karelia-ammattikorkeakoulun Fysiotikan tiloissa. Käytössämme oli yhteensä neljä langatonta Mpower podia sekä

mobiilisovellukseen sopiva tabletti. Tarkoituksena oli selvittää Mpower-lihasaktiivatiomittarin käytettävyyttä ja päätoimintoja harjoituksen aikana ja tulosten analysointia jälkitarkastelunäkymässä.

Opinnäytetyön suunnitteluvaihe aloitettiin helmikuussa 2019, jolloin rajasimme käsiteltävät aihealueet ja sovimme aikataulun opinnäytetyön etenemiselle. Opinnäytetyön suunnitteluvaihe kesti yhteensä noin vuoden ajan. Aloitimme tietoperustan kirjoittamisen heti, kun olimme saaneet aihealueet rajattua. Tietoperustaa varten tiedonhakuprosessi oli työlästä ja aikaa vaativaa. Tutkittu tieto oli pääosin englannin kielellä. Opinnäytetyön aihetta vastaavia tutkimuksia oli niukasti. Tietoperustaa kirjoittaessa, olimme hyvin lähdekriittisiä ja päädyimme hyödyntämään pääosin tutkimuksista peräisin olevaa tietoa. Suunnitteluvaihe keskeytyi syksyksi 2019, jolloin molemmat opinnäytetyön tekijät suorittivat opiskelijavaihdon, jonka ajaksi päätimme laittaa opinnäytetyön prosessin tauolle.

Alkuvuodesta 2020 esittelimme opinnäytetyön suunnitelman ohjaavalle opettajalle, hän antoi palautteen työstä, jonka pohjalta teimme tarvittavat korjaukset. Olimme tänä aikana yhteydessä ohjaavaan opettajaan, kunnes saimme hyväksynnän siirtyä opinnäytetyön toteutusvaiheeseen. Pilottoimme opinnäytetyön testivaiheen helmikuussa 2020, jonka pohjalta teimme muutoksia mitattavien lihasryhmien suhteen. Päätimme jättää mittauksesta pois seuraavat lihakset: *m. longissimus* sekä *m. abdominis obliquus internus*. Päätöksemme jättää kyseiset lihakset pois mittauksesta perustui testitilanteen sujuvuuteen, sekä tutkittavien lihasten EMG-mittauksen luotettavuuteen. Konsultoimme myös ohjaavaa opettajaamme liittyen tähän muutokseen.

Toteutimme asiakashankinnan 18.2 - 25.2.2020. Ilmoitimme opinnäytetyön toteutuksesta Karelia-ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiopiskelijoiden Facebook -ryhmässä. Suoritimme testejä jatkuvana kriteerien täyttämien henkilöiden löydyttyä. Opinnäytetyön toteutus suoritettiin helmi- maaliskuun vaihteessa 2020. Testit suoritettiin Karelia-ammattikorkeakoulun Fysiotikan testitiloissa. Opinnäytetyön tekijät varasivat tilat testauspäiviä varten.

### 9.3 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyön tekijät ovat noudattaneet Tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön ohjetta ja toimintatapoja opinnäytetyötä tehdessään. Prosessin eri vaiheiden aikana on noudatettu yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta, sekä osoitettu kunnioitusta muiden tutkijoiden työtä ja saavutuksia kohtaan osoittamalla heille asianmukaista arvoa ja tunnustusta. Näihin ohjeisiin lukeutuvat myös rehellisyys ja avoimuus opinnäytetyön tulosten esittämisessä ja arvioinnissa. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6–7.)

Tämän opinnäytetyön toteutusvaiheeseen osallistuminen oli vapaaehtoista. Opinnäytetyön toteutukseen osallistuneet ovat saaneet rauhassa ja riittävän ajoissa perehtyä tiedotteeseen, jossa ilmaistaan avoimesti ja rehellisesti toteutuksen eri vaiheet ja sen tarkoitus. Tämän lisäksi osallistujat ovat allekirjoittaneet suostumuslomakkeen, jossa suostuvat vapaaehtoisiksi tutkimushenkilöiksi. Kaikille osapuolille on tehty selväksi, että henkilötietoja käsitellään anonymisti, sekä kerätyt henkilötiedot hävitetään asianmukaisesti. Olemme allekirjoittaneet toimeksiantosopimuksen SENDoc (Smart Sensor Devices for Rehabilitation and Connected Health. 2018) -hankkeen edustajan kanssa, jossa käy ilmi opinnäytetyön tuloksien dokumentointi ja niiden käyttöoikeudet, sekä kaikkien osapuolien vastuut.

