

Opinnäytetyö (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

2010

Katja Kallio, Minna Karvinen, Satu Suominen

# LUMBOPELVISEN ALUEEN DYNAAMINEN STABILITEETTI

-Tapaustutkimus yksilöllisen fysioterapian  
vaikutuksista



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Katja Kallio, Minna Karvinen ja Satu Suominen

# LUMBOPELVISEN ALUEEN DYNAAMINEN STABILITEETTI

## -Tapaustutkimus yksilöllisen fysioterapian vaikutuksista

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka yksilöllisen fysioterapian keinoin voidaan vaikuttaa lumbopelvisen alueen dynaamiseen stabiliteettiin. Optimaalinen dynaaminen stabiliteetti on tarpeellinen, jotta voimansiirto vartalon ja alustan välillä onnistuu virheettömästi. Intervention päätavoitteena oli palauttaa tasapaino lumbopelvisen alueen stabiliteetin ja mobiliteetin välille.

Lumbopelvisen alueen dynaamista stabiliteettia tutkittiin kuuden toiminnallisen liiketestin avulla. Testeihin yhdistettiin havainnointi ja elektromyografia (EMG). EMG-dataa kerättiin kahdeksasta lihaksesta, jotka ovat yhteydessä lumbopelvisen alueeseen ja kuuluvat lihastoimintaketjuihin. Toiminnalliset liiketestit ja ryhti kuvattiin videokameralla. Tutkijat analysoivat kerätyn videomateriaalin jälkikäteen. Lisäksi kuvattiin ryhtiä ja tutkittiin lumbopelvisen alueen nivelliikkuvuuksia ja lihasvenyvyyksiä. Tutkimushenkilöt (n=4) olivat ammattilaisjalkapalloilijoita. Yksilöllinen fysioterapia, joka kesti kymmenen viikkoa, sisälsi alhaisen kuormitustason harjoittelua ja manuaalista terapiaa eli pehmytkuduskäsittelyä ja nivelten mobilisointia. Tavoitteena oli vaikuttaa muuttuneeseen synergistilihasten toimintaan ja lihasten aktivoitumisjärjestykseen, lihas- ja faskiakireyksiin, sekä lumbopelvisen alueen nivelten liikelaajuuksiin, jotta kaikkien kineettisen ketjun nivelien toiminta olisi optimaalisempaa.

EMG-datasta ilmeni synergistilihasten epänormaalia aktivoitumista. Epänormaali aktivoituminen näkyi esimerkiksi hamstring-lihasten yliaktiivisuutena suhteessa m. gluteus maximukseen lonkan ekstension aikana sekä m. tensor fascia lataen ja m. rectus femoriksen yliaktiivisuutena suhteessa m. iliopsoakseen lonkan fleksion aikana. Lihasten yliaktiivisuuden vuoksi lihaksen pituus voi muuttua. Yksilöllisellä fysioterapialla pystyttiin vaikuttamaan lihasten aktivoitumisjärjestykseen sekä lihas- ja faskiakireyksiin. Lihas- ja faskiakireyden vähentyminen näkyi ryhdissä tasapainoisempana asentona. Intervention jälkeen lumbopelvisen alueen asennon hallinta oli parantunut ja kompensatorisia liikkeitä havaittiin vähemmän toiminnallisissa liiketesteissä.

Lumbopelvisen alueen toimintahäiriöiden hoitamiseksi tulisi fysioterapiassa tutkia laaja-alaisesti nivelliikkuvuutta ja neuromuskulaarisia tekijöitä. Yksilöllisen fysioterapian keinoin pystyttiin vaikuttamaan lumbopelvisen alueen stabiliteettiin ja mobiliteettiin.

### ASIASANAT:

lumbopelvinen alue, dynaaminen stabiliteetti, yksilöllinen fysioterapia, kineettinen ketju, lihastoimintaketju, elektromyografia, lihasten aktivoitumisjärjestys, toiminnallinen liiketesti, kompensatorinen liike

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Physiotherapy

22.11.2010 |110

Hanna Hännikäinen and Hannele Lampo

Katja Kallio, Minna Karvinen and Satu Suominen

## THE DYNAMIC STABILITY OF THE LUMBOPELVIC REGION

### - The effects of individual physiotherapy – A case study

The purpose of this study was to determine the effects of individual physiotherapy to lumbopelvic dynamic stability. Optimal dynamic stability in the lumbopelvic region is required for adequate force transfer between the ground and the body during movement. The main goal of the intervention was to restore stability with mobility in the lumbopelvic region.

The lumbopelvic dynamic stability was examined with six movement control tests, combined with electromyography (EMG). EMG data was collected from eight muscles within the lumbopelvic region, representing parts of four muscle slings. The subjects were videoed performing movement control tests and standing posture. The collected video material was analyzed afterwards by three examiners. In addition the mobility of the lumbopelvic region, hip-flexibility and muscle flexibility was measured. The subjects (n=4) were elite football players. Individual physiotherapy, duration ten weeks, consisted of low intensity therapeutic exercises and manual therapy, soft tissue techniques and joint mobilization. The primary objective was to affect altered dominance of synergist muscles, to increase extensibility of shortened muscles and fascia and to restore the normal mobility of joints in the lumbopelvic region. Additionally the objective was to retrain strategies of muscular patterning such that load transfer is optimized through all joints of the kinetic chain.

EMG data showed excessive dominance of one synergist of a muscular force couple: dominance of hamstring muscles over gluteal muscles in the action of hip extension, dominance of tensor fascia latae and rectus femoris muscles over iliopsoas muscle in the action of hip flexion. Changes in the muscle dominance contributed to changes in muscle length. Individual physiotherapy had an affect on altered muscle recruitment patterns found in this study. Muscle shortness and myofascial restrictions were alleviated, which was also observed as less deviation from normal alignment in a standing posture. Control of the lumbopelvic region was improved, which was observed as less compensatory movements during the movement control tests.

Effective management of lumbopelvic dysfunction requires thorough analysis of articular, neuromuscular and emotional factors. Through individual physiotherapy it is possible to restore stability with mobility in the lumbopelvic region.

#### KEYWORDS:

Lumbopelvic region, dynamic stability, individual physiotherapy, kinetic chain, muscle slings, electromyography, muscle recruitment, movement control test, compensatory movement

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 MITÄ ON DYNAAMINEN STABILITEETTI?</b>	<b>9</b>
2.1 Lumbopelvisen alueen dynaamiseen stabiliteettiin vaikuttavat tekijät	9
2.1.1 Ensimmäinen osatekijä – muotolukitus	10
2.1.2 Toinen osatekijä – voimalukitus	11
2.1.3 Kolmas osatekijä – motorinen kontrolli	14
2.1.4 Neljäs osatekijä – emotiot	14
<b>3 TOIMINTAHÄIRIÖT DYNAAMISESSA STABILITEETISSA</b>	<b>15</b>
3.1 Huonot liikemallit ja asennot	15
3.2 Lihasepätasapaino ja muuttunut lihasten aktivoitumisjärjestys	17
3.3 Lumbopelvisellä alueella ilmeneviä toimintahäiriöitä	18
<b>4 DYNAAMISEN STABILITEETIN HARJOITTELU</b>	<b>20</b>
<b>5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT</b>	<b>22</b>
<b>6 TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT</b>	<b>23</b>
6.1 Tutkimuksen kulku	23
6.2 Aineistonkeruumenetelmät	25
6.2.1 Aineistonkeruumenetelmien piirteitä	25
6.2.2 Toiminnallisten liiketestien suoritustavan havainnointi	27
6.2.3 Lihasten aktivaation mittaaminen EMG:n avulla	29
6.2.4 Nivelten liikkuvuuden ja lihasten venyvyyden tutkiminen	30
6.2.5 Ryhdin havainnointi	32
6.2.6 Kivun kartoittaminen	32
6.3 Intervention tavoitteet ja toteutus	33
6.3.1 Intervention sisältö	33
6.3.2 Yksilöllisen fysioterapian tavoitteet ja toteutus	35
6.4 Tutkimusaineiston analyysimenetelmät	37
<b>7 TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO</b>	<b>40</b>
7.1 Häiriintynyt kineettisen ketjun ja synergistilihasten toiminta	40
7.2 Puutteellinen lumbopelvisen alueen asennon hallinta	43
7.3 Muutokset nivelliikkuvuuksissa ja lihasvenyvyyksissä	45
7.4 Ryhdissä havaitut muutokset	46
7.5 Tulosten yhteenveto	48
<b>8 POHDINTA</b>	<b>50</b>

8.1 Tutkimustulosten yleistettävyys	50
8.2 Tutkimustulosten hyöty fysioterapiaan	52
8.3 Tutkimuksen luotettavuus	57
8.3.1 Luotettavuuden varmistaminen	58
8.3.2 Rajoitukset ja kehittämissuositukset luotettavuuden parantamiseksi	60
8.4 Intervention sisällön arviointi	62
8.5 Kehittämissuosituksia ja jatkotutkimuksia	66
8.6 Yhteenveto	68
<b>LÄHTEET</b>	<b>71</b>

## LIITTEET

Liite 1.	Toimeksiantosopimus
Liite 2.	EMG-mittausten kulku ja pintaelektrodien asettelu
Liite 3.	VAS-kipujana
Liite 4.	Ristihyppy-testin ohje
Liite 5.	Yhden jalan seisonta -testin ohje
Liite 6.	Aktiivisen suoran jalan nosto -testin ohje
Liite 7.	Polven ekstensio -testin ohje
Liite 8.	Lonkan ekstensio -testin ohje
Liite 9.	Polven fleksio -testin ohje
Liite 10.	Rangan liikkuvuus -testien ohjeet
Liite 11.	Stork-testin ohje
Liite 12.	Lonkan liikkuvuus -testien ohjeet
Liite 13.	Lihasten venyvyys -testien ohjeet
Liite 14.	Esimerkki interventiokerran harjoitusohjelmasta
Liite 15.	Liikkuvustestien tulokset
Liite 16.	Toiminnallisten liiketestien tulokset
Liite 17.	Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset
Liite 18.	Lonkan ekstensio-testin EMG-tulokset

## KUVAT

Kuva 1.	Lumbopelvisen alueen passiiviset rakenteet ja voiman siirron suunnat lumbopelvisellä alueella.	10
Kuva 2.	Lihastoimintaketjut.	13
Kuva 3.	Lonkkaniveleen kohdistuva anteriorinen kompressio.	18

## KUVIOT

Kuvio 1.	Lumbopelvisen alueen dynaamisen stabiliteetin muodostuminen.	9
Kuvio 2.	Kineettinen ketju.	17
Kuvio 3.	Tutkimuksen kulku.	24
Kuvio 4.	Yksilöllisen fysioterapian tavoitteet lumbopelvisen alueen dynaamisen stabiliteetin saavuttamiseksi.	34
Kuvio 5.	Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 1.	Liite 17/1(4)
Kuvio 6.	Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 2.	Liite 17/2(4)
Kuvio 7.	Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 3.	Liite 17/3(4)
Kuvio 8.	Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 4.	Liite 17/4(4)
Kuvio 9.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 1.	Liite 18/1(8)
Kuvio 10.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 1.	Liite 18/2(8)
Kuvio 11.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 2.	Liite 18/3(8)
Kuvio 12.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 2.	Liite 18/4(8)
Kuvio 13.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 3.	Liite 18/5(8)
Kuvio 14.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 3.	Liite 18/6(8)
Kuvio 15.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 4.	Liite 18/7(8)
Kuvio 16.	Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 4.	Liite 18/8(8)

## TAULUKOT

Taulukko 1.	Tutkimushenkilö 1 liikkuvuus-testien tulokset.	Liite 15/1(4)
Taulukko 2.	Tutkimushenkilö 2 liikkuvuus-testien tulokset.	Liite 15/2(4)
Taulukko 3.	Tutkimushenkilö 3 liikkuvuus-testien tulokset.	Liite 15/3(4)
Taulukko 4.	Tutkimushenkilö 4 liikkuvuus-testien tulokset.	Liite 15/4(4)
Taulukko 5.	Tutkimushenkilö 1 toiminnallisten liiketestien tulokset.	Liite 16/1(4)
Taulukko 6.	Tutkimushenkilö 2 toiminnallisten liiketestien tulokset.	Liite 16/2(4)
Taulukko 7.	Tutkimushenkilö 3 toiminnallisten liiketestien tulokset.	Liite 16/3(4)
Taulukko 8.	Tutkimushenkilö 4 toiminnallisten liiketestien tulokset.	Liite 16/4(4)

# 1 JOHDANTO

Dynaamisella stabiliteetilla tarkoitetaan asennon hallintaa osana normaalia toimintaa ja liikettä (Hodges & Cholewicki 2007, 496–497). Sen avulla keho kykenee reagoimaan olosuhteiden muutoksiin, säilyttäen hallitun liikkeen ja joustavuuden kaikissa kehon nivelissä. Lumbopelviselle alueelle eli lumbaalirankaan ja lantioon, kohdistuu suuria vaatimuksia kaikessa liikunnassa, esimerkiksi juostessa, potkaistessa ja heittäessä (Borghuis ym. 2008, 901). Lumbopelvisen alueen ensisijainen tehtävä on toimia kehon painon ja maan vetovoimasta aiheutuvien voimien välittäjänä seistessä, istuessa ja liikkuessa (Lee 2004, 42). Dynaamisen stabiliteetin toimiessa normaalisti liikkuminen on sulavaa (Elphinston 2008, 11–23). Useat lihastoimintaketjut kulkevat lumbopelvisen alueen kautta ja vaikuttavat dynaamisen stabiliteetin muodostumiseen (Pool-Gouldzwaard ym. 1998, 16). Lihastoimintaketjun jonkin osan virhetoiminta voi aiheuttaa tuki- ja liikuntaelimestön kiputiloja sekä urheiluvammoja (Richter & Hebgren, 2006, 2). Myofaskiaalisten meridiaanilinjojen toiminta vaikuttaa kaikkeen perusliikkumiseen. Faskioiden kautta voima välittyy eri kehonosien kesken. (Myers 2009, 4–5.) Faskiat koostuvat sidekudoskerroksista ja ympäröivät lihaksia. Myofaskiaalisen tonuksen on todettu vaikuttavan stabiliteettiin. On myös näyttöä siitä, että tooniset, asentoa ylläpitävät, lihakset sisältävät enemmän sidekudoskerroksia. (Schleip ym. 2006, 66.)

Häiriintynyt lumbopelvisen alueen motorinen kontrolli heikentää stabiliteettia. Häiriö voi johtaa liikkuessa kompensatorisiin liikkeisiin selkärangan ja alaraajojen alueella, mikä puolestaan voi lisätä loukkaantumiseriskiä esimerkiksi urheilijoilla. (Zazulak ym. 2007, 1124.) Kivulla ja liikkeen laadulla on yhteys toisiinsa, ja kivun on todettu vaikuttavan lihaskontrolliin lumbopelvisen alueen kiputiloissa, osoittaen syvän paikallisen lihasjärjestelmän tärkeäksi

lumbopelvisen stabiliteetin kannalta (Hodges & Moseley 2003, 369–370). Myös lantion alueen lihasten toiminta, muun muassa m. gluteus maximuksen ja m. gluteus mediuksen viivästynyt aktivaatio ja heikko lihaskestävyys, on tutkimuksissa liitetty alaraajojen instabiliteettiin ja alaselkäkipuun (Nadler ym. 2002, 9).

Jalkapalloilijoilla on esiintynyt sekä lumbopelvisen alueen että alaraajojen nivelten vaivoja, joten saimme toimeksiantajaltamme, jalkapallojoukkueen fysioterapeutilta, ehdotuksen tutkia jalkapalloilijoiden lantion alueen toimintaa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millainen on neljän ammattijalkapalloilijan lumbopelvisen alueen dynaaminen stabiliteetti, ja millaisia muutoksia voitiin yksilöllisen fysioterapian keinoin saavuttaa lumbopelvisen alueen toimintaan, mahdollisiin ongelma-kohtiin ja toimintahäiriöihin. Yksilöllinen fysioterapia sisälsi sekä terapeuttista harjoittelua että passiivisia manuaalisia terapiamenetelmiä.

Tutkimuksessa selvitettiin lumbopelvisen alueen liikekontrollia havainnoimalla tutkimushenkilöiden kykyä säilyttää lumbopelvisen alueen hallinta yksinkertaisten lonkan ja polven liikkeiden aikana. Nämä toiminnalliset liiketestit suoritettiin alhaisella kuormitustasolla, jolloin myös samanaikaisesti tutkittiin elektromyografian (EMG) avulla lumbopelvisen alueen lihasten aktivoitumista ja aktivoitumisjärjestystä. Lihasten aktivoitumista mitattiin lihastoimintaketjuihin kuuluvista lihaksista. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin lumbopelvisen alueen nivelliikkuvuuksia ja lihasvenyvyyksiä, jotta saataisiin selville, onko lihaskireydellä yhteyttä lumbopelvisen alueen dynaamiseen stabiliteettiin ja asennon hallintaan.

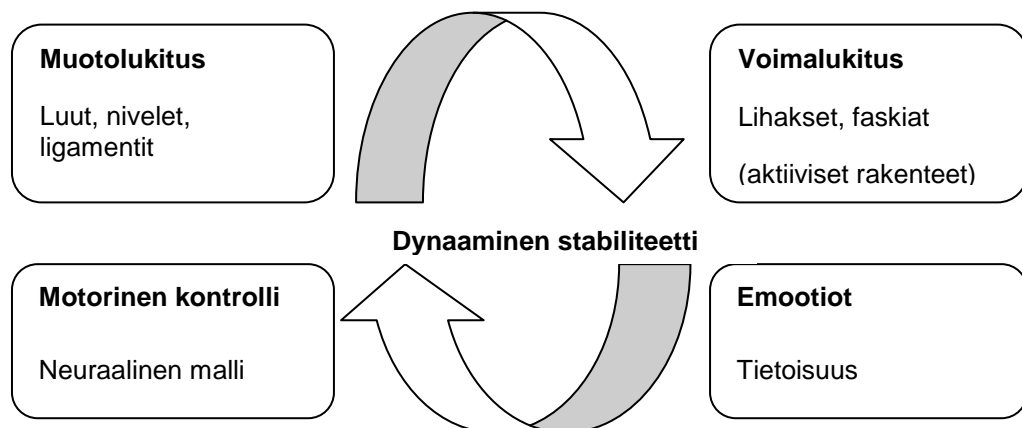


## 2 MITÄ ON DYNAAMINEN STABILITEETTI?

Dynaaminen stabiliteetti on kyky säilyttää stabiliteetti olosuhteiden muuttuessa, kun taas stabiliteetti on kyky säilyttää staattinen asento (Hodges & Cholewicki 2007, 496–497). Stabiliteetti luo lihaksille tukipisteen, jonka avulla lihasten supistusvoima ohjautuu oikeaan suuntaan. Tukipisteen avulla lihakset pystyvät toimimaan taloudellisesti pitkiä aikoja. Dynaaminen stabiliteetti muodostuu stabiliteetin ja mobiliteetin yhteistyöstä. Sulava ja taloudellinen liike vaatii onnistuakseen riittävän stabiliteetin ja mobiliteetin jokaisesta kineettisen ketjuun kuuluvasta nivelestä. Dynaamisen stabiliteetin takaamiseksi motorinen kontrolli säätelee lihasaktiivisuuden määrää ja ajoitusta tarkoituksenmukaisella tavalla. (Elphinston 2008, 11–23.)

### 2.1 Lumbopelvisen alueen dynaamiseen stabiliteettiin vaikuttavat tekijät

Dynaamisella stabiliteetilla (dynamic stability) tarkoitetaan asennon ja liikkeen hallintaa, joka muodostuu aktiivisten ja passiivisten rakenteiden avulla. Näiden lisäksi motorinen kontrolli ja emotionaaliset tekijät vaikuttavat dynaamisen stabiliteetin muodostumiseen (Kuvio 1). (Lee 2004, 41–43.)

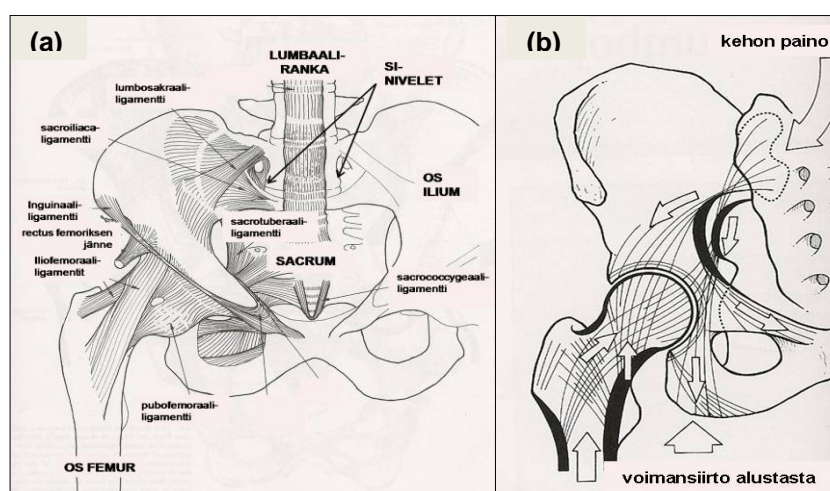


Kuvio 1. Dynaamisen stabiliteetin muodostuminen (mukaiillen Lee 2004, 42).

Dynaaminen stabiileetti on riippuvainen sekä syvien ja pinnallisten stabiloivien lihasten että pinnallisten mobilisoivien lihasten yhteistoiminnasta. Toimintahäiriö dynaamisessa stabiileetissa ilmenee kehossa sekä liikerajoituksina että kompensatorisina liikkeinä. Tutkittaessa toimintahäiriöitä on tärkeää tunnistaa hallitsemattoman eli kompensatorisen liikkeen paikka ja suunta. (Comerford & Mottram (2001a, 3.)

### 2.1.1 Ensimmäinen osatekijä – muotolukitus

Termi muotolukitus kuvaa nivelen rakennetta ja nivelpintojen suuntaa sekä sitä, miten nivelen muoto on osallisena nivelen liikkuvuuden ja stabiileetin muodostumisessa (Lee 2004, 43). Lumbopelvinen alue on toiminnallinen kokonaisuus, joka muodostuu viidestä lumbaalirangan nikamasta, pelviksestä ja kahdesta femurista (Willard 2007, 5). Luiset rakenteet liittyvät toisiinsa kahden art. sacroiliacan (SI-nivelen), art. sacrococcygealin, symphysis pubiksen ja kahden art. coxaen välityksellä (Lee 2004, 15). Lumbopelvisen alueen muotolukituksen muodostavat edellä mainitut passiiviset rakenteet eli luut, nivelet ja ligamentit (Kuva 1) (Rolf 1989, 134; Lee 2004, 43).



Kuva 1. (a) Lumbopelvisen alueen passiiviset rakenteet (mukaillen Rolf 1989, 134) ja (b) voiman siirron suunnat lumbopelvisellä alueella (mukaillen Lee 2004, 42).

Lumbopelvisen alueen ensisijainen tehtävä on toimia kehon painon ja maanvetovoimasta aiheutuvien voimien välittäjänä seistessä, istuessa ja liikkessa. Voiman siirto alustan ja kehon painosta aiheutuvien voimien välillä on optimaalinen, kun SI-nivel stabiloituu tilanteeseen tarkoituksenmukaisella voimalla (Kuva 1a). Liiallinen stabilaatio SI-nivelessä estää tarvittavan pienen joustoliikkeen, kun taas liian vähäinen stabilaatio aiheuttaa kontrolloimattoman liikkeen. SI-nivelten nivelpinnat ovat suhteellisen tasaiset ja rakenne on herkkä siihen kohdistuville vääntö- ja leikkausvoimille, joten voimalukituksen aikaansaamiseksi tarvitaan lihasten ja faskioiden tukea. (Lee 2004, 41–43.)

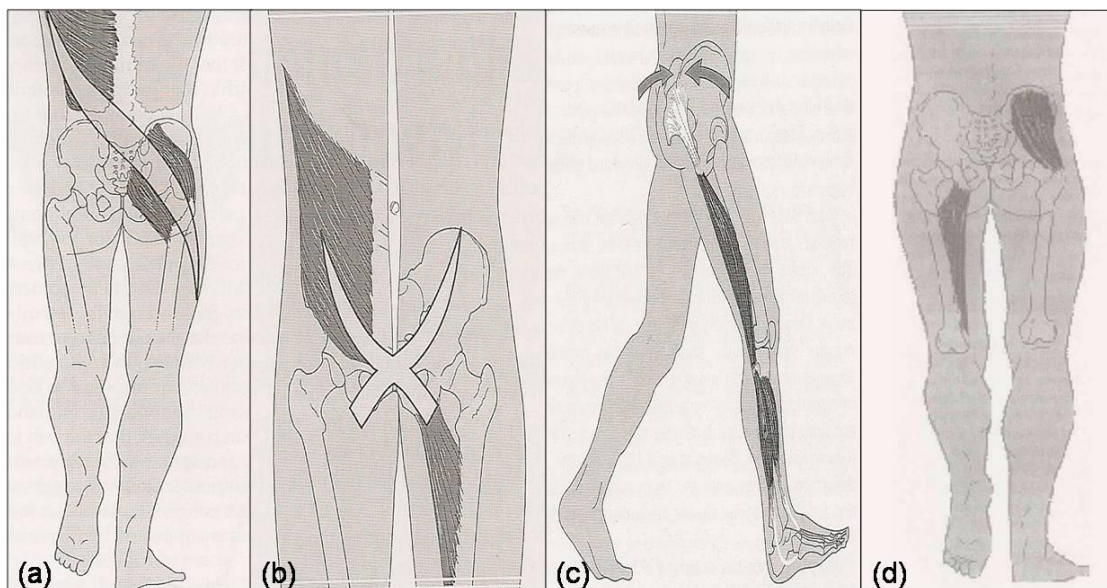
### 2.1.2 Toinen osatekijä – voimalukitus

Dynaamisen stabiliteetin voimalukituksen muodostavat lihakset ja faskiat (Lee 2004, 41–43). Faskioilla tarkoitetaan tässä yhteydessä lihaskalvoja, jotka ympäröivät lihaksia ja sulautuvat lihassyihin (Myers 2009, 4-5). Faskiat koostuvat sidekudoskerroksista (Schleip ym. 2006, 66). Lumbopelviselle alueelle kiinnittyvät lihakset toimivat yhteistyössä ligamenttien ja faskioiden kanssa tuottaen synkronoidun liikkeen ja stabiliteetin vartaloon ja raajoihin (Lee 2004, 28). Lumbopelvisen alueen lihaksilla on useita kiinnityskohtia thorakolumbaaliseen faskiaan ja lumbosakraalisiin ligamentteihin. Aktivoituessaan nämä lihakset kiristävät thorakolumbaalista faskiaa ja lumbosakraalisia ligamenteja, stabiloiden samalla lumbaalirankaa ja sacrumin aluetta. (Willard 2007, 21–25.)

Syvien stabiloivien lihasten tehtävänä on kontrolloida paikallista, segmentaarista liikettä ja nivelen keskiasentoa. Ne aktivoituvat jo ennen liikkeen alkamista ja ovat aktiivisia koko liikkeen ajan. Pinnallisten stabiloivien lihasten tehtävänä on kontrolloida nivelen asentoa toiminnallisissa liikkeissä. Näiden lihasten aktiviteetti on liikkeen suunnasta riippuvainen. Pinnalliset stabiloivat

lihakset kontrolloivat ja ohjaavat liikettä eksentrisesti varsinkin rotaatiosuuntaan. Pinnalliset mobilisoivat lihakset puolestaan tuottavat liikkeeseen voiman ja nopeuden. Ne eivät ole aktiivisia koko liikkeen ajan, vaan niiden aktivaatio vuoroin syttyy ja sammuu. (Comerford & Mottram 2001b, 15–22.) Lumbopelvisen alueen syvät stabiloivat lihakset ovat: lantionpohjanlihakset, m. transversus abdominis, Mm. multifidiin syvät säikeet, m. diaphragma (Lee 2004, 47), m. psoaksen posterioriset säikeet (Gibbons 2002, 10; McGill 2002, 60–61) ja m. quadratus lumborumin mediaaliset säikeet (McGill 2002, 61–62). Pinnalliset stabiloivat ja mobilisoivat lihakset muodostavat lihastoimintaketjuja, joissa ne ovat anatomisesti yhteydessä toisiinsa (Myers, 2009) ja kytkeytyvät toiminnallisesti yhteistyöhön keskenään (Lee 2004, 52–53). Lihasketjut toimivat myös keskenään yhteistyössä ja ne voivat olla osittain päällekkäin. Sama lihas voi myös osallistua yhden tai useamman lihasketjun toimintaan. Lihasketjujen yhteistoiminta määräytyy suoritettavan tehtävän mukaisesti. (Lee 2004, 52–53.)

Lihastoimintaketjuja kuvaavia malleja on useita. Vleeming (1995) ja Snijders (1993) ovat kuvanneet neljä lihastoimintaketjua (ks. Lee 2004, 52), jotka stabiloivat lantiota suhteessa rintakehän ja alaraajojen liikkeeseen. Posteriorisessa vinottaisessa ketjussa (posterior oblique sling) m. latissimus dorsi yhdistyy thorakolumbaalisen faskian kautta vastakkaisen puolen m. gluteus maximukseen (Kuva 2a). Anteriorisessa vinottaisessa ketjussa (anterior oblique sling) m. obliquus externus abdominis yhdistyy anteriorisen abdominaalisen faskian kautta vastakkaisen puolen m. obliquus internus abdominiksen lisäksi lonkan adduktoreihin (Kuva 2b). Longitudinaalisessa ketjussa (longitudinal sling) yhdistyvät m. tibialis anterior, peroneuslihakset, m. biceps femoris, sacrotuberaaliligamentti, syvä thoracolumbaalinen faskia ja m. erector spinae (Kuva 2c). Lateraaliketju (lateral sling) yhdistää lonkkanivelen pääasialliset stabiloivat lihakset eli m. gluteus mediuksen, m. gluteus maximuksen ja m. tensor fascia lataen (Kuva 2d). (Lee 2004, 52–54.)



Kuva 2. Lihastoimintaketjut: (a) posteriorinen vinottainen, (b) anteriorinen vinottainen, (c) longitudinaalinen ja (d) lateraalinen lihasketju (Lee 2004, 52–53; Bruce 2003, 16).

Myers (2009) kuvaa seitsemän koko kehon lävitse kulkevaa myofaskiaalista meridiaanilinjaa. Myofaskiaalinen meridiaanilinja koostuu useista myofaskiaalisista jatkumoista. Myofaskiaalinen jatkumo kuvaa sitä yhteyttä, jolla longitudinaalisesti vierekkäin sijoittuvat rakenteet liittyvät toisiinsa ja asettuvat linjaan. Toisin sanoen myofaskiaalinen jatkumo on kahden lihaksen välinen paikallinen yhteys, kun taas meridiaanilinjalla tarkoitetaan koko kehon läpi ulottuvaa linjaa ylhäältä alas. Kuormitus ja liike siirtyvät kehon sisällä myofaskiaalisten meridiaanilinjojen välityksellä. (Myers 2009, 4–5.) Myers mainitsee (2009, 8–11), että hänen kuvaamansa toiminnallinen lihasketjulinja (functional line) on samankaltainen Vleemingin (1995) ja Snijdersin (1993) mallin (ks. Lee 2004, 52–54) anteriorisen ja posteriorisen vinottaisen ketjun kanssa. Myersin mukaan toiminnalliseen lihasketjulinjaan kietoutuu pinnallisia lihaksia, jotka eivät juuri osallistu posturaalisen asennon ylläpitämiseen. Näillä lihaksilla on kuitenkin tärkeä stabiloiva rooli kaikissa sellaisissa pystyasennoissa, joissa poistutaan anatomisesta perusasennosta (2009, 171).

### 2.1.3 Kolmas osatekijä – motorinen kontrolli

Termi motorinen kontrolli liittyy lihasten aktivoitumismalliin, toisin sanoen lihasten aktivaation ja inaktivaation ajoitukseen. Keskushermosto ohjaa oikeanlaisen ja oikea-aikaisen lihasaktivaation tapahtumista, sekä koordinoi lihasten yhteistyötä. Liikkeistä syntyy hyvin koordinoituja, sulavia ja taloudellisia, kun niissä yhdistyvät riittävä stabiliteetti ja kontrolli ilman liikerajoituksia. Lumbopelvisen alueen stabiliteetti varmistuu, kun stabiloivat ja mobilisoivat lihakset toimivat koordinoituna yhteistyössä. Silloin lumbopelvinen alue ei ole liian jäykkä, eikä toisaalta tapahdu hallitsemattomia liikkeitä. (Lee 2004, 53–54.)

### 2.1.4 Neljäs osatekijä – emootiot

Emotionaalinen tila heijastuu kehollisina reaktioina. Tunnetilat vaikuttavat lihasten tonukseen. Ihminen elää tunnemaailmaansa kehollaan ja voi reagoida hänelle hankaliin tilanteisiin tiedostamattomalla lihasjännityksellä. (Herrala ym. 2008, 74–75.) Negatiivinen tunnetila voi johtaa stressiin. Myös kipukokemukset herättävät ihmisessä stressireaktion (taistele tai pakene -reaktiot). Uupumisoireita syntyy, kun stressi on liian voimakasta ja pitkäaikaista suhteessa yksilön kykyyn säädellä sitä. Uupumisoireisiin voi liittyä kudosaivourioita ja sairauksia. (Herrala ym. 2008, 158–161.) Ihmisen yksilöllinen tunnetila ja yksilölliset tuntemukset on huomioitava, kun halutaan vaikuttaa lihasten aktivoitumiseen ja liikemalliin. On opetettava yksilöä tiedostamaan omaa kehoaan liikkuessaan ja tunnistamaan mahdollisten virheellisten liikemallien olemassaolo. (Lee 2004, 54.)

### 3 TOIMINTAHÄIRIÖT DYNAAMISESSA STABILITEETISSA

Huonot liikemallit ja asennot sekä epänormaali neuraalikudoksen sensitiivisyys ovat osallisena lihasepätasapainon kehittymiselle, josta voi seurata toimintahäiriö dynaamisessa stabiliteetissa. Toimintahäiriöt ovat yksi toistuvien kudonsvaurioiden ja kipujen selittäjiä. Myös tapaturmat ja vammautumiset ovat selviä kudonsvaurioiden aiheuttajia (Comerford & Mottram 2001b, 23), mutta niiden yhteyttä dynaamisen stabiliteetin toimintahäiriöihin ei käsitellä tässä yhteydessä tarkemmin.

#### 3.1 Huonot liikemallit ja asennot

Luiden ideaalinen linjaus vähentää niveliin kohdistuvaa kuormitusta. Neuraali-, side- ja myofaskiaalisten kudosten sekä nivelten mekaaninen kuormitus lisääntyy, jos huonot liikemallit ja nivelten epänormaalit liikeradat toistuvat päivittäin. Kudosten ylikuormituessa niiden sietokyky voi ylittyä, jolloin syntyy kudonsvaurioita. Tästä aiheutuu paikallista kipua, jonka syy voi olla myofaskiaalinen tai nivelperäinen. Huonoilla liikemalleilla on siis yhteys tuki- ja liikuntaelämistön oireisiin ja kiputiloihin. (Comerford & Mottram 2001b, 23; Sahrmann 2002, 3–5.)

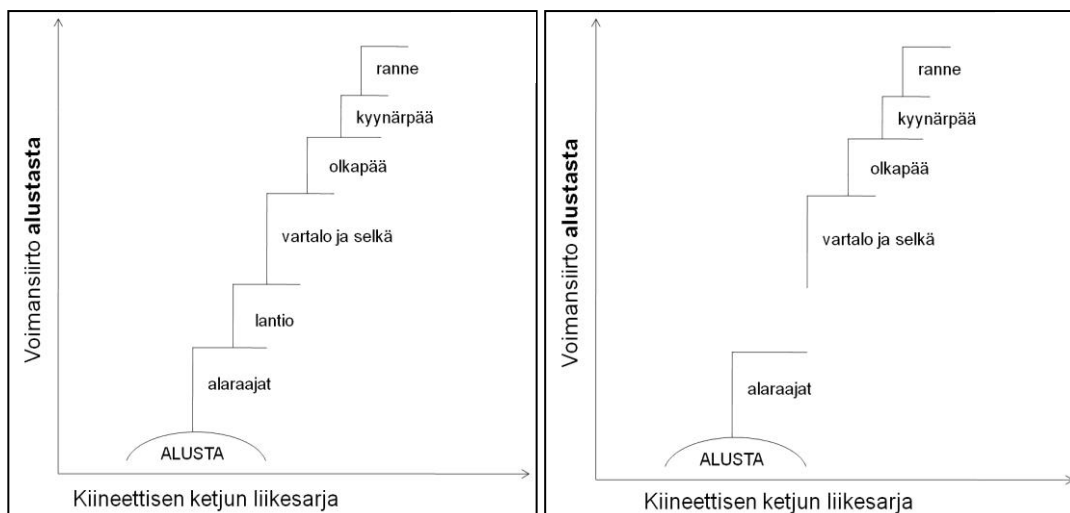
Ryhdin ja asennon muutoksiin liittyy usein lihasten pituuden liiallinen lisääntyminen. Ylivenyneet asentoa ylläpitävät lihakset aiheuttavat niveliin virheasentoja, jotka voidaan havaita ryhtimuutoksina. Ylivenyneiden lihasten voimantuotto on normaalia heikompi ja siihen voi myös liittyä lihasheikkoutta. Toisaalta kahden nivelen yli menevät pinnalliset liikuttavat lihakset muuttuvat

lihasten toimintahäiriössä usein yliaktiivisiksi ja kireiksi. Tämän seurauksena synergisti- ja antagonistilihasten suhde, ja liikemallit voivat myös muuttua. Lihaksen toiminnallisen pituuden muutos vaikuttaa sen nivelen liikeradan kontrolliin, jota kyseinen lihas liikuttaa. (Sahrmann 2002, 15, 19, 25–26.)

