

# Lihaskiväation mittaaminen langattomalla EMG-laitteella

Naisten koripallomaajoukkuepelaajien vam-  
mahistorian yhteys lihaskiväation

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Sosiaali- ja terveysala  
Fysioterapian koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Taru Hakala  
Linda Hannonen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Fysioterapian koulutusohjelma

HAKALA, TARU  
HANNONEN, LINDA:

Lihaskiväation mittaaminen  
langattomalla EMG-laitteella.

Naisten koripallomaajoukkuepelaajien vammahistorian yhteys lihaskiväation.

Fysioterapian opinnäytetyö, 57 sivua, 12 liitesivua  
Kevät 2017

## TIIVISTELMÄ

---

Koripallo on nopeatempainen ja fyysisesti vaativa laji. Otteluissa pelaajille tulee räjähtäviä suunnanmuutoksia ja kontaktitilanteita kamppailtaessa pallosta. Opinnäytetyön aiheena oli tutkia koripallon naisten maajoukkuepelaajien m. gluteus mediuksen ja m. tensor fascia lataen lihaskiväatiota langattomalla EMG-laitteella.

Työn tavoitteena oli tutkia pelaajan alaraajavammojen yhteyttä lihasten aktiväation ja selvittää, mikä liike aktivoi parhaiten m. gluteus mediusta. Toimeksiantajina olivat Suomen Koripalloliitto ja suomalainen Fibrux Oy, joka on kehittänyt langattoman pintaelektrodi elektromyografia laitteen. Liikesuorituksen tuloksia voi seurata reaaliaikaisesti harjoituksen aikana mobiilisovelluksesta.

Opinnäytetyö oli empiirinen eli havainnoiva. Tutkimustapa oli määrällinen, jossa oli laadullisen tutkimuksen piirteitä. Kohdejoukosta valittiin otos pelaajia (n=6), joilla oli joukkueesta eniten alaraajavammahistoriaa. M. gluteus mediusta ja m. tensor fasciae lataeta aktivoivat liikkeet mitattiin kylkimakuulla ja pystyasennossa.

Tutkimuksen mittaustuloksissa oli nähtävissä dominantin ja nondominantin alaraajojen puolierot lihaskiväatiossa. Tutkittavilla pelaajilla oli eri määrä alaraajavammoja. Pelaajat, joilla oli suurempi määrä vammoja, lihaskiväatiotehossa näkyi suurempia vaihteluja ja aktiväatiopiikkejä. Pelaajilla, joilla oli vähemmän alaraajavammoja, aktiväatiotehot olivat pienempiä ja keskihajonta matalampi. Tutkimustuloksissa jokaisella pelaajalla kylkimakuulla mitattu lonkkanivelen ääriekstensio ja pystyasennossa mitattu lonkkanivelen lateraalirotaatiokulma aktivoi parhaiten m. gluteus medius -lihasta.

Asiasanat: m. gluteus medius, m. tensor fascia latae, elektromyografia, lihaskiväatio, lihaskiväikkous, koripallo, alaraajavammat, biomekaniikka

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Physiotherapy

HAKALA, TARU  
HANNONEN, LINDA:

Measuring muscle activation with wireless EMG-device.  
Finnish women national basketball team player with injury history connection to muscle activation.

Bachelor's Thesis in Physiotherapy 57 pages, 12 pages of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

---

Basketball as a sport is fast-paced and physically demanding. Players have to change direction fast and fight for the ball in contact situations during the match. The topic of the thesis was to research musculus gluteus medius and musculus tensor fascia latae activation with wireless surface electromyografia. The research group was Finnish women's national basketball team.

The goal of the thesis was to find out, if there was connection between muscle activation and lower limb injuries. The second goal was to examine, which exercise movement was the best activation for the m. gluteus medius. The cooperation partner of the thesis were the Finnish Basketball Association and the Finnish Fibrox Company, which developed the wireless surface electromyography. Users can see the results from the mobile application in real-time during the practice.

The thesis was an empirical research. The research method was quantitative research, which had elements from qualitative research. Players, who have had the biggest amount of lower limb injuries, were chosen to be part of the research (n=6). The researched players had different number of injuries. The exercise movement measurements were lying on side position and standing position.

The research results found out, that dominant and nondominant lower limb were different in muscle activation. Higher muscle activation level and standard deviation range were in larger scale on players who have had more injuries. Muscle activation levels and standard deviation range were lower on players who have had fewer injuries. The best exercise method to develop m. gluteus medius was hip joint far extension while lying on side and hip joint lateral rotation on standing position.

Keywords: m. gluteus medius, m. tensor fascia latae, elektromyography, muscles activation, muscle weakness, basketball, lower limb injuries, bio-mechanics

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LIHASAKTIVAATION MITTAAMINEN	3
2.1	Elektromyografia	3
2.2	Mpower - Lihasaktivaatiomittari	3
3	KORIPALLON LAJIANALYYSI	7
3.1	Laji	7
3.2	Fyysiset ominaisuudet	7
4	URHEILUVAMMAT	9
4.1	Määritelmä	9
4.2	Koripallon yleisimmät alaraajavammat	10
5	HERMOLIHASJÄRJESTELMÄN RAKENNE JA TOIMINTA	11
5.1	Hermosto	11
5.2	Luustolihaskudos	13
5.3	Lihassupistus	15
5.4	Lihaksen biomekaniikka	16
5.4.1	M. Gluteus Medius	17
5.4.2	M. Tensor fascia latae	17
6	TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO	19
6.1	Opinnäytetyöprosessi	19
6.2	Otanta	20
6.3	Tutkimusmenetelmä	21
6.4	Tiedonhaku	22
7	PINTAELEKTRODIPODIEN ASETTELU	23
7.1	M. Gluteus Medius	23
7.2	M. Tensor fascia latae	23
8	TESTIPATTERISTO	25
8.1	Tutkimusprotokolla	25
8.2	Testiliikkeet	26
9	TUTKIMUSTULOKSET	31
9.1	Tutkittavien taustatiedot	31
9.2	EMG-mittausten tulokset	32

10	POHDINTA	38
10.1	Tulosten pohdinta	38
10.2	Luotettavuus ja eettisyys	43
10.3	Kehitysideat	45
10.4	Opinnäytetyö ja oppiminen	46
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	58

## SANASTO:

Abduktio = Loitonuus

Anterior cruciate ligament = Eturistiside (ACL)

Aktivaatioteho = Lihaksen tuottama hetkellinen sähköinen teho harjoituksen aikana

Aktivaatiovolyyymi = Lihaksen tuottaman harjoituksen aikainen aktivaatiotehojen summa

Anteriorinen = Edessä sijaitseva, etu-

Anterior superior iliaca = Suoliluun yläetu kärki

Biomekaniikka = Analysoi ihmiseen kohdistuvia voimia liikkeessä

Ekstensio = Ojennus

Elektromyografia = Mittaa lihaksen sähköistä toimintaa. Kuvaa lihaksen hermoston välittämää hermoimpulssin, motoristen yksiköiden aktivoitumismäärää.

Fleksio = Koukistus

Krooninen = Pitkäaikainen

Lateraalinen = Kauempana keskitasosta, sivulla, ulkopuolella

Lateraalirotaatio = Ulkokierto

M. = musculus = Lihas

Mediaalinen = Lähellä mediaanitasoa, keskellä, sisäpuolella

Mediaalirotaatio = Sisäkierto

M. Gastrocnemius = Kaksoiskantalihas

M. Gluteus medius = Keskimäinen pakaralihas (GMed)

M. Gluteus maximus = Iso pakaralihas

M. Rectus femoris = Suora reisilihas

M. Tensor fasciae latae = Leveä peitinkalvon jännittäjälihas (TFL)

M. Vastus medialis = Sisempi reisilihas

M. Obliquus externus = Ulompi vino vatsalihas

M. Transversus abdominis = Poikittainen vatsalihas

NBA= National Basketball Association on Pohjois-Amerikassa pelattava korkein miesten koripallosarja

Os ilium = Suoliluu

Posteriorinen = Takana sijaitseva, taka-

Stabiliteetti = Vakaa

Trochanter major = Reisiluun yläosan sivulla sijaitseva iso sarvennoinen eli luu-uloke

Patellafemoralis = Polven alueen kiputila, tunnettu termillä hyppääjän polvi ja juoksijan polvi

WNBA = Women's National Basketball Association on Pohjois-Amerikassa pelattava korkein naisten koripallosarja

## 1 JOHDANTO

Koripallo on yksi maailman suosituimmista lajeista. Laji on nopeatempoinen, joka on yksi riskitekijöistä alaraajavammojen syntymiseen. Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan nilkkavammoja on alle 23-vuotiailla koripallopelaajilla yli 80 % pelaajista ja rasisperäisiä polvivammoja 55 %:lla tutkimukseen osallistuneista. Nilkkavammat olivat toistuneet tutkittavilla vähintään kolme kertaa. (Riekkinen 2015, 31–34, 41.) Yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan naiset loukkaantuivat useammin kuin miehet. Naisilla oli enemmän ja useammin alaraajavammoja kuin miehillä. Loukkaantumisherkkyyteen vaikuttivat pelaajan fyysiset ominaisuudet, hormonaaliset muutokset ja ympäristötekijät. (Deitch, Starkey, Walters & Moseley 2006, 1077–1083.)

Musculus gluteus medius on yksi lantion alueen tärkeimmistä lihaksista. Liikkeen aikana m. gluteus medius stabiloi lonkkaniveltä ja reisiluuta. Jos m. gluteus medius ei aktivoitu oikein, se voi johtaa lonkka- ja polvinivelen ylikuormittumiseen. Vääränlaista liikesuoritusta yritetään korjata kehon muilla lihaksilla ja nivelillä, joka voi johtaa ylikuormittumiseen. M. gluteus medius lihas on mukana lonkkanivelen abduktio- ja lateraalirotaatioliikkeessä. (Powers 2010, 43–44, 48–49.)

Suomalainen Fibrux oy on tuonut markkinoille langattoman EMG-laitteen, jonka avulla voidaan reaaliaikaisesti seurata lihaksen aktivaatiota mobiilisovelluksesta harjoituksen aikana. (Mpower 2016a, 1). Elektromyografian avulla on mitattu lihasten sähköistä toimintaa jo vuosikymmeniä. Urheiluvalmennuksessa tutkimusmenetelmää hyödynnetään harjoittelun aikana tapahtuvan lihastyön sähköisen impulssin tulkitsemisessa. (Kauranen & Nurkka 2010, 303–304.) Teknologian kehittymisen myötä on pystytty luomaan uusia harjoittelun tehokkuuden seuranta menetelmiä.

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia EMG-pintaelektrodilaitteen avulla *m. gluteus mediuksen (GMed)* ja *m. tensor fasciae lataen (TFL)* lihasaktivaatiota eri lihaskuntoliikkeissä ja nivelkulmissa. Tutkimustulosten perusteella



tarkastellaan, vaikuttaako pelaajan vammahistoria kyseisten lihasten aktivoitumiseen ja onko eroa kylkimakuulla ja pystyasennossa suoritettujen liikkeiden välillä. Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa tietoa *m. gluteus medius* ja *tensor fascia latae*stsa parhaiten aktivoivista harjoitteista koripallojoukkueiden valmennusryhmille, fysioterapeuteille ja pelaajille.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiksi olivat ”Onko vammojen lukumäärällä yhteys lihaksen aktivaatiotehoon?” sekä ”Tehokkaimman harjoitteen löytäminen *m. gluteus medius*lle tutkituista liikkeistä”. Tehokkaassa harjoitteessa *m. gluteus medius* tuottaa korkeampaa aktivaatiotehoa kuin *m. tensor fasciae latae*.

Hypoteesina on, että vammahistorialla on merkitystä mitattujen lihasten aktivaatiotehoihin. Toinen hypoteesi on, että urheilijan dominantti jalka on vahvempi kuin nondominantti jalka. Alaraaja, jossa on ollut useampi vamma, on heikompaa kuin alaraaja, jossa on ollut vähemmän vammoja.

## 2 LIHASAKTIVAATION MITTAAMINEN

### 2.1 Elektromyografia

Elektromyografia (EMG) mittaa aktiopotentiaalien synnyttämän sähköisen jännite-eron muutosta lihassolussa lihassupistuksen aikana. EMG:n avulla tutkitaan pinnallisten ja syvien lihassolujen aktivaatioaikaa ja voimantuottoa toiminnallisen liikkeen aikana. (Neumann 2010, 64–65.) Yksilöiden välisiä tuloksia ei voi suoraan verrata toisiinsa, koska tuloksiin vaikuttavat tutkittavan henkilön anatomiset ja fyysiset ominaisuudet sekä mittaustilanne. (Farina, Cescon & Merletti 2002, Joutjärvi 2014,8,20 mukaan.)

EMG:ssä syvien- ja pinnallisten lihasten voimantuottoa voidaan mitata invaasisella eli lihaksen sisälle laitettavalla neula- tai lankaelektrodilla. Pinnallisten lihassolujen sähköistä muutosta mitataan noninvaasisella lihaksen päälle iholle kiinnitettävällä pintaelektrodilla. (Merletti & Farina 2009, 357–362; Grimaldi 2010, 31; Joutjärvi 2014, 19.) EMG-mittaus yhdistetään usein jonkun toisen mittausmenetelmän kanssa, esimerkiksi lihasvoimamittauksen yhteydessä (Kauranen ym. 2010, 306).

EMG-laitteen avulla saadaan selville, onko lihas oikeaan aikaan aktiivinen, väsykö lihas liian nopeasti tai syttykö se lainkaan. EMG:n avulla pystytään tutkimaan lihaksen aktivaation puolieroja raajoissa tai kestävyysominaisuuksia eri lihaksissa. Fysioterapiassa menetelmää käytetään neurologisten potilaiden hermolihastoiminnan tutkimiseen. (Kauranen ym. 2010, 307.) Lantionpohjaan erikoistuneessa fysioterapiassa harjoittelun tukena käytetään yleisesti EMG-laitetta (Käypähoito 2017).

### 2.2 Mpower - Lihasktivaatiomittari

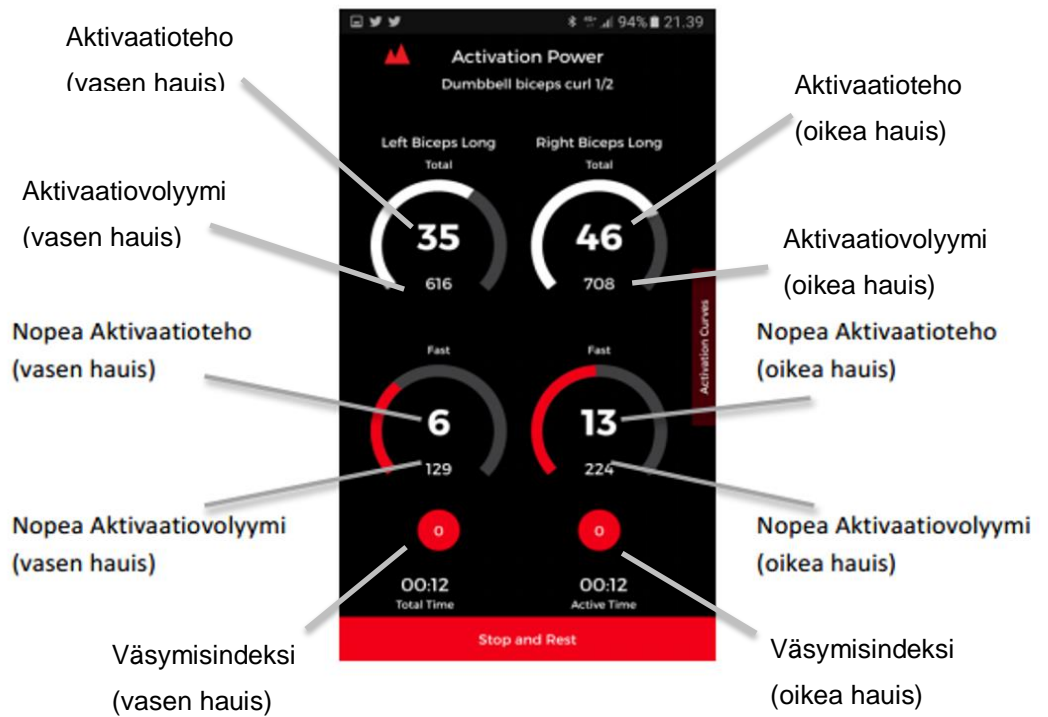
Suomalainen Fibrix Oy:n toi kesällä 2016 markkinoille Mpower -lihasaktivaatiomittarin. Laite on langaton pintaelektrodi EMG-mittari. Iholle lihaksen päälle kiinnitetään langattomat pintaelektrodit eli podit. (KUVA 1). Pintaelektrodilla mitataan nopeiden ja hitaiden lihassolujen aktivaatiotehoa sekä

lihaksen väsymisindeksiä. Podit kiinnitetään iholle kaksipuolisella teipillä tai kiinnityshihnojen avulla. Mpowerin mobiilisovelluksella voi mitata 3-4 lihasta samanaikaisesti. Jokaiseen mitattavaan lihakseen tarvitaan oma podi. Laitteen sovelluksesta on mahdollista valita 34 eri pintalihasta mitattavaksi harjoituksen aikana. (Mpower 2016a, 3,5,10,15.)

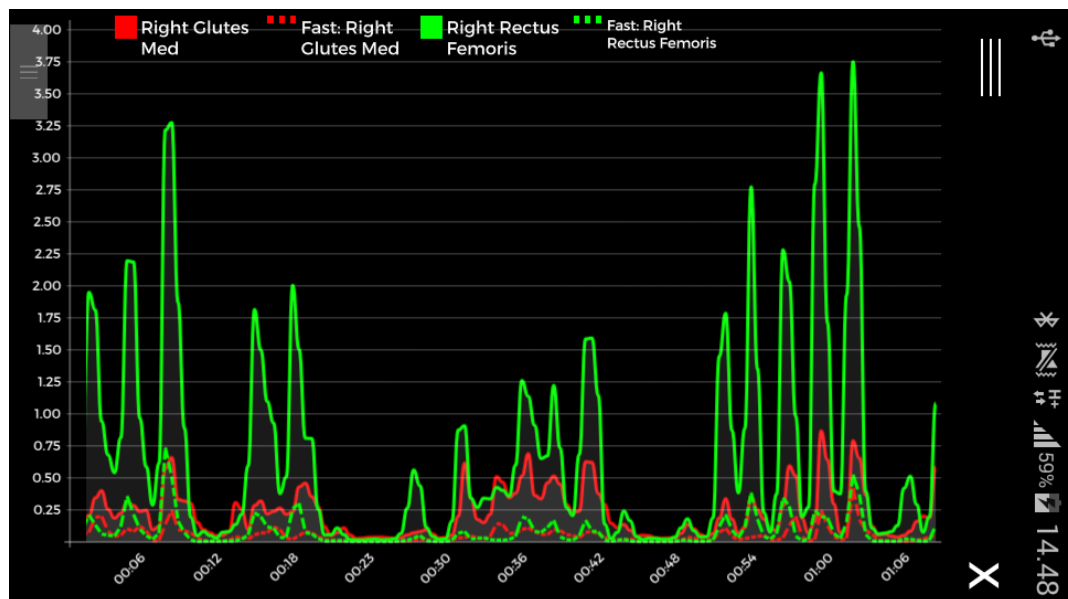


KUVA 1. Fibrux Oy – pintaelektrodipodit

EMG-laitteella mitataan reaaliajassa lihaksen aktivaatiotehoa, jonka avulla pystytään seuraamaan harjoitustoistojen tehokkuutta. Mobiilisovelluksesta on mahdollisuus valita eri tulostäkyymiä. Tulostäkyymäksi voi valita absoluuttisen aktivaatiotehon eli lihaksen tuottaman aktivaatioteho juuri sillä hetkellä (KUVIO 1). Toinen tulostäkyymävaihtoehto on suhteellinen aktivaatioteho, eli aktivaatioteho on prosentteina suhteessa lihaksen tuottamaan parhaaseen aiemmin tuotettuun maksimiaktivaatiotehoon. Suhteellinen aktivaatiotehon tulostäkyymä on samanlainen kuin KUVIO 1, mutta luvut ovat prosentteina. Kolmas vaihtoehto on aktivaatiokäyrä, jonka avulla voi seurata reaaliajassa lihaksen aktivaatiotehoa (KUVIO 2). (Mpower 2016a,10–11.)



