

# KARELIA AMMATTIKORKEAKOULU

## Fysioterapian koulutusohjelma

Jusa Lindström  
Tatu Mäkelä

## PUETTAVA SENSORIIKKA LANNERANGAN LIIKEKONTROLI- HÄIRIÖN FYSIOTERAPIASSA



Opinnäytetyö  
Syyskuu 2018



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Syyskuu 2018**  
**Fysioterapian koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

**Tekijä(t)**  
Tatu Mäkelä, Jusa Lindström

**Nimeke**  
Puettava sensoriikka lannerangan liikekontrollihäiriön fysioterapiassa

**Toimeksiantaja**  
SENDoc

**Tiivistelmä**

Alaselkäkipu on yleinen vaiva Suomessa, ja noin kahdeksan kymmenestä aikuisesta kärsii alaselkäkivusta jossakin elämänsä vaiheessa. Motorisen kontrollin harjoitteista on aikaisempaa tutkimusnäyttöä alaselkäkivun fysioterapiassa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää alaselkäkipuun liittyvän liikekontrollihäiriön arvioimista ja fysioterapiaa sekä selvittää, kuinka alaselkäkivun ja liikekontrollihäiriön fysioterapia näyttäytyy puettavan sensorin antamissa mittaustuloksissa. Opinnäytetyö toteutettiin case-tutkimuksena, johon haettiin 2 koehenkilöä.

Puettavan sensorin biofeedback-palautetta ei saatu hyödynnettyä odotetulla tavalla motorisen kontrollin harjoittamisessa. Fysioterapiajakson jälkeen kummankin koehenkilön koettu kipu (VAS) lieveni ja toimintakyky parani. Puettava sensoriikka toimi hyvin liikkuvuusmittauksiin jakson alussa ja lopussa ja tarjosi käytännöllisen tavan mitata ja seurata lantion ja alaselän liikkuvuuksia.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 57  
Liitteet 6  
Liitesivumäärä 9

**Asiasanat**

Alaselkäkipu, puettava sensoriikka, liikekontrollin häiriö



**THESIS**  
**September 2018**  
**Physiotherapy**

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

**Authors**  
Tatu Mäkelä, Jusa Lindström

**Title**  
Wearable Sensor Technology in Physiotherapy of Movement Control Impairment of the Lumbar Spine  
**Commissioned by**  
SENDoc

**Abstract**

Low back pain is a common condition in Finland and approximately eight out of ten adults suffer from low back pain at some point in their lives. Previous studies have shown positive evidence of motor control exercises when treating low back pain with physiotherapy.

The aim of this thesis was to develop the evaluation and physiotherapy of movement control impairment related to low back pain and to examine how the physiotherapy of low back pain and improvement of movement control appears in the measurements done with a wearable sensor. This thesis was a case study with two subjects.

The biofeedback offered by the sensor could not be utilized as expected in the training of motor control. After the physiotherapy intervention both subjects experienced decreased pain measured on the Visual Analogue Scale (VAS) and increase in ability to function measured on the Oswestry low back pain disability questionnaire. Wearable sensor technology was best utilized in measuring the range of motion at the start and the end of the intervention and it offered a practical tool for measuring and monitoring the range of motion of pelvis and lumbar spine.

**Language**

Finnish

Pages 57

Appendices 6

Pages of Appendices 9

**Keywords**

Low back pain, wearables, wearable sensors, motor control, movement control impairment

# Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Sisältö .....	4
1 Johdanto .....	6
2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite .....	7
3 Opinnäytetyön toteutus .....	7
4 Alaselkäkipu .....	9
4.1 Alaselkäkipun jaottelu .....	9
4.2 Alaselkäkipun aiheuttajat .....	11
4.3 Alaselkäkipun ehkäisy .....	12
5 Alaselkäkipun fysioterapeuttinen tutkiminen .....	13
5.1 ICF-viitekehys .....	15
5.2 Alaselän liikekontrollihäiriöt .....	16
6 Motorinen kontrolli .....	20
6.1 Motorinen oppiminen .....	21
6.2 Kivun vaikutus motoriseen kontrolliin .....	22
6.3 Motorisen kontrollin harjoittaminen .....	23
7 Liikekontrollihäiriön tutkiminen Hannu Luomajoen testipatteristolla .....	24
7.1 Tarjoilijan kumarrus (Waiter's bow) .....	25
7.2 Lantion kippaus taaksepäin (Pelvic tilt) .....	25
7.3 Yhden jalan seisonta (One leg stance) .....	25
7.4 Istuen polven ojennus (Sitting knee extension) .....	26
7.5 Nelinkontin testi (Four point kneeling) .....	26
7.6 Polven koukistus päinmakuulla (Prone knee bend) .....	26
8 Alaselkäongelmien fysioterapia .....	27
8.1 Liikekontrollihäiriön fysioterapia .....	28
8.2 Fysikaalinen terapia .....	30
8.3 Manuaalinen terapia .....	30
9 Puettava sensoriikka .....	31
9.1 Liikesensorien tekniset ominaisuudet .....	32
9.2 Puettava sensoriikka eri suureiden mittaamisessa sekä tutkimusnäyttöä .....	33
9.3 Puettava sensoriikka alaselkäongelmissa .....	34
9.4 Erilaisia sensoreita .....	35
10 Opinnäytetyön toiminnallinen osuus .....	37
10.1 Koehenkilöt ja fysioterapia .....	37
10.2 Mittaukset sensorilla sekä tulokset .....	40
11 Pohdinta .....	42
11.1 Johtopäätökset tuloksista .....	42
11.2 Luotettavuus ja eettisyys .....	45
11.3 Opinnäytetyöprosessi .....	46
11.4 Oppimisprosessi .....	46
Lähteet .....	48

Liitteet

- Liite 1 DorsaVi ViMove -liikkuvuusmittaus, koehenkilö 1
- Liite 2 Muuttunut EMG-aktiivisuus lannerangan flexioliikkeessä
- Liite 3 DorsaVi ViMove -liikkuvuusmittaus, koehenkilö 2
- Liite 4 Koehenkilöiden hakemusviesti
- Liite 5 VAS-kipujana
- Liite 6 Oswestryn toimintakykyindeksi (2.1A)

## 1 Johdanto

Alaselkäkipu on yleinen vaiva ja kahdeksan kymmenestä aikuisesta kärsii siitä elämänsä aikana. Suurin osa työkyvyttömyyseläkkeistä ja sairauspoissaoloista aiheutuu alaselkäkivusta. (Käypä Hoito 2017) Krooninen alaselkäkipu kustantaa enemmän kuin 80 % kaikista selkäkivusta aiheutuvista kustannuksista terveydenhuollossa. (Lehtola 2017. 6)

Opinnäytetyömme perustuu NPA:n (Northern Periphery and Arctic Programme) rahoittaman SENDoc –hankkeen tavoitteisiin, joista keskeisin on vastata harvasti asuttujen alueiden terveydenhuoltoon liittyviin ongelmiin. SENDoc pyrkii kartoittamaan puettavan sensoriikan käyttömahdollisuuksia ikääntyvällä väestöllä pohjoisilla- ja arktisilla alueilla. Liikkumisen ja toimintakyvyn osa-alueita puettavan sensoriikan avulla mittaamalla ja arvioimalla pyritään tukemaan itsenäistä elämää. (SENDoc 2017)

Patel, Park, Bonato, Chan & Rodgers (2012) selvittivät kirjallisuuskatsauksessaan viimeaikaisia innovaatioita puettavan sensoriikan saralla ja etenkin niiden käytettävyydestä kuntoutuksessa. Katsauksen lähtökohdat olivat terveydenhuoltoa koskevan resurssitarpeen lisääntyminen Amerikassa ja kuinka tähän tarpeeseen voidaan vastata. Puettavalla sensoriikalla pystytään viemään kliinistä työtä tekevien terveydenhuollon ammattihenkilöiden asiantuntemus kaupunkialueelta maalaisalueille. Puettavasta sensoriikasta löytyvä biofeedback-palaute voi olla motivoiva asia kuntoutujalle. Toisaalta katsauksessa todettiin, että sensoriikan on oltava helppokäyttöistä ja kohtuullisen hintaista.

## **2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää alaselkäkipuun liittyvän liikekontrollihäiriön arvioimista ja fysioterapiaa sekä selvittää, kuinka alaselkävun ja liikekontrollihäiriön fysioterapia näyttäytyy puettavan sensorin antamissa mittaus-tuloksissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on kliinisten testien, koetun haitan sekä koetun kivun mittaamisen ja puettavan sensoriikan avulla selvittää fysioterapian vaikutuksia alaselkäkipuun.

## **3 Opinnäytetyön toteutus**

Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena. Tapaustutkimusta eli Case Studya käytetään paljon fysioterapiassa (Tight 2017, 24).

Tapaustutkimus on tyypillisesti tutkimus, jossa valitaan joko yksittäinen tapaus, tilanne tai joukko tapauksia, ja sen kohteena ovat yksilöt, ryhmät tai yhteisöt. Aineiston keruu tapahtuu monesti useita eri tapoja käyttämällä, kuten haastatellen, havainnoiden tai dokumentteja tutkien. Tapaustutkimus selvittää yksityiskoh-taista tietoa joko yksittäisestä tapauksesta tai joukosta toisiinsa suhteessa olevia tapauksia. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009. 134–135)

Tapaustutkimus on yhdistelmä perinteisiä tutkimusmenetelmiä eli määrällisen ja laadullisen tutkimusmenetelmien metodeja, mutta tapaustutkimus on pääosin laadullista tutkimusta. Aineiston keruu tapahtuu tarvittavilla tiedonkeruu- ja ana-lyysimenetelmillä, joita vaaditaan tutkimusongelmien selvittämiseen. (Kananen 2013, 9)

Opinnäytetyö toteutettiin tapaustutkimuksena, koska se oli sopiva tutkimusmetodi resursseihimme nähden ja tapaustutkimuksen avulla uskoimme pääsevämme opinnäytetyön tavoitteisiimme.

Tapaustutkimukseen valitsimme tutkittaviksi 2 henkilöä. Koehenkilöiden valinta perustui Hannu Luomajoen alaselän liikekontrollihäiriön testistöön, joilla valikoitiin liikekontrollihäiriöstä kärsivät testihenkilöiksi.

Koehenkilöiden valitsemiseksi lähetettiin sähköpostiviesti kaikille Karelia-Ammattikorkeakoulun opiskelijoille ja henkilöstölle. Sähköpostiviestissä hakijaa kehoitettiin kertomaan ainakin ikä ja alaselkäkivun kesto. Opinnäytetyöhön tavoitteenamme oli löytää 18-35 vuotias henkilö, jolla alaselkäkipu pystyttiin luokittelemaan subakuuttiin- tai krooniseen alaselkäkipuun. Selkäkivun taustalla ei saanut olla trauma. Koehenkilöllä ei myöskään saanut olla spesifiä lääketieteellistä diagnoosia selkäkipujen taustalla.

Tutkimusprotokollassa koehenkilöitä ohjeistettiin saapumaan paikalle sovittuna kellonaikana testauspaikalle, joka oli Karelia-ammattikorkeakoulu. Tutkimisosion alussa koehenkilöt haastateltiin ja kerättiin tietoa alaselkäivun voimakkuudesta, kestosta sekä vaikutuksista toimintakyvyn eri osa-alueilla. Kliinisen tutkimisen osuudessa koehenkilöt riisuivat päällysvaatteet havainnoinnin ja manuaalisen tutkimisen ajaksi. Tutkiminen sisälsi lannerangan liikkuvuuden silmämääräisen havainnoinnin, kivuliaiden liikesuuntien kartoittamisen, lannerangan ja lantion alueen provokaatiotestejä, hermojuuren pinnetilan provokaatiotestin, neurologisen statuksen määrittelyn sekä lannerangan liikekontrollihäiriön testistön. Kliinisen ja manuaalisen testauksen jälkeen puettava sensoriikka otettiin käyttöön ja sensoriikalla mitattiin lannerangan liikkuvuus sekä harjoiteltiin motorista kontrollia biofeedback -palautteen avulla. Koehenkilöt saivat mukaansa kotiharjoitteet.

Fysioterapian seurannan keinona ja arviointimenetelmänä käytettiin Oswestry – kyselylomaketta (Liite 6), keskimääräistä- sekä maksimikipua VAS-janalla (Liite 5), DorsaVi ViMove:n mittaamia tuloksia liikkuvuudesta, Hannu Luomajoen alaselän liikekontrollihäiriön testistöä sekä asiakkaiden omaa arviota terapiasta.



## 4 Alaselkäkipu

Alaselkäkipu on yleinen vaiva ja kahdeksan kymmenestä aikuisesta kärsii elämänsä aikana alaselkäkivusta. Kipujaksoja voi olla useita, ja alaselkäkivut aiheuttavat paljon sairauspoissaoloja ja jopa työkyvyttömyyseläkkeitä. (Pohjolainen, Leinonen & Malmivaara 2014)

Alaselkäkivuksi määritellään kipu lannerangan tai pakaran alueella, ja siihen voi liittyä kivun säteilyä alaraajoihin. Sitä voi esiintyä jo hyvinkin nuorella iällä tai varhaisaikuisuudessa ja sen esiintyvyys on korkeimmillaan keskimäärin neljänkymmenen vuoden iässä. Alaselkäkipu ei yleensä ole henkeä uhkaava tila, mutta se on silti länsimaissa suurimpia elämää haittaavia sairauksia sekä myöskin suurimpia terveydenhuoltokulujen aiheuttajia. (Martimo 2010. 19-20)

### 4.1 Alaselkäkivun jaottelu

85% tapauksista krooniselle alaselkäkivulle ei löydy selvää aiheuttajaa, josta päästään termiin epäspesifi krooninen alaselkäkipu. On yleisesti hyväksytty, että krooninen alaselkäkipu on monidimensionaalinen sairaus, jonka hoidossa on otettava huomioon patofysiologiset, fyysiset, neuropsykologiset, psykologiset sekä myös sosiaaliset taustatekijät. Näiden taustatekijöiden vaikutus selkäkipuun on aina yksilöllistä. (O'Sullivan 2005)

Useissa lähteissä alaselkäkipu kategorisoidaan kolmeen luokkaan. Näitä ovat vakava spesifi alaselkäkipu, jossa läsnä ovat esimerkiksi tuumorit, anomaliat sekä luunmurtumat ja muut vakavat sairaudet ja kaikesta alaselkäkivusta noin 1 % kuuluu tähän luokkaan. Seuraava luokka on säteilyoireista kärsivät selkäkipuoireiset, joilla oire aiheutuu hermojuuriaukon ärsytystä. Näitä selkäkipuisia on noin 5 % kaikista selkäkipuisista. Jäljelle jäävä osuus luokitellaan epäspesifiin alaselkäkipuun, jota on 90-95 % kaikesta selkäkivusta. (Luomajoki 2010, 3)

Peter O’Sullivan jakaa epäspesifin alaselkäkivun mekaaniseen- ja ei-mekaaniseen alaselkäkipuun. Ei-mekaanisessa alaselkäkivussa suurimpia kivun aiheuttajia ovat yellow flags -tyyppiset piirteet, joita ovat pelkokäyttäytyminen, kivun katastrofointi ja psykososiaaliset tekijät. Psykologisia tekijöitä kivun aiheuttajina ovat esimerkiksi stressi, kivun pelko, vihaisuus ja negatiiviset uskomukset kivusta, (O’Sullivan 2005, 247)

Mekaanisen epäspesifin alaselkäkivun voi jakaa O’Sullivanin mukaan liikehäiriön- sekä liikkeen kontrollin häiriön alaluokkaan. Liikehäiriössä alaselkäkipu esiintyy yleensä tietyssä liikesuunnassa ja siihen voi liittyä hypomobileetti eli alentunut liikkuvuus. Tyypillisellä liikehäiriöstä aiheutuvasta kivusta kärsivällä potilaalla voi olla ongelmia esimerkiksi laittaa kenkiä jalkaan. Liikkeen kontrollin häiriössä kipua saattaa provosoitua useassa liikesuunnassa. (O’Sullivan 2005)

Markku Paatelma selvitti väitöskirjassaan selkäkivun luokittelun ja kliinisten tutkimismenetelmien luotettavuutta sekä tutki myös ortopedisen manuaalisen terapian vaikuttavuutta selkäkipuun verrattuna McKenzie-terapiaan tai pelkkään itsehoito-ohjeistukseen. Paatelma osoitti, että fysioterapian tehokas kohdentaminen perustuu kliiniseen tutkimiseen ja luotettavaan selkäkipuisten luokitteluun, jotta eri fysioterapeuttien tekemät interventiot olisivat mahdollisimman perusteltuja ja samankaltaisia. (Paatelma 2011) Väitöskirjassaan Paatelma jakoi OMT-ryhmään kuuluvat potilaat viiteen alaluokkaan: Välilevyperäinen kipu, kliininen instabiliateetti, lannerangan spinaalistennoosi, segmentin toimintahäiriö/fasettinivelperäinen kipu, SI-nivel peräinen kipu/SI-nivelen toimintahäiriö. (Paatelma 2011. 44-45)

Käypä Hoito –suosituksen mukaisesti alaselkäkipu voidaan jakaa kolmeen luokkaan; Akuutti eli lyhytkestoinen selkäkipu kestoltaan alle kuusi viikkoa, subakuutti eli pitkittyvä selkäkipu kestoltaan kuudesta kahteentoista viikkoa sekä krooninen eli pitkittynyt alaselkäkipu joka kestää yli 12 viikkoa. (Käypä Hoito 2017)

## 4.2 Alaselkäkivun aiheuttajat

Periaatteessa mikä tahansa hermotettu rakenne alaselässä voi olla alaselkäkivun lähteenä. Voidaan siis ajatella, että kipu voi olla peräisin esimerkiksi lihaksista tai lihaskalvoista, nivelistä ja nivelsiteistä tai välilevystä, mutta käytännössä on vaikeampaa osoittaa, mistä kipu on todellisuudessa peräisin. (Adams, Bogduk, Burton & Dolan 2012. 47)