Tiedonhakuprosessin aikana tämän opinnäytetyön lähteitä etsiessä on käytetty seuraavia hakukoneita: CINAHL, PubMed, PEDro, ResearchGate, Google Scholar, NCBI, Terveysportti ja Finna. Tutkimuseräisten julkaisujen hyödyntäminen opinnäytetyössä mahdollisti tekijöitä saamaan laadukkaan ja kattavan käsityksen aiheesta. Tavoitteena oli luoda aineistosta mahdollisimman laaja ja luotettava, joten opinnäytetyössä on hyödynnetty pääasiallisesti kansainvälistä tutkimuskirjallisuutta. Tarkoituksena oli hyödyntää saatavilla olevaa tietoa mahdollisimman kattavasti, joten opinnäytetyössä on hyödynnetty tutkimuskirjallisuuden lisäksi oppikirjoja, väitöskirjoja, verkkolähteitä, pro gradu -tutkielmia, sekä tieteellisiä artikkeleita. Hakukoneista tietoa etsiessä on käytetty muun muassa seuraavia hakusanoja: electromyography, sEMG, chronic low back pain, muscle activity, movement control test, lihasaktiivisuus, elektromyografia, alaselkäkipu ja Mpower.

Tieteellisten julkaisujen etsimistä helpottaa kuitenkin hoitotyön tieteenalallakin käytössä olevan Open Access -järjestelmä. Tämä takaa sen, että tieteelliset artikkelit ja tieteellisten yliopistotutkintojen opinnäytetyöt ovat saatavilla sähköisessä muodossa. Opinnäytetyössä on hyödynnetty mahdollisimman tuoreita tieteellisiä julkaisuja, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Lähdeluetteloa on ylläpidetty koko opinnäytetyöprosessin ajan ja se on tehty huolellisesti. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017, 172–175.)

Tämän opinnäytetyön luotettavuutta on arvioitu validiteetin ja reliabiliteetin näkökulmasta. Mittaamisen reliabiliteetilla tarkoitetaan kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia, eli tällä viitataan tulosten pysyvyyteen. Mittaus- ja tutkimusmenetelmää on arvioitu validiteetin näkökulmasta. Pintaelektrodien paikat on valittu tutkitun tiedon perusteella, sekä toistettavuus on huomioitu mahdollisimman tarkasti toteutusta suorittaessa. Testitilanne suoritettiin suunnitellun protokollan mukaisesti. Kahdelle kolmesta osallistujasta testipatteristo oli ennestään tuttu.

#### **9.4 Ammatillinen kasvu**

Opinnäytetyön aihepiiri valikoitui oman mielenkiintomme mukaan. Pyrimme opinnäytetyössä käsittelemään jotakin ajankohtaista aihetta, joka kehittäisi meitä ammatillisesti ja jonka olemme itse ideoineet. Idea teknologian hyödyntämisestä syntyi ensimmäistä ideapaperia tehdessämme ja vaikka opinnäytetyön aihe muuttui välissä, pysyi aihepiiri kuitenkin samana koko opinnäytetyöprosessin ajan. Prosessi opetti tutkimuksellisen työn aihealueen rajauksesta, suunnittelusta, toteutuksesta, sekä näiden kaikkien alueiden yhdistämisestä paljon. Tietoperustassa syvennyimme lihaksen aktivaation periaatteisiin ja sen mittaamiseen ja arviointiin fysioterapeuttisin keinoin. Myös tutkimusmenetelmän valinta auttoi ammatillista kehitystä prosessin aikana, sillä tapaustutkimuksessa syvennyimme sekä laadullisen että määrällisen tutkimuksen aineiston hankinta- ja analyysimenetelmiin.

Opinnäytetyön toteutuksen suunnittelu opetti tutkimustilanteeseen valmistautumisesta, sen toteutuksesta, sekä tulosten analysoinnista paljon. Luotettavan tutkimuksen toteuttamisessa täytyi ottaa huomioon useita asioita ja esimerkiksi toteutuskerrat kehittivät jokaisella kerralla luontevammiksi. Tiedonhaku tapahtui pääosin englanniksi, joten pyrimme käyttämään opinnäytetyössämme laajasti eri tietokantoja löytääksemme tutkittua tietoa aiheesta. Opinnäytetyöprosessi opetti tutkimustiedon kriittisyyden arviointia, sekä hyödyntämistä opinnäytetyössä. Raportin kirjoittamistaidot kehittivät opinnäytetyön edetessä. Tutkimusaineiston koaminen opetti olennaisen tiedon rajaamista, sekä tieteellisestä kirjoittamisesta ja sen tyylistä.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyöprosessi sujui kivuttomasti ja yhteistyö raportin sisällön tuottamisessa toimi koko prosessin ajan. Toteutimme opinnäytetyön suunnitteluvaiheen huolellisesti ja pystyimme noudattamaan kyseistä suunnitelmaa koko prosessin ajan. Huolellinen suunnittelu ja tehtävien jäsentäminen auttoivat hallitsemaan prosessia ja sen loogista etenemistä.

