

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Sosiaali- ja terveysala Lappeenranta  
Fysioterapian koulutusohjelma

Elli Kopra, Pauliina Wirtanen

**Keskivartaloharjoittelu alaraaja-amputoidulle istumalentopalloilijalle**

Opinnäytetyö 2014

## Tiivistelmä

Elli Kopra ja Pauliina Wirtanen

Keskivartaloharjoittelu alaraaja-amputoidulle istumalentopalloilijalle, 49 sivua, 6 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveysala, Lappeenranta

Fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö 2014

Ohjaaja: yliopettaja Kari Kauranen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten kuuden kuukauden keskivartalon hallinnan harjoitteet vaikuttavat alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan keskivartalon lihasten kestovoimaan ja hallintaan. Tutkimuksen koehenkilöt kuuluvat Suomen naisten istumalentopallomaajoukkueeseen, ja heidän keski-ikänsä oli tutkimuksen tekohetkellä 37 vuotta.

Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena, jossa suoritettiin alku- ja loppumittaukset. Alkumittaukset (N=5) tehtiin toukokuussa 2013 ja loppumittaukset (N=4) kuuden kuukauden harjoittelun jälkeen joulukuussa 2013.

Mittaukset koostuivat toistomaksimitesteistä, Stabilizer- ja Spinal Mouse- mittaustuksista. Kuuden kuukauden intervention aikana koehenkilöiden oli tarkoitus tehdä laadittuja harjoitteita 3 – 5 kertaa viikossa. Harjoitusmääriä seurattiin harjoituspäiväkirjan avulla. Tavoitellut harjoitusmäärät eivät toteutuneet yhdelläkään koehenkilöistä ja keskimääräinen harjoittelumäärä oli 26 % suunnitellusta. Intervention aikana koehenkilöt harjoittelivat lajiaan normaalisti. Tutkimuksessa ei ollut kontrolliryhmää.

Tulokset analysoitiin IBM SPSS 21.0-ohjelmalla. Tilastollisen merkitsevyyden rajana pidettiin  $p < 0,05$ . Poikittaisen ja vinojen vatsalihasten aktivaatio parantui intervention aikana tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0,05$ ). Keskivartalon kestovoima ei parantunut tilastollisesti merkitsevästi alku- ja loppumittausten välillä. Interventiolla ei ollut parantavaa vaikutusta lannerangan hallintaan.

Pienen koeryhmän vuoksi tuloksia ei voi yleistää. Harjoittelun vaikutuksia voitaisiin tehostaa ottamalla huomioon yksilölliset ominaisuudet ja suunnittelemalla harjoitteet yksilöllisesti. Mahdollisia jatkotutkimusaiheita olisivat istumalentopallon lajiansalyysi lajin vaatimista fyysisistä ominaisuuksista, istumalentopallopeelaajan istumatasapainon tutkiminen sekä yläraajojen lihasvoiman ja liikkuvuuden vaikutus pelitaitoihin. Tutkimusta voitaneen hyödyntää istumalentopallon kehittämisessä ja toiminnassa. Lajikehityksen kannalta pelaajien tietämys keskivartalon hallinnan merkityksestä olisi tärkeää.

Asiasanat: keskivartalon hallinta, toisalaraaja-amputaatio, istumalentopallo, lihasvoima

## Abstract

Elli Kopra and Pauliina Wirtanen

Trunk exercises to lower-limb amputated sitting volleyball players, 49 pages, 6 appendices

Saimaa University of Applied Sciences

School of Health Care and Social Services, Lappeenranta

Degree Programme in Physiotherapy

Bachelor's Thesis 2014

Instructor: Principal Lecturer, Dr. Kari Kauranen

The purpose of the study was to examine how the six month trunk exercise program affects the trunk muscle strength and stability in the lower limb amputated sitting volleyball players. The study subjects were players of the Finnish women's sitting volleyball team and their average age at the time of the survey was 37 years.

The study was carried out as a quantitative research with initial and final measurements. The initial measurements (N = 5) were made in May 2013 and final measurements (N = 4) after six months of training in December 2013.

The measurements consisted of repetition maximum tests, Stabilizer- and Spinal Mouse- measurements. During the six month intervention period, the subjects did specifically designed exercises for them 3 to 5 times a week. The test group also kept a training diary to follow the exercise frequency. The desired amount of exercise was not fulfilled with any of the subjects, and the average amount of training was 26 %. During the intervention the subjects continued to practice sitting volleyball normally. There was no need for a control group due to the small group of subjects.

The results were analyzed by using the SPSS 21.0 IBM - software. The limit of statistical significance was considered  $p < 0.05$ . The transverse and oblique abdominal muscle activation during the intervention improved statistically significantly ( $p < 0.05$ ) whereas the central body strength endurance was not improved considerably between the initial and final measurements. The intervention did not have a statistically significant effect on improving the stability of the lumbar spine.

The results cannot be generalized because of the small test group. The training effects could be enhanced by taking into account the individual characteristics and by designing the exercises individually. Possible topics for further research would be a specific type of analysis of physical skills of the sitting volleyball players' sitting balance and upper limb muscle strength and mobility. The study can be potentially useful for the development of sitting volleyball. Furthermore, the knowledge of the importance of trunk muscles and their control would be important for the development of the sport as well.

Keywords: control of the trunk, amputation, sitting volleyball, muscle strength

## Sisältö

1 Johdanto .....	5
2. Istumalentopallo .....	6
3. Alaraajan amputaatiot .....	9
3.1 Säariamputaatio .....	10
3.2 Reisiamputaatio .....	10
4. Keskivartalon hallinta ja sen harjoittaminen .....	10
4.1 Keskivartalon lihakset .....	11
4.2 Alaraaja-amputaation merkitys toimintakykyyn .....	17
5. Lihasvoima .....	19
5.1 Kestovoima ja sen harjoittaminen .....	20
6 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat .....	22
7 Tutkimusmenetelmät .....	22
7.1 Koehenkilöt .....	22
7.2 Tutkimusasetelma .....	23
7.3 Tiedonkeruumenetelmät .....	25
7.4 Aineiston analysointi .....	35
7.5 Tutkimuksen eettiset näkökohdat .....	35
8 Tulokset .....	36
9 Pohdinta .....	39
9.1 Koehenkilöt .....	39
9.2 Menetelmät .....	41
9.4 Tulokset .....	43
10. Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet .....	44
Kuvat .....	45
Kuviot .....	45
Taulukot .....	45
Lähteet .....	46

## Liitteet

- Liite 1 Saatekirje
- Liite 2 Esitietolomake
- Liite 3 Harjoituspäiväkirja
- Liite 4 Suostumuslomake
- Liite 5 Harjoitusohjelma 1
- Liite 6 Harjoitusohjelma 2

## 1 Johdanto

Istumalentopallo sai alkunsa Hollannista, jossa perustettiin ensimmäinen liikuntarajoitteisten urheiluseura vuonna 1953. Aluksi lajia pelattiin istumapallona, mutta se koettiin lajina liian passiiviseksi. Lajia kehitettiin urheilullisempaan muotoon, niin vuonna 1956 syntyi lentopallon ja istumapallon lajiyhdistelmästä nykyinen istumalentopallo. (European Committee Volleyball for Disabled news 2014.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa Suomen naisten istumalentopallomaajoukkueen pelaajien keskivartalon hallintaa ja hallinnan kautta edistää pelillisiä taitoja. Maajoukkueelle ei ole aikaisemmin tehty vastaavia harjoitteita eikä pelaajilla ole erillistä fysiikkavalmentajaa. Harjoitusohjelmien harjoitteiden tarkoituksena on lisätä pelaajien tietämystä erilaisista keskivartaloharjoitteista sekä osoittaa niiden merkitys pelaajan pelikykyyn ja pelilliseen kehittymiseen. Tarkoituksena on parantaa pelaajien keskivartalon lihasten hallintaa ja kestovoimaa. Alaraaja-amputoitujen istumalentopalloilijoiden keskivartalon hallintaa on vähemmän tutkittu Suomessa. Aiheeseen liittyviä artikkeleita ja kirjallisuutta on niukasti. Hollannissa aiheeseen on perehdytty paremmin.

Opinnäytetyössä tutkitaan alaraaja-amputoitujen istumalentopalloilijoiden keskivartalon hallintaa. Työn tarkoituksena on tuoda lajin erityispiirteistä lisää tietoa. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten keskivartalon lihasvoimaharjoitteet vaikuttavat alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan keskivartalon kestovoimaan ja hallintaan.

## **2. Istumalentopallo**

Nykyisen istumalentopallon kehittivät T. van der Scheer ja A. Albers Hollannissa vuonna 1956. Ensimmäiset kansalliset kilpailut Hollannissa pidettiin vuonna 1967. Vuonna 1978 laji hyväksyttiin kansainväliseen ISOD:n (International Sports Organisation for the Disabled) lajiohjelmaan ja vuonna 1979 Hollannissa järjestettiin ensimmäiset kansainväliset kilpailut ISOD:n alla. Miehet kilpailivat paralympialaisissa ensimmäisen kerran vuonna 1980 ja naiset vuonna 2004. Kansainvälistä toimintaa johtaa The World Organisation Volleyball for Disabled (WOVD) ja Euroopassa toimii European Committee Volleysball for Disabled (ECVD). Suomessa nykyisen istumalentopallon sovellus esiintyi 1950-luvun puolivälissä. Suomen Invalidien Urheiluliitto ry (SIU) perustettiin vuonna 1964, jonka jälkeen lajia alettiin harrastaa Suomessa laajemmin. Ensimmäistä kertaa Suomen mestaruuksista alettiin pelata vuonna 1965. Suomessa istumalentopallo toimii vuonna 2009 perustetussa Suomen Vammaisurheilu- ja liikunta ry:n alaisuudessa. Suomen Vammaisurheilu ja -liikunta ry:n (VAU) tehtävänä on noin 40 lajin monilajiliittona monipuolisen vammaisurheilun ja -liikunnan toimintaedellytysten edistäminen. (Vute 2008, 14; Aumakallio 2012, 10 - 11; Vammaisurheilu VAUn uutissyöte 2013.)

Istumalentopallossa kilpaillaan kansainvälisellä tasolla paralympialaisissa, MM- ja EM-kilpailuissa sekä seurajoukkueille tarkoitetuissa Euro Cup ja Maailman Cup -turnauksissa. Kansallisella tasolla kilpailuja järjestetään miesten ja naisten SM-sarjoissa, 1-sarjassa ja beach volleyssa. Vuosittain pelataan myös Suomen Cup-, Kotka-turnaus ja veteraanien SM-turnaukset. (Vammaisurheilu VAUn uutissyöte 2013.)

### **Lajianalyysi**

Istumalentopallo on sovellutus tavallisesta lentopallosta, ja se on tarkoitettu erityisesti henkilöille, joiden pystylentopallon pelaaminen on vaikeutunut. Yleisin on alaraajan vamma, esimerkiksi amputaatio. Istumalentopallossa on sallittua käyttää käsiproteesia tai tukisidoksia, mikäli ne eivät aiheuta vaaraa muille pelaajille. Sen sijaan jalkaproteesin käyttö pelitilanteissa on kiellettyä. Istumalen-

topallo on liikuntavammaisten laji, jossa pelaajat luokitellaan kahteen luokkaan: täysivammaiset (D) ja minimivammaiset (M). Täysivammaisiin (D) luokitellaan ne, joilla on alaraaja-amputaatio tai huomattava polven / lantion jäykistys tai huomattava lihasheikkous / alentunut toimintakyky alaraajassa. Minimivammaisiin luokitellaan ne, joilla on esim. yhden jalan nilkan / jalkaterän tai sormien amputaatio tai polven / olkapään yliikkuvuus tai lihasvoiman heikentyminen alaraajoissa. Kansainvälisellä tasolla joukkueessa saa olla korkeintaan kaksi minimivammaista, joista yksi saa olla kerrallaan kentällä. Suomen sarjoissa ei ole käytössä luokittelumääräyksiä, joten sarjoihin voivat ilmoittautua myös vammattomat pelaajat. (Istumalentopallon lajitieto 2013b; Suomen Paralympiakomitea 2013.)

Lentopallon ja istumalentopallon välillä on muutamia selviä eroja. Istumalentopallon pelin kulku on nopeampaa johtuen pienemmästä kentästä ja matalammasta verkosta. Jokaisessa pallokosketuksessa pelaajan tulee koskettaa kenttää jollain kehonosalla (pakaroiden ja olkapäiden välisellä alueella). Istumalentopallossa syötön voi myös torjua. Pallo voi koskettaa lyöntitilanteessa mitä tahansa pelaajan ruumiinosaa, ja lyöntisuorituksen aikana pelaajan tulee olla kosketuksessa kenttään. Vartalon nostaminen, seisomaan nousu ja askeleiden ottaminen on kiellettyä istumalentopallossa. Torjuntatilanteessa pelaajan ei ole luvallista nostaa pakaroitaan irti alustalta. (Istumalentopallon lajitieto 2013a.)

Istumalentopallon pelin kulku ei eroa tavallisesta lentopallosta. Siinä pelaa kaksi joukkuetta verkon jakamalla kentällä vastakkain. Joukkueella on aina kuusi pelaajaa kentällä. Aloituskokoonpano ilmoittaa kentällä joukkueen kiertojärjestyksen, jota on noudatettava koko erän ajan. Tavoitteena pelissä on toimittaa pallo verkon yli ja saada se jäämään vastustajan kenttään sekä estää vastustajaa tekemästä samoin. Peli lähtee käyntiin aloitussyötöstä, jolloin syöttäjä lyö pallon verkon yli. Syötön vastaanottavalla joukkueella on kolme kosketusta käytettävissä palauttaakseen pallon takaisin vastustajalle. Pallo päättyy siihen, kun se osuu kenttään, menee rajojen ulkopuolelle tai joukkue epäonnistuu palauttamaan sen verkon yli. Syöttävä joukkue saa pisteen voittaessaan pallon. Jos vastaanottava joukkue voittaa pallorallin, se saa pisteen ja oikeuden syöttövuoroon. Tällöin joukkueen pelaajat vaihtavat paikkaa myötäpäivään. Erän voittaa

joukkue, joka ensin saavuttaa 25 pistettä vähintään kahden pisteen erolla vastustajasta. Mikäli erä on tasan 24 - 24, peliä jatketaan, kunnes saavutetaan kahden pisteen ero. Ottelun voittaa joukkue, jolla on ensimmäisenä kolme erävoittoa. Mikäli erävoitot ovat tasan 2 - 2, pelataan viides ja ratkaiseva erä 15 pisteeseen vähintään kahden pisteen erolla vastustajaan. (Istumalentopallon lajitieto 2013a.)

Istumalentopallokenttä on pienempi kuin tavallisen pystylentopallon kenttä. Se on kooltaan 10 x 6 m, ja verkon kohdalla kulkee pelikentän keskiraja. Kentän ulkopuolella tulee olla kolmen metrin vapaa-alue, josta pallo on pelattavissa. Verkon korkeus on miesten pelissä 1.15 m ja naisten verkkokorkeus on 1.05. Virallisen pelipallon on oltava ominaisuuksiltaan pyöreä ja tehty joustavasta nahka- tai synteettisestä kuoresta ja kumista. Sen tulee olla väriltään vaalea yksivärinen tai värien yhdistelmä. Ympärysmitaltaan pallon tulee olla 65 - 67 cm ja painoltaan 260 - 280 g. (Istumalentopallon lajitieto 2013b.)

Istumalentopallo lajina vaatii pelaajalta hyvää vartalon hallintaa, hallittua istumatasapainoa sekä hyvää käsien toimintakykyä. Ylävartalon hallinta ja istumatasapainon ylläpitäminen vaativat hyvää keskivartalon tukea ja hallintaa. (Suomen Paralympiakomitea 2013.) Istumalentopallossa pelaajalta vaaditaan pitkälti samoja ominaisuuksia kuin lentopallossa. Häyrisen (2012) määritelmän mukaan lentopallo on aerobinen sisätiloissa pelattava joukkuepeli, joka vaatii pelaajalta monipuolisia ominaisuuksia. Peli vaatii erityisiä teknisiä taitoja (syöttö, vastaanotto, passaaminen, hyökkäys, torjunta ja puolustus), kehonhallintaa (liikkuminen eri tasoissa), mielenhallintaa (joukkuehenki, kommunikaatio, paineensietokyky) sekä lajin vaatimia erityisiä fyysisiä ominaisuuksia. Istumalentopallon pelaajalta vaaditaan hyvää reaktiokykyä ja nopeaa liikkumista käsien avulla lattiatasossa, jotta kentällä pystyy sijoittumaan muuttuviin pelitilanteisiin ajoissa ja näin pelaamaan tehokkaasti. Laji vaatii perustekniikoiden hallintaa, silmän ja käden välistä koordinaatiota. Pelaajan tulee liikkua kentällä mahdollisimman nopeasti ja säilyttää hallittu peliasento. Liikkumiseen pelaaja käyttää käsiään, samoin kuin pallon passaamiseen, syöttämiseen sekä torjumiseen, ja puutteellinen yläraajojen liikkuvuus vaikuttaa näihin negatiivisesti. (Vute 2008, 18 – 20; Häyrisen 2012.)