Alaselkäkivun mahdollisia tunnistettuja riskitekijöitä on useita, mutta tutkimuksissa on ollut hankalaa osoittaa näiden tekijöiden syy-seuraussuhdetta (Käypä hoito 2017). Yksilötekijöitä jotka vaikuttavat alaselkäkivun ilmaantumiseen, ovat esimerkiksi ikä, sukupuoli, paino ja elämäntavat yleisesti kuten tupakointi, aktiivisuustaso ja fyysisen harjoittelun määrä. Psykososiaalisia riskitekijöitä ovat kuormittuneisuus, työperäinen stressi, tyytymättömyys työhön, ahdistuneisuus ja masentuneisuus, kognitiiviset ongelmat sekä kipukäyttäytyminen. (Paatelma 2011. 13-14)

Alaselkäkivun ja selkää kuormittavan työn välistä yhteyttä tutkivassa meta-analyysissä todettiin, että vartalon taipuneet asennot työskennellessä sekä nostotyö ovat yhteydessä alaselkäkivun riskiin kuormitustekijästä riippuen vähän tai kohdallaisesti. (Griffith, Shannon, Wells, Walter, Cole, Côté, Frank, Hogg-Johnson & Langlois 2012) Näkökulmana voidaan sanoa myös, että selkäkipu voi olla läsnä fyysisessä työssä, mutta tässä tilanteessa ei pidä erehtyä luulemaan, että selkäkiput ovat syntyneet varmuudella työn kuormittavuudesta. Selkäkipun synty- paikka voi olla jossain muualla, ja oireet provosoituvat työtä tehdessä. (Adams ym. 2012. 219-220)

Liikkeen kontrollin häiriö tarkoittaa sitä, että potilas ei kykene kontrolloimaan alaselän liikkeitä. Selkäkipu esiintyykin usein staattisissa asennoissa, jotka huonon kontrollin takia kuormittavat selän rakenteita. Liikkeen kontrollin häiriössä kipu voi provosoitua useammassa liikesuunnassa ja esimerkiksi pitkittyneen istumisen tai seisomisen seurauksena. On arvioitu, että joka kolmannella alaselkäkipuisella olisi liikkeen kontrollin häiriö. (O'Sullivan 2005) Alaselkäkivuista kärsivillä potilailla

on yleisesti heikentynyt lannerangan liikkuvuus sekä ongelmaa lannerangan alueen proprioseptiikassa. (Laird, Gilbert, Kent & Keating 2014)

Luomajoki ja Moseley (2009) huomasivat tutkimuksessaan, että alaselän heikentynyt hahmotuskyky on yhteydessä alaselän kontrollihäiriöön. He testasivat 90 potilasta, joista puolet olivat terveitä ja puolella oli todettu epäspesifi alaselkäkipu. Hahmotuskykyä mitattiin kahden pisteen erottelutestillä. Kivuttomien koehenkilöiden havaitsema etäisyys oli 44 millimetriä ja alaselkäkipuisilla 61 millimetriä.

### **4.3 Alaselkä kivun ehkäisy**

Alaselkä kivun hoitosuosituksia suunnitelleen eurooppalaisen työryhmän mukaan alaselkä kivun ehkäisy kannattaa suunnitella sekundaaripreventiona. Tämä tarkoittaa sitä, että alaselkä kivun ehkäisyn suositukset perustuvat alaselkä kivun uusimisen ehkäisyyn eikä siihen, että yritetään ehkäistä ensimmäisen alaselkä kipujakson syntymistä. Ehkäistäviä alaselkä kivun seuraamuksia ovat muun muassa alaselkä kivun uusiminen ja siihen liittyvä kipu ja toimintakyvyn haitta, työkyvyn menetys, avun hakeminen terveydenhuollosta ja koettu elämänlaatu. (Adams ym. 2012. 221)

Interventio joka sisältää potilaan tiedon lisäämistä selkä kivusta on hyödyllistä, jos se rakentuu biopsykososiaalisille periaatteille. Selkä kivun ehkäisystä puhuttaessa hyötyä ei ole niin sanotuista selkä kouluista, joissa pääpaino on biomekaanisesti oikeiden nostotekniikoiden opettamisessa. Edellä mainitun kaltaisia selkä kouluja, joissa opetetaan nostotekniikoita ja lisätään potilaan tietämystä selkä kivusta, voidaan hyödyntää pitkään jatkuneen ja uusiutuneen selkä kivun kohdalla. Näiden interventioiden vaikutus voi olla vähäinen. (Adams ym. 2012. 222)

Harjoittelu ja potilaan informointi selkä kivusta näyttäisi ehkäisevän riskiä selkä kivulle parhaiten. Myös pelkkä fyysinen harjoittelu saattaa ehkäistä selkä kivun syntymistä. (Steffens ym. 2016) Harjoitusmuodon valinnasta, intensiteetistä ja useudesta ei ole olemassa selkeää näyttöä. Suositus fyysisestä harjoittelusta alasel-

kä kivun ehkäisyssä pätee koko väestölle. Työikäisten kohdalla fyysisestä harjoittelusta on näyttöä alaselkävun ehkäisystä sekä myös sen uusimisesta sekä kivusta aiheutuvien töistä poissaolojen uusimisen ehkäisyssä. (Adams ym. 2012. 222–223)

Selkätukivvyöt ja tukipohjalliset eivät näytä vaikuttavan selkävun syntymisen riskiin. (Steffens ym. 2016) Näyttöä ei myöskään ole patjojen, tuolien ja selkätukivöiden ennaltaehkäisevästä vaikutuksesta, mutta pehmeämpi patja mahdollisesti vähentää jo olemassa olevia ja jatkuneita selkäkipuoireita. Manipulatiivisella terapialla ei ole vaikutusta alaselkävun synnyn ennaltaehkäisemiseksi. (Adams ym. 222.)

## **5 Alaselkävun fysioterapeuttinen tutkiminen**

Selkäkipuisen tutkimiseen on paljon erilaisia tutkimusmenetelmiä, kuitenkin harvoin saadaan tarkkaa diagnoosia ongelman aiheuttajasta. Selkäpotilaan haastattelu on tutkimisen tärkein työkalu. Onnistuneen haastattelun pohjalta saadaan yleensä parempi kuva selän tilanteesta, kuin selälle suunnitelluilla testeillä. Asiakkaan kertomien asioiden sekä terapeutin tarkentavien kysymysten perusteella pyritään poissulkemaan vakavat spesifit selkävaivan aiheuttajat eli ”red flagsit”, sekä poimimaan viitteitä psykososiaalista oireista eli ”yellow flags”, jotka altistavat alaselkävun kroonistumiselle sekä on paranemisen esteenä. Alaselkäpotilaan on hyvä täyttää koetun haitan kysely, jota voi myös käyttää anamneesin pohjana sekä seurannan välineenä. (Kauranen 2017. 85-86) Alaselkäkipuisen lannerangan kuvantaminen ei ole tutkimusten mukaan hoidon tuloksen kannalta merkittävää (Andersen 2011).

Taulukko 1. Selän aktiiviset liikelaajuudet. (Kauranen 2017, 94)

Liikesuunta	Rintaranka	Lanneranka	Vartalon kokonaisliikkuvuus
Fleksio	20-45 °	40-60 °	80-100 °
Ekstensio	25-45 °	20-35 °	25-40 °
Lateraalifleksio	20-40 °	15-20 °	25-35 °
Rotaatio	35-50 °	3-18 °	25-35 °

Systemaattisessa katsauksessaan Hancock ym. (2007) pyrkivät selvittämään alaselkäkiputestien diagnostista tarkkuutta. Testit joita tutkimuksessa verrattiin, olivat välilevy-, fasettinivel- sekä SI-nivel peräisiin ongelmiin. Katsauksen lopputuloksena todettiin, että välilevy-, sekä SI-nivel ongelmia tutkivilla testeillä saatiin jonkin verran diagnostista tarkkuutta, mutta fasettinivel peräiset testit eivät olleet yleistettävissä. Testien hyödyllisyys kliinisessä työssä on edelleen epäselvä.

Selkäpotilasta tulee havainnoida istuessa, seistessä sekä kävellessä. Tutkiminen suoritetaan havainnoimalla potilasta ja potilaan asentoa kokonaisuutena. Selän liikkuvuuden ja liikkeen laadun arviointi ovat osa tutkimista. Yleensä selän liikkuvuus ilmoitetaan lanne- ja rintarangan yhteisliikkuvuutena ja tuloksia verrataan viitearvoihin. (Taulukko 1) Palpaatio kohdistuu vartalon ja alaraajojen lihaksiin ja kipupisteisiin. Tutkimisvaiheessa testataan vartalon sekä alaraajojen lihasvoima ja suffisienssi ja neurologinen status (alaraajojen dermatomit, myotomit sekä refleksit), hermojuurien pinnetilojen testaus sekä SI-nivelen tutkiminen. Tapauskohteisesti terapeutti valitsee käytettävät toiminnalliset testit. (Kauranen 2017. 87-90)

Anamneesissa pyritään kartoittamaan potilaan ikä, työhistoria sekä työtyytyväisyys, perussairaudet ja lääkitykset sekä perhesuhteet. Tärkeää on selvittää milloin vaiva on alkanut, miten alaselkävaiva vaikuttaa elämänlaatuun, liittyykö vaivaan kipua ja jos liittyy miten se ilmenee. Anamneesissa selvitetään kivun intensiteetti, pahentaako tai lievittääkö jokin asento tai liike kipua. Tärkeää on myös selvittää liittyykö alaselkäkipuun säteilyoireita. Anamneesissa on hyvä ottaa huomioon että myös vuorokauden aika voi vaikuttaa kipuun ja kivunlaatuun. Potilashistoriasta on hyvä selvittää aiemmat lääkärikäynnit, sekä mahdolliset toimenpiteet, leikkaukset, kipsaukset/lastaukset ja kuvantamiset. Tärkeää on selvittää

onko potilaan vaivaa hoidettu aiemmin sekä millaisin menetelmin ja tuloksin. (Kauranen 2017. 86)

Red flagseilla eli punaisilla lipuilla tarkoitetaan viitteitä spesifeistä selkävaivoista, joista potilas ohjataan aina lääkärin konsultaatioon. Aina uuden potilaan saapuessa vastaanotolle on suljettava pois viitteet mahdollisesti vakavista selkävaivan aiheuttajista. Näitä viitteitä ovat tahaton painonlasku, kuume, selittämätön selkäkipu 50 ikävuoden jälkeen tai ennen 20 ikävuotta, jatkuva väsyminen, yökipu, yleinen huonovointisuus, jatkuva kipu asennosta ja liikkumisesta huolimatta, murtumat alle 2v sitten, taustalla selkärangan murtuma, vanhempi lonkkamurtuma, virtsankarkailu. Jos selkä kivun taustalla on trauma, on selkäranka tutkittava mahdollisten spondylolisteesien sekä murtumien varalta. Edellä mainitut seikat ovat esimerkkejä, jotka voivat olla selkä kivun taustalla ja vaativat aina tarkempaa tutkimista (KNGF. 2013. 1).

Yellow flagseilla eli keltaisilla lipuilla tarkoitetaan psykososiaalisia oireita, jotka esiintyvät usein selkä kivun taustalla. Tutkimukset osoittavat, että selkä kivun kroonistumisen taustalla on useammin psykososiaaliset tekijät kuin kudosperäiset tekijät. Näitä psykososiaalisia tekijöitä ovat mm. pelko-välttämiskäyttäytyminen, potilaan odotusarvo, kivun katastrofisaatio, sosiaalisten suhteiden vaikeutuminen kivun takia, syyllisen hakeminen koettuun kipuun, masennus, ahdistus ja ekonomiset tekijät (O'Sullivan 2005. 4 , Kipu 2002. 90). Brunner ym. (2018) tutkivat fysioterapeuttien taitoja tunnistaa alaselkäkipupotilaan psykososiaalisia riskitekijöitä ja fysioterapeuttien omaa kuvaa kyvystään hoitaa sairautta. Tulokset osoittivat, että tutkimukseen osallistuneet 20 fysioterapeuttia eivät olleet kovinkaan tarkkoja luokittelemaan potilaita riskiryhmiinsä ja tunnistamaan heidän psykososiaalisia riskitekijöitä.

## 5.1 ICF-viitekehys

ICF-luokitus auttaa fysioterapeuttia tutkimaan alaselkä kivusta kärsivää henkilöä biopsykososiaalisen mallin mukaisesti, ja näin huomioi kokonaisvaltaisesti toi-

mintakyvyn kaikki osa-alueet. (THL 2016) Tutkimisen tavoitteena on löytää yhteys haastattelusta saatuihin tietoihin ja peilata saatua informaatiota toimintakyvyn osa-alueisiin. (KNGF 2013) (Taulukko 2)

Taulukko 2. Selkäkivun tutkimisen osa-alueet ICF-viitekehyksessä. Karelia-ammattikorkeakoulun luennot.

TOIMINTAKYVYN TUTKIMINEN JA FYSIOTERAPIA (muokattu Steiner ym. 2002)		
Fysioterapeuttinen hypoteesi/johtopäätökset: Selkäkipu		Lääketieteellinen diagnoosi:
KEHON RAKENTEET JA NIIDEN TOIMINNAT Asiakkaan kokemus ja fysioterapeuttin arvio	SUORITUSKYKY JA KAPASITEETTI Asiakkaan kokemus ja fysioterapeuttin arvio	OSALLISTUMINEN Asiakkaan kokemus ja fysioterapeuttin arvio
<b>Arviointi (mitä), mittari (millä)</b> - <b>Kipu:</b> Haastattelu: 7M: 1. Missä (+ kipupiirros), 2. Millainen (+ sanallinen kuvaus, yökipu red flag), 3. Miten paljon (VAS, NRS, kipukiiila), 4. Miten alkanut, 5. Milloin alkanut 6. Mitkä tekijät provosoivat/helppottaa, 7. Miten hoidettu? - <b>Neurologinen status:</b> CNS: Refleksit (puoliero, hyper/hypo), Motorinen hermotus: Myotomit (manuaalinen testaus, puoliero, max. voima, toistovoima), Sensorinen hermotus: dermatomit (manuaalinen testaus siveltimellä, puoliero, tuntomuutokset), Neuraalikudoksen tensiotestit: SLUMP, SLR, LAseque, PKB, puoliero, imopm. maksimi/toistotestaus, Neuraalikudoksen sensitiivisyys (palpatio), jos säteilyoireita: (issias, femoraalihermo) - <b>Asennon hallinta:</b> seisten ja istuen – ”taparyhti” (havainnointi ja/tai obj. arviointi Spinal Mouse), SIPS, SIAS, pakara- ja polvipöimmut, scoliosis, lannenotko, lonkan ja polvien asento) > biomekaniikka - <b>Kokonaisliikkuvuus:</b> (lannerangan flexio, extensio, lat. flx, rotaatio, yhdistelmäliikkeet: mittanauha, Spinal Mouse.– lannerangan ja lonkan liikkuvuuden suhde ja määrä, liikkeen laatu - havainnointi), muiden nivelten liike: th-ranka, lonkka, polvi, nilkka - <b>Segmentaarinen liikkuvuus ja joint play:</b> (manuaalinen testaus, joint play, end feel: ap suunnassa, rotaatio) - <b>Stabiiletti:</b> Trendelenburg, Prone Segmental Instability Test, Passive Lumbar Extension Test (manuaalinen stabiilettiin arvio-oirearvio) - <b>Liikkeen hallinta:</b> (havainnointi: lanneranka, lonkanivel > biomekaniikka – mistä liike tulee, liikkeen laatu) - <b>Sensomotoriikka:</b> (2-pisteen erottelukyky) - Yksittäisten rakenteiden palpatio: (manuaalinen: lihas- ja luurakenteet, arkuus, kipu, puoliero) <b>Lihasvoiman testaus ja suffiensi:</b> Gluteus maximus, medius, iliopsoas, piriformis, rectus femoris, IT-jänne, hamstring, Quadratus lumborum <b>Lihasäreiden testaus:</b> Gluteus maximus, medius, iliopsoas, piriformis, rectus femoris, IT-jänne, hamstring, Quadratus lumborum	<b>Arviointi (mitä), mittari (millä)</b> <b>Päivittäiset toiminnot:</b> - Kävely, juoksu, pyöräily tms. - Nostaminen, kantaminen, kyykistuminen - Kotiaskareet/-työt - Pukeutuminen, peseytyminen, muu itsestä huolehtiminen <b>-Toimintakykytestit:</b> voima (muunneltu punnerrus, vartalon dynaaminen koukistus, vartalon staattinen ojennus) , notkeus (selän sivutaivutus, hartiaseudun liikkuvuus), tasapaino (tasapainotestit, Berg, SBBP, UKK/TOIMIA) <b>Motorinen kontrolli:</b> (havainnointi: Luomajoen liikekontrolli testit)	<b>Arviointi (mitä), mittari (millä)</b> Kysymykset yö, työ, vapaa-aika (haastattelu) – osallistuminen omaan elämään Voimavarat (mitkä tekijät antavat positiivisia kokemuksia, helpottaa oireita, mitkä ovat oireiden hallintakeinot) Tarkennetaan kivun ja toiminnan haitan kokemusta koetun haitan kyselyllä, esim. Roland-Morris toimintakykykysely OSWESTRY PFK Liikkumisen pelko DEPS (Depressioseula)
<b>YKSILÖTEKIJÄT:</b> Ikä, sukupuoli, ylipaino, tupakointi, alko, tapaturma, koettu kuormitus työssä/vapaa-ajalla, työn tauotus, stressi, työpoissaolot, psykososiaaliset tekijät työssä ja vapaa-ajalla, muut sairaudet, lääkitys, uni. Punaiset liput (muutokset terveydentilassa: miten arvioit tämän hetkistä terveydentilaasi, painon tippuminen, epänormaali väsymys, kuume. Keltaiset liput: stressi depressio, ahdistuneisuus		<b>YMPÄRISTÖTEKIJÄT:</b> Kotiolosuhteet, apuvälineet, työergonomia, työvälineet, ihmisen elinympäristöön ja sosiaaliseen ympäristöön liittyvät tekijät

## 5.2 Alaselän liikekontrollihäiriöt

Shirley Sahrmann:n mukaan (2002) kroonisilla alaselkäkipupotilailla alaselän liikekontrollin häiriöistä kaikkein yleisin on extensio-rotatiosuunnan. Tässä häiriössä kipu on yleensä unilateraalista ja provosoituu lannerangan extensio- tai rotaatioliikkeissä. Tyypillinen esimerkipotilas on yli 55-vuotias ja on harrastanut jotakin urheilulajia, johon sisältyy paljon rotaatioliikettä, kuten squash tai golf. Potilas voi olla tottunut istumaan jalat ristissä.