## **9.5 Jatkotutkimus- ja kehittämisideat**

Opinnäytetyöprosessin aikana on tullut esille useita erilaisia jatkotutkimus- ja kehittämisideoita liittyen aiheeseen. Koemme, että datankäsittelyyn ja Mpowerin mobiilisovelluksen käyttöön liittyen mahdollinen yhteistyö valmistajan kanssa olisi ollut hyödyllistä. Hankaluuksia prosessin aikana tuotti saadun datan mittayksikön (aktivaatiotehotaso) selvittäminen, sekä datan käsittelyn ongelmat muilla kuin laitteen valmistajan sovelluksella. Datan muuntaminen pdf-tiedostoksi tuotti pään vaivaa, sillä näkymästä puuttui oleellista tietoa, sekä osa mittaustuloksista hävisi näkymästä kokonaan. Tulosten analysointi oli haasteellista, koska emme otta- neet suunnitteluvaiheessa huomioon, mitä kaavaa käyttäen saisimme tutkittua lihasaktiivisuuden puolieroja. Tämän lisäksi Mpowerin tuottama tiedostomuoto ei ollut yhteensopiva minkään muun tiedostonkäsittelyohjelman kanssa, joita yritimme tämän opinnäytetyöprosessin aikana käyttää.

Opinnäytetyön toteutusvaiheen jälkeen nousi esille maksimaalisen tahdonalaisen lihassupistuksen ottaminen vertailukohtaksi liikekontrollihäiriötestien aineistoanalyysiin. Ilman maksimaalisen tahdonalaisen lihassupistuksen vertailukohtaa lihasaktiivisuuden puolierojen merkittävyyttä on kyseenalaista arvioida, sillä ei ole tiedossa, onko yksilöiden puolierot merkittäviä vai ei. Analysointia helpottaisi myös kelloitettu aloitus ja lopetus testauksessa, jolloin saadusta datasta voidaan rajata kyseessä olevat ajat pois. Luotettavuutta lisäisi myös testitilanteen videointi, jolloin voisimme verrata EMG-käyrän nousuja ja laskuja testisuorituksen vaiheisiin.

Opinnäytetyön jatkotutkimusideana voitaisiin tutkia motorisen kontrollin harjoittamisen vaikutusta lihasaktivaation puolieroihin intervention avulla. Intervention avulla voitaisiin myös tutkia esimerkiksi lihaksen aktivaatiotehotason muutosta suoritusten välillä. Myös opinnäytetyön perusjoukkoa, eli tutkittavien henkilöiden määrää voisi kasvattaa jatkotutkimuksissa. Tämän lisäksi verrokkiryhmän käyttö puolierojen tulosten analysoinnissa lisäisi tutkimuksen luotettavuutta.

## Lähteet

- Arokoski, J., Mikkelsen, M., Pohjolainen, T. & Viikari-Juntura, E. 2015. *Fysioterapia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Aromaa, A. & Koskinen, S. 2002. *Terveys ja toimintakyky Suomessa. Terveys 2000 -tutkimuksen perustulokset*. Helsinki: Hakapaino Oy. Kansanterveyslaitos. <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/78355/b3.pdf?sequence=1&isAllowed=y> 13.2.2019.
- Azevedo, D., Ferreira, P., Santos, H., Oliveira, D., Souza, J. & Costa, L. 2018. *Movement System Impairment-Based Classification Treatment Versus General Exercises for Chronic Low Back Pain: Randomized Controlled Trial*. Oxford University Press. <https://academic.oup.com/ptj/article/98/1/28/4107780>. 10.2.2020.
- Beim, G., Giraldo, J., Pincivero, G., Borrer, M. & Fu, F. 1997. *Abdominal Strengthening Exercises: A Comparative EMG Study*. Human Kinetics Publishers. <https://pdfs.semanticscholar.org/46c5/9a5119389c153cd23732315c6c872497b530.pdf> 13.2.2019.
- Borg, F., Laxåback, G. & Sandström, L. 2015. *Simultaneous EMG measurements with Mpower (Fibrux) and Telemyo G2 (Noraxon): Comparing amplitude*. University of Jyväskylä. <http://www.mpower-bestrong.com/img/science/Chydenius.pdf> 21.10.2019.
- Cram, J. & Steger, J. 1983. *Emg scanning in the diagnosis of chronic pain*. Springer Nature. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00998853> 21.10.2019.
- De Muynck, M., Parlevliet, T., De Cock, K., Vanden Bossche, L., Vanderstraeten, G. & Özçakar, L. 2012. *Musculoskeletal ultrasound for interventional physiatry*. Edizioni Minerva Medica. <https://www.minervamedica.it/en/get-freepdf/Ve7U4WDP2VGc3IYU5JPsQF8HLV5Kol8jMv6sXrVlzhEss1sP5gEet9ppW7frf55RpAVIYx-CrseSVX8ck2qfVXg%253D%253D/R33Y2012N04A0675.pdf> 16.1.2020.
- Drysdale, C., Earl, J. & Hertel, J. 2004. *Surface Electromyographic Activity of the Abdominal Muscles During Pelvic-Tilt and Abdominal-Hollowing Exercises*. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC385259/> 13.2.2019.
- Fibrux Oy. 2016. *Mpower – Lihasaktivaatiomittari*. [http://mpower-bestrong.com/manual/MPOWER\\_kayttoohje.pdf](http://mpower-bestrong.com/manual/MPOWER_kayttoohje.pdf) 21.10.2019.
- Fibrux Oy. 2020. *Mpower – Tiede*. <http://www.mpower-bestrong.com/fi/science.html> 26.4.2020.
- Foster, N., Anema, J., Cherkin, D., Chou, R., Cohen, S., Gross, D., Ferreira, P., Fritz, J., Koes, B., Peul, W., Turner, J., Maher, C. & Lancet Low Back Pain Series Working Group. 2018. *Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions*. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/323920714\\_Prevention\\_and\\_treatment\\_of\\_low\\_back\\_pain\\_evidence\\_challenges\\_and\\_promising\\_directions](https://www.researchgate.net/publication/323920714_Prevention_and_treatment_of_low_back_pain_evidence_challenges_and_promising_directions) 12.2.2020.