### 3. Alaraajan amputaatiot

Amputaatio-sana tulee latinan kielestä *amputare* ja tarkoittaa leikata, lyhentää, tyypistää, katkaista. Amputaatiolla tarkoitetaan raajan tai sen osan tai jonkin ulkonevan osan poistamista ruumiista. Amputaation indikaatiot ovat yleisimmin verisuonisairaudet, tapaturmat, kasvaimet, infektiot ja synnynnäiset raajapuu- tokset tai epämuodostumat. Verisuonisairauksissa aiheena on riittämätön ve- renkierto. Raajan perifeerinen verenkierto ja kudospesuusio eivät ole riittäviä, ja siitä seurauksena on kudosten tuhoutuminen. Tapaturmat, joissa tapahtumasar- ja aiheuttaa kudosvaurion, voivat johtaa heti osittaiseen tai täydelliseen raajan menetykseen. Näitä kutsutaan vammamekanismeiksi. Kasvaimista yleisin on pahanlaatuinen raajakasvain, joka aiheuttaa amputaation. Infektioista johtuvat amputaatiot ovat nykyisin harvinaisempia, mutta yleensä näihin johtavat septi- set osteomyeliitit ja artritit. Hallitsematon sekundäärinen infektio raajojen mur- tumavammoissa, palovammoissa ja syvissä kudokuolioissa, avomurtumissa ja nivelvammoissa voi johtaa avoimeen amputaatioon. (Solonen & Huittinen 1991, 21 - 24.)

Alaraaja-amputaation yleisin indikaatio on verisuonisairaudet (vammamekanis- mit), tapaturmat ja pahanlaatuinen alaraajakasvain. Alaraaja-amputaatiossa tavoitteena on saada hyvävoimainen tynkä, joka kestää proteesin kuormituksen. Tuhoutunut kudokse on poistettava raajasta, mutta sen käyttökelpoinen pituus on säilytettävä. Kaikkiin tynkiin ei voi laittaa proteesia. Tyngän iho tulee olla kun- nossa ja hyvin tuntevaa. Tynkäkivut aiheutuvat tyngän lihasten pumppausme- kanismin edistäessä verenvirtausta, mikä estää laskimostaasin eli alhaisen ve- ren virtauksen suonissa ja kudosanoksian eli kudoksen hapettomuuden. Tyn- gän fysiologisten kudosten suhteet pyritään säilyttämään käyttämällä katkaistuja lihaksia luutyngän peittoon ja tyngän muovaamiseen. Lihaskielekkeillä, jotka on harkitusti laadittu, pyritään säilyttämään tyngän lihasten toimivuus. Verityhjiöitä puolestaan käytetään, jos potilas ei sairasta verisuonitautia, eikä hänellä ole pahanlaatuista kasvainta eikä infektioita. Luunpinta tasoitetaan katkaisukohdas- ta. Tyngän laskimoverenkierron ydinontelon paineen säilyttämiseksi voidaan avattu ydinontelo sulkea perioskielekkellä. Hermot katkaistaan niitä venyttä- mättä terävästi korkealta ja niiden annetaan vetäytyä. Isoihin hermorunkoihin

kuuluva valtimo sidotaan. Kahdella sidelangalla sidotaan raajan suuret valtimot sekä yhdellä laskimot, ja ne katkaistaan. Verityhjiö poistetaan ja verenvuodot tyrehdytetään huolellisesti ennen haavansulun aloittamista. (Solonen & Huittinen 1991, 21 – 24.)

### **3.1 Sääriamputaatio**

Tavoitteena sääriamputaatiossa on polvinivelen toiminnan säilyttäminen ja hyvä liikuntakyky proteesin avulla. Tämän vuoksi amputaatio on suunniteltava tarkasti ja huolella. Pitkä tynkä on paras, jos verenkierto on hyvä ja iho terve. Myös lyhyt tynkä on käyttökelpoinen, jos polvinivelen liikkuvuus on täydellinen ja lihasvoima hyvä. (Solonen & Huittinen 1991, 67.)

### **3.2 Reisiamputaatio**

Mahdollisimman pitkä reisitynkä on paras. Sen säästynyt lihaksisto ja voimien tasapaino auttavat protetisointia ja sen käyttöä. Lyhyt tynkä vetäytyy fleksio-abduktiovirheasentoon, eikä proteesia varten kontaktipintaa ole riittävästi. Tämä tuottaa ongelmia proteesin paikoillaan pysymiseen ja hallintaan. Proteesiraajan täysi toiminta edellyttää kivutonta, kiinteätä, sylinterinmuotoista tai distaalisesti lievästi kapenevaa, hyvävoimaista reisitynkää, jossa liiallista pehmytkudosta ei ole. Pehmytkudoksien liiallinen määrä häiritsee kontaktiproteesin kiinnittymistä tynkään ja johtaisi kudosoödeeman ja ekseeman kehittymiseen. Tyngässä ihon tulee olla hieman löysä, jotta se kestää vähäistä siirtymää, joka tapahtuu proteesin tupessa henkilön askeltaessa. (Solonen & Huittinen 1991, 75.)

## **4. Keskivartalon hallinta ja sen harjoittaminen**

Akuthohan ja Nadlerin (2004, 86) mukaan keskivartalon hallinnalla tarkoitetaan lanneselän ja lantion alueen lihaksiston kontrollia, jota tarvitaan vartalon ja selkärangan asennon hallinnassa staattisen asennon ylläpitämisessä sekä dynaamisessa liikkeessä. Behm, Drinkwater, Willardson ja Cowley (2010, 109 - 112) toteavat tutkimuksessaan, että keskivartalon stabiliteetti eli vakaus voidaan saavuttaa intra-abdominaalisen eli vatsansisäisen paineen ja lihasaktivaation avulla.

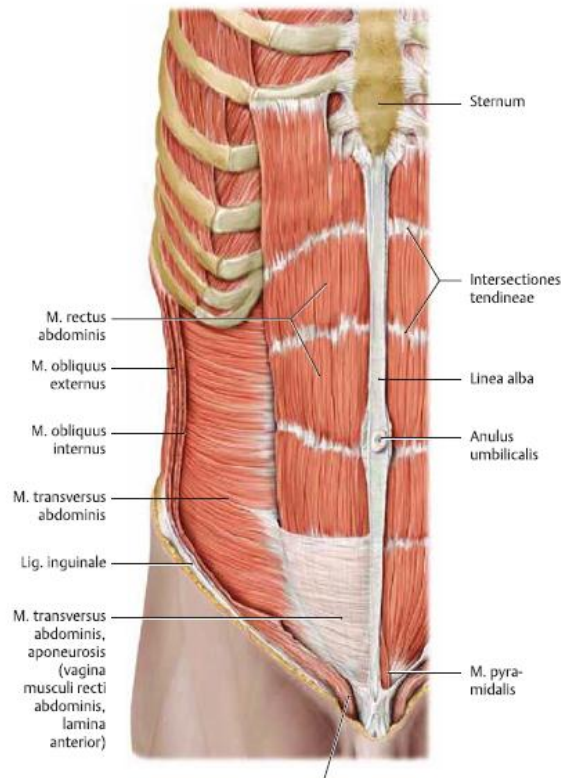
Lantion asentohallinta on lannerangan tukevuuden ja toiminnan perusta. Lannerangan stabilaatioon osallistuu suuri joukko lihaksia, ja lähes kaikilla sen alueen lihaksilla on jonkinlainen vaikutus lannerangan toimintaan. Vatsa- ja selkälihasten yhteistoiminnalla on suuri vaikutus rangan stabiliteettiin, ja se tulee huomioida harjoitettaessa keskivartalon tukilihaksia. Syvien lihasten aktivaation tulisi olla varhaisempi kuin pinnallisimpien ja vahvojen lihasten, jotta rangan tuenta olisi optimaalinen. Poikittainen vatsalihas on tärkeä lannerangan liikehallinnan kannalta. Poikittaisen vatsalihaksen työtä avustaa lantionpohjan lihasten varhainen aktivaatio. (Ahonen & Sandström 2011, 219 - 227.)

Hermostollinen säätely sekä aktiiviset ja passiiviset rakenteet vaikuttavat rangan liikkeiden ja stabiliteetin hallintaan. Aktiiviset rakenteet käsittävät lihakset ja niiden tuottaman voiman vaikutuksen stabiliteettiin. Passiivisia rakenteita ovat kaikki luu- ja nivelrakenteet sekä rangan nivelsiteet (*ligamentit*). Passiivisten rakenteiden tuottama tuki on korkeimmillaan liikkeiden lopussa, ja niiden roolin vaikutus on pienimmillään vartalon neutraaliasennossa. Nivelsiteiden tärkein tehtävä on välittää aistituntemuksia rangan ääriasennoissa. Hermoston tärkein tehtävä on säädellä lihasten yhtäaikaista toimintaa ja voimankäyttöä siten, että liikkeistä muodostuu hallittu kokonaisuus. Lihakset toimivat hermoston käskyistä rangan aktiivisina tukijoina. Rangan stabiliteettiin vaikuttavat kolme osaa ovat riippuvaisia toisistaan. Mikäli jokin näistä osatekijöistä ei toimi kunnolla, stabiliteetti häiriintyy. (Hodges 2005, 14 - 16.)

#### **4.1 Keskivartalon lihakset**

Akuthohan ja Nadlerin (2004, 86) mukaan keskivartalo toimii toiminnallisen suljetun kineettisen ketjun keskuksena. Suljetussa kineettisessä ketjussa alaraajan asento ja liike vaikuttavat koko kehoon sekä painovoiman että alustan vastavoiman kautta. Vartalon asentoa ylläpitäviin syviin core- eli korsettilihaksiin kuuluvat yleisesti pallea, poikittainen vatsalihas, vinot vatsalihakset, lantionpohja ja selkärankaa liikuttavat ja tukevat monijakoiset lihakset. (Aalto, Paanola & Paunonen 2007, 23). Hodges (2005, 14 - 19) määrittelee keskivartalon ja lantion alueen hallinnan (lumbo-pelvisen stabiliteetin) staattiseksi ja dynaamiseksi asennon ylläpitoprosessiksi.

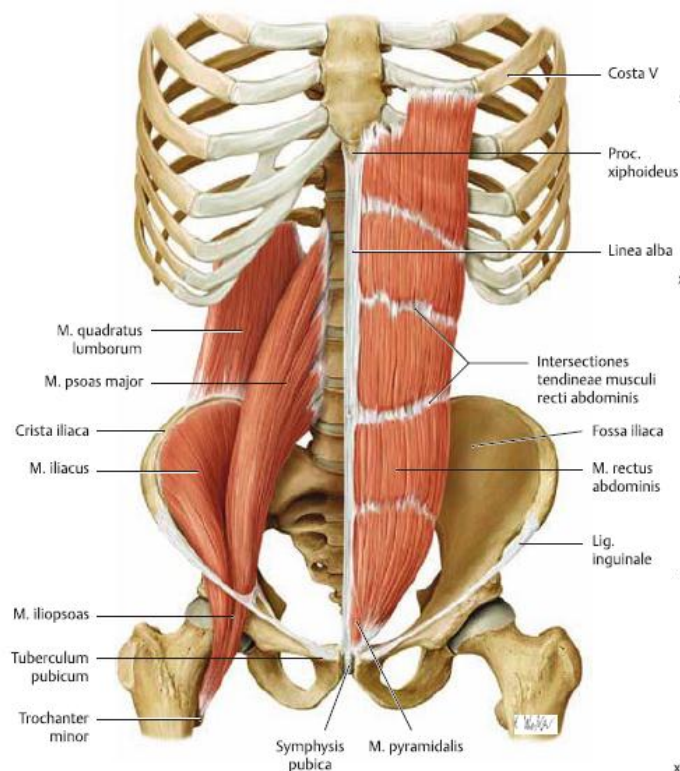
Vartalon lihakset jaetaan lokaaleihin ja globaaleihin lihaksiin. Lokaalit eli paikalliset lihakset ovat syviä lihaksia, ja ne tukevat rangan asentoa. Niiden tulisi syttyä aina ennen liikkeen alkamista. Paikalliset lihakset osallistuvat lannerangan tukemiseen ja kiinnittyvät suoraan tai kalvorakenteen kautta lannerangan nikamiin. Paikallisia lihaksia ovat: poikittainen vatsalihas (*m. transversus abdominis*), pallea (*m. diaphragma*), iso lannelihas (*m. psoas major*), pieni lannelihas (*m. psoas minor*), monijakoinen lihas (*m. multifidus*), nelikulmainen lannelihas (*m. quadratus lumborum*), lantionpohjan lihakset (*m. diaphragma pelvis*) ja kiertäjähakset (*m. rotatores*). (Hodges 2005, 14 – 19; Ahonen & Sandström 2011, 225 – 227.)



Kuva 1. Vatsalihakset (Gilroy, MacPherson & Ross 2009, 131)

Pinnalliset eli globaalit lihakset lannerangan alueella ovat lihaksia, joilla ei ole suoraa kontaktia nikamiin. Nämä lihakset vaikuttavat lantion ja rintakehän liikkeiden kautta myös lannerenkaaseen. Ne tukevat rankaa nostotilanteissa. Pinnalliseen lihasryhmään kuuluu suuret, pinnalliset lihakset: vino vatsalihas (*m. obliquus internus abdominis*, *m. obliquus externus abdominis*), suora vatsalihas (*m. rectus abdominis*), vino okahaarakelihas (*m. semispinalis*), selkärangan-

gan ojentajalihakset (*m. erector spinae*), leveä selkälihas (*m. latissimus dorsi*), suolikylkiluulihhas (*m. iliocostalis*), lanne-suolikylkiluulihhas (*m. iliocostalis lumborum*) ja pitkä selkälihas (*m. longissimus dorsi*). Pinnalliset lihakset tuottavat vartaloon vääntömomentin ja hallitsevat rangon asentoa ja tasapainottavat rankaan kohdistuvia ulkoisia kuormia. Mikäli paikallisessa lihasryhmässä ei ole riittävää aktiviteettia, ranka on epästabiili pinnallisen lihasryhmän tuottamasta voimasta huolimatta. (Hodges 2005, 17 – 19; Ahonen & Sandström 2011, 225 – 227.)



Kuva 2. Vatsalihakset ja luiset rakenteet (Gilroy ym. 2009, 139)

## Paikalliset (syvät) eli lokaalit lihakset

### Pallea (*m. diaphragma*)

Hodgesin (2005, 34 - 35) mukaan pallealihas (*m. diaphragma*) on tärkein sisäänhengityksilihas, ja se säätelee vatsaontelon sisäistä painetta sekä erottaa rintakehän vatsasta. Uloshengityksen aikana pallea rentoutuu. Lihas sijaitsee keuhkojen alapuolella muodostaen vatsaontelon yläosan. Pallea kiinnittyy kylkiluihin ja selkärankaan, ja sen jännittyminen hengityksen pidättämisen ja ulkoi-

sen paineen vaikutuksesta nostaa vatsaontelon painetta. Tämä paine tukee selkärankaa edestä. (Aalto ym. 2007, 24.)

### **Poikittainen vatsalihas (*m. transversus abdominis*)**

Poikittainen vatsalihas (*m. transversus abdominis*) on vatsalihaksista syvin, ja se lähtee thorako-lumbaalifaskiasta (*fascia thoraco lumbalis*), kuuden alimman kylkiruston sisäosasta, suoliluun harjasta sekä inguinaali nivelsiteen lateraalista kolmanneksesta. Poikittainen vatsalihas kiinnittyy takaosaltaan kaikkiin lannerikamiin (*processus transversus*) thorako-lumbaalifaskian kautta. Anatomisesti poikittainen vatsalihas voidaan jakaa kolmeen osaan. Supistuessaan poikittainen vatsalihas pienentää vatsalihasseinämän ympärysmittaa sekä nostaa vatsaontelon painetta. (Hodges 2005, 31 - 34.) Sillä on myös tärkeä rooli selkärangan stabilisoinnin sekä lannerangan liikehallinnan kannalta. Poikittaisen vatsalihaksen horisontaalinen lihassyiden suunta mahdollistaa poikittaisen, vyömäisen tuen keskivartalolle, ja lihaksen tulisi aktivoitua aina ennen muiden lihasten työtä. (Aalto ym. 2007, 24; Ahonen & Sandström 2011, 226 – 227.)

### **Monijakoinen selkälihas (*m. multifidus*)**

Monijakoinen selkälihas (*m. multifidus*) on selkälihaksista syvin, ja se kiinnittyy selkärangan nikamien haarakkeisiin. Lihakset lähtevät kahden päällekkäisen nikaman ylemmästä poikkihaarakkeesta ja kiinnittyvät alemman nikaman okahaarakkeeseen (*processus spinosus*). Nämä lihakset aikaansaavat nikamatason kiertoliikettä, ja niiden merkitys on huomattava asennon ylläpidon kannalta, sillä monijakoinen selkälihas on aktiivinen kaikessa pystyasennossa tapahtuvassa liikkeessä ja selän liikkeissä. Lihaksen varhainen aktivaatio on tärkeää ja se on mahdollista silloin, kun poikittainen vatsalihas on aktiivinen sekä lantiossa ja lanneselässä on alkuasentona keskiasento. (Aalto ym. 2007, 26; Ahonen & Sandström 2011, 231.)

Hidesin (2005, 71 - 72) mukaan monijakoisella selkälihaksella on tärkeä rooli asento- ja liikeaistin (*proprioseptiikan*) kannalta, sillä se välittää tietoa rangon asennosta. Lihas soveltuu hyvin jännitystä ylläpitävään (*tooniseen*) toimintaan, sillä siinä on paljon tyyppi 1:n lihassäikeitä, ja se on hyvin verisuonitettu.