Potilaalta havainnoitavia tyypillisiä löydöksiä ovat:

- Erector spinae –lihasten epäsymmetria
- Eteentaivutusliikkeen lopussa suoritettava palautus seisoma-asentoon provosoi oireita
- Vartalon lateraaliflexio ja rotaatio on epäsymmetrinen
- Lonkan ja polven flexio aiheuttaa lantion rotaation
- Vatsalihasten heikkous
- IT-jänteen epäsymmetrinen pituus. (Sahrmann 2002, 118-119)

Terapian pääpainona tässä liikehäiriössä on poistaa rasitustekijä, virheasento- tai liike oireisella puolella. Päivittäisistä toiminnoista pyritään tunnistamaan ne, jotka provosoivat oireita. Positiiviset tuloksen antaneet testiliikkeet toimivat potilaalle myös harjoituksina. Harjoituksissa potilaan liikettä korjataan optimaaliseksi ja harjoittelun täytyy olla kivutonta. (Sahrmann 2002, 83-84)

Lannerangan extensiosuunnan liikehäiriö esiintyy tyypillisesti yli 55-vuotiailla. Tyypillisesti potilas on useammin lyhyt kuin pitkä ja hänellä on tapana istua tuolin reunalla. Lannerangan extensio provosoi oireita, eli ongelmallisia liikkeitä ovat esimerkiksi ylös nouseminen, seisominen ja käsien kohottaminen pään yläpuolelle. Istuminen tai vartalon koukistus helpottaa oireita.

Potilaalta havainnoitavia tyypillisiä löydöksiä ovat:

- Selän ojentajalihakset ovat yliaktiiviset
- Eteentaivutusliikkeen lopussa suoritettava palautus seisoma-asentoon tapahtuu yleensä lanneranka extensiossa tai liikettä täydennetään lantiota eteenpäin työntämällä tai rintarankaa taaksepäin viemällä. Liike yleensä myös provosoi oireita. Lannerangan flexioliikkuvuus on yleensä rajoittunut.
- Lonkan extensio provosoi oireita

- Istuminen selkä suorana provosoi oireita.
- Vatsalihasten heikkous. Lonkan koukistajat sekä selkärangan ojentajat ovat kireät. (Sahrmann 2002, 112-113)

Terapian pääpainona on korjata lannerangan asentoa. Lanneranka on monesti hyvin lordoottinen, ja terapiassa asentoa korjataan vatsalihasten vahvistavilla harjoituksilla sekä lonkan koukistajien venytysharjoituksilla. (Sahrmann 2002, 90)

Rotaatiosuunnan liikekontrollihäiriössä oireet ovat unilateraalisia ja provosoituvat lannerangan rotaatioliikkeissä. Häiriössä osa tai yksi lannerangan segmentti on yliliikkuva suhteessa muihin segmentteihin. Pelkkä rotaatiosuunnan liikekontrollihäiriö on suhteessa harvinainen muihin nähden.

Potilaalta havainnoitavia tyypillisiä löydöksiä ovat:

- Monesti omaksunut tavan istua jalat ristissä.
- IT-jänteen/tensor fascia lataen epäsymmetria
- Kylkimakuu kivulias ja pyyherulla lannerangan alla helpottaa kipua
- Harrastuksena esimerkiksi golf tai tennis
- Vinojen vatsalihasten heikkous tai epäsymmetria ulommassa vinossa vatsalihaksessa
- Päänmakuulla polven flexiossa epäsymmetrinen lantion rotaatio
- Polven ojennus istuen aiheuttaa monesti epäsymmetrisen lantion rotaation. (Sahrmann 2002, 114-115)

Terapian pääpainona on rotatoristen, kipua aiheuttavien liikkeiden tunnistaminen ja niiden korjaaminen. Potilaan on tärkeää ymmärtää itse väärä liikemalli. Jos potilaalla on elämässään aktiviteetteja, jotka sisältävät rotaatiota, kuten golf, pyritään terapialla lisäämään lonkan liikkuvuutta rotaatiosuuntiin ja ehkäisemään kompensatoristen lannerangan rotaatioliikkeiden synty. Rotaatiokontrollin harjoittaminen tapahtuu pääosin nelinkontin painon taaksepäin vienti –harjoituksella. (Sahrmann 2002, 96)

Lannerangan flexio-rotatiosuunnan liikekontrollihäiriö esiintyy tyypillisesti 18-45 vuotiailla miehillä. Oireet ovat usein unilateraalisia, ja provosoituvat sekä istuma- sekä seisoma-asennossa tehdyissä liikkeissä. Potilaalta havainnoitavia tyypillisiä löydöksiä ovat:

- Työssä tai urheilulajissa esiintyy toispuoleista liikettä.
- Potilas on monesti omaksunut tavan istua jalat ristissä.
- IT-jänteen/tensor fascia lataen sekä m. gluteus maximus -lihasten epäsymmetria
- Vinojen vatsalihasten kontrolli on heikkoa ja eivätkä tarjoa stabilaatiota lumbopelviseen rotaatioon.

Lannerangan flexiosuuntainen liikehäiriö esiintyy tyypillisesti 18-45 vuotiailla miehillä. Tyypillistä potilaalle on, että hänen päivittäisessä elämässään esiintyy paljon eteentaivutusliikkeitä. Liikehäiriössä lannerangan flexio provosoi oireita alaselän alueella ja/tai glutaalialueella. Flexiosuunnan liikehäiriön oireita provosoi esimerkiksi istuminen, autolla ajaminen ja eteentaivutusliike. Lannerangan extensio esimerkiksi seisomaan nousemalla tai kävelemällä lievittää oireita.

Potilaalta havainnoitavia tyypillisiä löydöksiä ovat:

- Eteentaivutusliikkeessä lannerangan liikelaajuus on suhteellisesti suurempi kuin lonkan liikelaajuus
- Istuessa lannerangan lordoosi häviää ja oireet lisääntyvät. Myös nelinkontinasennossa lanneranka on yleensä flexiossa ja painonsiirto taaksepäin voi provosoida oireita ja aiheuttaa alaselän pyöristymisen.
- Polven ojennus istuen aiheuttaa alaselän pyöristymisen
- Selinmakuulla tehtävä lonkan flexio provosoi oireita tai alaselkä pyöristyy ennenaikaisesti.
- Pyyherulla lannerangan alla tukemassa lordoosia helpottaa oireita.
- Seisoma-asennossa lanneranka on kyfoottinen tai ryhti on ns. "swayback-ryhti".
- Tyypillisesti lihaskireyksiä voidaan havainnoida m. gluteus maximus -lihaksessa, takareiden lihaksissa (m. biceps femoris, m. semitendinosus,

m. semimembranosus) sekä m. rectus femoris -lihaksessa. Erector spinae -lihakset ovat pidentyneet. (Sahrmann 2002. 110)

Terapian pääpainona on opettaa potilasta tuottamaan liikettä myös lonkasta lannerangan sijaan. Kaksi tärkeintä liikettä opettaa on eteentaivutusliike ilman lannerangan flexiota koukistaen lonkista ja oikean istuma-asennon opettaminen. (Sahrmann 2002, 105)

## **6 Motorinen kontrolli**

Liikkuminen on tärkeä osa elämää. Se on välttämätön taito, jotta yksilö voi toimia omassa toimintaympäristössään. Liikkeen synty on yksilön, tehtävän ja ympäristön yhteistoimintaa. Liike suunnitellaan huomioiden tehtävän sekä ympäristön asettamat vaatimukset. (Shumway-Cook 2012. 3-4).

Päätös halusta tuottaa liikettä tapahtuu isojen aivojen assosiativisessa aivokuorialueessa, jonka jälkeen premotorinen aivokuorialue valitsee oikean liikemallin toiminnon toteuttamiseksi. Primaarinen motorinen kuorikerros valmistelee liikekäslyn ja lähettää sen liikehermorataa pitkin ensin selkäyttimeen, josta käsky jatkaa matkaa kohdelihaksille. Käskyn lähdettyä liikkeelle, suunniteltua liikemallia ei voi enää muokata, vaan lihakset supistuvat saadun käskyn mukaisesti. Pikku-aivot saavat proprioseptista palautetta mekanoreseptoreilta, ja tekevät arvion onko liike halutun kaltainen, ja tarvittaessa vaikuttavat lihasten hermotukseen. Mitä enemmän ihmisellä on samaa toimintoa toistettuna, sitä nopeampi edellä mainittu prosessi on. Toistomäärien lisäksi toiminnon laatuun ja nopeuteen vaikuttavat se, sisältääkö impulssi hieno- vai karkeamotorista liikettä, yhden tai monen raajan liikettä sekä suorituksen kesto (Kauranen 2014. 119,124).

Normaalia tai ihanteellista liikettä on vaikea yrittää määritellä. Ei ole olemassa yhtä ja oikeaa tapaa suorittaa liikettä. Saman liikkeen voi suorittaa eri strategioita hyväksi käyttäen. Liikkeen synty vaatii tarkkaa koordinoitua yhteistyötä, johon

osallistuvat nivelet, myofaskiaalinen pehmytkudosjärjestelmä ja keskushermosto. Näiden lisäksi psykologiset sekä psykososiaaliset vaikuttavat liikkeen tuottamiseen. On tärkeää arvioida ja korjata erityisiä toimintahäiriöitä kaikissa liike järjestelmän osissa, sekä arvioida edellä mainittujen liike komponenttien mekaanisia suhteita. Liikkeen virheiden määrittelystä sekä luokittelusta on tulossa nykyaikaisen tuki- ja liikuntaelin vaivojen hoidon kulmakivi (Comerford ym. 2012. 3-4).

## 6.1 Motorinen oppiminen

Motorisen kontrollin oppimisprosessissa voidaan hyödyntää harjoittelun yleisiä perusperiaatteita ja sääntöjä. Sääntöjä on 10 ja käymme läpi muutamia, joista ensimmäinen on ylläkirjoitettu periaate. Se tarkoittaa, jotta voidaan saada aikaan pysyviä muutoksia on harjoitusmäärien oltava riittävän suuria, jotta muutoksia tapahtuu. Harjoittelun vaste muistuttaa logaritmi käyrää, jossa alkuun kehitys on huimaa, jonka jälkeen kehitys tasoittuu. Sääntö numero kaksi on spesifisyys periaate, eli ihminen kehittyy siinä mitä hän harjoittelee. Jotta kehitys näkyy arjessa, on harjoittelun muistutettava arjessa tapahtuvia liikemalleja. Kolmannen säännön mukaan harjoittelun on edettävä progressiivisesti. Motorisen kontrollin harjoituksissa tätä voidaan hyödyntää lisäämällä alussa harjoittelun määrää, sitten intensiteettiä myöhemmin vaihtelemalla suoritusaikaa. Neljäs sääntö käsittelee palautuvuutta. Lihas- ja hermokudos palautuvat suhteellisen nopeasti lähtöpisteeseen, jos harjoitteluun tulee pitkä tauko. Motorisen suoritusten on huomattu palautuvat huomattavasti hitaammin. Kymmenes ja viimeinen sääntö käsittelee keskittymistä harjoittelussa. Parhaat tulokset harjoittelussa vaativat pyyteetöntä keskittymistä. Sama pätee motorisen kontrollin harjoituksissa. Koska kyseessä on yhteistoiminta neuraalisen säätelyjärjestelmän kanssa, on keskittymisellä iso rooli harjoitusten onnistumisessa (Kauranen 2011. 371-373).

Motorisen oppimisen näkökulmasta parhaat tulokset näytetään saavuttavan kahden tunnin päivittäisellä harjoittelulla. Harjoitteluaika tulee jakaa kahteen tunnin jaksoon. Harjoituksen aikana pidetyillä tauoilla näyttää olevan myös merkittävä vaikutus motoriseen oppimiseen. Nykytiedon valossa rytmityksellä 1:2 kahteen,

eli tauko on kaksi kertaa pidempi, kuin itse suoritus näyttää olevan paras loppu-tulos. Tämä rytmitys perustellaan kognitiivisella oppimisella, jossa motorisen sää-telyn ohjaus pitää aina tauon jälkeen aloittaa alusta (Kauranen 2011. 375-376).

Mielikuvaharjoittelua voidaan käyttää osana motorista oppista. Mielikuvaharjoi-telulla tarkoitetaan, suorituksen läpikäymistä, ja mielikuvan luomista harjoitteen vaiheista sekä kokonaisuudesta. William Carpenter esitti 1800-luvulla näkemyk-sensä psykoneurolihasteoriasta, jonka mukaan mielikuvaharjoittelun yhdistämi-nen fyysiseen suoritukseen kaksinkertaistaa harjoitusvasteen. Hänen teoriansa mukaan samat rakenteet kehittyvät sekä mielikuva- että fyysisen harjoittelun avulla. Kun henkilö näkee jonkun toisen suorittavat jonkin liikkeen, tai kuvittelee itse suorittavansa kyseistä liikettä, aivoissa olevat peilisolut aktivoituvat. Peilisolut ja fyysinen suoritus aktivoivat keskushermostossa samoja neuroneja. Mielikuva-harjoittelun vaikutuksia perustellaankin peilisolujen avulla. Pitkäkestoinen poten-tiaatio saa aikaan proteiinisynteesiä keskushermoston synapseissa (Kauranen 2011. 376-377).

## **6.2 Kivun vaikutus motoriseen kontrolliin**

Tutkimuksissa on havaittu, että kipu vaikuttaa liikkeen laatuun ja tuottamiseen. Kivun ollessa päällä lihasten rekrytointi sekä synergistilihasten koordinointi häi-riintyy. Tutkimusten henkilöt ovat turvautuneet liikemalleihin, joita havaitaan yleensä henkilöllä, jota ovat suuren kuormituksen tai pitkäkestoisen suorituksen uuvuttamia. (Comerford ym. 2012. 4)

Keskushermoston rooli motorisen kontrolli säätelyjärjestelmänä on erittäin tär-keä. Mikäli keskushermoston työtä häiritsee kipusignaali, on mahdollista, että se lähettää virheellisiä käskyjä lannerangan aktiiviselle järjestelmälle (lihakset), joka aiheuttaa sen, että lihakset supistuvat väärällä voimakkuudella jolloin stabilaatio pettää. Tämän mallin toistuessa aiheutuu passiiviselle järjestelmälle (nivelsiteet, nikamat, välilevyt) virheellistä kuormaa, joka voi johtaa degeneratiivisiin muutok-siin. (Panjabi 1992a. 387, Preuss & Fung. 2005. 16).

Lanneselän liikekontrollin häiriö voi myös lähettää mekanoreseptoreiden välityksellä kipusignaalia keskushermostolle. Aina ei siis ole selvää kumpi provosoi kumpaa; Aiheuttiko keskushermoston kipusignaali liikekontrollin häiriön vaiko liikekontrollin häiriö kivun. (Richardson 2005. 130)

### **6.3 Motorisen kontrollin harjoittaminen**

Motorisen kontrollin harjoittamisen tavoite on muuttaa liikkeen rekrytointimallia ja aktiivisesti hallita liikettä liikekontrollin häiriössä. Asiakkaan informointi tehtävistä harjoitteista on huomattu toimivaksi tavaksi. Asiakkaalle tulee kertoa miksi jotakin harjoitetta tehdään, kuinka usein, minkä verran, kuinka kauan ja milloin tulee lopettaa. Mikäli liikekontrollin häiriöön liittyy kipua, tulevat harjoitteet aloittaa ei-toiminnallisina, sillä opittu kipu ja tieto liikkeeseen liittyvästä kivusta vahvista vääriä liikemalleja joka inhiboi oppimista. Tavoitteena on aina siirtyä toiminnallisiin harjoitteisiin, jotta liikkeen kontrollia päästään opettamaan arkeen liittyvissä asennoissa ja liikkeissä. Tällöin harjoitteiden vaikuttavuudella on suurin merkitys, kun tehdyt harjoitteet linkittyvät asiakkaan arkeen (Comeford & Mottram 2012. 66-67, 72-73).

Harjoittelu aloitetaan hakemalla alaselän neutraali asento. Mikäli asiakas ei tunnista asentoa, aloitetaan asentokontrollin harjoitteilla. Asentokontrollin harjoitukset aloitetaan tunnistamalla aluetta ohjaavia ja stabiloivia lihaksia. Harjoittelussa tulee tiiviisti hyödyntää auditivista, visuaalista sekä kinesteettistä ohjausta sekä palautteen antamista. Harjoittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota liikkeiden laatuun eikä niinkään määrään. Alussa liikkeet suoritetaan hitaasti ja pienellä lihastyöllä. Vartalon tai raajan painoa vähentämällä voi yrittää helpottaa kontrollin säilymistä. Tuennan vähentäminen on alussa yksi tapa vaikeuttaa harjoitteita. Liikettä on hyvä harjoitella niin kauan kunnes liike tuntuu tutulta. Motorisen kontrollin harjoitteet ovat tietoisia tehtäviä ja vaativat keskittymistä. Hengityksen käyttö, asennon tunnistus, liikemalli sekä lihastyön suorittaminen ovat alussa kohtia, joiden tietoisuutta tulee asiakkaalle lisätä. (Comeford ym. 2012. 70).