- Gilroy, A., MacPherson, B., Ross, L., Schuenke, M., Schulte, E. & Schumacher, U. 2012. Atlas of Anatomy: Latin nomenclature. New York: Thieme Medical Publishers Inc.
- Hartvigsen, J., Hancock, MJ., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, ML., Genevay, S., Hoy, D., Karpainen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, RJ. & Underwood, M. 2018. What low back pain is and why we need to pay attention. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/324245191\\_What\\_low\\_back\\_pain\\_is\\_and\\_why\\_we\\_need\\_to\\_pay\\_attention](https://www.researchgate.net/publication/324245191_What_low_back_pain_is_and_why_we_need_to_pay_attention) 19.11.2019.
- Jull, G., Moore, A., Falla, D., Lewis, J., McCarthy, C. & Sterling, M. 2015. Grieve's Modern Musculoskeletal Physiotherapy. United Kingdom: Elsevier.
- Kalso, E., Haanpää, M., Hamunen, K., Kontinen, V., Vainio, A. 2018. Kipu. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Suomen yliopistopaino Oy – Juvenes Print.
- Kankkunen, P. & Vehviläinen-Julkunen, K. 2017. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Karelia-ammattikorkeakoulu. 2018. Opinnäytetyön ohje. [https://student.karelia.fi/fi/opinnot/oppari/opinnaytetyo\\_asiakirjakirjasto/Karelia\\_opinnaytetyon\\_ohje.pdf#search=Opinn%C3%A4ytety%C3%B6n%20ohje](https://student.karelia.fi/fi/opinnot/oppari/opinnaytetyo_asiakirjakirjasto/Karelia_opinnaytetyon_ohje.pdf#search=Opinn%C3%A4ytety%C3%B6n%20ohje) 10.4.2020.
- Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Tampere: Tammerprint Oy.
- Kauranen, K. 2014. Lihas – Rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Tampere: Tammerprint Oy.
- Kauranen, K. 2017. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Koponen, P., Borodulin, K., Lundqvist, A., Säöksjärvi, K. & Koskinen, S. 2018. Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa. FinTerveys 2017 -tutkimus. Terveiden ja hyvinvoinninlaitos. [http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136223/Rap\\_4\\_2018\\_FinTerveys\\_verkko.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136223/Rap_4_2018_FinTerveys_verkko.pdf?sequence=1&isAllowed=y) 10.1.2019.
- Koskinen, S., Lundqvist, A. & Ristiluoma, N. 2012. Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa 2011. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/90832/Rap068\\_2012\\_netti.pdf](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/90832/Rap068_2012_netti.pdf) 10.1.2019.
- Käypä hoito -suositus. 2017. Alaselkäkipu. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Fysiatriryhdistyksen asettama työryhmä. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <https://www.kaypahoito.fi/hoi20001> 14.1.2020.
- Latash, M. 2018. Muscle coactivation: definitions, mechanisms, and functions. American Physiological Society. [https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jn.00084.2018?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%3Dpubmed&](https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jn.00084.2018?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&) 23.4.2020.
- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2017. Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Luomajoki, H., Beltran, M., Careddu, S. & Bauer, C. 2018. Effectiveness of movement control exercise on patients with non-specific low back pain and movement control impairment: A systematic review and meta-analysis.