KUVIO 1. Absoluuttinen Aktivaatioteho -tulospäätelmä (Mukaan Mpowers 2016a,11-12).



KUVIO 2. Aktivaatiotehokäyrä

Perinteisessä EMG-tutkimuksessa kiinnitetään iholle vähintään kaksi pintaelektrodiä. Toinen pintaelektrodi sijoitetaan aktiivisen lihaksen päälle ja toinen pintaelektrodi vertailua varten etäälle tutkittavasta lihaskudoksesta. Mpowerin lihasaktivaatiomittarin podoissa ei käytetä vertailuelektrodiä, vaan tutkittavan lihaksen päälle asetetaan ainoastaan yksi podi. Mittarin tulokset tulevat reaaliaikaisesti Mpowerin mobiilisovellukseen. Perinteisellä EMG-laitteella mitattu tulos pitää käsitellä ja prosessoida sähköisten häiriötekijöiden poissulkemiseksi ennen lopullista elektromyogrammia. (Roeveld & Stegeman 2002, Joutjärvi 2014,23,25 mukaan; Mpower 2016a, 16; Neumann 2010, 65–66.)

Podin ja mobiilisovelluksen langattoman yhteyden avulla urheilija tai valmentaja voi seurata reaaliajassa harjoittelun tehokkuutta. Mobiilisovelluksesta nähdään, mikä harjoitus aktivoi parhaiten lihasta ja milloin lihas alkaa väsyä. Lihasparien suoritustasapaino saadaan helposti selville sovelluksen avulla. Pilvipalvelusta urheilija tai valmentaja voi tarkastella tuloksia jälkikäteen. (Mpower, 2016a, 5; 10–11)

### 3 KORIPALLON LAJIANALYYSI

#### 3.1 Laji

Koripallossa kaksi joukkuetta pelaa vastakkain 4 x 10 minuutin peliajan. Yhdessä joukkueessa saa olla 12 pelaajaa. Joukkueesta on viisi pelaajaa kerrallaan kentällä. Pelikentän koko on 28 metriä pitkä ja 15 metriä leveä. Koripallo on nopeatempoinen peli, jossa kontaktien ottaminen on sallittua ilman virheellistä vastustajan estämistä tai tönimistä. (International Basketball Federation 2014, 5–7, 30.)

Hyökkäävällä joukkueella on 8 sekuntia aikaa siirtyä omalta puolustusalueelta vastustajan puolelle. Hyökkäävällä joukkueella on yhteensä 24 sekuntia aikaa tehdä kori tai ajan päätyttyä pallo siirtyy vastustajalle. (International Basketball Federation 2014, 5–7, 30.)

#### 3.2 Fyysiset ominaisuudet

Koripallo on nopeatempoinen peli, joka vaatii koripalloilijoilta monipuolisia fyysisiä ominaisuuksia. Pelaajat juoksevat pelin aikana keskimäärin 4500–5000 metriä yhdessä ottelussa. Pelin aikana intensiteetti vaihtelee lyhyessä ajassa nopeasti. Ottelun aikana pelaajan on räjähtävästi vaihdettava suuntaa, nopeasti lähdettävä paikaltaan ja tehtävä äkkipysähdys vauhdista. Suorituksen aikana fyysisiltä ominaisuuksilta vaaditaan nopeusvoimaa, maksimivoimaa ja aerobista kestävyyttä. (Narazaki, Berg, Stergiou & Chen 2009, 425–432; Konttinen 2014, 3.)

Koripallossa liikesuunnan muutokset ovat nopeita ja hyvä kehonhallinta on erittäin tärkeää. Fyysinen kuormitus on lajissa korkea. Pohjois-Amerikassa runkosarjassa on 2-5 peliä viikossa ja harjoitukset tämän lisäksi (Gordon, Lindsay, Distefano, Denegar, Bagle, Norman & Sun 2014, 25; Mangine, Hoffman, Gonzalez, Jajtner, Scanlon, Rogowski, Wells, Fragala & Stout 2014, 794). Suomessa naisten koripallon ottelumäärät ovat pienemmät.

Naisten koripallon pääsarjassa korisliigassa pelataan runkosarjassa 27 ottelua sekä pudotuspelit ja finaalit runkosarjan lisäksi (Suomen Koripalloliitto 2016).

Koripallossa pelaajat voivat olla fyysisiltä ominaisuuksiltaan hyvin erilaisia. Takamiehet saattavat olla muita pelaajia pienikokoisempia, mutta kimmoisempia. Laitureilla ulottuvuus on yleensä parempi kuin takamiehillä. Laitureiden ja takamiesten pelipaikkaa pelaavien fyysisessä kestävyudessa ja voimantuotossa ei ole tutkimusten mukaan suuria eroja. Laitureilla on tutkimusten mukaan hyvät kestävyysominaisuudet. Korinaluspelaajat ovat fyysisesti isokokoisia pelaajia, mutta tarvitsevat kuitenkin räjähtävyyttä ja nopeutta pelikentällä. (Forssell 2016, 6-26.)

## 4 URHEILUVAMMAT

### 4.1 Määritelmä

Urheiluvamman määritelmä riippuu tutkijan näkökulmasta. Useat tutkijat määrittelevät vamman urheiluvammaksi, kun vamma vaikeuttaa tai estää pelaajan osallistumisen harjoitteluun tai otteluun seuraavan vuorokauden aikana. (Fuller ym. 2006, Fuller ym. 2007, Hodgson ym. 2007, Riekkinen 2015, 7 mukaan.)

Bahrin ja Holmen (2003,385,389) kirjallisuuskatsauksessa Meeuwisse ja- kaa urheiluvammat kehon sisäisiin ja ulkoisiin vammaa altistaviin tekijöihin. Kehon sisäisiä tekijöitä ovat esimerkiksi urheilijan ikä, fyysinen kunto, vammahistoria ja kehonkoostumus. Sisäisiin vammaa altistaviin tekijöihin las- ketaan myös urheilijan vammahistoria ja alentunut voimataso. Ulkoisia te- kijöitä ovat harjoittelu- ja peliolosuhteet, ympäristö ja harjoitteluvälineet. Kolmantena altistavana tekijänä ovat niveliin ja lihaksiin kohdistuvat vään- tömomentit, harjoittelu- ja otteluohjelma sekä pelitilanne.

Urheiluvamma on useiden tekijöiden summa, ja sen syntymiseen ei ole vain yhtä ulkoista tai sisäistä tekijää. Urheiluvamma voi syntyä ilman kon- taktia tai kontaktitilanteessa toiseen pelaajaan. (Bahr ym. 2003, 385.) Tut- kija McIntoshn katsoo urheiluvammoja ihmisen biomekaniikan kuormituk- sen positiivisesta ja negatiivisesta näkökulmasta. Riskitekijät ovat samat kuin Meeuwissen näkökulmassa, mutta McIntosh tarkastelee niiden vaiku- tusta ihmisen biomekaniikkaan. Jos urheilija käyttää suojavaarusteita lajis- saan, suojaavatko varusteet vain lihas- ja luukudoksia? Vai uskaltaako ur- heilija laskea nopeammin ja aggressiivisemmin esimerkiksi alppihiihdossa, mikä lisää taas vammautumisriskiä. (Bahr & Krosshaug 2005, 324-325.)

Urheiluvammat ovat useimmiten umpinaisia lihasvammoja, eli vain lihas on vaurioitunut, ja iholla ei ole avohaavaa. Lihasvammat jaetaan I-III as- teikon mukaan. I-asteen lihasvauriossa on pieni repeämä tai venähdys li- haksessa. III-asteen vammassa on totaali repeämä lihaksessa (Järvinen & Järvinen 2010, 247-248.) Ligamenttivammat jaetaan kolmeen luokkaan: I-



asteen ligamenttivammassa on revennyt vain pieni osa säikeistä, kun III-asteen vammassa ovat lihassäikeet revenneet kokonaan ja nivelen stabiiliteetti on erittäin heikko. Hoitamattomasta ligamenttivammasta voi jäädä nivelen krooninen instabiiliteetti. (Korkala 2010, 239-240.)

#### 4.2 Koripallon yleisimmät alaraajavammat

10 vuoden NBA-seurantatutkimuksessa urheiluvammoja oli yhteensä 12 594 ja niistä 6 287 oli syntynyt pelitilanteessa. Kokonaisvammamäärästä alaraajavammoja oli 7 853 (62,4 % kaikista vammoista.) Pelitilanteista syntyneistä vammoista alaraajavammoja oli 3 636 (57,8 % kaikista vammoista). Tutkimuksessa alaraajavammoista yleisimmät olivat nilkka-, lanneranka- ja polvivammat. (Drakos, Domb, Starkey, Callahan & Allen 2010, 284–287.) NBA ja WNBA koripallosarjoja vertailevassa tutkimuksessa naiset loukkaantuivat miehiä useammin. Yleisin vamma oli nilkan lateraali ligamentin repeäminen niin miehillä kuin naisilla. Tämän lisäksi polven eturistisiteen vamma (ACL) ja nivelten tulehdukset sekä yllirasitustilat olivat yleisimpiä vammoja. (Deitch ym. 2006, 1077–1083.)

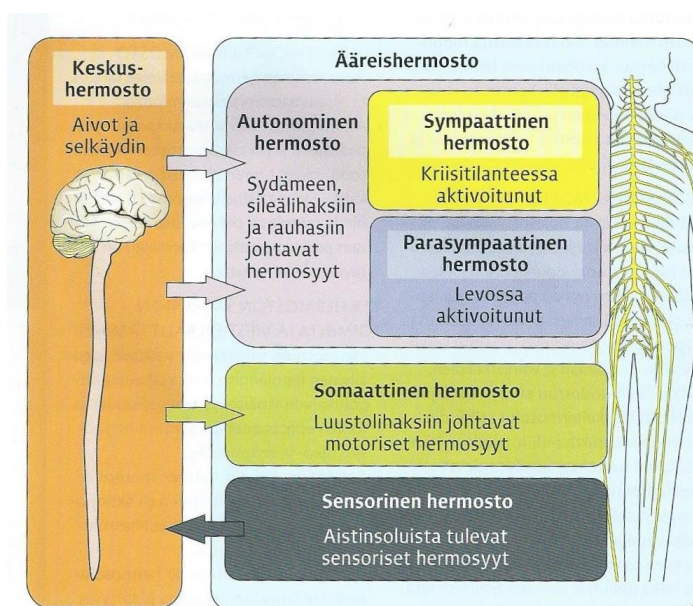
Koripallon hyppyliikkeissä kehon luusto- ja lihaskudokseen kohdistuu kiihtyvyyttä tai painovoimaa. Hypyssä kiihtyvyyttä kohdistuu vertikaalisuunnassa vuorotellen ylös ja alas. Kiihtyvyyden lisäksi pelaajaan vaikuttaa hänen oma kehonpainonsa ja lattiaan kohdistuva kontaktivoima. Hypyissä polviniveleen aiheuttaa vetoa ja vääntöä muun muassa *m. vastus medialis* ja nilkkaniveleen *m. gastrocnemius* lihasten voima. (Enoka 2015, 146.) Koripallossa pelitilanteessa polvivamman syntymiseen vaikuttavat polveen kohdistuvat vääntömomentit ja liikesuunnan muutokset. (Bahr & Krosshaug 2005, 326.) Tutkimukset ovat osoittaneet, että lantion alueen kineettisenketjun häiriöt ja lantion lihasten heikko aktivaatio ovat yhteydessä polven ACL -vamman ja patellafemoralis kipuun (Selkowich, Benck & Powers. 2013, 54; Powers. 2010, 42.)

## 5 HERMOLIHASJÄRJESTELMÄN RAKENNE JA TOIMINTA

### 5.1 Hermosto

Hermosto ottaa aistinreseptoreiden avulla informaatiota ympäristöstä sekä ihmisen sisäisestä tilanteesta. Saadun tiedon perusteella hermosto ohjaa elimistön toimintaa. Hermosto voidaan jakaa kahteen osaan sijaintinsa sekä toimintansa perusteella. Toiminnan osalta se jaetaan somaattiseen hermostoon, eli tahdonalaiseen, sekä autonomiseen hermostoon eli tahdosta riippumattomaan. (Sand, Sjaastad, Haug, Bjålie & Toverud 2013, 104–107)

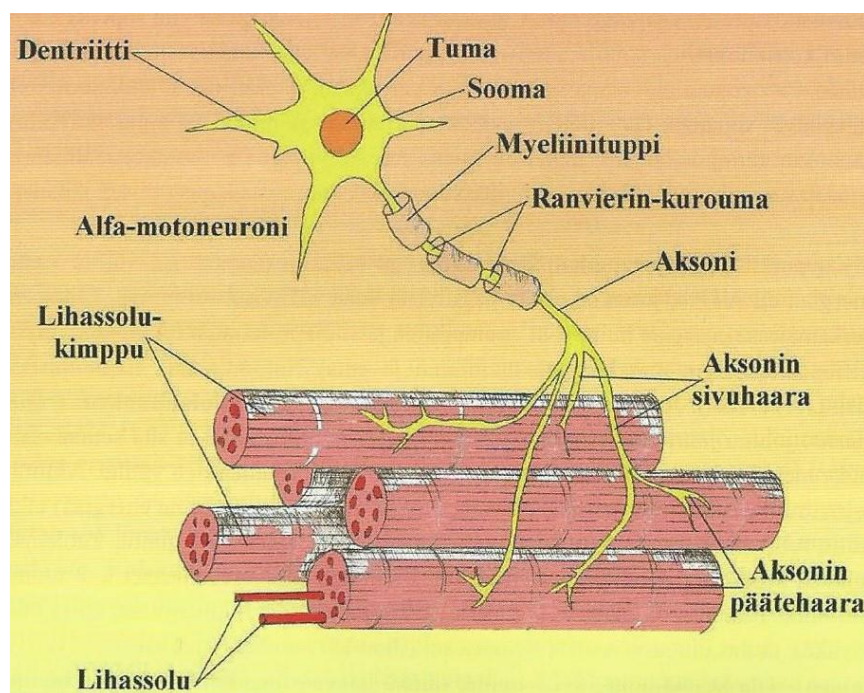
Sijaintinsa perusteella hermosto jaetaan keskus- ja ääreishermostoon. Keskushermosto koostuu aivoista ja selkäytimestä (KUVIO 3). Ääreishermosto muodostuu selkäydinhermoista sekä aivohermoista. Vaikka hermosto jaetaan eri osiin, ei se tarkoita, että hermoston eri osat olisivat toisistaan riippumattomia itsenäisiä yksiköitä. Hermosto on kokonaisuus, jolla on alayksiköitä. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lätti. 2013, 382; Sand ym. 2013, 104–107.)



KUVIO 3. Hermoston jako. (Leppäluoto ym. 2013, 382)

## Liikehermosolu

Hermosolut johtavat aktiopotentiaaleja eli hermoimpulsseja koko pituudeltaan. Jokaisella hermosolulla on hermottava kohdesolu. Ne voivat olla lihas-, rauhas- tai muita hermosoluja. Motoneuronit, eli liikehermosolut, ovat yhteydessä luustolihasoluihin. Liikehermosolun sooma, eli hermosolun runko-osa, sijaitsee keskushermostossa, josta lähtee aksoni eli viejähaarakke lihakseen. Hermosolun ja sen kohdesolun liitoskohtaa kutsutaan synapsiksi. Soluun aktiopotentiaaleja välittäviä tuojahaarakkeita kutsutaan dendriiteiksi (KUVIO 4). Motoneuroni ja sen hermottamat lihassolut muodostavat motorisen yksikön. Yhdessä lihaksessa on satoja motorisia yksiköitä. (Sand ym. 2013, 104–112.)



KUVIO 4. Motorinen yksikkö (Kauranen ym. 2010, 130)

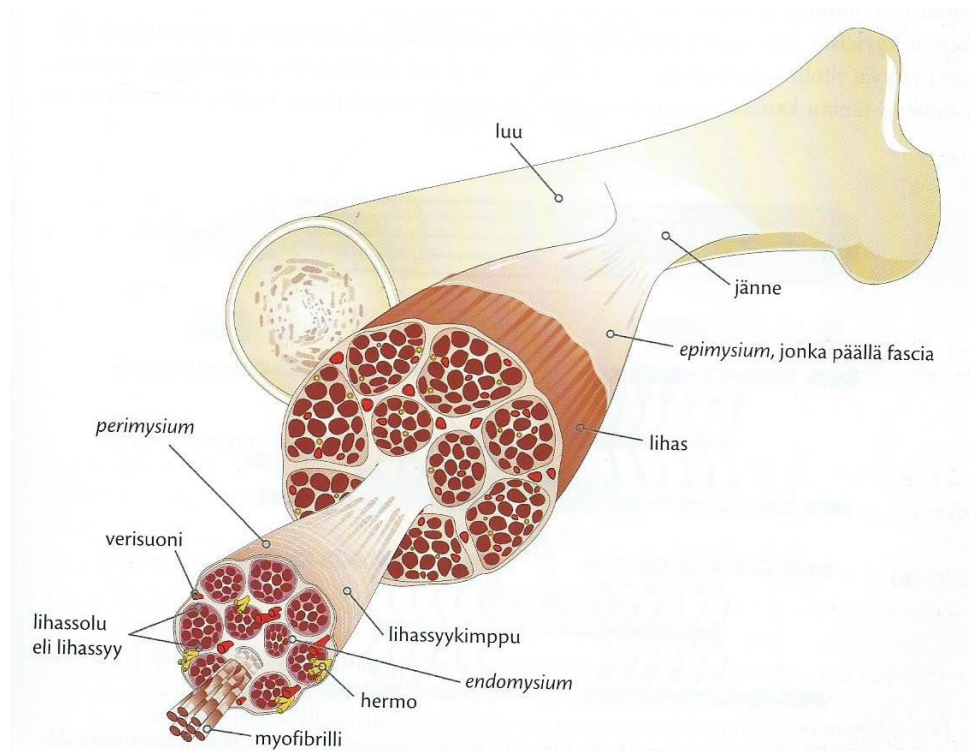
Aktiopotentiaalia, eli toimintajännitettä, käytetään tiedonsiirtoon hermostossa. Aktiopotentiaali syntyy solukalvon jännitteen muuttuessa positiiviseksi. Tiedonsiirtoa tapahtuu, kun aktiopotentiaali lähtee etenemään aksonia pitkin, ja tapahtumaketjun seurauksena syntyy lihassolun supistumi-

nen. Yleensä aktiopotentiali syntyy aistin- tai muista hermosoluista tulevasta ärsykkeestä, mutta jotkin hermosolut tuottavat aktiopotentiaaleja myös spontaanisti. (Sand ym. 2013, 72–76.)

## 5.2 Luustolihas

Puolet ihmisen kehon painosta koostuu lihaksistosta. Ihmiskehossa on kolmenlaista lihaskudosta, joita ovat luustolihas-, sydänlihas- ja sileälihaskudos. (Leppäluoto ym. 2013, 93.) Opinnäytetyössä tutkittiin m. *gluteus medius* (GMed) ja m. *tensor fasciae latae* (TFL), jotka kuuluvat luustolihasiin. Lihasten nimien jälkeen sulussa olevia lyhenteitä käytetään jatkossa opinnäytetyössä.