Toiminnallisissa liikkeissä liike ilmenee yhtä aikaa usean nivelen alueella. Liike tapahtuu ensimmäisenä siitä nivelestä, jossa on vähiten jäykkyyttä. Jos joku nivelistä on toisia liikkuvampi, liike tapahtuu herkästi siitä. Kun nivelessä tapahtuu liikettä myös silloin, kun sen pitäisi pysyä stabiilina, puhutaan kompensatorisesta suhteellisesta liikkuvuudesta (compensatory relative flexibility). Kompensatoriset liikemallit ovat virheellisiä, häiriintyneitä eli huonoja liikemalleja. Liikkeen täytyy kompensoitua muualta, jotta liikerajoituksista huolimatta kyetään ylläpitämään toimintakyky toiminnallisissa liikkeissä. Liikerajoitukset ja kompensatoriset liikkeet voivat ilmetä joko paikallisina nivelperäisinä tai laaja-alaisina myofaskiaalisina. (Sahrmann 2002, 30.)

Kineettisellä ketjulla tarkoitetaan luiden, lihasten ja nivelten muodostamaa liikeketjua. Kineettisen ketjun liikkeitä voidaan kuvailla liikesarjana, jossa yhden nivelen liike vaikuttaa proksimaalisesti ja distaalisesti koko liikeketjuun. Normaalisti toimivassa liikeketjussa (Kuvio 2a) tapahtuu koko ketjun alueella nivelissä tasapainoisessa suhteessa toisiinsa olevia joustoliikkeitä. Epänormaali kineettisen ketjun toiminta voi johtua jonkin nivelen hypomobilitteetista tai hypermobilitteetistä. Kineettisen ketjun häiriössä liikesarjan liike ei siirry koko ketjun läpi (Kuvio 2b). (Ellenbecker 2009, 15–18.)





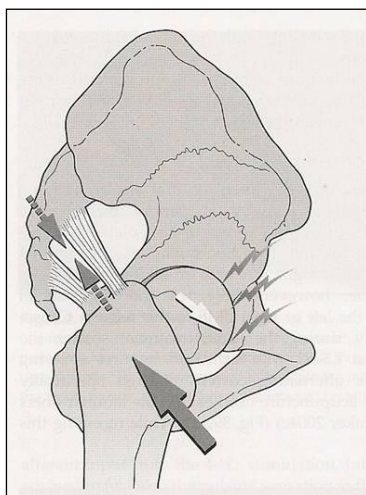
Kuvio 2. Kineettinen ketju. (a) Optimaalisen kineettisen ketjun toiminta ja (b) häiriintynyt kineettisen ketjun toiminta (mukaillen Ellenbecker 2009, 15–18).

### 3.2 Lihasepätasapaino ja muuttunut lihasten aktivoitumisjärjestys

Huono ryhti, huonot liikemallit ja epänormaali neuraalikudoksen sensitiivisyys ovat osallisena lihasepätasapainon kehittymiselle (Comerford & Mottram 2001a, 3). Luisten rakenteiden linjaus vaikuttaa lihasten yhteistyöhön. Mitä lähempänä luisten segmenttien linjaus on ideaalia, sitä optimaalisempi on lihasten ja hermoston toiminta (Sahrmann 2002, 3). Lihasepätasapaino ilmenee lihasten toiminnallisen pituuden muutoksina, sekä häiriintyneenä ja viivästyneenä aktivoitumisjärjestyksenä. Myös nivelen liikeradan kontrolli voi lihasepätasapainossa olla häiriintynyt, koska herkkyys liikkeelle tiettyyn liikesuuntaan on lisääntynyt. Syvien lihasten toimintahäiriö ilmenee viivästyneenä ja huonona aktivoitumisena, jolloin stabiliteetti on huono ja liike ohjautuu hallitsemattomasti. Pinnallisissa liikuttavissa lihaksissa toimintahäiriö taas ilmenee yliaktiiviteettina alhaisella kuormitustasolla. Pinnalliset liikuttavat lihakset aktivoituvat liian herkästi vähän voimaa vaativissa arjen normaaleissa liikkeissä ja toiminnoissa. Pinnallisten liikuttavien lihasten yliaktiiviteetin seurauksena lihasten toiminnallinen pituus ja elastisuus vähenevät. (Comerford & Mottram 2001b, 20–24.)

### 3.3 Lumbopelvisellä alueella ilmeneviä toimintahäiriöitä

Lumbopelvisen alueen stabiilitetin ollessa puutteellista, löytyy usein kompensationsa yliaktiivisuutta lonkan ulkorotaattoreissa, muun muassa m. piriformiksessa ja m. obturatorum internuksessa. Lonkan ulkorotaattorien yliaktiivisuus ja lumbopelvisen alueen lihasepätasapaino voi työntää reisiluun päätä anteriorisesti, jolloin lonkkanivelen anteriorisiin rakenteisiin ja nivusen alueelle kohdistuu lisää kompressiota (Kuva 3). (Lee 2007, 606.)



Kuva 3. Lonkkaniveleen kohdistuva anteriorinen kompressio (Lee 2007, 607).

Lonkan ulkorotaattorien yliaktiivisuus ja lumbopelvisen alueen lihasepätasapaino voi vaikuttaa lonkkanivelen, lumbaalirangan ja SI-nivelen liikkuvuuteen. Lonkan ulkorotaattorien yliaktiivisuus lisää kompressiota SI-nivelen alueelle, aiheuttaen lihasperäistä vastusta, joka vähentää SI-nivelen liikelaajuutta. Vastaavasti lonkkaniveleen voi muodostua liikerajoitusta ja kipua, varsinkin silloin, kun lonkkanivelen liikkeessä yhdistyvät sekä fleksio, adduktio että sisärotaatio -suunnat. Oireet ilmenevät usein ahtauden tunteena lonkassa ja kipuna nivusen alueella. (Lee 2007, 606–607 ; Lee 2004, 101–102.)

Lihastoimintahäiriö ilmenee epänormaalina synergistilihasten aktivoitumisena. Jos joku synergistilihaksista dominoi, nivelen liike suuntautuu liiallisesti dominoivan lihaksen suuntaan. Lumbopelvisellä alueella synergistilihasten epänormaali aktivoituminen näkyy esimerkiksi:

- hamstring-lihasten yliaktiivisuutena suhteessa m. gluteus maximukseen lonkan ekstension aikana
- m. tensor fascia lataen ja m. rectus femoriksen yliaktiivisuutena suhteessa m. iliopsoakseen lonkan fleksion aikana
- m. tensor fascia lataen yliaktiivisuutena suhteessa posteriorisen m. gluteus mediukseen lonkan abduktion aikana

(Sahrmann 2002, 35–37.)

## 4 DYNAAMISEN STABILITEETIN HARJOITTELU

Dynaamisen stabiliteetin harjoittelu tähtää sekä syvän että pinnallisen lihasjärjestelmän harjoittamiseen. Comerford & Mottram (2001a) ehdottavat neliportaista harjoittelumallia stabiliteettitoimintahäiriöiden korjaamiseksi. Ensimmäinen vaihe on syvien stabiloivien lihasten harjoittelua. Harjoittelu on isometristä, kymmenen kertaa kymmenen sekunnin pidoilla toistettuna ja useassa eri alkuasennossa. On tärkeää, ettei korvaavaa lihastoimintaa tapahdu muista lihaksista ja että hengitystapa pysyy luonnollisena. Toisessa vaiheessa harjoittelun tavoitteena on dynaamisen kontrollin palauttaminen niihin liikesuuntiin, joissa on ilmennyt toimintahäiriöitä. Toimintahäiriön korjaamiseksi pinnallisten stabiloivien lihasten yhteistyön harjoittaminen on tärkeää. Harjoittelu on edelleen alhaisen kuormitustason harjoittelua ja liikkeet suoritetaan vain sillä liikeradan osalla, jossa pystytään säilyttämään hallinta. Kolmannessa vaiheessa harjoitellaan pinnallisten mobilisoivien lihasten yhteistyötä stabiloivien lihasten kanssa. Pinnallista lihasjärjestelmää tarvitaan nivelen koko liikeradan kontrolloimiseksi. Neljännessä vaiheessa, vasta liikehallinnan parannuttua, lisätään aktiivista liikkuvuusharjoittelua lyhentyneiden, pinnallisten lihasten venyvyyden palauttamiseksi. Sen sijaan passiivisia terapeuttisia menetelmiä voidaan käyttää lihasten rentouttamiseksi ja venyvyyden lisäämiseksi koko harjoitteluprosessin ajan. (Comerford & Mottram 2001a, 3–5.)

Dynaamisen stabiliteetin harjoittelun tavoitteena on palauttaa mahdollisimman virheetön liikemalli ja kokonaisuus. Harjoiteltaessa asiakkaan tulee olla tietoinen liikkeestä ja ymmärtää liikkeen tavoite ja tarkoitus, jotta hän kykenee korjaamaan liikettä. Oppimisen tuloksellisuuden kannalta on fysioterapiassa huomioitava kognitio, aktiivinen liike, palaute, toistot ja harjoittelun samankaltaisuus (Lederman 2010a, 55). Fysioterapeutin rooli on tukea asiakkaan ajattelua, herättää tarkkaavaisuus liikkeeseen, ohjata ajattelun suuntaamista ja antaa palautetta. Liikehäiriöiden yhteydessä asiakkaat eivät

yleensä tiedosta ja tunnista virheellisiä, kompensatorisia liikemalleja. Heillä kompensatoriset liikemallit ovat muodostuneet autonomiselle tasolle, jolloin liikesuoritusta ei enää tietoisesti ajatella. Jotta virheellinen liikemalli voitaisiin purkaa, tulee asiakas palauttaa takaisin kognitiiviselle tasolle. Fysioterapeutin rooli on auttaa asiakasta tunnistamaan virheellinen liikemalli ja tuoda esille keinoja sen välttämiseksi. (Lederman 2010a, 55–57.) Asiakas tarvitsee palautetta liikesuorituksesta, jotta hän kykenee korjaamaan meneillään olevaa liikettä sisäisen ja ulkoisen palautteen mukaisesti. Sisäinen palaute on proprioseptiikan kautta saatavaa tietoa. Fysioterapeutti voi antaa asiakkaalle täydentävää ulkoista palautetta verbaalisina ohjeina, mallisuorituksina tai manuaalisesti erilaisten fasialitaatiokeinojen avulla. (Lederman 2010a, 60.)

Aktiivinen liike on edellytys hermolihajärjestelmän adaptaatiolle ja liikesuoritusten oppimiselle. Passiiviset menetelmät eivät edistä pitkäaikaista ja toiminnallista motorisen kontrollin muutosta. Mielikuvaharjoittelu, jossa aktiivisesti ajatellaan liikkeen suorittamista, aktivoi koko motorista järjestelmää, ja tämän on todettu edistävän oppimista. Liikkeitä tulisi harjoitella kokonaisina ja korostaa liikesuoritusta, eikä yksittäisten lihasten jännittämistä. Oppimista voidaan edistää ohjaamalla asiakasta kiinnittämään huomiota myös sisäisiin tekijöihin, esimerkiksi kehonosien paikkaan ja painoon suhteessa toisiinsa, kuitenkin huomioiden asiakkaan yksilöllinen omaksumiskyky. Opittavia yksityiskohtia ei saa olla kerralla liian paljon. Ihminen oppii asioita vain, kun niitä toistetaan riittävän usein. Toistojen avulla liikesuoritus automatisoituu. Liikemallin oppiminen vaatii oppijalta hyvän motivaation ja kärsivällisyyttä, koska muutos ei tapahdu nopeasti. (Lederman 2010a, 58–60). Positiivinen ohjeistava palaute voi olla motivoivaa ja rohkaisevaa. (Schmidt & Wrisberg 2000, 261–262.) Motorisen oppimisen edistämiseksi harjoittelun tulisi toistua mahdollisimman samankaltaisena ja sisältää tuttuja liikemalleja. Harjoittelun siirtovaikutuksen aikaansaamiseksi fysioterapiassa pitäisi harjoitella sellaisia liikkeitä, jotka ovat yhteydessä siihen toimintaan, jossa kyseistä liiketaitoa tarvitaan. (Lederman 2010a, 60–63).

## 5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millainen on neljän ammattijalkapalloilijan lumbopelvisen alueen dynaaminen stabiliteetti ja minkälaisia muutoksia voitiin yksilöllisen fysioterapian keinoin saavuttaa lumbopelvisen alueen toimintaan, mahdollisiin ongelma-kohtiin ja toimintahäiriöihin. Tutkimuksessa selvitettiin lumbopelvisen alueen dynamiseen stabiliteettiin vaikuttavia tekijöitä: ryhtiä, nivelliikkuvuuksia ja lihasvenyvyyksiä, sekä liikesuoritusten hallintaa, lihasten aktivoitumista ja aktivoitumisjärjestystä toiminnallisten liiketestien aikana.

Pääongelma:

Millaisia muutoksia yksilöllisellä fysioterapialla oli lumbopelvisen alueen dynamiseen stabiliteettiin?

Alaongelmat:

- Millaisia muutoksia oli liikkeiden hallinnassa?
- Millaisia muutoksia oli lumbopelvisen alueen lihasten aktivoitumisjärjestyksessä ja synergiassa?
- Millaisia muutoksia oli lumbopelvisen alueen nivelten liikkuvuudessa ja lihasten venyvyydessä?
- Millaisia muutoksia oli ryhdissä?

## 6 TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT

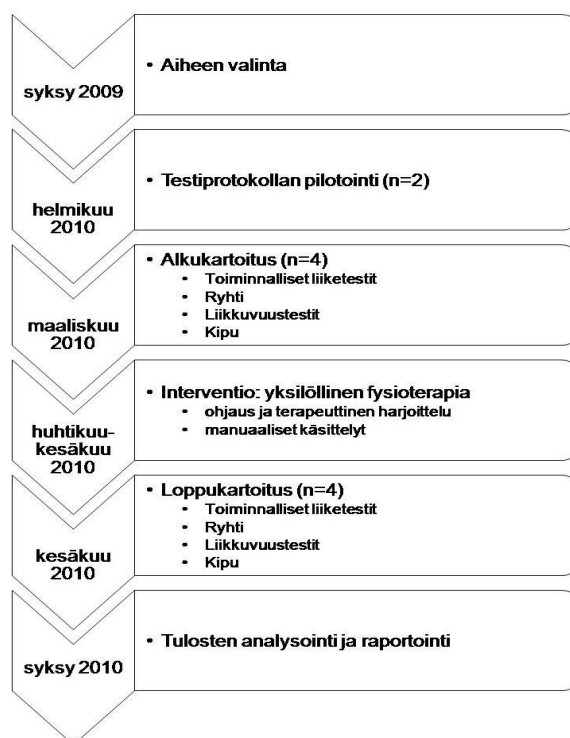
Kyseessä oli tapaustutkimus, joka on yksi kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen tutkimusstrategioista (Hirsjärvi ym. 2009, 134). Laadullisella tutkimuksella ei pyritä tilastollisiin yleistyksiin, vaan niillä pyritään kuvaamaan jotain ilmiötä tai tapahtumaa, ymmärtämään tiettyä toimintaa tai antamaan teoreettisesti mielekäs tulkinta jollekin ilmiölle (Laine ym. 2007, 31; Tuomi & Sarajärvi 2009, 85). Tapaustutkimuksella voidaan kerätä yksityiskohtaista tietoa yksittäisestä tapauksesta tai pienestä joukosta toisiinsa suhteessa olevia tapauksia. Tapaustutkimuksessa tavoitteena on tyypillisimmin ilmiöiden kuvailu ja aineistoa kerätään useita metodeja käyttämällä, kuten havainnoin ja dokumentteja tutkien. Tapaustutkimuksessa tutkitaan tutkittavaa mahdollisimman luonnollisissa tilanteissa. (Hirsjärvi ym. 2009, 134–135.)

### 6.1 Tutkimuksen kulku

Tutkimuksen aihe saatiin toimeksiantajalta syksyllä 2009. Jalkapallojoukkueen fysioterapeutti eli opinnäytetyön toimeksiantaja oli valinnut tutkimukseen osallistuvat pelaajat. Ennen tutkimusta tutkimushenkilöistä ei saatu tietää mitään taustatietoja, kuten aikaisempien vammojen laatua tai ajankohtaa. Tutkimuksessa ei myöskään selvitetty haastattelulla tai kyselylomakkeella muita taustatietoja. Tutkimushenkilöiden luottamuksellisia tietoja ja heistä otettua kuvamateriaalia käsittelivät vain opinnäytetyön tekijät ja ohjaajat. Yksittäiset tutkimushenkilöt eivät olleet tunnistettavissa tutkimuksesta, eikä heidän edustamansa jalkapallojoukkue.

Tutkimusjoukko koostui neljästä 20–25-vuotiaasta miespuolisesta ammattijalkapalloilijasta. Tutkimukseen osallistuminen oli tutkimushenkilöille

joukkueen fysioterapeutin suosittelemaa, mutta vapaaehtoista, ja se oli rinnastettavissa osaksi heidän lajiharjoitteluaan. Seuran urheilijavakuutus kattoi tutkimukseen osallistumisen ja siihen kuuluvat testi- ja harjoitustilanteet (Liite 1). Tutkimushenkilöillä oli oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen niin halutessaan tai loukkaantuessaan. Tutkimushenkilöt saivat käyttää tutkimuksen aikana vapaasti hierontaa ja fysioterapiaa tarpeidensa mukaan, koska tutkimushenkilöt olivat ammattiuurheilijoita. Myös särkylääkkeiden käyttöä ei ollut rajoitettu eikä niiden käyttöä kirjattu ylös. Kuviossa 3 on esitetty tutkimuksen kulku. Tammikuussa 2010 varmistui tutkimushenkilöiden määrä, minkä jälkeen valittiin tutkimuksessa käytetyt mittarit ja aineistonkeruumenetelmät. Testausprotokollaa harjoiteltiin helmikuussa 2010. Testihenkilöinä oli kaksi jalkapalloa aktiivisesti harrastavaa 30-vuotiasta henkilöä. Alkukartoitukset tehtiin maaliskuussa 2010. Alkukartoituksen yhteydessä tutkimushenkilöt saivat suullisesti selvityksen tutkimuksesta ja sen toteutuksesta. Mittaukset tehtiin kahtena eri päivänä. Ensimmäisenä päivänä tutkittiin lihasten aktivoitumisjärjestystä EMG:llä toiminnallisten liiketestien aikana. Seuraavana päivänä kuvattiin ryhtiä ja suoritettiin liikkuvuustestit.



Kuvio 3. Tutkimuksen kulku.



Alkukartoitusten tuloksia, videomateriaalia ja EMG-datan avulla tehtyjä havaintoja käytiin läpi tutkimushenkilöiden kanssa henkilökohtaisesti huhtikuussa 2010. Tutkimushenkilöt saivat kirjallisen palautteen testiliikkeiden suorittamisesta ja testituloksista. Intervention sisältö, yksilöllinen fysioterapia, pohjautui tutkimustuloksiin. Interventio alkoi huhtikuussa 2010 ja kesti kymmenen viikkoa ja interventiokertoja oli yhteensä 11. Interventiokertojen toteutusaikatauluun vaikutti tutkimushenkilöiden jalkapallojoukkueen harjoitus- ja peliaikataulut. Interventiokertoja ei voitu toteuttaa tutkimushenkilöiden jalkapallojoukkueen peliä edeltävinä päivinä, pelipäivinä, eikä sellaisina päivinä, jolloin jalkapallojoukkueella oli kahdet harjoitukset. Interventiot toteutettiin Turun ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveysalan oppilaitoksen tiloissa, sekä yhden kerran jalkapallojoukkueen omalla harjoittelukentällä. Loppukartoitus tehtiin kesäkuussa 2010 saman protokollan mukaisesti kuin alkukartoitus. Opinnäytetyön alku- ja loppukartoitus tehtiin Turun ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveysalan oppilaitoksen tiloissa.

## 6.2 Aineistonkeruumenetelmät

Tutkimushenkilöistä kerättiin sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista tietoa. Bullock, Little ja Millham (1992) sekä Creswell (1994) ovat sitä mieltä, että kvantitatiivista ja kvalitatiivista tutkimusta voidaan yhdistää monella eri tavalla, esimerkiksi kvalitatiivisia tuloksia voidaan käyttää kvantitatiivisten tulosten selvittämiseen (Hirsjärvi & Hurme 2001, 28–32).

### 6.2.1 Aineistonkeruumenetelmien piirteitä

Kvalitatiivista tietoa kerättiin havainnoimalla toiminnallisten liike- ja liikkuvuustestien suoritustapaa sekä ryhtiä. Tutkimuksessa käytettiin

aineistonkeruumenetelmänä havainnointia ilman osallistumista. Tällä tarkoitetaan, että tutkijat olivat havainnointitilanteessa ulkopuolisia ja osallistumattomia tarkkailijoita (Tuomi & Sarajärvi 2009, 82). Havainnointi tehtiin jälkikäteen videokuvien ja videokuvista saatujen pysäytyskuvien avulla. Havainnointi on kaikille tieteen osa-alueille välttämätön ja yhteinen menetelmä (Hirsjärvi & Hurme 2001, 37). Jokaisella tieteen alalla on omat havainnointimenetelmänsä (Hirsjärvi & Hurme 2001, 37), ja fysioterapiassa havainnointi on yksi tärkeimmistä menetelmistä tutkittaessa asiakasta. Havainnointi on menettelynä erittäin vaativaa, koska havainnoitavia tapahtumia voi olla paljon yhtäaikaan, siksi onkin perusteltua käyttää tukena videokameroita (Hirsjärvi & Hurme 2001, 38; Tuomi & Sarajärvi 2009, 82).

Tuomi ja Sarajärvi (2009) ovat sitä mieltä, että havainnointi ainoana aineistonkeruumenetelmänä on haasteellinen, mutta muunlaisten aineistonkeruumenetelmien yhdistäminen havainnointiin on yleensä hyvinkin hedelmällistä. Havainnoinnin avulla voidaan kytkeä muita aineistonkeruumenetelmiä paremmin saatuun tietoon, koska havainnoinnin avulla nähdään asiat oikeissa yhteyksissä. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 81.) Havainnoilla voidaan myös monipuolistaa tutkittavasta ilmiöstä saatua tietoa (Tuomi & Sarajärvi 2009, 81) ja lisäksi eri menetelmien yhdistämisellä voidaan lisätä tutkimuksen luotettavuutta (Hirsjärvi & Hurme 2001, 38).

Kvantitatiivista tietoa lihasten aktivaatiosta kerättiin EMG:n avulla toiminnallisten liiketestiä aikana. Kvantitatiivisella tutkimuksella voidaan mitata, minkälaisia muutoksia tutkittavassa ilmiössä tapahtuu ja minkälaisia yhteyksiä osien välillä on (Alkula ym. 1994, 22). Kvantitatiivisen tiedon keräämiseen käytetään menetelmiä, joiden avulla saadaan numeerista tietoa tutkittavasta ilmiöstä (Erätuuli ym. 1994, 10). EMG-laiteella mitattiin lihasten sähköistä toimintaa mikrovolteissa ( $\mu V$ ). Kvantitatiivista aineistoa kerättiin myös mittaamalla lonkan liikkuvuutta sekä lantion alueelle kiinnittyvien lihasten lihaskireyksiä. Liikkuvuus-

ja lihasvenyvyydesteissä tutkimusaineistoa kerättiin havainnoiden, mittaamalla liikelaajutta asteissa kompassi- ja vipuvarsigoniometrillä. Lihasvenyvyyttä tutkittiin myös pysäytyskuvien avulla, mittaamalla nivelkulma asteina testisuorituksen pysäytyskuvasta.

### 6.2.2 Toiminnallisten liiketestien suoritustavan havainnointi

Toiminnallisten liikkeiden suoritustapaa havainnoimalla kerättiin tietoa liikkeen hallinnasta. Tarkoituksena oli selvittää, löytyikö johonkin liikesuuntaan kontrolloimatonta, hallitsematonta liikettä ja missä kompensatorinen liike ilmeni. Toiminnallisten liikkeiden suoritustapaa havainnoimalla saatiin tietoa pinnallisten ja syvien lihasten yhteistyöstä. Yhteistyön puutteellisuus näkyy liikkeen hallinnan vaikeutena. Syvien lihasten toimintahäiriö ilmenee hallitsemattomana liikkeenä. (Comerford & Mottram 2001b, 23.) Kineettisessä ketjussa useassa nivelessä tapahtuu samanaikaisesti liikettä. Pinnallisten lihasten yliaktiivisuus voi vaikuttaa kineettisen ketjun toimintaan, vähentämällä nivelien liikelaajutta aktiivisten liikkeiden aikana eli liikkeen sulavuus ja kontrolli häiriintyvät, mikä ilmenee jäykkyytenä. Liikkeen sulavuus ja kontrolli häiriintyvät, jos pinnalliset lihakset aktivoituvat liian voimakkaasti alhaisen kuormitustason liikkeissä ja toiminnoissa. (Elphinston 2008, 27.) Tutkimuksessa käytettiin kuutta toiminnallista liiketestiä, joilla selvitettiin kineettisen ketjun toimintaa kuormitetussa pystyasennossa sekä lumbopelvisen alueen ekstensio-, fleksio- ja rotaatiosuuntaista toimintahäiriötä. Toiminnalliset liiketestit olivat:

- ristihyppytesti
- yhden jalan seisonta -testi
- aktiivinen yhden jalan nosto -testi
- polven ekstensio istuen
- lonkan ekstensio vatsamakuulla
- polven fleksio vastamakuulla

Ristihyppytestillä (Liite 4) ja yhden jalan seisonatetestillä (Liite 5) saatiin tietoa kineettisen ketjun toiminnasta kuormitetussa pystyasennossa. Näillä testeillä havainnoitiin, onko suljetun kineettisen ketjun toiminta normaalia, ja tapahtuiko kaikissa nivelissä joustoliikettä noudattaen normaalia liikemallia (ks. Kuvio 2, s. 14). Lumbopelvinen alue ja varsinkin SI-nivel toimii kuorman siirtäjänä lumbaalirangan ja alaraajojen välillä. Hallitussa liikkeessä SI-nivelessä tapahtuu pieni jousto. (Lee 2004, 41–42, 87–89.) Ristihyppytestillä saatiin tietoa kineettisen ketjun toiminnasta korkealla kuormitustasolla. Testisuorituksesta havainnoitiin lumbopelvisen alueen dynaamista stabiliteettia. Ristihyppytesti valittiin, koska se on lajinomainen testi jalkapalloilijalle. Lajissa tulee paljon hyppyjä ja suunnanmuutoksia, joissa korostuvat lumbopelvisen alueen tehtävät iskunvaimentimena sekä alustasta ja kehonpainosta aiheutuvien voimien välittäjänä (Noyes ym. 1991, 513–515). Yhden jalan seisonta -testistä havainnoitiin vastaavasti suljetun kineettisen ketjun toimintaa alhaisella kuormitustasolla. Optimaalisessa suorituksessa lantio ei saisi kallistua anteriorisesti, posteriorisesti tai lateraalisesti, eikä kiertyä horisontaalitasossa samalla, kun paino siirtyy tukijalalle (Lee 2004, 87–89; Hungerford ym. 2007, 879–887).

Lonkan ekstensio ja polven fleksio -testeillä (Liitteet 8 ja 9) selvitettiin lumbopelvisen alueen ekstensiosuuntaista liikekontrollia. Testeillä selvitettiin, millaisia tapoja tutkittava käyttää lumbopelvisen alueen stabiloimiseksi vatsamakuulla tapahtuvan lonkan ekstension ja polven fleksion aikana. Lonkan ekstensiotestissä optimaalisessa suorituksessa lonkkanivel ekstensoituu 10° ja lumbaalirangan ekstensio ei saa merkittävästi lisääntyä (Sahrmann 2002, 302–303). Polven fleksiotestissä, optimaalisessa suorituksessa polvinivel fleksoituu 90–120° ja suorituksen aikana lantio ei kallistu, rotatoidu, eikä lumbaalirangan ekstensio lisäännä (Sahrmann 2002, 298–299; Luomajoki ym. 2007, 95).

Polven ekstensiotestillä (Liite 7) selvitettiin lumbopelvisen alueen fleksiosuuntaista liikekontrollia ja millaisia tapoja tutkittava käyttää lumbopelvisen alueen stabiloimiseksi istuen tapahtuvan polven ekstension aikana. Optimaalisen suorituksen aikana lumbaaliranka pysyy neutraaliasennossa samalla, kun polvi ekstensoituu koko liikeradalla, lonkan fleksion ollessa 90°. (Sahrmann 2002, 310–313; Luomajoki ym. 2007, 94).

Aktiivisen suoran jalan nostotestillä (Liite 6) selvitettiin lumbopelvisen alueen ja selkärangan liikekontrollia ja rotaatiosuuntaista liikehäiriötä. Testillä selvitettiin, millaisia tapoja tutkittava käyttää thorakaali- ja lumbaalirangan sekä lantion stabiloimiseksi aktiivisen suoran jalan noston aikana. Optimaalisen suorituksen aikana alaraajan tulisi nousta hoitopöydältä vaivattomasti eikä lantio saisi liikkua suhteessa rintakehään ja/tai alaraajoihin. Lantio ei myöskään saisi rotatoitua eikä kallistua, lateraalisesti, anteriorisesti tai posteriorisesti, suhteessa lumbaalirankaan. (Lee 2004, 106–108; Vleeming ym. 2007, 469.)

### 6.2.3 Lihasten aktivaation mittaaminen EMG:n avulla

Tutkimuksessa selvitettiin lihasten aktivoitumista ja aktivoitumisjärjestystä EMG:n avulla. Lihastoimintahäiriö ilmenee synergistilihasten muuttuneena aktivoitumisena toisiinsa nähden ja lihasten viivästyneenä aktivoitumisena (Sahrmann 2002, 35–37). Lumbopelvisen alueen lihasten aktivoitumista mitattiin kahdeksankanavaisella pinta-EMG:llä kappaleessa 6.2.1 mainittujen toiminnallisten liiketestien aikana. EMG-mittauksiin valittiin lihaksia kaikista lumbopelvisen alueen ylittävistä lihasketjuista (ks. Kuva 2, s. 13). Testattavat lihakset olivat m. gluteus maximus, m. obliquus externus abdominis, m. adductor longus, m. biceps femoris, Mm. multifidii, m. gluteus medius, m. tensor fascia latae ja m. vastus medialis. EMG- mittausten kulku ja pintaelektrodien asettelu on esitetty liitteessä 2.

Testaustilanteet taltioitiin videokameralla vakioiduissa olosuhteissa. Videokameroita oli kaksi, joista toisen korkeus ja etäisyys oli vakioitu tarkasti. Tämän kameran kuvamateriaali synkronisoitiin EMG-datan kanssa. Videokuvan ja EMG-datan synkronointi onnistui automaattisesti jälkeinpäin MegaWin 2.4 tietokoneohjelman avulla, kun EMG-dataan lisättiin markkeri ennen mitattavan suorituksen alkua ja mitattavan suorituksen loputtua. Toinen videokameroista oli liikkuva kamera, jolla kuvattiin liikkeen suoritustapaa testikohtaisesti vaihtelevista kuvakulmista.

#### 6.2.4 Nivelten liikkuvuuden ja lihasten venyvyyden tutkiminen

Liikkuvuustesteillä (Liitteet 10, 11 ja 12) kerättiin tietoa lumbopelvisen alueen nivelten liikkuvuudesta ja lihasten venyvyydestä. Dynaamisen stabiliteetin toimintahäiriöihin liittyy liikerajoituksia, joiden syy voi olla joko nivelperäinen tai myofaskiaalinen (Comerford & Mottram 2001a, 5). Tutkimuksessa selvitettiin lumbopelvisen alueen nivelten eli lumbaalirangan (Liite 10), SI-nivelien (Liite 11) ja lonkkanivelien liikkuvuutta (Liite 12) sekä pinnallisten liikuttavien lihasten venyvyyksiä (Liite 13).

Selkärangan liikkuvuuksia (Liite 10) havainnoitiin liikesuoritusten avulla. Liikesuoritukset olivat vartalon eteen-, taakse- ja sivutaivutus. Jokaisesta liikesuorituksesta otettiin pysäytyskuva taivutuksen loppuasennosta. Pysäytyskuvista tarkasteltiin taivutuksen huippupistettä ja kuvanauhalta suoristusten laatua, erityisesti sitä, tuliko liike selkärangan liikesegmenteistä tasaisesti ja tapahtuiko kompensatorisia liikemalleja. Liikesuorituksia havainnoitiin Leen (2004) esittämien kriteerien mukaisesti. Vartalon eteentaivutuksesta voidaan havainnoida lumbaalirangan liikkuvuutta suhteessa

lonkkanivelien liikkuvuuteen. Vartalon eteentaivutuksessa lantio kallistuu anteriorisesti caput femureiden päällä ja lonkkanivelet fleksoituvat. Optimaalisessa suorituksessa eteentaivutuksen huippupiste, vartalon korkein kohta, tulisi olla keskellä pakaroita. Vartalon taaksetaivutuksessa lantio kallistuu posteriorisesti caput femureiden päällä ja lonkkanivelet ekstensoituvat. Optimaalisessa suorituksessa taaksetaivutuksen huippupiste, lantion anteriorisin kohta, tulisi olla lonkkanivelen iliofemoraaliligamentin tasolla. Optimaalisessa suorituksessa sivutaivutuksen huippupiste, vartalon lateraalisin kohta, tulisi olla trochanter majorin tasolla. (Lee 2004, 65–67;85–87.)

Stork-testillä, joka tunnetaan myös nimillä *Gillet test* ja *one-leg standing*, selvitettiin lantion toimintaa yhden jalan seisonnan aikana (Liite 11). Testillä tutkittiin manuaalisesti palpoiden lantionluun SIPS (spina iliaca posterior superior) kiertymistä suhteessa sacrumiin fleksoitaessa lonkka ja polvi. Optimaalisessa suorituksessa vapaan alaraajan puoleinen lantionluu pitäisi kiertyä posteriorisesti sacrumiin nähden, ja liikkeen pitäisi olla symmetristä molemmin puolin. (Hungerford 2007, 879–882.) Lonkkanivelien liikkuvuutta mitattiin vatsamakuulla (Liite 12). Lonkan passiivinen ekstensio mitattiin vipuvarsigoniometrillä ja ulko- ja sisärotaatio mitattiin kompassigoniometrillä (Malliaras ym. 2009, 739–744).

M. iliopsoaksen, m. rectus femoriksen ja m. tensor fascia lataen lihasvenyvyyttä mitattiin Modifioidulla Thomasin -testillä (Liite 13). M. iliopsoaksen pituus on normaali, kun femur asettuu horisontaalitasoon eli lonkkakulma on 0°. M. tensor fascia lataen pituus on normaali, kun femur asettuu frontaalitasossa keskilinjaan. M. rectus femoriksen pituus on normaali, kun vapaasti roikkuvan alaraajan polvikulma on lähes 90°. (Gabbe, 2004 92–93; Chaitow 2006, 145–147.) Hamstring-lihasten venyvyyttä tarkasteltiin selinmakuulla (Gabbe ym. 2004, 90–97, Lee 2004, 116–117) (Liite 13). Hamstring-lihaksen pituus on

normaali, kun lumbaaliranka pysyy neutraalissa asennossa, lantiosta ei tule liikettä ja lonkkakulma on 70° (Lee 2004, 116).

### 6.2.5 Ryhdin havainnointi

Lumbopelvisen alueen toimintahäiriö heijastuu ryhtiin (Lee 2004, 83). Faskiaaliset jännitykset ja lihaskireydet ilmenevät virheasentoina ryhdissä sagittaali-, horisonttaali- ja fronttaalitasossa (Richter & Hebgen, 2006, 31; Myers 2009, 229–237). Jos asentoa ylläpitävien syvempien lihaskerrosten toiminnassa on puutteita tai pinnallisissa liikuttavissa lihaksissa on lihaskireyttä, myös ryhdissä on todennäköisesti muutoksia ideaalilinjauksesta. (Sahrmann 2002, 264–269.) Fysioterapeutit käyttävät ryhdin analysointia yleisesti arvioidessaan potilaan hoitostrategiaa. Hyödyllistä kliinistä informaatiota voidaan kerätä analysoimalla seisovaa asiakasta. (Myers 2009, 229.) Tutkimuksessa ryhtiä analysoitiin sekä Sahrmannin (2002, 264–268;328–333) että Myersin (2009, 229–254) esittämien mallien ja kriteerien mukaisesti. Ryhti kuvattiin digitaalikameralla takaa, sivulta ja edestä, siten että taustalla oli 15cm x 15cm ruuduista koostuva ruudukko. Ryhtiä havainnoitiin jälkikäteen kuvista ja mahdolliset poikkeamat ryhdissä kirjattiin ylös. Tutkimuksessa pyrittiin yhdistämään havaitut ryhtilöydökset muihin tutkimustuloksiin.