### **Suuri lannelihas (*m. psoas major*)**

Suuri lannelihas (*m. psoas major*) on lannerangan stabiloiija sekä lonkan koukistaja. Lihäs sijaitsee vatsaontelon takaosassa ja on jakautunut kahteen eri osaan, *syvään ja pinnalliseen*. Pinnallisen osan lähtökohta on alimman rintanikaman ja neljän ylimmän lannenikaman etu-sivupinnoilla ja nikamien välisten välilevyjen (*discus intervertebralis*) sivuissa. Syvempi osa lähtee lannenikamien poikkihaarakkeista (*processus transversus*). Lihakset sijaitsevat molemmin puolin selkärankaa, ja takaosa kiinnittyy pieneen sarvennoiseen (*trochanter minor*) ja osin myös poikkihaarakkeisiin (*processus transversus*), ja etuosa kiinnittyy nikaman etuosiin. (Ahonen & Sandström 2011, 230 – 231.)

### **Pieni lannelihas (*m. psoas minor*)**

Pieni lannelihas (*m. psoas minor*) on lihas, joka vakauttaa lantiota suhteessa lannerankaan ja avustaa lantiota taaksepäin (*posteriorisesti*) suuntautuvassa liikkeessä. Lihäs kulkee suuren lannelihaksen edessä, ja kiinnityskohtana yläosassa ovat 12. rintanikaman ja ylimmän lannenikaman sivu-etupinnalta sekä alempi kiinnityskohta on häpyluun etu-yläreuna. (Ahonen & Sandström 2011, 230 – 231.)

### **Nelikulmainen lannelihas (*m. quadratus lumborum*)**

Nelikulmaisen lannelihaksen (*m. quadratus lumborum*) molemminpuolinen jännitys avustaa lantion vakauttamista ja lanneselän taaksetaivutusta. Lihaksen jännitys liikuttaa alimpaa kylkiluuta alaspäin, ja lihas avustaa vinoja vatsalihaksia sivutaivutuksessa. Toispuoleisesti jännittyessään lihas saa aikaan suoliluun (*ilium*) kohoamisen. Nelikulmainen lannelihas on kiinni iliolumbaalisen nivelsiteen kalvojänteen (*aponeuroosin*) säikeissä ja suoliluun harjanteen yläreunassa. Lisäksi lihas on kiinni pienillä jänteillä neljän ylimmän lannenikaman poikkihaarakkeissa. (Ahonen & Sandström 2011, 230 – 231.)

### **Lantionpohjan lihakset (*m. diaphragma pelvis*)**

Lihaskerrosta lantion pohjalla kutsutaan lantionpohjan lihaksiksi (*m. diaphragma pelvis*). Lantionpohjan lihakset tukevat ja kannattavat lantiota sekä vatsan elinten painoa sekä avustavat virtsarakon ja peräsuolen toimintaa. Lantionpohjan

lihakset ulottuvat häpyluusta häntäluuhun ja sivusuunnassa istuinluusta toiseen. Raskaus ja synnytys heikentävät lihasten supistusvoimaa, ja jo odotusaikana näiden lihasten harjoittaminen on tärkeää. (Ahonen & Sandström 2011, 231 – 232.)

## **Pinnalliset eli globaalit lihakset**

### **Suora vatsalihas (*m. rectus abdominis*)**

Suora vatsalihas (*m. rectus abdominis*) aiheuttaa supistuessaan vartalon eteen- taivutuksen. Lihaks on tärkeässä roolissa selkärangan stabiloijana silloin, kun selän kuormitus on suurta ja tarvitaan voimakasta tukea rankaa kuormittavia voimia vastaan. Lihaks lähtee kylkiluiden muodostaman kaarirakenteen etu- alapinnoilta ja kiinnittyy häpyluun yläpinnalle häpyliitoksen (*symphysis*) molem- mille puolille. Suora vatsalihas on rakenteellisesti kaksi eri lihasta, mutta toimin- nallisesti yksi lihas. (Ahonen & Sandström 2011, 232 – 233.)

### **Ulompi vino vatsalihas (*m. obliquus externus abdominis*)**

Ulompi vino vatsalihas (*m. obliquus externus abdominis*) on pinnallisin kolmesta päällekkäisestä vatsalihaksesta. Se lähtee leveästä selkälihaksesta, etummai- sen sahalihaksen kiinnityskohtien väleistä ja alimpien kylkiluiden etupinnalta ja kiinnittyy suoliluun harjuun ja suoran vatsalihaksen jännetuppeen sekä nivussi- teeseen. (Aalto ym. 2007, 25.) Supistuessaan lihas saa aikaan vartalon eteen- taivutuksen, kierron vastakkaiselle puolelle ja samanpuoleisen sivutaivutuksen. Molempien puolten yhtäaikainen supistus saa aikaan rangon taivutuksen eteenpäin. Ulomman vinon sekä sisemmän vinon vatsalihaksen yhteistyö saa aikaan täyden mahdollisen kiertoliikkeen. Lihaks avustaa keskivartalon stabilaa- tiota. (Hodges 2005, 34 – 35; Ahonen & Sandström 2011, 232 – 233.)

### **Sisempi vino vatsalihas (*m. obliquus internus abdominis*)**

Sisempi vino vatsalihas (*m. obliquus internus abdominis*) on keskimmäinen vat- san sivuseinämän kolmesta vatsalihaksesta. Se lähtee lannealueen kalvoraken- teesta, nivussiteestä ja suoliluun harjusta ja kiinnittyy alimpiin kylkiluihin ja suo- ran vatsalihaksen jännetuppeen. (Aalto ym. 2007, 25.) Sen tehtävänä on tois- puolisesti supistuessaan rangon sivutaivutus ja samanpuoleinen vartalon kierto.



Molemmiin puolin supistuessaan lihas taivuttaa rankaa eteenpäin. Selkärangan kierto vaatii molempien, ulomman ja sisemmän, vinon vatsalihaksen supistumista. Tämän lisäksi sisempi vino vatsalihas on ristiluu-suoliluunivelen stabiloija. (Hodges 2005, 34 – 35; Ahonen & Sandström 2011, 234.)

#### **4.2 Alaraaja-amputaation merkitys toimintakykyyn**

Hendershot ja Nussbaum (2013, 438 - 442) tutkivat alaraaja-amputoitujen ja terveiden ihmisten välisiä eroja vartalon asennon hallinnassa istuma-asentoa ylläpidettäessä. Tutkijat valitsivat koehenkilöiksi kahdeksan aikuista miestä, joilla oli reisi- tai sääriamputaatio. Toiseen koeryhmään valittiin kahdeksan tervettä miestä, jotka olivat iältään, pituudeltaan ja ruumiinrakenteeltaan keskimäärin samanlaisia kuin toisen ryhmän koehenkilöt.

Tutkimuksessa tutkittiin koehenkilöiden istumatasapainoa epävakaisella pallonivelellä varustetulla tuolilla, jossa oli voima-anturi ja mukautuvat jouset. Koehenkilöille laitettiin elektrodit lannerangan kolmannen nikaman kohdalle selän ojentajalihakseen, suoraan vatsalihakseen sekä ulompaan vinoon vatsalihakseen. Elektrodit mittasivat lihaksen sähköistä aktiivisuutta (EMG) koko mittausten ajan. Aluksi koehenkilöt suorittivat maksimaalisen lihassupistuksen vartalon koukistus- (*fleksio*), ojennus- (*ekstensio*) puolelle sekä sivutaivutukset oikealle ja vasemmalle. Tämän jälkeen he saivat viisi harjoituskertaa koetta kohden. Testi koostui kolmesta kokeesta, joissa piti pitää istumatasapaino lannerangan liikkeen avulla. Jokainen koe kesti 65 sekuntia. Kokeiden aikana kerättiin talteen EMG:n lisäksi reaktiivoimaa ja voiman momenteja. Tutkimuksessa asennon hallinta määriteltiin perinteisin mittauksin (95%:n ellipsialue, neliöllinen keskiarvo (RMS) etäisyys etu-taka- (A-P) ja sivusuunnissa (M-L), keskinopeus etu-taka- (A-P) ja sivusuunnissa (M-L), paineen keskipisteen (COP) ja aikasarjojen avulla. Tuloksia analysoitiin varianssianalyysillä (ANOVA).

Tutkimuksen perinteisten mittausten perusteella koehenkilöillä, joilla oli toisalaraaja-amputaatio, oli merkittävästi laajempi asennon hallinta kuin toisella koeryhmällä (95%:n ellipsialue  $p < 0,05$ , RMS etäisyys A-P  $p < 0,05$ , RMS etäisyys M-L  $p < 0,05$ , keskinopeus A-P  $p < 0,05$ , keskinopeus M-L  $p < 0,05$ ). EMG-mittauksissa toisalaraaja-amputoiduilla oli suuremmat lihasaktivaatiot kuin kont-

rolliryhmällä. Tutkimuksessaan Hendershot ja Nussbaum (2013, 440 – 441) toteavat tämän johtuvan siitä, että kun lannerangan neutraaliasento lisääntyy, tulee selkärangasta epävakaata. Tämä vaatii kompensatiota aktiivisista lannerangan lihaksista, jotta asento säilyisi. Hendershot ja Nussbaum (2013, 441) asettivat tutkimuksessaan hypoteesin, jonka mukaan toisalaraaja-amputoiduilla vartalon asennonhallinta olisi vajavaista verrattuna terveiden koeryhmään. Tutkimuksen tulosten perusteella hypoteesi osoittautui oikeaksi. (Hendershot & Nussbaum 2013, 438 – 442.)

Istumalentopalloilijoiden keskivartalon hallintaa ei ole tutkittu Suomessa eikä sen merkitystä pelillisiin taitoihin ja kykyihin tiedetä. On kuitenkin tiedossa, että keskivartalon lihasvoimalla sekä hallinnalla on suuri merkitys tasapainon hallintaan. Vuori ja Laukkanen ovat tutkineet (2010, 3108 - 3109) runsaan istumisen heikentävän lihasten voimaa ja koordinaatiota sekä tasapainoa.

Vrieling, Van Keeken, Schoppen, Otten, Hof, Halbertsma ja Postema (2008, 222) tutkivat sääri- ja reisiluuamputoitujen henkilöiden tasapainokykyä epätaisella alustalla. Nivelten liikkuvuus ja lihasaktiiviteetti muuttuvat amputoidussa raajassa, ja tämä aiheuttaa haasteita alaraaja-amputoidun henkilön tasapainonhallintaan sekä kävelyyn. Vrieling ym. (2008, 222) havaitsivat, että alaraaja-amputoiduilla on käytössään eri tasapainostrategiat kuin terveillä henkilöillä ja eteen- taaksepäin suuntautuvassa liikkeessä proteesijalan tasapainonhallinta on heikentynyt. Seistessä alaraaja-amputoitu henkilö tukeutuu enemmän terveeseen jalkaansa ja lisää kehon liikkeitä, koska nilkkastrategiaa ei voida käyttää sen puuttuessa. Vrielingin ym. (2008, 222 – 223) mukaan alaraaja-amputoidun on tärkeää harjoittaa lihasvoimaa sekä tasapainoa tasapainohallintakyvyn kannalta.

Michaud, Gard ja Childress (2000, 1 – 2) tutkivat toisalaraaja-amputoitujen ja terveiden henkilöiden välisiä eroja kävelyssä ja kävelyn aikaista lantion hallintaa. Amputoidun raajan heilahdusvaiheessa havaittiin lantion kallistusta. Amputoidun alaraajan lonkan havaittiin nousevan korkeammalle heilahdusvaiheessa kuin terveen jalan. Alaraaja-amputoiduilla havaittiin kävelyn aikana lonkan ja lantion epäsymmetriaa enemmän kuin terveillä henkilöillä. Michaud ym. (2000,

1 – 10) havaitsivat myös alaraaja-amputoidun henkilön kävelyn olevan hitaampaa kuin terveen henkilön.

Nolan, Wit, Dudzinski, Lees, Lake ja Wychowanski (2003, 142) tutkivat alaraaja-amputoitujen kävelyä. Nolan ym. (2003, 142 - 143) toteavat, että alaraaja-amputoitu henkilö kuormittaa kävelyn aikana tervettä raajaansa enemmän ja kävelyn on havaittu olevan myös epäsymmetristä. Askelpituudessa havaittiin pituuseroja amputoidun sekä terveen alaraajan välillä. Amputoidun jalan askelpituus sekä heilautusvaihe olivat pidemmät kuin terveen alaraajan. Tukivaiheen keston havaittiin olevan taas lyhyempi amputoidulla raajalla. Terveen alaraajan kuormittaminen saattaa aiheuttaa erilaisia tuki- ja liikuntaelimistön oireita. (Nolan, Wit, Dudzinski, Lees, Lake & Wychowanski 2003, 142.)

Nadollek, Brauer ja Isles (2002, 203) tutkivat 23 sääriamputoitua vanhusta. Koehenkilöiltä mitattiin tasapainojakaumaa ja kävelystä mm. askelpituutta sekä tukivaiheen kestoa. Tutkimuksessa selvisi, että vahvat lonkan loitontajat korreloivat painon tasaisemmin jakautumista terveen ja amputoidun jalan välillä. Lonkan loitontajien heikentynyt lihasvoima on yhteydessä alaraaja-amputoidun henkilön hidastuneeseen kävelynopeuteen ja muihin kävelyn osa-alueisiin sekä painon jakautumisen epäsymmetriaan. Lonkan loitontajalihasten vahvistaminen on tärkeää alaraaja-amputoiduille henkilöille. (Nadollek, Brauer & Isles 2002, 203.)

## **5. Lihasvoima**

Kaurasen ja Nurkan (2010, 144) mukaan lihasvoima kuvastaa lihaksen tai lihasryhmien kykyä tehdä työtä. Lihasvoima jaetaan maksimi-, nopeus- ja kestovoimaan. Ihmiskehon liikkeet syntyvät hermoston sekä lihasten ja luuston yhteistyöstä. Poikkijuovainen eli tahdonalainen lihaskudos muodostaa lihaksia, joiden avulla pystymme liikkumaan. Poikkijuovainen lihaskudos on muodostunut lihasyistä eli lihassoluista, joita on kahta eri lajia: nopeita (2-tyyppi), jotka jaotellaan kolmeen alatyyppiin, ja hitaita (1-tyyppi). Lihassupistus saa alkunsa keskushermostosta ja saapuu selkäyttimeen. Motorinen hermo, joka jakautuu useisiin päätehaaroihin, vie lihaksille supistuskäskyjä. Kukin päätehaara liittyy hermolihasliitoksen välityksellä yhteen lihassoluun. Motorinen yksikkö on hermolihas-

järjestelmän pienin toiminnallinen yksikkö. Motorinen hermosolu koostuu yhdestä motorisesta hermosolusta ja sen hermottomista lihassoluista. Lihassoimiharjoittelun seurauksena harjoitettu lihas kasvaa kooltaan, mikä voidaan todentaa erilaisilla mittauksilla. Kudostasolla esiintyvät muutokset selittyvät lihassolujen paksuuntumisella eli hypertrofialla. Lihassolun paksuuntuminen johtuu proteiinisynteesin lisääntymisestä sekä proteolyysin vähenemisestä. (Niemi 2006, 13 - 18; Kauranen & Nurkka 2010, 151.)

Lihaksien supistumiseen vaikuttavat monet eri tekijät, kuten mm. keskushermosto, ääreishermosto, lihaksisto ja luusto. Voimaa voidaan tuottaa joko isometrisesti tai dynaamisesti. Dynaaminen lihassupistus jaetaan konsentriseen ja eksentriseen supistukseen. Voimantuoton nopeuteen ja suuruuteen vaikuttavat hermosto ja lihaskudoksen poikkipinta-ala. (Niemi 2006, 61.)

### **5.1 Kestovoima ja sen harjoittaminen**

Ahtiainen ja Häkkinen (2004, 169) määrittelevät kestovoiman seuraavasti: *Kestovoimalla tarkoitetaan lihaksen tai lihasryhmän kykyä tehdä työtä, tuottaa toistuvia lihassupistuksia tietyssä ajassa tietyllä kuormituksella, joka tuottaa lihasväsymystä, tai kykyä ylläpitää tiettyä voimatasoa mahdollisimman kauan tai jonkin tietyn ajan.*

Voiman eri osa-alueet ovat maksimi-, nopeus- ja kestovoima. Kaikki eroavat toisistaan voimantuoton nopeuden, suuruuden ja keston sekä energiantuottomekanismiensa perusteella. Kestovoima jaetaan lihaskestävyyteen ja voimakestävyyteen. Kestovoimiharjoittelu lisää lihasten hiussuonitusta, mikä johtaa kestävyysominaisuuksien parantumiseen. Harjoittelun avulla lihaksen anaerobinen aineenvaihdunta ja hapenottokyky paranevat ja hitaiden lihassolujen toiminta tehostuu. (Niemi 2006, 95 – 103.)