Harjoittelussa tulee huomioida erikseen nopeat sekä hitaat motoriset yksiköt. Hitaiden motoristen yksiköiden harjoittelussa ydinkohtia ovat liikenopeus, harjoitteen tulee olla hidas eikä se ei saa olla väsyttävä. Afferenttien proprioseptoreiden stimuloiminen helpottaa lihasten rekrytointia. Kipua ei saa ilmetä. Nopeiden motoristen yksiköiden harjoittelussa vastusta lisätään väsymiseen saakka, suoritetaan väsyttävää eksentristä harjoittelua sekä harjoitellaan nopeiden yksiköiden tietoista kontrollia, (Comeford & Mottram 2012. 70)

## **7 Liikekontrollihäiriön tutkiminen Hannu Luomajoen testipatteristolla**

Tutkimuksessaan Van Dillen ym. (1998) pyrkivät luokittelemaan liikekontrollin häiriöt alaluokkiin. He käyttivät kaikkia 28 häiriön tunnistamiseen suunniteltua testiä. 5 fysioterapeuttia tutkivat yhteensä 138 potilasta, joilla 95 oli alaselkäkipua ja 43 ei ollut alaselässä oireita. 98% terapeuteista jakoivat potilaat samoihin alaluokkiin. Myös Harris-Hayes & Van Dillen (2008) tutkivat testiajien välistä luotettavuutta jakamalla 30 kroonista alaselän liikekontrollihäiriöpotilasta 5 alaluokkaan flexio-, extensio-, rotaatio-, flexio-rotaatio- ja extensio-rotaatio -liikekontrollihäiriöön. Tulokset olivat hyvin yleistettäviä  $P = < .000.1$ .

Hannu Luomajoki on kehittänyt nopean ja yksinkertaisen testipatteriston liikkeen kontrollin häiriön tunnistamiseksi. Patteristo sisältää 6 liikettä, joilla testaan lannerangan kaikkia kolmessa tasossa tapahtuvaa liikkeen kontrollia. (Luomajoki 2011) Väitöskirjaansa tehdessä Luomajoki ja kumppanit tutkivat 10 eri testiä, joilla pyritään kliinisessä työssä löytämään liikkeen kontrollin häiriö. He testasivat 27 potilasta, joille oli todettu epäspesifi alaselkäkipu, sekä 13 muuta kuin selkäkipudiagnoosin saanutta potilasta. 10 testistä 6 sai kappa-arvoksi 0,6. Nämä 6 testiä valikoituivat lopulliseen testipatteristoon. (Luomajoki, Kool, de Bruin & Airaksinen 2007) Patteristossa jokainen testi on yhden pisteen arvoinen, näin ollen huonoin pistemäärä on 6 ja paras 0 pistettä.



Testipatteristoa käytettäessä liikkeen suoritusohjeet asiakkaalle on standardoitu. Terapeutti ohjeistaa liikkeen ensin pelkästään verbaalisesti. Jos testattava ei ymmärrä liikettä verbaalisella ohjeistuksella, terapeutti näyttää itse oikean suorituksen. Jos liikkeen suorittamisessa on edelleen ongelmaa, terapeutti näyttää liikemallin uudelleen ja ohjeistaa samalla verbaalisesti. Jos testattava ei vieläkaan pysty suorittamaan oikeanlaista liikettä, voidaan todeta liikkeen kontrollin häiriö. Tärkeää on, että testaja ei tuomitse testattavan suoritusta liian nopeasti, vaan antaa tarpeeksi aikaa ja mahdollisuuksia liikkeen suorittamiseen.

### **7.1 Tarjoilijan kumarrus (Waiter's bow)**

Testi testaa flexio suunnan liikkeen kontrollia. Testattavan tulee kumartua eteenpäin niin, että selkä pysyy suorana ja liike tapahtuu vain lonkista. Tavoiteltava liikelaajuus on 50-70°. Polvet saavat suorituksen aikana olla pehmeinä. Terapeutti seuraa, ettei lannerangan lordoosi ala flexoitumaan/katoa liikkeen aikana.

### **7.2 Lantion kippaus taaksepäin (Pelvic tilt)**

Testi testaa extensiosuunnan liikkeen kontrollia. Testattavan tulee kipata lantiota taaksepäin, niin että alaselkä pyöristyy.

### **7.3 Yhden jalan seisonta (One leg stance)**

Testi testaa lateraaliflexio- sekä rotaatiosuunnan liikkeen kontrollia. Terapeutti mittaa testattavan lantion leveyden (trochanter majorin kohdalta) ja jakaa tuloksen kolmella. Tämä mittaustulos määrittää jalkojen leveyden lähtöasennossa. Testattavan jalkojen väliin asetetaan esine (esimerkiksi puukapulat), jonka leveys on kolmanneksen lantion leveydestä. Näin vakioidaan mittausasento. Tämän jälkeen terapeutti asettaa mitan nollakohdan testattavan napaa kohti, ja pyytää testattavaa siirtymään yhden jalan seisontaan. Mikäli napa liikkuu nollakohdasta yli 10cm, on testi positiivinen. Testi toistetaan molemmilla jaloilla.

#### **7.4 Istuen polven ojennus (Sitting knee extension)**

Testi testaa flexiosuuntaista liikkeen kontrollia. Testattava on lähtöasennossa istuen niin, että jalat roikkuvat ilmassa. Testattava ojentaa polveaan pitäen samalla selän suorana. Polvea ojennetaan ainoastaan niin suoraksi kuin testattava kokee voivansa ojentaa ilman selän pyöristymistä. Testi on positiivinen, jos testattava ei kykene pitämään selkäänsä suorana samalla kun ojentaa polveaan.

#### **7.5 Nelinkontin testi (Four point kneeling)**

Testi testaa flexio- sekä extensiosuuntaista liikkeen kontrollia. Lähtöasento testattavalla on nelinkontin niin, että lonkat ja olkaluu ovat 90° kulmassa ja lanneselkä neutraaliasennossa. Flexiosuuntaista liikkeen kontrollia testattaessa testattava siirtää vartaloaan taaksepäin pitäen lanneselän neutraalin asennon. Lonkan tulisi päästä noin 120° flexioon. Extensiosuuntaista liikkeen kontrollia testattaessa testattava siirtää vartaloaan eteenpäin niin, että lonkkien kulma on noin 60° flexiossa. Vartaloa taaksepäin siirtäessä testi on positiivinen, jos alaselkä pyöristyy ja eteenpäin siirtäessä jos lannerangan lordoosi lisääntyy liikkeen mukana.

#### **7.6 Polven koukistus päinmakuulla (Prone knee bend)**

Testi testaa extensiosuunnan liikkeen kontrollia. Testattavan lähtöasento on päinmakuulla, kädet vartalon sivuilla. Testattava koukistaa polveaan pitäen lannerangan asennon neutraalina. Optimaalisessa tilanteessa polvi koukistuu 120°. Testi on positiivinen, jos lannerangassa tapahtuu extensiota.

## 8 Alaselkäongelmien fysioterapia

Akuutilla alaselkäkipulla on hyvä spontaani paranemistaipumus (Paatelma 2011. 13) ja fysioterapeutilla on akuutin selkäkipun hoidossa ennen kaikkea rooli potilaan informaation lisäämisessä. Potilasta informoidaan edellä mainitusta paranemistaipumuksesta, rohkaistaan välttämään vuodelepoa ja kannustetaan aktiivisuuteen ja normaaleihin päivittäisiin toimintoihin kivun sallimissa rajoissa. Fyysinen harjoittelu ei alaselkäkipun akuutissa vaiheessa nopeuta paranemista, mutta kevyttä liikuntaa kuten kävelyä suositellaan. (Käypä Hoito 2017)

Fysioterapeutin ohjaamat yksilölliset harjoitteet yhdessä yksilöllisen ohjeistuksen kanssa toimivat alaselkäkipuisten kanssa paremmin kuin kumpikin interventio yksinään subakuutissa alaselkäkipussa. (Paatelma 2011. 33-34) Vaikka akuutilla alaselkäkipulla onkin taipumusta parantua itsestään, viime aikoina on huomattu että toimintaa rajoittavalla alaselkäkipulla on taipumusta myös uusia. Systemaattisen katsauksen mukaan yli 70 % parantuneista selkäkipuista uusivat yhden vuoden seurannan aikana. Akuuttiin ja myös subakuuttiin kohdistetuilla interventioilla ja kivun hoidolla on potentiaalia ehkäistä alaselkävaivojen kroonistumista ja kroonisesta kivusta aiheutuvia haittavaikutuksia kuten taloudellisia ja sosiaalisia haittoja. (Lehtola 2017. 6, 8)

Terapeuttisen harjoittelun vaikuttavuutta alaselkäkipun uusiutumiseen tutkittiin kirjallisuuskatsauksessa, jossa oli 9 vertailututkimusta. Fysioterapeutin tekemät interventiot olivat terapeuttista harjoittelua, joissa tavoitteena oli vartalon lihasvoiman ja kestävyuden lisääntyminen sekä aerobisen kunnon parantuminen. Tutkimuksessa saavutettiin kohtalainen näyttö terapeuttisen harjoittelun vaikuttavuudesta kivun uusiutumiseen seuranta-aikana, kun tuloksia verrattiin harjoittelemattomiin selkäkipupotilaisiin. Kahdessa tutkimuksessa kivun uusiutumistiheys väheni merkittävästi. Lisäksi seuranta-aikana sairauspoissaolot vähenivät. (Choi, Verbeek, Tam & Jiang 2010)

Fersum ym. (2013) vertasivat tutkimuksessaan kognitiivis-toiminnallista terapiaa ja manuaalisen terapian sekä kotiharjoittelun vaikutuksia krooniseen epäspesifiin

alaselkäkipuun. Kognitiivinen-toiminnallinen terapia piti sisällään asiakkaan tiedon lisäämistä kivusta, spesifejä harjoitteita liikekontrollin häiriön luokituksen mukaisesti, terapian integroiminen päivittäisiin toimintoihin joita asiakas oli itse maininnut välttävänsä tai jotka asiakkaan mukaan voivat provosoida kipua sekä harjoitteluohjelma. Kontrolliryhmä sai nivelmobilisaatiota- ja manipulaatiota selkärangan niveliin tai lantioon sekä kotiharjoitusohjelman. Tutkimuksessa selvisi, että molempien ryhmien tulokset paranivat, mutta kognitiivis-toiminnallinen ryhmä sai jokaisella mittarilla mitattuna paremmat tulokset kuin manuaalisen terapian ryhmä heti intervention jälkeen sekä 12 kuukauden seurannassa.

## 8.1 Liikekontrollihäiriön fysioterapia

Systemaattisen katsauksen ja meta-analyysin mukaan on olemassa viitteitä siitä, että kun selkäkivusta kärsiviä potilaita hoidetaan alaryhmäkohtaisesti esimerkiksi O'Sullivanin alaryhmäjaottelun mukaisesti, saavutetaan parempia tuloksia kivun lievittymisen ja toimintakyvyn näkökulmasta. (Fersum, Dankaerts, O'Sullivan, Maes, Skouen, Bjordal & Kvåle 2010.) Myös fysioterapiassa interventio kannattaa siis kohdentaa sen mukaan, mihin alakategoriaan potilas kuuluu.

On saatu viitteitä myös siitä, että kroonista alaselkäkipua kannattaa hoitaa opettamalla motorista kontrollia. Aiemmassa kappaleessakin mainitut psykososiaaliset tekijät alaselkäkivussa vaikuttavat todistetusti myös motoriseen kontrolliin. Voidaan ajatella, että lihastoiminnan normalisoiminen ja motorisen kontrollin palauttaminen ei vaikuta selkäkipuun, jos motorisen kontrollin häiriö johtuu ei-mekaanisesta tekijästä, kuten stressi, masennus tai kivun pelko, mutta tutkimusnäyttö osoittaa häiriintyneen motorisen kontrollin aiheuttavan epänormaalia kudosten rasittumista ja mekaanisesti provosoituvaa kipua. Asiaa voi ajatella myös patofysiologian kautta; Akuutin selkäkivun jälkeisessä jaksossa, jossa mahdollinen kudosaivuri normaalisti on parantunut, jatkuva huonosti sopeutuvainen motorinen kontrolli edesauttaa nociseptoreiden sensitisatiota ja näin ollen kivun kroonistumista. (O'Sullivan 2005.)

Vartalon lihasten kontrollin sekä alaraajojen lihasten venyvyyden harjoitteet monesti lievittävät liikekontrollin häiriöstä aiheutuvaa alaselkäkipua. Vaikka selkärangassa olisikin spesifi ongelma kuten nikamasiirtymä tai hermojuuren puristus-tila, lihasten kontrollin korjaus yleensä auttaa korjaamaan ongelmaa ilman spesifiä selkärankaan kohdistuvaa hoitoa. Tämä johtuu siitä, että lisääntyneen kontrollin myötä selkäranka ei ole niin altis rasittumaan vääristä liikemalleista. (Sahrmann 2002, 51.) França, Burke, Caffaro, Ramos & Marques (2012) havaitsivat myös tutkimuksessaan, että kroonista alaselkäkipua hoidettaessa paremman tuloksen saavutti testiryhmä, joka teki poikittaisen m. transversus abdominiksen ja m. multifiduksen vahvistavia harjoituksia kuin toinen ryhmä, joka teki venytysharjoituksia vartalon ojentajalihaksille, takareiden lihaksille ja pohjelihaksille. Tutkimuksen seurannan välineenä mitattiin koettua kipua ja toimintakyvyn alenemaa Oswestryn kyselylomakkeella sekä m. transversus abdominiksen aktivaatiota Pressure Biofeedback-laitteella.

Näkökulmana voidaan mainita kuitenkin myös, että Saner ym. (2015) tutkivat subakuutista ja kroonisesta epäspesifistä alaselkä kivusta kärsivien potilaiden vastetta yleisille harjoituksille ja spesifeille, motorisen kontrollin harjoituksille. Yleisten harjoitteiden ryhmään kuuluvat potilaat tekivät jokaisella terapiakerralla vatsalihasten, selän ojentajalihasten, pakaralihasten, etureiden lihasten sekä takareiden lihasten vahvistavia harjoituksia. Liikekontrollihäiriöryhmän potilaat tutkittiin ja alaluokiteltiin O'Sullivanin ja Luomajoen periaatteiden mukaisesti, ja he tekivät jokaisella terapiakerralla harjoituksia liikkeen kontrollin parantamiseksi. Tutkimuksessa seurattiin Patient Specific Function Scale (PSFS), Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ) ja Graded Chronic Pain Scale (GCPS) tuloksia. Ryhmien välillä ei ollut merkittäviä eroja. Tästä voidaan kenties päätellä, että tärkeintä on ohjeistaa ja rohkaista potilasta yleiseen aktiivisuuteen ja harjoitteluun alaselkä kivun hoidossa.

Myös Lehtola (2017) totesi väitöskirjassaan, että uusiutuneessa epäspesifissä subakuutissa alaselkä kivussa spesifit kontrolliharjoitteet yhdistettynä manuaaliseen terapiaan saattavat olla hyödyllisempiä kuin yleisharjoittelu ja manuaalinen terapia toimintakyvyn paranemisen näkökulmasta.

## 8.2 Fysikaalinen terapia

Lämpöhoidoista ilmeisesti on lyhytaikaista hyötyä kivun lievittämisessä selkäkivun akuutti- ja subakuuttivaiheessa, mutta lämpöpakkauksia on käytetty tutkimuksissa koehenkilöillä useita tunteja, jopa kahdeksan tuntia kerrallaan. (French, Cameron, Walker, Reggars & Esterman 2006) Kinesioteippauksesta ei ole systemaattisen katsauksen mukaan korvaamaan harjoitteluterapiaa kroonisen alaselkävun hoidossa, mutta se voi toimia lisänä lihaskestävyyden lisäämiseen, motoriseen kontrolliin tai liikelaajuuden optimointiin. (Nelson 2016) TENS:n käyttö voi lievittää kipua, mutta toimintakykyyn sillä ei ole vaikutusta. (Buchmuller ym. 2012)

## 8.3 Manuaalinen terapia

Beurskens ym. (1997) tutkivat suurella annoksella annetun traktiohoidon ja matalan annoksen- tai lumetraktion vaikutuksia kipuun, toimintakykyyn, liikkuvuuteen, työkykyyn ja lääkehoidon tarpeeseen kroonisesta alaselkävusta kärsivillä. 12 viikon ja 6 kuukauden seurannassa ryhmien välillä ei ollut suurta eroa. Tästä pääteltiin, että traktiohoito ei ole kroonisessa alaselkävussa vaikuttavaa. Samaa lopputulokseen päätyi myös uudempi Cochrane katsaus (2013); Ne tutkimukset, joissa traktiosta oli ollut hyötyä, oli myös otanta ollut pieni ja tutkimusten puolueettomuutta on vaikea määrittää.

Selkärangan manipulaatiohoitoja käytetään niin akuuttiin- kuin krooniseen alaselkikipuun, mutta näyttöä manipulaatiohoitojen hyödyllisyydestä on vaikea löytää. Manipulaatiohoidosta voi olla potilaalle lyhytaikainen, kipua lievittävä vaikutus, mutta verrattuna muihin hoitoihin kuten harjoitusterapiaan, fysikaaliseen terapiaan tai placeboon sillä ei saavuteta parempaa hyötyä. (Assendelft, Morton, Yu, Suttorp & Shekelle 2003, Bronfort, Haas, Evans & Bouter 2004) Myös uusimmissa Cochrane -katsauksissa (Rubinstein ym. 2011 & 2013) todetaan, että manipulaatiohoidot eivät ole vaikuttavampia kuin muut interventiot akuutissa ja kroonisessa alaselkävussa. Kuitenkin 2018 julkaistussa meta-analyysissä Coulter

ym. (2018) toteavat kroonisen alaselkäkivun hoitoon liittyen, että niin manipulatio- kuin mobilisaatiohoidoilla saadaan aikaiseksi kivun lievittyminen ja toimintakyvyn paraneminen.