### 6.2.6 Kivun kartoittaminen

Kivun sijaintia ja voimakkuutta kartoitettiin kaikissa tutkimuksen testeissä, jotta mahdollinen mekaanisesta kuormituksesta aiheutuva kipu saataisiin selville (Liite 3). Krooninen kipu vaikuttaa motoriseen kontrolliin ja kipu aikaansaa muutoksia keskushermoston toiminnassa. Kroonisissa kiputiloissa proprioseptinen palaute vähenee ja hitaiden motoristen yksiköiden aktivaatio



häiriintyy (Comerford & Mottram 2001b, 16–17). Lihastoimintahäiriöt ovat usein toistuvien kipujen syy (Sahrmann 2002, 3). Tutkimuksessa kartoitettiin subjektiivista tuntemusta kivusta VAS-kipujanalla (visual analogue scale) ennen testien suorittamista, testien aikana sekä testien suorittamisen jälkeen. VAS-asteikolla voidaan selvittää kivun intensiteettiä. Asteikon ääripäät ovat: 0= ei lainkaan kipua ja 10 = pahin mahdollinen kipu. (Salminen & Pohjolainen 2003, 58.)

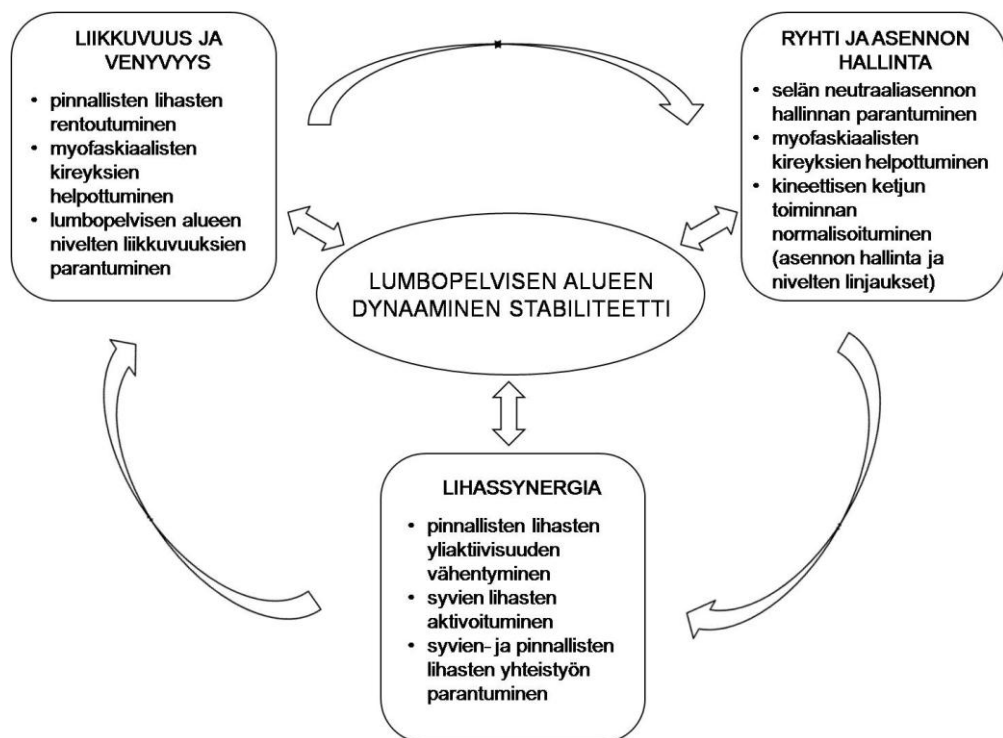
### 6.3 Intervention tavoitteet ja toteutus

Yksilöllinen fysioterapia pohjautui alkumittauksista saatuihin tutkimustuloksiin. Interventio toteutui kymmenen viikon aikana. Interventiokertoja oli yhteensä 11 ja jokaisen kerran kesto oli 60 minuuttia. Intervention yleisenä tavoitteena oli lumbopelvisen alueen asennon ja liikekontrollin parantuminen. Koska lumbopelvinen alue muodostaa rakenteeltaan ja toiminnaltaan monimutkaisen kokonaisuuden, yksilöllisessä fysioterapiassa huomioitiin sekä artikulaariset, myofaskiaaliset että neuromuskulaariset tekijät.

#### 6.3.1 Intervention sisältö

Yksilöllinen fysioterapia sisälsi sekä manuaalisia käsittelyjä että yksilöllistä terapeutista harjoittelua. Interventiokerrat 1-5 ja 11 toteutuivat pienryhmämuotoisesti, jolloin kaikki neljä tutkimushenkilöä harjoittelivat yhtä aikaa ja saivat samalla yksilöllisesti ohjausta kolmelta ohjaajalta (tutkijalta). Interventiokerrat 6-10 sisälsivät 30 minuuttia yksilöllistä fysioterapeutista harjoittelua ja sen jälkeen 30 minuuttia manuaalista käsittelyä. Manuaaliset käsittelyt teki osteopaatti (AMK), joka on yksi tutkijoista. Käsitellyt lihakset määräytyivät tutkimushenkilöillä havaittujen lihaskireyksien perusteella, ja

lihakset liittyivät tutkimuksessa tarkasteltuihin lihasketjuihin. Harjoittelussa pyrittiin huomioimaan koko kineettinen ketju. Yksilöllisellä fysioterapialla pyrittiin vaikuttamaan lumbopelvisen alueen nivelten 1) liikkuvuuteen ja lihasvenyvyksiin, 2) ryhdin ja asennon hallintaan, sekä 3) lihassynergiaan (lihaskivaudun poistamiseen ja määrään). Keinot tavoitteiden saavuttamiseksi on esitetty kuviossa 4.



Kuvio 4. Yksilöllisen fysioterapian tavoitteet lumbopelvisen alueen dynaamisen stabiliteetin saavuttamiseksi.

Fysioterapeuttinen harjoittelu lumbopelvisen alueen dynaamisen stabiliteetin, asennon ja liikekontrollin parantumiseksi pohjautui Comerford ja Mottrammin (2001a) esittämään malliin. Syvien ja pinnallisten lihasten yhteistyön saavuttamiseksi harjoitteet tehtiin rauhallisesti, normaalisti hengittäen, alhaisella kuormitustasolla, sekä ilman väsymistä ja korvaavaa lihastoimintaa muista lihaksista. Tutkimushenkilöt saivat intervention alussa yksilöllistä palautetta alkumittausten tuloksista. Visuaalista palautetta annettiin video- ja valokuvamateriaalin avulla, jotta tutkimushenkilöt tunnistaisivat

kompensatorisen liikemallin (Lederman 2010, 57) ja motivoituisivat harjoitteluun (Schmidt & Wrisberg 2000, 261). Tässä yhteydessä tutkimushenkilöt saivat myös yhteenvetopalautteen kirjallisesti. Harjoittelun yhteydessä pyrittiin varmistamaan, että tutkimushenkilöt ymmärsivät liikkeen tavoitteen ja tarkoituksen. Heitä ohjattiin myös tiedostamaan ja tarkkailemaan liikkeen aikana tapahtuvia yksityiskohtia (Lederman 2010a, 57). Tutkimushenkilöitä kannustettiin harjoittelemaan myös itsenäisesti, jotta toistoja tulisi mahdollisimman paljon (Lederman 2010a, 60). Tutkimushenkilöille ohjatun yksilöllisen fysioterapeuttisen harjoittelun sisältämät harjoitteet koostettiin kolmesta eri lähteestä: Leen (2004) esittämistä lumbopelvisen alueen hoitomenetelmistä, Sahrmanin (2002) esittämistä lihastoimintahäiriöiden hoitomenetelmistä ja Elphinstonin (2008) esittämistä urheilijoille suunnatuista stabiliteettiharjoitteista. Jokaiselle tutkimushenkilölle valittiin henkilökohtaisiin tavoitteisiin soveltuvat harjoitteet. Harjoitteiden määrä vaihteli tutkimushenkilöittäin.

### 6.3.2 Yksilöllisen fysioterapian tavoitteet ja toteutus

Tutkimushenkilön 1 yksilöllisen fysioterapian tavoitteina olivat: 1) selän neutraaliasennon hallinnan parantuminen, 2) lumbaalirangan ekstensiosuuntaisen liikekontrollin parantuminen: lumbaalirangan alueen erector spinae lihasten yliaktiivisuuden vähentyminen, 3) vatsalihasten synergian parantuminen, 4) normaalin hengitystoiminnan palauttaminen sekä 5) m. tensor fascia lataen ja m. rectus femoriksen lihaskireyden helpottuminen. Tutkimushenkilö 1 sai intervention yhteydessä neljä kertaa manuaalista käsittelyä. Yksilöllinen manuaalinen käsittely sisälsi pehmytkudoskäsittelyä, venytyksiä sekä thorakaali- ja lumbaalirangan mobilisointia (Hartman 1997, 117). Tutkimushenkilö 1 sai pehmytkudoskäsittelyä m. gluteus maximukseen ja mediukseen, m. piriformikseen (Hartman 1997, 110–111), m. latissimus dorsiin, lumbaalirangan alueella mm. erector spinaehin (Hartman 1997, 70–72), m.

quadratus lumborumiin, m. tensor fascia latae ja tractus iliotibialikseen (Stanborough 1994, 58–60). Venytyksiä tehtiin sekä passiivisesti että jännitysrentoutus menetelmällä seuraaville lihaksille: m. quadriceps femoris (Lee 2004, 247), m. latissimus dorsi (Sahrmann 2002, 379–380) sekä m. tensor fascia latae (Elphinston 2008, 252).

Tutkimushenkilön 2 ja 3 yksilöllisen fysioterapian tavoitteina olivat: 1) lihassynergian parantuminen lonkan fleksiossa: m. tensor fascia latae ja m. rectus femoriksen yliaktiivisuuden vähentyminen sekä m. iliopsoaksen aktiivisuuden lisääntyminen, 2) lihassynergian parantuminen lonkan ekstensiossa: m. biceps femoriksen yliaktiivisuuden vähentyminen ja gluteaalilihasten toiminnan parantuminen, 3) lumbopelvisen alueen nivelten toiminnan tasapainottuminen: SI-nivelten posteriorisen rotaation lisääntyminen, lonkan ulkorotaattorien lihaskireyden vähentyminen ja ”ahdas-lonkka” -oireen (ks. Kuva 3, s. 17) helpottuminen. Tutkimushenkilöt 2 ja 3 saivat intervention yhteydessä viisi kertaa manuaalista käsittelyä. Yksilöllinen manuaalinen käsittely sisälsi pehmytkudoskäsittelyä, SI-nivelten ja lantion mobilisointia sekä passiivisia venytyksiä. Tutkimushenkilöt 2 ja 3 saivat pehmytkudoskäsittelyä gluteaali-lihaksiin, m. piriformikseen (Hartman 1997, 110–111), m. iliopsoakseen (Stanborough 1994, 80–82; Chaitow 2007, 89–90), lumbaalirangan alueelle mm. erector spinaehin (Hartman 1997, 70–72) m. quadratus lumborumiin, m. tensor fascia latae ja tractus iliotibialikseen (Stanborough 1994, 58–60). Venytyksiä tehtiin sekä passiivisesti että jännitysrentoutus menetelmällä seuraaville lihaksille: m. quadriceps femoris (Lee 2004, 247), hamstring-lihakset (Lee 2004, 247; Elphinston 2008, 164), m. piriformis ja lonkan syvät ulkorotaattorit (Lee 2004, 248), ja m. tensor fascia latae (Elphinston 2008, 252). SI-nivelten mobilisointia tehtiin molemminpuolisesti, kuitenkin enemmän vasemmalle puolelle (Hartman 1997, 96, 98; Chaitow 2006, 236–243). Lonkaniveliin tehtiin traktiota lateroposteriorisesti, remmin avustuksella (Lee 2004, 177–178).

Tutkimushenkilön 4 yksilöllisen fysioterapian tavoitteina olivat: 1) liikkeiden suorittamiseen tarvittavan voiman vähentyminen, 2) lihassynergian parantuminen lonkan fleksiossa: m. tensor fascia lataen ja m. rectus femoriksen yliaktiivisuuden vähentyminen sekä m. iliopsoaksen aktiivisuuden lisääntyminen, 3) lihassynergian parantuminen lonkan ekstensiossa: m. biceps femoriksen yliaktiivisuuden vähentyminen ja gluteaalilihasten toiminnan parantuminen, 4) m. tensor fascia lataen, m. rectus femoriksen ja hamstring-lihasten lihaskireyden helpottuminen. Tutkimushenkilö 4 sai intervention yhteydessä kolme kertaa manuaalista käsittelyä. Yksilöllinen manuaalinen käsittely sisälsi pehmytkudoskäsittelyä sekä venytyksiä. Tutkimushenkilö 4 sai intervention aikana pehmytkudoskäsittelyä m. tensor fascia lataeen ja tractus iliotibialikseen (Stanborough 1994, 58–60) sekä m. quadriceps femorikseen molemminpuolisesti. Venytyksiä tehtiin sekä passiivisesti että jännitys-rentoutus menetelmällä seuraaville lihaksille: m. quadriceps femoris (Lee 2004, 247), hamstring-lihakset (Lee 2004, 247; Elphinston 2008, 164), m. piriformis ja lonkan syvät ulkorotaattorit (Lee 2004, 248), ja m. tensor fascia latae (Elphinston 2008, 252).

#### 6.4 Tutkimusaineiston analyysimenetelmät

Tutkimuksessa käytettyä analyysimenetelmää ohjasi viitekehyksessä esitellyt teoriat. Tutkimus pohjautui tiettyyn teoriaan ja malliin, jonka mukaisesti määriteltiin tutkimuksessa käytetty käsitteistö. Teoria ohjasi tutkimusaineiston analyysia, mutta tutkimus ei ollut aikaisempaa teoriaa testaavaa. (Tuomi & Sarajärvi 2002, 98.) Aineistonanalyysinä käytettiin teoriasidonnaista analyysia, jolloin analyysissä on teoreettisia kytkentöjä useaan erilaiseen aiheeseen liittyvään teoriaan, aikaisempiin tutkimustuloksiin ja käsitteisiin, mutta se ei suoraan nouse teoriasta tai pohjautu teoriaan. (Eskola 2001, 137–138.) Teoriasidonnaisessa sisällön analyysissä teoreettisia käsitteitä ei luoda empiirisestä aineistosta vaan ne tuodaan esiin valmiina, aikaisempiin ilmiöihin

pohjautuen (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 116) ja näiden perusteella muodostettiin väljä analyysirunko.

Tutkimusaineistosta valittiin sellaisia ilmiöitä, joita havaittiin useilla tutkimushenkilöillä ja jotka olivat mielenkiintoisia sekä merkityksellisiä tutkimuksen aiheen kannalta. Tutkimusaineiston ilmiöt pyrittiin liittämään kirjallisuudessa aikaisemmin esitettyihin teorioihin ja ajattelumalleihin. Laadullisessa tutkimuksessa on harvoin nostettavissa esiin niin selkeitä tuloksia, että ne voisi esittää tulososassa ilman viittauksia aikaisempiin tutkimustuloksiin tai teorioihin (Eskola 2001, 137–138).

EMG:llä mitatut lihasaktivaatiot analysoitiin Microsoft Excel laskentaohjelmaa ja Mega-Win ohjelmaa käyttäen. Mega-Win ohjelman avulla pystyttiin EMG-raakadatatista laskemaan keskiarvoistettuja EMG-tuloksia. Keskiarvoistetuista EMG-tuloksista valitsimme tiettyjä liiketestejä ja lihaksia analysoitavaksi tarkemmin (Liite 18). Keskiarvoistetuista EMG-tuloksista pystyttiin tarkastelemaan lihasten aktivoitumisjärjestystä sekä lihasten kokonaisaktivaatiota liiketestiä aikana. Tuloksista pystyttiin myös tarkastelemaan muutoksia alku- ja loppumittauksien välillä sekä vertaamaan puolieroja. EMG-raakadatatista tehtiin erilaisia taulukoita ja kuvioita Microsoft Excel laskentaohjelman avulla (Liite 17). Taulukot ja kuviot helpottivat tulosten analysointia sekä mahdollisten muutosten tarkastelemista alku- ja loppumittausten välillä. EMG-raakadatatista laskettiin pääsääntöisesti mediaaneja, koska hajonta oli joissakin tuloksissa suuri. Nummenmaa (2006) kirjoittaa että mediaani kuvaa jakauman keskimmäistä havaintoa eli keskilukua ja sen avulla voidaan analysoida, kuinka havainnot ovat painottuneet keskimmäisen havainnon suhteen (Vilka 2007, 122). Esimerkiksi yhden jalan seisonta -testissä laskettiin kolmen suorituksen mediaaneja kolmena eri hetkenä (Liite 17). Analysoitavat hetket valittiin tukijalan puolelta, koska haluttiin selvittää m. gluteus mediuksen toimintaa.

Lihasten venyvyys ja nivelten liikkuvuus -testeistä laskettiin kahden samanlaisena tehdyn mittauksen tuloksen keskiarvo. Nummenmaan (2006) mukaan keskiarvo kuvaa havaintoarvojen keskimääräistä suuruutta (Vilka 2007, 122). Kolmas mittaus tehtiin jos poikkeama ensimmäisen ja toisen mittaustuloksen välillä oli yli 10 %. Koska mittaustuloksia oli vain kaksi tai joissakin tapauksissa kolme oli keskiarvon käyttäminen perusteltua, vaikka keskiarvo on herkkä poikkeaville havainnoille ja se ei anna kovin tarkkaa ja oikeaa kuvaa, jos aineistossa on yksikin hyvin pieni tai suuri arvo (Vilka 2007, 123). Mittaustulosten keskiarvot esitettiin taulukossa, jotta voitiin tarkastella alku- ja loppumittausten välillä tapahtuneita muutoksia (Liite 15).

Kvantitatiivisia ja kvalitatiivisia tutkimustuloksia tarkasteltiin yhdessä. Kvalitatiivisille havainnoille etsittiin vahvistusta EMG-tuloksien avulla ja päinvastoin. Toiminnallisten liiketestien suoritavasta kerätyt havainnot esitettiin rinnakkain samassa taulukossa EMG- tuloksien kanssa. Jokaisen tutkimushenkilön tulokset esitettiin erillisessä taulukossa, eikä tutkimushenkilöiden tuloksia verrattu keskenään.

## 7 TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO

Tutkimushenkilöiden tulokset nivelliikkuvuuden, lihasvenyvyyden sekä ryhdin osalta on esitetty taulukoissa 1–4 (Liitteet 15/1-15/4). Tutkimushenkilöiden toiminnallisten liiketestien tulokset (EMG, liiketestien suoritustavan havainnointi ja kipu) on esitetty taulukoissa 5–8. (Liitteet 16/1-16/4).

### 7.1 Häiriintynyt kineettisen ketjun ja synergistilihasten toiminta

Kineettisen ketjun häiriintynyt toiminta oli havaittavissa kuormitetussa pystyasennossa sekä ristihyppy- että yhden jalan seisonta -testissä. Ristihyppytestin suorituksesta havaittiin, että kolmella tutkimushenkilöllä voimansiirto alustasta ja kehonpainosta aiheutuvien voimien välittäjänä ei ollut riittävä (Liitteet 16/2-4). Hyppyjen alastuloista puuttui normaali kineettisen ketjun nivelien pieni jousto (ks. Kuvio 2. s.15). Näillä kolmella tutkimushenkilöllä havaittiin myös Stork-testissä SI-nivelen liikkuvuudessa liikerajoitusta, ilium ei kiertynyt suhteessa sacrumiin posteriorisesti (Liitteet 15/2-4). Liiallinen stabilaatio SI-nivelessä saattoi estää tarvittavan pienen joustoliikkeen, jolloin voimansiirto alustan ja kehon painosta aiheutuvien voimien välillä epäonnistui. Lumbopelvisen alueen elastisuuden ja niveljouston puute oli havaittavissa hyppyissä sulavuuden ja eteenpäin vievän liikkeen puuttumisena. Loppumittauksissa havaittiin, että SI-nivelen liikkuvuus oli symmetrisempää niillä tutkimushenkilöillä, joilla alkumittauksissa todettiin puoliero. Vaikka SI-nivelen liikkuvuus intervention jälkeen oli parantunut ja muuttunut symmetrisemmäksi, ei ristihyppytestin suorituksessa havaittu loppumittauksissa selvää muutosta.



Häiriö kineettisen ketjun toiminnassa oli havaittavissa myös yhdellä alaraajalla seistessä. Esimerkiksi tutkimushenkilöllä 3 oli havaittavissa molemminpuolisesti vaikeutta stabiloida subtalaariniveltä, joka näkyi nivelessä kompensatorisena pronaatioliikkeenä (Liite 16/3). Tämä häiriö heijastui kineettisessä ketjussa ylöspäin, mikä oli havaittavissa kompensatorisina liikkeinä lumbopelvisellä alueella tasapainovaikeuksina sekä epävarmana liikesuorituksena. Tutkimuksessa havaittiin, että epävarma suoritus yhden jalan seisonta -testin aikana korreloi EMG-tuloksiin. Epävarmassa suorituksessa EMG:ssä näkyi usean lihaksen yhtäaikainen korkea aktivaatio (Liite 17/3). Tutkimushenkilöllä 3 oli liikerajoitusta SI-nivelen liikkuvuudessa, ilium ei kiertynyt suhteessa sacrumiin posteriorisesti, erityisesti vasemmalla (Liite 15/3). Myös Hungerford ym. (2003, 1598) mainitsevat, että SI-nivelen kiputiloissa lumbopelvisen alueen lihasten aktivoitumisjärjestyksessä on todettu muutoksia yhden jalan seisonta -testin aikana.

Intervention jälkeen tutkimushenkilön 3 m. gluteus mediuksen aktivaatio yhden jalan seisonnan aikana oli noussut ja muiden lihasten aktivaatiot olivat laskeneet (Liite 17/3). Lisäksi loppumittauksissa havaittiin, että lumbopelvisen alueen stabiliteetti oli jonkin verran parantunut ja kompensatoriset liikkeet olivat vähentyneet (Liite 16/3). M. gluteus mediuksen aktivaation lisääntyminen voi liittyä stabiliteetin parantumiseen. McGill (2002, 68) mainitsee, että m. gluteus medius, yhdessä m. gluteus minimuksen kanssa, ovat lonkan abduktoreita ja ne ovat tärkeimpiä lonkkaa ja lantiota stabiloivia lihaksia yhden jalan seisonnan aikana.

Lonkan ekstension aikana havaittiin synergistilihasten häiriintynyttä aktivoitumista. Esimerkiksi tutkimushenkilön 4 EMG-tuloksista havaittiin, että m. gluteus maximuksen aktivaatio oli heikkoa ja viivästynyttä verrattuna m. biceps femorikseen (Liitteet 18/7-8). Intervention jälkeen m. gluteus maximuksen

aktivaatio oli kohonnut ja m. biceps femoriksen aktivaatio oli vähentynyt. Hamstring-lihasten ollessa yliaktiivisia suhteessa m. gluteus maximukseen ne ovat jatkuvasti rasituksessa, jolloin toiminnallinen pituus voi lyhentyä. Tutkimushenkilön 4 EMG-tulosten löydös korreloi lihasvenyvyyden. Hamstring-lihaksissa todettiin lihaskireyttä (Liite 15/4). Hamstring-lihaskireyden aiheuttaman liikerajoituksen seurauksena tutkimushenkilöllä 4 oli havaittavissa kompensatorista liikettä muilla nivelalueilla. Esimerkiksi vartalon eteentaivutuksessa havaittiin, että lantion ja lonkkien liikkuvuus oli rajoittunut hamstring-lihasten kireyden vuoksi ja vastaavasti lumbaaliranka fleksoitui normaalia enemmän (Liite 15/4).

Loppumittauksissa havaittiin, että vartalon eteentaivutuksessa lantion taaksetyöntymisen oli vähäisempää, sillä hamstring-lihasvenyvyys oli lisääntynyt intervention jälkeen. Alkumittauksissa tutkimushenkilön 4 lumbaalirangan fleksio lisääntyi myös polven ekstensio -testin aikana, mutta loppumittauksissa lumbaalirangan neutraaliasento säilyi paremmin (Liite 16/4). Sahrman (2002) kuvailee ja mainitsee, että hamstring-lihasten ollessa dominoivia suhteessa m. gluteus maximukseen lonkan ekstension aikana, siitä aiheutuu hamstring-lihasten ylikuormittumista. Hamstring-lihasten muuttuessa primääreiksi lonkan ekstensoreiksi voi tästä aiheutua myös lonkkanivelen kiputiloja. Hamstring-lihakset eivät kiinnity femuriin, kuten gluteaali-lihakset, eivätkä tuota tarkkaa liikekontrollia femurin proksimaaliseen osaan lonkan ekstension aikana. Tästä johtuen femurin asento acetabulumissa ei ole vakaa ja femur pääsee liukumaan anteriorisesti, mistä voi aiheutua kuormitusta lonkkanivelen etukapseliin. (Sahrman 2002, 15–16.)

Kaikilla tutkimushenkilöillä havaittiin lihaskireyttä m. tensor fascia lataessa ja m. rectus femoriksessa (Liitteet 15/1-4). Lonkan fleksori-lihaksiin voi myös kehittyä synergistilihasten epätasapaino, jolloin m. tensor fascia latae ja m. rectus femoris ovat yliaktiivisia suhteessa m. iliopsoakseen (Sahrman 2002, 38). M.

tensor fascia lataen ja m. rectus femoriksen ylläkiritys näkyy lihaskireytenä. Tähän perustuen voidaan olettaa, että tutkimushenkilöillä oli lihasepätasapainoa lonkan fleksoreiden toiminnassa. M. iliopsoaksen aktiivisuutta ei voitu tutkimuksessa mitata EMG:llä, koska käytössä olivat pintaelektrodit. Loppumittauksissa Modifioidussa Thomasin -testissä havaittiin tutkimushenkilöillä, että femur putosi horisontaalitason alapuolelle yli 10° (Liitteet 15/1 ja 15/3), mikä merkitsee hypotonista m. iliopsoasta (Chaitow 2006, 147). Tämä ilmiö korostui loppumittauksissa niillä henkilöillä, joilla m. tensor fascia lataen lihaskireys väheni intervention jälkeen.

## 7.2 Puutteellinen lumbopelvisen alueen asennon hallinta

Lumbarirangan ekstensiosuuntainen häiriö oli havaittavissa aktiivisen suoran jalan nostotestin ja lonkan ekstensiotestin aikana esimerkiksi tutkimushenkilöillä 1 ja 2 (Liitteet 16/1 ja 16/2). Tutkimushenkilöllä 1 havaittiin suoran jalan nostotestin aikana lisäksi vatsan seudun pullistumista ja hengityksen pidättämistä (Liite 16/1). Rangan ekstension lisääntyminen, hengityksen pidättäminen ja vatsan pullistuminen voivat johtua m. erector spinaen yliaktiivisuudesta (Lee 2004, 106–108 ; Vleeming ym. 2007, 469–470). Loppumittauksissa havaittiin, että tutkimushenkilön 1 rangan ekstensiosuuntainen häiriö ja vatsan pullistuminen suoran jalan nostotestin aikana oli vähäisempää.

Tutkimushenkilöllä 1 havaittiin myös lantion anteriorinen kallistuminen esimerkiksi vatsamakuulla tehdyssä polven fleksio -testissä (Liite 16/1). Lantion anteriorinen kallistuminen saattoi johtua m. rectus femoriksen kireydestä ja vatsalihasten kontrollin riittämättömyydestä (Sahrmann 2002, 298–299). Tutkimushenkilön 1 löydös korreloi lihasvenyvyydesteihin, jossa havaittiin m. rectus femoriksen kireyttä (Liite 15/1). Loppumittauksissa havaittiin, että

lumbopelvisen alueen liikehallinta oli jonkin verran parantunut eli lantion anteriorinen kallistuminen oli vähäisempää, vaikka m. rectus femoriksen lihasvenyvyys ei ollut lisääntynyt.

Lonkan ekstensiotestin aikana havaittiin esimerkiksi tutkimushenkilöllä 2, että lantio kallistui suorituksen aikana anteriorisesti, lumbaalirangan ekstensio lisääntyi ja vastakkainen hartiasoutu nousi liikkeen aikana alustalta (Liite 16/2). Tämä voi johtua vatsalihasten kontrollin riittämättömyydestä ja m. ilopsoksen lyhentymisestä (Sahrmann 2002, 302–303). Loppumittauksissa ei havaittu muutosta liikkeen suoritustavassa, ja sama ekstensiosuuntainen häiriö tuli tutkimushenkilöllä 2 edelleen esiin.

Lumbaalirangan fleksiosuuntainen häiriö havaittiin polven ekstensio -testin aikana tutkimushenkilöillä 3 ja 4 (Liitteet 16/3 ja 16/4). Lumbaalirangan fleksoituminen testin aikana saattoi johtua lumbaalirangan ekstensoreiden pidentymisestä tai hamstring-lihasten lyhentymisestä (Sahrmann 2002, 310–313). Loppumittauksissa molemmilla tutkimushenkilöillä lumbaalirangan neutraaliasento säilyi paremmin eikä fleksiosuuntaista häiriötä havaittu polven ekstension aikana. Kuitenkin tutkimushenkilöllä 3 polven ekstensio jäi selvästi vajaaksi.

Lumbopelvisen alueen rotaatiosuuntainen häiriö eli lantion rotatoituminen suhteessa lumbaalirankaan havaittiin aktiivisen suoran jalan nostotestin aikana kaikilla tutkimushenkilöillä (Liitteet 16/1-4). Tämä kertoo lumbopelvisen alueen puutteellisesta stabiliteetista (Lee 2004, 107). Loppumittauksissa havaittiin, että tutkimushenkilöillä 1 ja 2 rotaatiosuuntainen häiriö oli vähäisempää, kun taas tutkimushenkilöillä 3 ja 4 ei tapahtunut muutosta liikehallinnassa alkumittauksiin verrattuna.

Lisäksi rotaatiosuuntainen häiriö tuli esiin vatsamakuulla tehdyssä polven fleksio -testissä. Lantion rotatoituminen vatsamakuulla tehdyssä polven fleksiossa oli havaittavissa tutkimushenkilöillä 2 ja 3 (Liitteet 16/2 ja 16/3). Tämä saattoi johtua m. tensor fascia lataen kireydestä ja vatsalihasten kontrollin riittämättömyydestä (Sahrmann 2002, 298–299). Tutkimushenkilöiden 2 ja 3 tulos korreloi lihasten venyvyys -testeihin, joissa havaittiin molemmilla m. tensor fascia lataen kireyttä (Liitteet 15/2 ja 15/3). Loppumittauksissa ei havaittu muutosta liikkeen hallinnassa kummallakaan tutkimushenkilöllä.

### 7.3 Muutokset nivelliikkuvuuksissa ja lihasvenyvyyksissä

Loppumittauksissa lonkan alueen nivelliikkuvuudet olivat lisääntyneet tai pysyneet samoina ulko- ja sisärotaatiossa tutkimushenkilöillä 1-3 (Liite 15/1, 15/2 ja 15/3) ja samalla puolierot olivat tasoittuneet. Lonkan ekstensioliikkuvuudessa tutkimushenkilöiden mittaustulokset vaihtelivat, liikkuvuus pysyi samana, lisääntyi tai väheni (Liitteet 15/1-4). Kaikilla tutkimushenkilöillä löytyi lihaskireyttä m. tensor fascia lataessa ja m. rectus femoriksessa. Tutkimushenkilöillä 3 ja 4 löytyi molemmin puolista lihaskireyttä hamstring-lihaksissa ja lisäksi tutkimushenkilöllä 2 oikealla puolella. Alkumittauksissa tutkimushenkilöillä 2 ja 3 oli puoliero hamstring-lihasten venyvyydessä; venyvyys oli vähäisempää oikealla puolella. Tämä oikeanpuoleinen hamstring-lihaskireys voi olla merkki longitudinaali-linjan (ks. Kuva 2. s.12) lyhentymisestä ja voi vaikuttaa SI-nivelen stabilaatioon (Lee 2004, 116). Hamstring-lihasten venyvyys lisääntyi alkumittauksiin verrattuna molemmin puolin tutkimushenkilöillä 1,2 ja 4, sekä tutkimushenkilöllä 3 oikealla puolella (Liite 15/1-4).

Loppumittauksissa kaikilla tutkimushenkilöillä, paitsi tutkimushenkilöllä 2, m. tensor fascia lataen lihasvenyvyys oli lisääntynyt alkumittauksiin verrattuna

(Liite 15/1, 15/2 ja 15/3). M. rectus femoriksen lihasvenyvyyden mittaustulokset vaihtelivat, osalla lihasvenyvyys oli lisääntynyt, osalla pysyi samana ja osalla tutkimushenkilöistä lihasvenyvyys väheni (Liite 15/1-4). Loppumittauksissa havaittiin, että kaikilla niillä henkilöillä, joilla m. tensor fascia lataen lihaskireys oli vähentynyt, m. iliopsoaksessa tuli esiin mahdollisesti hypotoniaa. Se näkyi loppumittauksissa siten, että reisi roikkui vielä enemmän (yli 10°) horisontaalitason alapuolella Modifioidussa Thomasin testissä (Chaitow 2006, 147).

#### 7.4 Ryhdissä havaitut muutokset

Tutkimushenkilöiden ryhdeissä havaittiin puolieroja alkumittauksissa, jotka kertovat lihastoimintaketjujen lyhentymisestä ja niihin kuuluvien lihasten epätasapainosta. Kaikilla tutkimushenkilöillä oli seisoma-asennossa havaittavissa, että painopiste oli jakautunut epätasaisesti. Kaikki tutkimushenkilöt kuormittivat seistessään enemmän vasenta alaraajaa. Tämä saattaa liittyä jalkapalloon lajina, koska kaikilla tutkimushenkilöillä oikea alaraaja oli potkaiseva jalka ja vasen alaraaja oli tukijalka. Tutkimushenkilöillä havaittiin, että Myersin (2009, 131) esittämä spiraali-linja (spiral line) oli lyhempi potkujalan puolella. Spiraali-linjan lyhentyminen näkyi esimerkiksi tutkimushenkilön 3 oikean femurin sisärotaationa, vasemman kylkikaaren ja oikean SIAS:n välisen etäisyyden lyhentymisenä verrattuna vastakkaiseen puoleen (Liite 15/3). Lisäksi osalla tutkimushenkilöistä oli havaittavissa pieni cervikaalirangan lateraalifleksio oikealle sekä lantion rotaatio vasemmalle (Liite 15/1, 15/2, 15/3 ja 15/4). Tämä lihastoimintaketju ylittää kehon keskilinjan. Tutkimushenkilöiden ryhdissä havaittiin lyhentymistä spiraali-linjassa seuraavasti: m. splenius capitis ja cervicis (oikea), m. rhomboideus major ja minor (vasen), m. serratus anterior (vasen), m. obliquus externus abdominis (vasen), m. obliquus internus abdominis (oikea) ja m. tensor fascia latae

(oikea). Tätä voidaan selittää sillä, että edellä mainittuun lihastoimintaketjuun kuuluvat lihakset ovat aktiivisia jalkapalloon kuuluvissa potkutilanteissa.

Intervention jälkeen puolierot spiraali-linjassa olivat tasoittuneet, ja paino oli jakautunut symmetrisemmin molemmille alaraajoille. Myös oikean alaraajan linjaukset olivat parantuneet. Lisäksi cervikaalirangan lateraalifleksio oikealle oli vähentynyt ja pää oli paremmin keskilinjassa (Liite 15/3). Osalla tutkimushenkilöistä havaittu lantion rotaatio oli loppumittauksissa vähentynyt (Liite 15/2).

Tutkimushenkilöllä 1 oli havaittavissa kyfoottis-lordoottinen ryhti (Liite15/1). Loppumittauksissa korostuneet cervikaalirangan lordoosi ja thorakaalirangan kyfoosi olivat vähentyneet, samoin pään työntymisen anteriorisesti. Tutkimushenkilöillä 1 ja 2 oli havaittavissa epäsymmetriaa scapuloiden asennoissa, mutta loppumittauksissa nämä puolierot olivat tasoittuneet (Liite15/1 ja 15/2).

Kaikilla tutkimushenkilöllä havaittiin seisoma-asennossa gluteaali alueella myofaskiaalista kireyttä trochanter majorin tasolla. Lisäksi oli havaittavissa, että oikea alaraaja suuntautui enemmän ulkorotaatioon. Näillä tutkimushenkilöillä oli todennäköisesti yliaktiivisuutta lonkan ulkorotaattoreissa, koska alaraaja asettui huomattavasti ulkorotaatioon myös makuuasennossa. Tätä voi selittää se, että lumbopelvisen alueen stabiliteetin ollessa puutteellinen, esiintyy usein kompensationsa yliaktiivisuutta lonkan ulkorotaattoreissa, muun muassa m. piriformiksessa ja m. obturatorum internuksessa. Tällaiset löydökset tukevat sellaisten terapeuttisten tekniikoiden käyttöä, joilla voidaan vähentää alueen pehmytkudosten kompressiota ja rentouttaa yliaktiivisia lihaksia. (Lee 2007, 606.)