Kauranen (2014, 478) määrittelee lihasvoimiharjoittelun ensisijaiseksi tarkoituksiksi lisätä kudosten proteiinisynteesiä harjoitusten aiheuttamien stimulusten ja stressireaktion kautta. Kaurasen (2014, 442 – 443) mukaan kestovoimiharjoittelun harjoitusvaikutus kohdistuu ensisijaisesti lihaskudoksen aineenvaihduntaan ja huoltojärjestelmiin. Kestovoimiharjoittelun toistomäärät ovat korkeat (10 – 50 toistoa / sarja) ja kuormatasot matalia (0 – 60 %). Tehokkaammin kesto-

voimaa, räjähtävää voimaa, hypertrofiaa ja maksimaalista lihasvoimaa lisäävät useammat kuin yksi sarja / harjoite (yleisimmin 3 – 5 sarjaa). Kestovoimaharjoittelun esimerkkinä on perinteinen kuntopiiri, jossa suoritusajat ovat pitkiä ja palautumisajat lyhyitä. Lyhyillä palautusajoilla pyritään sopeuttamaan lihasta työskentelemään laskeneessa pH-ympäristössä ja lisäämään lihaksen maitohapon puskurointikykyä. (Kauranen 2014, 460 – 469.)

Lihastroimaharjoittelun harjoittelutiheyden tulisi olla vähintään kolme kertaa viikossa, jotta harjoittelulla saavutetaan positiivisia harjoitusvaikutuksia. Saavutetun lihasvoiman ylläpitämiseen riittää 1–2 harjoituskertaa viikossa. (Kauranen 2014, 474.)

Yleiset peruseriaatteet ja säännöt ovat perustana lihasvoimaharjoittelulle. *Yli-rasitusperiaate*, harjoitusten määrän ja kuormituksen suhde tulee olla korkeampi kuin päivittäisten toimintojen aiheuttama rasitus. *Spesifisyysperiaate*, harjoitetaan taitoa tai toimintaa, jota halutaan kehittää. *Progressiivisuusperiaate* eli harjoittelun tulee olla nousujohteista ja etenevää yksilön suoriutumistason huomiioon ottavaa. *Palautuvuusperiaate*, lihaskudoksen ja hermotuksen muutokset harjoittelun myötä ovat palautuvia. *Yksilöllisyysperiaate* eli harjoitteet tulee yksilöidä, niin että ne tukevat yksilön tarpeita. *Monipuolisuusperiaate*, harjoittelun tulee olla monipuolista muuttamalla harjoitettavia lihaksia ja harjoitteita. *Mentaaliperiaate* eli yksittäiseen harjoitukseen ja harjoitusprosessiin valmistaudutaan keskittymisen ja ajattelun kautta. *Adaptaatioperiaate* eli elimistön lihaksisto ja hermosto sopeutuu nopeasti harjoittelun kuormitukseen, jonka vuoksi harjoitteita sekä kuormaa tulisi vaihdella. *Levon- ja kuormituksenperiaateessa* lihaksisto ja hermosto tarvitsevat kehittyäkseen riittävästi lepoa. Kuormitus aiheuttaa elimistöön katabolisen tilan (kudosta hajottavan) ja lepo taas anabolisen tilan (kudosta rakentavan). *Keskittymisenperiaate* eli mahdollisimman hyvän harjoitteluvasteen saavuttamiseksi vaaditaan täydellinen keskittyminen. (Kauranen 2014, 382 – 386.)

## 6 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten kuuden kuukauden keskivartalon hallinnan harjoitteet vaikuttavat alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan keskivartalon lihasten kestovoimaan ja hallintaan.

Tutkimuksella halutaan tarkentaa, miten keskivartaloharjoitteet vaikuttavat suoran vatsalihaksen (*m. rectus abdominis*), poikittaisen vatsalihaksen (*m. transversus abdominis*), sisemmän vinon vatsalihaksen (*m. internus obliquus abdominis*) sekä selän ojentajalihaksien (*m. erector spinae*) kestovoimaan.

Tutkimusongelmat ovat seuraavat;

1. Miten kuuden kuukauden keskivartalolihasvoimien harjoittelu vaikuttaa alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan keskivartalon lihasten kestovoimaan?

1.1 Miten keskivartalon lihasvoimien harjoitteet vaikuttavat suoran vatsalihaksen kestovoimaan?

1.2 Miten keskivartalon lihasvoimien harjoitteet vaikuttavat poikittaisen vatsalihaksen ja sisemmän vinon vatsalihaksen aktivaatioon?

1.3 Miten keskivartalon lihasvoimien harjoitteet vaikuttavat selän ojentajalihaksien kestovoimaan?

2. Miten keskivartalon hallinnan harjoitteet vaikuttavat alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan istuma-asennon hallintaan?

## 7 Tutkimusmenetelmät

### 7.1 Koehenkilöt

Perusjoukkona toimi Suomen naisten istumalentopallon maajoukkue. Sisäänottokriteerit olivat, että tutkittavilla henkilöillä oli oltava toisen alaraajan amputaatio ja kuuluttava naisten maajoukkueeseen. Alaraajahalvaus ja molempien alaraajojen amputaatio olivat poissulkevia kriteereitä. Tutkimukseen osallistuvien määrä riippui pelaajien mahdollisuudesta osallistua alku- sekä loppumittauksiin.

Otoskoko ( $N$ ) on 5 pelaajaa. Otoskokoon vaikutti pelaajien mahdollisuus osallistua ennalta ilmoitettuna päivinä alku- ja loppumittauksiin. Vaadittavia mukanaolopäiviä oli kaksi, alku- sekä loppumittauspäivä. Tämän toivottiin edesauttavan henkilöiden osallistumista tutkimukseen sekä vähentävän mahdollista katoa. Koska pelaajat olivat eri puolelta Suomea, järjestettiin sekä alku- että loppumittaukset maajoukkueen leirien yhteydessä.

Alku- ja loppumittauksissa olleiden koehenkilöiden ( $n=4$ ) antropometriset keskiarvot olivat ikä 37 vuotta, pituus 166 cm, paino 63 kg ja painoindeksi (BMI) 22. Koehenkilöiden taustatiedot on esitelty taulukossa 1.

Koehenkilöt N=4	Keskiarvo (x)	Keskihajonta (sd)	Maksimi	Minimi
<b>Ikä</b>	37	9,14	44	25
<b>Pituus</b>	166	8,67	178	159
<b>Paino</b>	63	10,66	73	51
<b>BMI</b>	22	2,45	25	19

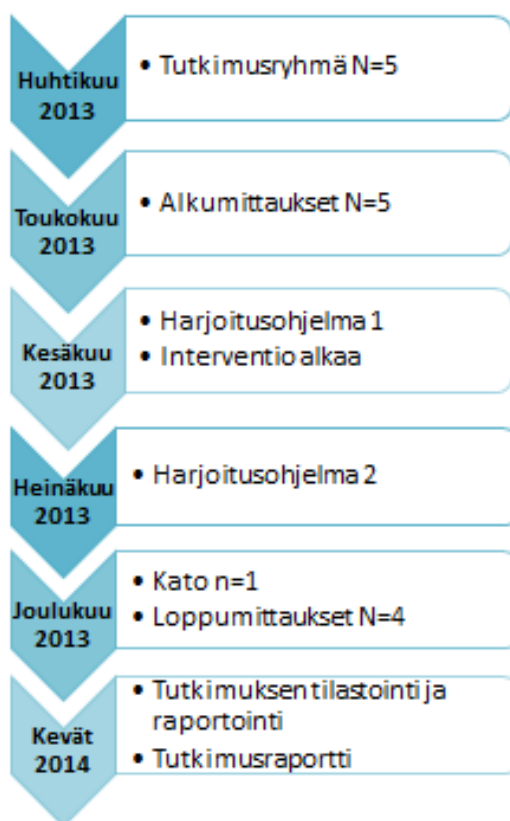
Taulukko 1. Taustatiedot alku- ja loppumittauksissa olleista henkilöistä

## 7.2 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyö toteutetaan yhteistyössä naisten istumalentopallomaajoukkueen kanssa. Opinnäytetyön ajankohta ajoittuu joukkueen valmistautumiseen syksyn 2013 EM-kisoihin. Tutkimus on kvantitatiivinen eli määrällinen. Tutkimuksessa suoritettiin kaksi mittauskertaa: alku- ja loppumittaus. Otantamenetelmänä käytettiin ryväotantaa. Istumalentopallojoukkueessa on sekä *alaraaja-amputoituja* henkilöitä että *ei-amputoituja* henkilöitä. Tutkimuksessa tarkasteltiin alaraaja-amputoitujen henkilöiden keskivartalon hallintaa ja kestovoimaa. Valittujen henkilöiden tuli noudattaa laadittua harjoitusohjelmaa kuuden kuukauden ajan, ja he osallistuivat sekä alku- että loppumittaukseen. Molempiin mittauksiin osallistuvien tulokset analysoitiin.

Koeryhmälle tehtiin alkumittaukset toukokuussa 2013. Mittausten jälkeen kesälä 2013 heille laadittiin kaksi eri harjoitusohjelmaa. Ensimmäinen harjoitusohjelma sisälsi keskivartaloa aktivoivia harjoitteita, joita suoritettiin 5 viikkoa. Toinen harjoitusohjelma kehitti keskivartalon kestovoimaa, jota suoritettiin yhdessä ensimmäisen harjoitusohjelman kanssa 19 viikkoa. Henkilöt harjoittelivat ohjelmien avulla itsenäisesti noin kuusi kuukautta eli 24 viikkoa.

Alkumittauksissa henkilöiden keskivartalon lihasten aktivointia ja voimatasoa mitattiin painekennomittarilla sekä maksimitoistotestien avulla. Lannerangan asentoa mitattiin selkärangan liikkuvuutta ja asentoa mittaavalla mittalaitteella. Harjoitusjakson lopussa testit toistettiin uudelleen.



Taulukko 2. Aikataulu

### Harjoitusohjelmat

Harjoitusohjelmien harjoitteet laadittiin lajin vaatimien fyysisten ominaisuuksien mukaisesti. Harjoitteet kehittivät keskivartalon syvien lihasten hallinnan harjoit-



tamista sekä kestovoimaa. Harjoitteilla haettiin lajinomaisuutta ja sovellettavuutta alaraaja-amputoidulle istumalentopalloilijalle.

Itsenäinen harjoittelujakso kesti kuusi kuukautta, jonka aikana harjoitusohjelma oli tarkoitus tehdä 3-5 kertaa viikossa. Ensimmäinen harjoitusohjelma (liite 5) koostui keskivartalon hallintaa parantavista harjoitteista, joiden tarkoituksena oli harjoittaa syvien vatsalihasten aktivointia. Harjoitusohjelma sisälsi kuusi harjoitetta, joita suoritettiin 3-5 kertaa viikossa. Ohjelmaa tehtiin viisi viikkoa. Toinen harjoitusohjelma (liite 6) koostui keskivartalon kestovoimaa parantavista liikkeistä, joita suoritettiin painon kanssa tai ilman. Harjoitusohjelma sisälsi seitsemän harjoitetta. Harjoitusohjelmia suoritettiin päällekkäin harjoitusviikoista kuusi alkaen. Ensimmäistä harjoitusohjelmaa tehtiin 1-2 kertaa viikossa ja toista harjoitusohjelmaa 3-4 kertaa viikossa. Pelaajat saivat harjoituspäiväkirjan (liite 3), johon he merkitsivät tekemänsä harjoitusohjelman.

### 7.3 Tiedonkeruumenetelmät

Tutkimusongelmat	Stabilizer	Spinal Mouse	Vatsarutitus	Selkälihas-testi	Istumaan-nousu
1			XX	XX	XX
1.1			X		XX
1.2	XX				
1.3				XX	
2.0		XX			

xx = ensisijainen tiedonkeruumenetelmä

x = toissijainen tiedonkeruumenetelmä

Taulukko 3. Tutkimuskysymykset ja mittarit

#### Stabilizer

Poikittaisen vatsalihaksen (*m. transversus abdominis*) ja sisemmän vinon vatsalihaksen (*m. internus obliquus abdominis*) aktivoitumista mitattiin stabilizer-laitteella. Stabilizer on fysioterapeuttien kehittämä laite, joka mittaa ilmalla täytetyn painekennon paineen muutoksia. Sen avulla voidaan havainnoida syvien vatsalihasten aktivoitumista. Laite koostuu mittarin ja pumppupallon yhdistelmästä sekä siihen liitetystä painekennosta (kuva 3). Chattanooga Groupin mukaan julkaistut tutkimukset ovat osoittaneet, että tämäntyyppiset harjoitukset ovat tärkeitä keskivartalon hallinnan kannalta. (Chattanooga Group of Encore Medical 2005, 143 - 156.)

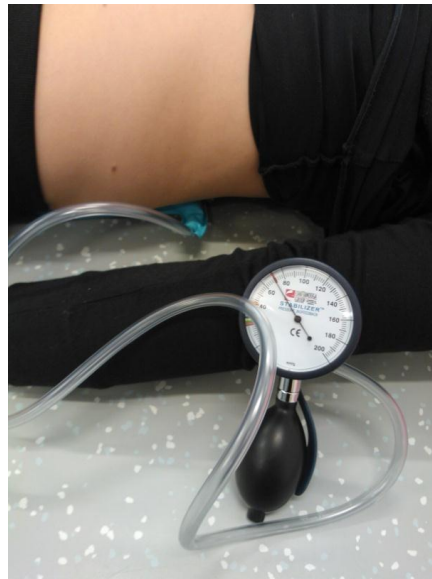
Garnier, Köveker, Rackwitz, Kober, Wilke, Ewert ja Stucki (2009, 8 - 9) tutkivat 40 (39 naista ja yksi mies) sairaanhoitajaa, joilla oli ollut alaselkäkipuja. Tutkijat toteavat, että segmenttitason harjoitteet ovat tehokkaita alaselkäkipuun, mutta tarvitsevat luotettavan mittarin osoittamaan tämän. Stabilizeria käytettiin mittaamaan poikittaisen vatsalihaksen (*m. transversus abdominis*) supistumista vatsapidon aikana päinmakuulla. Garnier ym. (2009, 8 - 9) käyttivät tutkimuksessaan Stabilizerin päinmakuutestiä. Aikaisempien tutkimusten sekä Garnierin ym. tutkimus vahvistavat Stabilizerin päinmakuutestin toistettavaksi ja ICC-arvoltaan hyväksi (ICC 0,91).



Kuva 3. Stabilizer

Poikittaisen vatsalihaksen (*m. transversus abdominis*) ja sisemmän vinon vatsalihaksen (*m. internus obliquus abdominis*) aktivoitumista testattiin henkilön olessa päinmakuulla siten, että painekennon täytetään vatsan ja alustan väliin 70

mmHg:n paineeseen. Testiasento ja tyynyn paikka alavatsan alla oli vakioitu. Painetyynyn alaosa asetettiin alavatsan keskiosaan, suoliluun etuyläkärjen (*spina iliaca anterior superior*) tasolle. Testattava oli päinmakuulla, kädet vartalon vierellä, poski vasten lattiaa (kuva 4). Toistomäärä oli kymmenen puhdasta suoritusta. Lihäsännitystä pidettiin yllä 15 sekuntia, ja paineen tuli laskea lihasjännityksen aikana 6-10 mmHg. Toistojen välissä pidettiin 10 sekunnin tauko, jonka aikana lihakset rentoutettiin. Ennen varsinaista testiä testattava sai kokeilla liikkeen kerran, jolloin varmistettiin, että suoritustekniikka oli oikea. Tutkittavaa ohjeistettiin vetämään alavatsaa kevyesti sisäänpäin, niin että mitään liikettä ei tapahtuisi, eivätkä pinnalliset vatsalihakset jännittyisi. Testattavaa ohjeistettiin hengittämään normaalisti suorituksen ajan. Varsinaisessa testissä testattava suoritti liikkeitä 10 kertaa. (Chattanooga Group of Encore Medical 2005, 143 - 156.) Jokainen suoritus merkittiin joko *onnistuneeksi*, jossa paine laski 6-10 mmHg, tai *ei-onnistuneeksi*. Onnistuneiden suoritusten määrä laskettiin prosentteina, jotka analysoitiin SPSS-tilasto-ohjelmalla.



Kuva 4. Testiasento

Lima, Oliveira, Costa ja Laurentino (2011, 100 - 106) tutkivat Stabilizerin luotettavuutta. Tutkijat keräsivät PUBMED-, CINAHL- ja BIREME-tietokannoista julkaisuja. Stabilizeria oli käytetty mittaamaan poikittaisen vatsalihaksen (*m. transversus abdominis*) aktiivisuutta. Tutkijat löysivät kriteereihinsä sopivia tutkimuksia 193. Tutkimuksessa reliabiliteettia oli todettu intratestertutkimuksilla eli tes-

taajan sisäistä eroa ja intertestertutkimuksilla eli useamman testaaajan välistä eroa Intra Class Correlation -arvon (ICC –arvon) ja kappa-korrelaation mukaan. Validiutta mitattiin Pearsonin ja Spearmanin korrelaation avulla. Intratester-tutkimusten ICC reliabiliteettiarvot olivat väliltä 0.50 - 0.80 ja intertester-tutkimusten väliset ICC reliabiliteettiarvot olivat väliltä 0.47 – 0.82. Korrelaatioarvot riippuvuudesta olivat 0.48 – 0.90. Lima ym. (2011, 100 - 106) toteavat, että tämä tutkimus antaa tutkijoille ja Stabilizeria työkaluna käyttäville asiantuntijoille arvokasta tietoa poikittaisen vatsalihaksen tutkimiseen. Korrelaation riippuvuus ovat kohtalaisesta voimakkaaseen, joten Stabilizer mittarina voidaan pitää validina ja reliaabelina. (Lima, Oliveira, Costa & Laurentino 2011, 100 – 106.)