Arguisuelas ym. (2017) tutkivat myofascial release -tekniikoiden vaikuttavuutta epäspesifissä kroonisessa alaselkäkivussa. Tutkittavat satunnaistettiin interventioryhmään ja kontrolliryhmään. Kontrolliryhmän hoidot olivat vale-myofascial release -hoitoa. Interventioryhmän kipu ja toimintakyvyn haitta pienenivät enemmän kuin kontrolliryhmän, mutta kliinisesti merkittävää eroa ei ryhmien välillä ollut.

## **9 Puettava sensoriikka**

Puettavalla sensoriikalla (eng. wearable technology, wearable devices, wearables) tarkoitetaan kaikkia kehoon tai vaatteisiin kiinnitettäviä elektronisia laitteita tai tietokoneita, joilla on samanlaisia ominaisuuksia kuin esimerkiksi älypuhelimella. Eroavaisuutena puettava sensoriikka mittaa kehon toimintoja monipuolisemmin ja muuttaa niitä numeroiksi. Ne myös usein tarjoavat palaute- ja mitausjärjestelmän käyttäjälleen. Yleisesti puhuttaen käyttäjä pystyy seuraamaan puettavan sensoriikan mittaamaa dataa reaaliajassa. Nykyään markkinoilta löytyy puettavaa sensoriikkaa kellojen, silmälasien ja piilolinssien, älyvaatteiden, hattujen, korujen kuten sormuksien ja rannekkeiden, kuulolaitteen tavoin käytettävän sensoriikan muodossa. Puettava sensoriikka ei aina ole pelkästään puettavassa ja riisuttavassa muodossa, vaan on olemassa myös implanttityyppisiä sensoreita ja jopa älytatuointeja. Puettavaa sensoriikkaa hyödynnetään nykyään terveyden, liikunnan, ikääntymisen, toiminnan rajoitteiden, koulutuksen, siirtymisen, talouden ja yritysmaailman, pelaamisen ja musiikin osa-alueilla. Kaikissa osa-alueissa puettavan sensoriikan keskeinen tavoite on integroida elektroniikka käytännöllisesti ja saumattomasti käyttäjälleen. (Kiana & Andrew 2014)

Terveysthuollon ja kuntoutuksen näkökulmasta puettava sensoriikka tarjoaa mahdollisuuden mitata ja seurata ihmisen fysiologisia muutoksia, näistä tärkeimpänä sydämen syke, hengitystaajuus, verenpaine, happisaturaatio ja lihasaktiiviteetti. Näiden suureiden mittaaminen ja datan kerääminen auttaa kuvaamaan käyttäjän terveydentilaa ja niillä voi olla myös diagnostista arvoa. Esimerkkinä voidaan käyttää kaulaan kiinnitettävää sensoria, joka akustisten signaalien avulla mittaa hengitystaajuutta. Tarkkuus tällä sensorilla on yli 90 %. Sensori auttaa huomaamaan hengityskatkosten esiintymisen. (Patel ym. 2012)

Puettava sensoriikka pystyy mahdollisesti tulevaisuudessa tarjoamaan parempaa tietämystä alaselkäongelmien synnystä jatkuvalla, pitkäkestoisella selkärangan asentojen mittaamisella. Tällä menetelmällä alaselkävaurion ja päivittäisten toimintojen välistä korrelaatiota olisi helpompi selvittää. (Papi, Koh & McGregor 2017)

## **9.1 Liikesensorien tekniset ominaisuudet**

Selän asentoa mittaavissa sensoreissa keskeisenä ominaisuutena ovat gyrokooppi (eng. gyroscope) ja kiihtyvyysanturi (eng. accelerometer). Kiihtyvyysmittari on elektromekaaninen laite, joka mittaa staattista tai dynaamista kiihtyvyyttä. Kiihtyvyysmittarilla voidaan siis mitata painovoimasta aiheutuvan staattisen vastuksen avulla missä kulmassa kiihtyvyysmittari on maata kohti. Dynaamisen kiihtyvyysvoiman mittaamisen avulla voidaan lisäksi mitata se, mihin suuntaan kiihtyvyysmittari liikkuu. Hahmotuksen vuoksi voidaan käyttää esimerkkinä sitä, kuinka auton turvavyö laukeavat kiihtyvyysmittarin ansiosta. (Dimension Engineering 2018)

Biopalautejärjestelmä (eng. biofeedback) antaa käyttäjälleen palautteen välityksellä tietoa selkänsä asennoista. Biofeedback-palaute on aistinelinten kautta saatavaa tietoa liikkeestä ja asennoista kehossa. Kuntoutujalle tämä tarkoittaa palautejärjestelmää, jonka avulla hallita ja muuttaa esimerkiksi omaa liikettään. (Frank, Khorshid, Kiffer, Moravec & McKee 2010) Liikkeen kontrollin häiriöstä



kärsivällä potilaalla on usein vaikeuksia tunnistaa selkänsä asentoa (Luomajoki 2011. 4). Biopalautejärjestelmän avulla voidaan helpottaa käyttäjää hahmottamaan kehonsa oikeaa asentoa ja päästä kohti haluttua muutosta liikemalleissa. Oikean liikemallin oppimisen jälkeen on usein mahdollista jättää palautejärjestelmä kokonaan pois käytöstä. (AAPB 2008.)

## **9.2 Puettava sensoriikka eri suureiden mittaamisessa sekä tutkimusnäyttöä**

Puettavalla sensoriikalla pystytään nykyään mittaamaan monia ihmiskehosta mitattavissa olevia arvoja. Puettava älykello voi mitata käyttäjän yleistä terveydentilaa ja sairastumisriskiä kellon mittaamien arvojen perusteella, kuten syke ja ihon lämpötila, lentomatkustuksen vaikutus veren happipitoisuuteen ja unen laatu. Tutkijat huomasivat myös, että kello mittaa arvoja eri tavalla insuliiniresistenssin omaavilta- ja omaamattomilta koehenkilöiltä ja tästä pystyttiin pääättelemään puettavan sensoriikan mahdollisuudet tulevaisuudessa tyypin II-diabeteksen tunnistamisessa. (Li ym. 2017)

Etenkin epäspesifin alaselkäkivun kohdalla on hyödyllistä tutkia lannerangan liikettä ja liikkeen häiriöitä. Alaselkäkipu on moniulotteinen ongelma, ja se korreloi monesti esimerkiksi työympäristön ja siitä aiheutuvan kuormituksen kanssa tai psykososiaalisten tekijöiden kanssa. Puettava sensoriikka voi mahdollistaa paremman ymmärryksen saavuttamisen siitä, voiko jokin kuormitustekijä esimerkiksi työpäivän aikana aiheuttaa virheellisiä selkärangan asentoja ja liikkeitä ja näin ollen olla vaikuttamassa alaselkäkivun syntyyn. Jotkin tutkimustulokset puoltavat puettavan sensoriikan hyödyntämistä alaselkäkivun hoidossa. (Papi ym. 2017)

Puettava sensoriikka tarjoaa menetelmän selkärangan asennon ja liikkeen seurantaan esimerkiksi työpäivän aikana. Wong & Wong osoittivat tutkimuksessaan (2008) että kiihtyvyysanturista, gyroskoopista sekä biofeedback-palautteesta ra-

kentuvalla sensorilla pystyttiin tarkasti mittaamaan selkärangan kulmien muutoksia eri asennoissa ja liikkeissä. Alustavat tutkimustulokset osoittivat myös sen, että sensorilla lähetettävää biofeedback-palautetta hyödyntämällä koehenkilöiden oli helpompaa korjata asento- ja ryhtitottumuksiaan päivittäisten toimintojen aikana.

Laird, Kent & Keating (2016) tutkivat lannerangan lordoosia, liikkuvuutta ja lumbopelvestä rytmiä terveiden ja selkäkipuisten koehenkilöiden kanssa puettavalla sensoriikalla (ViMove). Tutkimuksessa kaksi eri tutkijaa tekivät samat mittaukset kolme kertaa alaselkäkipuiselle tai terveelle koehenkilölle. Mittausten reliabiliteetti vaihteli hyvästä erinomaiseen. ViMovella pystyttiin osoittamaan lannerangan liikkuvuus asteina, lannerangan lordoosin määrä sekä myös se, että huomattavin ero selkäkipuisen ja terveen koehenkilön välillä oli se, että vartalon flexiossa lannerangan osuus liikkeestä on pienempi selkäkipuisella kuin terveellä koehenkilöllä.

Ronchi ym. (2008) vertailivat puettavan sensoriikan, modifioidun schoberin sekä inklinometrin luotettavuutta keskenään mitattaessa alaselän liikkuvuutta. Jokaiselle tutkimusmenetelmälle määriteltiin luotettavuutta kuvaava ICC arvo. Sensorin kerroin oli paras ollen 0,859-0,954 välillä. Inklinometrin luotettavuuskerroin oli 0,834-0,909 välillä. Modifioitu schober oli luotettavuudeltaan kohtalainen 0,736. Modifioidulle schoberille ei saada mittaustulos kuin flexio suuntaan.

### **9.3 Puettava sensoriikka alaselkäongelmissa**

Kent, Laird & Haynes (2015) tutkivat klusteroidussa, placebokontrolloidussa tutkimuksessaan alaselkään kiinnitettävän sensorin avulla tehtävän harjoittelun tuloksia. Tutkimuksessa käytettävä sensori oli opinnäytetyössämmekin käytetty DorsaVi ViMove. Tutkimuksen tavoite oli selvittää, voidaanko alaselkäkipuisten potilaiden liikemalleja muokkaamalla vähentää kipua sekä toiminnan rajoitetta verrattuna yleisten suositusten mukaiseen hoitoon. Harjoittelun keskiössä oli sensoriikan tarjoama biofeedback-palaute.

Tutkittavien joukko ( $n = 112$ ) koostui 18 - 65 vuotiaista henkilöistä, jotka olivat hakenneet lääkärin tai fysioterapeutin hoitoa subakuuttiin tai krooniseen alaselkäkipuun. Interventioryhmälle ( $n = 58$ ) toteutettiin terapiaa, jossa heidän lantion alueen liikemallejaan muokattiin alaselkään kiinnitettävällä sensorilla ja siitä saatavalla biofeedback-palautteella. Lisäksi interventioryhmä sai yleisiin suosituksiin perustuvaa lääketieteellistä tai fysioterapeuttista apua. Kontrolliryhmä ( $n = 54$ ) saivat saman hoidon kuin interventioryhmä, mutta he eivät saaneet käyttöönsä sensorin tarjoamaa biofeedback-palautetta. Seurannan välineenä käytettiin VAS-kipujanaa ja Roland Morris Disability Questionnaire -kyselylomaketta, ja Patient Specific Functional Scale -kyselylomaketta. 10 viikon intervention jälkeen tulokset osoittivat, että interventioryhmä pärjasi kaikilla mittareilla mitattuna paremmin kuin kontrolliryhmä. Terapian hyödyt säilyivät intervention päätyttyä 12 kuukauden seurannassa.

#### 9.4 Erilaisia sensoreita

DorsaVi ViMove on selkään kiinnitettävä puettava sensori, joka mahdollistaa potilaan lannerangan liikkeen ja asennon seurannan. ViMovella pystyy seuraamaan liikelaajuutta, liikkeen ajoitusta, liikkeen laatua sekä staattisia seisoma- ja istuma-asentoja. Seurantajärjestelmän avulla potilaan kuntoutusta voidaan seurata ympäri vuorokauden. DorsaVi ViMovessa on kaksi EMG-sensoria lihasaktivaation mittaamiseen ja kaksi liikesensoria, joissa kummassakin on gyroskooppi ja kiihtyvyysmittari. (DorsaVi 2017)

Valedo Motion niin ikään on puettava sensori, jonka tarkoituksena on antaa työkalu työntekijälle selkäkipujen hoitoon ja motorisen kontrollin parantamiseen. Valedossa sensoreita on kolme, joista kaksi kiinnitetään alaselkään ja yksi rintakehään. Sensorissa on kiihtyvyysmittari sekä gyroskooppi. Valedon applikaatio myös kerää dataa seurattavaksi käyttäjän suorittamista liikkeistä ja asennoista. Keskeisessä roolissa Valedon sensorissa on kuntoutus pelaamisen muodossa. Paketti sisältää erilaisia pelejä, joissa käyttäjä ohjailee objektia vartalonsa liik-

keillä. Tämän ideana on tarjota käyttäjää motivoiva tapa harjoitella ja opettaa oikeita liikemalleja. (Hocoma 2017) Valedo maksaa noin 293 euroa. (Amazon 2017)

Valedo Motion sensoria testattiin keväällä 2018. Valedo Motion sensoriohjelmistosta löytyvät videopelit pystyvät toimimaan apuvälineenä alaselän liikesuuntien eriyttämisessä ja harjoittamisessa, mutta fysioterapeutin läsnäoloa vaaditaan liikemallien havainnoimisessa. Sensoreiden oikeaoppinen asettaminen lannerankaan ja rintarankaan myös vaatii todennäköisesti aina ammattilaisen apua, eli laitetta ei voi käyttää yksin. Biofeedback -palautetta käytettäessä sensori tulee kalibroida aina pystyasennossa, joten Luomajoen liikekontrollihäiriön testistön toteuttamiseen sensoria on hankala käyttää.

Lumo Bodytech valmistaa asennonhallintaan Lumo Lift -sensoria, jonka toiminta perustuu kiihtyvyysanturiin. Sensori ei mittaa tarkasti esimerkiksi selkärangan liikkuvuutta asteina, vaan kiihtyvyysanturi mittaa ylävartalon kallistuskulmaa, ja ilmoittaa biofeedback-palautteella kun käyttäjän asento lyhyistyy liikaa asetetusta tavoiteryhdistä. Laite kerää dataa ajasta hyvässä asennossa minuutteina ja dataa voi katsoa neljän viikon ajalta. (Lumo Bodytech 2017) Lumo Bodytech asennonhallintasensori maksaa 69,00 puntaa eli noin 77 euroa. (Amazon 2017)

G-Walk sensoria testattiin keväällä 2018. Sensorissa on käytännöllinen kiinnitys hihnalla, eli esimerkiksi tarrakiinnitteisiä sensoreita ei ole. Tämä voisi mahdollistaa myös sensorin omatoimisen kiinnittämisen kotiympäristössä. G-Walk sensorissa biofeedback -palaute on myös selkeä ja käytännöllinen alaselän liikekontrollihäiriön näkökulmasta. Esimerkiksi tarjoilijan kumarrus -liikkeen aikana sensori piirtää suoraan toisiinsa verrattavat janat näytölle. Viitearvojen tulkinta sen sijaan on vaikeampaa, koska jo numeraalisen datan tulkitsemiseen tarvittaisiin syvempää biomekaanista osaamista fyysisten arvojen tulkintaan.

## 10 Opinnäytetyön toiminnallinen osuus

Opinnäytetyön toiminnallisessa osuudessa testattiin alaselkään kiinnitettävää DorsaVi ViMove -sensoria motorisen kontrollin harjoittamisessa ja alaselkävun fysioterapiassa. Työssä käytetty sensori on Pohjois-Irlantilaisen Ulster yliopiston omaisuutta. Yliopisto on yhteistyökumppanina SENDoc-hankkeessa. Case-tutkimukseen etsittiin Karelia-ammattikorkeakoulun opiskelijoiden ja henkilöstön keskuudesta 2 koehenkilöä, jotka olivat kärsineet selkävivusta.

Hannu Luomajoen alaselän liikekontrollihäiriön testistö tehtiin asiakkaille kappaleen 6 ohjeistuksien mukaisesti. Kotiharjoitteita asiakkaille suositeltiin tekemään joka päivä ainakin tunnin ajan.

Toiminnalliseen osuuteen sisältyi 2 fysioterapiakertaa sekä puhelinkontrollin terapia-ajan puolivälissä. Puhelinkontrollilla selvitettiin asiakkaiden tuntemuksia harjoitteista sekä mahdollisista muutoksista kivussa ja toimintakyvyssä.

### 10.1 Koehenkilöt ja fysioterapia

Fysioterapeuttisessa tutkimisessa tavoitteenamme oli poissulkea vakavien selkäsairauksien mahdollisuus, hermojuuren puristuksesta aiheutuva alaselkäkipu sekä lannerangan liikehäiriöt. Tutkimisen pääpaino oli liikekontrollin häiriön tutkimisessa. Liikkeen kontrollin häiriö voi syntyä monesta eri syystä, joten halusimme fysioterapiassa keskittyä löydettyyn liikekontrollihäiriöön ja sen muutoksiin terapian aikana.

#### Koehenkilö 1

Koehenkilö 1 on 36-vuotias mieshenkilö, joka on kärsinyt alaselkävivusta useita vuosia. Alaselkäkipu paikantuu L3-L5 nikamien okahaarakkeiden alueelle. VAS-

kipujanalla asiakkaan keskimääräinen alaselkäkivun määrä oli 2/10 ja suurimmillaan 4/10. Red flags -oireita ei ole. Koehenkilö kertoo normaalissa elämässään välttävänsä selän kivuliaita liikkeitä. Oswestryn toimintakykyindeksi (2.1A) -testin tulos 16%.

Koehenkilölle määritettiin neurologinen status, jonka mukaan neurologisia häiriöitä ei ollut. SLUMP-testi asiakkaalla oireeton. SI-nivelen testeistä tehtiin distractiotesti sekä kompressiotesti, jotka olivat oireettomat. Liikkuvuutta tutkittiin selän eteen-, taakse- ja sivutaivutusliikkeitä sekä istuen selkärangan kiertoliikettä havainnoiden.

#### Liikekontrolli

Tarjoilijan kumarrus: 0 pistettä, VAS 2 arvoinen kipu alaspäin kumartuessa.

Yhden jalan seisonta: 10cm lantion siirtymä oikealle sekä vasemmalle

Polven ojennus istuen: 0 pistettä

Polven koukistus päinmakuulla: 1 piste, vasemman polven koukistuksessa lannerangan lateraaliflexio vasemmalle,

Nelinkontin testi: 1 piste, extensiosuuntaan

Lantion kippaus: 1 piste.