## 7.5 Tulosten yhteenveto

Yksilöllisellä fysioterapialla pystyttiin vaikuttamaan lumbopelvisen alueen dynaamisen stabiliteetin osatekijöihin. Yksilöllisellä fysioterapeuttisella harjoittelulla pystyttiin vaikuttamaan lihasten aktivoitumisjärjestykseen ja lihassynergiaan. Tutkimuksessa löytyi häiriintynyttä synergistilihashen toimintaa lonka ekstensoreissa. Alkumittauksissa todettiin kolmella tutkimushenkilöllä neljästä heikkoa ja viivästynyttä aktivaatiota m. gluteus maximuksessa ja vastaavasti yliaktiivisuutta m. biceps femoriksessa lonkan ekstension aikana. Tämä ilmiö voi liittyä siihen, että tutkimushenkilöt olivat ammattijalkapalloilijoita ja juoksevat paljon. Sahrman (2002, 15) on todennut, että m. tensor fascia latae, m. rectus femoris ja hamstring-lihakset ovat usein vahvemmat ja dominoivimmat henkilöillä, jotka harrastavat paljon juoksua. Lihasten aktivoitumisjärjestys saattaa häiriintyä erityisesti pitkän matkan juoksijoilla, jolloin heille kehittyy heikkoutta m. iliopsoakseen ja m. gluteus maximukseen (Sahrman 2002, 15).

Yksilöllisellä fysioterapialla pystyttiin vaikuttamaan lonkan ekstensoreiden aktivoitumiseen: m. gluteus maximuksen aktivaatio lisääntyi ja vastaavasti m. biceps femoriksen aktivaatio väheni lonkan ekstensio aikana. Alkumittauksissa todettiin osalla tutkimushenkilöistä hamstring-lihaksissa lihaskireyttä. EMG-tuloksissa näillä tutkimushenkilöillä havaittiin yliaktiivisuutta m. biceps femoriksessa lonkan ekstension aikana. Johtopäätöksenä voidaan todeta että EMG-tulosten löydöksen ja lihasvenyvyyteen välillä oli havaittavissa yhteys.

Toinen ilmiö, joka havaittiin kaikkien tutkimushenkilöiden kohdalla, oli m. rectus femoriksen ja m. tensor fascia lataen lihaskireys. Yksilöllisellä fysioterapialla pystyttiin parantamaan näiden lihasten lihasvenyvyyttä osalla tutkimushenkilöistä. Lisäksi pystyttiin vaikuttamaan nivelliikkuvuuksiin.



Nivelliikkuvuudet lisääntyivät ja puolierot tasoituivat osalla tutkimushenkilöistä. Yksilöllisellä fysioterapialla pystyttiin helpottamaan myofaskiaalisia kireyksiä. Tämä muutos oli havaittavissa ryhdissä; loppumittauksissa tutkimushenkilöiden poikkeamat optimaalisesta olivat vähentyneet. Puolierot olivat tasoittuneet ja paino oli jakautunut symmetrisemmin molemmille alaraajoille. Lisäksi osalla tutkimushenkilöistä havaittu lantion rotaatio oli loppumittauksissa vähentynyt.

Loppumittauksissa oli havaittavissa vähemmän kompensatorisia liikkeitä toiminnallisia liiketestejä suoritettaessa, mistä voidaan todeta, että lumbopelvisen alueen asennonhallinta oli jonkin verran parantunut alkumittauksiin verrattuna. Asennonhallinnan parantuminen voi liittyä nivelliikkuvuuksien lisääntymiseen, lihasvenyvyyden lisääntymiseen, lihassynergian parantumiseen sekä liikesuoritusten oppimiseen.

## 8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lumbopelvisen alueen dynaamiseen stabiliteettiin vaikuttavia tekijöitä: ryhtiä, asennonhallintaa ja lihassynergiaa. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, miten yksilöllisen fysioterapian keinoin pystytään vaikuttamaan näihin dynaamisen stabiliteetin osatekijöihin.

### 8.1 Tutkimustulosten yleistettävyys

Tuki- ja liikuntaelimestön sairaudet aiheuttavat yleisimmin kipua ja eniten työstä poissaoloja. Lähes jokainen joutuu joskus henkilökohtaisesti tekemisiin tuki- ja liikuntaelimestön vaivojen kanssa. Lumbaalirangan kipu on yleisin tuki- ja liikuntaelimestön sairauksista, ja joka kolmas yli 30-vuotias suomalainen on tuntenut viimeksi kuluneen kuukauden aikana selkäkipua. (Heliövaara ym. 2003, 26–27.) Tutkimuksen sisältö on yleistettävissä koko väestötasolle ja tutkimuksen sisältöä voidaan hyödyntää jalkapalloilijoiden lisäksi myös muihin asiakasryhmiin fysioterapiassa. Tutkimuksen perusteella voidaan olettaa, että heikko lumbopelvisen alueen dynaaminen stabiliteetti ja/tai kineettisen ketjun epänormaali toiminta voi olla yksi tuki- ja liikuntaelimestön vammojen aiheuttajista. Urheilijoilla lumbopelvisen alueen optimaalinen toiminta ja dynaaminen stabiliteetti, sekä kineettisen ketjun optimaalinen toiminta korostuvat, koska urheilijat työskentelevät paljon korkealla kuormitustasolla. Korkealla kuormitustasolla työskennellessä loukkaantumisriski kasvaa, ja tuki- ja liikuntaelimestön ongelmat lisääntyvät.

Tutkimuksessa käytettiin taustalla Leen (2004, 42) esittämää toimintamallia, joka ohjasi tutkimuksessa käytettyjen aineistonkeruumenetelmien valintaa. Leen esittämä malli on mielestämme käyttökelpoinen lähestymistapa kaikkia tuki- ja

liikuntaelimistön ongelmia tutkittaessa ja hoidettaessa, koska se on kokonaisvaltainen lähestymistapa, jossa fyysisten ominaisuuksien lisäksi otetaan huomioon psyykkiset reaktiot, ajatukset, tunteet ja kokemukset. Myös Heliövaara ym. (2003, 28) nostaa esille, että tuki- ja liikuntaelimistön sairauksia hoidettaessa on tärkeää huomioida psykologiset tekijät, koska niillä on merkitystä kipujen kokemiseen ja lisäksi muiden seurannaisongelmien, kuten toiminnallisten haittojen esiintymiseen. Samoin O'Sullivan (2005) korostaa biopsykososiaalista ajattelumallia lumbopelvisen alueen ja muidenkin tuki- ja liikuntaelimistön kiputilojen ja toimintahäiriöiden diagnostisoinnissa. Hänen esittämässä ajattelumallissa huomioidaan sekä sosiaaliset, geneettiset, pato-anatomiset, psykologiset, neurofysiologiset että fyysiset tekijät. (O'Sullivan 2005, 246–253.)

Tässä tutkimuksessa käytetty Leen (2004, 42) toimintamalli ohjasi meitä valitsemaan aineistonkeruumenetelmät riittävän laaja-alaisesti, jolloin kaikkiin asetettuihin tutkimusongelmiin saatiin vastaukset ja kyettiin tarkastelemaan tekijöiden välisiä yhteyksiä. Leen mallissa (2004, 42) huomioidaan laajalti aktiiviset ja passiiviset rakenteet, sekä hermo-lihasjärjestelmän toiminta, jolloin on helpompi ymmärtää näiden tekijöiden välisiä yhteyksiä. Yksistään nivelliikkuvuuden ja lihasvenyvyyden tai lihasten aktivoitumisen mittaamisella ei olisi saatu selville, onko lumbopelvinen stabiliteetti toiminnan kannalta riittävä. Näin ollen toiminnallisten liiketestien havainnointi yhtenä aineistonkeruumenetelmänä osoittautui tarpeelliseksi menetelmäksi. Liiketestien avulla saatiin tärkeää tietoa liikkeiden suoritustavasta ja kompensatorisista liikkeistä, mikä oli oleellista toimintahäiriöiden tunnistamisessa. Yhtäläillä pelkällä havainnoinnilla ei olisi saatu selville toimintahäiriöiden taustalla olevia syitä. Tutkimuksessa käytettiin kirjallisuudessa esiteltyjä liikekontrollin testejä (toiminnallisia liiketestejä), jotka ovat helposti toteutettavissa käytännön työelämässä ilman erillisiä mittalaitteistoja. Tutkimuksessa käytettiin osia Luomajoen (2007) kehittämästä ja luotettavaksi todetusta testipatteristosta, jota voidaan käyttää toiminnallisen

selkä kivun tunnistamiseen. Aihe on ajankohtainen, sillä Luomajoki väitteli aiheesta lokakuussa 2010.

## 8.2 Tutkimustulosten hyöty fysioterapiaan

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin havaintojen ja mittavissa olevien ominaisuuksien yhteneväisyyksiä, jolloin havainnoille saatiin selityksiä kvantitatiivisilla aineistonkeruumenetelmillä. Tutkimuksessa tuli esille lihastoimintahäiriöitä, jotka ilmenivät häiriintyneenä ja viivästyneenä aktivoitumisjärjestyksenä. Nämä lihastoimintahäiriöt tulivat esille niin havaintojen kuin EMG:kin avulla. Esimerkiksi yhden jalan seisonta -testissä epävarma suoritus näkyi EMG-tuloksissa usean lihaksen korkeana aktivaationa (Liitteet 17/1 ja 17/2). Yhtälailla lumbaalirangan ekstension lisääntyminen lonkan ekstensio -testin aikana korreloi EMG-tuloksissa korkeampana mm. multifidiin aktivaationa.

Tutkimuksessa havaittiin lihasepätasapainoa lonkan primäärin ekstensorin m. gluteus maximuksen ja hamstring-lihasten välillä. Oli mielenkiintoista huomata, että vaikka tutkimushenkilöt olivat fyysisesti erittäin aktiivisia ammattuurheilijoita, heillä todettiin viivästynyttä ja huonoa aktivaatiota m. gluteus maximuksessa alhaisella kuormitustasolla sekä lihasepätasapainoa myös lonkan fleksorilihaksissa. Lonkan primäärin fleksorin m. iliopsoaksen ja avustavien m. rectus femoriksen sekä m. tensor fascia lataen välille oli kehittynyt lihasepätasapainoa. Näistä muutoksista voi aiheutua pitkällä aikavälillä ongelmia myös muualla kehossa. Oleellista on myös huomioida m. tensor fascia lataen ja m. rectus femoriksen kiinnityminen m. iliopsoasta distaalisemmin polvinivelen yli, joten niiden lyhentyminen saattaa vaikuttaa polvinivelen mekaniikkaan ja aiheuttaa virheellistä kuormittumista. Edellä mainittuun perustuen voidaan todeta, että lonkan ekstensoreiden

aktivoitumisjärjestykseen ja lonkan fleksoreiden lihastasapainoon kannattaa fysioterapiassa kiinnittää huomiota erityisesti kaikkien alaraajaongelmien yhteydessä. Esimerkiksi Leon Chaitow (2006, 147; 264) on esittänyt helposti toteutettavia manuaalisia testeusmenetelmien lonkan ekstension ja fleksion liikemallin sekä lonkan ekstensoreiden ja fleksoreiden aktivoitumisjärjestyksen arvioimiseksi.

Fysioterapia-asiakkaalta vaaditaan pitkäjänteistä harjoittelua, jotta lihasten aktivoitusmallin ongelma voitaisiin ratkaista. Ongelmaan pystytään puuttumaan vain lihasaktivaatiojärjestystä ja liikemallia muuttamalla. Ongelmat ilmenevät erityisesti alhaisella kuormitustasolla. Koska urheilijat ovat tavallisesti tottuneet harjoittelemaan fyysisesti ja kovaa, tämän tavoitteen saavuttaminen on heille tavallista kuntoilijaa haastavampaa. Comerford ja Mottram (2001a) korostavat harjoittelussa liikkeen tiedostamisen tärkeyttä, jotta asiakas voi oppia tuntemaan sen, miten eri kehonosat liikkuvat ja miltä liike tuntuu. He ehdottavat, että esimerkiksi pilates- ja alexander-tekniikka sopivat tähän tarkoitukseen osana muuta terapeutista harjoittelua. (Comerford ja Mottram 2001a, 12–13.)

Lumbopelvisen alueen kipupotilaita hoidettaessa on huomioitava, etteivät kaikki potilaat tarvitse keskivartaloa vahvistavia harjoitteita, vaan tilanne voi olla myös päinvastainen. Asiakas voi tarvita ensisijaisesti stabiliteettiä vähentäviä harjoitteita kiputilanteen rauhoittamiseksi. Kun potilaan ongelmana on liiallinen stabiliteetti, se ilmenee staattisissa ja dynaamisissa liikkeissä liiallisena lihasjänteivyytenä. Yliaktiivisuutta on tyypillisesti pinnallisissa vartalon lihaksissa (thorakaalisissa erector spinae lihaksissa, ja abdominaali-lihaksissa) ja lonkan lihaksissa (lonkan ulkorotaattoreissa, pitkissä adduktoreissa ja m. tensor fascia lataessa). (Lee 2006, 19–22). Stabiliteettia tutkittaessa tulisi muistaa kiinnittää huomiota mobiliteettiin. Tutkimushenkilöiden löydöksinä oli paljon lihaskireyksiä pinnallisissa liikuttavissa lihaksissa, mikä saattoi johtua siitä, että tutkimushenkilöt olivat ammattuurheilijoita ja he harjoittelevat paljon. Tämän

perusteella voidaan todeta, että urheilufysioterapian ja urheilijoiden harjoittelun tulisi sisältää riittävästi liikkuvuusharjoittelua, jotta ei synny dynaamista stabiliteettia häiritsevää lihasepätasapainoa. Urheilijoille on erityisen tärkeää löytää tarkka tasapaino stabiliteetin ja mobiliteetin määrän välille, jotta voidaan vähentää loukkantumiseriskiä. On näyttöä siitä, että optimaalisen tasapainon löytämiseksi motorinen kontrolli on tärkeämpää kuin lihasten kestävyys ja voimaominaisuudet (Borghuis ym. 913).

Tutkimustuloksia tarkasteltaessa havaittiin, että ryhtiä ja asentoa analysoimalla voidaan saada selville monia lumbopelvisen alueen toimintahäiriöön viittaavia ilmiötä. Lihaskireydet näkyivät muutoksina ryhdissä ja vaikuttivat nivelten optimaalisiin linjauksiin. Ryhtiä havainnoimalla pystytään keräämään tietoa raajojen ja nivelten linjauksista, kehonosien sijainnista suhteessa toisiinsa sekä lihasepätasapainosta ja myofaskiaalisista kireyksistä. Kun ryhdin analyysiin lisätään henkilön taustatiedot ja näitä havaintoja tarkastellaan lihasketjuajattelun mukaisesti, voidaan tehdä johtopäätöksiä, siitä mitkä lihakset lihastoimintaketjussa ovat mahdollisesti lyhentyneet tai pidentyneet. Tähän perustuen voidaan todeta, että lihasketjuajattelu on hyödyllistä ottaa mukaan ryhdin ja asennon havainnoimiseen fysioterapeuttisessa tutkimisessa. Lisäksi lihasketjuajattelu kannattaa huomioida myös manuaalisen lihasvoiman testaamisessa. Lee (2004) mainitsee, että tilanteessa, jossa lihasvoimaa manuaalisesti testattaessa jokin lihas vaikuttaa heikolta, tämä ei välttämättä aina tarkoita, että kyseinen lihas on heikko. Lihasvoimaa testattaessa pitää huomioida koko lihastoimintaketjun lihasten kyky vastustaa voimaa. Lihasseikkouden taustalla voi olla jonkin lihastoimintaketjun lihaksen aktivoitumisen viivästyminen tai syvien tukevien lihasten riittämätön aktivoituminen. (Lee 2004, 111.)

Tutkimuksessa havaittiin yksilöllisen fysioterapian toteutuksen yhteydessä, että kineettisen ketjun ja lihastoimintaketjun toiminta oli optimaalisempaa, jos nilkan

ja jalkaterän asento oli lähempänä keskiasentoa. Liikkeiden suorittaminen, lihasten aktivoituminen ja dynaaminen stabiliteetti onnistuivat paremmin ja kompensatorisia liikkeitä tuli vähemmän. Jalkaterän ja nilkan asento vaikuttaa alaraajalinjaukseen eli polven, lonkan ja lantion asentoon ja tätä kautta koko vartalon kineettiseen ketjuun. Jalkaterillä ja nilkalla on erityinen merkitys dynaamisessa stabiliteetissa, koska seisoma-asennossa jalat muodostavat lihastoimintaketjujen kiintopisteen (Elphinston, 2008,14). Calcaneusten sekä pitkittäisen lateraalisen jalkaholvin asento liittyy SI-nivelen stabiliteettiin, koska m. peroneus longus ja m. tibialis anterior stabiloivat nilkan asentoa. Nämä lihakset kuuluvat saamaan lihastoimintaketjuun kuin m. biceps femoris, sacrotuberaaliligamentti, syvä thoracolumbaalinen faskia ja m. erector spinae. (Lee 2004, 53, 69; Myers 2009, 146.)

Tutkimuksessa havaittiin lisäksi, että fasilitoimalla nilkkaa keskiasentoon pystyttiin vaikuttamaan myös lantion ja lonkan seudun lihasten aktivoitumiseen. Vaikutusmekanismi voi liittyä m. tibialis posteriorin, m. flexor hallucis longuksen ja m. flexor digitorum longuksen toimintaan, koska nämä lihakset kuuluvat syvään vartalon etupuolella kulkevaan lihastoimintaketjuun (deep front line), johon kuuluu myös m. psoas (Myers 2009, 181–184). M. psoas major on syvä stabiloiva lihas, joka vetää femurin pään acetebulumiin sekä stabiloii lumbaalirangan nikamia anteriorisesti (Gibbons ym. 2002,3). Tutkimuksessa havaittiin, että nilkan asentoa fasilitoimalla lonkan fleksoreiden toiminta oli optimaalisempaa ja liike näytti sulavammalta. Todennäköisesti m. iliopsoas aktivoitui liikkeissä tehokkaammin, jolloin pinnallisten lonkan fleksoreiden m. tensor fascia lataen ja m. rectus femoriksen aktivaatio vastaavasti väheni.

Edellä mainittuun perustuen voidaan todeta, että nilkan optimaaliseen asentoon kannattaa kaikessa terapeuttisessa harjoittelussa kiinnittää huomioita, koska asento vaikuttaa koko kineettisen ketjun nivelten toimintaan. Tutkimuksessa havaittiin, että nilkan asennolla oli merkitystä lantion ja lonkan seudun lihasten

aktivoitumiseen suljetun ketjun lisäksi myös avoimen ketjun harjoitteissa. Esimerkiksi suoran jalan nostossa selinmakuulla havaittiin tutkimushenkilöillä, että m. psoas aktivoitui tehokkaammin nilkan ollessa keskiasennossa ja liike sujui sulavammin. Nilkan asennon merkitystä on tutkittu viimeaikoina myös muissa tutkimuksissa (Chon ym. 2010, Pinto ym. 2008). Chon ym. (2010) ovat tutkimuksessaan todenneet, että m. transversus abdominiksen aktivaatio ja lihaksen paksuus lisääntyivät vatsan sisäänvetoliikkeen aikana, kun siihen yhdistettiin nilkan dorsifleksio. He ovat ehdottaneet, että nilkan dorsifleksiota voidaan käyttää fasilitaatiokkeinona keskivartaloa stabiloivissa harjoitteissa, varsinkin alaselkäkivunpotilailla. (Chon ym. 2010,135.) Pinto ym. (2008, 513) puolestaan toteavat, että subtalaarinivelen ylipronatio muuttaa lumbopelvisen alueen asentoa, ja muutos voi olla yhteydessä alaselkävun esiintyneisyyteen.

Syvä vartalon etupuolella kulkeva lihasketju (deep front line) stabiloi vartaloa, kohottaa jalkaholvin mediaalista kaarta, stabiloi jokaista alaraajan segmenttiä sekä tukee lumbaalirankaa anteriorisesti. Stabilaatio mahdollistaa pinnallisten lihasten taloudellisen yhteistyön. Tämän lihasketjun häiriö heijastuu pitkällä aikavälillä pinnallisten liikuttavien lihasten toimintaan, jolloin niveliin ja kudoksiin aiheutuu virheellistä kuormitusta, mikä johtaa degeneratiivisiin muutoksiin ja loukkaantumisiin. (Myers 2009, 179–181.) Tähän perustuen voidaan todeta, että fysioterapeuttisen tutkimisen yhteydessä on hyödyllistä selvittää vartalon etupuolella kulkevan syvän lihasketjun toimintaa. Näiden syvien lihasten voimaa on vaikeaa manuaalisesti testata spesifisti. Tähän lihastoimintaketjuun kuuluvien lihasten toimiessa normaalisti liike on sujuvaa ja sulavaa (Myers 2009, 181). Koska manuaalisen lihastestauksen avulla on vaikea selvittää tämän lihasketjun toimintaa, on liikkeiden sulavuuden ja sujuvuuden havainnointi tärkeää fysioterapeuttisessa tutkimisessa.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että tuntemus myofaskiaalisten ketjujen toiminnasta on tarpeellinen kaikille fysioterapeuteille ja pitäisi ottaa



mukaan myös fysioterapian peruskoulutuksen opetussisältöön perinteisen luu-lihas-hermosto-verisuonet -ajattelumallin rinnalle. Luu-lihas -ajattelu erottelee liikkeet erillisiksi toiminnoiksi ja jättää huomioimatta faskioiden aikaansaaman saumattoman yhteyden kehon eri osien välillä. Myofaskiaalisen ajattelumallin mukaan yhden kehonosan liikkeessa koko keho vastaa. Faskiat koostuvat sidekudoskerroksista, ja faskioita voidaan kuvailla koko kehon peittävänä villapukuna. Jos jostain kohtaan tätä villapukua vedetään tai se kutistunut jostain kohtaan, tämä heijastuu faskioiden kautta koko kehon alueelle. (Schultz & Feitis 1996.)

Myofaskiaalinen ajattelumalli on viime aikona saanut paljon huomiota, koska on saatu näyttöä in vitro -tutkimuksissa siitä, että faskiolla on kontraktiileja ominaisuuksia, koska ne sisältävät myofibroblasteja (Schleip ym. 2006, 66). Niiden on oletettu kykenevän supistumaan sileän lihaskudoksen tavoin, jolloin niiden toiminta vaikuttaa luusto-lihasjärjestelmän toimintaan. Myofaskiaalisen tonuksen on lisäksi todettu vaikuttavan stabiliteettiin, esimerkiksi plantaarifaskia vaikuttaa jalan stabiliteettiin ja lumbaalinen faskia rajoittaa selkärangan liikkuvuutta. (Schleip ym 2005, 273.) Tämän perusteella on suositeltavaa ottaa huomioon faskiarakenteiden tonus kaikessa fysioterapiassa ja tarvittaessa käsitellä myös faskiarakenteita. Erilaisia myofaskiaalisia käsittelymenetelmiä ovat esittäneet muun muassa Thomas Myers (Myers 2009), James Earls yhdessä Thomas Myersin kanssa (Earls & Myers 2010), Leon Chaitow (Chaitow 1997) sekä Michael Stanborough 1994 (Stanborough 1994).

### 8.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta. Tutkimus on reliaabeli, kun käytettyjä mittauksia pystytään toistamaan ja tutkimustulokset pysyvät

samankaltaisina. Tutkimuksen reliabiliteettiin vaikuttavat tutkijan, tutkimuksessa käytettyjen mittarien sekä tutkimusolosuhteiden vakiointi. (Domholdt 2005, 265–270.) Tutkimuksen validiteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkimuksessa käytetyt mittarit mittaavat oikeata ilmiötä ja antavat merkitsevää tietoa. Tutkimus on validi, jos tutkimus on tehty huolellisesti ja tutkimustulokset sekä johtopäätökset ovat päteviä ja uskottavia. (Domholdt 2005, 270–272.)

### 8.3.1 Luotettavuuden varmistaminen

Reliabiliteettia varmistettiin tutkijoiden ennalta määritetyillä tehtävillä mittaustilanteissa. Tehtävät pysyivät samoina koko tutkimuksen läpi. Kvantitatiivisten mittarien (goniometrit, EMG-laite) reliabiliteettia varmistettiin tekemällä monta peräkkäistä mittausta. Mittaukset tehtiin samoilla mittarilla koko tutkimuksen läpi. Kvalitatiivisten tutkimustulosten reliabiliteetin varmistamiseksi jokainen tutkija havainnoi saadun tutkimusaineiston ensin yksin. Tämän jälkeen havainnot yhdistettiin ja aineistoa havainnoitiin vielä kerran yhdessä. Havaintojen tilastollista yhteneväisyyttä ei kuitenkaan laskettu. Reliabiliteettia varmistettiin tekemällä alku- ja loppumittaukset samassa järjestyksessä ja samassa tilassa. Lisäksi tutkimushenkilöitä ohjeistettiin testien aikana samalla tavalla, ennalta laadittujen testiohjeiden mukaisesti. Mittaustilanteet kuvattiin videokameralla, josta mittauksen suoritustapa voitiin tarvittaessa jälkikäteen tarkastaa.

Validiteetin varmistamiseksi tutkimuksessa käytettyä mittausprotokollaa testattiin kahdella testihenkilöllä ennen varsinaista tutkimustilannetta. Lisäksi validiteettia lisäsi tutkimusaineiston kerääminen usean mittausmenetelmän avulla. Tuloksia analysoitiin objektiivisesti ja kaikki tulokset säilytettiin. Mitään tutkimustuloksia ei hylätty eikä muokattu tutkimuksen eduksi. (Bork 1993, 116.)

Tutkimukseen valittiin testejä, jotka on todettu luotettaviksi aineistonkeruumenetelmiksi. Noyes ym. (1991, 518) ovat todenneet yhden jalan ristihippytestin luotettavaksi testiksi tutkimaan alaraajojen symmetriaa. Mens ym. (2001, 1167) ovat todenneet tutkimuksessaan aktiivisen suoran jalan nostotestin luotettavaksi testiksi lantioorenkaan kivun diagnosoimiseksi, mittaaajien välinen ICC-kerroin oli 0.83. Testillä voidaan selvittää lumbaalirangan ja alaraajojen liikettä suhteessa toisiinsa (Mens ym. 2001, 1167; Lee 2004, 106–107; Vleeming 2007, 469). Luomajoki (2007) on tutkinut lumbaalirangan liikekontrolli-testien luotettavuutta. Polven ekstensio -testi istuen on todettu erittäin luotettavaksi (kappakerroin 0.8) ja yhden jalan seisonta -testi luotettavaksi (kappakerroin 0.7) sekä polven fleksio vatsamakuulla luotettavaksi testiksi (kappakerroin 0.75). (Luomajoki 2007, 10.) Murphy ym. (2006, 376–377) ovat todenneet lonkan aktiivisen ekstensio -testin vatsamakuulla hyvin luotettavaksi arvioimaan lumbaalirangan rotaatiosuuntaista liikettä, mittaaajien välinen kappakerroin oli 0,72.

Gabbe ym. (2004) ovat tutkimuksessaan todenneet modifioidun Thomasin testin sekä selinmakuulla suoritettavan aktiivisen polven ekstension luotettaviksi testeiksi mitattaessa alaraajojen lihasvenyvyyksiä. Mittaaajien välinen luotettavuus oli todettu hyväksi ICC-kertoimen ollessa (intraclass correlation coefficient), 0.92 m. iliopsoakselle, 0.90 m. quadriceps femorikselle ja 0.93 hamstring-lihaksille. (Gabbe ym. 2004, 95.) Malliaras ym. (2009) ovat todenneet lonkan passiiviset rotaatiot vatsamakuulla luotettaviksi testeiksi tutkimaan lonkan rotaatioliikkuvuuksia. Mittaaajien välinen luotettavuus oli todettu hyväksi, ICC-kerroin sisärotaatiolle 0.96 ja ulkorotaatiolle 0.80. (Malliaras ym. 2009, 743.) Stork-testi on osoitettu luotettavaksi tai ainakin kohtuullisen luotettavaksi testiksi arvioimaan SI-nivelen kiertymistä sacrumiin nähden (Hungerford 2007, 884–886).

Asentoa ja ryhtiä visuaalisesti analysoidessa on objektiivisuuden ja luotettavuuden takaaminen vaikeaa, mutta muutama standardi on kuitenkin vakiintunut tieteellisesti. (Myers 2009, 229–237.) VAS-asteikkoa pidetään luotettavana kivun mittaamisen asteikkona ja se on sensitiivinen mittari kivussa tapahtuville muutoksille (Jensen ym. 1986, 125; Ogon ym. 1996, 425).

Laadullisten aineistonkeruumenetelmien luotettavuuden todentaminen on haasteellista. Tutkimuksessa käytettiin paljon havainnointia aineistonkeruumenetelmänä. Havainnoinnin avulla on vaikea saada tieteellisesti luotettavaa aineistoa. Luomajoki (2007, 1) on tutkinut liikekontrollitestien luotettavuutta ja todennut, että fysioterapeutit kykenevät luotettavasti havainnoimaan liikekontrollin häiriöt katsomalla potilaiden liikesuoritusta videolta. Tässä tutkimuksessa tulokset olivat kolmen tutkijan yhteisen videolta tapahtuneen havainnoinnin tulos. Tällä pyrittiin parantamaan havainnoinnin luotettavuutta. Havainnoin luotettavuutta olisi voitu varmistaa määrittämällä tutkijoiden havainnoin yhteneväisyyttä tilastollisesti, esimerkiksi laskemalla kappakertoimia (Sim & Wright 2005, 257–268) tai laskemalla ICC-kertoimia (Domholdt 2005, 368–370). Havainnointi on fysioterapeuteille käytännön työelämässä tärkeä ja yleisesti käytetty diagnosointikeino hoitosuunnitelmaa laadittaessa.

### 8.3.2 Rajoitukset ja kehittämissuhteet luotettavuuden parantamiseksi

Kyseessä oli tapaustutkimus, ja tutkimuksen otos oli pieni, ja mitä pienempi otos on, sitä sattumanvaraisempia tulokset ovat (Vilka 2007, 57). Tutkimuksen mittauksien luotettavuutta olisi voinut parantaa laskemalla eri mittaaajien tekemien mittausten luotettavuutta (interrater reliability) sekä testaustilanteen luotettavuutta (intrarater reliability) ja laskemalla näistä variaatiokerroimet (CV %) tulosten luotettavuudelle. Variaatiokerroin on prosenttiluku, joka kertoo

paljonko mittaukset eroavat toisistaan. Luotettavuuden varmistamiseksi tavoitteena on mahdollisimman pieni ero. (Domholdt 2005, 255–259.) Vaikka mittarit ja mittaajat olivat samat, tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava virhemarginaalin mahdollisuus, koska luotettavuutta ei tilastollisesti määritetty. Esimerkiksi EMG-elektrodien paikassa saattoi olla alku- ja loppumittauksissa pientä eroa, vaikka sama henkilö asetti pinta-elektrodit lihaksiin. Tästä saattoi aiheutua mittaustuloksiin pientä virhemarginaalia.

Luotettavuuden lisäämiseksi olisi voitu havaintojen tueksi mitata rangan liikkuvuuksia vartalon eteen- ja taaksetaivutuksista hydrogoniometrillä ja vartalon sivutaivutuksista liikelaajuutta senttimetreinä. Modifioidussa Thomasin testistä olisi ollut hyödyllistä mitata pysäytyskuvien lisäksi nivelkulmat vipuvarsigoniometrillä heti testaushetkellä. Ryhdin ja liikkuvuuksien havainnointia kuvamateriaalista olisi helpottanut, jos tärkeimmät maamerkit olisi merkitty tussilla iholle ja valokuvissa olisi ollut luotisuora paremmin näkyvissä. Vartalon taaksetaivutuksessa olisi pitänyt asettaa yläraajat ristiin rinnan päälle, jotta kuvamateriaalista olisi ollut helpompi analysoida taaksetaivutusta luotettavasti, koska nyt testaustilanteessa yläraajat jäivät sivuprofiilin tielle. Stork-testissä olisi ollut tarpeellista tutkia SI-nivelen liikettä myös tukijalan puolelta, jotta olisimme pystyneet luotettavammin arvioimaan SI-nivelen stabilaatiota.

Ristihyppytestistä olisi voinut jättää EMG-mittauksen pois, koska havainnoimme kineettisen ketjun toimintaa korkealla kuormitustasolla, emmekä niinkään lihasten aktivoitumista. Polven ekstensio -testissä istuen sekä aktiivisen suoran jalan nosto -testissä olisi riittänyt myös pelkkä havainnointi, koska tällä EMG-asettelulla ei saatu havainnoille kvantitatiivista tukea. Testausolosuhteiden vakioimiseksi olisi lisäksi voitu varmistaa tutkimushenkilöiden samankaltainen alkulämmittely ennen testaustilanteita. Alkulämmittely olisi voinut lisätä tutkimushenkilön alku- ja loppumittaustulosten vertailtavuuden luotettavuutta.

Toisaalta, koska kyseessä oli tapaustutkimus, jossa tutkimushenkilöiden tutkimustuloksia ei verrattu toisiinsa, alkulämmittelyllä ei todennäköisesti olisi ollut niin suurta merkitystä.

Loppumittaustuloksiin saattoi vaikuttaa myös intervention aikana tapahtuneet tutkimushenkilöiden loukkaantumiset, tuki- ja liikuntaelimestön vammat ja kiputilat. Nämä loukkaantumiset vaikeuttivat alku- ja loppumittaustulosten luotettavaa vertailtavuutta. Tutkimushenkilöt saivat käyttää särkylääkkeitä, teippausta, yksilöllistä fysioterapiaa ja hierontaa intervention aikana tarpeidensa mukaan. Lisäksi tutkimushenkilöt olivat saattaneet käyttää urheilussa yleisesti käytettyä kinesioiteippausta, jolla voidaan vaikuttaa proprioseptiikan kautta nivelten liikemalleihin ja lihasten aktivoitumiseen. On huomioita myös, että alkumittaukset tehtiin harjoituskaudella talvella ja loppumittaukset pelikaudella, kesällä. Kaikki edellä mainitut tekijät saattoivat vaikuttaa tutkimustuloksiin.

#### 8.4 Intervention sisällön arviointi

Intervention yhtenä tavoitteena oli syvien- ja pinnallisten lihasten yhteistyön harjoittaminen. Intervention aikana havaittiin, että tutkimushenkilöillä oli vaikeuksia säilyttää liikkeiden kontrolli ja rentous. Pienissäkin liikkeissä oli havaittavissa pinnallisten lihasten voimakasta aktivoitumista, minkä takia interventiossa ei edetty haastavampiin alkuasentoihin eikä korkeampaa kuormitustasoa vaativiin liikkeisiin. Lederman (2010b, 91) mainitsee, ettei kannata harjoitella motorista kontrollia irrallaan siitä toiminnasta, jossa sitä tarvitaan. Haastavampia alkuasentoja ja toiminnallisia harjoitteita korkeammalla kuormitustasolla kokeiltiin, mutta liikehallinta todettiin niissä pettävän, esimerkkinä tästä yhdenjalan kyykky. Toisaalta interventioon olisi voinut sisältyä enemmän seisoma-asennossa tapahtuvaa toiminnallista harjoittelua, josta

tutkimushenkilöt olisivat saattaneet hyötyä selinmakuulla tehtäviä harjoitteita enemmän.

Interventiossa käytettiin Comerford & Mottram (2001a) neliportaista harjoittelumallia stabiliteettitoimintahäiriöiden korjaamiseksi, jossa toiminnalliseen harjoitteluun edetään vasta liikehallinnan parannuttua. Liikkeen hallinnan kannalta olisi intervention kesto pitänyt olla pidempi, koska motorisen kontrollin saavuttamiseksi on harjoiteltava usein ja pitkällä aikavälillä, jopa vuosia (Lederman 2010a, 60–61). Intervention kesto oli opinnäytetyöprosessissa rajallinen, eikä sitä voitu pidentää, vaikka liikkeen hallinnan harjoittelun kannalta se olisi ollut perusteltua. Intervention osuminen pelikaudelle esti tiheämmän intervention ja rajoitti interventioiden määrää. Lisäksi motorisen oppiminen kannalta olisi ollut parempi, jos tutkimushenkilöt olisivat harjoitelleet itsenäisesti enemmän. Itsenäisen harjoittelun toteutumista olisi voinut kontrolloida täyttämällä harjoituspäiväkirjoja. Harjoituspäiväkirjojen täyttäminen olisi voinut motivoida ja sitouttaa tutkimushenkilöt paremmin henkilökohtaisen harjoitusohjelman toteuttamiseen. Yksilöllisessä terapeuttisessa harjoittelussa olisi voinut pyrkiä selkeämmin auttamaan tutkimushenkilöitä tunnistamaan virheelliset liikemallit ja kompensatoriset liikkeet. Somaattinen harjoittelu olisi voinut olla yksi keino uuden liikemallin löytämiseksi ja harjoittelemiseksi. Somaattisessa harjoittelussa pyritään tarkastelemaan tuntemuksia sisältä ulospäin, jotta harjoittelija on tietoinen tunteistaan ja liikkeistään. Lisäksi somaattisessa harjoittelussa pyritään aina liikkumaan rauhallisesti ja sulavasti. (Hanna 1988.)

Interventiossa käytetyssä Comerford & Mottramin (2001a) harjoittelumallissa ensimmäinen vaihe on syvien stabiloivien lihasten harjoittelua isometrisesti, kymmenen kertaa kymmenen sekunnin pidoilla toistettuna. Sen sijaan Lederman (2010b, 89–90) esittää, ettei ole näyttöä siitä, että syvät lihakset toimivat itsenäisesti muihin vartalonlihaksin nähden, eikä myöskään siitä, että

ihminen voisi oppia aktivoimaan ainoastaan yhtä lihasryhmää itsenäisesti. Interventiossa ei keskitytty yhden yksittäisen syvän lihaksen aktivoimiseen, vaan liikkeiden suorittamiseen mahdollisimman alhaisella kuormitustasolla. Koska intervention yhtenä tavoitteena oli mahdollisimman optimaalinen lihassynergia syvien ja pinnallisten lihasten välillä, olisi voinut olla hyödyllistä koostaa interventiossa terapeuttinen harjoittelu toiminnallisemmin. Esimerkiksi Lederman (2010 b, 87) on todennut, että vartalonhallinta on kokonaisvaltaista toimintaa ja harjoitteet, joiden tavoitteena on ainoastaan keskivartaloa tukevien lihasten aktivointi, eivät ole parhaita harjoitteita synergistitoiminnan palauttamiseksi aktivaation ollessa häiriintynyttä.