## Toistomaksimi testit

### Selkäliahastesti

Selän ojentajalihasten (*m. erector spinae*) dynaamista kestävyyttä mitattiin selän toistosuoritustestillä. Testin suorittamisessa tarvittiin pöytää, jossa vartalo on lattian suhteen vaakatasossa. Testattava oli vatsallaan pöydällä ylävartalo taipuneena 45 asteen kulmaan suoliluunharjun etuyläkärjen kohdalta (*spina iliaca anterior superior*). Alavartalo fiksoitiin pöytään fiksaatioremmillä reiden takaosien kohdalta ja kädet olivat kiinni vartalossa (kuva 5). Testattava nosti ylävartaloon 45 asteen kulmasta vaakatasoon osuen markkeriin (kuva 6).



Kuva 5. Selän toistotestin alkuasento

Testattavalle näytettiin ja kerrottiin oikea suoritustekniikka. Testattava sai kolme kertaa kokeilla suoritusta. Suoritus aika oli 60 sekuntia, jonka aikana tehtiin mahdollisimman monta puhdasta toistoa. Mikäli testattava ei jaksanut nousta vaakatasoon tai liike muuttui nykiväksi, suoritus keskeytettiin. Vain puhtaat suoritukset laskettiin. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004, 176.) Saadut hyväksytyt suoritusmäärät kirjattiin.



Kuva 6. Selän toistotestin loppuasento

### **Vatsarutistus**

Suoran vatsalihaksen kestovoima (*m. rectus abdominis*) mitattiin vatsarutistus-toistomaksimitestillä (*reverse crunch*) 30 asteen kallistuskulmassa. Alkuasennossa lantio oli 90 asteen kulmassa, polvi koukussa, kädet olivat 90 asteen kulmassa ja pitivät tuesta kiinni (kuva 7). Lantio koukistettiin maksimaalisesti tuoden polvia kohti rintaa (kuva 8).



Kuva 7 Vatsarutituksen alkuasento

Suoritus aika oli 60 sekuntia, jonka aikana tehtiin mahdollisimman monta toistoa. (Escamilla, Babb, DeWitt, Jew, Kelleher, Burnham, Busch, D'Anna, Mowbray & Imamura 2006, 656 – 671.)



Kuva 8 Vatsarutistuksen loppuasento

Vatsarutistuksen 30 asteen kulmassa on tutkimuksen mukaan osoitettu olevan tehokas liike aktivoimaan suoran vatsalihaksen (*m. rectus abdominista*) ylä- sekä alaosa (Escamilla, Babb, DeWitt, Jew, Kelleher, Burnham, Busch, D'Anna, Mowbray & Imamura 2006, 656 – 671). Testattavalle näytettiin ja kerrottiin oikea suoritustekniikka. Testattava sai kolme kertaa kokeilla suoritusta. Suoritus aika oli 60 sekuntia, jonka aikana tehtiin mahdollisimman monta puhdasta toistoa. Saadut hyväksytyt suoritusmäärät kirjattiin.

### **Istumaannousu**

Suoran vatsalihaksen (*m. rectus abdominis*) dynaamista kestovoimaa mitattiin istumaannousutestillä. Testin suorittamiseen tarvittiin hoitopöytää. Alkuasennossa testattava oli selinmakuulla. Terve polvi oli suorassa kulmassa, ja testaja fiksoi nilkan ja jalkaterän kiinni alustaan. Fiksaatioremmillä fiksoitiin amputoitu jalka reiden yläosasta kiinni alustaan. Kädet olivat niskan takana, sormet ristissä. Kyynärpäät osoittivat ylöspäin (kyynärvarret korvia vasten) (kuva 9). Suori-



tuksessa kädet (sormet) koskettivat hoitopöytää ala-asennossa ja kyynärpäät polvia/polvea yläasennossa (kuva 10).



Kuva 9. Istumaannousutestin alkuasento

Testattavalle esiteltiin oikea suoritustekniikka. Testattava sai kolme kertaa kokeilla suoritusta. Suoritus aika oli 60 sekuntia, jonka aikana tehtiin mahdollisimman monta puhdasta toistoa. Toistot suoritettiin mahdollisimman tasaiseen tahtiin. Saadut hyväksytyt suoritusmäärät kirjattiin. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004, 174.)



Kuva 10. Istumaannousutestin loppuasento

## Spinal Mouse

Spinal Mouse on sveitsiläisen Idiagin selän liikkuvuutta ja asentoa mittaava mittalaite. Spinal Mouse on luotettava mittalaite, ja se on kuntoutusalan ammattilaisten käytössä. Spinal Mouse mittaa mekaanisesti selkärangan asentoa ja liikkuvuutta. Spinal Mouse tukee hoidon diagnostiikkaa ja hoitosuunnitelman tekemistä antamalla objektiivista tietoa selän nikamien asennosta ja liikkuvuudesta. Terapeutti voi käyttää mittausmenetelmää useamman kerran hoitokäynnin aikana, jolloin hän näkee esimerkiksi manipulatiivisen hoidon muutokset rangan kokonaiskuvassa hoitokerran jälkeen. (Medical Tech 2013.)

Laitteisto koostuu itse mittalaitteesta ja tietokoneohjelmasta, johon mittaustulokset siirtyvät langattomasti Bluetooth-yhteyden välityksellä (kuva 11). Tämän lisäksi mittaustulokset voidaan esittää asiakkaalle visuaalisin 3D-kuvin, mikä lisää asiakastyytyvääsyyttä ja motivaatiota. Sen käyttömahdollisuudet ovat fysioterapian erikoisaloilla, kuten työfysioterapiassa ja urheilufysioterapiassa. (Medical Tech 2013.)



Kuva 11. Spinal Mouse

Spinal Mousella voidaan mitata rangan asentoa ja liikkuvuutta erilaisissa asennoissa sekä kuormituksessa. Perustestillä mitataan rangan neutraaliasentoa, eteentaivutusta sekä taaksetaivutusta. *Selkähiirellä* ajetaan sen kaikissa testeissä rangan (*processus spinosusten*) päältä, alimmasta kaularangan nikamasta (C7) rullaten alas kolmanteen ristiluunikamaan (S3). Spinal Mousessa on



kaksi pyörää ja sisäänrakennettu inklinometri, ja sillä mitataan kuljettua matkaa rankaa pitkin sekä 1mm:n välein laitteen asentoa tilassa. Laitteeseen on ohjelmoitu 180 henkilön viitearvot, joiden mukaan ohjelma laskee, minkä segmentin kohdalla mikin hiiren asento oli. Näiden tietojen perusteella ohjelma piirtää ja laskee arvot rangan eri osien (rintaranka, lanneranka, lantio, lonkka) välille. (Luomajoki 2007.) Spinal Mouse Interpretation Guidelinesin (2006) mukaan positiiviset luvut kuvaavat kyfoottista kulmaa eli nikamakulman kaareutumista taaksepäin ja negatiiviset luvut lordoottista kulmaa eli nikamakulman notkoa.

Mannion, Knecht, Balaban, Dvorak ja Grob (2004, 122) toteavat röntgenkuvien säteilystä aiheutuvien riskien olevan hyvin tiedossa ja kokevat siksi uusien laitteiden luotettavuuden ja toistettavuuden arvioinnin tärkeäksi. He ovat tutkineet Spinal Mousea ja todenneet sen luotettavaksi ja toistettavaksi mittalaitteeksi. Tutkimuksen mukaan Spinal Mousen tuloksia on tieteellisesti todistettu ja verrattu muihin tarkkoihin mittareihin. Mannion ym. (2004, 122 - 124) toteavat, että Spinal Mouse on yhtä tarkka luotettavuudeltaan röntgenkuvien kanssa, mutta turvallisempi vaihtoehto mittaamaan selkärangan asentoa ja liikkuvuutta. Luomajoen (2007) mukaan Spinal Mouse on käytöltään huomattavasti helpompi, nopeampi sekä edullisempi kuin muut vastaavat mittalaitteet. Kellis, Adamo, Tziliou ja Emmanouilidou (2008, 570 - 571) tutkivat 81 lapsen selkärangan asentoa kolmessa eri asennossa. Tutkijat keskittyivät tutkimaan mittajaan sisäistä ja useamman mittajaan välistä reliabiliteettia. Mittajaan sisäinen korrelaatioarvo riippuvuudesta oli 0,61 – 0,96 (ICC). Eri mittajien välinen korrelaatioarvo riippuvuudesta oli 0,70 – 0,93 (ICC). Tutkijat totesivat, että Spinal Mousen reliabiliteettiin vaikuttavia tekijöitä ovat palpaatiopisteet ja niiden merkintä mittajien välillä. Merkitystä mittaustuloksiin on hiireen kohdistuvalla paineella sekä voiman käytöllä.

Mannion ym. (2004, 122 - 136) tutkivat 20 tervettä (keski-ikä 41 vuotta) vapaaehtoista henkilöä. Mittaukset suoritettiin kahtena erillisenä päivänä, molempina päivinä kolmeen kertaan. Mittauksia tehtiin kolme erilaista: seisten, vartalon koukistuksessa ja ojennuksessa. Tutkimuksessa analysoitiin eri päivien välistä toistettavuutta sekä eri mittajien välistä toistettavuutta. Spinal Mousella tehdyt mittaustulokset ovat rinta- ja lannerangan kohdalla riittävän korkeita. Tutkimuk-

sessä koko selkärangan eri parametrien toistettavuutta kuvaava ICC on hyvä (0,86).

Selkärangan asentoa mitattiin Spinal Mousella. Alkuasentoja oli kolme, pystyasento, vartalon koukistus ja ojennus, jotka mitattiin istuma-asennosta hoitopöydän päällä, jalkapohja lattiassa. Matthias-testillä mitattiin kahta eri istumalentopalloilijan lajinomaista perusasentoa. Koehenkilö istuu lattialla ohuen alustan päällä, johon vakioitiin haarakulma 60°:seen (kuva 12). Ensimmäinen asento oli takakenttäpelaajan yleisin asento (jalat osoittivat eteenpäin, polvet 120° kulmassa) ja kädet olivat alhaalla (kuva 13). Toisena asentona oli verkkopelaajan istuma-asento (toinen jalka oli lonkasta ulkokierrossa (terve jalka) ja toinen jalka lonkasta sisäkierrossa), kädet torjunta-asennossa (kuva 14).



Kuva 12. Vakioitu jalkojen haarakulma Spinal Mouse-mittauksissa



Kuva 13. Matthias-testin testiasento a



Kuva 14. Matthias-testin testiasento b

Spinal Mousen tuloksista tarkasteltiin perusasentoja (pystyasento, vartalon koukistus ja ojennus) istuen sekä Matthias- testin kahta eri peliasentoa. Lannerangan hallintaa analysoitiin nikamatason kulmamuuoksilla.

#### **7.4 Aineiston analysointi**

Tutkimuksen tulokset analysoitiin IBM SPSS 21.0-ohjelmalla. Tuloksista analysoitiin kunkin koehenkilön alku- ja loppumittausten väliset erot sekä ryhmänä keskiarvo, keskihajonta sekä mediaani. Aineisto oli pienen N-määrän vuoksi vinosti jakautunut, joten se analysoitiin epäparametrisellä Wilcoxonin testillä. Tutkimuksen tilastollisen merkitsevyyden raja on  $p < 0,05$ . Tulokset esitetään numeerisesti sekä graafisesti. Taulukossa 3 on esitetty toistomaksimitestien sekä Stabilizerin alku- ja loppumittauksien tulokset. Spinal Mouse-mittausten tulokset on esitetty taulukossa 4. Mittaustulosten tunnuslukuina on käytetty keskiarvoa, keskihajontaa ja mediaania.

#### **7.5 Tutkimuksen eettiset näkökohdat**

Tutkimukseen osallistuneet henkilöt ovat toisalaraaja-amputoituja istumalentopallomaajoukkueen pelaajia. He kirjoittivat suostumuksen (liite 4) ja sitoutuivat tutkimukseen sekä osallistumaan alku- ja loppumittauksiin maajoukkueen edustamina pelaajina. Ennen intervention alkua tutkimukseen osallistuneet pelaajat täyttivät esitietolomakkeen (liite 2). Heille annettiin ennen mittauksia saatekirje (liite 1), jossa kerrottiin tutkimuksen kulku. Tutkimuksen dokumentteja ja materi-

aaleja käsiteltiin luottamuksellisesti, ja aineisto, josta ilmeni tutkittavien henkilöllisyys, hävitettiin silppurilla tutkimuksen päätyttyä. Tutkimukseen osallistuneiden nimet eivät tule ilmi opinnäytetyössä. Tutkittavilla oli oikeus keskeyttää tutkimus milloin tahansa. Kaikki opinnäytetyöhön liittyvä materiaali, jossa käsiteltiin henkilötietoja, säilytettiin lukollisessa kaapissa ja tietokoneella salasanojen takana.

## 8 Tulokset

Taulukossa 4 on esitetty numeerisesti koeryhmän toistomaksimitestien (vatsarutistus, istumaannousu ja selkälihastesti) sekä Stabilizerin alku- ja loppumittausten tulokset. Tulosten perusteella toistomaksimitesteistä ei saatu tilastollisesti merkitseviä tuloksia ( $p > 0,05$ ). Tilastollisesti merkitsevä tulos saatiin Stabilizerista ( $p = 0,05$ ). Alku- ja loppumittausten välillä muutosta tapahtui 15 %.

	Alkumittaus			Loppumittaus			p-arvo
	keskiarvo (x)	keskihajonta (sd)	mediaani (md)	keskiarvo (x)	keskihajonta (sd)	mediaani (md)	
Vatsarutistus (toistomäärä)	32,5	7,6	34	20,0	13,7	24,5	0,068
Istumaannousu (toistomäärä)	26,0	5,4	25,5	26,8	7,0	24,5	0,705
Selkälihastesti (toistomäärä)	47,0	5,9	45,5	45,8	7,6	42,5	0,357
Stabilizer (%)	32,5	40,3	20	47,5	45,7	45,0	0,046

Taulukko 4. Toistomaksimitestien ja Stabilizerin tulokset

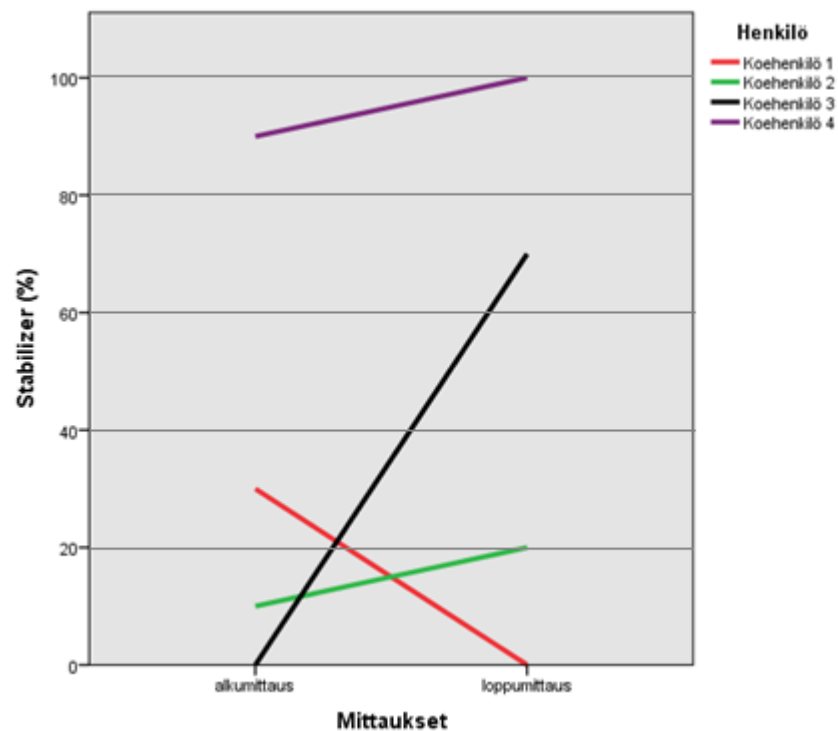
Taulukossa 5 on koottu koeryhmän Spinal Mousella mitattujen nikamien väliset kulmamuuutokset, jotka alku- ja loppumittauksista ovat  $p < 0,07$ . Istuen tehdyssä vartalon koukistuksessa lannerangan ensimmäisen ja toisen nikaman välillä kulmamuuutos väheni  $1,7^\circ$ :lla ja lannerangan kolmannen ja neljännen nikaman välillä kulmamuuutos väheni  $1,8^\circ$ :lla eli näiden nikamien kohdalta taaksepäin työntyvä kaareuma (kyfoosi) pienentyi. Istuen tehdyssä vartalon ojennuksessa lannerangan toisen ja kolmannen nikaman välillä kulmamuuutos väheni  $4^\circ$ :lla eli lannerangan notko (lordoosi) pienentyi. Matthias-testin verkkopelaajan istuma-asennossa (asento b) lannerangan kolmannen ja neljännen nikaman välillä

kulmamuuutos muuttui 2°, nikamien välinen asento muuttui lordoosista kyfootti-  
seen suuntaan. Istuen tehdyt mittaukset vartalon perusasennosta, koukistuk-  
sesta ja ojennuksesta eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Matthias–testien tulok-  
sissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää muutosta. Spinal Mousen nikamien väli-  
set kulmamuuтокset lannerangan kohdalta eivät muuttuneet tilastollisesti mer-  
kitsevästi ( $p>0,05$ ).