Asiakkaalla toiminnallisesti suurin haaste oli lantion kippaus. Posterioriseen suuntaan liikettä ei syntynyt lähes ollenkaan, vaan liike syntyi rintarangan extensiosta sekä polvinivelten flexiosta.

Alaselän liikekontrollin testistöstä pääteltiin, että asiakkaalla on extensiosuunnan kontrollihäiriö.

Koehenkilölle 1 ohjeistettiin lantionkipkaus -harjoitetta, koska liikkeen suorittaminen oli vaikeaa ja liikkuvuus flexiosuuntaan lannerangassa vähäinen. Liikkuvuusharjoitteita koehenkilölle ohjeistimme tekemään selinmakuulla polvet koukussa ja jalkaterät maassa niin, että polvia viedään sivulta sivulle. Lisäksi selkärangan ojentajalihaksille ohjeistimme venytysharjoitteen niin, että asiakas vetää selänmakuulla polvia kohti rintakehää. Koehenkilö 1:n kohdalla ensimmäisellä kerralla alkumittauksia sensorilla ei pystytty ottamaan, koska sensori ei toiminut.

Fysioterapeuttinen ohjeistus ja harjoitteet perustuivat siis havaintoihimme Luomajoen liikekontrollihäiriön testistöstä sekä fysioterapeuttisesta tutkimisesta.

## Koehenkilö 2

Koehenkilö 2 on 32-vuotias mieshenkilö, joka on kärsinyt alaselkäkivusta useita vuosia. Alaselkä kipeytyy asiakkaalla esimerkiksi pitkän autossa istumisen jälkeen tai kuntosalilla maastavedon aikana. Asiakkaalla ei ole perussairauksia. VAS-kipujanalla asiakkaan keskimääräinen kivun määrä oli 4/10 ja suurimmillaan 7/10. Alaselkäkipu paikallistuu L3-nikaman okahaarakkeen alueelle ja säteilee siitä lateraalisesti noin 10-15 cm päähän. Oswestryn toimintakykyindeksi (2.1A) -testin tulos 10%.

Koehenkilölle määritettiin neurologinen status, jonka mukaan neurologisia häiriöitä ei ollut. SLUMP-testi asiakkaalla oireeton. SI-nivelen kompressiotesti oli oireeton, mutta SI-nivelen distraktiotesti provosoi oireita oikealle puolelle.

### Liikekontrolli

Tarjoilijan kumarrus: 1 piste

Yhden jalan seisonta: 1 piste, 13 cm lantion siirtymä molemmille puolille

Polven ojennus istuen: 1 piste, myös takareisilihasten kireys vaikutti suoritukseen

Polven koukistus päinmakuulla: 0 pistettä

Nelinkontin testi: 0 pistettä

Lantion kippaus: 0 pistettä

Alaselän liikekontrollin testistöstä pääteltiin, että asiakkaalla on flexiosuunnan liikekontrollihäiriö.

Koehenkilölle 2 ohjeistettiin tarjoilijan kumarrus -harjoitetta peilin edessä sekä teipin kanssa tehtäväksi. Teippi ohjeistettiin kiinnittämään avustajan kanssa lannerankaan niin, että alaselkään haettiin neutraali asento, ohjeistettiin laittamaan teippi lannerangan päälle ja tekemään tarjoilijan kumarrusta ilman teipin kiristymisen tunnetta. Lisäksi koehenkilölle 2 ohjeistettiin tekemään takareisien venytysharjoitteita seisten joka päivä 3-5 x 30 sekuntia/jalka. Takareiden venyttelyharjoitukset ohjeistettiin perustuen asiakkaan Straight Leg Raise -tulokseen (65°/65°), jännitys-rentoutusvenytyksen liikkuvuutta lisäävään vaikutukseen SLR -testissä (80°/80°), sekä tarjoilijan kumarruksen ja polven ojennus istuen -harjoitusten aikana asiakkaasta tuntevan takareisien kiristävän tunteen takia.

## **10.2 Mittaukset sensorilla sekä tulokset**

Koehenkilöllä 1 alkumittaus tehtiin 22.5.2018 ja koehenkilöllä 2 11.5.2018. Kontrollikäynti oli 22.6.2018 jolloin kummaltakin mitattiin kontrollimittaukset. Kummallekin koehenkilölle soitettiin puhelinkontrolli, kun terapia-ajasta oli kulunut noin puolet.

### **Mittaukset ViMove:lla sekä terapian tulokset, koehenkilö 1**

Lannerangan yleisliikkuvuus piiryy ViMovessa ensimmäisenä tuloksissa. Koehenkilöllä 1 lähtötaso lannerangan liikkuvuuden osalta oli flexio 73°, extensio 4°, lateraaliflexio vasemmalle 34° ja oikealle 26° ja terapian lopussa flexio 62°, extensio 28°, lateraaliflexio vasemmalle 38° ja oikealle 31°. (Liite 1) Lannerangan lordoosin määrää sensori mittasi lähtötilanteessa 36° josta rintarangan osuus oli 12° ja lantion 24°, kun lopussa mittaus oli 34° joista rintarangan osuus oli 14° ja lantion 20°. Lannerangan flexioliikkuvuusmittauksessa EMG-sensori havaitsi vähentyneen EMG-aktiivisuuden selkärangan ojentajalihaksissa flexioliikkeen aikana. (Liite 2) Lantion kippausliikkeessä liikettä oli lähtötilanteessa posteriorisesti 5° ja anteriorisesti 13°, kun lopussa liikettä oli posteriorisesti 4° ja anteriorisesti 22°. Terapian alussa istuen tehtävän lantion kippausliikkeen liikelaajuus oli 21° ja terapian lopussa 12°.



Lannerangan lateraalirotaatio terapian alussa oli vasemmalle 28° ja oikealle 11° ja terapian lopussa vasemmalle 11° ja oikealle 7°.

Koehenkilön 1 Oswestryn toimintakykyindeksin (2.1A) tulos laski 16 prosentista 8 prosenttiin. Keskimääräinen kipu oli VAS0/10 ja kipu maksimissaan VAS2/10. Hannu Luomajoen alaselän liikekontrollin testistössä koehenkilö 1 ei saanut enää pisteitä (0/6).

”Fysioterapian ohjaus tuntui asiantuntevalta ja ammattimaiselta, ja annetuista harjoitteista oli nopeasti apua. Harmillisesti ihan alkutilannetta ei päästy teknisten ongelmien takia testaamaan sensoreiden kanssa, mutta toimiessaan niistä saadut mittaustulokset olivat mielenkiintoisia ja harjoitteluun kannustavia. Muuten hankalasti hahmotettavista hallintaongelmista ja liikerajoitteista tuli vertailuarvojen avulla jotenkin konkreettisempia. Olisi ollut mukava päästä näkemään mitausdatan kehitys hieman pidemmälläkin harjoittelujaksolla. Laitteiston mittaustulokset vaikuttivat myös tukevan perinteisin liikkuvuustestien avulla tehtyä diagnoosia. Laitteiston käyttö tuntui alkuun hieman epämukavalta johtuen kohtalaisen suuresta selkään kosketuksissa olevasta liimapinta-alasta, mutta tuohon kyllä tottui nopeasti. Testausohjelmiston tarjoamat ratkaisuehdotukset sinällään suhteellisen osuvasti kohdennettuihin ongelmiin tuntuivat vähän turhan yleisluontoisilta. Vaikka eri harjoitteista tarjottiin analyysina toisistaan eroavia ongelmakohtia, oli tarjottu harjoite tai hoito monessa kohtaa kuitenkin sama ja enemmän tai vähemmän ympäröivää.”

## **Mittaukset ViMove:lla sekä terapian tulokset, koehenkilö 2**

Koehenkilöllä 2 lähtötaso lannerangan liikkuvuuden osalta oli flexio 50°, extensio 20°, lateraaliflexio vasemmalle 25° ja oikealle 15° ja terapian lopussa flexio 62°, extensio 21°, lateraaliflexio vasemmalle 27° ja oikealle 19°. (Liite 3) Lannerangan lardoosin määrää sensori mittasi lähtötilanteessa 19° josta rintarangan osuus oli 9° ja lantion 11°, kun lopussa mittaus oli 27° joista rintarangan osuus oli 12° ja lantion 15°. Koehenkilöllä 2 EMG-sensori irtosi iholta ensimmäisen flexioliikku-

vuusmittauksen jälkeen ja sen jälkeen se piirti epäluotettavaa dataa. Lantion kippausliikkeessä liikettä oli lähtötilanteessa posteriorisesti 2° ja anteriorisesti 15°, kun terapian lopussa liikettä oli posteriorisesti 4° ja anteriorisesti 22°. Terapian alussa istuen tehtävän lantion kippausliikkeen liikelaajuus oli 7° ja terapian lopussa 10°.

Lannerangan lateraalirotaatio terapian alussa oli vasemmalle 20° ja oikealle 21° ja terapian lopussa vasemmalle 29° ja oikealle 33°.

Koehenkilön 2 Oswestryn toimintakykyindeksin (2.1A) tulos laski 10 prosentista 0 prosenttiin. Keskimääräinen kipu oli VAS1/10 ja kipu maksimissaan VAS3/10. Hannu Luomajoen alaselän liikekontrollin testistössä koehenkilö 2 sai pisteen polven koukistuksessa maaten (lantion rotaatioliikkeen aikana) sekä painonsiirrossa nelinkontin (extensiosuuntaan). Tarjoilijan kumarruksesta ei enää tullut pistettä.

”Kyseinen projekti oli mielenkiintoinen, koska teknologiaratkaisut ovat vahvasti nykypäivää kuin myös selkäsäryt. Sensorit asettuivat kehoon ihan mukavasti, mutta etenkin eteenpäintaivutuksessa ihon venyessä osa sensoreista repeytyi irti. Suosittelen myös selkäkarvojen ajelua ennen käyttöä. Olisi mukava testata antureita myös esim. kuntosali- / kehonpainoharjoittelun yhteydessä.

Jakso oli mielestäni hyödyllinen ja sen aikana selkävaivani vähenivät huomattavasti. Osasyynä toki myös automatkustuksen väheneminen ja säännöllinen voimaharjoittelu, mutta varmasti harjoitusliikkeet yhdistettynä edellä mainittuun ovat auttaneet. Mielenkiintoinen jakso, kiitos.”

## **11 Pohdinta**

### **11.1 Johtopäätökset tuloksista**

Puettava sensoriikka voi tulevaisuudessa tarjota uusia mahdollisuuksia kuntoutukseen niin paikan päällä kuin etänä, mutta tällä hetkellä laitteita mielestämme

tulee kehittää vielä helpommaksi käyttää niin, että sensorin käyttö on nopeampaa eikä se vie esimerkiksi tunnin fysioterapia-ajasta suurinta osaa.

Puettava sensoriikka toimi hyvin lannerangan liikkuvuusmittauksissa. Mittauksien luotettavuus on hyvä, jos mittaukset tehdään aina samalla sapluunalla ja saman protokollan mukaisesti. Puettavalla sensoriikalla tehtävät liikkuvuusmittaukset on osoitettu myös aikaisemmin luotettavaksi myös tutkimuksissa. (Ronchi ym. 2008, Laird ym. 2016, Wong ym. 2008) Jotkin tutkimustulokset puoltavat puettavan sensoriikan käyttöä alaselkävun hoidossa (Papi ym. 2017), mutta asiakkaidemme tapauksessa sensoriikka ei tarjonnut alaselkävun fysioterapiaan juuri muuta kuin myös asiakkaalle selkeän ja ymmärrettävän tavan seurata liikkuvuuden muutoksia. Biofeedback –palaute ei ollut käytännöllinen motorisen kontrollin harjoittamisessa. Kent ym. (2015) saivat tutkimustuloksekseen, että biofeedback-palautetta hyödyntävä alaselkäkipuisten ryhmä pärjasi kaikilla tutkimuksessa käytetyillä mittareilla mitattuna paremmin kuin ryhmä, joka ei hyödyntänyt biofeedback-palautetta. Opinnäytetyössämme biofeedback-palautetta oli vaikea hyödyntää, mutta tähän saattoi vaikuttaa se, että resurssit riittivät ainoastaan yhteen fysioterapiakertaan jossa hyödynnettiin sensoriikkaa ja sen jälkeen oli ainoastaan loppukontrolli.

Puettavan sensorin luotettavuuden osalta voidaan miettiä, että alaselkäsensorin onnistunut käyttö voi riippua myös asiakkaan ruumiinrakenteesta. Liimapinta ja joustamaton kiinnityspaikka sensorille antavat helposti periksi. Koehenkilön 2 tapauksessa lannerangan flexiomittauksessa EMG-sensori irtosi heti mittausprosessin alussa ja ei enää pysynyt kiinni sen jälkeen, joten terapian kannalta varsin tärkeä EMG-mittaus ja muutokset EMG-aktiivisuudessa jäivät mittaamatta. Lisäksi tulokset eivät koehenkilöllä 1 ole täysin realistiset seuraavasta syystä; Fysioterapia alkoi jo 9.5.2018, mutta tällä kerralla ViMove ei tuntemattomasta syystä toiminut. Sensorimittaukset otettiin koehenkilöltä 1 22.5.2018. Kuitenkin 9.5.2018 pystyimme havainnoiden huomaamaan koehenkilön 1 ongelmallisen lantion kippausliikkeen, johon ohjasimme jo silloin harjoituksia. Kun sensorimittauksia 22.5.2018 otettiin, oli koehenkilön lantion kippausliike kehittynyt huomattavasti ja liikkeen suorittaminen oli helpompaa. Tämä siis vääristää sensorilla otetun alkua- ja loppumittauksen arvoja.

DorsaVi ViMove:n liike- ja EMG-sensorit kiinnitetään asiakkaan lannerangan alueelle laitevalmistajan kehittelemien sapluunoiden avulla; Sapluunat ovat kooltaan S-XL, ja ne on tarkoitettu eripituisille ihmisille. Sensoreiden kiinnittäminen tapahtuu niin, että ensin asiakkaalta merkitään alaselkään vasen ja oikea suoliluun harju, jonka jälkeen sensorin sapluuna asetetaan merkitylle paikalle. Tämä määrittää kaikkien sensoreiden liimauskohdan alaselässä. Uskomme, että EMG-sensorit asettuvat lähes poikkeuksetta lannerangan ojentajalihasten päälle, mutta liikensensoreiden tulisi asettua S1- ja L1-okahaarakkeiden päälle. Mielestämme anatomisten rakenteiden eroavaisuudet yksilöiden välillä heikentävät sensorin mittausten luotettavuutta, jos sensorit kiinnitetään sapluunan mukaisesti. Yksittäisen asiakkaan kohdalla luotettavuus ei kärsi, jos sensorit kiinnitetään asiakkaaseen aina samalla tavalla. Lisäksi sapluunan käyttäminen tekee mittausten välisten luotettavuuden ylläpitämisestä helpompaa, koska ylempi takimmainen suoliluun harju on suhteellisen helposti palpoitava luinen maamerkki ja sapluunan saa koehenkilölle helposti samalla paikalle jokaisella mittauksella.

Monesti puettavia sensoreita valmistavat yritykset mainostavat laitteiden Biofeedback-palautejärjestelmää ja sen käytettävyyttä fysioterapiassa. Opinnäytetyön aikana saamamme kokemuksen perusteella ainakin lannerangan motorisen kontrollin harjoittamisessa Biofeedback-palautetta on vaikea hyödyntää; DorsaVi ViMove tarjoaa Biofeedback-järjestelmäksi ”maalitaulun” (Kuva tästä maalitaulusta vielä) jossa on merkki kunkin sensorin yksikön kohdalle. Maalitaulun yksiköt liikkuvat sitä mukaa, kun asiakas suorittaa liikkeen. Eroavaisuudet yksiköiden liikkeessä ovat kuitenkin hyvin pieniä, vaikka liikkeet suoritettaisiin eri tavalla. Teimme kokeeksi koehenkilöillämme sekä itsellämme oikeaoppisesti sekä virheellisesti suoritettua tarjoilijan kumarrus- sekä lantion kippausliikkeitä. Eroavaisuudet yksiköiden liikkeissä olivat niin pieniä, että niiden avulla on vaikeaa auttaa asiakasta ymmärtämään omaa liikettään paremmin. Sama asia toistui myös Valedo Motion sensorissa, jossa terapian keskiössä on videopelimuotoinen terapia, jossa esimerkiksi lantion kippauksella ohjataan kalaa luolassa. Sensori ohjaa kalaa ongelmitta eteenpäin luolassa, vaikka lantion kippaus suoritettaisiin virheellisesti koukistamassa polvia ja rintarangan liikkeellä niin, että lannerangassa ja

lantiossa ei synny liikettä. Mielestämme puettava sensoriikka ei siis poista fysioterapeutin arvioinnin tarpeellisuutta. Biofeedback-palautejärjestelmää on myös ongelmallista käyttää yksin, koska silloin fysioterapeutin tulisi pystyä seuraamaan niin asiakkaan liikkeen suorittamista kuin myös näytöllä tapahtuvaa yksiköiden liikettä.

DorsaVi ViMove:n parhain ominaisuus meidän opinnäytetyössämme ehdottomasti liikkuvuusmittaus, jonka avulla pystyimme varmentamaan muutokset liikkuvuuksissa. EMG-sensori onnistui myös antamaan mielenkiintoista dataa; Esimerkiksi koehenkilön 1 kohdalla terapian alussa lannerangan flexioliikkuvuuden mittauksen aikana EMG-aktiivisuus lannerangan ojentajalihasten alueella oli paljon suurempi kuin terapian lopussa. Terapian lopussa asiakkaan oma kokemus oli myös että hän kykenee koukistamaan lannerankaansa rennommin.

Liikekontrollihäiriön testeistä voidaan päätellä, että motorisen kontrollin kehittyminen lievensi koettua kipua ja paransi toimintakykyä näillä kahdella koehenkilöllä. Koehenkilön 2 tapauksessa alkuperäinen liikekontrollin häiriö poistui mutta toinen liikekontrollin häiriö oli loppumittaushetkellä havaittavissa.