Intervention yhtenä tavoitteena oli pinnallisten lihasten yliaktiivisuuden vähentyminen. Tästä syystä interventiossa keskityttiin ainoastaan alhaisen kuormituksen harjoituksiin, välttämällä yliaktiivisten lihasten liiallista aktivaatiota. Tutkimushenkilöille korostettiin harjoitteiden suorittamista ”rentouden” kautta. Pinnallisten lihasten yliaktiivisuuden vähentyminen oli tärkeä tavoite myös siksi, että osalla tutkimushenkilöistä todettiin liikerajoitusta SI-nivelessä. Liikerajoitusten taustalla saattoi olla hypertonisten ja yliaktiivisten lihasten aiheuttama liiallinen SI-niveleen kohdistuva kompressio. Lee (2004) mainitsee, että tällaisessa tilanteessa manuaaliset tekniikat ovat motorisen kontrollin harjoittelun ohella tarpeellisia hypertonisten lihasten rentouttamiseksi ja yliaktiivisuuden vähentämiseksi (Lee 2004, 135).

Tutkimushenkilöillä havaittiin hengityksen pidättämistä harjoitteita suoritettaessa, ja siksi interventiossa kiinnitettiin huomiota myös normaaliin hengitykseen liikesuorituksen aikana. Muun muassa McGill (2002) on tuonut esille, että selkärangan hyvän stabiiliteetin aikaansaamiseksi on tärkeää kyetä jännittämään vatsalihakset isometrisesti ja hengittää samalla vapaasti. Abdominaali-lihasten aktivaation yhdistäminen vain tiettyyn kohtaan hengityssykliä esimerkiksi uloshengitykseen, on huono vaihtoehto silloin, kun



halutaan parantaa selkärangan stabilitettia toiminnallisten liikkeiden aikana. (McGill 2002, 187.) Hengityksen pidättämiseen liittyy pinnallisten abdominaali-lihasten yliaktiivisuutta (Lee 2004, 203). Normaalin hengitystavan korostaminen oli interventiossa perusteltua myös siksi, että osalla tutkimushenkilöistä oli havaittavissa vatsan pullistumista toiminnallisen liiketestien aikana. Chaitow (2006) ja Rolf (1989) mainitsevat, että m. psoaksen ja m. rectus abdominiksen välillä on lihasepätasapainoa, jos selinmakulla henkilön vatsanseutu pullistuu hänen nostaessaan alaraajat ylös. Vatsan pullistuminen kertoo m. psoaksen epänormaalista toiminnasta eli m. rectus abdominis on m. psoakseen nähden liian vahva (Chaitow 2006, 148; Rolf 1989, 117) M. psoaksen ja m. rectus abdominiksen välinen lihasepätasapaino on yleinen urheilijolla, joille on kehittynyt niin kutsuttu ”pyykkilauta” vatsa. Liiallisella kuormalla suoritettavat punnerrus- ja vatsalihasliikkeet vahvistavat abdominaali-lihaksia, mutta saattavat myös samalla heikentää m. psoasta ja aiheuttaa lihasepätasapainoa. (Morling 2009, 9; Rolf 118.) M. psoaksen tonus vaikuttaa myös hengitykseen, koska sen säikeet sulautuvat m. diaphragman säikeisiin (Chaitow 2006, 166). Tähän perustuen voidaan todeta, että fysioterapiassa on suositeltavaa kiinnittää hengitykseen huomiota, erityisesti urheilijoiden kanssa työskennellessä.

Intervention yhtenä tavoitteena oli myofaskiaalisten kireyksien helpottuminen. Tavoitteen saavuttamiseksi olisi ollut hyödyllistä pohtia erilaisten venytystekniikoiden soveltuvuutta tarkemmin. Interventiossa käytettiin pääasiassa jännitys-rentoutus -menetelmää, joka perustuu autogeeniseen inhibitioon. Lisäksi tehtiin jonkin verran rauhallisia pumppaavia venytyksiä, jotka perustuivat resiprokaaliseen inhibitioon. Näitä rytmisiä venytyksiä olisi voitu käyttää enemmän ja ne olisi voitu toteuttaa Leen (2004, 246) esittämällä tavalla 10 sekunnin pidoilla ääriasennossa. Lisäksi Sahrman (2002, 27) mainitsee, että venytyksissä tulee huomioida mahdollinen kompensatorinen liike. Esimerkiksi hamstring-venytyksissä tulisi hallita lumbaalirangan fleksiosuuntainen liike jännittämällä selän ekstensoreita.

## 8.5 Kehittämissideoita ja jatkotutkimuksia

Tutkimuksen aineiston rajaaminen oli haasteellista, koska tutkittava alue oli niin monitahoinen ja se vaati laajaa lähentymistä asiaa kohtaan. Tutkimuksen aiheen rajaamisessa opinnäytetyön laajuutta vastaavaksi ei onnistuttu riittävän hyvin. Toisaalta opinnäytetyön tekeminen tässä laajuudessa lisäsi omaa osaamistamme lumbopelvisen alueen ja lihasketjujen toiminnasta. Opinnäytetyön aiheeseen liittyvän teoreettisen tiedon omaksumisesta on varmasti hyötyä myös tulevaisuudessa.

Tutkimuksessa käytettiin taustalla lihastoimintaketju-ajattelua, joka tarjoaa aiheita jatkotutkimuksille. Myofaskiaalisen taustateorian tuntemusta olisi voinut käyttää vielä enemmän apuna tutkimisessa ja terapiamenetelmien valinnassa. Laajentamalla ajattelua luuston ja lihaksiston toiminnan lisäksi myös myofaskiaaliseen- ja lihastoimintaketju-ajatteluun, voidaan ymmärtää lihasten välistä yhteistyötä paremmin. Yksi jatkotutkimusaihe voisi olla kirjallisuuskatsauksen laatiminen eri lihastoimintaketjujen teorioista. Toinen jatkotutkimusaihe voisi liittyä ryhdin analysoimiseen lihastoimintaketjuihin pohjautuen. Koska tässä tutkimuksessa pyrittiin ajattelemaan lihaksia lihastoimintaketjuajattelun mukaan, olisi ollut tarpeellista testata myös lihastoimintaketjujen venyvyyttä ja voimaa sekä tarkastella näiden suhteita. Lee (2004, 111–120) esittää yhden vaihtoehdoisen mallin lihastoimintaketjujen venyvyyden ja voiman tutkimiseksi. Tämä voisi myös olla yksi mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe.

Yhden yksittäisen lihasketjun toimintaa voisi jatkossa tutkia EMG:llä tarkemmin esimerkiksi toiminnallisten liiketestien aikana tai kävelyn tietyn osavaiheen aikana. Yksittäisissä lihastoimintaketjuissa on enemmän kuin kahdeksan lihasta, joten se vaatisi monikanavaisemman EMG-laitteiston. Tässä

tutkimuksessa oli käytössä kahdeksankanavainen EMG-laitteisto, joka rajoitti tutkittavien lihasten määrää. Tutkimukseen olisi otettu mukaan vielä m. latissimus dorsi, m. peroneus longus ja m. tibialis anterior, jos käytössä olisi ollut enemmän kanavia. Näin olisi saatu lisää tietoa, kuinka lihasten yhteistyö lihastoimintaketjussa toimii. M. peroneus longuksen tai m. tibialis anteriorin avulla, olisi saatu lisäksi enemmän tietoa nilkan ja jalkaterän työskentelystä toiminnallisten liiketestien aikana. Nilkan ja jalkaterän asento todettiin tässä tutkimuksessa tärkeäksi tekijäksi dynaamisen stabiliteetin kannalta.

Loppumittauksissa todettiin että tutkimushenkilöillä, joilla m. tensor fascia lataen lihaskireys oli vähentynyt, femur roikkui Modifioidussa Thomasin testissä horisontaalitason alapuolella yli 10°. Tämä kertoi mahdollisesta m. iliopsoaksen hypotoniasta (Chaitow 2006,147). Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia m. iliopsoaksen ja m. psoaksen toimintaa stabiloivina lihaksina. Lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia voiko m. tensor fascia lataen lihaskireys peittää alleen m. iliopsoaksen heikkouden. M. psoaksella on merkittäviä faskiaalisia yhteyksiä (Gibbons 2002, 9) ja m. iliopsoas on kehon tasapainon kivijalka (Morling 2009, 7).

Tämän tutkimuksen perusteella todettiin, että m. iliopsoaksen ja m. psoaksen voiman tutkiminen sekä harjoittuminen olisi ollut tarpeellista, koska kohderyhmänä olivat urheilijat. M. iliopsoas yhdistää selkärangan alaraajoihin ja on tärkeä kävelyn alullepaneva lihas. Lisäksi m. iliopsoas on läheisesti yhteydessä palleahengitykseen. M. iliopsoaksen ainutlaatuinen anatominen asema mahdollistaa sen, että se toimii yhteydenpitäjänä pallean ja lantionpohjan välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että m. iliopsoas on tärkeässä roolissa stabiloidessaan lumbaalirankaa hengityssyklin aikana. (Morling 2009, 7-10.) Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia m. psoaksen toimintaa esimerkiksi urheilijoilla.

Tutkimuksessa kerättiin paljon EMG-dataa, jota voisi hyödyntää muissa jatkotutkimuksissa esimerkiksi analysoimalla lihasten aktivoitumista ristihyppytestissä vaihe vaiheelta. EMG:llä voisi jatkossa tutkia lihasten aktivaatiota toiminnallisten liiketestien aikana, kun fasilitaatiokeinoin korjataan liikkeiden suoritustekniikkaa. Lisäksi voisi tutkia nilkan ja jalkaterän yhteyttä dynaamiseen stabiliteettiin ja lumbopelvisen alueen lihasten aktivoitumiseen. Olisi myös mielenkiintoista tutkia millaisia muutoksia nilkan ja jalkaterän fasilitaatiolla saataisiin lihasten aktivoitumiseen.

## 8.6 Yhteenveto

Lumbopelvisen alueen dynaamista stabiliteettia kannattaa selvittää ja tutkia kaikkien lantion alueen ongelmien sekä alaraaja- että alaselkäongelmien yhteydessä. Fysioterapeuttisessa tutkimisessa kannattaa ottaa huomioon koko kineettisen ketjun toiminta. Lumbopelvisen alueen dynaamista stabiliteettia tarvitaan jokapäiväisessä elämässä, lähes kaikessa toiminnassa, kun siirrytään asennosta toiseen. Häiriintyneen lumbopelvisen dynaamisen stabiliteetin taustalla voi olla monta eri syytä, joten laaja-alainen biopsykososiaalinen lähestymistapa on tarpeellinen lumbopelvistä aluetta tutkittaessa. Tässä tutkimuksessa käytettiin taustalla Leen (2004, 24) esittämää toimintamallia, joka on mielestämme käyttökelpoinen lähestymistapa kaikkia tuki- ja liikuntaelämisen ongelmia tutkittaessa ja hoidettaessa.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että toiminnalliset liiketestit ovat toimiva testausmenetelmä häiriintyneen lumbopelvisen dynaamisen stabiliteetin toteamiseksi. Ne ovat kustannustehokkaita ja helposti toteutettavissa käytännön työelämässä, koska erillisiä mittalaitteistoja ei tarvita. Kun liikesuorituksia havainnoidaan ja arvioidaan systemaattisesti, tiettyjen kriteerien mukaisesti, voidaan niiden avulla arvioida myös fysioterapiassa asetettujen tavoitteiden

toteutumista ja toteutuksen tuloksellisuutta. Liiketestiä lisäksi kannattaa tutkia nivelliikkuvuutta, lihasvenyvyttä, lihasten aktivoitumista ja myofaskiaalisten rakenteiden tilaa. Tutkimustulosten perusteella voidaan mainita, että on suositeltavaa tutkia erityisesti lonkan ekstensoreiden ja fleksoreiden aktivoitumista/aktivoitumisjärjestystä manuaalisen lihasvoiman testaamisen lisäksi. Korkealla kuormitustasolla tehdyistä liikesuorituksista voidaan havainnoida helposti koko kineettisen ketjun toimintaa. Havainnoinnissa kiinnitetään huomiota tapahtuuko koko ketjun alueella nivelissä joustoliikettä tasapainoisessa suhteessa toisiinsa.

Yhdistämällä manuaalinen käsittely yksilölliseen fysioterapeuttiseen harjoitteluun pystyttiin tässä tutkimuksessa vaikuttamaan lumbopelvisen alueen dynaamisen stabiliteetin osatekijöihin. Pystyttiin vaikuttamaan lihasten aktivoitumisjärjestykseen, liikkeen ja asennon hallintaan sekä myofaskiaalisten kudosten elastisuuteen. Tämän perusteella voidaan todeta, että on suositeltavaa yhdistää manuaalinen käsittely yksilölliseen fysioterapeuttiseen harjoitteluun lumbopelvisen alueen dynaamisen stabiliteetin palauttamiseksi. Tutkimuksessa todettiin, että optimaalisen alaraajalinjauksen avulla syvät ja pinnalliset lihakset syytyivät paremmin yhteistyöhön, jolloin myös dynaaminen stabiliteetti parantui.

Keskivartaloa stabiloiva ja keskivartalon lihaksia vahvistava harjoittelu on nykyisin kovassa suosiossa kuntoutuksessa (Borghuis ym. 2008, 894). Tästä syystä on tärkeää muistaa, että lumbopelvisen alueen dynaaminen stabiliteetti voi häiriintyä myös liiasta keskivartaloa vahvistavasta harjoittelusta. Ongelmaksi voi muodostua liiallisen lihaskireyden aikaansaamat liikerajoitukset selkärangan, lantion ja lonkkien alueella. Liikerajoitusten vuoksi toiminnalliset liikkeet, kuten kävely ja juoksu, voivat menettää joustavuutensa ja pehmeytensä.

Loppuun mainittakoon vielä, että lumbopelvien alueen optimaaliseen toimintaan ja asennon hallintaan tarvitaan sekä normaali liikkuvuus että dynaaminen stabiliteetti. Nämä molemmat tekijät tulisi pitää mielessä aina, kun halutaan vaikuttaa lumbopelvisen dynaamiseen stabiliteettiin fysioterapian keinoin. Optimaalista tasapainoa stabiliteetin ja mobiliteetin suhteen voidaan pitää kehonhallinnan taidonnäytteenä.

## LÄHTEET

- Alkula, T.; Pöntinen, S. & Ylöstalo, P. 1994. Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. Juva: WSOY
- Borghuis, J.; Hof, A.L. & Lemmink, K. 2008. The importance of sensory-motor control in providing core stability: implication for measurement and training. *Sports Medicine*. Vol. 38, No. 11, 893–916.
- Bork, C. 1993. *Research in Physical Therapy*. Philadelphia: J.B. Lippincott Company
- Bruce, A. 2003. Formative Dynamics: The Pelvic Girdle. *The Journal of Manual and Manipulative Therapy* Vol. 11, No. 1, 12–40.
- Chaitow, L. 2006. *Muscle Energy Techniques*. 3. painos. Edinburgh:Churchill Livingstone Elsevier.
- Chaitow, L. 2007. *Positional Release Techniques*. 3. painos. Edinburgh:Churchill Livingstone Elsevier.
- Clarkson, H. M. 2000. *Musculoskeletal Assessment: Joint range of motion and manual muscle strength*. 2. painos. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Comerford, M.J. & Mottram, M.J. 2001a. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Manual Therapy* Vol. 6, No.1, 3-14.
- Comerford, M.J. & Mottram, S.L. 2001b. Movement and stability dysfunction – contemporary developments. *Manual Therapy* Vol. 6, No.1, 15–26.
- DonTigny, R. 2007. A detailed and critical biomechanical analysis of the sacroiliac joints and relevant kinesiology: the implications for lumbopelvic function and dysfunction. Teoksessa Vleeming, A.; Mooney, V. & Stoeckart R. (toim.) *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of Research and Therapy*. 2.painos. Edinburg: Churchill Livingstone.
- Domholdt, E. 1993. *Physical Therapy Research – Principles and applications*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Earls, J. & Myers, T. 2010. *Fascial release for structural balance*. Chichester: Lotus Publishing.
- Ellenbecker, T.; De Carlo, M. & DeRosa, C. 2009. *Effective progressions in sport rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics.
- Elphinston, J. 2008. *Stability, sport and performance movement: great technique without injury*. Chichester: Lotus Publishing.
- Erätuuli, M.; Leino, J. & Yli-Luoma, P. 1994. *Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät ihmistieteissä*. Rauma: Kirjapaino Oy West Point.
- Eskola, J. 2001. Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat: Laadullisen aineiston analyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa Aaltola, J. & Valli, R. (toim.) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin II: Näkökulmia aloittavalle tutkijalle tutkimuksen teoreettisiin lähtökohtiin ja analyysimenetelmiin*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Gabbe, B.J.; Bennell K.L.; Wajswelner, H. & Finch C.F. 2004. Reliability of Common Lower Extremity Musculoskeletal Screening Test. *Physical Therapy in Sport* Vol. 5, 90-97.
- Gibbons, S.; Comerford, M.J. & Emerson, P. 2002. Rehabilitation of the stability function of psoas major. *Orthopaedic Division Review*. Jan./Feb., 9-15.

- Hanna, T. 1988. Somatics. Reawakening the Mind's control of movement, flexibility, and health. Cambridge: Da Capo Press.
- Hartman, L. 1997. Handbook of Osteopathic Technique. 3. painos. Cheltenham: Nelson Thornes Ltd.
- Herrala, H.; Kahrola, T. & Sandtsröm, M. 2008. Psykofyysinen ihminen. Helsinki: WSOY.
- Heliövaara, M.; Viikari- Juntura, E. & Alaranta, H. 2003. Tuki- ja liikuntaelämistön sairauksien ja vammojen epidemiologia ja ehkäisy. Teoksessa Alaranta H.; Pohjolainen T.; Salminen J.; Viikari-Juntura E. (toim.) Fysiatría. 3. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.
- Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki: Tammi
- Hodges, P. W. & Moseley, L. 2003. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. Journal of Electromyography and Kinesiology. Vol. 13 No.4, 361-370.
- Hodges, P. W. & Cholewicki, J. 2007. Functional control of the spine. Teoksessa Vleeming, A.; Mooney, V. & Stoeckart R. (toim.) Movement, Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of Research and Therapy. 2.painos. Edinburg: Churchill Livingstone
- Hungerford, B.A.; Gilleard, W.; Moran, M. & Emmerson, C. 2007. Evaluation of the Ability of Physical Therapists to Palpate Interpelvic Motion With the Stork Test on the Support Side. Physical Therapy Vol. 87, No. 7, 879–887.
- Hungerford, B.A.; Gilleard, W. & Hodges, P. 2003. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. Spine Vol. 28, No. 14, 1593–1600.
- Jensen, M.; Karoly, P. & Braver, S. 1986. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. Pain. Vol. 27, No. 1, 117-126.
- Laine, M.; Bamberg, J. & Jokinen, P. 2007. Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Lederman, E. 2010a. Neuromuscular Rehabilitation in Manual and Physical Therapies. Principles to Practice. Edinburg: Churchill Livingstone.
- Lederman, E. 2010b. The myth of core stability. Journal of Bodywork & Movement Therapies. Vol. 14, No. 1, 84–98.
- Lee, D. 2007. An integrated approach for the management of low back and pelvic girdle pain: a case report. Teoksessa Vleeming, A.; Mooney, V. & Stoeckart R. (toim.) Movement, Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of Research and Therapy. 2.painos. Edinburg: Churchill Livingstone
- Lee, D. 2004. The Pelvic Girdle. An approach to the examination and treatment of the lumbopelvic-hip region. 3.painos. Edinburg: Churchill Livingstone.
- Lee, L.J. 2006. Is it possible to be too stable? Orthopaedic Division Review. Nov./Dec., 19–23.
- Luomajoki, H.; Kool, J.; De Bruin, E.D. & Airaksinen, O. 2007. Reliability of movement control tests in the lumbar spine. BMC Musculoskeletal Disorders Vol. 8, No. 1, 90–100.
- Malliaras, P.; Hogan, A.; Nawrocki, A.; Crossley, K. & Schache, A. 2009. Hip flexibility and strength measures: reliability and association with athletic groin pain. British Journal of Sports Medicine Vol. 43, 739–744.



- McGill, S. 2002. Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation. 2. painos. Champaign: Human Kinetics.
- Mens, J.; Vleeming A.; Snijders, C.; Koes B. & Stam, H. 2001. Reliability and validity of the active straight leg raise test in posterior pelvic pain since pregnancy. *Spine* Vol. 26, No. 10, 1167–1171.
- Morling, G. 2009. Understanding iliopsoas: clinical implications for the massage therapist. *Journal of the Australian Traditional Medicine Society*. Vol. 15. No. 1, 7-12.
- Murphy, D.; Byfield, D.; McCarthy, P.; Humphreys, K.; Gregory, A. & Rochon, R. 2006. Interexaminer reliability of the hip extension test for suspected impaired motor control of the lumbar spine. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Vol. 29, No. 5, 374–377.
- Myers, T. 2009. *Anatomy Trains – Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. 2. painos. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.
- Nadler, S. F.; Malanga, G.A.; Bartoli L.I.; Feinberg, J.H.; Prybicien, M. & Deprince, M. 2002. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. Vol. 34, No. 1, 9-16.
- Noyes, F.R.; Barber, S. & Mangine, R.E. 1991. Abnormal Lower Limb Symmetry Determined by Function Hop tests After Anterior Cruciate Ligament Rupture. *The American Journal of Sports Medicine* Vol. 19, No. 5, 513-518.
- Nummenmaa, L. 2006. *Tilastolliset menetelmät*. Helsinki: Tammi
- Ogon, M.; Kisser, M.; Söllner, W.; Kantner-Rumplmair, W. & Lampe, A. 1996. Chronic low back pain measurement with visual analogue scales in different settings. *Pain*. Vol. 64, No. 3, 425-428.
- O’Sullivan, P. 2005. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movemental and motor control impairments as underlying mechanism. *Manual Therapy* Vol. 10, No. 4, 242-252.
- Pool-Goudzwaard, A.L.; Vleeming, A.; Stoeckart, R.; Snijders, C.J. & Mens, J.M.A. 1998. Insufficient lumbopelvic stability: a clinical, anatomical and biomechanical approach to ‘a-specific’ low back pain. *Manual Therapy*. Vol. 3, No. 1, 12–20.
- Pinto, R.; Souza, T.; Trede, R.; Kirkwood, R.; Figueirdo, E. & Fonseca, S. 2008. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Manual therapy*. Vol. 13, No.6, 513-519.
- Richter, P. & Hebgén, E. 2006. Triggerpisteet ja lihastoimintaketjut osteopatiassa ja manuaalisessa terapiassa. Suom. Ståhl, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Rolf, I.P. 1989. *Rolfing: reestablishing the natural alignment and structural integration of the human body for vitality and well-being*. Vermont: Healing Arts Press.
- Sahrmann, S.A. 2002. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. St. Louis: Mosby.
- Salminen, J. & Pohjolainen, T. 2003. Kliininen tutkiminen ja fyysisen suorituskyvyn mittaaminen. Teoksessa Alaranta H.; Pohjolainen T.; Salminen J.; Viikari-Juntura E. (toim.) *Fysiatría*. 3. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Schmidt, R.A & Craig, A. 2000. *Motor learning and performance*. 2. painos. Champaign: Human Kinetics.

Schleip, R.; Naylor I.; Ursu, D.; Melzer, W.; Zorn, A.; Wilke, H.-J.; Lehmann-Horn, F. & Klingler, W. 2006. Passive muscle stiffness may be influenced by active contractility of intramuscular connective tissue. *Medial Hypothesis*, Vol. 66, No. 1, 66-71.

Schleip, R.; Klingler, W. & Lehmann-Horn, F. 2005. Active fascial contractility: Fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. *Medial Hypothesis*, Vol.65, No. 2, 273-237.

Schultz, R.L. & Feitis, R. 1996. *The endless web: fascial anatomy and physical reality*. California: Noth Atlantic Books.

Snijders, C.J.; Vleeming, A. & Stoeckart, R. 1993. Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs. 1: Biomechanics of self-bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. *Clinical Biomechanics* Vol. 8, No. 6, 285–294.

Stanborough, M. 1994. *Direct release myofascial technique – An illustrated guide for practitioners*. Edinburg: Churchill Livingstone.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. *Laadullinen tutkimus ja sisältöanalyysi*. Helsinki: Tammi

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. *Laadullinen tutkimus ja sisältöanalyysi*. 6. uudistettu painos. Helsinki: Tammi

Vilka, H. 2007. *Tutki ja mittaa: Määrällisen tutkimuksen perusteet*. Helsinki: Tammi

Vleeming, A.; Pool-Goudzwaard, A.L.; Stoeckart, R.; van Wingerden, J.P. & Snijders, C.J. 1995. The posterior layer of the thoracolumbar fascia: it's function in load transfer from spine to legs. *Spine* Vol. 20, No. 7, 753–758.

Vleeming, A. on behalf of the COST B13 Working group on pelvic girdle pain 2007. *European guidelines on the diagnosis and treatment of pelvic girdle pain*. Teoksessa Vleeming, A.; Mooney, V. & Stoeckart R. (toim.) *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of Research and Therapy*. 2.painos. Edinburg: Churchill Livingstone.

Willard, F. 2007. The musculature, ligamentous and neural structure of the lumbosacrum and its relationship to low back pain. Teoksessa Vleeming, A.; Mooney, V. & Stoeckart R. (toim.) *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of Research and Therapy*. 2.painos. Edinburg: Churchill Livingstone.

Zazulak, B. T.; Hewett, T.E.; Reeves, N.; Goldberg, B. & Cholewicki, J. 2007. Deficits in neuromuscular control of the trunk predicts knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 35, No. 7, 1123–1130.

## Toimeksiantosopimus

Lupa 24.2.2010

Turun Ammattikorkeakoulu

Toimeksiannostamme fysioterapeuttiopiskelijat suorittavat opinnäytetyönään lantiorenkaan ja polvinivelen toimintaa käsittelevän työn. Työhön sisältyy mittauksia ja testejä, joiden kulusta olen saanut tarkan tiedon.

Testit ovat osa harjoitteluumme ja mahdollisesti niissä tapahtuvat vahingot kuuluvat vakuutuksemme piiriin.

Vapautamme fysioterapiaopiskelijat kaikesta vastuusta liittyen mahdollisiin vammautumisiin testien aikana. Mikäli he kuitenkin toimivat sovitusta testaustavasta poiketen ja vaarantavat pelaajien terveyden tahallisesti, vastuu on heidän.

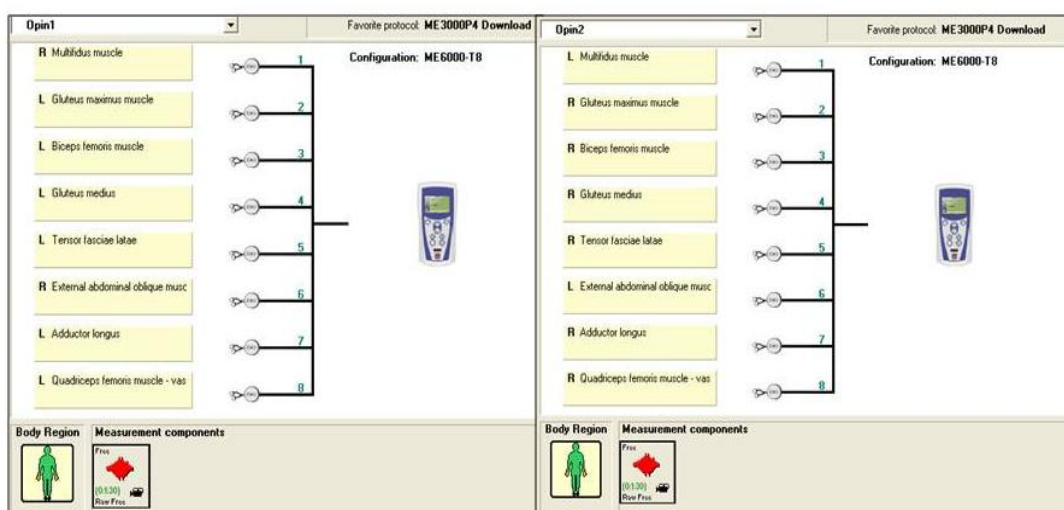
Turku 24.2.2010



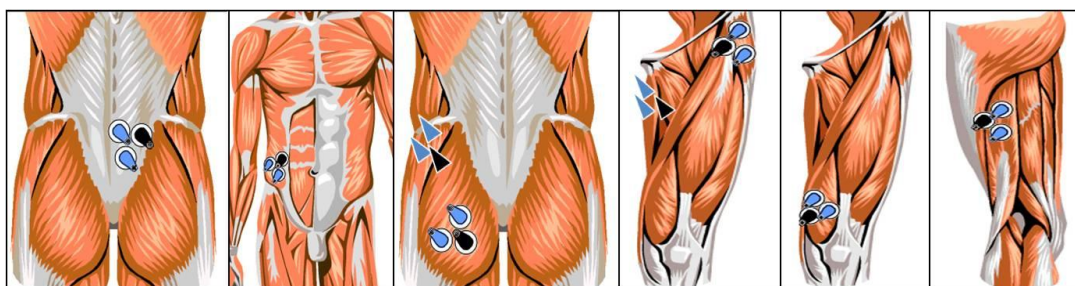
fysioterapeutti OMT

## EMG-mittausten kulku ja pintaelektrodien asettelu

Toiminnallisissa liiketesteissä mittauslaitteena käytettiin Muscle Tester ME6000 EMG-laitetta. EMG-laitteen avulla saatiin tietoa kahdeksan eri lihaksen sähköisestä aktiviteetista erilaisten toiminnallisten liiketestiä aikana. Raaka EMG-käyrää mitattiin 1000 Hz taajuudella. EMG-mittauksissa käytettiin kertakäyttöisiä Ag/AgCl-pintaelektrodeja. EMG-elektrodit (48kpl) asetettiin paikoilleen, karvattomalle iholle, heti tutkimuksen alussa. Asettelun hoiti sama testaja koko tutkimuksen ajan luotettavuuden takaamiseksi. Tutkittavia lihaksia oli kahdeksan molemmin puolin kehoa. Pintaelektrodeista kaksi asetettiin tutkittavan lihaksen lihasmassan päälle enintään 3cm etäisyydelle toisistaan. Kolmas elektrodi asetettiin yli 3cm päähän testattavasta lihaksesta. Ensimmäisenä suoritettiin ristihiipyttesti oikealla alaraajalla, jolloin kerättiin EMG:llä dataa Opin2 testiprotokollan mukaisesti. Tämän jälkeen EMG-johdot vaihdettiin Opin1 testiprotokollan mukaisesti ja suoritettiin ristihiipyttesti vasemmalla alaraajalla. Samalla asettelulla jatkettiin loput toiminnalliset liiketestit, jonka jälkeen EMG-johdot vaihdettiin vielä kerran Opin2 testiprotokollan mukaisesti ja liiketestit toistettiin.



Toiminnallisten liiketestiä protokollat, Opin1 ja Opin2.



Pintaelektrodien asettelu Opin1 testiprotokollan mukaisesti: mm. multifidus (oikea), m. gluteus maximus (vasen), m. biceps femoris (vasen), m. gluteus medius (vasen), m. tensor fascia latae (vasen), m. abdominis obliquus externus (oikea), m. adductor longus (vasen), m. vastus medialis (vasen).

## VAS-kipujana

Testin tarkoitus:

VAS-kipujanalla voidaan selvittää testattavan subjektiivinen arvio kipujen voimakkuudesta. Testattavia pyydetään myös kuvailemaan sanallisesti tuntemuksiaan testisuorituksen aikana. Sanallisen kuvailun pohjalta voidaan selvittää yleisiä tuntemuksia, kuten suorituksen puolieroja, mutta myös kivun laatua ja sitä missä kipu tuntuu.

Tarvittava välineistö:

- kynä
- ruuduton paperi, johon on piirretty 10 cm:n jana. Janan ääripäissä on merkinnät vasemmalla ”ei kipua” ja oikealla ”pahin mahdollinen kipu”.

Testin suoritusohje:

Testattavalta kysytään ennen jokaista testaustilannetta ja niiden jälkeen mahdollista kipua, sen paikkaa ja voimakkuutta. Testattavaa pyydetään merkitsemään janalle poikkiviiva siihen kohtaan, joka kuvaa parhaiten hänen kipujensa voimakkuutta. Jokaisen testisuorituksen ja testin yhteydessä käytetään uutta janaa, jotta testattava ei näe edellisen kerran merkintää.

Ohjeet testattavalle:

*”Tässä on jana, jonka tarkoituksena on kuvata tuntemasi kivun voimakkuutta. Janan vasen pää kuvaa tilannetta, jolloin ei ole lainkaan kipuja ja janan oikea pää tilannetta, jolloin kipu on pahinta mahdollista. Merkitse janalle poikkiviiva kohtaan, joka kuvaa parhaiten kivun voimakkuutta.”*

Tulosten kirjaaminen:

VAS-tulos merkataan testauslomakkeelle senttimetreinä 0.1 cm:n tarkkuudella.

(Salminen & Pohjolainen 2003, 58.)

## Ristihyppy-testin ohje

Testin tarkoitus:

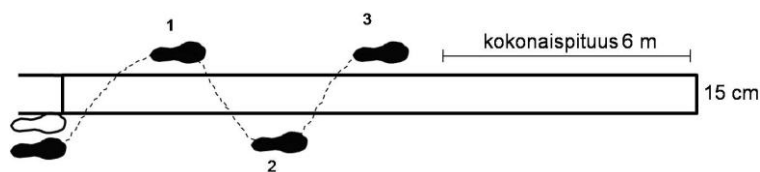
Testin avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen dynaamista stabiiliteettia korkealla kuormitustasolla sekä pinnallisten lihasten aktivoitumista ristihyppyjen aikana.

Tarvittava välineistö:

- kaksi videokameraa, 10m mittanauha, EMG-laite
- riittävän iso tila, jossa ristihyppytesti voidaan suorittaa

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testin kulku. Testi suoritetaan paljain jaloin, lämmittelemättä. Alustaan merkataan teipillä kaksi kuuden metrin viivaa, jotka ovat 15cm:n etäisyydellä toisistaan. Testattavaa pyydetään hyppäämään kolme hyppyä peräkkäin yhdellä alaraajalla ristiin viivojen yli pyrkien mahdollisimman pitkälle sekä säilyttämään tasapaino alastulon jälkeen. Testattava saa vapaasti käyttää yläraajoja hyppysuorituksen aikana. Testisuoritus aloitetaan uloimmalla alaraajalla ja suoritus lähtee yhden jalan seisonnasta. Testi tehdään ensin oikealla alaraajalla. Testiä tehdään niin kauan, kunnes on kaksi hyväksyttyä hyppysuoritusta molemmilla alaraajoilla. Testisuoritukset kuvataan kahdella videokameralla sekä edestä että sivulta. Kamera1 ja 2 sijoitetaan vakioitujen kuvakulmien mukaan.



(Noyes ym. 1991, 514)

Ohjeet testattavalle:

*"Nosta vasen/oikea jalka irti alustasta ja hyppää kolme hyppyä oikealla/vasemmalla jalalla ristiin viivojen yli, pyrkien mahdollisimman pitkälle. Hyppyjen jälkeen säilytä tasapainosi kahden sekunnin ajan ja jää paikoille kunnes annamme luvan siirtyä. Testin aikana saat käyttää käsiä vapaasti."*

Tulosten kirjaaminen:

Hyväksytyyn suoritukseen pituus mitataan mittanauhalla käyttäen mittayksikkönä senttimetrejä. Testiyritysten määrä ja hyväksytyjen hyppyjen pituus kirjataan testilomakkeelle. Hyppysuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Yhden jalan seisonta -testin ohje

Testin tarkoitus:

Testin avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen stabiiliteettia alhaisella kuormitustasolla sekä pinnallisten lihasten aktivoitumista yhden jalan seisonnassa aikana. EMG:n avulla saadaan tietoa sekä tukijalan puoleisesta lihasaktivaatiosta, että nostettavan alaraajan lihasaktivaatiosta.

Tarvittava välineistö:

- kaksi videokameraa
- EMG-laite

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testin kulku. Testi suoritetaan paljain jaloin, kasvot kamerasta pois päin ja yläraajat vartalon vierellä. Testattavaa pyydetään seisomaan jalat noin 15cm:n etäisyydellä toisistaan (merkataan teipillä lattiaan) ja nostamaan alaraajaa irti alustasta vuorotellen kolme kertaa. Testattavaa ohjeistetaan nostamaan polvea 90° fleksioon, kunnes reisi tulee vaakatasoon. Testisuoritus kuvataan kahdella videokameralla. Toisella kameralla kuvataan suoritusta suoraan takaa vakioidulta etäisyydeltä ja toisella kameralla kuvataan vapaasti suoritusta takaa, viistosti sivulta ja suoraan sivulta.