Jokainen ihmiskehossa oleva lihas on toiminnallinen yksikkö, johon kuuluu lihas- ja sidekudosta, verisuonia sekä hermoja. Yksittäistä lihassolua kutsutaan myös lihassyksi. Lihassyistä muodostuu lihassykimppuja, ja joista kimppeä ympäröi vahva sidekudoskalvo (KUVIO 5). Kalvot eli faskiat kiinnittyvät lihaksen päissä oleviin jänteisiin, jotka kiinnittyvät luihin. Kalvorakenteissa kulkevat lihaksen verisuonet ja hermot. (Niensted, Häninen, Arstila & Björkqvist. 2009, 76–78; Leppäluoto ym. 2013, 94–96.)



KUVIO 5. Luustolihasen rakenne (Leppäluoto ym. 2013, 95)

Luustolihas kudosta kutsutaan myös poikkijuovaiseksi lihaskudokseksi, koska lihassyissä on vuorotellen vaaleita ja tummia poikkiraitoja. Lihassyit ovat täynnä pituussuuntaisia (myo)fibrillejä, jotka koostuvat (myo)filamenteista. Etuliite myo tarkoittaa lihasta ja myofibrillien filamentit koostuvat kahdesta valkuaisaineesta aktiinista ja myosiinista. Toistuvan kaavan mukaan myofilamentit ovat järjestäytyneet myofibrilleihin ja tämän kaavan perusyksikköä kutsutaan sarkomeeriksi. Vierekkäin olevien fibrillien sarkomeerit ovat yleensä rinnatusten, jolloin lihassolu näyttää poikkijuovaiselta. (Niensted ym. 2009, 76–78; Leppäluoto ym. 2013, 94–96.)

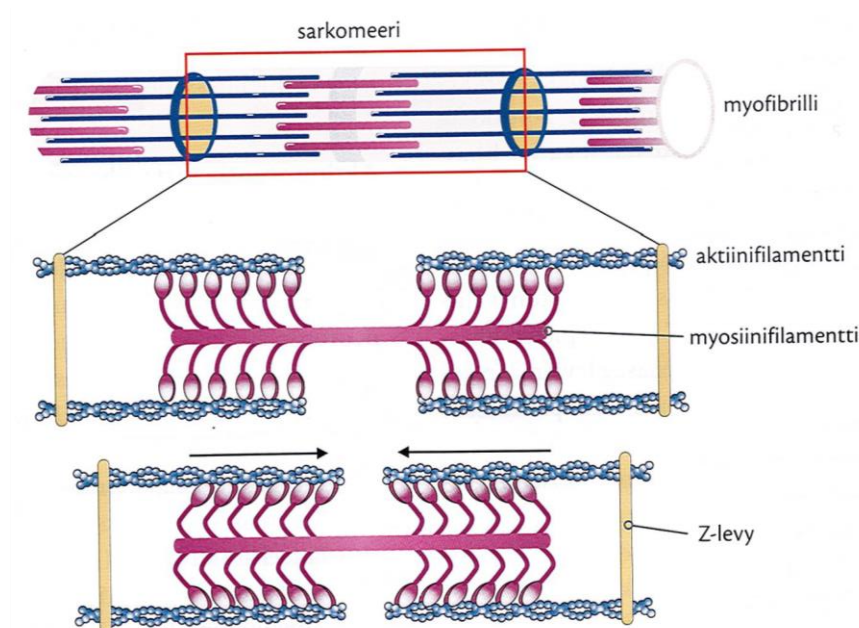
Lihaksessa on erilaisia lihassyitä: hitaita, nopeita sekä välityypin lihassyitä. Hitaita lihassyitä on muun muassa asentoa ylläpitävissä lihaksissa kuten selässä ja jaloissa ja nopeita lihassyitä on käsivarsissa. Sekä nopeita että hitaita lihassyitä on kuitenkin kaikissa luustolihasissa. Nopeiden ja välityypin lihassyiden eroavaisuus on, että välityypin lihassyit eivät väsy nope-

asti, vaan ne ovat tottuneet toimimaan niin aerobisessa kuin anaerobisessa lihastyössä. Nopeat lihassytyt ovat tottuneet vain anaerobiseen energiantuottoon. Huomioitavaa on, että yhteen motoriseen hermoon liittyy yhden tyyppisiä lihassyitä. (Leppäluoto ym. 2013, 101–102; Sand ym. 2013, 246.)

### 5.3 Lihassupistus

Luustolihasien supistumista säätelevät hermoimpulssit. Aksonista tullut hermoimpulssi eli aktiopotentiaali etenee hermo-lihasliitokseen, jolloin hermopäätteestä vapautuu asetyylikoliini välittäjäainetta. Välittäjäaine sitoutuu lihassolun kalvorakenteisiin ja solussa laukeaa aktipotentiali, joka johtaa lihassupistukseen. Aktiopotentiaali koostuu useista pienistä lihasnykäyksistä, joista koostuu yksi lihassupistus. (Niensted ym. 2009, 78–80; Leppäluoto ym. 2013, 94–99.)

Supistuksen aikana aiemmin kuvatut filamentit eivät lyhene, vaan sarkomeeri lyhenee, jolloin aktiini- ja myosiinifilamentit liukuvat toistensa lomaan. Supistus tapahtuu siis liukumismekanismiin tavoin (KUVIO 6). Supistuksen aikana vapautuu myös kalsiumioneja, jotka auttavat aktiinin reagoimista myosiinin kanssa. Kun kalvoissa ollut aktiopotentiaali on mennyt ohi, kalsiumionit poistuvat, jolloin myosiini- sekä aktiinifilamenttien väliset sidokset ovat mahdottomia ja lihas alkaa veltostua. (Niensted ym. 2009, 78–80; Leppäluoto ym. 2013, 94–99.)



KUVIO 6. Filamenttien liukuminen (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakuri, Vierimaa & Lätti 2017, 99)

#### 5.4 Lihaksen biomekaniikka

Lihaksessa tapahtuva lihassupistus voi muuttaa lihaksen pituutta tai se voi pysyä muuttumattomana. Isotonisessa lihassupistuksessa on lihaksen tuottava vastusta suurempi voima, jotta lihas lyhenee. Esimerkiksi ihminen nostaa painavan esineen pöydältä, joilloin yläraajan lihakset supistuvat. Jos taas lihaksen pituus ei muutu, on lihassupistus nimeltään isometrinen. Eksentrisessä lihastyössä lihas venyy supistuessaan. (Leppäluoto ym. 2013, 100.)

Neumann (2010, 485) jakaa lihastyön ensisijaiseen ja toissijaiseen lihastyöhön. Lihaksen päätyö on ensisijaista lihastyötä ja toissijaisessa lihastyössä lihas toimii avustavana lihaksena lihassupistuksen aikana. Yhden nivelen koukistaja- ja ojentaalihakset toimivat vastavaikuttajaparina ja niitä kutsutaan agonisti-antagonistipareiksi. (Neumann 2010, 20; Leppäluoto ym. 2013, 105–106).

#### 5.4.1 M. Gluteus Medius

GMed lähtee *iliumin* yläosan ulkopinnasta ja kiinnittyy reisiluun *trochanter majorin* lateraaliosaan (KUVIO 7). GMed on isoin abduktioliikkeeseen osallistuva lihas ja tekee suurimman lihastyön liikkeessä. GMed posteriorinen osa osallistuu lonkkanivelen lateraalirotaatio- ja anteriorinen osa mediaalirotaatioliikkeen tuottamiseen. Muita lonkkanivelen abduktioliikkeen tuottavia lihaksia ovat *m. gluteus minimus* ja TFL. (Neumann 2010, 494.)

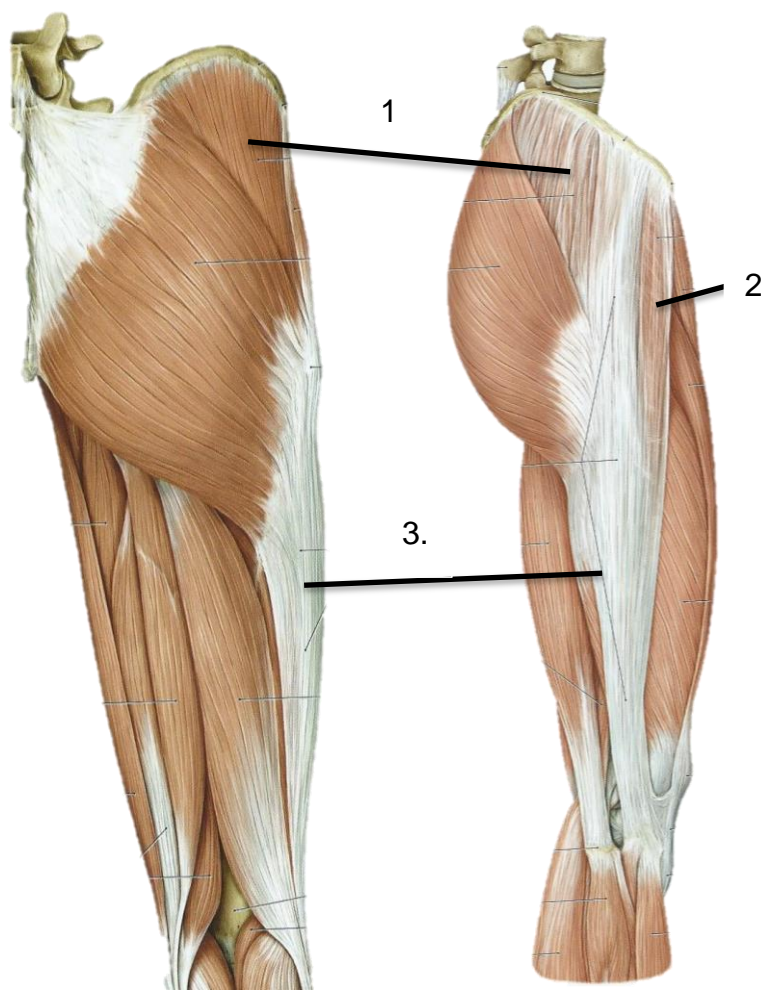
Lonkkanivelen abduktioliikkeen tuottavat lihakset ovat samalla lantion stabiloivia lihaksia, esimerkiksi kävelyn keskitukivaiheessa lihas stabiloi lantiot ja reisiluuta. Jos lihas ei aktivoidu oikein, saattaa lantio pettää heilah-tavan jalan puolella. (Neumann 2010, 495; Evert & Trew, 2010,181–183.) Kuviossa 3 on merkitty tutkittavat lihakset 1. M. Gluteus medius, 2. M. Tensor fasciae latae ja nro. 3. Iliotibial -jänne (ITB-jänne).

#### 5.4.2 M. Tensor fascia latae

TFL:n lihasosa on lyhyt. Lihas kiinnittyy *iliumin* anterioriseen yläkärkeen eli *spina iliaca anterior superioriin*. Lihasosa jatkuu reisilihasten lateraalireu-naa *tractus iliotibial* (ITB – jänne) kalvorakenteena polven yli ja kiinnittyy sääriluun kyhmyyn (KUVIO 7).

TFL:n ensisijainen lihastyö on lantion fleksio- ja abduktioliikkeen tuottami-nen. Lihas on avustavana lihaksena mediaalirotaatioliikkeessä. (Neumann 2010, 485–486.)





KUVIO 7. 1. GMed. 2. TFL. 3. ITB-jänne (mukaillen Gilroy, MacPherson & Lawrence 2009, 370, 373)

## 6 TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

### 6.1 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöntekijät osallistuivat Lahden ammattikorkeakoulun ja Suomen Koripalloliiton ensimmäiseen yhteistyöprojektiin kesällä ja syksyllä 2015. Yhteistyöprojekti oli SUSI All Stars -leirit, joihin osallistuvat 14 -15 -vuotiaat koripalloilijat. Opinnäytetyöntekijöiden yhteinen mielenkiinto urheilufysioterapiaan ja koripalloon syveni leirien aikana. Leirien jälkeen heräsi kiinnostus tehdä yhteistyötä Suomen Koripalloliiton kanssa.

Opinnäytetyöprosessi aloitettiin tammikuussa 2016 yhteistyössä Suomen Koripalloliiton miesten maajoukkuefysioterapeutin kanssa, hän oli toimeksiantajan yhteyshenkilö opinnäytetyössä. Toimeksiantaja ehdotti opinnäytetyön aiheeksi GMed:n ja *m. obliquus externus* lihasten aktivaatioyhteyttä. Nämä lihakset ovat tärkeitä keskivartalon hallinnassa, joka on oleellista koripallossa. Opinnäytetyössä olisi selvitetty edellä mainittujen lihasten aktivoitumisyhteyttä lihaksia harjoittavissa liikkeissä. Toimeksiantaja ehdotti yhteistyötä Fibrux Oy:n kanssa, joka oli tuomassa Suomen markkinoille kesällä 2016 langatonta EMG-lihasaktivaatio-mittauslaitetta.

Keväällä ja kesällä 2016 kerättiin tutkimuksen pohjaksi teoretietoa sekä sovittiin tutkimusten tekemisen ajankohta ja kohderyhmä. Koripallon naisten maajoukkue valikoitui tutkimuksen kohteeksi, koska pelaajien puberteetti kasvuvaihe on jo ohi ja suurimmat muutokset vartalossa ovat tapahtuneet.

Suunnitelmaseminaari pidettiin kesäkuussa 2016. Heinäkuussa 2016 tavattiin toimeksiantajan kanssa ja käytiin läpi suunniteltu testipatteristo koripallon naisten maajoukkuepelaajille. Yhteisellä päätöksellä vaihdettiin *m. obliquus externus* TFL-lihakseen. Vaihtamisen syynä oli *m. obliquus externuksen* pintaelektrodipodin asettelussa ja mittauksessa oleva suuri virheriski lihaksen sijainnin vuoksi. TFL on suuressa roolissa koripallon pelaajan liikkumisessa ja asennon hallinnassa, jonka vuoksi lihas valittiin.

Opinnäytetyön mittaukset tehtiin elokuussa 2016 naisten koripallomaajoukkueen leirin aikana Kisakallion Urheiluopistossa. Tulokset analysoitiin syksyllä 2016 ja keväällä 2017.

## 6.2 Otanta

Opinnäytetyön perusjoukko on Suomen naisten koripallomaajoukkueen pelaajat. Perusjoukkoon kuuluu 18 pelaajaa, joille kaikille lähetettiin ennen leiritystä esitietolomake täytettäväksi (LIITE 1). Esitietolomakkeessa kysyttiin urheilijan vammahistoria ja vammojen pysyvät haittavaikutukset.

Saaduista 15:sta vastauksesta valittiin pelaajat, joilla on uransa aikana ollut useita urheiluvammoja. Otoksen määrä oli rajattu, pelaajalla oli oltava kaksi II-luokituksen ligamentti- tai lihasvammaa alaraajassa tai useampi kuin kaksi I-luokituksen ligamentti- tai lihasvammaa alaraajassa viimeisen kuuden vuoden aikana. Luiden murtumat, krooniset vammat tai leikkauksen vaatineet alaraajavamman omaava pelaaja valittiin myös tutkimukseen. Poissulkukriteerinä oli harjoitteluun vaikuttava akuutti vamma, vammahistorian vähyyys tai ei vammoja lainkaan. Lopullinen tutkittavien pelaajien määrä oli kuusi (n=6).

Tutkimuksessa käytettyä otantamenetelmää on vaikeahko määrittää, koska perusjoukko on pieni. Otannassa on ryväsotannan sekä harkinnanvaraisen otannan eli näytteen piirteitä, kun kaikista maajoukkuepelaajista on poimittu eniten vammahistoriaa omaavat pelaajat tutkimukseen. Ryväsotantaa on usein käytetty luonnollisten ryhmien kanssa, kuten koulu- luokat tai yritykset. Harkinnanvaraisessa näytteessä tutkimuksen otos valitaan edustamaan perusjoukkoa mahdollisimman hyvin tietyt ominaisuudet edustettuna. Tutkimuksessa on ositetun otannan piirteitä, kun käytetään erilaisia otantasuhteita otannan luomiseksi. (Vilka 2015, 100; Heikkilä 2014, 35–39.)

### 6.3 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössä on empiirisen eli havainnoiva tutkimuksen piirteitä. Empiirisessä tutkimuksessa voidaan selvittää asioiden syy-seuraussuhdetta tai vastausta, miten jokin asia olisi parempi toteuttaa. Opinnäytetyö on poikittaistutkimus, koska tutkimus on kertaluontoinen. (Heikkilä 2014, 12–14.) Metsämuurosen (2005, 7) mukaan opinnäytetyö on kokeellinen tutkimus, kun opinnäytetyön tutkijat osallistuvat koejärjestelyn suunnitteluun, toteuttamiseen sekä tutkittavien valitsemiseen. Opinnäytetyöntekijät suunnittelivat tutkimuksen, toteuttivat sen ja vaikuttivat tutkittavien valitsemiseen, joten opinnäytetyö on kokeellinen tutkimus. Opinnäytetyössä on tapaustutkimuksen piirteitä, koska Hirsjärven, Remeksen & Sajavaaran (2009, 134) määritelmän mukaan tapaustutkimus tehdään pienestä joukosta ja tutkimuksella haetaan yksityiskohtaista tietoa.

Opinnäytetyö on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tutkimustuloksia tarkastellaan numeerisesti ja tulokset esitetään taulukkomuodossa. Määrällisessä tutkimuksessa selvitetään tutkittavan ilmiön esiintyvien asioiden välistä suhdetta. (Hirsjärvi ym. 2009, 141–142, Kauranen 2011, 22–23, Kauranen 2015, 96.) Opinnäytetyön tutkimuksessa on kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen piirteitä, koska otanta on pieni ja se on valittu harkitusti. Tutkimuksen tavoitteena on tuoda urheilijoille ja lajin parissa työskenteleville lisää tietoutta GMed:n lihasaktivaatiosta ja lihaksen mahdollisimman tehokkaasta harjoittamisesta. Kehittämistavoite on laadullisen tutkimuksen piirre. (Heikkilä 2014, 15.)

Ihmistieteissä tutkijat vertaavat vastakohtia toisiinsa. Tutkijat haluavat verrata erilaisia ryhmiä ja ovat kiinnostuneet ryhmien välisistä eroista. Ihmistieteissä toteutetussa tutkimuksessa tulokset analysoidaan yleensä ristiintaulukointianalyysin avulla. (Metsämuuronen 2004, 133.) Tutkimuksessa ei suoritettu ristiintaulukointianalyysia, koska otos oli pieni ja tuloksia ei voi yleistää.

#### 6.4 Tiedonhaku

Opinnäytetyön tietoperusta on haettu eri tietokannoista ja kirjallisuudesta. Lähteet ovat englannin- ja suomenkielistä materiaalia, kuten artikkeleita ja alan kirjallisuutta. Tiedonhaussa käytettiin useita eri tietokantoja; Melinda, PubMed, Pedro ja Science-Direct. Tiedonhaun lähdemateriaalien valitsemiskriteerinä oli alle kymmenen vuotta vanha julkaisu, suomen- tai englanninkielinen artikkeli luotettavasta lähteestä.

Muutamit lähdemateriaalit ovat yli kymmenen vuotta vanhoja, mutta näiden lähteiden tieto on katsottu luotettavaksi ja tärkeäksi. Lähde on toistunut useasti alle kymmenen vuotta vanhoissa artikkeleissa. Uusimmat julkaisut tutkimusaiheesta ovat englannin kielellä. Suomenkielisiä hakusanoja käytettiin: *m. gluteus medius*, *m. tensor fascia latae*, elektromyografia, lihasaktivaatio, lihasheikkous, koripallo, alaraajavammat, biomekaniikka. Englanninkielisiä sanoja *m. gluteus medius*, *m. tensor fascia latae*, elektromyography, muscles activation, muscle weakness, basketball, lower limb injuries, biomechanics.