Jatkotutkimusaiheena voisi tutkimuksen toistaa isommalla määrällä osallistujia. Hyötyä motorisen kontrollin harjoittamiseen voisi myös tuoda se, että biofeedback -palautetta pääsisi käyttämään useampia kertoja kuin meidän opinnäytetyössämme.

## **11.2 Luotettavuus ja eettisyys**

Koehenkilöiden fysioterapiaprosessin aikana saatuja tietoja käsiteltiin anonyymisti koko prosessin ajan. Opinnäytetyöhön osallistuminen oli osanottajille vapaaehtoista.

Koehenkilöiden lopputulokseen on vaikuttanut mahdollisesti myös muut tekijät kuten koehenkilöllä 2 automatkustuksen väheneminen ja hänen omatoiminen harjoittelunsa. Voidaan myös ajatella, että ovatko motorisen kontrollin harjoitteet

vähentäneet alaselän kuormitusta myös kuntosalilla, jolloin asiakkaan oma voimaharjoittelu ei ole provosoinut alaselkäkipua enää niin paljon.

### **11.3 Opinnäytetyöprosessi**

Opinnäytetyöprosessi oli haastava ja monet muuttujat aiheuttivat painetta; Pääsimme käyttämään sensoria noin puoli vuotta aikataulusta myöhässä. Tämä aiheutti myös sen, että emme mielestämme ehtineet perehtyä valitun sensorin käyttöön riittävästi. Syvempi perehtyminen olisi kenties tuonut lisähyötyä myös Biofeedback -palautteen käyttöön. Tiedonhaku ja tietoperustan kirjoittaminen onnistui hyvin, mutta puettavasta sensoriikasta tehtyjen tutkimusten luotettavuuden arviointi oli haastavaa. Monesti tutkimusten kieli oli haastavaa ymmärtää tai kääntää suomeksi. Tietoperustan keräämisen myötä myös toiminnallisen osuuden toteuttaminen sujui hyvin. Opinnäytetyöprosessin myötä myös opimme paljon case-tutkimuksen toteuttamisesta ja osaisimme ensi kerralla ottaa eri tavalla huomioon monia muuttujia.

### **11.4 Oppimisprosessi**

Oppimisen kannalta opinnäytetyö opetti meille molemmille paljon alaselkäkivusta ja alaselän motorisen kontrollin yhteydestä alaselkäkipuun. Ymmärrystä kertyi myös fysioterapiaprosessin suunnittelusta ja sen myötä osaisimme suunnitella seuraavalla kerralla esimerkiksi alkututkimistilanteen huolellisemmin. Koehenkilöiden harjoitusmäärät tiedusteltiin puhelimitse ja haastatellen, mutta tarkemman tuloksen olisi antanut harjoituspäiväkirja. Pääsimme näkemään myös hankkeen etenemistä käytännössä ja huomasimme, miten aikataulut ja suunnitelmat voivat muuttua yllättäen ja niihin on sopeuduttava.

Koehenkilöiden alaselkäkivun tutkimisen osalta totesimme, että tutkimisprotokollan aikana keskitimme kenties liikaa huomiota liikekontrollihäiriöön. Tästä syystä laajempi, ICF-viitekehyksen mukainen kaikkien toimintakyvyn osa-alueiden huo-

mioon ottaminen jäi vähemmälle huomiolle. Myös puettavan sensorin käyttämiseen olisi voinut käyttää enemmän aikaa, mutta toisaalta halusimme mallintaa aitoa fysioterapiatilannetta, jossa monesti terapia kestää noin tunnin.

## Lähteet

- Adams, M., Bogduk, N., Burton, K. & Dolan, P. 2012. The biomechanics of back pain. Churchill Livingstone, Elsevier.
- Alaselkäkipu. Käypä Hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Fysiatriryhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2017.
- Amazon. 2017. Lumo Lift Posture Coach and Activity Tracker. [https://www.amazon.co.uk/Lumo-Posture-Activity-Tracker-requires-White/dp/B00N9P8GMW/ref=sr\\_1\\_1?s=electronics&ie=UTF8&qid=1515011410&sr=1-1&keywords=lumo+lift](https://www.amazon.co.uk/Lumo-Posture-Activity-Tracker-requires-White/dp/B00N9P8GMW/ref=sr_1_1?s=electronics&ie=UTF8&qid=1515011410&sr=1-1&keywords=lumo+lift). 3.1.2018.
- Amazon. 2017. Valedo - Digital Back Therapy. [https://www.amazon.com/Valedo-30811-Digital-Back-Therapy/dp/B0100ONKPM/ref=lp\\_12688800011\\_1\\_1\\_a\\_it?srs=12688800011&ie=UTF8&qid=1516185511&sr=8-1](https://www.amazon.com/Valedo-30811-Digital-Back-Therapy/dp/B0100ONKPM/ref=lp_12688800011_1_1_a_it?srs=12688800011&ie=UTF8&qid=1516185511&sr=8-1). 17.1.2018.
- Andersen, J. 2011. Is immediate imaging important in managing low back pain? <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21214357>. 20.12.2017.
- Assendelft, W., Morton, S., Yu, E., Suttorp, M. & Shekelle, P. 2003. Spinal manipulative therapy for low back pain. A meta-analysis of effectiveness relative to other therapies. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12779297>. 3.1.2018.
- Arguisuelas, M., Lison, J., Sanchez-Zuriaga, D., Martinez-Hurtado, I. & Domenech-Fernandez, J. 2017. Effects of myofascial release in non-specific chronic low back pain: a randomized clinical trial. <https://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/47467>. 3.1.2018.
- Beurskens, A., de Vet, H., Koke, A., Regtop, W., van der Heijden, G., Lindeman, E. & Knipschild, P. 1997. Efficacy of traction for nonspecific low back pain. 12-week and 6-month results of a randomized clinical trial.
- Bronfort, G., Haas, M., Evans, L. & Bouter, L. 2004. Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a systematic review and best evidence synthesis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15125860>. 3.1.2018.
- Brunner, E., Dankaerts, W., Meichtry, A., O'Sullivan, K. & Probst, M. 2018. Physical Therapists' Ability to Identify Psychological Factors and Their Self-Reported Competence to Manage Chronic Low Back Pain. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29385524>. 15.8.2018.
- Buchmuller, A., Navez, M., Millette-Bernardin, M., Pouplin, S., Presles, E., Lantéri-Minet, M., Tardy, B., Laurent, B. & Camdessanché, J. 2012. Value of TENS for relief of chronic low back pain with or without radicular pain. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22337531>. 3.1.2018.
- Choi, B., Verbeek, J., Tam, W. & Jiang, J. 2010. Exercises for prevention of recurrences of low-back pain. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20091596>. 19.12.2017.
- Comerford, M. & Mottram, S. 2012. Kinetic Control – The management of uncontrolled movement. Englanti: Elsevier.



- Coulter, I., Crawford, C., Hurwitz, E., Vernon, H., Khorsan, R., Suttrop Booth, M. & Herman, P. 2018. Manipulation and mobilization for treating chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29371112>. 18.6.2018.
- Deville, W.L., van der Windt, D.A., Dzaferagic, A., Bezemer, B.D., Bouter, L.M. 2000. The test of Lasègue: systematic review of the accuracy in diagnosing herniated discs. *Spine*. 6.1.2018 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10788860>
- Dimension Engineering. 2018. A beginners guide to accelerometers. <https://www.dimensionengineering.com/info/accelerometers>. 24.1.2018.
- DorsaVi. 2018. <https://www.dorsavi.com/au/en/vimove/>. 16.1.2018.
- Fersum, K., Dankaerts, W., O'Sullivan, P., Maes, J., Skouen, J., Bjordal, J. & Kvåle, A. 2010. Integration of subclassification strategies in randomised controlled clinical trials evaluating manual therapy treatment and exercise therapy for non-specific chronic low back pain: a systematic review. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19996331>. 2.1.2018.
- França, F., Burke, T., Caffaro, R., Ramos, L. & Marques, A. 2012. Effects of muscular stretching and segmental stabilization on functional disability and pain in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled trial. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22632587>. 2.1.2018.
- Frank, D., Khorshid, L., Kiffer, J., Moravec, C. & McKee, M. 2010. Biofeedback in medicine: who, when, why and how? <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2939454/>. 22.8.2018.
- French, S., Cameron, M., Walker, B., Reggars, J. & Esterman, A. 2006. Superficial heat or cold for low back pain. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16437495>. 3.1.2018.
- Griffith, L., Shannon, H., Wells, R., Walter, S., Cole, D., Côté, P., Frank, J., Hogg-Johnson, S. & Langlois, L. 2012. Individual Participant Data Meta-Analysis of Mechanical Workplace Risk Factors and Low Back Pain. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3483985/>. 19.12.2017.
- Hancock, M., Maher, C.G., Latimer, J., Spindler, M.F., McAuley, J.H., Laslett, M. & Bogduk, N. 2007. Systematic review of tests to identify the disc, SIJ or facet joint as the source of low back pain. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2078309/>. 4.1.2018
- Harris-Hayes, M., Van Dillen, L.R. 2008. The inter-tester reliability of physical therapists classifying low back pain problems based on the movement system impairment classification system. 9.1.2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=The+inter%E2%80%90tester+reliability+of+physical+therapists+classifying+low+back+pain+problems+based+on+the+movement+system+impairment+classification+system.+P>
- Hides, J., Richardson, C. & Jull, G. 1996. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8979323>. 2.1.2018.

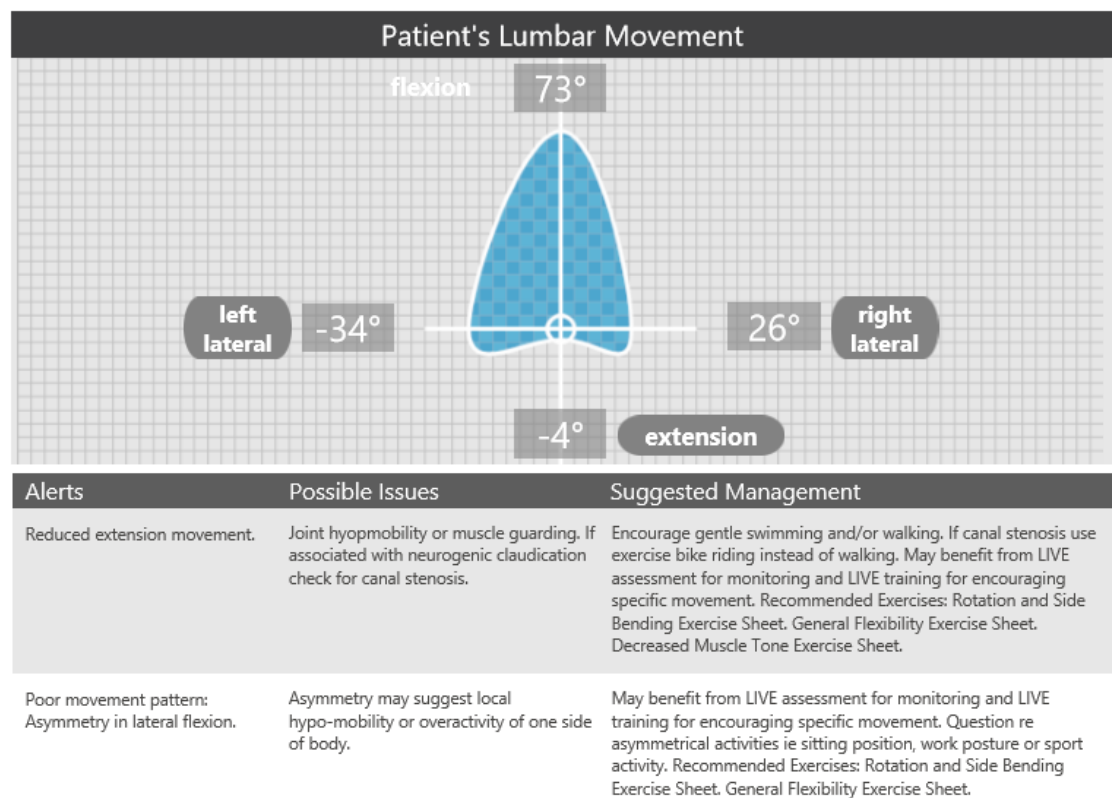
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Hocoma. 2017. Valedo Motion. <https://www.hocoma.com/solutions/valedo-motion/>. 17.1.2018.
- Hollantilainen fysioterapiasuositus. 2013. KNGF Guidelines – Low Back Pain.
- Kalso, E., Vainio, A. & Estlander, A. 2002. Kipu. Helsinki: Duodecim.
- Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Kauranen, K. 2017. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Kent, P., Laird, R. & Haines, T. 2015. The effect of changing movement and posture using motion-sensor biofeedback, versus guidelines-based care, on the clinical outcomes of people with sub-acute or chronic low back pain-a multicentre, cluster-randomised, placebo-controlled, pilot trial. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4446825/>. 20.12.2017.
- Kiana, T. & Andrew, M. 2014. Wearable Technology and Wearable Devices: Everything You Need to Know. <http://www.wearabledevices.com/what-is-a-wearable-device/>. 16.1.2018.
- Laird, R., Gilbert, J., Kent, P. & Keating, J. 2014. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25012528/>. 2.1.2018.
- Lehtola, V. 2017. Movement control impairment in recurrent subacute low back pain. A randomized controlled trial between specific movement control exercises and general exercises. Itä-Suomen yliopisto
- Lumo Bodytech. Lumo Lift. 2017. <https://www.lumobodytech.com/lumo-lift/>. 3.1.2018.
- Luomajoki, H. 2011. Fysioterapialehti 1/11. Testistö selkäpotilaiden liikekontrollin häiriöiden tunnistamiseksi. 10.1.2018
- Luomajoki, H. 2010. Movement Control Impairment as a Sub-group of Non-specific Low Back Pain. Jyväskylän yliopisto.
- Luomajoki, H., Kool, J., de Bruin, E., Airaksinen, O. 2007. Reliability of movement control tests in the lumbar spine. 10.1.2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2164955/>
- Luomajoki, H., Moseley, GL. 2009. Tactile acuity and lumbopelvic motor control in patients with back pain and healthy controls. 9.1.2018. <http://bjsm.bmj.com/content/45/5/437>
- Luomajoki, H. 2018. Physiofile: Liikekontrollin häiriöt. Liikekontrollin testit. <http://www.physiofile.fi/product.php?product=15>. 15.1.2018.
- Martimo, K. 2010. Musculoskeletal disorders, disability and work. Työterveyslaitos.
- Nelson, N. 2016. Kinesio taping for chronic low back pain: A systematic review. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27634093>. 3.1.2018.
- O'Sullivan, P. 2005. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. Elsevier.
- Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L. & Rodgers, M. 2012. A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation.

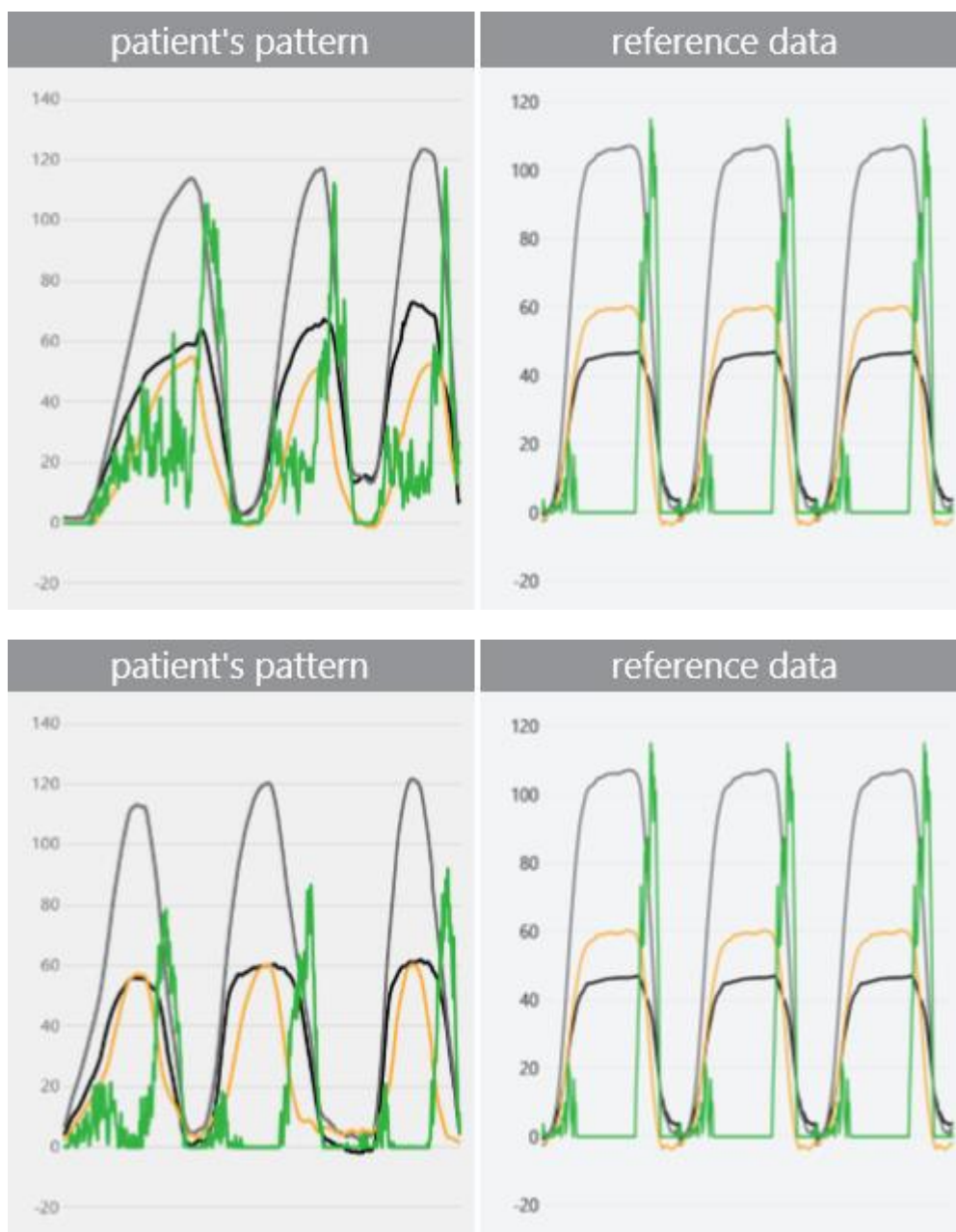
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3354997/>.  
20.11.2017
- Paatelma, M. 2011. Orthopedic Manual Therapy on Low Back Pain with Working Adults. Clinical Tests, Subclassification and Clinical Trial of Low Back Pain. Jyväskylän yliopisto.
- Panjabi, M.M. 2007. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3489327/>.  
31.1.2018.
- Panjabi, M.M. 1992. The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement.
- Papi, E., Koh, W. & McGregor, A. 2017. Wearable technology for spine movement assessment: A systematic review. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5700811/>.  
20.12.2017.
- Pohjolainen, T., Leinonen, V. & Malmivaara, A. 2014. Alaselkäkipu. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=khp00002](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=khp00002). 17.1.2018.
- Preuss, R., Fung, J. 2005. Can acute low back pain result from segmental spinal buckling during sub-maximal activities? A review of the current literature
- Richardson, C., Hodges, P. & Hides, J. 2005. Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta : motorisen kontrollin näkökulma alaselkävun hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. Lahti: VK-Kustannus.
- Ronchi, A.J., Lech, M., Taylor, N.F., Cosic, I. 2008. A reliability study of the new Back Strain Monitor based on clinical trials. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19162750>. 6.1.2018.
- Rubinstein, S., van Middelkoop, M., Assendelft, W., de Boer, M. & van Tulder, M. 2011. Spinal manipulative therapy for chronic low-back pain: an update of a Cochrane review. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21593658>. 3.1.2018.
- Sahrmann, S. 2002. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. Englanti: St. Louis, Mo.
- Saner, J., Kool, J., Sieben, J., Luomajoki, H., Bastiaenen, C. & de Bie, R. 2015. A tailored exercise program versus general exercise for a subgroup of patients with low back pain and movement control impairment: A randomised controlled trial with one-year follow-up. 20.2.2018.
- SENDoc. <http://sendoc.interreg-npa.eu/about-the-project/>
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M.H. 2012. Motor Control. Lippincott Williams and Wilkins: Englanti.
- Steffens, D., Maher, C., Pereira, L., Stevens, M., Oliveira, V., Chapple, M., Teixeira-Salmela, L. & Hancock, M. 2016. Prevention of Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26752509>. 4.1.2018.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2016. ICF-luokitus. <https://thl.fi/fi/web/toimintakyky/icf-luokitus>. 21.8.2018.
- Tight, M. 2017. Understanding Case Study Research. Small-scale research with meaning. London: Sage Publications LTD.
- Wong, W. & Wong, S. 2008. Trunk posture monitoring with inertial sensors. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18196296>. 1.1.2018.