- sis. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/324063327\\_Effectiveness\\_of\\_movement\\_control\\_exercise\\_on\\_patients\\_with\\_non-specific\\_low\\_back\\_pain\\_and\\_movement\\_control\\_impairment\\_A\\_systematic\\_review\\_and\\_meta-analysis](https://www.researchgate.net/publication/324063327_Effectiveness_of_movement_control_exercise_on_patients_with_non-specific_low_back_pain_and_movement_control_impairment_A_systematic_review_and_meta-analysis) 11.2.2020.
- Luomajoki, H., Kool, J., de Bruin, E. & Airaksinen, O. 2007. Reliability of movement control tests in the lumbar spine. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2164955/> 9.12.2019.
- Luomajoki, H. 2018. Liikkeen ja liikekontrollin häiriöt. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Neblett, R., Brede, E., Mayer, T. & Gatchel, R. 2013. WHAT IS THE BEST SURFACE EMG MEASURE OF LUMBAR FLEXION-RELAXATION FOR DISTINGUISHING CHRONIC LOW BACK PAIN PATIENTS FROM PAIN-FREE CONTROLS? National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3594078/> 21.1.2020.
- Neumann, D. 2010. Kinesiology of the musculoskeletal system. United States: Mosby, Inc., an affiliate of Elsevier Inc.
- Neumann, P. & Gill, V. 2002. Pelvic Floor and Abdominal Muscle Interaction: EMG Activity and Intra-abdominal Pressure. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/11319957\\_Pelvic\\_Floor\\_and\\_Abdominal\\_Muscle\\_Interaction\\_EMG\\_Activity\\_and\\_Intra-Abdominal\\_Pressure](https://www.researchgate.net/publication/11319957_Pelvic_Floor_and_Abdominal_Muscle_Interaction_EMG_Activity_and_Intra-Abdominal_Pressure) 12.1.2020.
- Niemenlehto, P-H. 2004. Tahdonalaisen lihasaktiiviteetin havaitseminen EMG-signaalista neuroverkon avulla. Tampereen yliopisto. Tietojenkäsittelytieteiden laitos. Pro gradu -tutkielma. [https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/92407/Niemenlehto\\_Pekka.pdf?sequence=1](https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/92407/Niemenlehto_Pekka.pdf?sequence=1) 9.12.2019.
- O'Sullivan, P. 2005. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. Elsevier. <https://www.fydee.nl/wp-content/uploads/2017/02/5OSullivan2005MCIIles031011.pdf> 19.11.2019.
- Pönkänen, S. 2009. EMG:n soveltaminen tuotekehityskäyttöön. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Hyvinvointiteknologia. Opinnäytetyö. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33240/Ponkanen\\_Simo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33240/Ponkanen_Simo.pdf?sequence=1&isAllowed=y) 29.10.2019.
- Sahrmann, S. 2002. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. St. Louis: Mosby cop.
- SENIAM. 1999. SENIAM. <http://seniam.org/> 19.11.2019.
- Sihvonen, T. 1995. Low Back Pain, Paraspinal EMG and Forgotten Dorsal Rami. Kuopio: University of Kuopio.
- Suomalainen Lääkäriseura Duodecim ja Työeläkevakuuttajat TELA. 2008. FACULTAS toimintakyvyn arviointi.
- Tae-lim, Y. & Ki-song, K. 2013. Effect of Craniocervical Flexion on Muscle Activities of Abdominal and Cervical Muscles During Abdominal Curl-Up Exercise. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/264147987\\_Effect\\_of\\_Craniocervical\\_Flexion\\_on\\_Muscle\\_Activities\\_of\\_Abdominal\\_and\\_Cervical\\_Muscles\\_During\\_Abdominal\\_Curl-Up\\_Exercise#pf3](https://www.researchgate.net/publication/264147987_Effect_of_Craniocervical_Flexion_on_Muscle_Activities_of_Abdominal_and_Cervical_Muscles_During_Abdominal_Curl-Up_Exercise#pf3) 14.3.2019.
- Talvitie, U., Karppi, S-L. & Mansikkamäki, T. 2006. Fysioterapia. Helsinki: Edita Prima Oy.

- Terveysportti. 2019. Alaselkäkipu. Duodecim. [https://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=ykt00471&p\\_haku=selk%C3%A4kipu](https://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00471&p_haku=selk%C3%A4kipu) 14.3.2019.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. [https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf) 10.4.2020.
- Zhang, S., Xu, Y., Han, X., Wu, W., Tang, Y. & Wang, C. 2018. Functional and Morphological Changes in the Deep Lumbar Multifidus Using Electromyography and Ultrasound. National Center for Biotechnology Information. [ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5916921/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5916921/) 14.3.2019.

## Lihastuettelo

### **M. multifidus**

*M. multifidus* kuuluu niin sanottuun transversospinaali lihasryhmään. Muita lihaksia tässä ryhmässä ovat mm. *semispinalis thoracis, cervicis* ja *capitis*, sekä mm. *rotatores cervicis, thoracis* ja *lumborum*. Yhdessä nämä lihakset tuottavat selkärangan rotaatio ja ekstensio suuntaista liikettä, sekä toimivat selkärankaa stabiloivana elementtinä liikkeen aikana. (Neumann 2010, 388.) Lihasta hermottavat n. spinales (r. dorsalis) (Gilroy, MacPherson, Ross, Schuenke, Schulte & Schmacher 2012, 34).

*M. multifidus* lihasrunгон lähtökohta on ristiluun yläpuoliskosta, suoliluun harjusta, *erector spinae* lihasryhmän aponeuroosista, lannerangan nikamien nivelhaarakkeista, rintarangan nikamien poikkihaarakkeista ja kaulanikamien C04–C07 nivelhaarakkeista. Lihaskunto kiinnittyy jokaisen selkärangan nikaman okahaarakkeisiin. Lihaksen tehtävänä on selkärangan ojennus, sivutaivutus ja rotaatio, sekä stabiloida selkärankaa kaikkien näiden liikkeiden aikana. (Neumann 2010, 388.)

### **M. iliocostalis**

*M. iliocostalis* kuuluu niin sanottuun *erector spinae* lihasryhmään, tämän lisäksi ryhmään kuuluu *m. longissimus* ja *m. spinalis* lihasryhmät. Yhdessä näiden lihasryhmien pääasiallinen tehtävä on selkärangan ojentaminen ja sivutaivutus, sekä kompression luonti. *m. longissimus* osallistuu myös kaularangan ja pään ojentamiseen, sekä sivutaivutuksiin ja kiertoihin. (Neumann 2010, 386.) Lihasta hermottavat n. spinales C08–L01 (r. dorsalis, lateraaliset haarat) (Gilroy ym. 2012, 32).