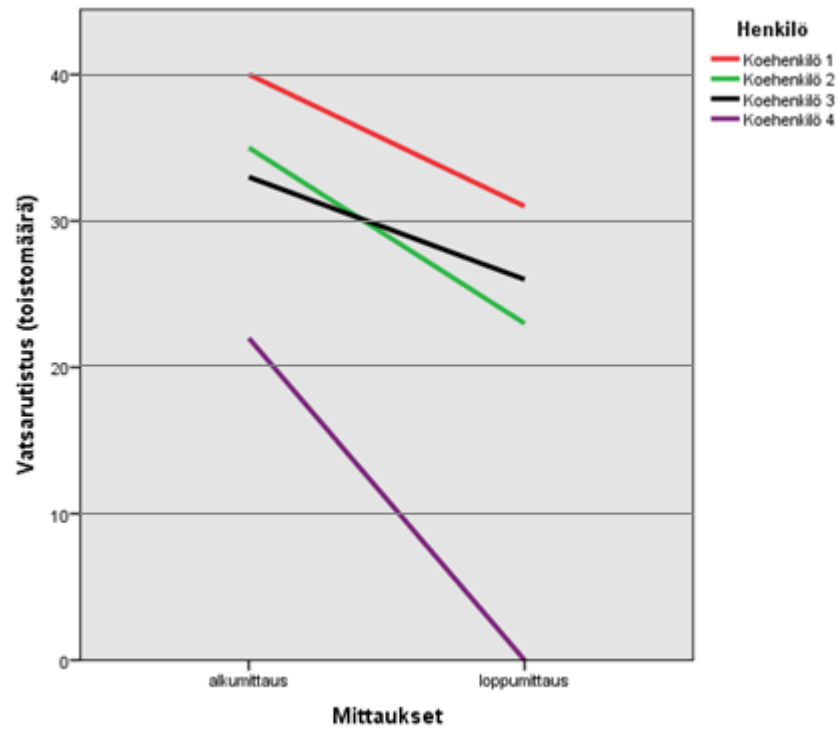
	Alkumittaus			Loppumittaus			p-arvo
	keskiarvo (x)	keskihajonta (sd)	mediaani (md)	keskiarvo (x)	keskihajonta (sd)	mediaani (md)	
Fleksio L1-L2 (°)	6,0	2,8	5,0	4,3	2,6	3,5	0,059
Fleksio L3-L4 (°)	5,3	1,0	5,5	3,5	0,6	3,5	0,066
Ekstensio L2-L3 (°)	-8,5	2,4	-8,5	-4,5	3,3	-5,0	0,068
Matthias (b) L3-L4 (°)	1,0	1,8	1,0	-1,0	2,2	-0,5	0,063

Taulukko 5. Spinal Mousen tulokset

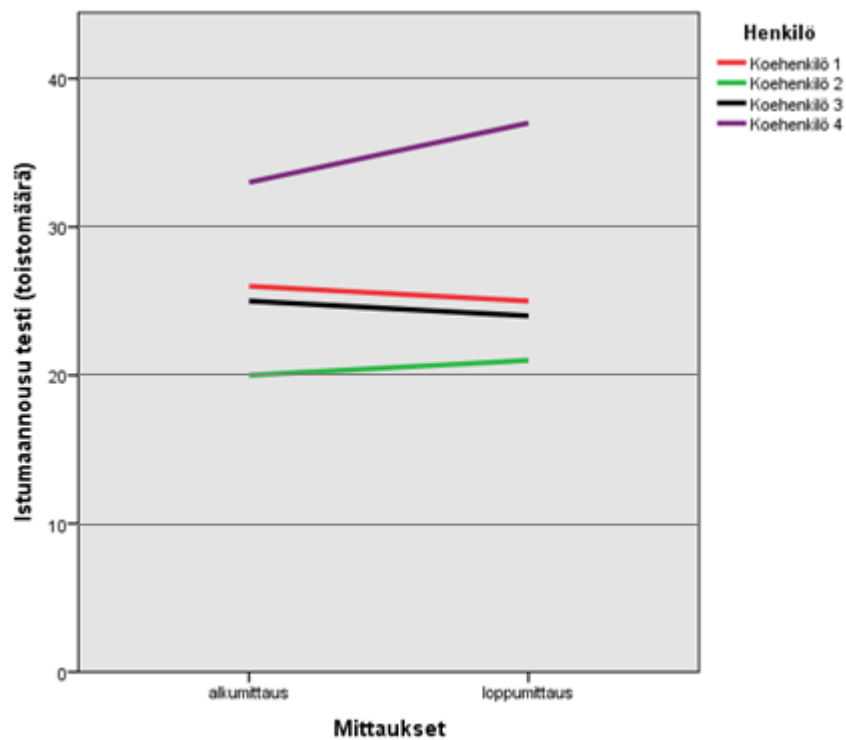
Kuviossa 1, 2, 3 ja 4 on graafisesti kuvattu koehenkilöiden yksilölliset tulokset  
alku- ja loppumittauksista.



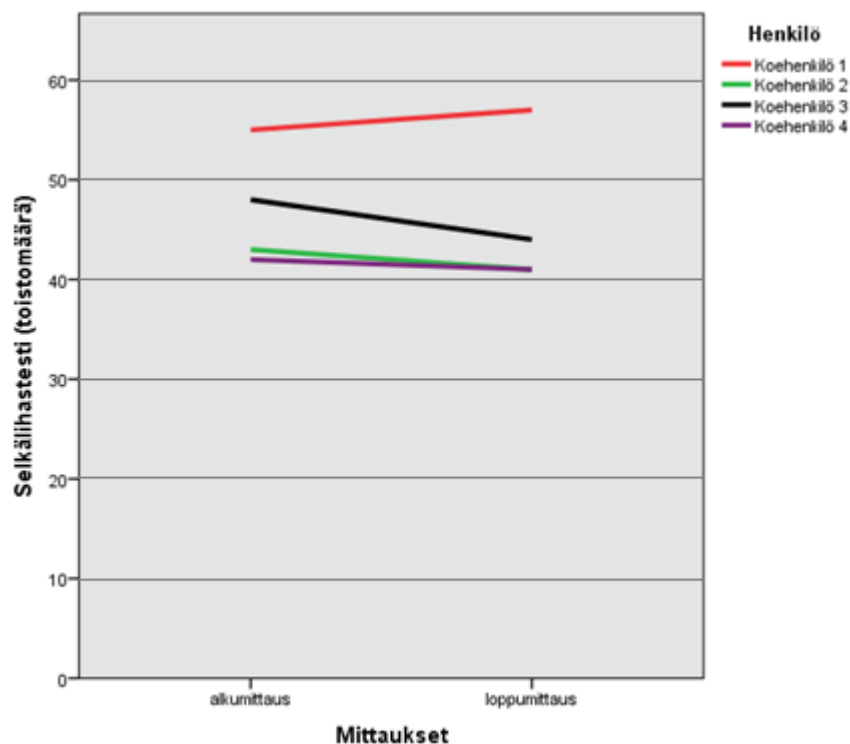
Kuvio 1. Stabilizerin alku- ja loppumittaukset yksilötasolla



Kuvio 2. Vatsarutistuksen alku- ja loppumittaukset yksilötasolla



Kuvio 3. Istumaannousutestin alku- ja loppumittaukset yksilötasolla



Kuvio 4. Selkälihastestin alku- ja loppumittaukset yksilötasolla

## 9 Pohdinta

### 9.1 Koehenkilöt

Tutkimus toteutettiin yhteistyössä naisten istumalentopallomaajoukkueen kanssa. Koehenkilöiden saaminen tutkimukseen oli helppoa. Maajoukkueessa oli minimivammaisia ja täysvammaisia pelaajia. Koehenkilöiksi valittiin täysvammaisia toisalaraaja-amputoituja pelaajia. Joukkueessa oli toisalaraaja-amputoituja pelaajia enemmän kuin neljä, jotka saatiin koehenkilöiksi tutkimukseen. Koehenkilöiden määrä jäi alle tavoitteen pelaajien erilaisten henkilökohtaisten syiden vuoksi. Tutkimuksen luotettavuus ja yleistettävyyt eivät ole päteviä koehenkilöiden alhaisen määrän vuoksi.

Tutkimuksen kannalta negatiivinen asia oli koehenkilöiden vähäinen harjoitteluaktiivisuus. Koehenkilöiden harjoittelua ei pystytty kontrolloimaan eikä järjestämään ohjatusti, sillä koehenkilöt asuivat ympäri Suomea, ja maajoukkueleirejä järjestettiin harvoin.

Alkumittauksissa koehenkilöitä oli viisi. Intervention ajan kaikki olivat mukana. Loppumittaukset järjestettiin maajoukkueleirin yhteydessä melko lyhyellä varoitusaajalla, joten yksi alkumittauksissa ollut pelaaja ei päässyt henkilökohtaisista syistä paikalle. Lopullinen alku- ja loppumittauksiin osallistuneiden koehenkilöiden määrä oli neljä.

KIHU:n tekemän urheilijapolun mukaan lentopalloa aikuisilla (20 - 23-vuotiailla), jotka valmistautuvat tai ovat jo maajoukkuepelaajia, lajiharjoittelun määrä tulisi olla harjoituskaudella 14 tuntia viikossa sekä oheisharjoittelua 8 tuntia viikossa. Kilpailukaudella lajiharjoittelua tulisi olla 12 tuntia viikossa sekä oheisharjoittelua 5 - 8 tuntia viikossa sekä tähän määrään lisäten pelit. (KIHU 2014). Tämän opinnäytetyön toisella tekijällä on omakohtaista kokemusta lentopallosta naisten 1-sarjasta ja 2-sarjasta. Harjoitusmäärät 1-sarjassa olivat kilpailukaudella 4 – 5 lajiharjoitusta, 2 – 3 kertaa oheisharjoittelua sekä yksi tai kaksi peliä viikossa, joita ennen oli peliin valmistava aamutreeni. Naisten 2-sarjassa lajiharjoituksia oli 3 kertaa viikossa, oheisharjoittelua 2 kertaa viikossa sekä viikonloppuisin yksi tai kaksi peliä. Naisten istumalentopallomaajoukkueessa lajiharjoittelu sekä oheisharjoittelu eivät toteudu KIHU:n urheilijapolun määritelmän mukaisesti. Harjoittelun tulisi olla ympärivuotista, huomioon ottaen harjoituskaudet (peruskuntokausi, lajinomainen peruskuntokausi, kilpailukausi) ja niiden vaatimukset. Koehenkilöiden harjoituspäiväkirjojen mukaan harjoittelumäärät jäivät huomattavasti alle näiden määrien. Ottaen huomioon koehenkilöiden vamman, keuhonhallinta ja sen harjoittaminen lajin vaatimien fyysisten ominaisuuksien kannalta on tärkeää.

Naisten istumalentopallomaajoukkueen pelaajilla oli omien seurajoukkueiden toiminnan lisäksi maajoukkueen viikonloppuleirejä tai pelejä noin kerran kuu-kaudessa vuonna 2013. Istumalentopalloilijoiden yhteinen maajoukkue-toiminta on vähäistä verrattuna esimerkiksi naisten lentopallomaajoukkueeseen. (Lentopalloliitto 2014). Rahoitus on myös iso osa maajoukkueen toimintaa. Lentopallon maajoukkue-toimintaa tuetaan rahallisesti enemmän. Tämän vuoksi istumalentopallomaajoukkueen on hankala saada järjestettyä leirityksiä tiiviimmin tai järjestää viikon mittaisia leirejä, joissa joukkue saataisiin nivottua yhteen.



Koehenkilöt	Harjoitusprosentti (%) keskiarvo (x)
Koehenkilö 1	41 %
Koehenkilö 2	20 %
Koehenkilö 3	42 %
Koehenkilö 4	0 %
<b>Kaikkien koehenkilöiden</b> keskiarvo (x)	26 %

Taulukko 6. Harjoitusmäärät

Koehenkilöt palauttivat harjoituspäiväkirjat, joiden perusteella ilmenee, ettei harjoittelu toteutunut tavoitteiden mukaisesti (taulukko 6). Koehenkilöiden harjoitusmäärien keskiarvo oli 26 %. Harjoituspäiväkirjojen mukaan koehenkilöiden harjoitusmäärä EM-kisoihin asti oli keskiarvoltaan 37 %, jonka jälkeen harjoittelukerrat vähenivät selvästi. Tähän olisi voinut puuttua esimerkiksi uusien motivaatiokeinoin, viikkotasoisien harjoituspäiväkirjan palautuksilla tai henkilökohtaisella yhteydenpidolla. Harjoituspäiväkirjan merkintöjen luotettavuus riippui koehenkilöiden rehellisyydestä sekä huolellisuudesta. Koehenkilö neljä ei tehnyt harjoitusohjelmien harjoitteita laisinkaan, ja tämä laski harjoitusmäärien keskiarvoa. Koeryhmä oli pieni, joten koehenkilöitä ei karsittu pois vähäisen harjoittelun vuoksi.

Koehenkilöt olivat motivoituneita harjoitteluun tulevien EM-kisojen vuoksi. Harjoittelun kontrollointi oli puutteellista, koska yhteisiä ohjattuja harjoituskertoja ei järjestetty. Koehenkilöiden harjoittelun kontrollointia ja motivaatiota olisi voinut parantaa, mikäli olisi ollut mahdollista järjestää ohjattuja yhteisiä harjoituskertoja. Kun tähän ei ollut mahdollisuutta, tyydyttiin siihen, että koehenkilöt olivat luvanneet harjoitella.

## 9.2 Menetelmät

Alkuperäisen suunnitelman mukaan intervention piti kestää kolme kuukautta, mutta interventio venyi kuuden kuukauden mittaiseksi. Leiritystä, jossa loppumittaukset piti suorittaa, ei pystytty järjestämään heti EM-kisojen jälkeen. Kuu-

den kuukauden interventio oli liian pitkä aika tehdä vain kahta harjoitusohjelmaa, joten pelaajien motivaatio tehdä harjoitteita saattoi huonontua. Kuuden kuukauden mittaiseen interventioon olisi voinut laatia useamman harjoitusohjelman, jotta harjoittelu olisi ollut motivoivaa ja progressiivista.

Harjoitusohjelmista annettiin selkeät, kuvalliset ja kirjalliset ohjeet, jotta liikkeet suoritettaisiin teknisesti oikein. Harjoitusohjelmien harjoitteet laadittiin lajin vaatimien fyysisten ominaisuuksien mukaisesti. Koehenkilöitä neuvottiin käyttämään harjoitteissa lisäpainoja, mikäli harjoitteiden kuormitus ei ollut riittävää. Harjoitteet harjoittivat keskivartalon syvien lihasten hallintaa sekä kestovoimaa. Harjoitteilla haettiin lajinomaisuutta sekä soveltavuutta alaraaja-amputoidulle istumalentopalloilijalle. Harjoitusohjelman tuli soveltua kotioloihin myös välineiltään, koska kaikilla koehenkilöillä ei ollut mahdollisuutta harjoitella kuntosalilla. Tämä asetti haasteita harjoitteiden laadintaan ja etenkin siihen, että harjoitteet olisivat amputoiduille pelaajille sopivia. Ohjelmia laadittiin kaksi, jotta harjoittelu olisi progressiivista. Intervention venyessä kuuden kuukauden mittaiseksi harjoitteluperiaatteet eivät toteutuneet.

Mittauksen tekijä oli alku- ja loppumittauksissa sama, millä pyrittiin lisäämään mittausten luotettavuutta. Tutkimuksen tekijät harjoittelivat mittauksia ennen oikeita mittaustilanteita. Jokainen koehenkilö sai samanlaisen ohjeistuksen testeistä alku- ja loppumittauksissa. Goniometrin avulla Spinal Mouse-mittauksissa käytettävät asennot pyrittiin vakioimaan.

Mittausten luotettavuutta heikensi mahdollisesti alku- ja loppumittausten eri ympäristö. Mittaukset järjestettiin maajoukkueleirien yhteydessä, joten alku- ja loppumittauksia ei pystytty suorittamaan samassa paikassa. Alkumittauksissa tila oli suljettu ja ympäristö rauhallinen, joten mittaukset sujuivat suunnitellusti. Loppumittauksien ympäristö oli rauhaton, koska tila ei ollut suljettu. Ympäristö ja tila eivät mahdollistaneet täysin samoja olosuhteita kuin alkumittauksissa. Vatsarutistus- ja istumaannousutestissä hoitopöydät olivat erilaiset alku- ja loppumittauksissa. Loppumittausten hoitopöytä oli heiveröisempi ja hieman kapeampi, joten se saattoi vaikuttaa tuloksiin heikentävästi.

Tutkimukseen valittiin mittareiksi Spinal Mouse, Stabilizer sekä kolme eri toistomaksimitestiä. Kaikki tutkimuksessa käytetyt mittarit mittasivat sitä ominaisuutta mitä niiden haluttiinkin mittaavan eli olivat valideja. Kaikki mittaukset olivat myös toistettavia eli reliabileja.