## Liitteet

### DorsaVi ViMove –liikkuvuusmittaus, koehenkilö 1

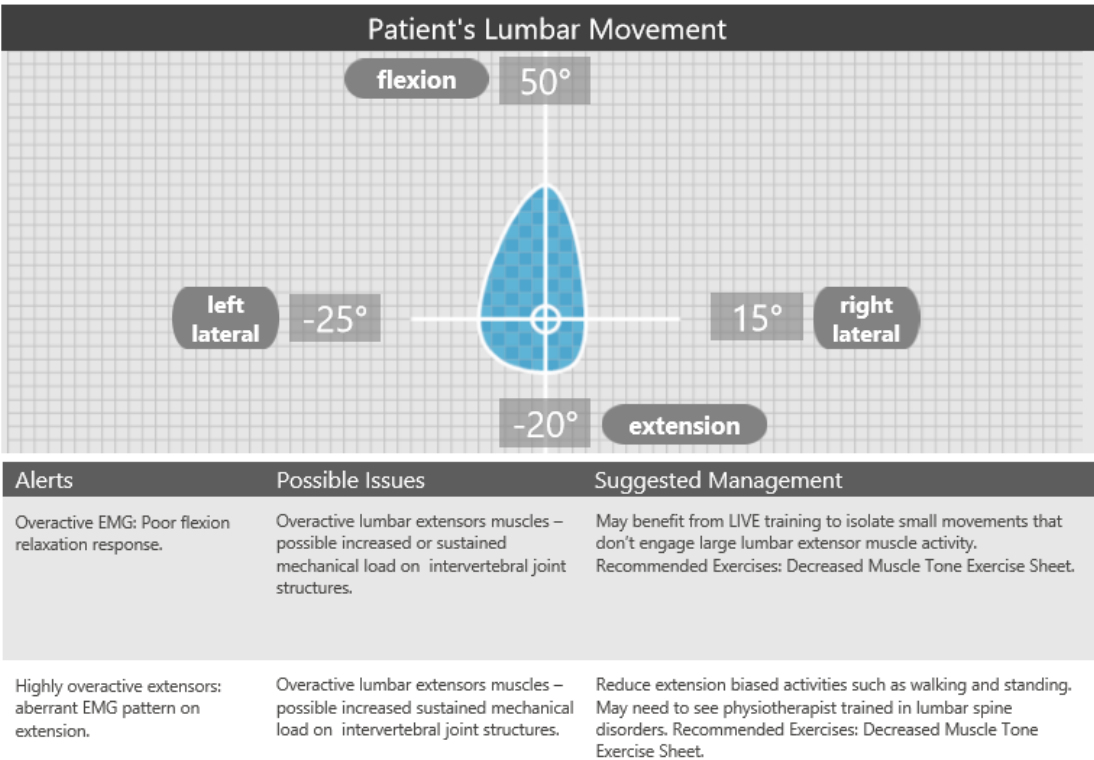
## Low Back Live Assessment



**Muuttunut EMG-aktiivisuus lannerangan flexioliikkeessä.**

DorsaVi ViMove -liikkuvuusmittaus, koehenkilö 2

Low Back Live Assessment



## Koehenkilöiden hakemusviesti

Hei.

Teemme opinnäytetyötä alaselkäkipuun liittyen Karelia-ammattikorkeakoulussa fysioterapian koulutusohjelmassa.

Opinnäytetyömme on yhteydessä SENDoc -hankkeen toimintaan, joka kartoittaa puettavan sensoriikan käyttömahdollisuuksia fysioterapia- ja kuntoutustyössä.

Etsimme nyt muutamia vapaaehtoisia koehenkilöitä osallistumaan opinnäytetyön käytännön osuuteen, joka ajoittuu keväälle 2018.

Vaivaako alaselkäkipu Sinua? Olisitko kiinnostunut kehittämään alaselkäsi hallintaa yksilöllisen fysioterapiaohjauksen avulla?



Harjoittelujakso kestää 4-8 viikkoa.

Harjoittelujakso sisältää alkutilanteen kartoituksen, harjoitusterapian suunnittelun ja toteutuksen sekä loppuarvion.

Harjoitusjakson aikana tulet harjoittelemaan meidän kanssamme ja itsenäisesti.

Puettavaa sensoriikkaa harjoittelussa hyödynnämme mittaamisen ja terapian etenemisen arvioinnin välineenä.

Kaikkia tietoja ja terapiasta saatuja tuloksia käsitellään anonyymisti.

Jos kiinnostuit, ota meihin yhteyttä sähköpostitse!

Kerrothan yhteydenotossasi ainakin ikäsi ja kuinka pitkään alaselkävaivasi on kestänyt. Voit myös avata hieman, minkälaista alaselkävaivaa Sinulla on.

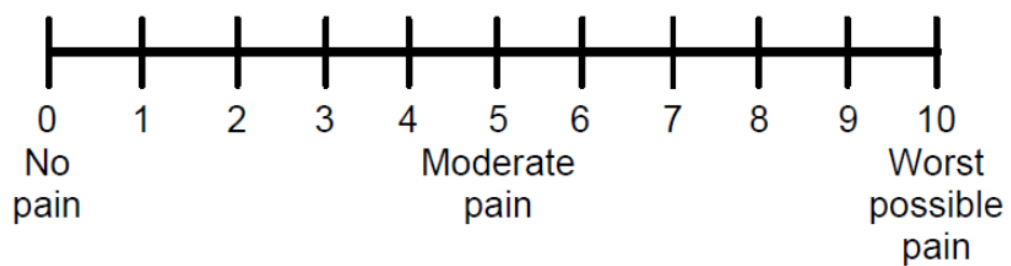
Ystävällisin terveisin

Tatu Mäkelä, tatu.makela@edu.karelia.fi

Jusa Lindström, jusa.lindstrom@edu.karelia.fi

VAS-Kipujana

## 0–10 Numeric Pain Rating Scale





## Oswestryn toimintakykyindeksi (2.1A)

### Oswestryn toimintakykyindeksi (ODI versio 2.1a)

Kyselyn tarkoituksena on antaa meille tietoa siitä, kuinka selkävaivasi (tai alaraajavaivasi) vaikuttavat kykyysi suoriutua jokapäiväisistä toimestasi.

Vastaa jokaiseen kohtaan. Rastita joka kohdasta vain se ruutu, joka parhaiten kuvaa tilannettasi tänään.

#### Kohta 1 - Kivun voimakkuus

- ☐ Minulla ei tällä hetkellä ole kipuja. (0 p)
- ☐ Kipu on tällä hetkellä hyvin lievää. (1 p)
- ☐ Kipu on tällä hetkellä kohtalaista. (2 p)
- ☐ Kipu on tällä hetkellä melko voimakasta. (3 p)
- ☐ Kipu on tällä hetkellä hyvin voimakasta. (4 p)
- ☐ Kipu on pahin mahdollinen tällä hetkellä. (5 p)

Pisteet:

#### Kohta 2 - Itsestä huolehtiminen (peseytyminen, pukeutuminen, jne.)

- ☐ Pystyn huolehtimaan itsestäni normaalisti ilman ylimääräistä kipua. (0 p)
- ☐ Pystyn huolehtimaan itsestäni normaalisti, mutta se on hyvin kivuliasta. (1 p)
- ☐ Itsestä huolehtiminen on kivuliasta ja siksi olen hidas ja varovainen toimissani. (2 p)
- ☐ Tarvitsen hieman apua, mutta pystyn suurelta osin huolehtimaan itsestäni. (3 p)
- ☐ Tarvitsen päivittäin apua useimmissa itsestäni huolehtimiseen liittyvissä asioissa. (4 p)
- ☐ En pukeudu, peseydyn vaivalloisesti ja pysyttelen vuoteessa. (5 p)

Pisteet:

#### Kohta 3 - Nostaminen

- ☐ Pystyn nostamaan raskaita taakkoja ilman ylimääräistä kipua. (0 p)
- ☐ Pystyn nostamaan raskaita taakkoja, mutta se aiheuttaa ylimääräistä kipua. (1 p)
- ☐ Kipu estää minua nostamasta raskaita taakkoja lattialta, mutta pystyn nostamaan, mutta se onnistuu, jos ne on sijoitettu sopivasti, kuten esimerkiksi pöydälle. (2 p)
- ☐ Kipu estää minua nostamasta raskaita taakkoja, mutta pystyn nostamaan kevyitä tai keskiraskaita taakkoja, jos ne on sijoitettu sopivasti. (3 p)
- ☐ Pystyn nostamaan vain hyvin kevyitä taakkoja. (4 p)
- ☐ En pysty nostamaan enkä kantamaan mitään. (5 p)

Pisteet:

**Kohta 4 - Kävely**

- ☐ Kipu ei rajoita kävelymatkaani. (0 p)
- ☐ Kipu estää minua kävelemästä kilometriä pidempiä matkoja. (1 p)
- ☐ Kipu estää minua kävelemästä 500 metriä pidempiä matkoja. (2 p)
- ☐ Kipu estää minua kävelemästä 100 metriä pidempiä matkoja. (3 p)
- ☐ Pystyn kävelemään vain keppiä tai kainalosaivoja käyttäen. (4 p)
- ☐ Olen enimmäkseen sängyssä ja joudun konttaamaan wc:hen. (5 p)

Pisteet: **Kohta 5 - Istuminen**

- ☐ Pystyn istumaan minkälaisessa tuolissa tahansa niin kauan kuin haluan. (0 p)
- ☐ Pystyn istumaan lempituolissani niin kauan kuin haluan. (1 p)
- ☐ Kipu estää minua istumasta tuntia pitempään. (2 p)
- ☐ Kipu estää minua istumasta puolta tuntia pitempään. (3 p)
- ☐ Kipu estää minua istumasta 10 minuuttia pitempään. (4 p)
- ☐ Kipu estää minua istumasta. (5 p)

Pisteet: **Kohta 6 - Seisominen**

- ☐ Pystyn seisomaan niin kauan kuin haluan ilman ylimääräistä kipua. (0 p)
- ☐ Pystyn seisomaan niin kauan kuin haluan, mutta se aiheuttaa ylimääräistä kipua. (1 p)
- ☐ Kipu estää minua seisomasta tuntia pitempään. (2 p)
- ☐ Kipu estää minua seisomasta puolta tuntia pitempään. (3 p)
- ☐ Kipu estää minua seisomasta 10 minuuttia pitempään. (4 p)
- ☐ Kipu estää minua seisomasta. (5 p)

Pisteet: **Kohta 7 - Nukkuminen**

- ☐ Kipu ei koskaan häiritse nukkumistani. (0 p)
- ☐ Kipu häiritsee ajoittain nukkumistani. (1 p)
- ☐ Kivun takia nukun alle kuusi tuntia. (2 p)
- ☐ Kivun takia nukun alle neljä tuntia. (3 p)
- ☐ Kivun takia nukun alle kaksi tuntia. (4 p)
- ☐ Kipu estää minua nukkumasta. (5 p)

Pisteet:

**Kohta 8 - Sukupuolielämä**

- ☐ Nykyinen kipuni ei häiritse sukupuolielämääni eikä seksuaalinen toiminta aiheuta ylimääräistä kipua. (0 p)
- ☐ Nykyinen kipuni ei häiritse sukupuolielämääni, mutta seksuaalisesta toiminnasta aiheutuu hieman ylimääräistä kipua. (1 p)
- ☐ Nykyinen kipuni ei häiritse sukupuolielämääni, mutta seksuaalisesta toiminnasta aiheutuu paljon kipua. (2 p)
- ☐ Kipu rajoittaa huomattavasti sukupuolielämääni. (3 p)
- ☐ Sukupuolielämäni on lähes olematonta kivun takia. (4 p)
- ☐ Kipu estää minulta kaikenlaisen sukupuolielämän. (5 p)

Pisteet: **Kohta 9 - Sosiaalinen elämä**

- ☐ Sosiaalinen elämäni on normaalia eikä liikkuminen aiheuta minulla ylimääräistä kipua. (0 p)
- ☐ Sosiaalinen elämäni on normaalia, mutta liikkuminen lisää kivun määrää. (1 p)
- ☐ Kipu ei vaikuta merkittävästi sosiaaliseen elämääni, paitsi että se rajoittaa toimintoja, jotka ovat fyysisesti rasittavampia, kuten esimerkiksi urheilu jne. (2 p)
- ☐ Kipu on rajoittanut sosiaalista elämääni enkä käy yhtä usein ulkona. (3 p)
- ☐ Kivun takia sosiaalinen elämäni on rajoittunut kotiin. (4 p)
- ☐ Kivun takia minulla ei ole sosiaalista elämää. (5 p)

Pisteet: **Kohta 10 - Matkustaminen**

- ☐ Voin matkustaa minne haluan tuntematta kipua. (0 p)
- ☐ Voin matkustaa minne tahansa, mutta se aiheuttaa ylimääräistä kipua. (1 p)
- ☐ Kipu on voimakasta, mutta suoriudun yli kahden tunnin pituisista matkoista. (2 p)
- ☐ Kipu rajoittaa matkustamiseni alle tunnin kestäviin matkoihin. (3 p)
- ☐ Kipu rajoittaa matkustamiseni alle puoli tuntia kestäviin välttämättömiin matkoihin. (4 p)
- ☐ Kivun takia en voi matkustaa minnekään muualle kuin saamaan hoitoa. (5 p)

Pisteet: **Tulos**

Indeksi lasketaan prosentteina maksimipistemäärästä:  
lasketaan yhteen pisteet kustakin vastatusta kysymyksestä, jaetaan summa maksimipistemäärästä (vastattujen kysymysten mukaan) ja kerrotaan sadalla. Esimerkiksi, jos kaikkiin kysymyksiin on vastattu ja pisteiden summa on 16, on indeksi  $16/50 \times 100 = 32\%$ .

Pisteet yhteensä:  Vastattuja kohtia yhteensä:  Sinun ODI:si =  %

## Tulosten tulkinta

### **0 – 20 % Vähäinen toimintakyvyn aleneminen**

Henkilö selviytyy kaikista toimistaan, mutta voi tarvita neuvoja istumisen, nostamisen ja itsehoidon osalta. Sairausloma ei ole yleensä tarpeellinen.

### **21 – 40 % Kohtalainen toimintakyvyn aleneminen**

Selkävivun takia on vaikeuksia istuessa, nostaessa, seisoessa ja matkustaessa. Henkilö selviytyy päivittäisistä toimistaan, mutta voi tarvita sairauslomaa. Hoito on konservatiivinen.

### **41 – 60 % Vaikea toimintakyvyn heikentyminen**

Kivun takia on vaikeuksia päivittäisissä toimissa, sosiaalisessa elämässä, matkustamisessa, nukkumisessa ja sukupuolielämässä. Tutkimukset ovat aiheellisia.

### **61 – 80 % Vaikea-asteinen toimintakyvyn rajoittuminen**

Kaikki toimet kotona ja työssä ovat rajoittuneet selkävivun takia. Tutkimukset ovat tarpeelliset.

### **81 – 100 % Vuodepotilas tai oireiden liioittelu**

Henkilö tarvitsee huolelliset lääketieteelliset tutkimukset ja tarkkailun.