*M. iliocostalis* lihasryhmä voidaan sijainnin mukaan jakaa kolmeen osaan: lannerangan (*lumborum*), rintarangan (*thoracis*) ja kaularangan (*cervicis*) osat. Lannerangan osion lähtökohta on ristiluu, suoliluun harju ja lanneselkäkälvo. Lihaksen

kiinnityskohtina toimii kuuden tai seitsemän alimman kylkiluun selkärangan puoleiset alaosat. Lihaksen tehtävänä on selkärangan ojennus ja sivutaivutus, sekä rotaatio. Lihaksen tehtävä on myös depressoida kylkiluita. (Neumann 2010, 386.)

Rintarangan osion lähtökohtana toimii kuuden alimman kylkiluun yläosat. Lihas kiinnittyy kuuden ylimmän kylkiluun yläosaan, sekä kaulanikaman C07 poikkihaarakeen takaosaan. Lihaksen tehtävänä on selkärangan ojennus ja sivutaivutus, sekä rotaatio. (Neumann 2010, 386.)

*M. iliocostalis* lihasrungan kaularangan osion lähtökohtana ovat kylkiluiden 3–6 takaosat (selkärangan puolella). Kiinnityskohtina toimivat kaulanikamien C04–C06 poikkihaarakeet. Lihaksen tehtävänä on ojentaa ja sivutaivuttaa selkärangaa, sekä olla kierto- ja kiertoliikkeissä apuna. (Neumann 2010, 386.)

### **M. obliquus externus abdominis**

*M. obliquus externus abdominis*, eli ulompi vino vatsalihas sijaitsee keskivartalolla lateraalisesti ja on vatsalihaksista kaikkein pinnallisimmin. Lihaksen lähtökohtana ovat rintalasta ja kylkiluiden 5–12 ulkopinnat ja alareunat. Lihaksen kiinnityskohtina ovat häpyluu (*os pubis*), valkoinen jännesauma, sekä suoliluun harju. Lihaksen tehtävänä ovat kompression luominen vatsanseinämään, selkärangan koukistus, sivutaivutus, sekä rotaatio. (Neumann 2010, 390–391.) Lihasta hermottavat kylkivälihermot n. intercostales T07–T12 (Gilroy ym. 2012, 140).

### **M. rectus abdominis**

*M. rectus abdominis*, eli suora vatsalihas jakaantuu oikeaan ja vasempaan puoliskoon valkoisen jännesauman kautta. Lihaksen lähtökohtana toimii häpyluun harju. Lihaksen kiinnityskohtina ovat rintalastan miekkalisäke, sekä kylkiluiden 5–7 rustopinnat. Lihasten tehtävänä on selkärangan koukistus, lantion posteriorinen kippaus, sekä kompression luominen vatsaseinämään. Lihasta hermottavat kylkivälihermot n. intercostales T05–T12. (Gilroy ym. 2012, 140.)

## TIEDOTE TUTKIMUKSESTA

### Tutkimuksen nimi

Sendoc – Smart Sensor Devices for Rehabilitation and Connected Health

Keskivartalon lihasten aktiivisuus alaselän liikekontrollitesteissä – tapaus-tutkimus

### Pyyntö osallistua tutkimukseen

Teitä pyydetään mukaan tutkimukseen, jossa tutkitaan keskivartalon lihasten aktiivisuutta Luomajoen liikekontrollitesteissä langattomalla pinta-elektrodilaitteella. Lisäksi tutkimme keskivartalon alueen lihasaktiivisuuden puolieroja kyseessä olevissa testeissä. Olemme arvioineet, että sovellutte tutkimukseen, koska teillä on todettu krooninen epäspesifi selkäkipu ja sovellutte testattavien ikäryhmään. Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja teidän osuuttanne siinä. Perehdyttyänne tähän tiedotteeseen teille järjestetään mahdollisuus esittää kysymyksiä tutkimuksesta, jonka jälkeen teiltä pyydetään suostumus tutkimukseen osallistumisesta.

Toimeksiantajana tässä tutkimuksessa toimii SENDoc –hanke. Tutkimuksesta vastaa Karelia Ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiopiskelijat, Miska Väyrynen ja Kimi Holopainen. Osallistujarekisterinpitäjänä toimii: Karelia Ammattikorkeakoulu Oy, minkä yhteyshenkilönä toimii rehtori Petri Raivo.

### Vapaaehtoisuus

Tähän tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Voitte kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen, keskeyttää osallistumisenne tai peruuttaa suostumuksenne, milloin tahansa tutkimuksen aikana. Ottakaa tuolloin yhteys tutkijaan. Jos keskeytätte tutkimuksen tai peruutatte suostumuksenne, teistä keskeyttämiseen ja suostumuksen peruuttamiseen mennessä kerättyjä tietoja ja näytteitä voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa.