## 7 PINTAELEKTRODIPODIEN ASETTELU

### 7.1 M. Gluteus Medius

Distefano, Blackburn, Marshall & Darin (2009, 533) mukaan GMed-lihaksen pintaelektrodipodi sijoitetaan *crista iliacan* ja reisiluun *trochanter majorin* väliin. Elektroodin paikka on 1/3 *crista iliacan* ja *trochanter majorin* välistä etäisyydestä. Mittaaminen aloitetaan *trochanter majorista*. Toisen lähteen mukaan pintaelektrodipodi tulisi sijoittaa *crista iliacan* ja *trochanter majorin* välille proksimaalisesti 1/3 lihaksen päälle luisten merkkien välille. (Boudreau, S. N. Dweyr, M.K. Mattacola, G. C. Latterman, C. Uhl T.L. & McKeon, J.M, 2009, 93.)

Pintaelektrodipodia kiinnittäessä virheellinen sijoittelu voi väärentää tulosta. Jos pintaelektrodipodi sijoitetaan liian posteriorisesti, se mittaa enemmän *m. gluteus maximuksen* aktivoitumista. Liian anteriorisesti sijoitettu pintaelektrodipodi mittaa TFL:n aktivoitumista. Jos podi laitetaan distaalisesti väärään kohtaan, se mittaa *m. gluteus minimus* lihaksen aktivaatiota (Perotto, Delagi, Iazzetti & Morrisson 2011, 266; Kauranen ym. 2010, 308.) Virhemarginaalin pienentämiseksi valittiin proksimaalinen pintaelektrodipodin paikka (KUVA 2).

### 7.2 M. Tensor fascia latae

TFL-lihaksen pintaelektrodipodin kiinnityskohta on proksimaalisesti 1/6 *anterior superior iliacan* linjasta reisiluun lateraalisen epicondylin päähän (KUVA 2). (The SENIAM project, 2016.) Aktivaatiokäyrässä (KUVIO 2) *m. rectus femoris* kuvaa TFL -lihasta. Mobiilisovelluksessa ei ole mahdollista valita TFL-lihasta. Ennen testipatteriston suorittamista konsultoitiiin Fibrux Oy:n yhteyshenkilöä ja hänen ohjeiden mukaisesti valittiin *m. rectus femoris* mobiilisovelluksen lihaskartasta.

Sovelluksesta valittu lihas on muistuttamassa testaajaa tai urheilijaa mitattua lihaksesta eikä vaikuta muuten tuloksiin. Pintaelektrodipodin kiinnittäjän täytyy tietää, missä lihas sijaitsee. Kuvassa 2 on podien sijainnit iholla. Anteriorisempi podi mittaa TFL -lihaksen aktiivisuutta ja posteriorisempi podi GMed -lihasta. Kuvassa näkyy piirrettynä suoliluun harjun reuna alushousujen yläpuolella.



KUVA 2. Pintaelektrodipodien asettelu. Vasemmanpuoleinen podi on GMed -lihaksen podi. Oikeanpuoleinen podi on TFL-lihaksen podi.

## 8 TESTIPATTERISTO

### 8.1 Tutkimusprotokolla

Testit oli jaettu kahdelle päivälle leirityksestä johtuen. Esitietolomakkeen täyttämisen lisäksi testipäivänä urheilijalle suoritettiin terveydentilahaastattelu. (Liite 1 ja 2). Haastattelun avulla suljettiin pois kontraindikaatiot testiin osallistumisesta ja urheilija antoi luvan tulosten käyttämiseen tutkimuksessa. (Pihlainen, Santtila, Ohrankämmen, Ilomäki, Rantakoski & Tiainen 2011, 7; Liikuntatieteellinen Seura 2010, 6, 11, 14.) Testitilanne järjestettiin rauhallisessa ympäristössä ilman häiriötekijöitä. Pelaajat testattiin yksilöllisesti. Tutkimusprotokolla ja sanalliset ohjeet olivat jokaisella urheilijalle samat (Liikuntatieteellinen Seura 2010, 12.)

Lihasktiivisuusmittauksessa mitattiin pelaajan dominantti ja nondominantti alaraaja. Testipatteriston liikkeet mitattiin ensin dominantilta alaraajalta. Tämän jälkeen podien paikat vaihdettiin ja sama testipatteristo suoritettiin nondominantilla alaraajalla. Tutkimuksessa oli käytettävissä kaksi podia, jonka vuoksi testipatteristo suoritettiin erikseen molemmille alaraajoille. Ennen pintaelektrodipodin asentamista testaja palpoo lihaksen ja vastustetulla lihastestillä varmistettiin lihaksen aktivoituminen sormen alla.

Laitteen toimivuus testattiin kiinnittämisen jälkeen mobiilisovelluksesta tarkistamalla. Tutkimuksen ajan toinen testaja antoi suoritusohjeet ja toinen havainnoi puhelinsovellusta käyttäen aktivaatiokäyriä suoritusten ajan. Testitilanne tallennettiin videolle, jos jälkikäteen olisi tarvinnut tarkistaa jotain. Pelaajat saivat lyhyen palautteen heti tutkimuksen jälkeen ja kirjallisen palautteen, kun kaikki tutkimustulokset on analysoitu ja opinnäytetyö hyväksytty.

Suomen Koripalloliiton toimeksiantajan kanssa keskustelun jälkeen ja tutkimusartikkeleiden perusteella valittiin seuraavat liikkeet; kylkimakuulla lonkkanivelen abduktio 30°, 60° ja ääriekstensio kulmassa. Seisten lonk-



kanivelen ekstensioliike lonkkanivel  $0^\circ$  kulmassa (neutraalikulma), lonkkanivel mediaalirotaatioissa ja lateraalirotaatioissa. Testiliikkeiden suoritusohjeet LIITE 3.

## 8.2 Testiliikkeet

Kirjallisuuskatsauksen kymmenessä artikkelissa oli tutkittu lantion alueen lihasten isometristä maksimaalisen lihasvoiman tuoton yhteyttä patella-femoralis kipuun. Tutkimusten yleisimmät tutkimusliikkeet olivat olleet lonkkanivelen abduktio-, adduktio-, ekstensioliikkeet lonkkanivelen eri rotaatiokulmissa kylkimakuulla tai pystyasennossa. (Van Cant, Pineux, Pitance & Feipel 2014, 564–576.)

GMed-lihaksen tutkimuksissa oli mitattu aktivaatiota abduktioliikkeessä lonkkanivelen  $30^\circ$  ja  $60^\circ$  fleksio kulmassa (KUVA 3 ja 4) (Boren, Conrey, Coguic, Paprocki, Voight & Robinson 2011, 208, 210; Distefanon ym 2009; 206-218). Toimeksiantajan kanssa keskusteltiin lähdemateriaalin testiliikkeistä ja kolmanneksi abduktioliikkeen variaatioksi valittiin lonkkanivelen ääriekstensioliike (KUVA 5).

Kylkimakuulla harjoitetaan usein GMed-lihasta. Koripallon pelaajalle kuitenkin pystyasennossa suoritettu mittaaminen antaa todenmukaisemman tiedon lihaksen aktivoitumisesta, koska pelaaminen ei tapahdu kylkimakuulla. Van Cant ym. (2014, 564–576) kirjallisuuskatsauksen tutkimuksessa oli käytetty pystyasennossa mitattua ekstensioliikettä lonkkanivelen lateraalirotaatio kulmassa. GMed-lihaksen päätehtäviä on osallistua lonkkanivelen lateraalirotaatioliikkeen tuottamiseen (Gilroy ym. 2009, 373). Pystyasennossa tehtävät lonkkanivelen neutraali-, mediaalirotaatio- ja lateraalirotaatiokulmat valittiin tutkimukseen, jotta voidaan verrata pystyasennossa eri nivelkulmien vaikutusta lihasaktivaatiotehoon. (KUVA 6, 7, 8).

Pudotushyppy valittiin kolmanneksi liikkeeksi testipatteristoon. Pudotushyppy valittiin, koska koripallossa hyppyliikkeitä tulee toistuvasti. Hyppyliik-

keissä GMed-lihaksen aktivoituminen on lantion alueen stabiloinnin kannalta erittäin tärkeää. Leppäsen, Pasasen, Kulmalan, Kujalan, Krosshauhin, Kannuksen, Perttusen, Vasankarin & Parkkarin (2016) tutkimuksen tuloksena oli, että koripalloa ja salibandyä harrastavilla naisilla on miehiin verrattuna suurempi taipumus huonoon polvien asennonhallintaan hypystä laskeutuessa. Huono laskeutuminen rasittaa niveliä, jänteitä ja ligamenteja sekä altistaa polvivammoille. Pudotushypyn liikekuva ja tulokset jätettiin opinnäytetyöstä pois virhemarginaalin pienentämiseksi.

Alkulämmittelyä, liikkeen suorittamista ja sen aikana ohjeistamista mietittiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Päätettiin tehdä ruohonjuuritason tutkimus ilman alkulämmittelyä yksinkertaisella ohjeistuksella. Mallisuoritus näytettiin vain kerran ja suorituksen aikana sanallisesti korjattiin tarvittaessa asentoa tai liikesuoritusta.



KUVA 3. Lonkkanivelfleksio 30 °



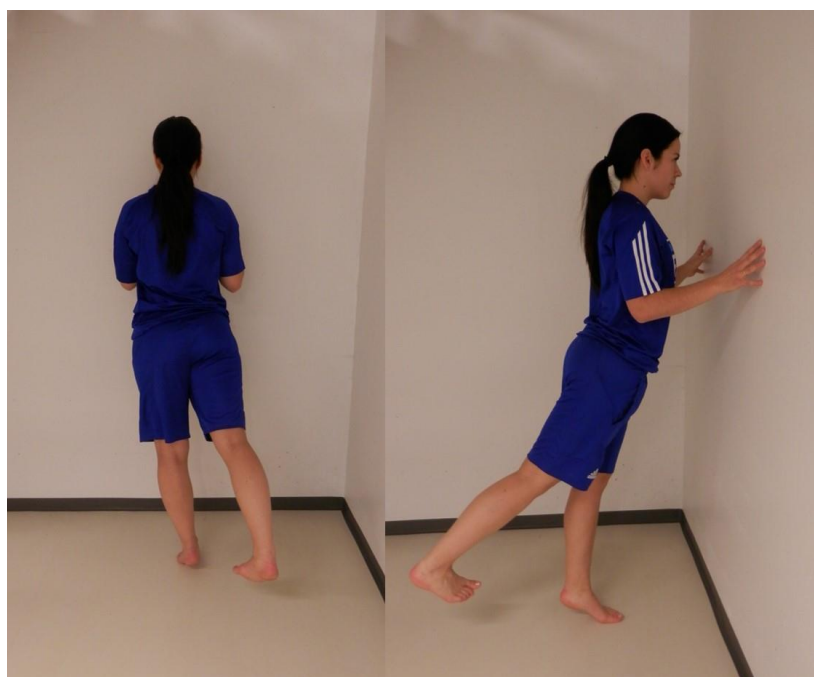
KUVA 4. Lonkkanivelfleksio 60°



KUVA 5. Lonkkanivel ääriekstensio



KUVA 6. Ekstensio, lonkkanivel neutraalikulma



KUVA 7. Ekstensio, lonkkanivel mediaalirotaatiossa



KUVA 8. Ekstensio, lonkkanivel lateraalirotaatioissa

## 9 TUTKIMUSTULOKSET

### 9.1 Tutkittavien taustatiedot

Vammahistoriaa omaavista pelaajista tutkimuksen kohdejoukkoon valikoitui 6 pelaajaa (n=6). Kaikki pelaajat kuuluvat Suomen naisten koripallomaajoukkueeseen. Kohdejoukon pelaajat pelaavat kotimaassa tai ulkomailla koripalloa. Tutkittavien ikä on keskimäärin 23,3 vuotta  $\pm$  3,5 vuotta. Pelaajien pituuden keskiarvo 179,1 cm  $\pm$  7,0 cm. Pelaajien painon keskiarvo 76,9 kg  $\pm$  9,4 kg.

Taulukossa 1 on otoksen pelaajien vammahistoria. Taulukossa on ensimmäisessä sarakkeessa mitattu pelaaja. Suluissa on kerrottuna pelaajan ponnistava jalka, vasen (sin.) ja oikea (dx.). Yleisimmin toistuneet vammat ovat sarakkaiden otsikoina. Muut vammat sarakkeen tarkemmat tiedot löytyvät taulukon alta.

TAULUKKO 1. Tutkittavien vammahistoria

	Muu ala- raaja- vamma dx.**	Muu ala- raaja- vamma sin.***	Nilkka nivel- side, dx.	Nilkka nivel- side, sin.	Jalka- pöytä, rasitus- murtuma dx.	Jalka- pöytä, rasitus- murtuma sin.	Summa	Kun- tous- viikot
p.1.(sin)*	2	0	0	1	1	1	<b>4</b>	36
p.2.(sin)	2	1	0	1	0	0	<b>4</b>	36
p.3.(sin)	1	<b>4</b>	0	0	1	<b>2</b>	<b>8</b>	36
p.4.(sin)	0	1	2	2	0	0	<b>5</b>	8
p.5.(sin)	0	2	0	0	0	0	<b>2</b>	<b>52</b>
p.6.(dx)	1	1	0	0	0	0	<b>2</b>	0
Summa	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>168</b>

\* suluissa oleva jalka on ponnistava jalka

dx. = Oikea jalka

sin. = Vasen jalka

p.= Pelaaja

\*\* Muut alaraajavammat dx.: polven sivusidevamma ja polvenkiputila (1), patellajänteen repeämä ja sääriluun murtuma (2), lihasrevähdyks (3), hyppääjän polvi (6)

\*\*\*Muut alaraajavammat sin.: polven rustovaurio, kysta, kierukkavaurio ja lihasrevähdyksiä (3), kantapää kiputiloja ja alimpien lannenikamien krooninen tulehdus (4), eturistiside ja kierukkavaurio (5), hyppääjän polvi (6)

\*\*\*\*vammojen jälkeen suluisissa oleva numero on pelaajan numero

Leikkausta vaativa alaraajavamma oli ollut pelaajilla nro 1 ja 5. Alaraajavamma tai lannerangan alueen vamma, joista on pysyvää haittaa pelaajalle, oli nro 3 ja 4. Kuntoutusviikkoja oli kuudella pelaajalla yhteensä 168 viikkoa. Pelaajalla nro 5 oli kuntoutusviikkoja eniten leikkauksen takia. Pelaajalla nro 3 oli kuusi alaraajavammaa vasemmassa jalassa.

## 9.2 EMG-mittausten tulokset

Pelaajien tulokset on jaettu pääliikkeiden kylkimakuulla (TAULUKKO 2) ja pystyasennossa (TAULUKKO 3) suoritettujen liikkeiden mukaan. Ensimmäisessä sarakkeessa on mitattu pelaaja. Liikkeet on jaettu taulukossa sarakkeisiin lonkkanivelen kulman, mitatun lihaksen ja mitatun alaraajan mukaan. Vaakarivillä on pelaajakohtaiset tulokset. Taulukon lukuarvo kuvaa pelaajan liikkeen tuottaman aktivaatiotehon viiden toiston keskiarvoa.

Taulukon 2 ja 3 alimmalla rivillä on liikekohtaiset keskiarvot. Lukuarvoon on laskettu yhteen pelaajien aktivaatiotehojen keskiarvot ja summan keskiarvo. Lukuarvon avulla pystyy arvioimaan liikkeiden välisiä aktivaatiotehoeroja. Taulukosta voi katsoa pelaajan lihasten välisiä eroja tai vertailla pelaajien välisiä eroja yhdessä tutkimusliikkeessä. Taulukon otsikkoriville on merkitty dominantti ja nondominantti alaraaja puolierojen esiintuomiseksi. Liikkeiden välisiä keskiarvoja tarkasteltaessa on huomioitava urheilijoiden henkilökohtaisten tulosten yksilölliset erot.

Taulukossa 2 on kuvattu kylkimakuulla suoritettujen liikkeiden ja urheilijoiden aktivaatiotehojen keskiarvot. GMed:n korkein keskiarvo on kylkimakuulla lonkkanivelen ääriekstensio asennossa tehty abduktioliike. Lonkkanivelen ääriekstensio asennossa abduktioliikkeessä on pelaajien keskiarvojen perusteella GMed:n ja TFL:n korkein aktivaatioteho. TFL:n keskiarvo on alhaisimmillaan lonkkanivelen 60° kulmassa mitatussa liikkeessä. Heikoin keskiarvo GMed:n aktivaatiossa on lonkkanivelen 30° kulmassa suoritettussa abduktioliikkeessä. Taulukosta 2 voi havaita, että pelaajan nro 4 GMed aktivaatioteho on korkeampi, kuin muiden tutkimukseen osallistuneiden. Pelaajan nro 3 TFL-lihaksen keskiarvo on huomattavasti korkeampi, kuin muilla pelaajilla.

TAULUKKO 2. Kylkimakuulla mitattujen liikkeiden tutkimustulokset

	LONKKA FLEX 30°				LONKKA FLEX. 60°				LONKKA EKS.			
	GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND	GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND	GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND
p.1(sin.)	0,35	2,65	0,51	1,41	<b>1,30</b>	<b>3,50</b>	0,27	1,11	0,13	2,40	0,40	4,30
p.2(sin.)	2,05	2,38	1,56	2,03	2,13	1,88	1,06	1,40	2,67	2,93	3,67	5,70
p.3(sin.)	<b>1,39</b>	<b>0,86</b>	1,06	<b>8,08</b>	1,51	1,26	1,52	<b>9,13</b>	0,78	1,22	2,89	5,33
p.4(sin.)	5,80	7,53	0,88	1,11	4,48	8,08	0,67	1,40	14,90	6,68	4,50	6,23
p.5(sin.)	1,12	0,43	1,88	1,73	1,43	0,59	0,49	1,07	<b>1,30</b>	<b>0,59</b>	9,45	2,78
p.6(dx.)	3,32	2,73	1,73	1,00	3,88	3,40	0,69	1,42	5,95	3,43	20,85	7,00
ka	2,34	2,76	1,27	2,40	2,45	3,12	0,78	2,59	4,29	2,87	6,96	5,22



\*GMed= M. Gluteus medius

TFL= M. Tensor fascia latae

ka = Keskiarvo

D = Dominantti alaraaja ND = Nondominantti alaraaja

LONKKA FLEX 30°= Lonkkanivel 30° fleksiokulmassa kylkimakuulla (KUVA 3.)

LONKKA FLEX. 60°= Lonkkanivel 60° fleksiokulmassa kylkimakuulla (KUVA 4.)

LONKKA EKS. = Lonkkanivel ääriekstensiokulmassa kylkimakuulla (KUVA 5.)

Taulukossa 3 on kuvattu pystyasennossa suoritettujen liikkeiden ja pelaajien aktivaatiotehojen keskiarvot. GMed-lihaksen korkein keskiarvo on ekstensioliikkeessä, kun lonkkanivel on lateraalirotaatio kulmassa. TFL:n keskiarvo jää lateraalirotaatio kulmassa mitatussa ekstensioliikkeessä pienemmäksi, kuin GMed: n. Lonkkanivelen neutraalikulma ekstensioliik-  
kessä tuotti korkeimman TFL:n aktivaatiotehon. Lonkkanivelen mediaalirotaatio kulmassa, GMed:n ekstensioliikkeen akti-  
vaatiotehot ovat alhaisimmat. GMed:n ja TFL:n väliset aktivaatioteho erot ovat suurimmat pystyasennossa lonkkanivelen  
mediaalirotaatio kulmassa.