Ohjeet testattavalle:

*"Aseta kantapäät mustille viivoille. Pidä kädet vartalon vierellä. Nosta jalka rauhallisesti ylös lattiasta ja tuo reisi vaakatasoon, ja laske jalka rauhallisesti alas. Tee liike vuorotellen kolme kertaa molemmilla jaloilla, aloita vasemmalla/oikealla."*

Tulosten kirjaaminen:

Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Aktiivisen suoran jalan nosto -testin ohje

Testin tarkoitus:

Testin avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen stabiiliteettia alhaisella kuormitustasolla sekä pinnallisten lihasten aktivoitumista suoran jalan nostotestin aikana. EMG:n avulla saadaan tietoa sekä tukijalan puoleisesta lihasaktivaatiosta, että nostettavan alaraajan lihasaktivaatiosta.

Tarvittava välineistö:

- kaksi videokameraa
- hoitopöytä
- EMG-laite

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testin kulku. Testi suoritetaan selinmakuulla, kantapäät hoitopöydällä ja yläraajat vartalon vierellä. Testattavaa pyydetään nostamaan alaraajaa suorana ylös hoitopöydältä, noin 20cm korkeudelle pöytätasosta, ja laskemaan rauhallisesti takaisin alas. Testiliike tehdään vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla. Testisuoritus kuvataan kahdella videokameralla. Toisella kameralla kuvataan suoritusta suoraan sivulta vakiodulta etäisyydeltä (pintaelektrodipuoli kameraa päin) ja toisella kameralla kuvataan suoritusta vapaasti takaa, yläviistosta.

Ohjeet testattavalle:

*"Käy selinmakuulle hoitopöydälle ja pidä kädet vartalon vierellä. Nosta jalkaa suorana, polvea koukistamatta rauhallisesti 20cm hoitopöydän yläpuolelle ja laske jalka rauhallisesti takaisin alas. Tee liike vuorotellen kolme kertaa molemmilla jaloilla, aloita vasemmalla/oikealla."*

Tulosten kirjaaminen:

Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.



## Polven ekstensio -testin ohje

Testin tarkoitus:

Testin avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen stabiiliteettia alhaisella kuormitustasolla sekä pinnallisten lihasten aktivoitumista polven ekstension aikana.

Tarvittava välineistö:

- kaksi videokameraa
- hoitopöytä
- EMG-laite

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testin kulku. Testi suoritetaan istuen hoitopöydällä, lonkka 90° fleksiossa, selkä neutraaliasennossa ja yläraajat vartalon vierellä. Testattavaa ohjeistetaan istumaan paino tasaisesti molemmilla istuinkyhmyillä, reisien takaosat hoitopöydällä ja molemmat jalkapohjat irti lattiasta. Testattavaa pyydetään ojentamaan polvea suoraksi vuorotellen kolme kertaa. Testattavaa ohjeistetaan myös pitämään selkä suorana ja välttämään yläraajoihin tukeutumista liikkeen aikana. Testisuoritus kuvataan kahdella videokameralla. Toisella kameralla kuvataan suoritusta suoraan edestä vakioidulta etäisyydeltä ja toisella kameralla kuvataan suoritusta vapaasti sekä sivulta että takaa.

Ohjeet testattavalle:

*"Istu selkä suorana, kädet vartalon vierellä. Älä kuitenkaan tukeudu käsillä hoitopöytään suorituksen aikana. Pidä selkä suorana samalla kun ojennat polven rauhallisesti suoraksi. Tee liike vuorotellen kolme kertaa molemmilla jaloilla, aloita vasemmalla/oikealla."*

Tulosten kirjaaminen:

Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Lonkan ekstensio -testin ohje

Testin tarkoitus:

Testin avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen stabiliteettia alhaisella kuormitustasolla sekä pinnallisten lihasten aktivoitumista lonkan ekstension aikana.

Tarvittava välineistö:

- kaksi videokameraa
- hoitopöytä
- EMG-laite

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testin kulku. Testi suoritetaan vatsamakuulla, kasvot pois päin kamerasta, alaraajat suorina ja jalkaterät hoitopöydän reunan yli sekä yläraajat vartalon vierellä. Testattavaa pyydetään nostamaan alaraajaa, polvi suorana irti alustasta, mahdollisimman ylös ja laskemaan rauhallisesti alas takaisin. Testattavaa ohjeistetaan pitämään selkä ja lantio paikoillaan liikkeen aikana. Testiliike tehdään vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla. Testisuoritus kuvataan kahdella videokameralla. Toisella kameralla kuvataan suoritusta suoraan sivulta vakioidulta etäisyydeltä (pintaelektrodipuoli kameraa päin) ja toisella kameralla kuvataan suoritusta vapaasti takaa, yläviistosta.

Ohjeet testattavalle:

*”Käy vatsamakuulle hoitopöydälle, jalkaterät reunan yli ja kädet vartalon vierellä. Käännä kasvot pois päin kamerasta. Pidä selkä ja lantio paikoillaan samalla kun nostat jalan mahdollisimman ylös. Pidä polvi suorana koko liikkeen ajan. Laske jalka rauhallisesti alas. Tee liike vuorotellen kolme kertaa molemmilla jaloilla, aloita vasemmalla/oikealla.”*

Tulosten kirjaaminen:

Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Polven fleksio -testin ohje

Testin tarkoitus:

Testin avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen stabiiliteettia alhaisella kuormitustasolla sekä pinnallisten lihasten aktivoitumista polven fleksion aikana.

Tarvittava välineistö:

- kaksi videokameraa
- hoitopöytä
- EMG-laite

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testin kulku. Testi suoritetaan vatsamakuulla, kasvot pois päin kamerasta, alaraajat suorina ja jalkaterät hoitopöydän reunan yli sekä yläraajat vartalon vierellä. Testattavaa pyydetään koukistamaan polvea ja viemään kantapäätä mahdollisimman lähelle pakaraa ja toinen alaraaja pysyy suorana hoitopöydällä. Testattavaa pyydetään palauttamaan alaraajan rauhallisesti takaisin hoitopöydälle. Testattavaa ohjeistetaan pitämään selkä ja lantio paikoillaan liikkeen aikana. Testiliike tehdään vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla. Testisuoritus kuvataan kahdella videokameralla. Toisella kameralla kuvataan suoritusta suoraan sivulta vakioidulta etäisyydeltä (pintaelektrodipuoli kameraa päin) ja toisella kameralla kuvataan suoritusta vapaasti takaa, yläviistosta.

Ohjeet testattavalle:

*”Käy vatsamakuulle hoitopöydälle, jalkaterät reunan yli ja kädet vartalon vierellä. Käännä kasvot pois päin kamerasta. Pidä selkä ja lantio paikoillaan samalla kun viet rauhallisesti kantapäätä kohti pakaraa. Laske jalka rauhallisesti alas. Tee liike vuorotellen kolme kertaa molemmilla jaloilla, aloita vasemmalla/oikealla.”*

Tulosten kirjaaminen:

Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Rangan liikkuvuus -testien ohjeet

Testien tarkoitus:

Testien avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen liikkuvuudesta, erityisesti lannerangan liikkuvuudesta suhteessa lonkkanivelen liikkuvuuteen. Testattavalta testataan vartalon fleksio, ekstensio ja lateraalifleksio.

Tarvittava välineistö:

- videokamera
- ruudukkotausta, koostuen 15x15cm:n ruuduista

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testien kulku. Testi suoritetaan seisten, alusvaatteet päällä, ruudukko taustalla ja yläraajat vartalon vierellä. Testattavaa ohjeistetaan seisomaan jalat noin 15cm:n etäisyydellä toisistaan (merkataan 20cm x 50cm neliöt teipillä lattiaan). Testattavaa pyydetään taivuttamaan vartaloa eteen ja taakse, aloittaen vasen kylki kameraa päin. Testi toistetaan oikea kylki kameraan päin. Testattavaa ohjeistetaan pitämään jalat ja lantio paikoillaan vartalon ekstension aikana. Testattavaa pyydetään tämän jälkeen taivuttamaan vartaloa sivuille ensin oikealle ja sitten vasemmalle. Testattavaa ohjeistetaan taivuttamaan vartaloa suoraan sivulle testiliikkeen aikana. Testisuoritukset kuvataan videokameralla vakioidulta etäisyydeltä ja liikeratojen lopusta otetaan videokameralla pysäytyskuva.

Ohjeet testattavalle :

*”Seiso vasen kylki kameraa päin, aseta varpaat keskimmäisien mustan viivan taakse ja pidä kädet vartalon vierellä. Kumarru rauhallisesti eteen mahdollisimman pitkälle ja palaa takaisin ylös. Pidä lantio ja jalat paikoillaan ja taivuta ylävartaloa taaksepäin mahdollisimman pitkälle, palaa takaisin ylös. Käänny oikea kylki kameraa päin ja toista taivutus eteen ja taakse. Käänny kasvot ruudukkoa päin. Aseta jalat neliöin sisälle. Taivuta ylävartaloa suoraan sivulle oikealle/vasemmalle. Liuta kättä reittä pitkin mahdollisimman alas, palaa takaisin ylös.”*

Tulosten kirjaaminen:

Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Stork-testin ohje

Testin tarkoitus:

Testin avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisen alueen dynaamista stabiiliteettia voiman siirtäjänä lannerangan ja alaraajojen välillä. Testillä voidaan selvittää fleksoitavan alaraajan SIPS:n posteriorista rotaatioliikettä suhteessa sacrumiin.

Tarvittava välineistö:

- videokamera

Testin suoritusohje:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testin kulku. Testi suoritetaan seisten, alusvaatteet päällä, paljain jaloin. Testaajan oikea/vasen peukalo on oikean/vasemman SIPS:in kohdalla ja vasen/oikea peukalo on sacrumissa, S2 kohdalla. Testattavaa pyydetään nostamaan reisi vaakatasoon ja testaaja tunnustelee mahdollista SIPS:n anteriorista tai posteriorista kiertymistä noston aikana. Testi suoritetaan kolmeen kertaan molemmille alaraajoille, aloittaen oikealla alaraajalla. Testisuoritukset kuvataan videokameralla takaviistosta, noin 45° kulmasta.

Ohjeet testattavalle:

*"Asetan käteni sinun lantion luisien rakenteiden päälle ja tunnustelen testin aikana tapahtuvaa liikettä lantiossasi. Nosta oikea jalka irti lattiasta ja tuo reisi vaakatasoon ja laske jalka alustaan. Tee uudestaan oikealla jalalla x 2. Tehdään samalla tavalla vasemmalle puolelle."*

Tulosten kirjaaminen:

Mahdollista rotaatioliikettä, sen suuntaa sekä puolieroja merkataan testilomakkeelle. Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Lonkan liikkuvuus -testien ohjeet

Testien tarkoitus:

Testin avulla saadaan selville testattavan lonkkaniveliä passiivinen ekstensio-, ulkorotaatio- ja sisärotaatioliikkuvuus.

Tarvittava välineistö:

- hoitopöytä
- vipuvarsi- ja kompassigoniometri

Testien suoritusohjeet:

Ennen suoritusta testattavalle selvitetään testien kulku. Testi suoritetaan vatsamakuulla, pää hoitopöydän reiässä ja kädet käsinojilla. Lonkan passiivista rotaatiota testatessa testattavan puolen polvi on 90° fleksiassa ja toinen alaraaja on suorana hoitopöydällä. Lonkan passiivinen ekstensio mitataan vipuvarsigoniometrillä ja lonkan passiiviset rotaatiot mitataan kompassigoniometrillä. Lonkan ekstensiossa testaaaja fiksoi manuaalisesti lantiota ja vie passiivisesti alaraajaa testattavaan suuntaan. Toinen testaaaja mittaa liikkuvuuden. Lonkan rotaatiossa testaaaja fiksoi manuaalisesti lantiota ja toinen testaaaja vie passiivisesti alaraajaa testattavan suuntaan ja mittaa liikkuvuuden. Testit suoritetaan kahteen kertaan molemmille alaraajoille. Kolmas suoritus tehdään, mikäli ensimmäiset mittaustulokset eroavat > 10% toisistaan.

Ohjeet testattavalle:

*"Käy vatsamakuulle hoitopöydälle. Pidän lantiosi paikallaan ja samalla nostan jalkaasi polvi suorana irti alustasta. Palautan alaraajan alustaan rauhallisesti."*

*"Pidän lantiosi paikallaan samalla, kun toinen testaaaja vie jalkaasi sisään- ja ulospäin."*

Tulosten kirjaaminen:

Liikkuvuustulokset merkataan testilomakkeen taulukkoon, yhden asteen tarkkuudella. Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle.

## Lihasten venyvyys -testien ohjeet

Testien tarkoitus:

Testien avulla saadaan selville testattavan lumbopelvisellä alueella kiinnittyvien lihasten venyvyydestä. Testattavalta testataan modifioidulla Thomasin testillä m. iliopsoaksen, m. rectus femoriksen, m. tensor fascia lataen venyvyyttä. Lisäksi testataan hamstring-lihasten venyvyyttä.

Tarvittava välineistö:

- videokamera, hoitopöytä, matto, puulaatikoita ja kompassioniometri

Testin suoritusohje:

Modifioitu Thomasin testi suoritetaan hoitopöydän päädyssä selinmakuulla. Toinen alaraaja on polvi ja lonkka koukussa rinnan päällä. Lumbaaliranka on kiinni hoitopöydässä. Testattavan puolen alaraaja roikkuu rentona hoitopöydän reunan yli. Testi suoritetaan kerran molemmilla alaraajoilla. Testisuorituksista otetaan videokameralla pysäytyskuva sivulta ja edestä. Hamstring-lihasten venyvyyttä mitataan kompassioniometrillä ja mittari asetetaan nilkan mediaalisivulle. Testi suoritetaan lattialla, selinmakuulla, testattavan puolen alaraajan lonkka ja polvi 90° fleksiossa laatikoiden päällä. Testaaja fiksoi kevyesti testattavan henkilön reiden takaosan puulaatikkoa vastaan. Testi suoritetaan kahteen kertaan molemmille alaraajoille. Kolmas suoritus tehdään mikäli ensimmäiset mittaustulokset eroavat > 10 % toisistaan.

Ohjeet testattavalle:

*”Seiso selkä hoitopöydän päätyä päin, peruuta taaksepäin, kunnes pakarat osuvat hoitopöydän reunaan. Ota toisesta jalasta kiinni polven alapuolelta ja käy selinmakuulle hoitopöydälle. Älä anna alaselän nousta hoitopöydältä.”*

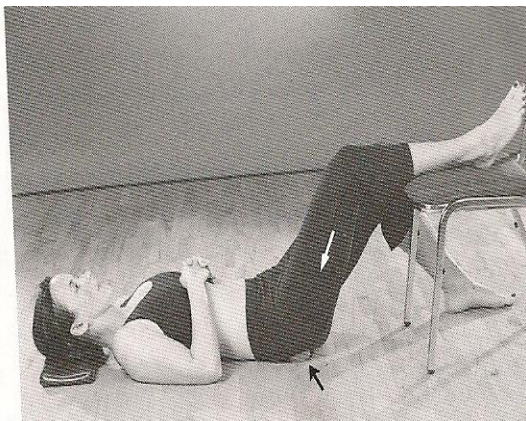
*”Käy selinmakuulle matolle. Aseta vasen/oikea jalka laatikoiden päälle, reiden takaosa kiinni laatikoissa. Oikea/vasen jalka on suorana laatikoiden vierellä. Koukista nilkkaa kevyesti ja ojenna vasen/oikea polvi rauhallisesti mahdollisimman suoraksi. Pidä vastakkainen jalka koko ajan suorana lattiaa vasten.”*

Tulosten kirjaaminen:

Mod. Thomasin testin pysäytyskuvista mitataan venyvyyksien astelukuja, eli nivelkulmia, yhden asteen tarkkuudella. Venyvyydet tulokset merkataan testilomakkeelle. Testisuorituksen jälkeen kysytään subjektiivisia tuntemuksia sekä merkataan mahdollinen kipu VAS-kipujanalle. Viitearvot Mod. Thomasin testi: m. iliopsoas: femur vaakatasossa, m. rectus femoris: polvi lähes 90° flexiossa, m. tensor fascia latae: femur keskilinjassa (Gabbe, 2004 92–93; Chaitow 2006, 145–147). Hamstring-lihasten viitearvo 70° (Lee 2004, 116).

## Esimerkki interventiokerran harjoitusohjelmasta

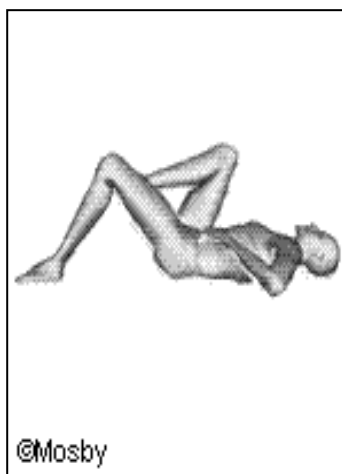
Henkilökohtainen harjoitusohjelma tutkimushenkilö 3:



Lähde: mukaillen Lee 2004, 179.

**TARKOITUS:** Pakaralihasten rentoutus ja piriformis venyttäminen.

**SUORITUS:** Selinmakuulla. Aseta toinen jalka tuolille tai seinää vasten ja pieni pallo pakaralle. Rentoudu ja pysy asennossa useita minutteja. Jatka piriformis-venytykseen. Suorista toinen jalka lattialle. Nosta toinen reisi kohti vatsaa, reisiluu ulkokierrossa. Tartu kädellä polven ulkosyrjältä. Vie jalkaa kohti vatsaa ja kohti vastakkaista hartiaa. Tunne venytys lantion takana. Pysy asennossa 60 sek.



**TARKOITUS:** Vatsalihasten ja lonkankoukistajien suorituskyvyn parantuminen.

**SUORITUS:** Nosta reittä kuminauhalla hyvin kevyesti avustaen, siten että pinnalliset reiden lihakset pysyvät mahdollisimman rentoina. Nosta jalkaa rintaa kohti niin, että lonkka on yli 90 astetta koukussa. Tunne jännitys syvällä nivusen alueella. Pidä vatsa litteänä. Pysy asennossa 10 sekuntia ja toista 10 kertaa. Toista 10 x myös toiselle puolelle. Pidä selkä paikalla, kun liikutat alaraajojasi. Pidä selkälihaksen mahdollisimman rentoina. Älä anna vatsan pullistua.

Lähde: mukaillen Sahrman 2002, 411.

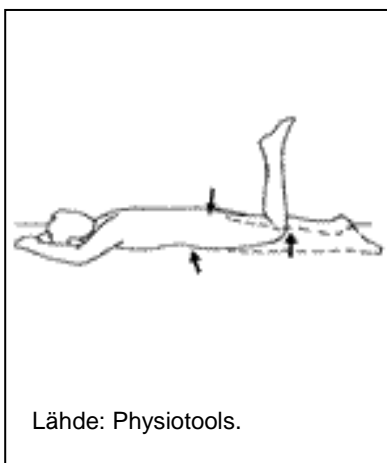




Lähde: mukaillen Elphinston 2008, 155.

**TARKOITUS:** Keskimmäisen pakaralihaksen vahvistuminen.

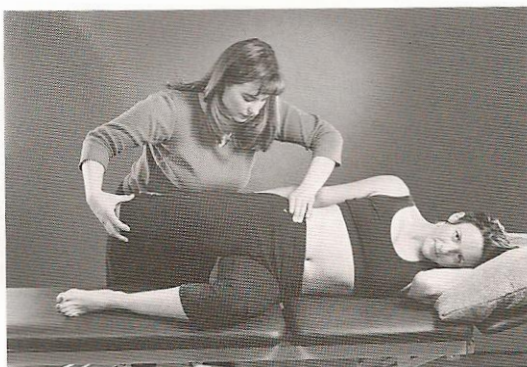
**SUORITUS:** Makaa kyljelläsi selkä ja lantio keskiasennossa, polvet ja lonkat koukussa ”Lyhennä” reisiluuta kohti lonkkamaljaa. Pidä kantapäät yhdessä, nosta hitaasti päällimmäistä polvea, älä anna selän tai lantion kiertyä laisinkaan. Nosta jalkaa vain niin pitkälle kuin se on mahdollista ilman selän tai lantion liikettä. Palauta jalka hitaasti alkuasentoon samalla säilyttäen lantion ja selän hallinnan. Toista 10 x10 sekunnin pito.



Lähde: Physiotools.

**TARKOITUS:** Ison pakaralihaksen vahvistuminen.

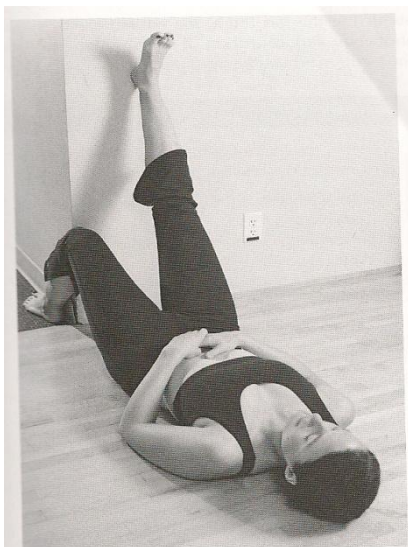
**SUORITUS:** Päinmakuulla. Vie vasen käsi pään yläpuolelle ojennettuna, peukalo osoittaen kohti kattoa. Vedä vatsa sisään. Nosta oikeaa alaraajaa polvi suorana alustalta samalla tukien oikealla kädellä suoliluun harjulta lantiota, ettei se pääse liikkumaan sivulle. Tunne jännitys pakarassa. Koukista oikea polvi, yritä pitää takareisi mahdollisimman rentona. Nosta koukistettua jalkaa muutama sentti lattialta. Pidä pakarassa jännitys 10 sek. pito. Toista 10 kertaa. Älä päästä lanneselkää kaareutumaan tai lantiota kiertymään.



Lähde: mukaillen Lee 2004, 247

**TARKOITUS:** Reiden etuosan lihasten venyttäminen.

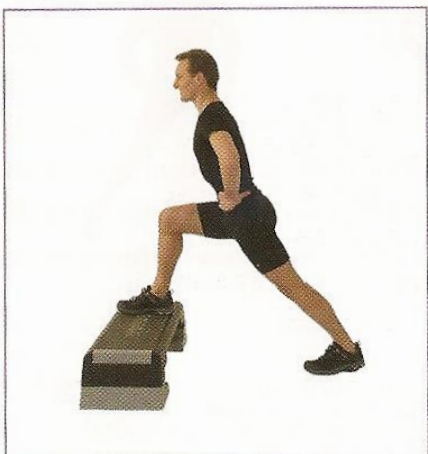
**SUORITUS:** Makaa kyljelläsi polvet koukussa. Ota päällimmäisen jalan nilkasta kiinni. Kallista lantiota taakse, vie häntäluuta kohti napaa. Vedä varovasti kantapäätä pakaraa kohti. Vie reittä taaksepäin. Tunne venytys etureidessä. Pidä asento 20-60 sekuntia.



TARKOITUS: Reiden takaosan lihaksen venyttäminen.

SUORITUS: Asetu selinmakuulle seinän vierelle lähelle kulmaa. Nosta toinen jalka seinää vasten. Liuta kantapäätä seinää myöten rauhalliseen tahtiin, samalla polvea kuokistaen ja ojentaen. Toista 10 x. Keskity rentouttamaan reiden lihaksia. Pysy asennossa 60 sek.

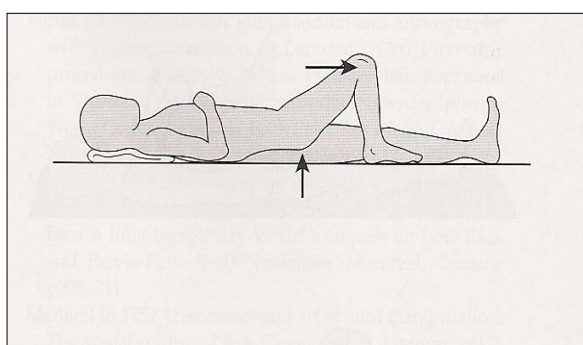
Lähde: mukaillen Lee 2004, 247



TARKOITUS: Tensor fascia latae venytys.

SUORITUS: Nosta toinen jalka tuolille. Seiso lähempänä tuolia kuin kuvassa. Aseta jalkaterät samalle linjalle. Kierrä taaimmaista jalka hieman ulkokiertoon. Kallista lantiota taaksepäin eli käännä häntäluuta kohti napaa. Vie vartalon painoa eteenpäin. Selkä ja alaraaja pysyvät samassa linjassa. Alaselkä ei saa päästä notkolle. Tunne venytys reiden yläosan ulkosivulla. Pidä asento 20–60 sekuntia.

Lähde: mukaillen Elphinston 2008, 155.



TARKOITUS: Lantion taaksekiertymisen harjoittaminen.

SUORITUS: Ponnista koukussa olevalla jalalla "eteenpäin" reisililuun suuntaisesti. Älä nosta lantiota alustalta. Tunne pieni liike lantion takana Si-nivelenseudulla. Pidä 10 sek. ja toista 3 kertaa.

Lähde: DonTigny 2007, 275.

## Liikkuvuustestien tulokset

Taulukko 1. Tutkimushenkilö 1 liikkuvuustestien tulokset.

Testi	Tulokset		Havainnot alku- ja loppumittauksissa	Muutokset ryhdissä
<b>Selän liikkuvuus</b>				
vartalon eteentaivutus			Alkumittauksissa eteentaivutuksen huippupiste jäi keskelle gluteaali-lihaksia eli kokonaisliike oli riittävä. Lonkkanivelistä tuli suhteessa enemmän liikettä kuin lumbaalirangasta. Loppumittauksissa lumbaalirangasta tuli enemmän fleksioliikettä.	Sivusta katsottuna oli havaittavissa että painopiste oli muuttunut optimaalisemmaksi eli se oli siirtynyt posteriorisesti, lähemmäs luotisuoraa. Pään asento oli parantunut, eli anteriorinen työntyminen oli vähäisempää. Cervikaalirangan korostunut lordoosi ja thorakaalirangan korostunut kyfoosi olivat pienentyneet. Takaa havainnoidessa oli scapuloiden puolierot tasoittuneet ja niiden asento oli muuttunut symmetrisemmäksi. Edestä oli havaittavissa että oikean alaraajan linjaus oli parantunut ja femur ei ollut enää niin sisärotaatiassa.
vartalon sivutaivutus			Alkumittauksissa vartalon sivutaivutuksessa oikealle kokonaisliikettä oli enemmän kuin vasemmalle. Vasemmalle oli havaittavissa kompensatorinen rotaatioliike lantiosta oikealle ja painonsiirto oikealle alaraajalle oli puutteellista. Sama ilmiö oli havaittavissa myös loppumittauksissa.	
vartalon taaksetaivutus			Alkumittauksissa ekstensioliike oli rajoittunut, huippupiste jäi navan korkeudelle. Suorituksen aikana ilmeni kipua lumbaalirangassa (VAS 2,5). Loppumittauksissa ei ilmennyt kipua ja vartalon taaksetaivutuksen liikelaajuus oli suurempi.	
<b>Lonkan liikkuvuus</b>	<b>oikea</b>	<b>vasen</b>		
ulkorotaatio (viitearvo 45°)	34°/39° (+5°)	38°/37° (-1°)	Alkumittauksissa ulkorotaatiassa oli liikerajoitusta verrattuna viitearvoihin. Liikerajoitusta oli oikealla puolella enemmän. Loppumittauksissa puolierot olivat tasoittuneet, mutta liikelaajuudet olivat edelleen alle viitearvojen.	
sisärotaatio (viitearvo 45°)	31°/39° (+8°)	28°/41° (+13°)	Alkumittauksissa sisärotaatioiden liikelaajuudet olivat alle viitearvojen. Liikerajoitusta oli enemmän vasemmalla puolella. Loppumittauksissa puolierot olivat tasoittuneet, mutta liikelaajuudet olivat edelleen alle viitearvojen.	
ekstensio (viitearvo 10°)	16°/21° (+5°)	13°/13° (0°)	Alkumittauksissa ekstensioliikkuvuus oli yli viitearvojen molemmin puolin. Loppumittauksissa liikkuvuus oli lisääntynyt oikealla ja pysynyt samana vasemmalla.	
<b>Stork-testi</b>			Lanton SIPS:ien posteriorinen kiertyminen oli symmetristä sekä alku- että loppumittauksissa.	
<b>Lihassetävyys</b>				
m. rectus femoris (viitearvo polvi 90° fleksiassa)	55°/46° (-9°)	60°/51° (-9°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemminpuolisesti. Loppumittauksissa lihaskireys oli lisääntynyt.	
m. tensor fascia latae (viitearvo femur keskilinjassa)	37°/23° (-14°)	15°/25° (+10°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemminpuolisesti. Loppumittauksissa lihaskireys oli vähentynyt oikealla puolella ja lisääntynyt vasemmalla puolella.	
m. iliopsoas (viitearvo femur vaakatasossa)	0°/-20° (+20°)	-5°/-18° (+13°)	Alkumittauksissa reisi oli lähempänä vaakatasoa kuin loppumittauksissa molemmin puolin. Loppumittauksissa reisi roikkui enemmän vaakatason alapuolella.	
hamstring-lihakset (viitearvo 70°)	72°/73° (+1°)	72°/80° (+8°)	Alkumittauksissa liikelaajuudet viitearvojen mukaiset molemmin puolin. Loppumittauksissa lihasvetävyys oli lisääntynyt molemmin puolin, enemmän vasemmalla puolella.	

(Clarkson 2000, 268; Lee 2004)

## Liikkuvuustestien tulokset

Taulukko 2. Tutkimushenkilö 2 liikkuvuustestien tulokset.

Testi	Tulokset		Havainnot alku- ja loppumittauksissa	Muutokset ryhdissä
<b>Selän liikkuvuus</b>				
vartalon eteentaivutus			Alkumittauksessa oli havaittavissa lievää liikerajoitusta lumbaalirangan fleksiossa. Loppumittauksissa lumbaalirangan fleksiosuuntainen liikkuvuus oli lisääntynyt ja huippupiste osui keskelle gluteaali-lihaksia.	Sivusta katsottuna oli havaittavissa että anteriorisesti kallistunut painopiste oli muuttunut lähemmäs optimaalisempaa linjaa. Samoin pään anteriorinen työntyminen oli vähäisempää ja cervikaalirangan korostunut lordoosi oli pienentynyt. Takaa ryhtiä tarkasteltaessa oli alkumittaustenyhteydessä havaittavissa lantion rotatoitumista vasemmalle ja thorakaalirangan sekä cervikaalirangan rotatoitumista oikealle. Loppumittauksissa nämä rotaatiot olivat pienentyneet ja samalla pään asento oli muuttunut paremmaksi ja scapuloiden asennot olivat muuttuneet symmetrisemmiksi. Lisäksi puolierot kykikolmioiden kohdalla olivat tasoittuneet. Edestä katsottuna oli havaittavissa että oikean alaraajan linjaus oli muuttunut paremmaksi ja puolierot olivat tasoittuneet.
vartalon sivutaivutus			Alkumittauksissa sivutaivutuksessa oikealle liike oli tasainen. Vasemmalle painon siirto oikealle alaraajalle ei onnistunut ja lantioon tuli rotaatiota vasemmalle. Sama ilmiö oli havaittavissa loppumittauksissa.	
vartalon taaksetaivutus			Liikelaajuudet olivat riittävät sekä alku- että loppumittauksissa.	
	<b>oikea</b>	<b>vasen</b>		
<b>Lonkan liikkuvuus</b>				
ulkorotaatio (viitearvo 45°)	36°/42° (+6°)	28°/41° (+13°)	Alkumittauksissa ulkorotaatiossa oli molemminpuolin liikerajoitusta viitearvoihin nähden. Loppumittauksissa rotaatioliikkuvuudet olivat lisääntyneet tai pysyneet samana kuitenkin niin että puolierot olivat tasoittuneet.	
sisärotaatio (viitearvo 45°)	31°/38° (+7°)	41°/41° (0°)	Alkumittauksissa sisärotaatio oli oikealla rajoittunut ja vasemmalla lähes viitearvojen mukainen. Loppumittauksissa ei ollut havaittavissa muutoksia.	
ekstensio (viitearvo 10°)	14°/16° (+2°)	15°/14° (0°)	Alkumittauksissa lonkan ekstensioliikkuvuus oli yli viitearvojen ja loppumittauksissa liikelaajuus oli lisääntynyt oikealla puolella.	
<b>Stork-testi</b>			Alkumittauksissa vasemmalla puolella lantion SIPS:in posteriorinen kiertyminen oli vähäisempää. Loppumittauksissa puolierot olivat tasoittuneet.	
<b>Lihasyvyys</b>				
m. rectus femoris (viitearvo polvi 90° fleksiossa)	55°/61° (+6°)	54°/63° (+9°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemminpuolisesti. Loppumittauksissa venyvyys oli lisääntynyt molemmin puolin.	
m. tensor fascia latae (viitearvo femur keskilinjassa)	28°/35° (+7°)	32°/36° (+4°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemminpuolisesti. Loppumittauksissa lihaskireys oli lisääntynyt molemmin puolin.	
m. iliopsoas (viitearvo femur vaakatasossa)	-10°/-12° (+2°)	-8°/-9° (+1°)	Alkumittauksissa reisi roikkui vaakatason alapuolella. Loppumittauksissa ei ollut havaittavissa muutoksia.	
hamstring-lihakset (viitearvo 70°)	67°/80° (+13°)	78°/79° (+1°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli lievästi oikealla puolella. Loppumittauksissa venyvyys oli lisääntynyt oikealla puolella ja puolierot olivat tasoittuneet.	

(Clarkson 2000, 268; Lee 2004)

## Liikkuvuustestien tulokset

Taulukko 3. Tutkimushenkilö 3 liikkuvuustestien tulokset.

Testi	Tulokset		Havainnot alku- ja loppumittauksissa	Muutokset ryhdissä	
<b>Selän liikkuvuus</b>					
vartalon eteentaivutus			Alkumittauksissa liikerajoitusta oli lumbaalirangan fleksiassa, huippupiste jäi lumbaalirangan yläosan korkeudelle. Lonkkanivelistä ei tullut tarpeeksi liikettä ja hamstring-lihaksien kireys veti lantiota posteriorisesti. Loppumittauksissa lumbaalirangan fleksiosuuntainen liike oli lisääntynyt ja lantion taakse työntyminen oli vähäisempää, huippukohta jäi lähemmäksi lantiota.	Sivusta katsottuna oli havaittavissa että painopiste oli muuttunut lähemmäs optimaalisempaa linjaa. Takaa ryhtiä tarkasteltaessa oli havaittavissa että alemman nilkkanivelen pronatio asento oli vähentynyt eli calcaneusten asento oli muuttunut paremmaksi ja paino ei enää ollut niin paljoa jalkaterien mediaalireunoilla. Edestä ryhtiä tarkasteltaessa oli havaittavissa, että oikean alaraajan linjaus oli optimaalisempi ja lantion asento tasapainoisempi. Lisäksi paino oli jakautunut tasaisemmin molemmille alaraajoille, ja hartioiden asento oli muuttunut symmetrisemmäksi.	
vartalon sivutaivutus			Alkumittauksissa sivutaivutus vasemmalle sujui tasaisesti. Oikealle sivutaivutuksessa oli liikerajoitusta ja painonsiirto oikealle alaraajalle ei onnistunut ja tästä johtuen lantio rotatoitui oikealle. Sama ilmiö oli havaittavissa loppumittauksissa.		
vartalon taaksetaivutus			Alkumittauksissa liikelaajuus ei ollut riittävä, vaan huippupiste jäi navan korkeudelle. Loppumittauksissa liikelaajuus oli lisääntynyt ja se oli riittävä.		
	<b>oikea</b>	<b>vasen</b>			
<b>Lonkan liikkuvuus</b>					
ulkorotaatio (viitearvo 45°)	41°/48° (+7°)	44°/52° (+8°)	Alkumittauksissa ulkorotaatiot olivat viitearvojen mukaiset molemmin puolin. Loppumittauksissa liikkuvuus oli lisääntynyt molemmin puolin.		
sisärotaatio (viitearvo 45°)	21°/25° (+4°)	23°/28° (+5°)	Alkumittauksissa sisäkierrassa oli molemminpuolisesti liikerajoitusta. Loppumittauksissa liikkuvuus oli lisääntynyt molemmin puolin.		
ekstensio (viitearvo 10°)	15°/7° (-8°)	12°/9° (-3°)	Alkumittauksissa liikkuvuus oli viitearvojen mukainen molemmin puolin. Loppumittauksissa liikelaajuus oli vähentynyt molemmin puolin, mutta oli kuitenkin lähellä viitearvoja.		
<b>Stork-testi</b>			Alkumittauksissa vasemmalla puolella lantion SIPS:in kiertyminen posteriorisesti oli vähäisempää. Loppumittauksissa puolierot olivat tasoittuneet.		
<b>Lihassetävyys</b>					
m. rectus femoris (viitearvo polvi 90° fleksiassa)	48°/39° (-11°)	44°/52° (+8°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemmin puolin. Loppumittauksissa lihaskireys oli vähentynyt vasemmalla puolella ja lisääntynyt oikealla puolella.		
m. tensor fascia latae (viitearvo femur keskilinjassa)	34°/22° (12°)	33°/19° (14°)	Alkumittauksissa oli lihaskireyttä molemmin puolin. Loppumittauksissa lihaskireys oli vähentynyt molemmin puolin.		
m. iliopsoas (viitearvo femur vaakatasossa)	-14°/-24° (+10°)	-15°/-14° (-1°)	Alkumittauksissa reisi roikkui vaakataso alapuolella molemmin puolin. Loppumittauksissa reiden roikkuminen oli lisääntynyt oikealla puolella ja pysynyt ennallaan vasemmalla puolella.		
hamstring-lihakset (viitearvo 70°)	50°/52° (+2°)	69°/65° (-4°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli oikealla puolella. Loppumittauksissa lihasvetävyys oli lisääntynyt oikealla puolella ja vähentynyt vasemmalla puolella.		