### Tutkimuksen tarkoitus

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa tietämystä pinta-elektromyografian hyödyntämisestä fysioterapeuttisessa tutkimisessa, sekä selvittää keskivartalon alueen pinnallisten lihasten käyttäytymistä liikekontrollitesteissä.

Tutkimuksen tavoitteena on havainnoida keskivartalon pinnallisten lihasten käyttäytymistä Luomajoen liikekontrollihäiriön testipatteriston avulla, langattomalla elektromyografilaitteella. Tavoitteena on selvittää kroonisen selkäkipupotilaan lihasten aktiivisuuden puolieroja tapaustutkimuksessa, jossa kohderyhmä on rajattu epäspesifistä selkäkipusta kärsiviin. Tutkimukseen osallistuu Fysiotikan asiakkaita, jotka soveltuvat kohderyhmään.

### Tutkimukseen valmistautuminen

Emme suosittele voimakasta räsitystä testiä edeltävänä päivänä, taataksemme luotettavat testitulokset.

## Tutkimuksen kulku

Tässä tutkimuksessa tutkitaan keskivartalon lihasten (M. multifidus, M. iliocostalis, M. rectus abdominis, M. obliquus externus abdominis) aktiivisuutta Luomajoen liikekontrollitesteissä Mpower (<https://mpower.fi/>) langattoman pintaelektrodilaitteen avulla. Lihasaktivaatiodataa voidaan tarkastella joko reaaliajassa harjoittelun aikana tai sen jälkeen. Reaaliaikaiset mittausnäkyvät sisältävät aktivaatiotehon, tarkemmin voidaan mitata lihasparin suoritustasapainoa, sekä aktivaatiotehojen suhdetta. Sovellus näyttää myös kokonaisvaltaisen aktivaativolyymien, joka kertoo lihaksen kaiken aktivaatiotehon tuottaman summan harjoittelun aikana. Jälkitarkastelunäkymiin lukeutuvat samat mittausarvot, kuin reaaliaikaisiin näkyymiin. Jälkitarkastelussa voidaan kuitenkin tarkemmin seurata aktivaatiotasoa lihas-, sekä sarjakohtaisesti.

Tutkimuksen alussa asiakkaan iho puhdistetaan ko. lihasten lihasrungon päältä, jonka jälkeen iholle asetetaan pintaelektrodipodit, jotka kiinnitetään tarralla. Testejä suoritetaan yhteensä kuusi (6) kappaletta, tämä toistetaan kahdesti. Tämän jälkeen testaajat ohjeistavat liikekontrollitesteit sanallisesti, asiakas suorittaa testin ja mikäli liikesuoritus on virheellinen, näytetään liikesuoritus ja tarkennetaan ohjeistusta sanallisesti. Varsinaisen mittaustilanteen jälkeen asiakas on vapaa poistumaan. Tutkimuksen arvioitu kesto 30 minuuttia.

## Tutkimuksen mahdolliset hyödyt

On mahdollista, ettei tähän tutkimukseen osallistumisesta ole teille hyötyä. Tutkimus saattaa kuitenkin auttaa selvittämään teillä mahdollisesti havaittavia lihasaktivaation puolieroja. Tutkimustuloksista on mahdollista saada yhteenvedo opinnäytetyön valmistuttua Theseuksesta (Suomen ammattikorkeakoulujen opinnäytetöitä ja julkaisuja tallentava kokotekstitietokanta).

## Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat haitat ja epämukavuudet

Mahdollisesti epämukavuutta voi aiheuttaa pintaelektrodilaitteen pois ottaminen tarrapinta), sekä testitilanteen aiheuttama kuormitus selän alueella.

## Henkilötietojen käsittely tutkimuksessa

Henkilötietojanne käsitellään tutkimustarkoitusta varten. Henkilötietojen käsittelyn perusteena on yleinen etu. Teistä kerättyä tietoa ja tutkimustuloksia käsitellään luottamuksellisesti lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Rekisterinpitäjänä tutkimuksessa on Karelia Ammattikorkeakoulu Oy. Kuvaus tutkimuksessa tapahtuvasta henkilötietojen käsittelystä on tiedotteen sivuilla 3–4.

## Tutkimuksen kustannukset ja rahoitus

Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota. Toteutettavat tutkimusmittaukset ovat teille ilmaisia.

## Tutkittavien vakuutusturva

Liikekontrollitestiä osalta kuuluu Karelia AMK:n laite- ja potilasvastuuvakuutukseen.

## Tutkimustuloksista tiedottaminen

Osallistujat saavat tietoa tutkimuksesta Theseuksesta opinnäytetyön valmistuttua.

## Tutkimuksen päätyminen

Tutkimus voidaan keskeyttää myös tutkimuksen suorittajan taholta, esimerkiksi sairastapausten vuoksi.

## Lisätiedot

Jos teillä on tutkimukseen liittyviä kysymyksiä, esittäkää ne tutkijalle/tutkimuksesta vastaavalle henkilölle.