Istumalentopallossa keskivartalon hallinta ja kestovoima ovat tärkeitä, koska alavartaloa ei pystytä hyödyntämään, kuten lentopallossa. Esimerkiksi iskulyönissä lentopalloilija saa voimaa koko kehosta, mutta istumalentopalloilija ottaa voiman ensisijaisesti keskivartalosta ja toissijaisesti yläraajoista. Eli keskivartalon lihakset kompensoivat alavartalon voiman käyttöä. Alaraaja-amputoidulla kehon painopiste sekä tukipinta poikkeavat normaalista, ja tasapainoa säädelään enemmän lihastyön avulla. Tasapainon säilyttäminen vaikeutuu, kun painopiste on kauempana tukipinnasta. Alaraaja-amputoidulla kehon painopiste on muuttunut, joten staattisella ja dynaamisella tasapainolla on suuri merkitys henkilön toimintakyvyn kannalta. Alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan täytyy löytää nopeasti tasapainoinen istuma-asento ja ylläpitää asentoa pelin ajan. Tämä tarkoittaa, sitä että istumalentopallossa keskivartalon hallinnan ja voiman harjoittaminen korostuvat.

#### **9.4 Tulokset**

Interventiolla ei ollut vaikutusta alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan keskivartalon lihasten kestovoimaan. Toistomaksimitestien suoritusten puhtauden arviointi oli silmämääräistä, joten se saattoi vaikuttaa tuloksiin negatiivisesti tai positiivisesti. Vaikka hyväksytyt suoritukset olivat tarkoin määritellyt, saattoi mittausvirheitä ilmetä testaajan huolimattomuuden vuoksi. Useampien testien tekeminen harjoittaa silmää, jolloin suoritusten arvioiminen on luotettavampaa.

Interventiolla oli merkitsevä vaikutus poikittaisen vatsalihaksen ja sisemmän vinon vatsalihaksen aktivaatioon. Tulos saattoi johtua aiemman testin tuomasta kokemuksesta ja hallitusta tekniikasta tai testiohjeiden ymmärtämisestä paremmin. Tuloksissa voi esiintyä mittausvirheitä, koska tutkittavien henkilöiden pinnallisten vatsalihasten supistumista testin aikana havainnoidaan silmämääräisesti. Toistot, joissa ei havaittu avustavia liikkeitä, hyväksyttiin. Koehenkilöt tuntuivat ymmärtävän testin ohjeistuksen, joten siihen oli luotettava.

Interventiolla ei ollut vaikutusta istuma-asennon hallintaan. Spinal Mousen mittausten haaste oli saada maamerkit alku- ja loppumittauksissa samaan kohtaan. Haastavaa oli myös saada hiiri kulkemaan tarkasti selkärankaa pitkin. Mittaaminen olisi voitu tehdä tarkemmaksi piirtämällä ihoon nikamakohdat jokaisen mittauksen alussa. Tutkimuksessaan Kellis ym. (2008, 570 – 571) totesivat, että mittauksissa virheitä aiheuttaa maamerkkien palpoiminen, kuten myös tässä tutkimuksessa. Nämä mahdolliset mittausvirheet saattoivat heikentää mittauksen luotettavuutta ja vertailtavuutta.

## **10. Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet**

Tutkimustulosten perusteella kuuden kuukauden keskivartalolihashen harjoittelu ei vaikuta alaraaja-amputoidun istumalentopalloilijan keskivartalon lihasten kestovoimaan eikä istuma-asennon hallintaan. Pienen otoskoon vuoksi tulokset eivät ole yleistettäviä. Tutkimuksen tuloksiin vaikutti negatiivisesti liian pitkä interventioaika, mikä heikensi harjoittelumotivaatiota EM-kisojen jälkeen. Harjoittelun vaikutuksia voitaisiin tehostaa ottamalla huomioon yksilölliset ominaisuudet ja suunnittelemalla harjoitteet yksilöllisesti.

Mahdollisia jatkotutkimusaiheita olisivat istumalentopallon tarkempi lajiansalyysi lajin vaatimista fyysisistä ominaisuuksista ja istumalentopallopelaajan yläraajojen lihasvoiman ja liikkuvuuden vaikutus pelitaitoihin. Mielenkiintoista olisi tehdä tutkimus toisalaraaja-amputoidun pelaajan istumatasapainosta ja siitä, kuinka raajan puuttuminen vaikuttaa keskivartalon lihasten voimakkuuteen, symmetriiaan ja aktivaatioon esimerkiksi elektromyografia-laitteen (EMG) avulla.

## **Kuvat**

- Kuva 1 Vatsalihakset s.12
- Kuva 2 Vatsalihakset ja luiset rakenteet s.13
- Kuva 3 Stabilizer s.26
- Kuva 4 Testiasento s.27
- Kuva 5 Selän toistotestin alkuasento s.28
- Kuva 6 Selän toistotestin loppuasento s.29
- Kuva 7 Vatsarutistuksen alkuasento s.29
- Kuva 8 Vatsarutistuksen loppuasento s.30
- Kuva 9 Istumaannousutestin alkuasento s.31
- Kuva 10 Istumaannousutestin loppuasento s.31
- Kuva 11 Spinal Mouse s. 32
- Kuva 12 Vakioitu jalkojen haarakulma Spinal Mouse mittauksissa s.34
- Kuva 13 Matthias-testin testiasento a s.34
- Kuva 14 Matthias-testin testiasento b s.35

## **Kuviot**

- Kuvio 1 Stabilizerin alku- ja loppumittaukset yksilötasolla s.37
- Kuvio 2 Vatsarutistuksen alku- ja loppumittaukset yksilötasolla s.38
- Kuvio 3 Istumaannousutestin alku- ja loppumittaukset yksilötasolla s.38
- Kuvio 4 Selkälihastestin alku- ja loppumittaukset yksilötasolla s.39

## **Taulukot**

- Taulukko 1 Taustatiedot alku- ja loppumittauksissa olleista henkilöistä s.23
- Taulukko 2 Aikataulu s.24
- Taulukko 3 Tutkimuskysymykset ja mittarit s.25
- Taulukko 4 Toistomaksimitestien ja Stabilizerin tulokset s.36
- Taulukko 5 Spinal Mousen tulokset s.37
- Taulukko 6 Harjoitusmäärät s.41

## Lähteet

Aalto, R., Paanola T. & Paunonen, M. 2007. Functional Training – Toiminnallisempaa lihaskuntoharjoittelua. Jyväskylä: WSOY.

Ahonen J. & Sandström M. 2011. Liikkuva Ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK- Kustannus Oy.

Ahtiainen, J., Häkkinen, K. 2004. Tasapaino. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro. 156. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Akuthota, V. & Nadler, SF. 2004. Core Strengthening. Arch Phys Med Rehabil 85/2004, 86 - 92.

Aumakallio, M. 2012. Siuta ja sittistä - kuvaelma suomalaisesta istumalentopallosta alkuvuosista pelikauteen 2011 – 2012. Historiaharjoitelma, ISIPORO Itä-Suomen istumalentopallo-opiston rehabilitointiosasto.

Behm, D.G., Drinkwater, E.J., Willardson, J.M., & Cowley P.M. 2010. Canadian society for exercise physiology position stand: The use of instability to train the core in athletes and nonathletic conditioning. Appl Physiol Nutr Metab 35/2010, 109 - 112.

Chattanooga Group of Encore Medical, L.P., 2005. Operating instructions, 143 - 156.

Escamilla, R., Babb, E., DeWitt, R., Jew, P., Kelleher, P., Burnham, T., Busch, J., D'Anna, K., Mowbray, R. & Imamura, R. 2006. Electromyographic analysis of traditional and nontraditional abdominal exercises: Implications for rehabilitation and training. Physical Therapy 86/2006, 656 - 671.

European Committee Volleyball for Disabled news 2014.

[http://www.ecvd.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=301:history-of-volleyball-for-the-disabled&catid=22:history&Itemid=78](http://www.ecvd.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=301:history-of-volleyball-for-the-disabled&catid=22:history&Itemid=78). Luettu 25.3.2014.

Garnier, K., Köveker, K., Rackwitz, B., Kober, U., Wilke, S., Ewert, T. & Stucki, G. 2009. Reliability of a test measuring transversus abdominis muscle recruitment with a pressure biofeedback unit. Physiotherapy 95/2009, 8 - 14.

Gilroy, A., MacPherson, B. & Ross, L. 2009. Atlas of Anatomy – Latin nomenclature. New York: Thieme Medical Publishers.

Hendershot, B. & Nussbaum, M. 2013. Persons with lower-limb amputation have impaired trunk postural control while maintaining seated balance. Gait & Posture 38/2013, 438 – 442.

Hides, J. 2005. Lannerangan paraspinaalinen mekanismi ja tuki.

Teoksessa Hides, J., Hodges, P., Richardson, C. (toim.) *Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta*. Lahti: VK- Kustannus, 71 - 72.

Hodges, P. 2005. Lumbo-pelvinen stabiliteetti: biomekaniikan ja motorisen kontrollin toiminnallinen malli. Teoksessa Hides, J., Hodges, P., Richardson, C. (toim.) *Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta*. Lahti: VK- Kustannus, 14 - 19.

Hodges, P. 2005. Lannerangan ja lantion abdominaalinen mekanismi ja tuki. Teoksessa Hides, J., Hodges, P., Richardson, C. *Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta*. Lahti: VK- Kustannus, 31 - 35.

Häyrinen, M. 2012. Position-specific physical training for volleyball players. Invited lecture in 13th International Symposium "Physical Fitness and Training Adaptation: Scientific Basis and Practical Applications in Sport", November 21–23, Jyväskylä.

Istumalentopallon säännöt 2013a.

<http://www.istumalentopallo.info/docs/materiaalit/Istumalentopallon%20saannot%20fin.pdf>. Luettu 1.9.2013.

Istumalentopallon lajitieto 2013b.

<http://www.istumalentopallo.info/index.php?sivu=laji>. Luettu 1.9.2013.

Kauranen, K. 2011. *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kauranen, K. 2014. *Lihask rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. *Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille*. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kellis, E., Adamou, G., Tziliou, G. & Emmanouilidou, M. 2008. Reliability of Spinal Range of Motion in Healthy Boys Using a Skin-Surface Device. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 31, 570 - 576.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro. 156. Tampere: Tammer-Paino. ????

KIHU 2014. *Urheilijan polku*.

[http://www.kihu.fi/urapolku/julkinen\\_index.php?page=taulukko&laji=110](http://www.kihu.fi/urapolku/julkinen_index.php?page=taulukko&laji=110). Luettu 22.4.2014

Lentopalloliitto 2014. *Naisten maajoukkue*.

<http://www.lentopalloliitto.fi/huippu-urheilu/maajoukkueet/naiset/ohjelma/>. Luettu 23.4.2014

Lima, P. Oliveira, R. Costa, L. & Laurentino, G. 2011. Measurement properties of the pressure biofeedback unit in the evaluation of transversus abdominis muscle activity: a systematic review. *Physiotherapy* 97/2011, 100 - 106.

Luomajoki, H. 2007. Spinal Mouse, luotettava apuväline lanne – ja rintarangan liikkuvuuden todentamiseen.

<http://www.medicaltech.fi/spinalmouse-manuaalilehti.pdf>. Luettu 3.11.2013

Mannion, A.F., Knecht, K., Balaban, G., Dvorak, J. & Grob, D. 2004. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *European Spine Journal* 2004/13, 122 - 136.

Medical Tech 2013. Spinal Mouse.

<http://www.medicaltech.fi/brands-spinalmouse.php>. Luettu 5.6.2013.

Michaud, S., Gard, S. & Childress, D. 2000. A preliminary investigation of pelvic obliquity patterns during gait in persons with transtibial and transfemoral amputation. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 2000, 37(1) 1–10.

Nadollek, H., Brauer, S. & Isles, R. 2002. Outcomes after transtibial amputation: the relationship between quiet stance ability, strength of hip abductor muscles and gait. *Physiotherapy Research International* 2002, 7(4) 203–214.

Niemi, A. 2006. Menestyjän kuntosaliharjoittelu ja ravitseminen. Jyväskylä: Docendo Finland Oy, 13 – 103.

Nolan, L., Wit, A., Dudzinski, K., Lees, A. Lake, M. & Wychowanski, M. 2003. Adjustments in gait symmetry with walking speed in trans-femoral and transtibial amputees. *Gait and Posture* 2003, 17(2) 142–151.

Patrick, O., Garcia, H., Mannhart, C., Carlucci, L. 2006. Spinal Mouse Interpretation Guidelines.

Rabina, P. 2014. Istumalentopallopelaaajien määrä Suomessa. [peteri.rabina@vammaisurheilu.fi](mailto:peteri.rabina@vammaisurheilu.fi). 31.3.2014.

Solonen, K. & Huittinen, V. 1991. Amputaatiot ja proteesit. Jyväskylä: Proteesisäätiö.

Suomen Paralympiakomitea 2013. Istumalentopallo.

<http://www.paralympia.fi/paralympialajit/kesaelajit/istumalentopallo/>. Luettu 3.11.2013.

Vammaisurheilu VAUn uutissyöte 2013.

<http://www.vammaisurheilu.fi/fin/lajit/lentopallo/toiminta/>. Luettu 1.9.2013.

Vrieling, A., van Keeken, H., Schoppen, T., Otten, E., Hof, A., Halbertsma, J. & Postema, K. 2008. Balance control on moving platform in unilateral lower limb amputees. *Gait & Posture*, (28) 222–228.



Vuori, I. & Laukkanen, R. 2010. Liiallinen istuminen on terveydelle vaarallista. Suomen Lääkärilehti 39, 3108 - 3109.

Vute, R. 2008. Teaching and Coaching Volleyball for the Disabled. Foundation Course Handbook, 14; 18 - 20.

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Fysioterapian koulutusohjelma

Liite 1  
(1/1)

## **Saatekirje**

**Hei,**

olemme 2. vuoden fysioterapiaopiskelijoita Saimaan ammattikorkeakoulusta. Teemme opintoihimme liittyvää opinnäytetyötä kevään 2013 ja kevään 2014 aikana. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, miten erilaisilla keskivartalo-harjoitteilla lisätään istumalentopalloilijan keskivartalon hallintaa.

Tutkimuksessa kaikille osallistujille tehdään alku- ja loppumittaukset. Mittaukset suoritetaan tietyssä järjestyksessä yksi henkilö kerrallaan. Spinal Mouse- laitteella testaamme rangan asentoa erilaisissa istuma-asennoissa. Stabilizer- laitteella mittaamme keskivartalon syvien lihasten hallintaa sekä 60sek. toistosuoritusasteilla vatsa- sekä selkälihasten kestävyyttä. Mittausten välissä on harjoittelujakso, jolloin osallistujat harjoittelevat omatoimisesti 12 viikkoa, 3-5 kertaa viikossa annetun harjoitusohjelman mukaan. Alkumittaukset ovat toukokuussa 2013 ja harjoittelujakso alkaa heinäkuussa 2013. Loppumittaukset sijoittuvat syys- lokakuuhun 2013.

Omatoiminen harjoittelujakso pitää sisällään erilaisia keskivartaloa vahvistavia harjoitteita. Harjoitusohjelma ohjataan yhteisesti koko ryhmälle sekä jokainen saa ohjelmasta myös selkeät kirjalliset sekä kuvalliset ohjeet.

Osallistuminen on vapaaehtoista ja tutkimuksesta voi jättäytyä pois milloin vain. Kaikki tiedot käsitellään luottamuksellisesti ja hävitetään tutkimuksen jälkeen. Vastaamme mielellämme kaikkiin tutkimusta koskeviin kysymyksiin alla oleviin sähköpostiosoitteisiin.

**Kiitos osallistumisestasi!**

Elli Kopra & Pauliina Wirtanen

elli.kopra@student.saimia.fi

pauliina.wirtanen@student.saimia.fi



Nimi: \_\_\_\_\_

Viikko	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							

Harjoituskerrat, merkitse "x", kun olet suorittanut annetun keskivartalon harjoitusohjelman.

Palauta lomake täytettynä ja allekirjoitettuna loppumittauksiin!

Aika ja paikka \_\_\_\_\_

Allekirjoitus \_\_\_\_\_

## SUOSTUMUS

Olen saanut riittävästi tietoa opinnäytetyöhön liittyen ja ymmärtänyt saamani tiedon. Olen saanut esittää kysymyksiä ja olen saanut kysymyksiini riittävät vastaukset. Allekirjoittamalla tämän sopimuksen osallistun vapaaehtoisena tutkimuksen alku- ja loppumittauksiin sekä harjoitusohjelman tekemiseen.