(Clarkson 2000, 268; Lee 2004, 116)

## Liikkuvuustestien tulokset

Taulukko 4. Tutkimushenkilö 4 liikkuvuustestien tulokset.

Testi	Tulokset		Muutos	Muutokset ryhdissä
<b>Selän liikkuvuus</b>				
vartalon eteentaivutus			Alkumittauksissa liike tuli tasaisesti, mutta lonkkien rajoittunut fleksioliike ja hamstring-lihasen kireys työnsivät lantiota taakse. Huippukohta jäi lumbaalirangan yläosan kohdalle. Loppumittauksissa lantio ei työntynyt niihin paljon taakse ja huippukohta jäi alemmaksi.	Sivusta katsottuna oli havaittavissa anteriorisesti siirtyneen painopisteen muuttuminen lähemmäksi optimaalista ja pään anteriorinen työntyminen oli vähäisempää. Varsinkin ylävartalon ja pään asento on parantunut sekä korostuneet selkärangan mutkat olivat pienentyneet. Takaa ryhtiä tarkasteltaessa oli yläraajojen asento muuttunut rennommaksi ja ne olivat siirtyneet lähemmäs vartaloa. Ryhtiä edestä tarkasteltaessa havaittiin että alaraajojen linjaukset olivat muuttuneet symmetrisemmiksi ja tukipinta oli kaventunut. Varsinkin ylävartalon ja pään asento on parantunut sekä korostuneet selkärangan mutkat olivat muuttuneet symmetrisemmiksi ja tukipinta oli kaventunut.
vartalon sivutaivutus			Alkumittauksissa liikkuvuus ja liikeradat olivat laajat molemmin puolin. Vasemmalle taivutettaessa painonsiirto oikealla alaraajalle ei onnistunut täysin ja kantapää irtosi alustasta. Alkumittauksissa ilmeni kipua bilateraalisesti lumbaalirangassa (VAS 2,4). Loppumittauksissa painonsiirto oli sujuvampaa.	
vartalon taaksetaivutus			Alkumittauksissa liikkuvuus oli riittävä. Suorituksen aikana ilmeni kipua lumbaalirangan alueelle bilateraalisesti (VAS 2,2). Loppumittauksissa liikkuvuudessa ei ollut tapahtunut muutoksia.	
	<b>oikea</b>	<b>vasen</b>		
<b>Lonkan liikkuvuus</b>				
ulkorotaatio (viitearvo 45°)	49°/47° (-2°)	45°/44° (-1°)	Alkumittauksissa ulkorotaatiossa liikelaajuudet olivat viitearvojen mukaiset molemmin puolin. Loppumittauksissa liikkuvuudessa ei ollut tapahtunut merkittäviä muutoksia.	
sisärotaatio (viitearvo 45°)	39°/36° (-3°)	28°/31° (+3°)	Alkumittauksissa sisärotaatio oikealla oli viitearvojen mukaista, mutta vasemmalla sisärotaatio oli alentunut. Loppumittauksissa sisärotaation puolierot olivat tasoittuneet.	
ekstensio (viitearvo 10°)	7°/10° (+3°)	9°/10° (+1°)	Alkumittauksissa ekstensioliikkuvuus oli vasemmalla puolella rajoituneempi kuin oikealla ja olivat hieman alle viitearvon. Loppumittauksissa liikkuvuus oli lisääntynyt molemmin puolin.	
<b>Stork-testi</b>			Vasemmalla puolella lantion SIPS kiertyminen oli vähäisempää kuin oikealla puolella, mutta loppumittauksissa puolierot olivat tasoittuneet.	
<b>Lihassetävyys</b>				
m. rectus femoris (viitearvo polvi 90° fleksiossa)	57°/47° (-10°)	51°/52° (+1°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemmin puolin. Loppumittauksissa lihaskireys oli lisääntynyt oikealla ja pysynyt samana vasemmalla puolella.	
m. tensor fascia latae (viitearvo femur keskiliinjassa)	35°/27° (8°)	34°/34° (0°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemmin puolin. Loppumittauksissa lihasvetävyys oli lisääntynyt oikealla ja pysynyt samana vasemmalla puolella.	
m. iliopsoas (viitearvo femur vaakatasossa)	-15°/-16° (+1°)	-9°/-14° (+5°)	Alkumittauksissa reisi roikkui vaakatason alapuolella molemmin puolin. Loppumittauksissa reiden roikkuminen oli lisääntynyt molemmin puolin, enemmän vasemmalla puolella.	
hamstring-lihakset (viitearvo 70°)	57°/56° (+1°)	50°/60° (+10°)	Alkumittauksissa lihaskireyttä oli molemmin puolin, kuitenkin vasemmalla puolella enemmän kuin oikealla. Loppumittauksissa lihasvetävyys oli lisääntynyt vasemmalla puolella.	

(Clarkson 2000, 268; Lee 2004, 116)

## Toiminnallisten liiketestien tulokset

Taulukko 5. Tutkimushenkilö 1 toiminnallisten liiketestien tulokset.

Testi	Havainnot liikehallinnassa	EMG	VAS-kipu
1. Ristihyppytesti	Ristihyppytestissä voimansiirto alustasta ja kehonpainosta aiheutuvien voimien välittäjänä oli riittävä. Hyppyjen alastulossa oli havaittavissa normaali pieni joustoliike kaikissa kineettisen ketjun nivelissä. Liikesuoritus oli sulavaa ja eteenpäin vievää.		Loppumittauksissa oikean alaraajan hyppyssä kipua oli oikeassa polvessa (VAS 2,0) ja vasemman alaraajan hyppyssä kipua vasemmassa pohkeessa (VAS 3,5).
2. Yhden jalan seisontatesti	Kineettisen ketjun toiminta oikealla alaraajalla poikkesi normaalista. Oikea subtalaarinivel ylipronatoitui, lantio elevoitui ja rangassa havaittiin pieni sivutaivutus. Oikean polven ja lonkan fleksiossa lantio kiertyi oikealle, oikea lonkka ohjautui abduktioon ja ulkorotaatioon. Tämä ilmiö ei esiintynyt loppumittauksissa enää yhtä voimakkaana.	M. gluteus mediuksen aktivaatiotasot nousi lineaarisesti suorituksen aikana. M. adductor longuksen aktivaatio oli korkeampi verrattuna m. gluteus mediukseen vasemmalla sekä alku- että loppumittauksissa, oikealla ainoastaan loppumittauksissa. Lihasaktivaatiotasot olivat molemmin puolin korkeimmillaan, sillä hetkellä kun jalkaterä oli irti alustasta.	
3. Aktiivinen suoran jalan nostotesti	Rotaatiosuuntainen hallinta petti molemmin puolin, enemmän oikeata alaraajaa nostettaessa. Lisäksi liikkeen aikana oli havaittavissa vatsanseudun pullistumista, hengityksen pidättämistä ja rangon ekstension lisääntymistä. Loppumittauksissa liikkeen rotaatiosuuntainen hallinta oli parantunut. Lisäksi lihassynergiassa oli havaittavissa tasapainottumista, vatsaseutu ei enää pullistunut liikkeen aikana.	Loppumittauksissa m. biceps femoriksen osuus kokonaislihasaktivaatiosta oli vasemmalla vähenynyt alkumittauksiin verrattuna ja m. tensor fascia lataen osuus oli noussut.	
4. Polven ekstensio istuen	Lumbaalirangan asento säilyi neutraalina. Oikea alaraaja ohjautui polven ekstension aikana lateraaliseemmin kuin vasen ja vartalo kiertyi oikealle. Loppumittauksissa linjaus oli hieman parantunut.	M. tensor fascia lataen aktivaatio oli korkeampi m. vastus medialis verrattuna molemmin puolin sekä alku- että loppumittauksissa. M. obliquus externus abdominiksen aktivaatio oli korkeampi vasemmalla kuin oikealla.	
5. Lonkan ekstensio vatsamakuulla	Lumbaalirangan ekstensio lisääntyi huomattavasti lonkan ekstension aikana. Lisäksi vastakkainen hartiasseutu nousi liikkeen aikana alustalta. Loppumittauksissa lumbaalirangan ekstensiosuuntainen liikehallinta oli jonkin verran parantunut.	Mm. multifidiitit olivat koko liikesuorituksen ajan aktiiviset molemmin puolin sekä alku- että loppumittauksissa, eli lihasaktivaatio oli yli tausta-aktivaatiotasoon (20 µV). Mm. multifidien osuus koko suorituksen lihasaktivaatiosta oli 42–52 %. Mm. Multifidit aktivoituivat ensimmäisenä molemmin puolin alkumittauksissa. Loppumittauksissa m. biceps femoris aktivoitui ennen Mm. multifidiita. M. biceps femoris oli aktiivisempi verrattuna m. gluteus maximukseen ja mediukseen sekä alku- että loppumittauksissa.	Liikesuorituksen aikana kipua oli lumbaalirangan alueella bilateraalisesti (VAS 2). Loppumittauksissa kipua oli vain oikeaa alaraajaa nostettaessa lumbaalirangan alueella oikealla (VAS 1,5).
6. Polven fleksio vatsamakuulla	Kompensatorista liikettä oli havaittavissa lumbopelvisellä alueella. Lonkka fleksoitui ennen kuin polvi saavutti 90° fleksiokulman eli lantio kallistui anteriorisesti. Loppumittauksissa oli havaittavissa, että lumbopelvisen alueen liikehallinta oli jonkin verran parantunut.	Alkumittauksissa vasemmalla puolella m. adductor longuksen aktivaatio oli korkeampi m. biceps femorikseen verrattuna. Lisäksi Mm. multifidien ja m. obliquus externus abdominiksen aktivaatio oli korkeampaa vasemmalla kuin oikealla. Loppumittauksissa ei ollut havaittavissa muutoksia oikealla puolella, mutta vasemmalla m. adductor longuksen, Mm. multifidien ja m. obliquus externus abdominiksen aktivaatiot olivat pienentyneet.	

## Toiminnallisten liiketestien tulokset

Taulukko 6. Tutkimushenkilö 2 toiminnallisten liiketestien tulokset.

Testi	Havainnot liikehallinnassa	EMG	VAS-kipu
1. Ristihyppytesti	Hyppyjen alustulossa oli havaittavissa puutteellisuutta lumbopelvisen alueen iskurvaimennuksessa. Liikesuorituksesta puuttui sulavuus eikä liike ollut eteenpäin vievää.		Alkumittauksissa kipua oli hyppyjen aikana anteriorisesti vasemmassa polvessa (VAS 1,0) ja loppumittauksissa kipua oli (VAS 2,5).
2. Yhden jalan seisontatesti	Subtalaarinivelissä oli havaittavissa molemminpuolisesti puutteellista stabiiliteettia. Seisessä painon ollessa molemmilla alaraajoilla subtalaarinivelet olivat supinaatioissa ja paino jalkaterien lateraalireunoilla. Yhdellä jalalla kuormitettaessa oli havaittavissa liiallinen kompensatorinen pronaaation jalan tarsaalinivelistä. Oikeata polvea nostettaessa lantio rotatoitui oikealle ja vasenta polvea nostettaessa lantio elevoitui, vaikeuttaen vasemman lonkan fleksoitumista. Loppumittauksissa kompensatoriset liikkeet olivat vähäisempiä.	M. gluteus mediuksen aktivaatio ei noussut lineaarisesti alkumittauksissa. Loppumittauksissa m. gluteus mediuksen aktivaatio nousi lineaarisesti molemmin puolin ja oikealla lihasaktivaatio oli suurempi kuin vasemmalla. Alkumittauksissa m. adductor longuksen aktivaatio oli suurempi verrattuna muihin lihaksiin molemmin puolin. Loppumittauksissa m. tensor fascia lataen aktivaatio oli vasemmalla hieman noussut verrattuna alkumittauksiin.	
3. Aktiivinen suoran jalan nostotesti	Rotaatiosuuntainen hallinta petti molemmin puolin ja liikkeen aikana oli havaittavissa rangan ekstension lisääntymistä. Loppumittauksissa liikkeen rotaatiosuuntainen hallinta oli parantunut molemmin puolin, selvemmin vasenta alaraajaa nostettaessa.	M. tensor fascia lataen osuus kokonaisaktivaatiosta oli molemmin puolin korkeampi loppumittauksissa verrattuna alkumittauksiin.	
4. Polven ekstensio istuen	Lumbaalirangan asento säilyi neutraalinasuorituksen aikana. Oikea alaraaja ohjautui polven ekstension aikana lateraaliseemmin kuin vasen. Liikesuorituksen lopussa oli havaittavissa pieni vartalon kierto molemmin puolin. Loppumittauksissa linjaus oli hieman parantunut ja kompensatorinen vartalon kierto oli vähentynyt.	Alkumittauksissa m. vastus medialis, m. biceps femoris ja m. tensor fascia latae lihaksissa oli havaittavissa suurimmat lihasaktivaatiot. Aktivaatiot olivat kauttaaltaan korkeammat vasemmalla puolella. Muutoksia ei ollut tapahtunut mittausten välillä.	
5. Lonkan ekstensio vatsamakuulla	Alkumittauksissa lumbaalirangan ekstensio lisääntyi lonkan ekstension aikana. Lisäksi vastakkainen hartaseutu nousi liikkeen aikana alustalta. Oikean alaraajan noston aikana lantio kallistui voimakkaammin anteriorisesti.	Mm. multifidit olivat koko liikesuorituksen ajan aktiiviset molemmin puolin sekä alku- että loppumittauksissa eli lihasaktivaatio oli yli tausta-aktivaatiotason (20 µV). Mm. multifidien osuus lihasten kokonaisaktivaatiosta oli loppumittauksissa 10 % alkumittauksiin verrattuna korkeampi. Vasenta lonkkaa ekstensoidessa vasen m. biceps femoris oli dominoiva alkumittauksissa ja vastasi 32% lihasten kokonaisaktivaatiosta. Loppumittauksissa kokonaisaktivaatio oli 23%, eli aktivaatio oli vähentynyt 9%. Oikealla puolella m. biceps femoris oli myös dominoiva, 25% kokonaisaktivaatiosta, eikä merkittäviä muutoksia ollut tapahtunut alkumittauksiin verrattuna. Mm. multifidit tai m. biceps femoris aktivoitui ensimmäisenä molemmin puolin sekä alku- että loppumittauksissa.	
6. Polven fleksio vatsamakuulla	Kompensatorista liikettä oli havaittavissa lumbopelvisellä alueella. Polvea fleksoitaessa lonkka fleksoitui ennen kuin polvi saavutti 120° fleksiokulman, sekä lantion kiertäytyi posteriorisesti. Ilmiö oli havaittavissa selvemmin oikealla.	Alkumittauksissa m. biceps femoris aktivoitui ensimmäisenä. Vasemmalla puolella m. adductor longuksen aktivaatio oli korkeampaa kuin m. biceps femoriksen. Oikealla puolella m. adductor longuksen aktivaatio oli matalampaa kuin m. biceps femoriksen. Mm. multifidien aktivaatio nousee molemmin puolin polven fleksion aikana, aktivaatio oli korkeampi vasemmalla puolella. Ei muutoksia lihasten aktivaatioissa loppumittauksissa.	



## Toiminnallisten liiketestien tulokset

Taulukko 7. Tutkimushenkilö 3 toiminnallisten liiketestien tulokset

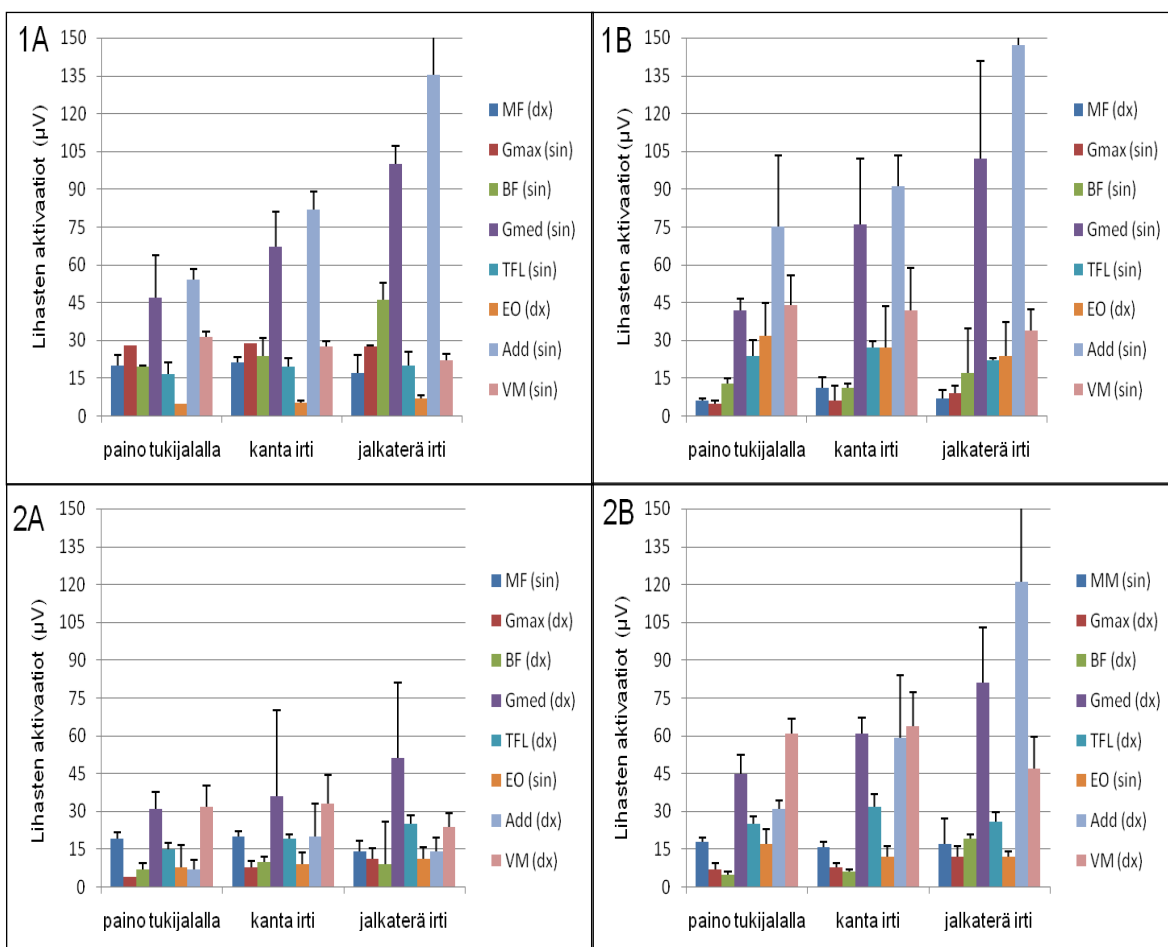
Testi	Havainnot liikehallinnassa	EMG	VAS-kipu
1. Ristihyppytesti	Hyppyjen alustulossa oli havaittavissa puutteellisuutta lumbopelvisen alueen iskunvaimennuksessa, alustulosta puuttui pehmeys ja jousto. Lisäksi liikesuorituksesta puuttui sulavuus, eikä liike ollut eteenpäin vievää.		Alkumittauksissa kipua oli hyppyjen aikana mediaalisesti oikeassa polvessa (VAS 4,5) ja vasemmalla nilkassa antero-lateraalaisesti (VAS 6,0). Loppumittauksissa kipua oli oikeassa polvessa (VAS 7,0) ja vasemmalla akillesjänteessä (VAS 2,0).
2. Yhden jalan seisontatesti	Subtalaarinivelissä oli havaittavissa molemminpuolisesti puutteellista stabiiliteettia. Yhdellä jalalla seisotessa oli havaittavissa kompensatorinen pronaatioliike alemmasta nilkanivelestä, enemmän oikealla. Polvea nostettaessa lantio elevoitui molemmin puolin, vasemmalla enemmän. Lumbaalirangassa oli havaittavissa konkaavi mutka. Lantio kiertyi oikealle sekä oikeata, että vasenta polvea nostettaessa. Loppumittauksissa kompensatoriset liikkeet olivat vähäisempiä.	M. gluteus mediuksen aktivaatio nousi molemmin puolin lineaarisesti sekä alku- että loppumittauksissa. Alkumittauksissa oli havaittavissa usean lihaksen yhtäaikaista aktivaatiota. M. biceps femoriksen, m. gluteus mediuksen, m. tensor fascia lataen ja m. vastus mediaalikesen aktivaatiot olivat molemmin puolin koholla kaikilla mittaushetkinä. Loppumittauksissa nämä aktivaatiot olivat vähentyneet ja m. gluteus mediuksen aktivaatio oli muita lihaksia korkeampi. Tämä oli havaittavissa selvemmin oikealla alaraajalla seisotessa.	
3. Aktiivinen suoran jalan nostotesti	Lantio ja rintakehä kiertyivät molemmin puolin alaraajaa nostettaessa, kiertyminen oli kuitenkin vähäistä.	M. tensor fascia lataen osuus kokonaisaktivaatiosta oli molemmin puolin korkeampi loppumittauksissa verrattuna alkumittauksiin.	
4. Polven ekstensio istuen	Polvea ekstensioitaessa lumbaaliranka fleksoituu. Alkumittauksissa painopiste oli istuessa takana ja tutkimushenkilö tukeutui käsiin, jotta pystyi suorittamaan testiliikkeen. Loppumittauksissa lumbaalirangan neutraali asento säilyi paremmin, mutta polven ekstensio jäi vajaaksi. Oikea alaraaja ohjautui polven ekstension aikana lateraalisemmin kuin vasen.	M. tensor fascia lataen aktivaatio oli korkeampi m. vastus medialikesen verrattuna molemmin puolin sekä alku- että loppumittauksissa.	
5. Lonkan ekstensio vatsamakuulla	Lumbaalirangan ekstensio lisääntyi ja vastakkainen hartiasoutu nousi liikkeen aikana alustalta. Oikean alaraajan noston aikana lantio kallistui anteriorisesti ja vasen hartiasoutu nousi enemmän liikkeen aikana alustasta.	M. biceps femoris oli dominoiva molemmin puolin alkumittauksissa, vasemmalla puolella 43 % ja oikealla puolella 44 % kokonaisaktivaatiosta. Loppumittauksissa vasemman m. biceps femoriksen aktivaatio oli laskenut 18 %:lla, m. gluteus maximuksen aktivaatio oli noussut 9 %:lla ja m. gluteus mediuksen 7 %:lla alkumittauksiin verrattuna. Lihasten aktivoitumisjärjestys oli sama alku- ja loppumittauksissa. M. biceps femoris tai m. multifidii aktivoituvat ensimmäisenä.	Alkumittauksissa kipua oli suorituksen aikana vasemman reiden takaosassa (VAS 2,0).
6. Polven fleksio vatsamakuulla	Lumbopelvisellä alueella oli havaittavissa kompensatorista liikettä. Vasenta polvea fleksoitaessa lonkka fleksoitui ennen kuin polvi saavutti 90° fleksiokulman, sekä lantion vasen puoli rotatoitui taakse.	M. biceps femoris aktivoituu ensimmäisenä, jonka jälkeen m. adductor longus ja m. tensor fascia latae molemmin puolin. M. biceps femoriksen aktivaatio oli suurinta. Loppumittauksissa m. biceps femoriksen aktivaatio oli vähentynyt molemmin puolin ja m. tensor fascia lataen vasemmalla. M. obliquus externus abdominiksen aktivaatio oli suurempaa oikealla puolella sekä alku- että loppumittauksissa.	Loppumittauksissa kipua oli suorituksen aikana oikeassa pakarassa (VAS 1,5).

## Toiminnallisten liiketestien tulokset

Taulukko 8. Tutkimushenkilö 4 toiminnallisten liiketestien tulokset.

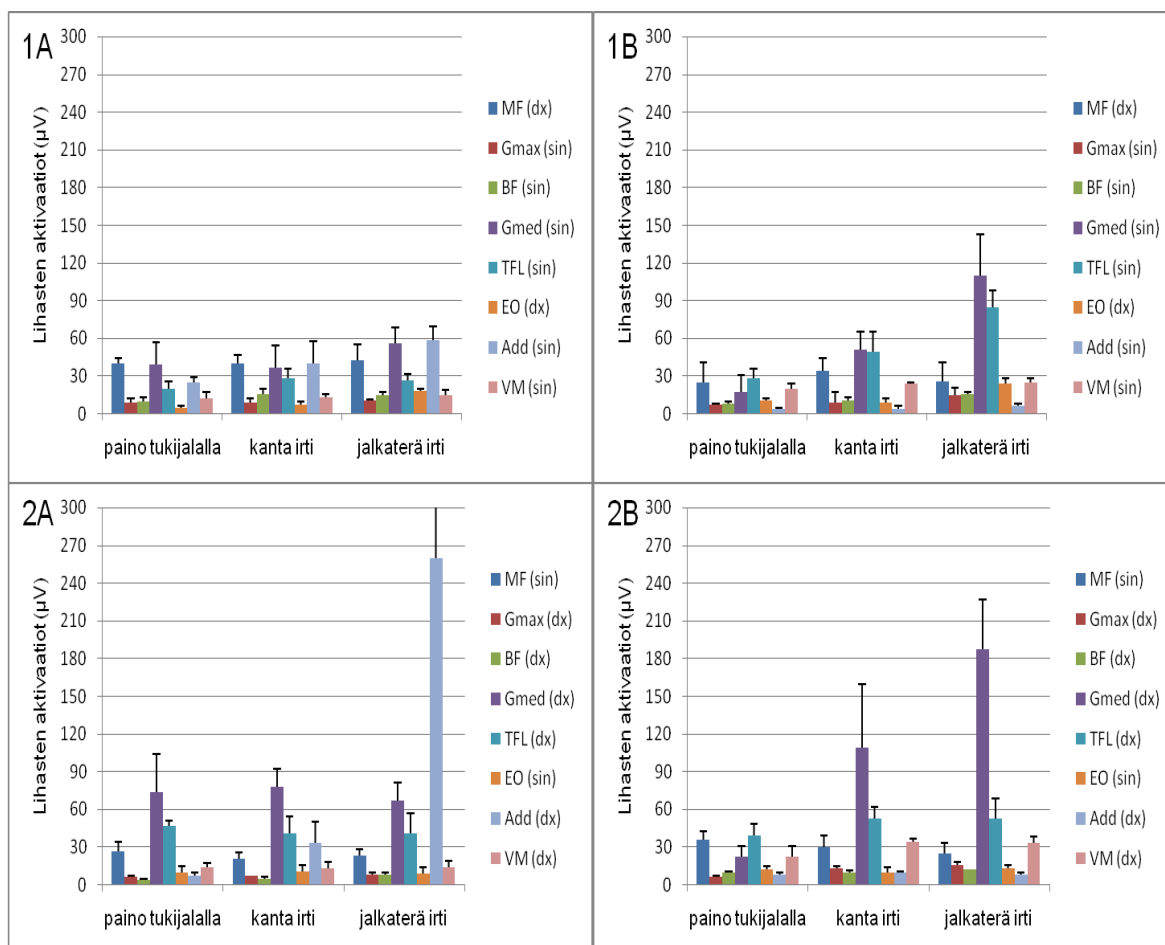
Testi	Havainnot liikehallinnassa	EMG	VAS-kipu
			Ennen alkumittauksia kipua oli vasemmassa jalkapohjassa mediaalisesti sekä kipua oikeassa polvessa antero-lateraalisesti (VAS 2,0).
<b>1. Ristihyppytesti</b>	Hyppyjen alastulossa oli havaittavissa pieni joustoliike kaikissa kineettisen ketjun nivelissä ja liikesuoritus oli eteenpäin vievää, mutta siitä puuttui sulavuus. Tasapainon hallinnan vaikeutta oli havaittavissa.		Alkumittauksissa oikean alaraajan hyppyssä oli kipua oikeassa polvessa lateraalisesti (VAS 1,0). Vasemman alaraajan hyppyssä kipua oli jalkapohjassa mediaalisesti (VAS 3,0).
<b>2. Yhden jalan seisontatesti</b>	Vasenta polvea nostettaessa lantio elevoitui ja kiertyi oikealla, sekä vasen lonkka ohjautui abduktioon ja ulkorotaatioon. Ylävartalo kallistui lonkan fleksion aikana eteen ja samalla lumbaaliranka fleksioitui. Loppumittauksissa kompensatoriset liikemallit olivat vähäisempiä.	M. gluteus mediuksen aktivaatio nousi molemmin puolin lineaarisesti sekä alku- että loppumittauksissa. Loppumittauksissa m. gluteus mediuksen aktivaatio oli vähentynyt molemmin puolin. Alku- ja loppumittauksissa m. tensor fascia lataen aktivaatio oli oikeaa alaraajaa kuormitettaessa selvästi korkeampi vasempaan verrattuna.	
<b>3. Aktiivinen suoran jalan nostotesti</b>	Alaraajan noston aikana lantio ja rintakehä kiertyivät ja vatsa pullistui. Ilmiö oli havaittavissa selvemmin oikeaa alaraajaa nostettaessa. Lisäksi oli havaittavissa, että ranka ekstensioitui suorituksen aikana.		Alkumittauksissa kipua oli vasemmalla, vasenta alaraajaa nostettaessa nivusalueella (VAS 5,0). Loppumittauksissa kipua oli oikeassa polvessa, oikeaa alaraajaa nostettaessa (VAS 1,5).
<b>4. Polven ekstensio istuen</b>	Alkumittauksissa lumbaaliranka fleksioitui ja molemmat alaraajat ohjautuivat polven ekstension aikana lateraalisesti. Loppumittauksissa alaraajojen linjaus oli parempi ja lumbaaliranka pysyi paremmin neutraaliasennossa.	Alku- ja loppumittauksissa m. vastus medialiksen aktivaatio oli molemmin puolin korkein muihin lihaksiin verrattuna. Lisäksi m. tensor fascia latae, m. biceps femoris ja m. adductor longus aktivoituivat polven ekstension aikana. Aktivaatiotasot olivat kauttaaltaan vähentyneet loppumittauksissa.	Polven ekstensio oli myös hankalampi suorittaa polvikivusta johtuen.
<b>5. Lonkan ekstensio vatsamakuulla</b>	Vatsamakuulla lonkan ekstensiossa oikeaa alaraajaa nostettaessa lumbaalirangan ekstensio lisääntyi enemmän kuin vasemmalla ja samalla lantio kiertyi anteriorisesti. Lisäksi vasen hartiasoutu irtosi alustasta noston aikana. Loppumittauksissa oli havaittavissa lihassynergian parantumista ja parempaa liikkeen hallintaa.	Alkumittauksissa m. biceps femoriksen aktivaatio oli vasemmalla 40 % ja oikealla 55 % kokonaisaktivaatiosta. M. gluteus maximuksen ja mediuksen aktivaatio oli vähäistä. Loppumittauksissa m. gluteus maximuksen aktiiviteetti oli noussut alkumittauksiin verrattuna vasemmalla 17 %:lla ja oikealla 18 %:lla. M. biceps femoriksen aktivaatio oli vähentynyt loppumittauksissa alkumittauksiin verrattuna, vasemmalla 9 %:lla ja oikealla 23 %:lla. Lihasten aktivoitumisjärjestys oli muuttunut loppumittauksissa. Alkumittauksissa Mm. multifidii aktivoitui ensimmäisenä ja toiseksi m. biceps femoris molemmin puolin. Loppumittauksissa gluteaali-lihakset aktivoituivat ennen m. biceps femorista.	Loppumittauksissa kipua oli oikeassa polvessa oikeaa lonkaa ekstensoidessa, (VAS 3,5).
<b>6. Polven fleksio vatsamakuulla</b>	Lonkanivelen fleksioitui ennen kuin polvinivel oli 90° fleksiossa molemmin puolin.	Alku- ja loppumittauksissa m. biceps femoris aktivoitui ensimmäisenä. M. adductor longus aktivoitui liikesuorituksen loppuvaiheessa ja aktivaatiotasot olivat korkeampi verrattuna m. biceps femorikseen. Loppumittauksissa lihasten aktivaatiotasot olivat molemmin puolin vähentyneet kauttaaltaan.	Loppumittauksissa kipua oli oikeassa polvessa (VAS 1,7) ja oikean polven fleksio ei onnistunut loppuun asti.

## Yhden jalan seisonta-testin EMG-tulokset



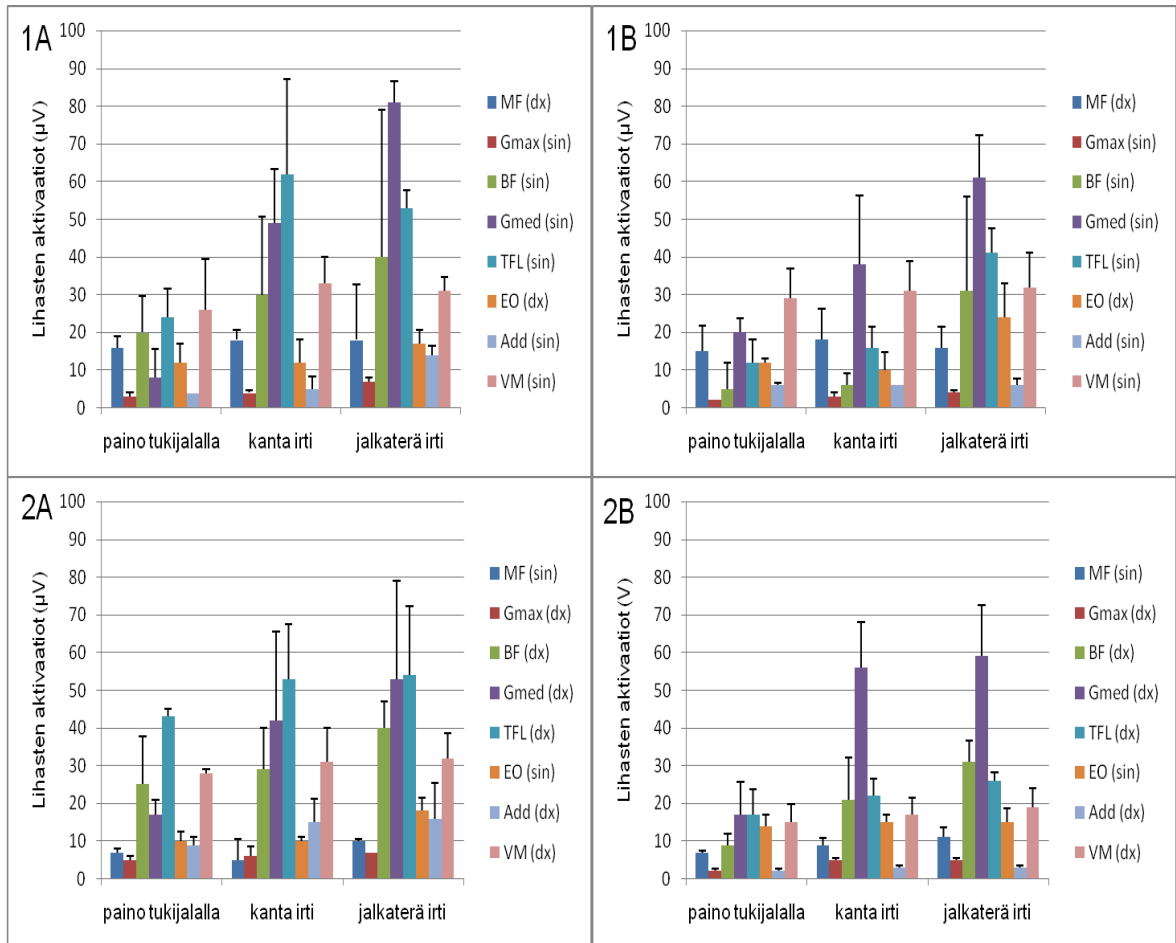
Kuvio 5. Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 1. Lihaskäytävien mediaanit  $\mu\text{V}$ :ssa, kolmena eri hetkenä, tukijalan puolella. Mittausaika oli: 1) painonsiirto tukijalan puolelle, 2) vapaan alaraajan kantapäähän ja 3) koko jalkaterän irrotessa alustasta. Vasen alaraaja tukijalkana, 1A alku- ja 1B loppumittaus. Oikea alaraaja tukijalkana, 2A alku- ja 2B loppumittaus. MF = multifidus, Gmax = gluteus maximus, BF = biceps femoris, Gmed = gluteus medius, TFL = tensor fascia latae, EO = externus obliquus abdominis, Add = adductor longus ja VM = vastus medialis.