## Tutkijoiden yhteystiedot

*Henkilötiedot poistettu.*

## Kuvaus tutkimuksessa tapahtuvasta henkilötietojen käsittelystä

Tutkijat eivät saa tietoonsa osallistujien suoria henkilötietoja (esim. henkilötunnus, osoitetiedot). Tutkimuksessa teistä kerätään seuraavia tietoja: ikä ja lääketieteelliset diagnoosit. Tutkimustulokset analysoidaan anonymisti ryhmätasolla.

Tutkimuksessa kerätään tietoja seuraavista lähteistä: Mpower-mobiilisovellus.

Tutkimuksessa tietojanne ei siirretä EU/ETA -alueen ulkopuolelle.

Tietojenne säilytysaika sääntelee lainsäädäntö sekä hyvä kliininen tutkimustapa.

Voitte koska tahansa peruuttaa suostumuksenne. Teillä on myös oikeus pyytää tietojenne poistamista ("oikeus tulla unohdetuksi") tai niiden käytön rajoittamista. Teillä on myös oikeus tarkastaa tietonne ja pyytää tietojenne oikaisemista tai täydentämistä (esimerkiksi, jos havaitsette niissä virheen tai ne ovat puutteellisia tai epätarkkoja).

Voitte milloin tahansa tiedustella, käsittelemmekö Teitä koskevia henkilö-tietoja, käsittelyn perusteesta, mistä olemme saaneet tietojanne ja mihin näytteitänne ja tietojanne on luovutettu. Teillä on oikeus saada tiedot maksutta ja kohtuullisessa ajassa (yhden kuukauden sisällä siitä, kun pyydätte tietoja). Jos tietopyyntönne on hyvin laaja tai jostakin muusta perustellusta syystä tietojen kerääminen on erityisen aikaa vievää, voidaan määräaika pidentää enintään kahdella (2) kuukaudella. Määräajan jatkamisesta toimitetaan Teille ilmoitus perusteluineen.

Tietosuoja-asioissa suosittelemme ottamaan yhteyttä tutkijoihin (kts. tutkijoiden yhteystiedot).

Rekisterinpitäjän tietosuojavastaavan yhteystiedot:

*Henkilötiedot poistettu.*

Teillä on oikeus tehdä valitus erityisesti vakinaisen asuin- tai työpaik-  
kanne sijainnin mukaiselle valvontaviranomaiselle, mikäli katsotte, että  
henkilötietojen käsittelyssä rikotaan EU:n yleistä tietosuoja-asetusta (EU)  
2016/679. Suomessa valvontaviranomainen on tietosuojavaltuutettu.

Tietosuojavaltuutetun toimisto  
Ratapihantie 9, 6. krs, 00520 Helsinki, PL 800, 00521 Helsinki  
Puhelinvaihte: 029 56ti6 6700  
Sähköposti (kirjaamo): tietosuoja@om.fi



## **SUOSTUMUS MPOWER PINTAELEKTRODIMITTAUKSEEN ALASELÄN LIIKEKONTROLLITESTEISSÄ KARELIA AMMATTIKORKEAKOULUSSA / SENDOC - HANKE**

Minua on pyydetty osallistumaan yllä mainittuun tutkimukseen, jonka tarkoituksena on selvittää keskivartalon lihasten aktiivisuutta Luomajoen alaselän liikekontrollitesteissä, Mpower-pintaelektromyografilaitteella. Olen lukenut ja ymmärtänyt saamani kirjallisen tutkimustiedotteen.

Tiedotteesta olen saanut riittävän selvityksen tutkimuksesta, sen tarkoituksesta, sekä sen yhteydessä suoritettavasta tietojen keräämisestä, käsittelystä ja luovuttamisesta. Tiedotteen sisältö on kerrottu minulle myös suullisesti, minulla on ollut mahdollisuus esittää kysymyksiä ja olen saanut riittävän vastauksen kaikkiin tutkimusta koskeviin kysymyksiini.

Minulla on ollut riittävästi aikaa harkita osallistumistani tutkimukseen. Ymmärrän, että osallistumiseni on vapaaehtoista. Olen selvillä siitä, että voin peruuttaa tämän suostumukseni koska tahansa syytä ilmoittamatta, eikä peruutukseni vaikuta kohteluuni millään tavalla.

Tiedän, että henkilöllisyyteni ei tule selville tutkimuksessa ja tutkimuksen kaikkia tietoja käsitellään luottamuksellisesti ja anonyymisti. Hyväksyn, että tallennetut tulostiedot ovat kaikkien hankkeeseen osallistuvien organisaatioiden (Karelia-ammattikorkeakoulu, Ulster University, University College Cork, sekä Västra-Österbottens landstinget) tutkijoiden yhteiskäytössä.

**Allekirjoituksellani vahvistan osallistumiseni tähän tutkimukseen ja suostun vapaaehtoisesti tutkimushenkilöksi.**

\_\_\_\_\_  
Tutkittavan nimi

\_\_\_\_\_  
Tutkittavan syntymäaika

\_\_\_\_\_  
Päivämäärä

\_\_\_\_\_  
Allekirjoitus

**Suostumus vastaanotettu**

\_\_\_\_\_  
Päivämäärä

\_\_\_\_\_  
Allekirjoitus  
(Suostumuksen vastaanottaja)