TAULUKKO 3. Pystyasennon mitattujen liikkeiden tutkimustulokset

	LONKKA NEUT.				LONKKA MED. ROT				LONKKA LAT. ROT.			
	GMed D	GMed ND	TFL D	TFL ND	GMed D	GMed _ND	TFL D	TFL ND	GMed D	GMed ND	TFL D	TFL ND
p.1(sin)	<b>0,04</b>	<b>0,54</b>	0,17	2,12	0,06	0,57	0,32	<b>5,58</b>	0,07	1,39	0,14	<b>1,88</b>
p.2(sin)	1,50	2,07	2,96	3,45	1,59	1,73	3,07	4,25	1,40	2,35	2,12	3,33
p.3(sin)	0,94	0,52	4,88	2,95	0,99	0,43	6,20	<b>17,40</b>	1,45	0,67	2,16	1,97
p.4(sin)	<b>0,63</b>	<b>2,80</b>	1,39	2,45	0,60	1,59	2,01	2,35	<b>8,73</b>	<b>2,33</b>	2,76	2,70
p.5(sin)	0,68	0,28	0,50	1,41	0,36	0,29	0,43	2,54	<b>0,83</b>	<b>0,41</b>	1,39	1,91
p.6(dx)	1,50	0,65	5,30	6,53	1,59	1,03	8,00	4,03	1,59	1,50	3,90	3,15
Ka.	0,81	1,14	2,53	3,15	0,86	0,94	3,34	6,02	<b>2,34</b>	<b>1,44</b>	<b>2,08</b>	<b>2,49</b>

\*GMed= M. Gluteus medius

TFL= M. Tensor fascia latae

ka = Keskiarvo

D = Dominantti alaraaja

ND = Nondominantti alaraaja

LONKKA NEUT. = Lonkkanivelen neutraalikulma (KUVA 6.)

LONKKA MED. ROT. = Lonkkanivelen mediaalirotaatio (KUVA 7.)

LONKKA. LAT. ROT. = Lonkkanivelen lateraalirotaatio (KUVA 8.)

Taulukossa 4. on merkitty, kuinka usealle pelaajalla otannasta (n=6) liike on tuottanut korkeimman ja tasaisimman lihasaktivaatiotehon kylkimakuulla. Kylkimakuulla suoritetuissa mittauksessa GMed-lihaksen aktivaatiotehot olivat tasaiset 3/6 pelaajasta lonkkanivelen ääriekstensiokulma abduktioliikkeessä. Lonkkanivelen 60° fleksio kulman abduktioliike tuotti myös tasaisen aktivaatiotehon GMed-lihakseen 3/6 pelaajasta.

TAULUKKO 4. Korkein aktivaatiotehojakauma kylkimakuulla mitatuissa liikkeissä

LONKKA FLEX 30°				LONKKA FLEX. 60°				LONKKA EKS.			
GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND	GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND	GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND
0/6	0/6	0/6	1/6	<b>2/6</b>	<b>1/6</b>	0/6	0/6	<b>3/6</b>	0/6	2/6	3/6

\*GMed= M. Gluteus medius

TFL= M. Tensor fascia latae

ka = Keskiarvo

D = Dominantti alaraaja ND = Nondominantti alaraaja

LONKKA FLEX 30°= Lonkkanivel 30° fleksiokulmassa kylkimakuulla (KUVA 3.)

LONKKA FLEX. 60°= Lonkkanivel 60° fleksiokulmassa kylkimakuulla (KUVA 4.)

LONKKA EKS. = Lonkkanivel ääriekstensiokulmassa kylkimakuulla (KUVA 5.)

Taulukossa 5 on merkitty, kuinka usealle pelaajalla otannasta pystyasennossa mitatun lonkkanivelen ekstensioliike on tuottanut korkeimman ja tasaisimman lihasaktivaatiotehon. Lonkkanivelen lateraalirotaatiokulmassa tehty abduktioliike aktivoi 6/6 pelaajalla parhaiten GMed-lihasta pystyasennossa. Lonkkanivelen luonnollisessa kulmassa ekstensioliike ei mittauksissa tuottanut yhdellekään pelaajalle hyvää aktivaatioteho arvoa.

TAULUKKO 5.

LONKKA NEUT.				LONKKA MED. ROT				LONKKA LAT. ROT.			
GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND	GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND	GMed _D	GMed _ND	TFL _D	TFL _ND
0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	1/6	4/6	<b>3/6</b>	<b>3/6</b>	1/6	3/6

\*GMed= M. Gluteus medius

TFL= M. Tensor fascia latae

ka = Keskiarvo

D = Dominantti alaraaja

ND = Nondominantti alaraaja

LONKKA NEUT. = Lonkkanivelen neutraalikulma (KUVA 6.)

LONKKA MED. ROT. = Lonkkanivelen mediaalirotaatio (KUVA 7.)

LONKKA. LAT. ROT. = Lonkkanivelen lateraalirotaatio (KUVA 8.)

## 10 POHDINTA

### 10.1 Tulosten pohdinta

Pohdinnassa käydään läpi opinnäytetyön tutkimuksen tulokset ja pohditaan, mikä liike aktivoi parhaiten GMed -lihasta tutkimustulosten perusteella sekä alaraajavammojen yhteyttä heikkoon lihasaktivaatioon. Tavoitteiden ja tarkoituksen toteutumisen pohjalta ehdotetaan jatkotutkimus- ja kehittämiskohteita. Lisäksi pohditaan työn luotettavuutta ja eettisyyttä. Pohdinnan lopussa arvioidaan opinnäytetyöprosessia oppimisen näkökulmasta.

#### **Alaraajojen väliset puolierot**

Urheilijoilta kysyttiin ennen testien alkua dominantti, eli ponnistava alaraaja, jonka oletetaan olevan vahvempi aktiivisuudeltaan. Pelaaja määritteli dominantin alaraajan sen mukaan kummalla ponnistaa hyppyyn. Boren ym. (2011, 203) tutkimuksessa määriteltiin dominantti alaraaja sen mukaan, kummalla alaraajalla henkilö potkaisee mieluummin palloa.

Hypoteesina oli, että dominantin alaraajan aktivaatiotehot ovat korkeammat kuin nondominantin alaraajan. Tuloksia tarkasteltaessa useiden urheilijoiden kohdalla nousi esiin nondominantin alaraajan korkeammat aktivaatiotehot (TAULUKKO 2 ja 3). Ilmiö oli yllättävä, koska usealla pelaajalla vammahistoria oli pääosin nondominantissa alaraajassa (TAULUKKO 1). Selkowitzin ym. (2013, 54) mukaan epänormaali lantion alueen biomekaniikka ja heikentynyt lantion alueen lihasten suorituskyky yhdistetään useisiin tuki- ja liikuntaelimestön häiriöihin kuten patella kipuihin, iliotibial -kalvon syndroomaan, ACL-vammoihin, alaselkäkipuihin sekä lantion alueen jännepoikkeamiin. Tulosten perusteella voidaan olettaa nondominantin alaraajan olleen heikompi, jonka myötä se on altistunut myös enemmän vammoille. Dominantin ja nondominantin alaraajojen aktivaatiotehot ovat mahdollisesti erilaisia tämän takia.

Useilla urheilijoilla aktivaatiotehoarvot ovat pienet, mikä näytti aluksi mitatun lihaksen heikkoudelta. Tarkemmin tarkasteltaessa yksittäisen pelaajan

aktivaatiotehojen liikekohtaista keskihajontaa. Havaittiin, että keskihajonnat olivat pieniä, mikä kertoo aktivaatiotehon tasaisuudesta. Urheilijoilla 1 ja 3 esiintyi korkeita aktivaatiopiikkejä. Yhden toiston aktivaatiopiikki saa muiden toistojen aktivaatiotehot näyttämään matalalta aktivaatiolta. (Liite 4). Jos piikkejä on tuloksissa muutamia, se saattaa johtua asennon muutoksesta liikesuorituksen aikana tai yliaktiivisesta lihaksesta. Yliaktiivisuus saattaa johtua lihaksen väsymisestä. Lihaksen joutuu väsyessään rekrytoimaan uusia lihassoluja väsyneiden tilalle. Tämä nostaa lihassolujen aktivaatiota ja lihassupistuksen tuottamiseksi pitää tehdä enemmän työtä. (Mpower 2016b; Winter 2009, 276)

Taulukossa 2 näkee pelaajan nro 1 kohdalla nondominantin ja dominantin alaraajan välisen eron. Pelaajalla nro 1 on kaksi polvivammaa nondominantissa eli oikeassa alaraajassa (TAULUKKO 1.) Kylkimakuulla kaikissa kolmessa liikkeessä nondominantin alaraajan aktivaatiotehot ovat korkeammat kuin dominantin (vasen) alaraajaan. Pelaajalla nro 3 on tuloksissa lonkkanivelen 30° ja 60° fleksiokulmassa korkeampi aktivaatiotehoarvo nondominantissa alaraajassa, jossa on enemmän vammoja. (TAULUKKO 2.) Pelaajalla nro 5 on muihin pelaajiin verrattuna poikkeuksellisesti dominantissa (vasen) alaraajassa kaksi vammaa, joista toinen on leikattu. Pelaajan nro 5 kohdalla korkeammat aktivaatiotehot ovat dominantissa alaraajassa. Pelaajalla nro 5 ei ole nondominantissa alaraajassa vammoja ja aktivaatiotehot ovat matalampi kuin dominantissa alaraajassa (TAULUKKO 1 ja 2.)

Pystyasennossa suurimmalla osalla pelaajista GMed arvot ovat tasaiset jokaisessa liikkeessä ja keskihajonta ei ole niin suurta kuin kylkimakuulla. Pelaajalla nro 4 pystyasennon GMed aktivaatiotehot vaihtelevat hieman muita pelaajia enemmän. Pelaajalla nro 4 kahdessa ensimmäisessä nivelkulmassa lihasten välinen aktivaatioteho ero ei ole suuri, mutta kolmannessa liikkeessä aktivaatiotehot nousevat huomasti. Nro 4 kohdalla lukeumat ovat korkeita niin kylki- kuin pystyasennossakin. (TAULUKKO 2 ja 3, LIITE 4.) Pelaajalla nro 4 on nondominantissa alaraajassa kolme ajalajavammaa. Pelaajalla on myös lannerangassa alimpien nikamien krooninen

tulehdus (TAULUKKO 1.) Lanneranka ja sitä ympäröivät lihakset ovat lihasketjujen kautta yhteydessä lonkkaniveliä stabiloiviin lihaksiin (Willard, Vleeming, Schuenke, Danneels & Schleip 2012, 510-520). Kroonisen tulehduksellisen mahdollista vaikutusta GMed lihasten aktivaatiotehoon ei pidä unohtaa tuloksista tarkastellessa. Tulehdus on reaktion tarkoitus luoda edellytykset kudoksen paranemiselle ja poistaa vaurioitunut kudos pois (Nienssted ym. 2009, 338). Pelaajalle nro 4 olisi mielenkiintoista mitata lisää lannerangan lihasten aktivaatiotehoja ja selvittää ovatko arvot toistuvasti korkeat sekä tulehdus tilanteen vaikutusta aktivaatiotehoon.

Pelaajalla nro 5 näkee pystyasennon tuloksista, miten lonkkanivelen ekstensioliike lateraalirotaatiokulmassa aktivoi parhaiten GMed-lihasta. Pelaajalla nro 1 dominantin alaraajan GMed lihaksen aktivaatiotehot pysyvät tasaisena kaikissa kolmessa lonkkanivelen eri kulmissa pystyasennossa. Pelaajalla nro 6 pystyasennossa lonkkanivelen lateraalikulmassa GMed-lihaksen aktivaatiotasot ovat lähes samat (TAULUKKO 3).

Pelaajalla nro 6 on molemmissa polvissa hyppääjän polvi niminen tulehduksellinen tila, jotka ovat kroonisia (TAULUKKO 1). Pelaajien tuloksia ei voi verrata suoraan toisiinsa, mutta mahdollista vammamäärän yhteyttä lihasaktivaatioon mietittäessä ei voi olla ottamatta huomioon vammamäärien eroja. Pelaajalla nro 6 on pienin määrä vammoja ja hänellä GMed-lihaksen aktivaatiotehot ovat tasaisimmat muihin pelaajiin verrattuna. Tasaiset aktivaatiotehot ovat vielä lonkkanivelen lateraalirotaatio kulman ekstensioliikessä, jossa GMed on yksi tärkeimmistä lihasvoiman tuottajista.

Patrek, Kernozek, Willson, Wright & Doberstein (2011, 31) kokeellisessa tutkimuksessa lonkan lateraalirotaatiota tuottavien lihasten heikkous ja polvinivelen huono hallinta näkyivät tuloksissa lihasvoiman korkeina aktivaatiotehoina. Hyvä voimantuotto näkyi päinvastoin matalana aktivaatiotehona. Artikkelissa kuitenkin mainittiin, että joidenkin tutkijoiden mukaan tulokset saattavat olla päinvastaiset; hyvä voimantuotto näkyy korkeana aktivaatiotehona ja lihaksen heikko voimantuotto matalana aktivaatiotehona. Opinnäytetyön tutkimustulokset ovat samassa linjassa Patrek ym. (2011, 31) tutkimuksen kanssa.

## **GMed:n ja TFL:n aktivaatio**

Opinnäytetyössä kylkimakuulla 3/6 pelaajasta ääriekstensioliike aktivoi GMed:sta ja TFL:ta parhaiten. (TAULUKKO 4). Myös Selkowitchin ym. (2013, 58, 60.) tutkimuksen tuloksena oli, että GMed -lihasta yksi parhaiten aktivoivia liikkeitä on kylkimakuulla tehtävä simpukkaliike. Tämän lisäksi sivuaskellus ja yhden jalan lantionnosto ovat hyviä aktivointiliikkeitä. Opinnäytetyön tuloksissa tasaisimmat ja matalimmat aktivaatiotehoarvot olivat pelaajilla dominantissa alaraajassa (TAULUKKO 5 ja 6).

Pystyasennossa suoritetuissa liikkeissä 6/6 pelaajalla lonkkanivelen lateraalirotaatiokulma aktivoi parhaiten GMed -lihasta (TAULUKKO 5). Opinnäytetyön tulos on yhteneväisessä linjassa Schmitz, Riemann & Thompsonin (2002, 185) tutkimustuloksen kanssa. Tutkimuksessa todettiin, että lonkkaniveleen kohdistuessaan voimakas lateraalirotaatioliike aktivoi voimakkaasti GMed -lihasta. Pystyasennossa mitattu lonkkanivelen mediaalirotaatio tuottaa TFL -lihakselle korkeimman aktivaatiotehon 4/6 urheilijasta (TAULUKKO 5). Mediaalirotaatiossa lonkkanivelen kulma poissulkee GMed:n suuremman aktivoitumisen. Tämä on hyvä ottaa huomioon, kun halutaan täsmällisesti harjoittaa GMed:sta.

Kylkimakuulla GMed lihasaktivaatiotehot ovat samalla tasolla TFL lihasaktivaatiotehon kanssa tai jopa paremmat. Osalla pelaajista TFL lihasaktivaatiotehot ovat kaikissa mittauksissa korkeammat kuin GMed lihaksen (TAULUKKO 2.) Jos TFL on selkeästi vahvempi, kuin GMed, puhutaan yliaktiivisesta TFL:sta. Tällöin TFL joutuu tekemään enemmän työtä lihasaktivaation tuottamiseen, koska GMed toiminnassa on häiriö.

Liikkeiden välillä nousi esiin pystyasennossa suoritettavien liikkeiden korkeampi aktivaatio, kuin kylkimakuulla tehdyissä liikkeissä. Korkeampiin aktivaatioteholukemiin vaikuttaa kehonpaino, joka on seisten alaraajojen kannateltavana. Maan vetovoima vaikuttaa seisten enemmän kuin kylkimakuulla. Macadamin, Cronin ja Contrerasin (2015, 573–591) tutkivat lonkkanivelen loitonusta sekä lateraalirotaatiota eri asennoissa: pystyasennossa, kylkimakuulla ja istuen. Tuloksissa pystyasennossa suoritettut



liikkeet tuottivat suuremman aktiivisuuden kuin kylkimakuulla. Pystyasennossa suoritettu liike on koripallolle ominaisempi, koska pelaajat ovat tottuneet liikkumaan juosten.

Juokseminen, heitto tai hyppy ei ole yhden lihaksen tuottama liike, vaan liikkessä on mukana useita lihaksia ja niveliä, jotka ovat osa kineettistä ketjua. Kineettisessä ketjussa ongelma voi heijastua muualle kehossa, kuin missä on alkuperäinen syy, esimerkiksi lannerangan ongelmat voivat heijastua ylä- tai alavartaloon. Tuloksien tulkitsemisessa on hyvä muistaa pelaajien yksilölliset erot tässäkin asiassa. Lihaksen ollessa kireä lihas ei pysty toimimaan koko pituudeltaan, mikä vaikuttaa lihaksen voimantuotoon. (Brukner & Khan 2009, 24). Tutkimus suoritettiin kesken harjoitusleirin, mikä voi vaikuttaa tuloksiin. Leirin tuoman harjoituskuormituksen takia lihas saattaa olla väsyneempi kuin toisena ajankohtana.

Karenin, McLeanin & Caceresin (2006, 74–77) tutkimuksen mukaan voiman puute lonkkanivelen abduktioliikettä tuottavissa lihaksissa voi johtaa virheelliseen lihaksen aktivaatiojärjestykseen, mikä altistaa nilkkavammoille. Jos GMed ei syty riittävän nopeasti, on suurempi riski nilkkavammoille. Myös Prinsin & Van der Wuffin (2009, 9-14) mukaan on näyttöä *patellafemoralis* kivun ja heikentyneen lantion alueen lihasten voimantuoton välisestä yhteydestä. Koripallossa pelitilanteissa hyppyissä tullaan alas yhdellä jalalla, väistö- tai hyökkäystilanteissa tulee kiertoja polvi- ja lonkkaniveleen. Jos lantion alueen lihasten aktivaatio on heikko tai virheellinen, pelaajalla voi olla suurempi riski alaraajavammoille.

## **Yhteenveto**

Tuloksia tarkasteltaessa saadaan vastaus tutkimuskysymykseen tehokkaasta harjoitteesta GMed lihakselle. Tutkimustulosten perusteella paras harjoite kylkimakuulla on lonkkanivelen ääriekstensioasento abduktioliikkeessä. Pystyasennossa ekstensioliikkeen paras lonkkanivelen asento on lateraalirotaatio kulma. Pystyasennossa GMed:n ja TFL:n välinen aktivaatiotehoero tasoittuivat, kun katsotaan taulukoista lihasten välisiä eroja.

Mittauksen tuloksia analysoitaessa saadaan suuntaa antava vastaus vammojen lukumäärän yhteydestä lihaksen aktivaatiotehoon. Tutkimustuloksia tarkasteltaessa nähdään, että pelaajilla, joilla on korkeat aktivaatiotehot, on samassa alaraajassa urheiluvammat. Pelaajien välisiä eroja ei voi verrata suoraan toisiinsa. Jos kuitenkin lihasaktivaatiotehoja katsotaan, pelaajien välillä löytyy eroja. Eri lonkkanivelen kulmissa mitattujen liikkeiden välillä tulee esille aktivaatiovaatioteho eroja dominantin ja nondominantin alaraajojen välillä pelaajilla, joilla on enemmän alaraajavammoja kuin pelaajilla, joilla on vähemmän vammoja (TAULUKKO 2 ja 3). Kylkimakuulla pelaajien aktivaatiotehot ovat korkeammat kuin pystyasennossa. Kuitenkin kylkimakuulla liikkeiden väliset erot dominantin ja nondominantin alaraajan lihasten välisessä aktivaatiotehossa ovat suuremmat kuin pystyasennossa.