Paikka ja aika

Tutkimukseen osallistujan allekirjoitus

---

Paikka ja aika

Opinnäytetyöntekijöiden/opiskelijoiden allekirjoitukset

---

---

## HARJOITUSOHJELMA 1

Liite 5  
(1/4)

### Ohjeistus

Keskivartalon hallintaa ylläpitäviä lihaksia ovat:

- poikittainen vatsalihas
- sisemmät vinot vatsalihakset
- ulommat vinot vatsalihakset
- syvät selkähakset
- pinnalliset suorat selkähakset
- lonkkaa koukistavat lihakset

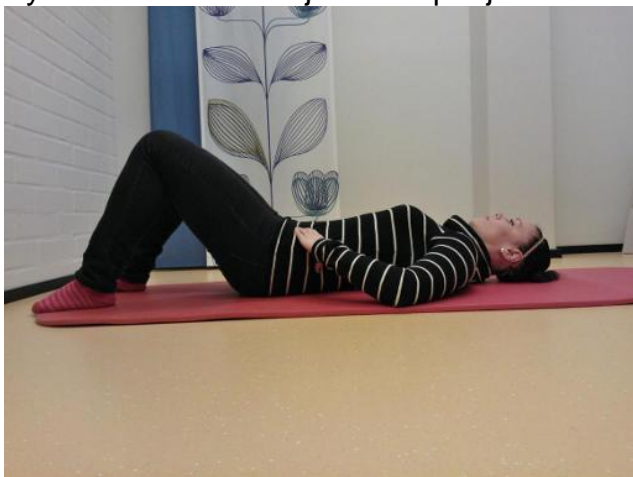
Tärkeimpänä poikittainen vatsalihas:

- keskivartalon korsetti
- tehtävänä ylläpitää keskivartalon hyvää ryhtiä
- kontrolloi keskivartaloa ja lantiota, jolloin pinnalliset lihakset voivat keskittyä paremmin liikkeen, voiman ja nopeuden tuottamiseen
- jos syvät lihakset eivät toimi, pinnalliset lihakset yliaktivoituvat ja väsyvät, koska niitä ei ole tarkoitettu stabiloivaan työhön

- Vakauta kaikissa liikkeissä ensimmäiseksi poikittainen vatsalihas ja lantionpohjalihakset
- Suorita harjoitteet rauhallisessa ympäristössä
- Keskity tekemiseesi ja tee liikkeet hallitusti
- Tee liikkeitä sen verran, että keskivartalon hallinta säilyy
- Tunne liike, laatu korvaa määrän
- Tee harjoitusohjelma 3-5 kertaa viikossa

### Harjoite 1

Syvien vatsalihasten ja lantionpohjalihasten harjoitus



Alkuasento: Koukkuselinmakuulla, jalkaterät yhdessä. Vie sormet suoliluunharjun sisäpuolelle

Suoritus: Jännitä lantionpohjaa kevyesti niin tunnet, kuinka vatsa tiivistyy sormiesi alla (kuin pidättäisit kovaa vessahätä). Lantion pohja ei pelkästään su

istu vaan nousee myös hieman ylöspäin. Kuvittele, että yrittäisit laittaa tiukkojen housujen vetoketjua kiinni. Säilytä hengitysrytmi luonnollisena ja tasaisena, säilyttäen keskivartalossa "korsettimainen tuki". Säilytä selän luonnollinen notko eli älä anna alaselän painua alustaa vasten. Pidä em. jännite mahdollisimman vähällä lihastyöllä.

Pinnalliset vatsalihakset eivät saisi jännittyä ja sinun tulisi pystyä hengittämään normaalisti jännityksen aikana.

Pidä jännitys 10 sekuntia. Rentouta. Toista 10 kertaa.

### Harjoite 2

Keskivartalon asentoa ylläpitävien lihasten harjoitus



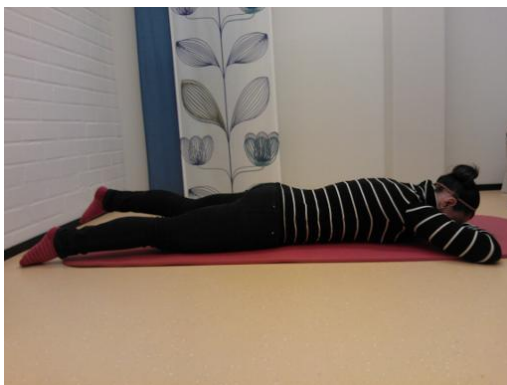
Alkuasento: Koukkuselinmakuulla

Suoritus: Aktivoi syvät vatsalihakset. Säilytä tämä lihasjännitys ja vie vastakkainen polvi ja käsi yhteen. Paina polvea ja kättä kevyesti vastakkain. Säilytä selän ja lantion asento muuttumattomana suorituksen aikana.

Pidä jännitys 10 sekuntia. Toista 10 kertaa molemmille puolille.

### Harjoite 3

Keskivartalon asentoa ylläpitävien lihasten harjoitus

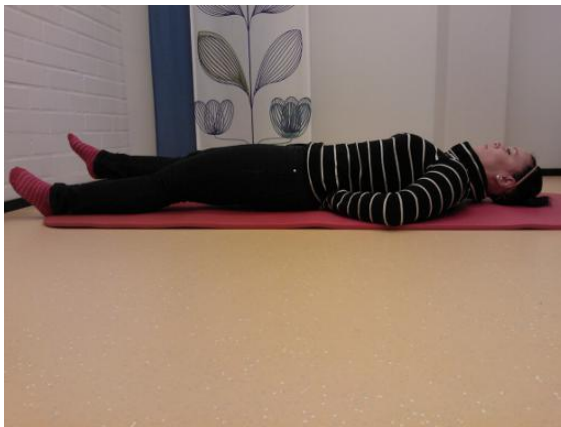


Alkuasento: Päinmakuulla lonkat ja selkä rentoina, jalat suorina. Otsa lattialla ja niska pitkänä.

Liite 5  
(3/4)

Suoritus: Vedä napaa kevyesti sisään ja ylöspäin. Pidä tämä jännitys ja nosta toista jalkaa 5 cm. Älä päästä alaselkää kaareutumaan tai lantiota kiertymään. Pidä jännitys 5-10 sekuntia ja vaihda jalkaa. Yritä miettiä lihasten toimintajärjestystä liikkeen aikana eli selkä pakara reiden takaosa. Muista mahdollisimman normaali hengitys.  
Toista 5-10 kertaa molemmille jaloille

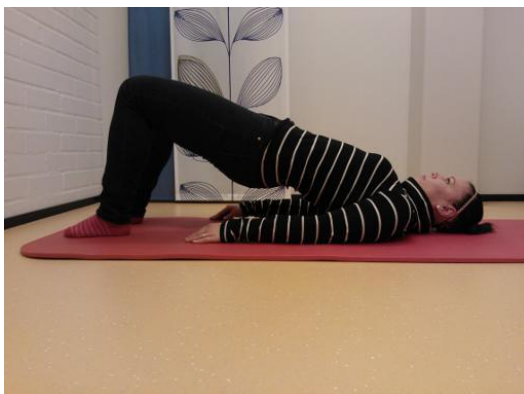
Harjoite 4  
Jalan nosto alustalta



Alkuasento: selinmakuulla jalat suorina, kädet alaselän alla

Suoritus: litistä alavatsaa. Nosta kumpaakin jalkaa vuoronperää irti alustasta (n. 5 cm). Pidä jalka suorituksen ajan mahdollisimman suorana. Varmista, että lantio ei lähde nousemaan irti alustasta eikä lantio pääse kippaamaan (käsien avulla pystyt itse tunnustelemaan lantion asentoa). Pyri hengittämään suorituksen ajan normaalisti.  
Pidä jännitys 5-10 sekuntia. Toista 10 kertaa molemmille jaloille.

Harjoite 5  
Lantionnosto





Liite 5  
(4/4)

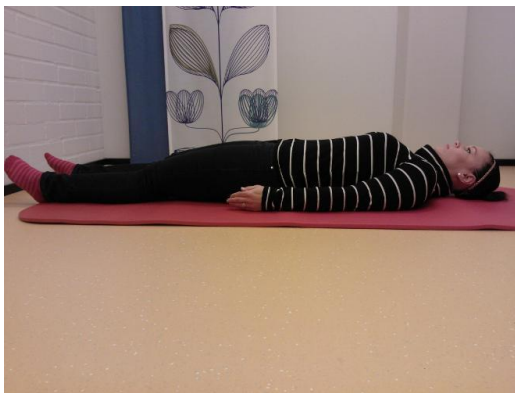
Alkuasento: asetu koukkuselinmakuulle. Tuo kädet vartalon vierelle. Aktivoi keskivartalo niin, että selän luonnollinen notko säilyy.

Suoritus: nosta pakarot irti alustasta, säilyttäen jännitys keskivartalossa. Paina koukkujalan kantapää alustaan, näin aktivoit takareidet ja pakarot. Lantion tulisi pysyä vaakatasossa paikoillaan, eikä se saisi kallistua. Nosta lantiota niin ylös kuin tunnet, että hallinta säilyy.

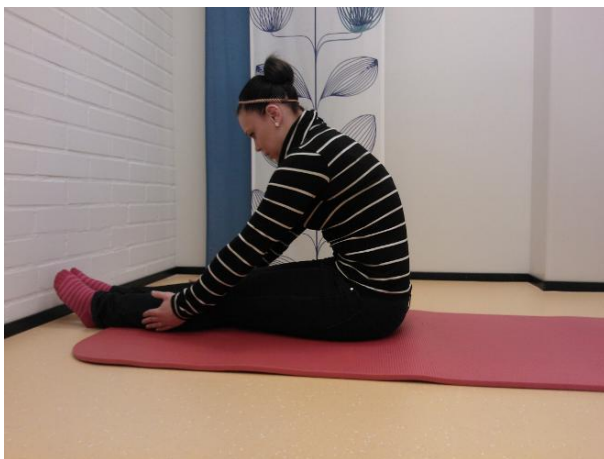
Pidä jännitys 5-10 sekuntia. Toista 10 kertaa molemmille jaloille.

### Harjoite 6

#### Istumaannousu



Alkuasento: selinmakuulla jalat suorina ja kädet ojennettuna kohti polvia. Halutessasi voit pitää pienen tyynyn polvien alla.



Suoritus: aktivoi syvät vatsalihakset. Pyöristä selkää ja vartaloa, nosta ensin pää ja hartiat irti alustasta. Nouse istuma-asentoon rullaten nikama-nikamalta ylös asti ja palaa hitaasti takaisin alkuasentoon selkä/vartalo pyöreänä nikama-nikamalta.

Toista 5-10 kertaa.

## HARJOITUSOHJELMA 2

Liite 6  
(1/9)

- Suorittaaksesi tehokkaasti ohjelman tarvitset lisäpainon (kahvakuulan / käsipainon / kuntopallon / levypainon) sekä lentopallon.
- Säilytä harjoitteissa hyvä tekniikka ja tee liikkeitä vain niin monta kuin pystyt puhtaasti suorittamaan.

### Harjoite 1

Vartalon kierto kuntopallolla (jalat alustassa)



Alkuasento: asetu puoli-istuvaan asentoon, selkä suorana. Aktivoi vatsalihakset, jotta tuki säilyy koko liikkeen ajan.

Suoritus: kierrä "painoa" puolelta toiselle, pitäen lantio mahdollisimman paikollaan. Katse seuraa kierron mukana.

Toista 2 x 40.

Raskaampi vaihtoehto vartalon kierto kuntopallolla (jalat irti alustasta)



Alkuasento: Asetu puoli-istuvaan asentoon, selkä suorana. Aktivoi vatsalihakset, jotta tuki säilyy koko liikkeen ajan.

Liite 6  
(2/9)

Suoritus: kierrä "painoa" puolelta toiselle, pitäen lantio mahdollisimman paikoillaan. Katse seuraa kierron mukana.  
Toista 2 x 40.

Harjoite 2  
Jalkojen lasku + lantion nosto (kuva a)



Alkuasento: käy selinmakuulle ja nosta jalat kohti kattoa. Tuo kädet niskan / pään alle.

Jalkojen lasku + lantion nosto (kuva b)



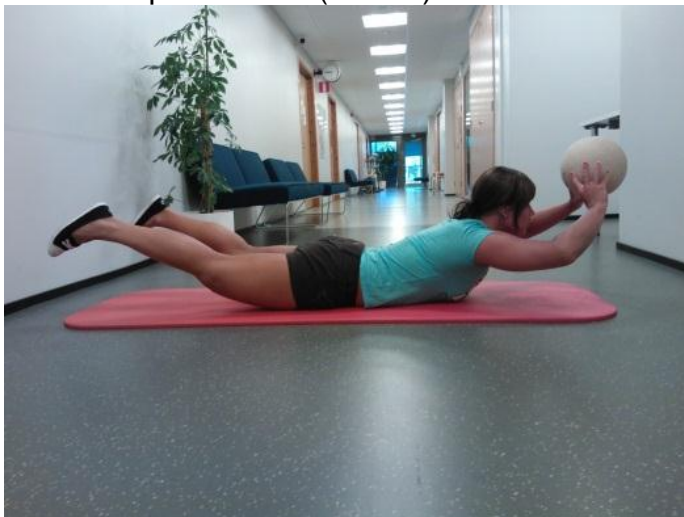
Suoritus: Vie jalkoja suorana kohti lattiaa. Tiputa jalkoja vain niin alas, että keskivartalon kontrolli säilyy (alaselän luonnollinen notko ei saa lisääntyä).

Jalkojen lasku + lantion nosto (kuva c)



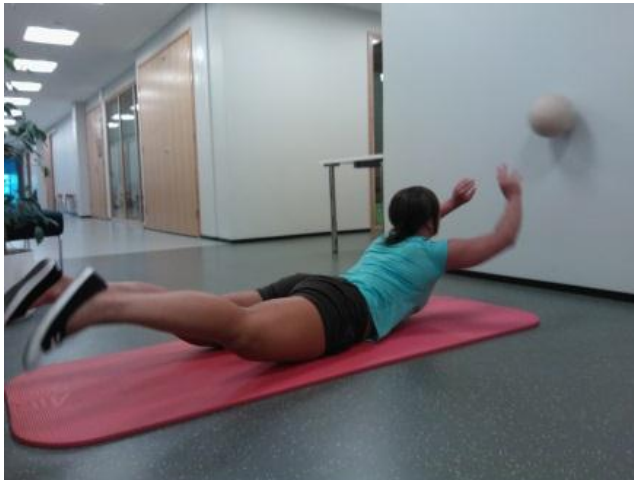
Suoritus: tuo jalat kohti kattoa ja nosta lantio kohtisuoraan ylöspäin ja palauta alas. Liikkeen tulisi olla jatkuvaa.  
Toista 3 x 15.

Harjoite 3  
Selkäliike pallottelulla (kuva a)



Alkuasento: Käy päinmakuulle ja nosta selkälihasten avulla kädet ja jalat ilmaan.

Selkäliike pallottelulla (kuva b)



Suoritus: pallottele sormilyönillä seinää vasten, jännittäen koko ajan keskivartaloa. Pyri pallottelemaan niin pitkään kuin jaksat. Tee 5 sarjaa väsymykseen saakka.

Harjoite 4

Vatsaliike pallottelulla (kuva a)



Alkuasento: käy koukkuselinmakuulle ja vie pallo pään yli.

Vatsaliike pallottelulla (kuva b)



Suoritus: heitä pallo vatsalihasten avulla seinään ja nouse samanaikaisesti istuma-asentoon.

Vatsaliike pallottelulla (kuva c)



Suoritus: vastaanota pallo samalla kun laskeudut hallitusti alkuasentoon. Liike pysyy jatkuvana pallotteluna.  
Toista 3 x 20-25.



Harjoite 5  
Vino vatsarutistus kahvakuulalla (kuva a)



Alkuasento: asetu koukkuselinmakuulle ja ota kuula oikeaan käteen, joka osoittaa kohti kattoa. Laita vasen käsi vartalon sivulle, kämmenselkä kohti lattiaa.

Vino vatsarutistus kahvakuulalla (kuva b)



Suoritus: rutista vatsalihastesi avulla kuulaa kohti vasenta yläviistoa. Pidä kuu-  
lakäsi koko ajan suorana. Pidä vasen kämmen / sormet maassa. Tee liike jat-  
kuvana, vältä nykivää liikettä.

Palauta lähtöasentoon.

Toista 2 x 15-20 molemmille puolille.

Mikäli et omista kahvakuulaa, liikkeen voit tehdä jonkin muun painon avulla tai vaihtoehtoisesti ilman.

Harjoite 6  
Selkäliike (kuva a)



Alkuasento: käy päinmakuulle ja ojenna kädet vartalon jatkeeksi. Katse kohti lattiaa koko suorituksen ajan. Tiivistä vatsaa. Pidä jalat (varpaat) kiinni alustassa koko suorituksen ajan.

Selkäliike (kuva b nosto)



Suoritus: kohota selkälihasten avulla kädet ja rinta irti alustasta. Huom! Pidä niska selkärangan jatkeena (pää käsien välissä)



Selkäliike (kuva c rutistus)



Suoritus: rutista lapaluut yhteen ja tuo kynärpäitä taaksepäin. Nosta rintaa vielä korkeammalle. Ojenna kädet suoraksi ja palauta liike lähtöasentoon. Toista 3 x 20.

Harjoite 7

Kahvakuulalla istumaannousu (kuva a)



Alkuasento: käy koukkuselinmakuulle. Vie kuula pään taakse pitäen kynärpäät hieman koukussa. Tiivistä vatsa.

Kahvakuulalla istumaannousu (kuva b)



Suoritus: heilauta kuulaa vatsalihasten avulla vartalon yli kohti kattoa.

Kahvakuulalla istumaannousu (kuva c)



Loppuasento: istu istuinluitten päällä ja pidä selkä suorana. Palauta liike hallitusti alkuasentoon.

Huom! Mitä painavampi paino, sitä helpompi liike on suorittaa.

Toista 3 x 15-20.