## Yhden jalan seisoa-testin EMG-tulokset



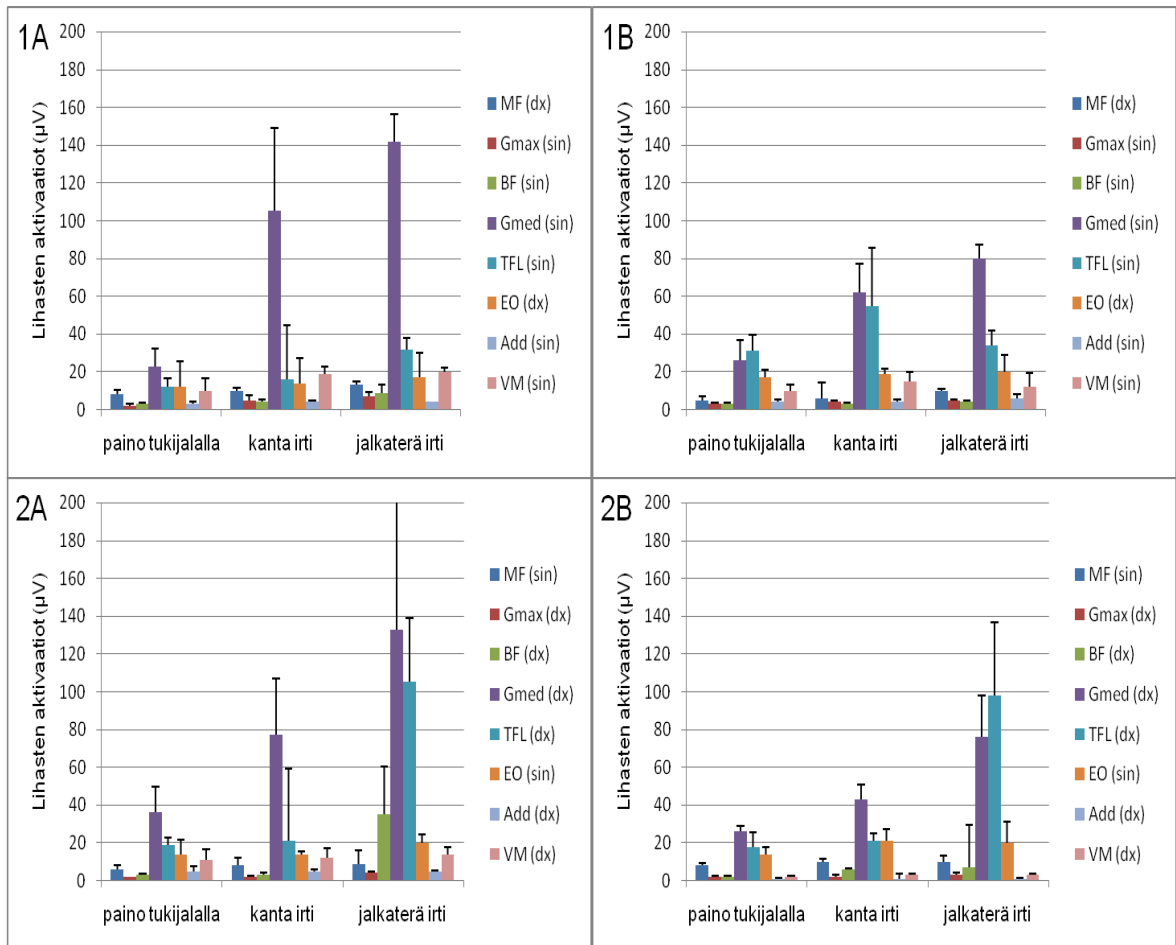
Kuvio 6. Yhden jalan seisoa -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 2. Lihaskäivätiöiden mediaanit µV:ssa, kolmena eri hetkenä, tukijalan puolella. Mittausketket olivat: 1) painonsiirto tukijalan puolelle, 2) vapaan alaraajan kantapäähän ja 3) koko jalkaterän irrotessa alustasta. Vasen alaraaja tukijalkana, 1A alku- ja 1B loppumittaus. Oikea alaraaja tukijalkana, 2A alku- ja 2B loppumittaus. MF = multifidus, Gmax = gluteus maximus, BF = biceps femoris, Gmed = gluteus medius, TFL = tensor fascia latae, EO = externus obliquus abdominis, Add = adductor longus ja VM = vastus medialis.

## Yhden jalan seisontatestin EMG-tulokset



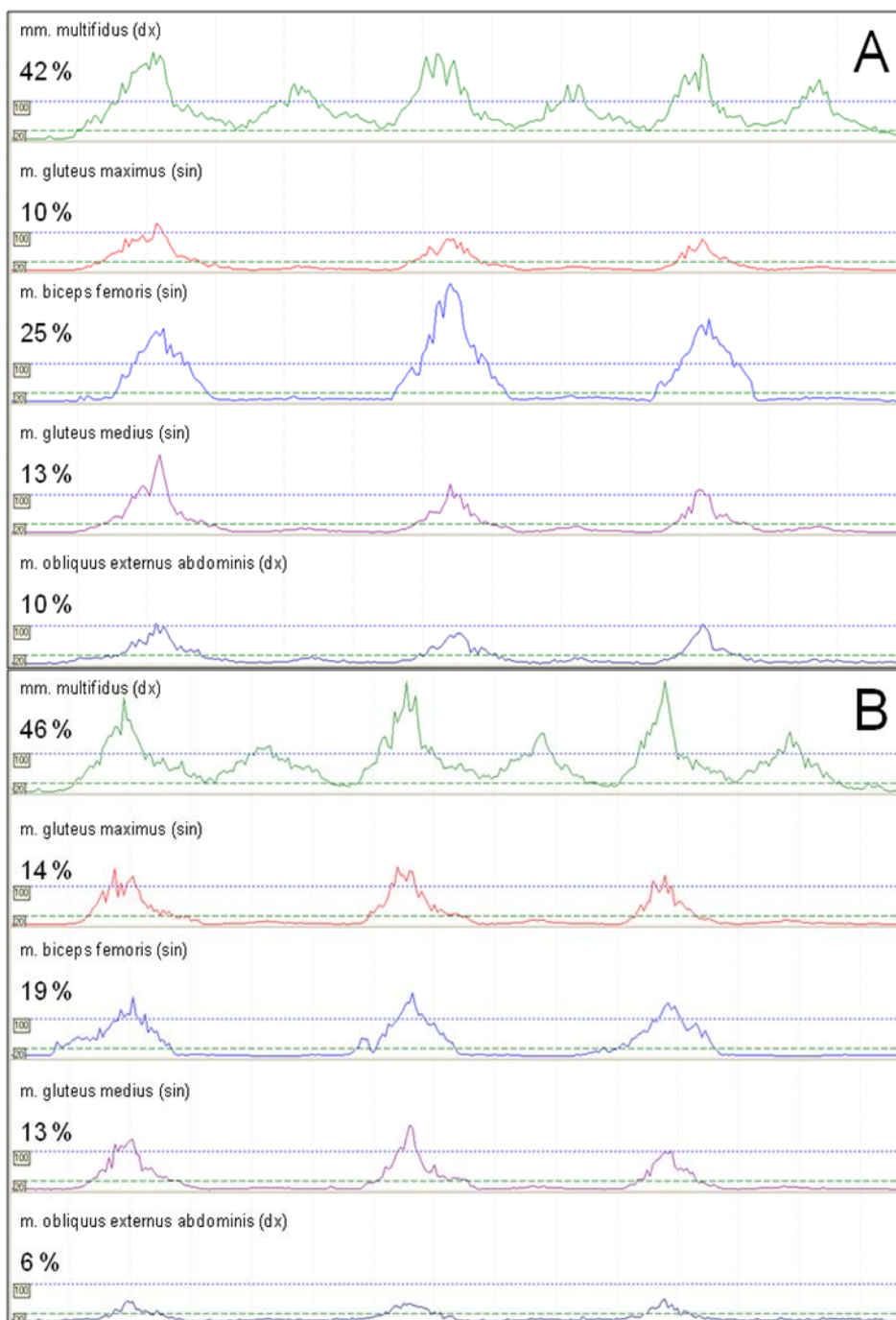
Kuvio 7. Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 3. Lihasaktivaatioiden mediaanit µV:ssa, kolmena eri hetkenä, tukijalan puolella. Mittaushetket olivat: 1) painonsiirto tukijalan puolelle, 2) vapaan alaraajan kantapään ja 3) koko jalkaterän irrotessa alustasta. Vasen alaraaja tukijalkana, 1A alku- ja 1B loppumittaus. Oikea alaraaja tukijalkana, 2A alku- ja 2B loppumittaus. MF = multifidus, Gmax = gluteus maximus, BF = biceps femoris, Gmed = gluteus medius, TFL = tensor fascia latae, EO = externus obliquus abdominis, Add = adductor longus ja VM = vastus medialis.

## Yhden jalan seisontatestin EMG-tulokset



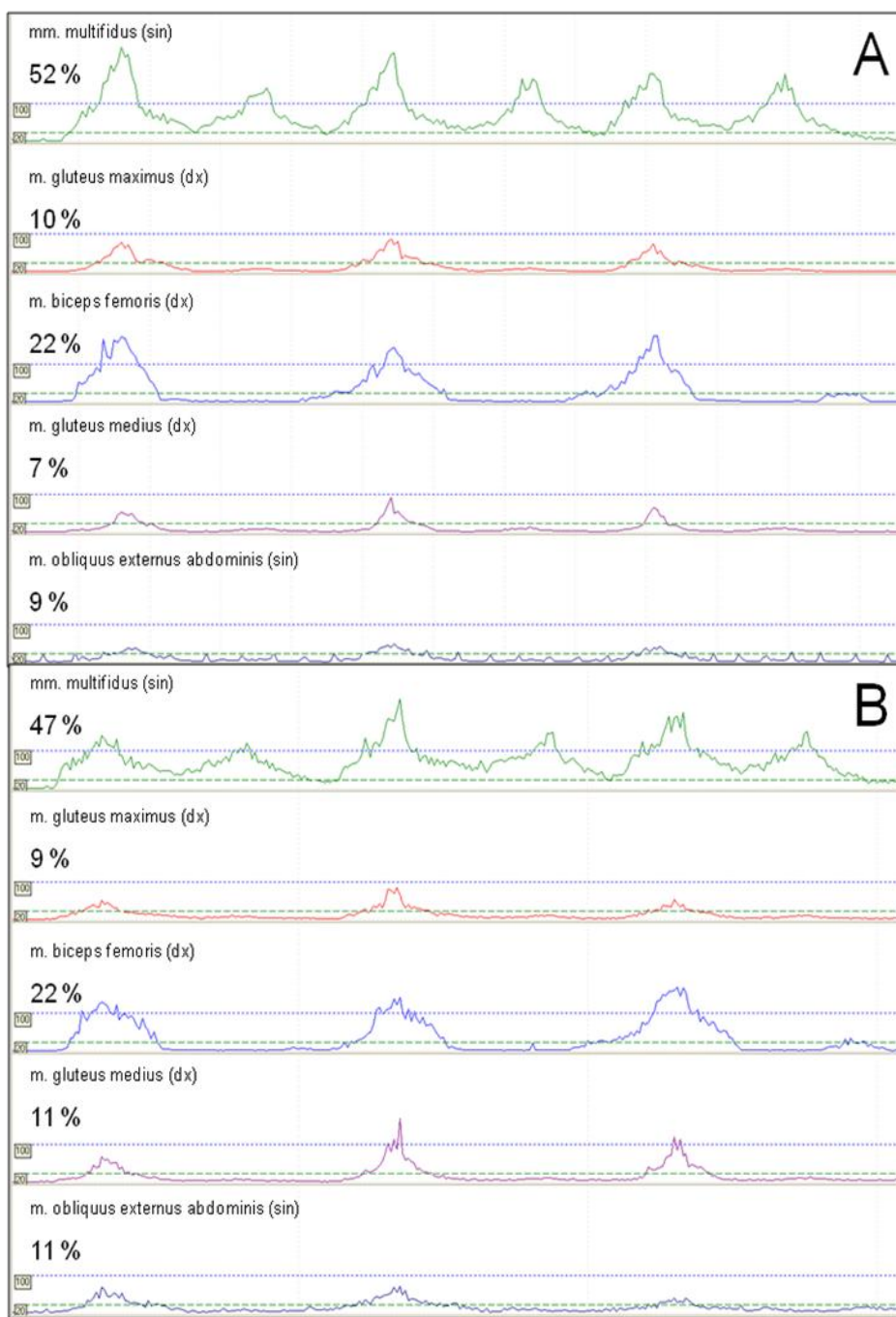
Kuvio 8. Yhden jalan seisonta -testin EMG-tulokset tutkimushenkilöltä 4. Lihaskäytävien mediaanit  $\mu\text{V}$ :ssa, kolmena eri hetkenä, tukijalan puolella. Mittaushetket olivat: 1) painonsiirto tukijalan puolelle, 2) vapaan alaraajan kantapäähän ja 3) koko jalkaterän irrotessa alustasta. Vasen alaraaja tukijalkana, 1A alku- ja 1B loppumittaus. Oikea alaraaja tukijalkana, 2A alku- ja 2B loppumittaus. MF = multifidus, Gmax = gluteus maximus, BF = biceps femoris, Gmed = gluteus medius, TFL = tensor fascia latae, EO = externus obliquus abdominis, Add = adductor longus ja VM = vastus medialis.

## Lonkan ekstensio -testin EMG-tulokset



Kuvio 9. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 1. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihasten kokonaisaktivaatiotasot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta-elektrodit olivat vasemmalla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä oikealla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin vasemmalla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.

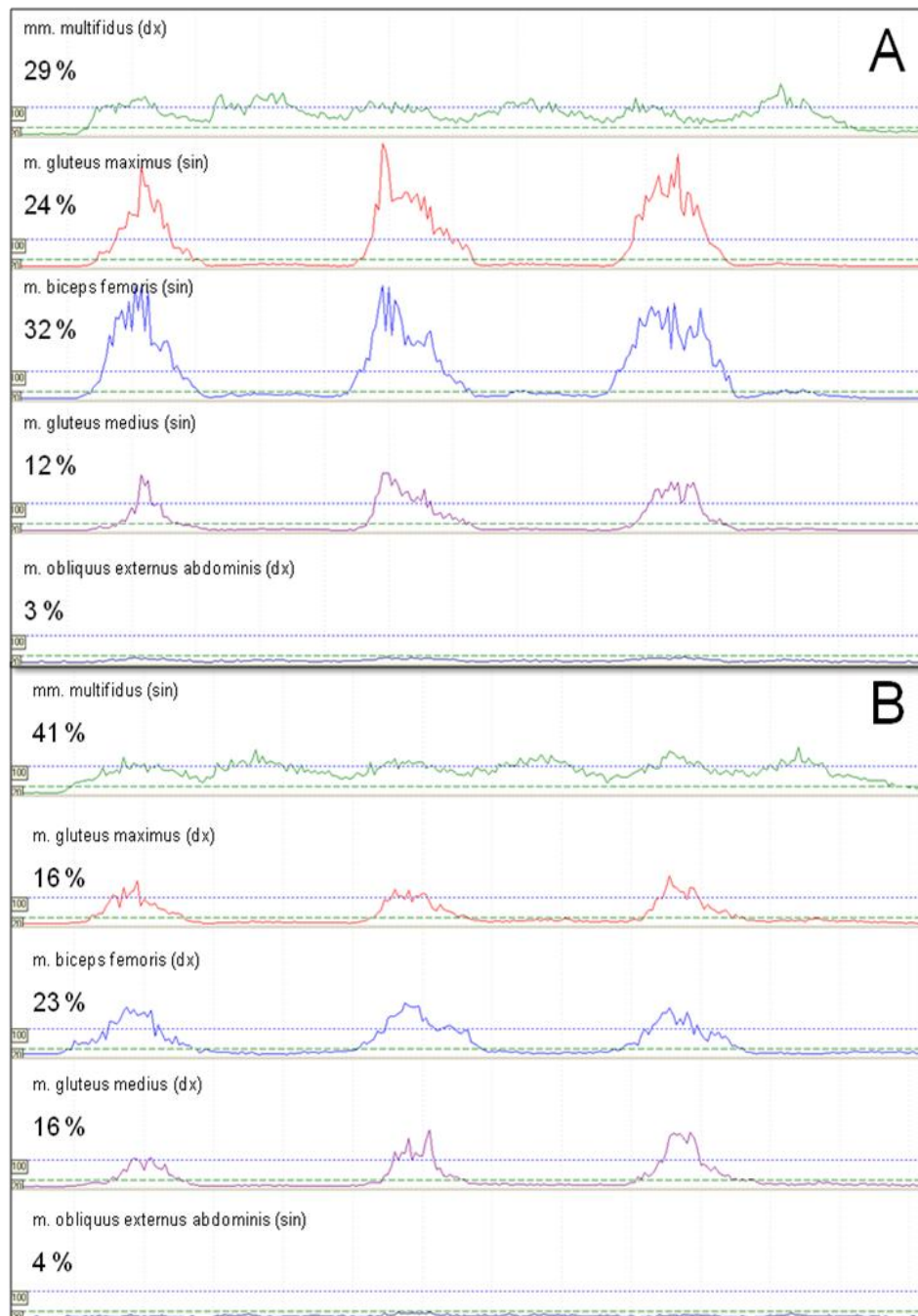
## Lonkan ekstensio -testin EMG-tulokset



Kuvio 10. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 1. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihasten kokonaisaktivaatiotasot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta-elektrodit olivat oikealla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä vasemmalla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin oikealla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.

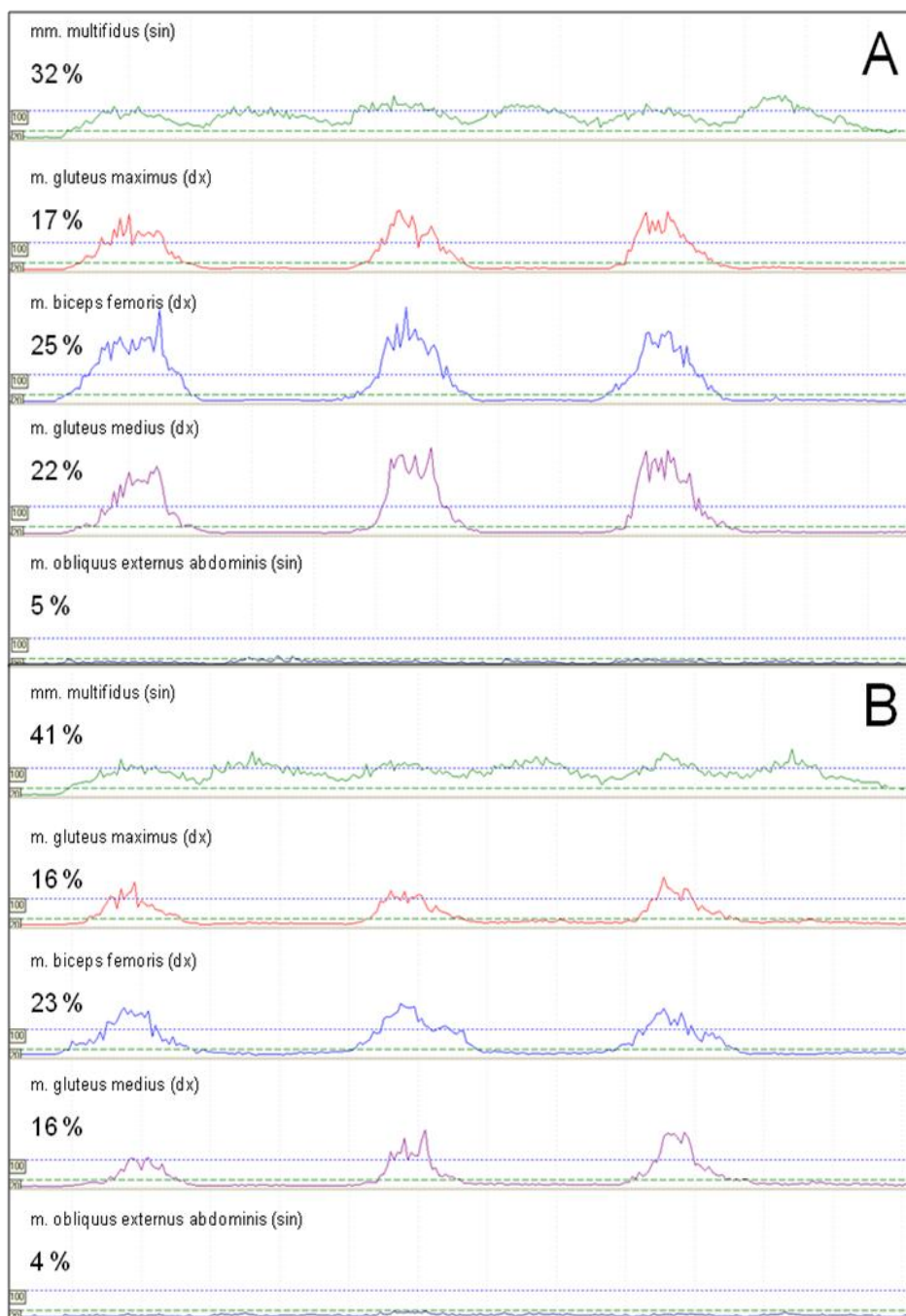


## Lonkan ekstensio -testin EMG-tulokset



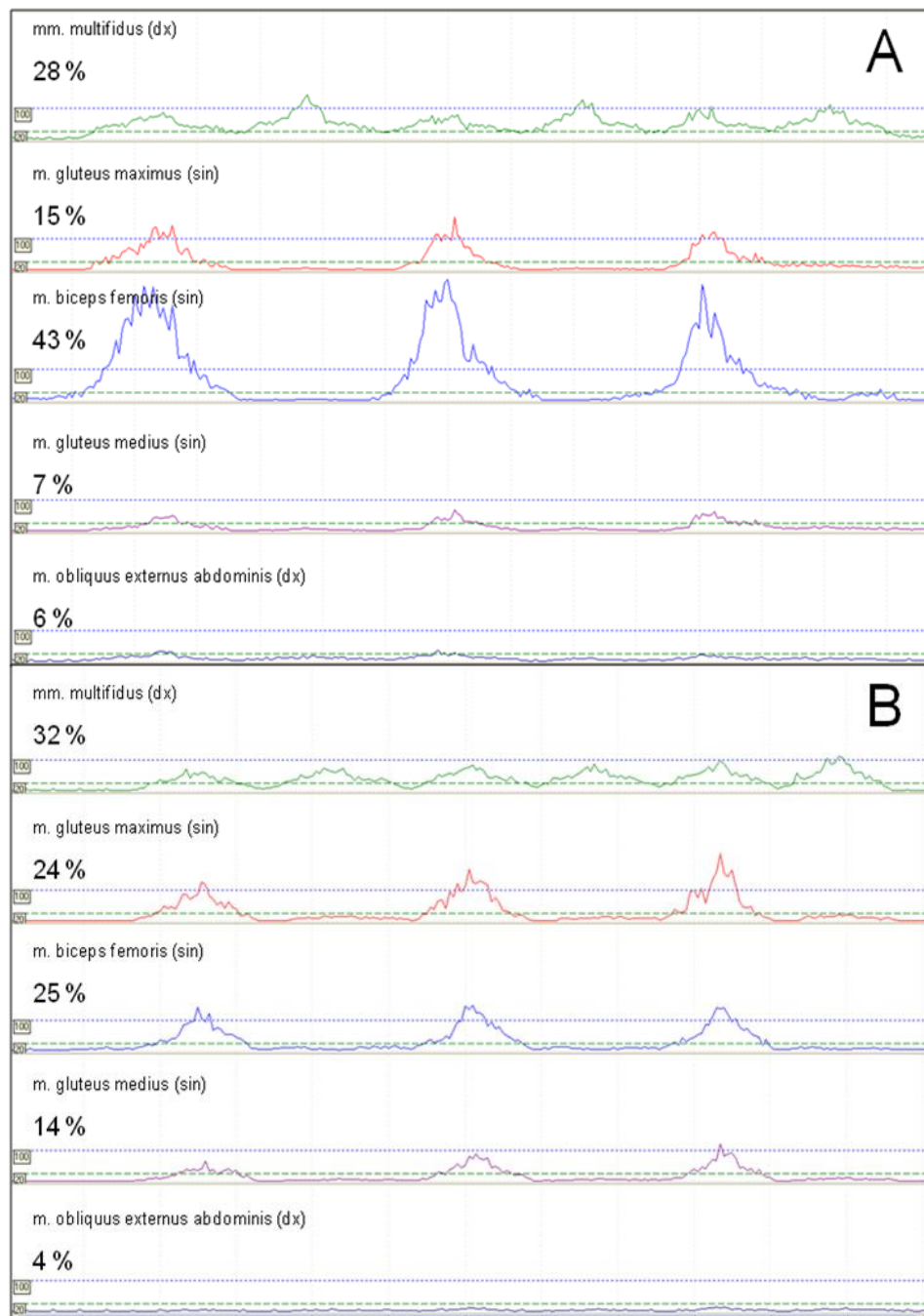
Kuvio 11. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 2. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihasten kokonaisaktivaatiotasot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta-elektrodit olivat vasemmalla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä oikealla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin vasemmalla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.

## Lonkan ekstensio -testin EMG-tulokset



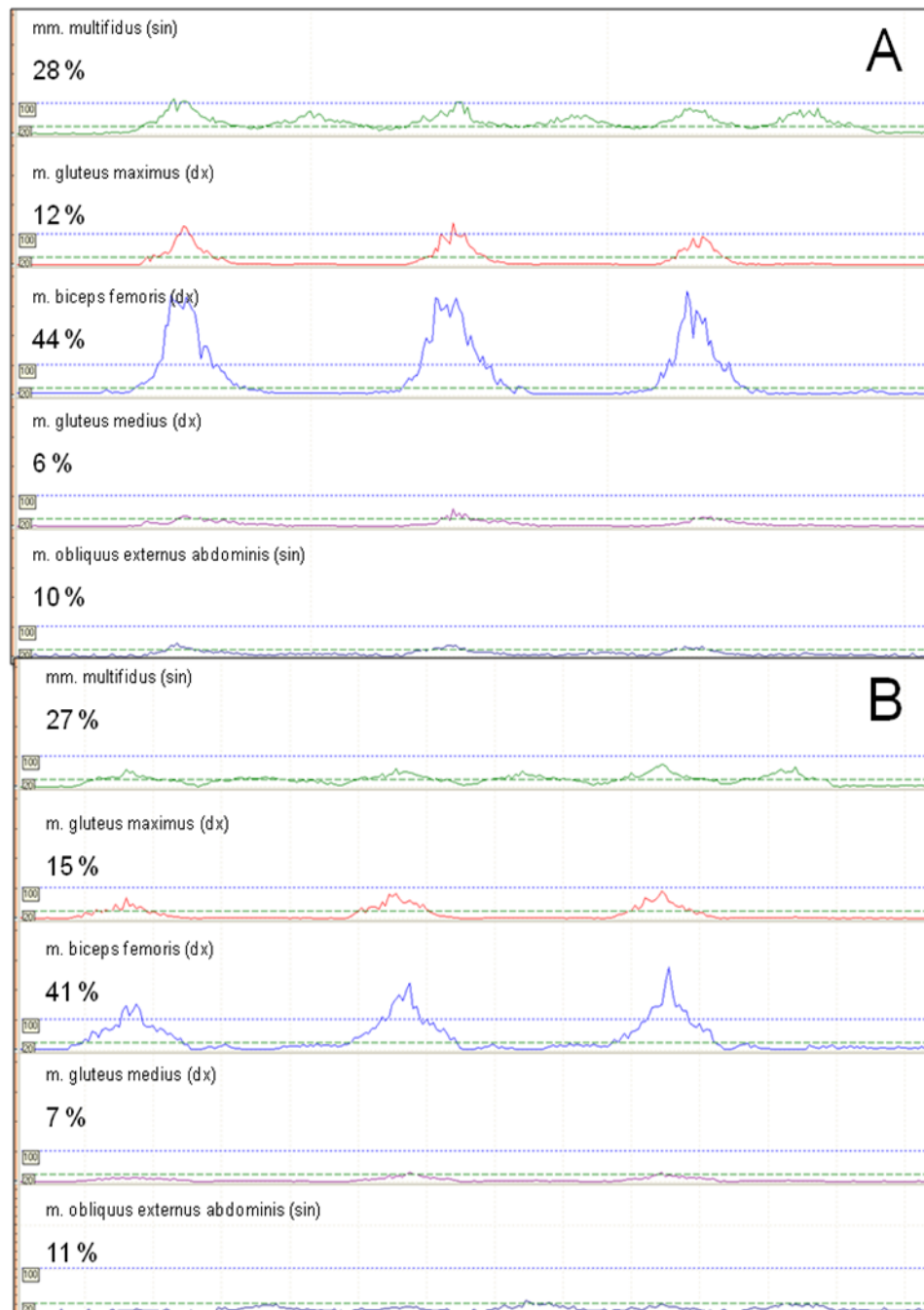
Kuvio 12. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 2. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihasten kokonaisaktivaatiotasot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta-elektrodit olivat oikealla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä vasemmalla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin oikealla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.

## Lonkan ekstensio -testin EMG-tulokset



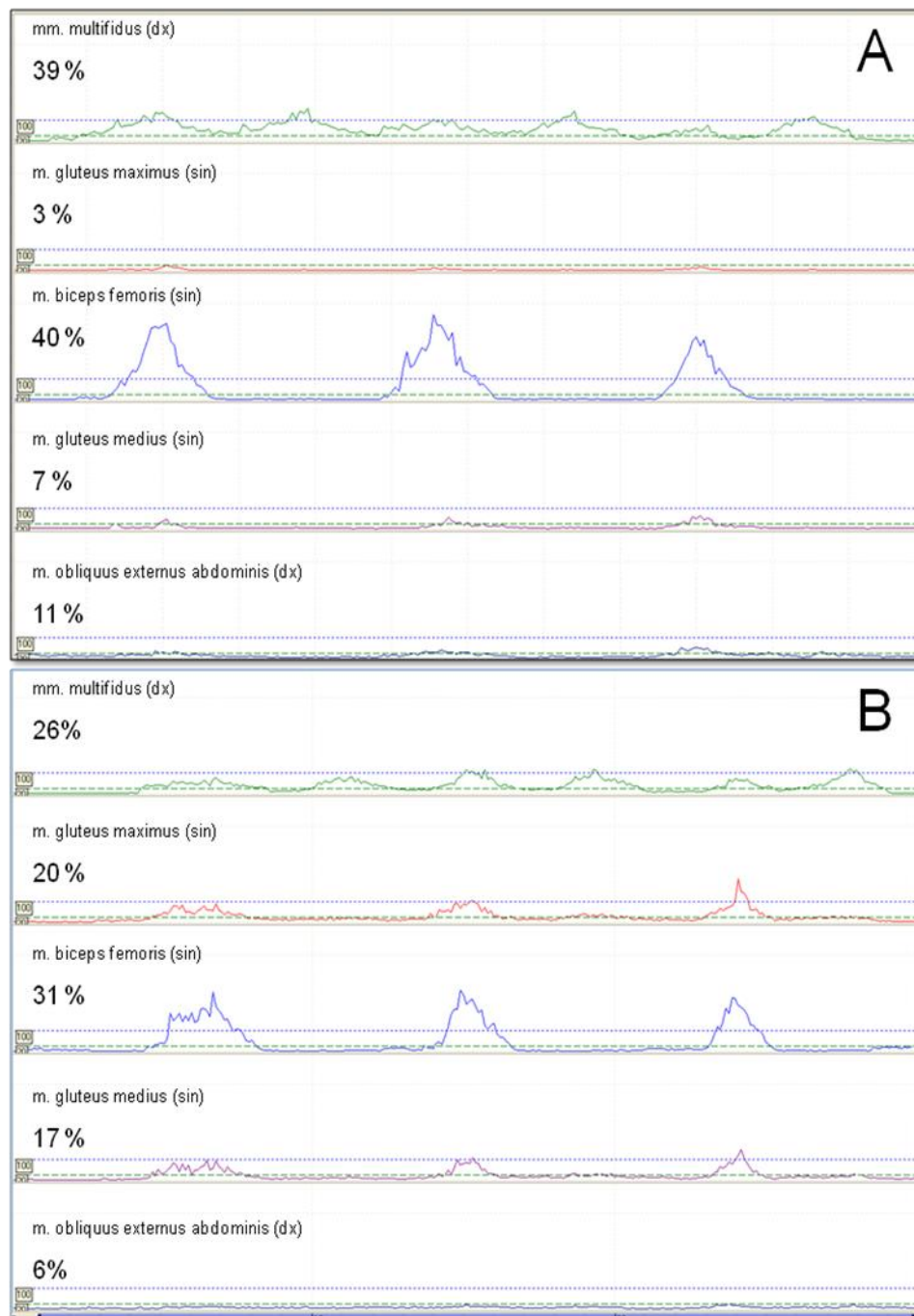
Kuvio 13. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 3. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihasten kokonaisaktiiviatot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta-elektrodit olivat vasemmalla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä oikealla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin vasemmalla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.

## Lonkan ekstensiotestin EMG-tulokset



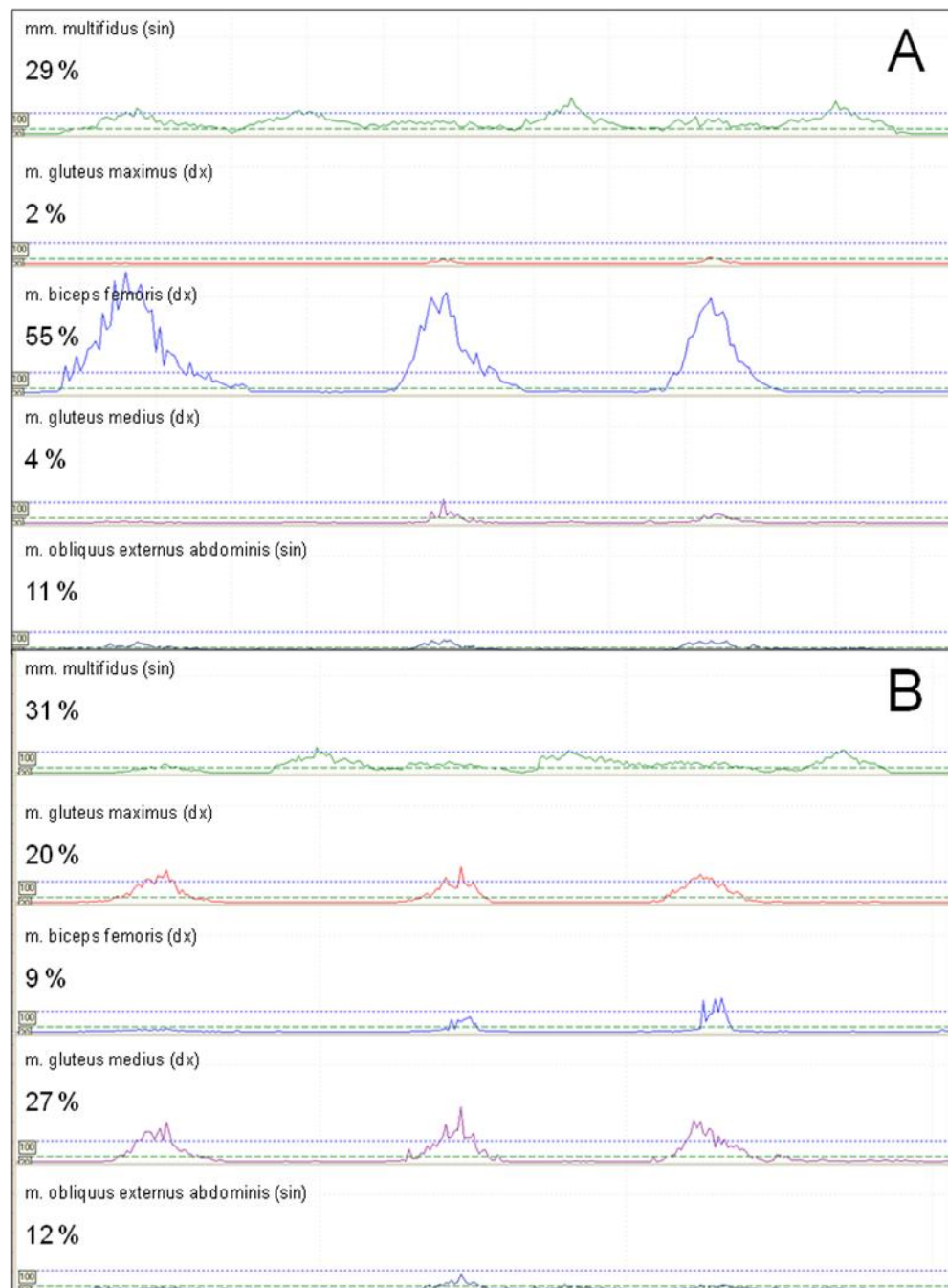
Kuvio 14. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 3. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihasten kokonaisaktivaatiotasot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta-elektrodit olivat oikealla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä vasemmalla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin oikealla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.

## Lonkan ekstensio -testin EMG-tulokset



Kuvio 15. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 4. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihasten kokonaisaktivaatiotasot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta-elektrodit olivat vasemmalla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä oikealla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin vasemmalla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.

## Lonkan ekstensio -testin EMG-tulokset



Kuvio 16. Lonkan ekstensio -testin EMG-käyrät tutkimushenkilöltä 4. Keskiarvoistetut EMG-arvot koko testisuorituksen ajalta. Testisuorituksessa liike tehtiin vuorotellen kolme kertaa molemmilla alaraajoilla peräkkäin. Lihas-ten kokonaisaktivaatiotasot näkyvät prosenttilukuina. Emg-asettelussa pinta- elektrodit olivat oikealla: m. gluteus medius, m. gluteus maximus ja m. biceps femoris sekä vasemmalla Mm. multifidii ja m. obliquus externus abdominis. Testi aloitettiin oikealla alaraajalla ja testiliike oli suoran alaraajan nosto vatsamakuulla. A on alku- ja B on loppumittausten tulokset.