## 10.2 Luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti muodostavat tutkimuksen luotettavuuden. Reliabiliteetti arvioi tutkimuksen toistettavuutta sitä, etteivät tulokset ole sattumanvaraisia. Tutkimuksen tarkkuus on yksi arvioinnin kohteita. (Vilka 2007, 149.) Opinnäytetyön tutkimuksen liikkeet ovat helposti toistettavissa ja toinen testaja pystyy suorittamaan tutkimuksen ohjeiden perusteella. Opinnäytetyön tutkimuksessa tutkimuksen otanta on pieni eli otos on näyte tutkimusjoukosta. Tutkimus ei ole todennäköisyysotanta eikä tuloksia voi yleistää. (Heikkilä 2014, 34). Tutkimukseen olisi pitänyt ottaa verrokkiryhmä ja sen avulla isompi otanta luotettavuuden parantamiseksi. Tuloksia ei voi yleistää, mutta ne antavat viitteitä koripalloilijoiden vammahistorian yhteydestä heikkoon pakaralihakseen, kun otetaan huomioon tutkimuksen teoretiset tiedot.

Tutkimus on validi, kun tutkimusmenetelmä tai mittari mittaavat sitä asiaa, jota on haluttu tutkia. (Hirsjärvi ym. 2009, 231; Vilka 2007, 150). Opinnäytetyössä käytettyä Fibrux Oy:n Mpower sovellusta on tutkimuksissa verrattu perinteiseen Telemetry G2 EMG-laitteeseen. Tutkimustulos osoitti, että Fibrux Oy:n laitteen tuloksessa on hyvä korrelaatio verrattuna perinteiseen

EMG-tutkimukseen (Borg, Laxåback & Sandström 2015.) Mpower -sovel-  
lus ja siinä käytetyt EMG-pintaelektrodipodit ovat tutkitusti luotettavia.

Tutkimuksen liikkeet on valittu tutkimusartikkeleihin perustuen, mikä lisää  
tutkimuksen reliabiliteettiä. Kylkimakuun ja pystyasennon liikkeiden valinta  
perustui mahdollisimman uuteen ja luotettavaan tutkimustulokseen sekä  
lähteeseen. Tutkimukseen valittiin helposti toistettavat ja toteutettavat liik-  
keet. Kaurasen ym. (2010, 320) mukaan toistojen syklinen liike EMG-  
tutkimuksessa lisää tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksen toteuttamisessa muutamat asiat heikentävät luotettavuutta  
pienen otannan lisäksi. Tutkimuksessa tehtiin korokkeelta tiputtautuminen  
ja lattiakontaktista ponnistus suoraan ylös. Edellä mainitun liikkeen akti-  
vaatiotehopiikkejä ei voitu analysoida luotettavasti, koska ei voitu olla var-  
moja mikä aktivaatiotehopiikki on minkäkin liikevaiheen tulos. Aktiva-  
tiotehoja ei voitu analysoida riittävän luotettavasti, joten liike jätettiin pois  
lopullisista tuloksista. Tämä vaikutti siihen, että vertailtavaa materiaalia oli  
vähemmän analysointivaiheessa pienen otoskoon lisäksi. Korokkeelta ti-  
puttautuminen olisi voinut toteuttaa niin, että podit olisi kiinnitetty molem-  
pien alaraajojen GMed-lihakseen.

Mahdollista mittausvirhettä selvitettiin pelaajan nro 4 kohdalla. Tuloksia tul-  
kittaessa pohdittiin, ovatko podit menneet mahdollisesti väärinpäin, koska  
GMed-lihaksen aktivaatiotehot olivat todella korkeat (LIITE 4). Testitilanne  
oli suoritettu testiprotokollan mukaisesti, mutta virheen mahdollisuus on  
aina. Asiasta konsultoitiin Fibrux Oy:n tieteen johtajaa, jonka mukaan vir-  
hettä ei välttämättä ole tapahtunut. Poikkeava tulos on todennäköisesti  
realistinen ja kertoo pelaajan yksilöllisestä erosta muihin pelaajiin. (Mpo-  
wer 2016b.)

Hirsjärven, Rememksen ja Sajavaaran (2007, 25) mukaan tutkimuksen  
eettisyys muodostuu ihmisarvon kunnioittamisesta. Tutkijan on osattava  
ottaa huomioon tiedonhankintatavat ja koejärjestelyt. Opinnäytetyössä eet-  
tisyys otettiin huomioon kunnioittamalla urheilijoiden vapaehtoista suostu-  
musta osallistua tutkimukseen. Tämä varmistettiin urheilijoilta pyytämällä

lupa tutkimustulosten käytöstä opinnäytetyössä. Tutkimustilanne järjestettiin rauhallisessa ympäristössä ja jokainen pelaaja testattiin yksin. Testitilanne luotiin jokaiselle osallistujalle samanlaiseksi muun muassa suoritusohjeiden avulla.

Hirsjärvi ym. (2007, 25-26.) kuvaavat, kuinka eettisesti luotettavassa tutkimuksessa ei plagioida, kerrotaan tutkimuksen tulokset rehellisesti eikä tuloksia vääristellä. Opinnäytetyöntekijät ovat ottaneet eettisyyden huomioon lähdemateriaalin käytössä tuomalla esille, onko teksti omaa mielipidettä vai jonkun toisen kirjoittamaa. Eettistä luotettavuutta lisää, että tekijät ovat kriittisiä tekemäänsä tutkimusta kohtaan. Tekijät ovat tuoneet esille opinnäytetyön vahvuudet ja heikkoudet sekä kehitysideat.

Hyvä lähdekritiikki muodostuu luotettavasta lähteen alkuperästä, onko lähde alkuperäislähde vai jonkun toisen kirjoittama. Kirjoittajan nimi toistuu useissa julkaisuissa, mikä viittaa hänen arvostukseensa alalla. Tuore tutkimustieto lähdemateriaalissa lisää luotettavuutta. (Hirsjärvi ym. 2007, 109.) Opinnäytetyössä on käytetty alkuperäislähteitä ja osa lähteistä on toisen asteen lähteitä, koska alkuperäislähteitä ei ollut saatavilla. Opinnäytetyössä pyrittiin käyttämään alle 10 vuotta vanhoja lähdemateriaaleja. Tiettyistä tutkimusaiheista oli haastavaa löytää näin uutta materiaalia, joten työssä käytettiin 2000-luvun alkupuolen artikkeleita, koska ne olivat alkuperäisiä. Lähdemateriaali on suurimmaksi osaksi englanninkielistä, koska uusimmat tutkimukset aiheesta ovat englannin kielellä.

### 10.3 Kehitysideat

Tutkimuksen tekeminen oli opettavaista. Jälkeenpäin katsottaessa kehitysideoita löytyy alkutaipaleesta loppumetreille saakka. Tutkimus oli hyvin perustavanlaatuinen ruohonjuuritason tutkimus ja tutkimuksen edetessä tuli ideoita jatkotutkimuskohteille.

Tutkimuksen kehittämisessä mukaan voisi ottaa tarkkaan määritellyn alkulämmittelyn, esimerkiksi RPE – rasisusasteikko pelaajan rasisustason seu-

rantaa varten. Voisi tutkia alkulämmittelyn pituuden merkitystä lihasaktivaatioon, onko aktivaatiotehossa eroja, jos lämmittelyn kesto on viisi minuuttia tai 15 minuuttia.

Liikkeiden suorituksessa voisi antaa enemmän sanallisia ohjeita. Kiinnitetään huomiota keskivartalon aktivaatioon koko liikesuorituksen ajan. Lantion alueeseen eivät vaikuta vain pakaralihakset, vaan myös vatsa- ja selkähakset vaikuttavat lantion toimintaan (Lee 2011, 29–33). Yksi jatkotutkimusaihe voisi olla, GMed ja m. transversus abdominiksen välisen yhteyden tutkiminen. Samalle otannalle olisi mielenkiintoista tehdä jatkotutkimus, jossa lonkkanivelen abduktioliikkeen suorituksessa ohjataan sanallisesti keskittymään keskivartalon aktivointiin. Lopuksi voisi verrata, onko tuloksilla eroja tämän opinnäytetyön tuloksiin.

Mpowerin sovelluksesta pystyy seuraamaan nopeiden lihassolujen aktivaatiota. Koripallossa nopeiden lihassolujen syttymistä voisi tutkia suunnanmuutostilanteessa. Schmitz ym. (2002, 186) mukaan GMed aktiivisuus nousee lonkkanivelen isometrisessä, suljetun ketjun lateraalirotaatioliikkeessä. Tutkimusta voisi kehittää tutkimalla tukijalan GMed:n aktivaatiotehon mittaamista yhden tai kahden jalan liikkeissä. Podit voitaisiin kiinnittää vasemman ja oikean alaraajan GMed-lihaksiin. Testiliikkeiksi voidaan valita enemmän koripallon ominaisia liikkeitä. Mittaaminen tehtäisiin esimerkiksi levypallon hypystä alastuloon, heittotilanteessa tai nopeassa suunnanmuutostilanteessa.

Mittausten ajankohtaa muuttamalla voidaan kehittää tutkimusta. Ajankohdat voivat olla ennen harjoituksia ja harjoitusten jälkeen. Selvitetään, miten yksi harjoitus vaikuttaa lihasaktivaatioon. Toinen vaihtoehto on seurata aktivaatiotehoja harjoitusleirityksen alussa, keskellä ja lopussa. Pidemmällä aikavälillä tutkimus olisi enemmän kuormituksen vaikutuksen seuraamista.

#### 10.4 Opinnäytetyö ja oppiminen

Yhteistyö toimeksiantajien kanssa on ollut antoisaa, mutta myös haasteellista. Koripalloliiton yhteyshenkilön kanssa käytiin idearikas keskustelu

työn aiheesta. Useista vaihtoehtoista löytyi lopulta sopiva, kaikkia osapuolia palveleva aihe opinnäytetyölle. Koripalloliiton yhteyshenkilön kautta saatiin myös toiseksi yhteistyökumppaniksi Fibrux Oy.

Keväällä 2016 urheilufysioterapian seminaarissa oli ainut tapaaminen, jossa molemmat yhteistyökumppanit olivat samaan aikaan paikalla. Tämän jälkeen suunnittelu tapahtui Koripalloliiton kanssa, koska Fibrux Oy:llä ei ollut toiveita opinnäytetyön suhteen.

Alkuperäisessä suunnitelmassa piti tutkia *m. gluteus mediuksen* ja *m. obliquus externuksen* yhteyttä, mutta kesällä 2016 tapaamisessa toimeksiantajan kanssa kuitenkin päädyttiin vaihtamaan TFL -lihakseen, koska *m. obliquus externuksessa* mittauksen virheherkkyys olisi ollut liian suuri. Muutos tehtiin lähellä testipäivää, mikä aiheutti testaussuunnitelman uusimisen. Testitulosten kannalta muutos oli järkevä.

Testipäivän ajankohta suunniteltiin naisten maajoukkueen kolmen viikon leirityksen toiselle viikolle. Opinnäytetyöntekijöiden piti osallistua leiritykseen vain testauspäivänä, mutta lopulta opinnäytetyöntekijät osallistuivat koko leiritykseen fysioterapeuttiharjoittelijoina vastuufysioterapeutin avuksi. Leiritykseen osallistumisen myötä mittaukset päätettiin jakaa kahdelle päivälle.

Tutkimuksen tekeminen vaati paljon tiedonhakuja. Tietoa piti hakea anatomiasta tutkimusprotokollaan ja tulosten analysoimiseen. Kumpikaan opinnäytetyön tekijöistä ei ollut aiemmin tehnyt tutkimusta. Fysioterapia koulutuksen opinnäytetyökurssit tukevat enemmän toiminnallisen, kuin tutkimus opinnäytetyön tekemistä. Haasteena oli myös, että opinnäytetyöntekijät asuivat eri paikkakunnilla ja olivat töissä opinnäytetyöprosessin ajan.

Tutkimuksessa haluttiin tuoda esille vammamäärän vaikuttavuus lihasten aktivaatioon. Tarkoituksena oli herättää lukijalle ajatuksia, mikä on kuntoutuksen merkitys vammojen jälkeen ja muistuttaa monipuolisen harjoittelun vaikutuksesta vammojen ennaltaehkäisyyn. Tavoitteena oli tuottaa työ, joka on ammatillinen, mutta myös helposti ymmärrettävä.

Tutkimusta tehtäessä ja tuloksia analysoitaessa todettiin Mpower -laitteen monipuolisuus. Mobiilisovelluksen avulla pystyy monipuolisesti seuraamaan harjoittelun vaikutusta ja tehokkuutta. Tutkimuksessa saatiin arvokasta tietoa lihasten aktivoitumisesta ja lihasaktivaation yhteydestä vammahistoriaan. Pienen otannan vuoksi yleistyksiä ei voida tehdä lihasten aktiivisuuden ja vammahistorian yhteydestä, mutta pelaajakohtaisesti asiaa voidaan tarkastella. Uuden teknologian käyttö fysioterapeutin työssä on tulevaisuudessa varmasti suuremmassa roolissa, joten oli hienoa saada laite osaksi opinnäytetyötä.

Tutkimuksen tekeminen opinnäytetyönä oli haastellinen, mutta ammattitaitoa kehittävä oppimisprosessi. Opinnäytetyön tiedonhaku syvensi tekijöiden tietoutta erityisesti lantion alueen ja alaraajojen biomekaniikasta. Tutkimuksen suunnitteleminen alusta lähtien ja tulosten analysointi antoi opinnäytetyöntekijöille tutkimuksen tekemisestä arvokasta kokemusta, jota voi hyödyntää tulevaisuudessa uuden tutkimuksen tekemisessä. Työskentely urheilijoiden kanssa opetti fysioterapeutin merkitystä urheilijan elämässä vammojen ennaltaehkäisyssä ja kuntoutumisessa.

Haluamme kiittää Suomen Koripalloliittoa, että he antoivat mahdollisuuden tehdä opinnäytetyön tutkimuksen naisten maajoukkueen pelaajille leirityksen aikana. Koripalloliiton yhteyshenkilölle kiitos tuesta ja avusta tutkimuksen suunnittelussa. Fibrux Oy:lle kiitos, että antoivat sovelluksen ja podit käyttöön tutkimuksen ajaksi sekä konsultointi avusta opinnäytetyöprojektin aikana.

## LÄHTEET

## Painetut lähteet

Brukner, P. & Khan, K. 2009. Sport injuries. Teoksessa Brukner, P. & Khan, K (toim.) Clinical sport medicine. 3. painos. North Ryde: McGraw-Hill

Enoka, M.R. 2015. Neuromechanics of human movement. 5. painos. Human Kinetics: Champaign IL.

Evert, T. & Marion, T. 2010. Function of the lower limb. Teoksessa Evert, T. & Kell, C. (toim.) Human movement an introductory text. 6. painos. Edinburg: Churcill Livingstone. 171-190.

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. painos. Helsinki: Edita.

Hirsjärvi, S. Remes, P & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13 painos. Helsinki: Tammi.

Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15.painos. Helsinki: Tammi.

Järvinen, M & Järvinen T. 2010. Lihaksen ja jänteen vammat. Teoksessa Matti Mustaniemi (toim.) Traumatologia. 10.painos. Helsinki: Kandidaatti kustannus. 237-243.

Korkala, O. 2010. Ligamenttirepeämät ja niveltensijoiltaan menot. Teoksessa Matti Mustaniemi (toim.) Traumatologia. 10.painos. Helsinki: Kandidaatti kustannus. 237-243.

Lee, D. 2011. The pelvic girdle: an integration of clinical expertise and research. 4. painos. Edinburg: Churcill Livingstone.

Kananen, J. 2011. Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Kvantti. Jyväskylä: Jyväskylän Ammattikorkeakoulu



Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

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

Leppäluoto, J. Kettunen, R. Rintamäki, H. Vakkuri, O. Vierimaa, H & Lätti, S. 2013. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. 3. painos. Sanoma Pro Oy. Helsinki

Metsämuuronen, J. 2004. Pienten aineistojen analyysi. Parametrittomien menetelmien perusteet ihmistieteissä. Metodologia sarja 9. Helsinki: International Methelp.

Metsämuuronen, J. 2005. Kokeellisen tutkimuksen perusteet ihmistieteissä. Metodologia sarja 10. Helsinki: International Methelp.

Neumann, D. A. 2010. Kinesiology in the musculoskeletal system. Foundations for rehabilitation. 2. Painos. St. Louis: Mosby Elsevier.

Niensted, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. E. 2009. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 18. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.

Sand, O., Sjaastad, Q. V., Haug, E., Bjålie, J. G., & Toverud, K. C. 2013. Ihminen fysiologia ja anatomia. 10. painos. Helsinki: Sanoma Pro oy.

Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa – määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.

Vilkka, H. 2015. Tutki ja kehitä. 4. painos. Jyväskylä: PS – kustannus.

Winter, D. A. 2009. Kinesiological electromyography. Teoksessa Winter, D. (toim.) Biomechanics and motor control of human movement. 4. painos. New Jersey: Wiley. 250-280.

## Elektroniset lähteet

Bahr, R. & Holme, I. 2003. Risk factors sports injuries – a methodological approach. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 37. Iss. 5 p.384 -392. [viitattu 18.11.2016]. Saatavissa PubMed -tietokannassa:

<http://bjsm.bmj.com/content/37/5/384.full>

Bahr, R. & Krosshaug, T. 2005. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sport Medicine*. Vol. 7, Iss. 39 p. 324-329. [viitattu 21.11.2016]. Saatavissa PubMed -tietokannassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1725226/pdf/v039p00324.pdf>

Borg, M. Laxåback, G. & Sandström, L. 2015. Simultaneous EMG measurements with Mpower (Fibrux) and Telemetry G2 (Noraxon): Comparing amplitude. *Jyväskylän Yliopisto. Kokkola*. [viitattu 22.3.2017]. Saatavissa: <http://www.mpower-bestrong.com/img/science/Chydenius.pdf>

Boudreau, S. N., Dweyr, M.K., Mattacola, G. C., Latterman, C. Uhl T.L. & McKeon, J.M. 2009. Hip – muscle activation during the lunge, single – leg squat, and step up and exercises. *Journal of Sport Rehabilitation*. Vol. 18, Iss. 1 p. 91-103. [viitattu 25.5.2016]. Saatavissa PubMed -tietokannassa: <http://journals.humankinetics.com/doi/pdf/10.1123/jsr.18.1.91>

Boren, K., Conrey, C., Le Coguic, J., Paprocki, L., Voight, M & Robinson K.T. 2011. Electromyographic analysis of gluteus medius and gluteus maximus during rehabilitation exercises. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol. 6, Iss. 3 p. 208; 210. [viitattu 25.5.2016]. Saatavissa PubMed -tietokannassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3201064/pdf/ijsp-06-206.pdf>

Deitch, R. J., Starkey, C., Walters, S. L. & Mosley, J. B. 2006. Injury Risk in professional basketball player. A comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association Athletes. The American Journal of Sport Medicine. Vol. 34, Iss. 7 p.1077-1083. [viitattu 8.11.2016]. Saatavissa:

<http://ajs.sagepub.com/content/34/7/1077.full.pdf+html>

Drakos, M. C., Domb, B., Starkey, C., Callahan, L. & Allen, A. A. 2010. Injury in the National Basketball Association – a 17 -year overview. Sports Health. Vol 2, Iss. 4 p. 284-290. [viitattu 4.11.2016]. Saatavissa PubMed tietokannasta: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3445097/pdf/10.1177\\_1941738109357303.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3445097/pdf/10.1177_1941738109357303.pdf)

Distefano, L., Blackburn, J, T., Marshall S.W. & Padua. D. A. 2009. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercise. Journal of Orthopedic & Sport Physical Therapy. Vol. 39, Iss. 7 p. 532- 540. [viitattu 27.5.2016]. Saatavissa:

<http://www.iospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.2009.2796>

Forssell, J. 2016. Koripallon lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän Yliopisto. Seminaarityö. [viitattu 30.1.2017]. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/50977/Forssell%20Jaakko.pdf?sequence=1>

Gordon, I. A., Distefano, L. J., Denegar C. R., Bagle, R. B. & Norman, J. R. 2014. College and professional women's basketball player's lower extremity injuries: A survive of career incidence. International Journal of Athletic Therapy & Training. Vol. 1, Iss. 5 p. 25-33. [viitattu 8.11.2016]. Saatavissa: <http://journals.humankinetics.com/doi/abs/10.1123/ijatt.2014-0020>

Grimaldi, A. 2010. Assensing lateral stability of hip and pelvis. Manual Therapy. Vol. 16, Iss.1 p. 31. [viitattu 7.11.2016]. Saatavissa PubMed tietokannassa: [http://ac.els-cdn.com/S1356689X10001499/1-s2.0-S1356689X10001499-main.pdf?\\_tid=3ab323ea-a4db-11e6-9395-00000aab0f27&acdnat=1478517397\\_f511fbc8e85e5a8fe2f3cd7089909c8](http://ac.els-cdn.com/S1356689X10001499/1-s2.0-S1356689X10001499-main.pdf?_tid=3ab323ea-a4db-11e6-9395-00000aab0f27&acdnat=1478517397_f511fbc8e85e5a8fe2f3cd7089909c8)

International Basketball Federation. 2014. Official basketball rules. Spain: Barcelona. [viitattu 11.7.2016]. Saatavissa: [https://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/Official Basketball Rules 2014 Y.pdf](https://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/Official%20Basketball%20Rules%202014%20Y.pdf).

Joutjärvi, T. 2014. Monikanavaelektrodilla mitattu alueellinen lihasaktiivisuus eri nivelkulmilla isometrisessä tahdonalaisessa sähköstimulaatiolla aiheutetussa lihastyössä. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylä. Jyväskylän Yliopisto. [viitattu 8.11.2016.] Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/43106/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-201403251398.pdf?sequence=1>

Karen, F., McLean, Myers, C. & Caceres M. 2006. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. Journal of Athletic Training. Vol. 41, Iss 1. p. 74-78. [viitattu 28.2.2017]. Saatavissa PubMed -tietokannassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1421486/pdf/i1062-6050-41-1-74.pdf>

Konttinen, J. 2014. Nuorten maajoukkuekoripalloilijoiden fyysisen suorituskyvyn muutokset kilpailukauden aikana. Kandidaatintutkielma. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto. [viitattu 25.5.2016]. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/44081>

Käypähoito. Virtsankarkailu(naiset). Duodecim. [viitattu 25.1.2017.] Saatavissa: [http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suosituks?id=hoi50050#s11\\_2](http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituks/suosituks?id=hoi50050#s11_2)

Leppänen, M., Pasanen, K., Kulmala, J.-P., Kujala, U. M., Krosshaug, T., Kannus, P., Perttunen, J., Vasankari, T. & Parkkari, J. 2016. Knee control and jump-landing technique in young basketball and floorball players: Promotion research. Georg Thieme, Int J Sports Med 2016;37:334-338. Abstrakti. [Viitattu 14.4.2017]. Saatavissa: <https://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0035-1565104>

Liikuntatieteellinen Seura. 2010. Kuntotestauksen hyvät käytännöt. Paint-media Oy. [viitattu 27.9.2016]. Saatavissa: [http://www.lts.fi/sites/default/files/page\\_attachment/956\\_lt2-310\\_61-63.pdf](http://www.lts.fi/sites/default/files/page_attachment/956_lt2-310_61-63.pdf)

Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Jajtner, A. R., Scanlon, T., Rogowski, J. P., Wells, A. J., Fragala, M. S & Sout. R. J. 2014. Bilateral differences in muscle architecture and increased rate of injury in national basketball players. Journal of Athletic Training. Vol. 49, Iss. 6. p.794-799. [viitattu 8.11.2016.] Saatavissa PubMed -tietokannassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4264652/pdf/i1062-6050-49-6-794.pdf>

Macadam, P., Cronin, J. & Contreras, B. 2015. An examination of the gluteal muscle activity associated with dynamic hip abduction and hip external rotation exercise: a systematic review. The international Journal of Sports Physical therapy. Vol. 15. Iss. 5. p 573- 591. [viitattu 8.4.2017]. Saatavissa PubMed- tietokassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4595911/>

Merletti, R. & Farina, D. 2009. Analysis of intramuscular electromyogram signals. Philosophical transactions of royal a society. Mathematical, Physical and engineering sciences. Vol. 367, Iss. 1887. p. 357-368. [viitattu 8.11.2016]. Saatavissa: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/367/1887/357.short>

Mpower. 2016a. Lihasaktivaatiomittarin käyttöohje. [viitattu 27.9.2016]. Saatavissa: [http://mpower-bestrong.com/manual/MPOWER\\_kayttoohje.pdf](http://mpower-bestrong.com/manual/MPOWER_kayttoohje.pdf)

Narazaki, K., Berg, K., Stergiou N. & Chen, B. 2009. Physiological demands of competitive basketball. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport. Vol. 19, Iss. 3 p. 425-432. [viitattu 27.9.2016]. Saatavissa PubMed tietokannassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18397196>

Patrek, M, F., Kernozek, T, W., Willson, J, D., Wright G, A. & Doberstein, S, T. 2011. Hip – abductor fatigue and single – leg landing mechanics in women athletes. Journal of Athletic Training. Vol. 46. Iss. 1 p. 31-42. [viitattu 20.3.2017]. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3017486/pdf/i1062-6050-46-1-31.pdf>

Perotto, A.O., Delagi, E. F., Iazzetti, J. & Morrisson, D. 2011. Anatomical guide for the electromyographer: The Limbs and Trunk. 5. Painos. New York: Charles C Thomas Publisher, LTD. [viitattu 11.7.2016]. Saatavissa: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzM4NTYxMI9fQU41?sid=7c9fbaa5-b3dc-47df-847f-84a7efeae00e@sessionmgr105&vid=0&format=EB&rid=1>

Pihlainen, K., Santtila, M., Ohrankämmen, O., Ilomäki, J., Rantakoski, M & Tiainen, S. 2011. Puolustusvoimien kuntotestaajan käsikirja. 2 painos. Edita Prima Oy. Puolustusvoimat. [viitattu 27.9.2016]. Saatavissa: <http://puolustusvoimat.fi/documents/1948673/2258811/PEVIESTOS-kuntotestaajank%C3%A4sikirja-2015/332148cf-be2e-49ea-8fa2-0df6423724fc>

Powers, C. M. 2010. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy. Vol 40, Iss. 2 p. 42. [viitattu 5.10.2016]. Saatavissa PubMed tietokannassa: <http://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.2010.3337>

Prins, M. R & Van der Wurff. 2009. Females with patellofemoralis pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. Australian Journal of Physiotherapy 2009. Vol. 55, Iss. 1 p. 9-15. [viitattu 19.1.2017]. Saatavissa Lahden ammattikorkeakoulun sisäisillä tunnuksilla: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004951409700558>

Riekkinen, M. 2015. Alaraajavammojen esiintyvyys salibandyssä ja koripallossa. Kuvaileva retrospektiivinen poikittaistutkimus. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän Yliopisto. [viitattu 27.1.2017]. Saatavissa:

<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/45907/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-201505161865.pdf?sequence=1>

Selkowitz, M. D., Beneck, J. G & Powers M. C. 2013. Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. Vol 43, Iss 2. p. 54-64. [viitattu 5.10.2016]. Saatavissa:

<http://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.2013.4116>

The SENIAM project. Surface ElectroMyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle. M. tensor fascia latae. [viitattu 11.7.2016]. Saatavissa:

<http://seniam.org/>

Schmitz, R. J., Riemann, B.L. & Thompson, T. 2002. Gluteus medius activity during isometric closed – chain hip rotation. *Journal of Sports Rehabilitation*. Human Kinetics Publisher. Vol 11. p. 179-188. [viitattu 28.2.2017]. Saatavissa:

<http://www.americankinesiology.org/Custom/Sitename/Documents/DocumentItem/1808.pdf>

Suomen Koripalloliitto. 2016. Kymmenelle joukkueelle liigalisenssit miesten ja naisten Korisliigoihin. [viitattu 8.11.2016]. Saatavissa:

[http://www.basket.fi/uutiset/kaikki\\_uutiset/naisten\\_smsarja/?x122523=40403502](http://www.basket.fi/uutiset/kaikki_uutiset/naisten_smsarja/?x122523=40403502)

Van Cant, J., Pineux, C., Pitance, L. & Feipel, V. 2014. Systematic review: hip muscle strength and endurance in females with patellofemoral pain: A systematic review with meta-analysis. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Vol. 9, Iss. 5. p.564-582. [viitattu 19.1.2017]. Saatavissa PubMed tietokannassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4196322/pdf/ijsp-10-564.pdf>

Willard, F. H., Vleeming, A., Schuenke, M. D., Danneels, L. & Shcleip, R. 2012. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *Journal of Anatomy*. Vol. 221, Iss. 6. p. 507-536. [viitattu 10.4.2017]. Saatavissa PubMed tietokannassa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3512278/>

#### Kuvalähteet:

Gilroy, M. A., MacPherson B.R. & Lawrence, M.R. 2009. *Atlas of Anatomy*. Thieme Medical. New York

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

Leppäluoto, J. Kettunen, R. Rintamäki, H. Vakkuri, O. Vierimaa, H & Lätti, S. 2013. *Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan*. 3. painos. Sanoma Pro Oy. Helsinki

Leppäluoto, J. Kettunen, R. Rintamäki, H. Vakkuri, O. Vierimaa, H & Lätti, S. 2017. *Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan*. 7. painos. Sanoma Pro Oy. Helsinki

#### Suulliset lähteet

Mpower 2016b. Fibrux Oy:n tieteellinen johtaja. Haastattelu 21.11.2016.



## LIITTEET

LIITE 1 Esitietolomake

1 / 2

## ESITIETOLOMAKE

Nimi:

Syntymäaika:

Kuinka kauan olet pelannut koripalloa? :

### **Tummenna vastauksesi:**

Heittokäsi: vasen/oikea

Ponnistava jalka: vasen/oikea

Terveystila yleisesti tällä hetkellä:

### **Vammahistoria (tummenna vastaus)**

Polvivamma: kyllä / ei

Nilkkavamma: kyllä / ei

Jokin muu vamma:        kyllä / ei

**Jos vastasit johonkin edellä mainittuun kysymykseen kyllä, kuvaile vammaa tarkemmin. (*Vamman tarkempi kuvaus, Vamman vakavuus? Minä vuonna vamma syntyi? Pelitilanteessa vai jossakin muussa? Kuinka kauan kuntoutus kesti? Onko vammasta jäänyt pysyvää haittaa?* )**

Tutkimus toteutetaan Lahden ammattikorkeakoulun fysioterapiaopiskelijoiden Taru Hakalan ja Linda Hannosen opinnäytetyönä. Tutkimuksessa selvitetään m. gluteus medius (keskimmänsen pakaralihas) ja m. tensor fasciae latae (leveä peitinkalvon jännittäjälihas) lihasten aktivaatiota erilaisissa pakaralihaksen aktivointi liikkeissä.

Tuloksia tullaan analysoimaan ja niistä tehdään raportti Suomen koripalloliitolle, jota fysioterapeutit ja valmentajat voivat hyödyntää valmennuksen kehittämisessä. Tutkimusraportissa ei tulla käyttämään tutkittavien urheilijoiden nimiä.

Esitietolomakkeen perusteella tullaan valitsemaan 10 - 15 pelaajaa testipäivään. Valintaan vaikuttaa esimerkiksi pelaajan vammahistoria.

**Kiitos vastauksestanne ja nähdään elokuussa leirillä testien merkeissä!**



Tutkimus toteutetaan Lahden ammattikorkeakoulun fysioterapiaopiskelijoiden Taru Hakalan ja Linda Hannosen opinnäytetyönä.

Tuloksia tullaan analysoimaan ja niistä tehdään raportti Suomen koripalloliitolle, jota fysioterapeutit ja valmentajat voivat hyödyntää valmennuksen kehittämisessä. Tutkimusraportissa ei tulla käyttämään tutkittavien urheilijoiden nimiä.

**Osallistun testeihin omalla vastuulla ja annan luvan käyttää testituloksiani opinnäytetyössä.**

**Allekirjoitus, Päivämäärä**

---

### **Suoritusohjeet**

#### Kylkimakuulla lonkan abduktio

Testattavan lantio tuetaan asettamalla testajaan jalka lantion taakse, jottei lantio kierry. Pelaajan kylkikaaren alle laitetaan pieni pyyhe. Testiliikkeen näyttämisen yhteydessä testattavaa ohjeistetaan seuraavasti:

Luonnollinen kylkikaari pysyy kyljen alla. Alempi jalka samassa linjassa vartalon kanssa, jalan polvi 90 asteen kulmassa.

Sanallinen ohje:

-Lähde loitontamaan jalkaa ensin 30 asteen kulmassa 5 toistoa, niin korkealle, että pystyt hallitsemaan rotnon

-Seuraavaksi loitonna 60 asteen kulmassa 5 toistoa, niin korkealle, että pystyt hallitsemaan asennon

- Viimeiseksi vie jalka taakse niin pitkälle kuin saat ja loitonna niin korkealle, että pystyt hallitsemaan asennon. Pidä jalkaterä suorassa linjassa liikkeiden ajan.

#### Lonkkanivelen ekstensio neutraalissa asennossa ja eri rotaatiokulmissa

Testattava seisoo kasvot seinään päin käsivarren mitan päässä seinästä ja ottaa sormilla tukea seinästä. Huom! tukipinta vain sormenpäillä. Testattavan aloittaessa tekemään liikettä siirrä paino tukijalalla päkijälle.

### LIITE 3

Tutkimus liikkeiden suoritusohjeet

2 / 2

-Aloita viemällä testattava alaraaja kantapäätä edellä ekstensioon ja palauta neutraaliasentoon, tee näitä 5 toistoa.

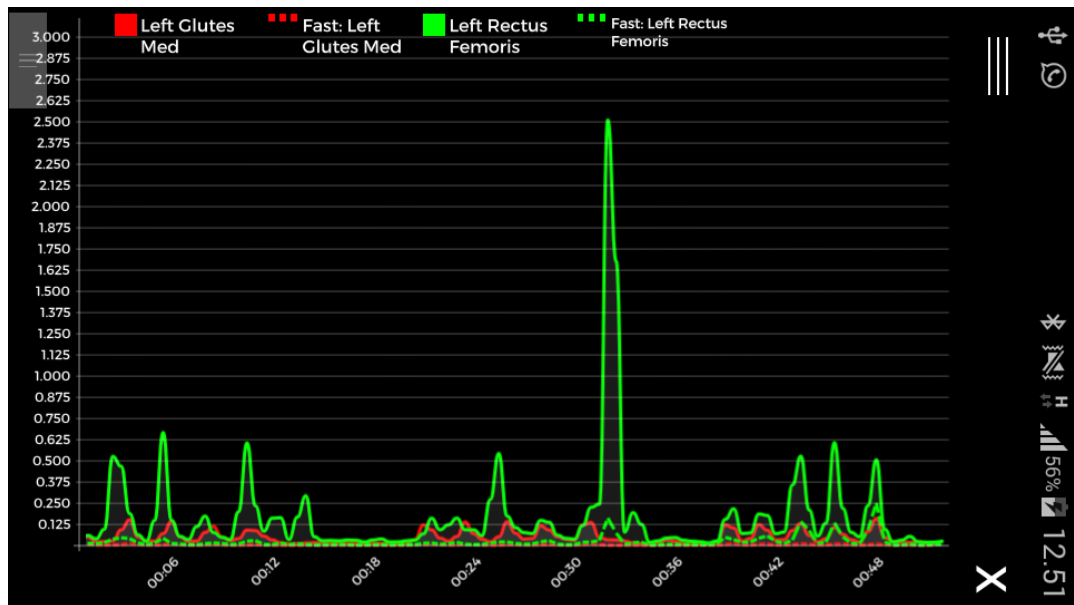
-Seuraavaksi vie alaraaja sisäkiertoon ja toista liike 5 kertaa

-Seuraavaksi vie alaraaja ulkokiertoon ja toista liike 5 kertaa. Pidä sarjojen välillä 10 sekunnin tauko.

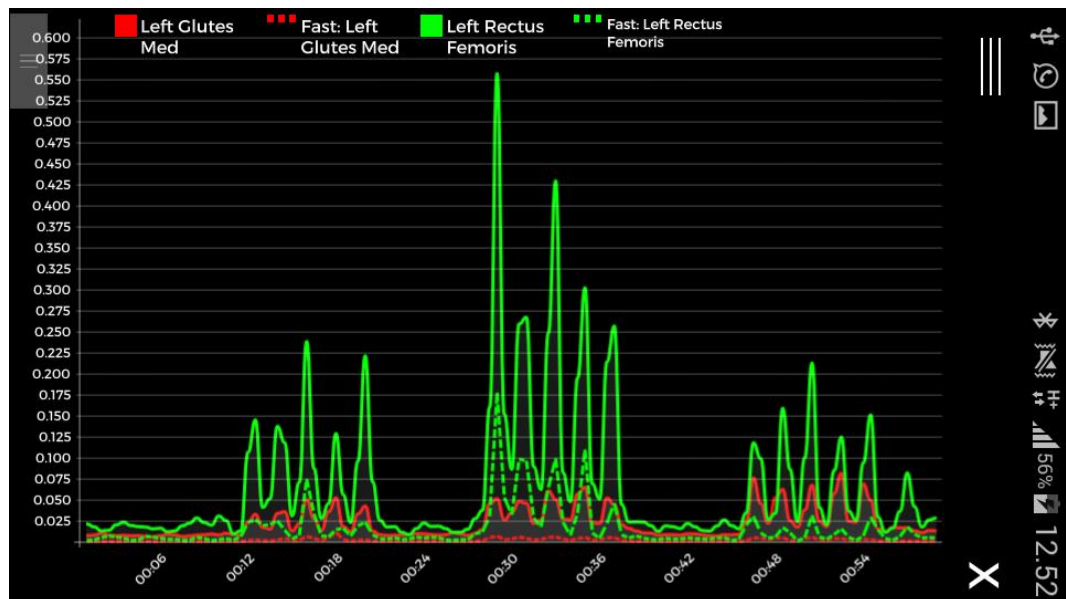
Pelaaja nro 1

Dominantti jalka: vasen

Liike: kylkimakuulla lonkkanivelen abduktio: 30°, 60°, ääriekstensio



Liike: seisten lonkkanivelen ekstensio: neutraalikulma, mediaalirotaatio, lateraalirotaatio



# LIITE 4

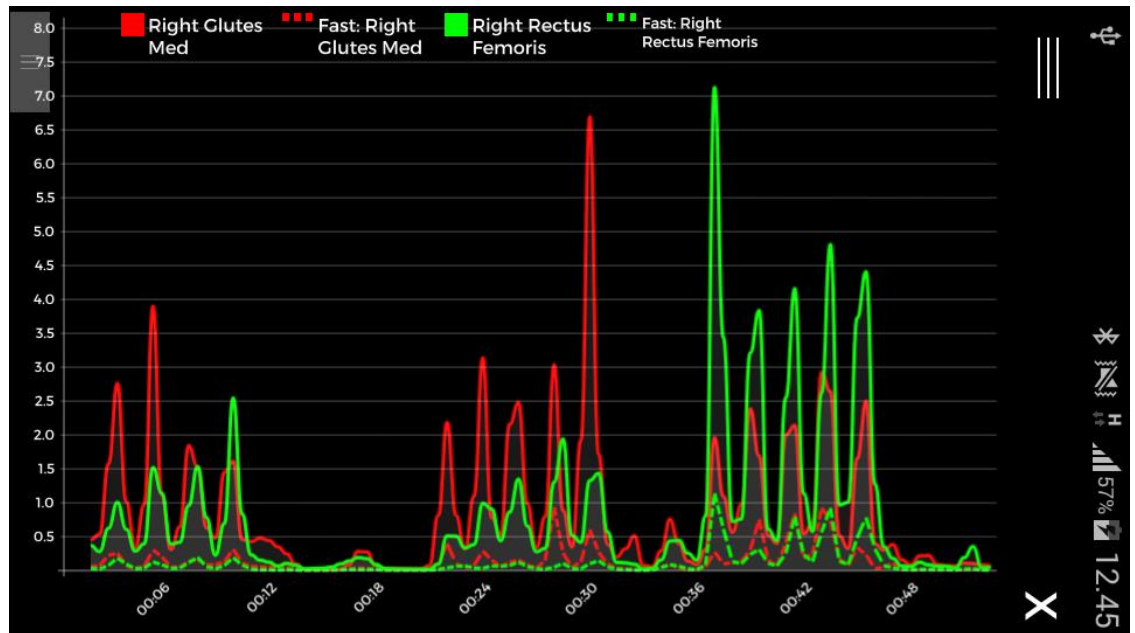
Testitulokset

2/6

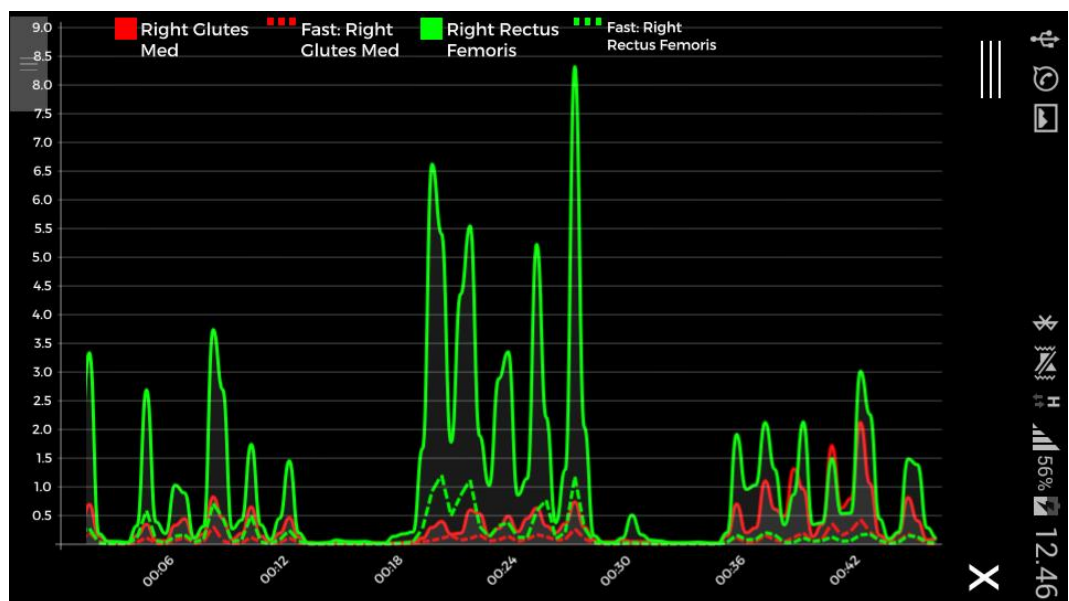
**Pelaaja nro 1**

Nondominantti jalka: oikea

Liike: kylkimakuulla lonkkanivelen abduktio: 30°, 60°, ääriekstensio



Liike: seisten lonkkanivelen ekstensio: neutraalikulma, mediaalirotaatio, lateraalirotaatio





## LIITE 4

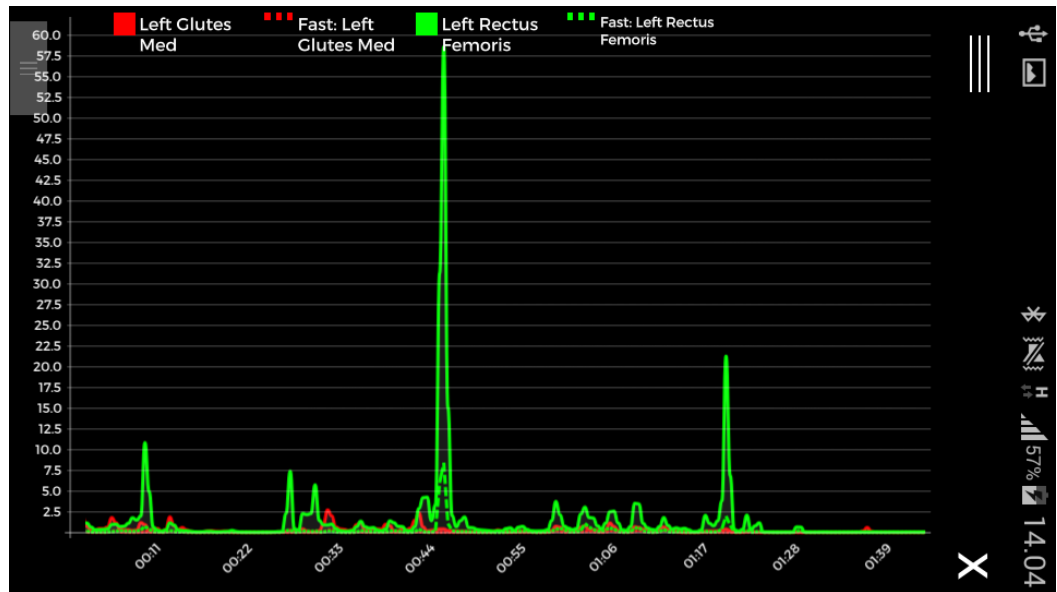
Testitulokset

3/6

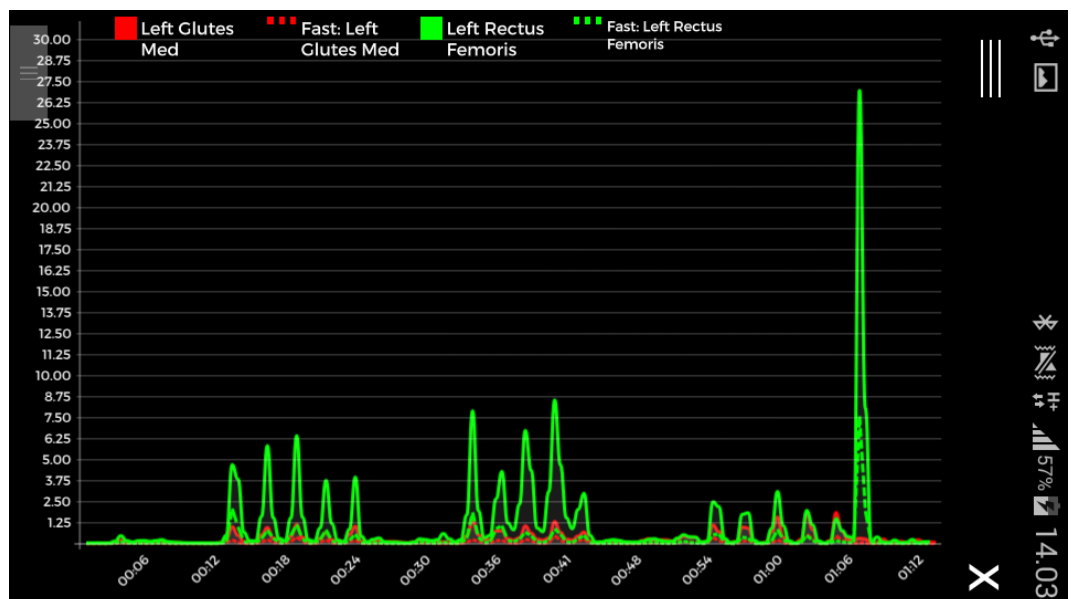
Pelaaja nro 3

Dominantti jalka: vasen

Liike: kylkimakuulla lonkanivelen abduktio: 30°, 60°, ääriekstensio



Liike: seisten lonkanivelen ekstensio: neutraalikulma, mediaalirotaatio, lateraalirotaatio



## LIITE 4

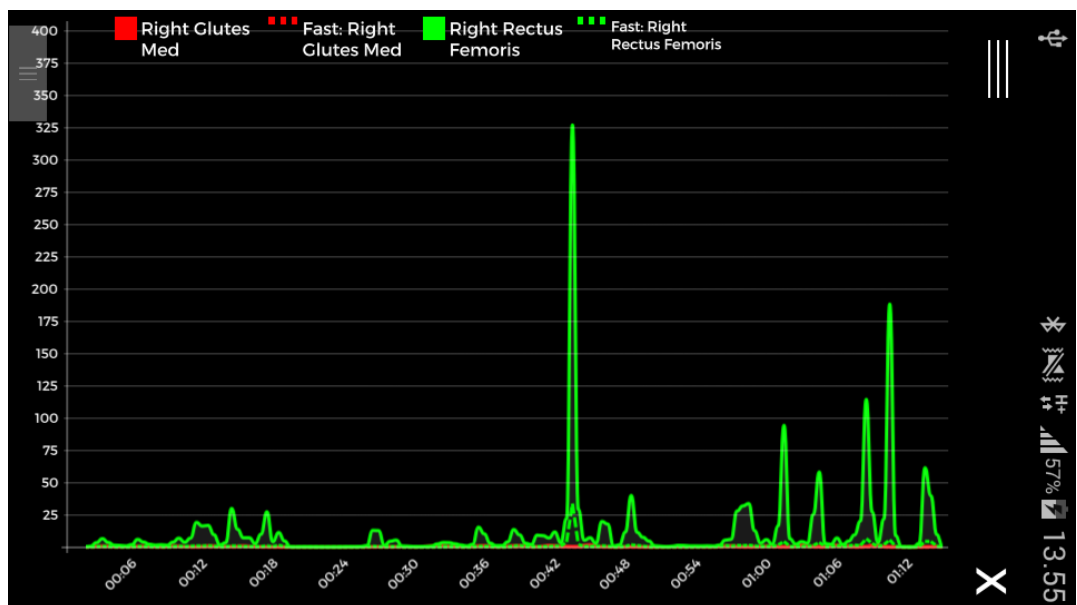
Testitulokset

4/6

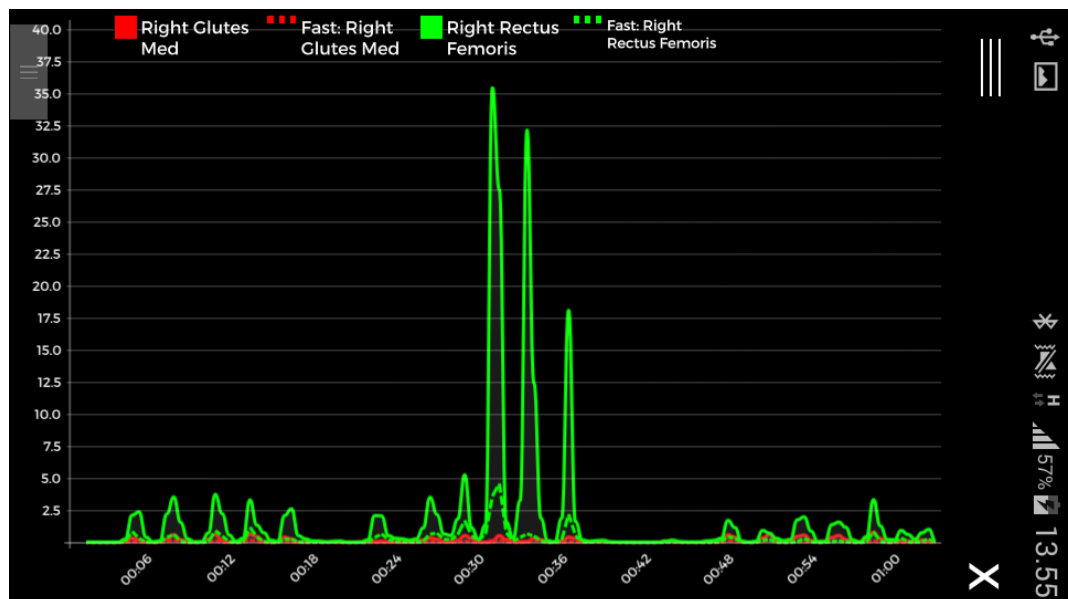
**Pelaaja nro 3**

Nondominanttijalka: oikea

Liike: kylkimakuulla lonkkanivelen abduktio: 30°, 60°, ääriekstensio



Liike: seisten lonkkanivelen ekstensio: neutraalikulma, mediaalirotaatio, lateraalirotaatio



# LIITE 4

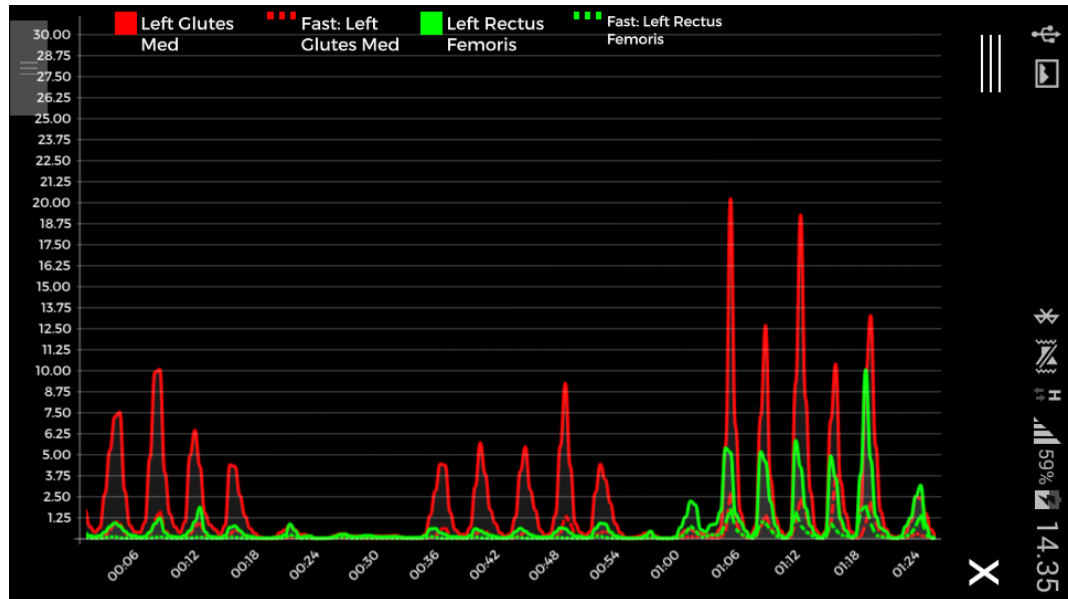
Testitulokset

5/6

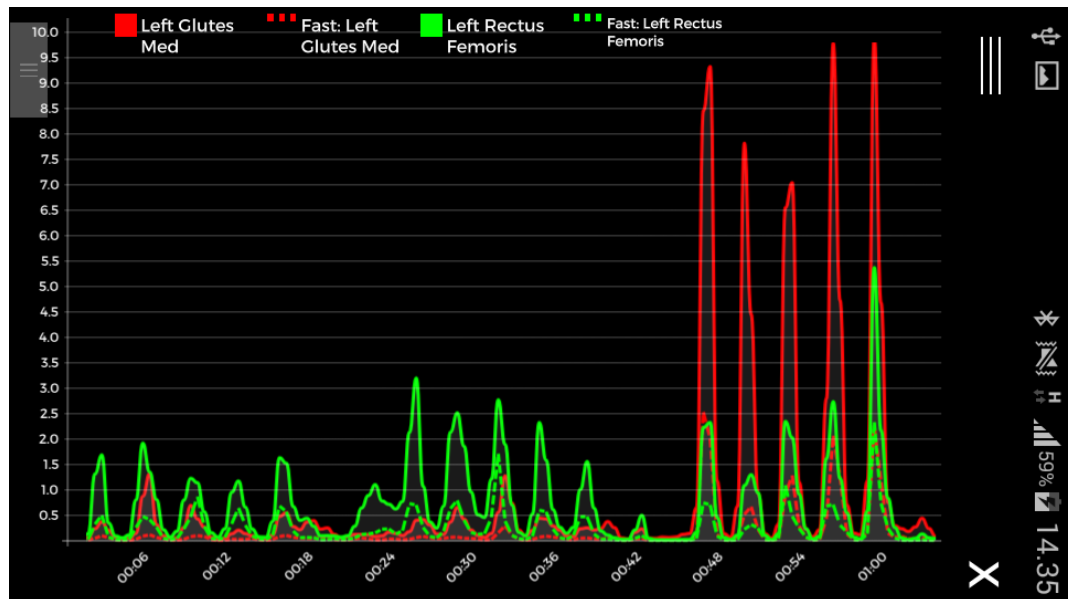
**Pelaaja nro 4**

Dominanttijalka: vasen

Liike: kylkimakuulla lonkkanivelen abduktio: 30°, 60°, ääriekstensio



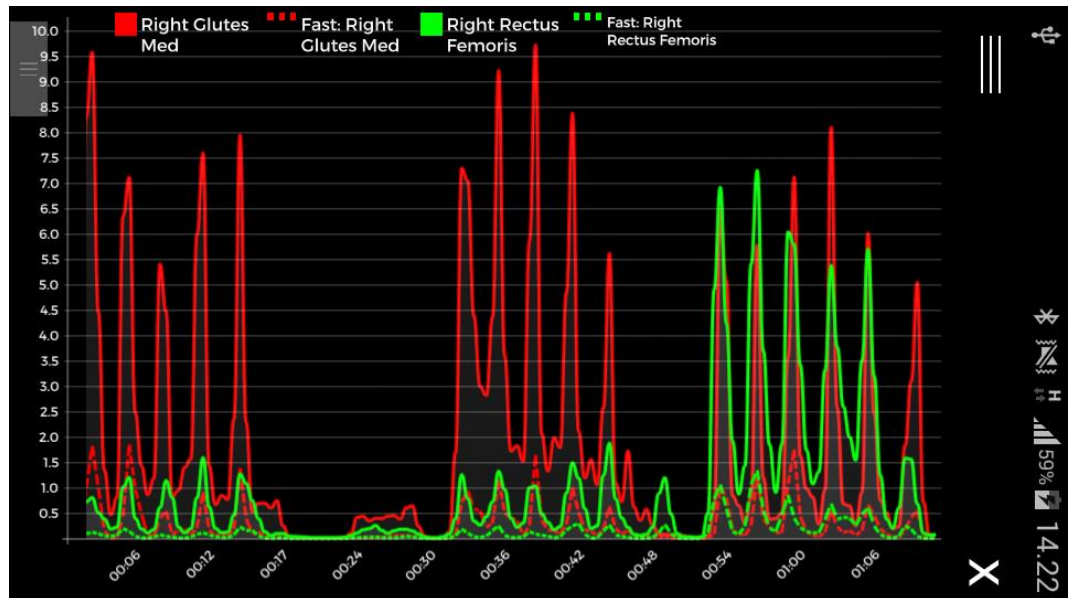
Liike: seisten lonkkanivelen ekstensio: neutraalikulma, mediaalirotaatio, lateraalirotaatio



Pelaaja nro 4

Nondominantti jalka: oikea

Liike: kylkimakuulla lonkkanivelen abduktio: 30°, 60°, ääriekstensio



Liike: seisten lonkkanivelen ekstensio: neutraalikulma, mediaalirotaatio, lateraalirotaatio

