

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

Ossi Häkkinen

Tia Nuutinen

POLVEN ETURISTISITEEN REKONSTRUKTION VAIKUTUS STAATTISEEN
TASAPAINOON, ALARAAJAN LIHASTOIMINTAMALLEIHIN, FYYSSISEEN
SUORITUSKYKYYN JA TOIMINTAKYKYYN

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

HÄKKINEN, OSSI

NUUTINEN, TIA

Opinnäytetyö

Työn ohjaajat

Toimeksiantaja

Avainsanat

Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintamalleihin, fyysiseen suorituskykyyn ja toimintakykyyn. Kokeellinen tutkimus. 89 sivua + 33 liitesivua

Juha Hiltunen, ft OMT

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Yliopettaja, KT

Tapani Pöyhönen, ft, TtT, Liikuntafysiologi

Lasse Saloranta, Ortopedi

Kymi Care (liite 1)

polven eturistiside, eturistisiteen rekonstruktio, tasapaino, fyysinen suorituskyky, toimintakyky, elektromyografia

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kokeellisen tutkimuksen avulla selvittää, miten polven eturistisiteen rekonstruktio vaikuttaa staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintamalleihin, fyysiseen suorituskykyyn ja toimintakykyyn. Tutkimuksessa mitattiin staattisen tasapainon osalta vauhtimomenttia sekä huojuntaa sivuttaissuunnassa ja eteen/taakse-suunnassa. Alaraajan lihastoimintamalleja mitattiin elektromyografian (EMG) avulla. Fyysistä suorituskykyä mitattiin yhden jalan vauhdittomalla pi-tuushyppytestillä. Toimintakykyä mitattiin polven toiminnallista tilaa arvioivalla Lysholmin polvi-indeksillä. Tutkimus suoritettiin keväällä 2012 helmi- ja maaliskuun aikana. Tutkimusjoukko koostui vapaaehtoisista tutkittavista ja verrokkiryhmästä. Tutkimuksen otoskoko oli 7 (n=7) ACL operoitua henkilöä ja lisäksi mukana oli 5 (n=5) henkilön verrokkiryhmä.

Staattisessa tasapainotestissä henkilöillä, jotka olivat käyneet polven eturistisiteen rekonstruktiossa, esiintyi enemmän huojuntaa kuin verrokeilla kahdella jalalla seistessä. Myös huojunnan nopeus oli suurempaa ja keskihajonta oli laajempaa ACL operoiduilla henkilöillä. Yhden jalan tasapainotestissä silmät auki ACL operoiduilla esiintyi enemmän huojuntaa ja huojunnan nopeus oli suurempaa kuin verrokeilla. Yhden jalan tasapainotestissä silmät kiinni ei saatu merkittäviä eroja ryhmien välillä. Alaraajan lihastoimintamalleissa molemmilla ryhmillä tuli esille nilkkastrategia eli tasapainoa haettiin enemmän nilkan alueen lihaksista kuin lonkan tai polven alueelta. Merkittävimpänä erona ryhmien välillä oli se, että verrokeilla kahden jalan tasapainotesteissä taka-reiden lihakset olivat aktiivisempia kuin osa nilkan alueen lihaksista. Fyysisessä suorituskyvyssä ryhmien välillä oli merkittävä ero. Samoin toimintakyvyssä polven osalta oli merkittävää eroa Lysholmin polvi-indeksillä mitattuna.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että polven eturistisiteen rekonstruktioilla on vaikutusta staattiseen tasapainoon, fyysiseen suorituskykyyn ja toimintakykyyn. Alaraajan lihastoimintamalleihin operaatiolla ei ole merkittävää vaikutusta, koska molemmilla ryhmillä oli selkeästi nilkkastrategia käytössä. Staattinen tasapaino, fyysinen suorituskyky ja toimintakyky olivat heikompaa ACL operoiduilla henkilöillä verrattuna verrokeihin. Tulevaisuudessa tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota ACL rekonstruktion jälkeiseen tasapainoharjoitteluun, reiden ja lonkan alueen lihasten voimaharjoitteluun sekä polven toimintakykyä edistäviin harjoitteisiin.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Naprapathy

HÄKKINEN, OSSI

NUUTINEN, TIA

Bachelor's Thesis

Supervisors

Commissioned by

Keywords

Effect of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Static Balance, Lower Limb Muscle Activity, Physical Performance and Functional Capacity. Experimental study.

89 pages + 33 pages of appendices

Juha Hiltunen, OMT physiotherapist

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, principal lecturer, PhD

Tapani Pöyhönen, physiotherapist, PhD, exercise physiologist

Lasse Saloranta, orthopedist

Kymi Care (appendix 1)

anterior cruciate ligament, acl reconstruction, static balance, physical performance, functional capacity, electromyography

The purpose of this study was to examine the effect of the anterior cruciate ligament reconstruction for static balance, lower limb muscle activity, physical performance and functional capacity. In this study interest in static balance examination was in front to back sway, side to side sway and the moment of velocity. Lower limb muscle activity was examined by electromyography (EMG). Physical performance was examined by single leg hop for distance. Functional capacity was examined by Lysholm knee scale. The study was performed from February to March in spring 2012. The population of this study consisted of volunteers and of a control group. The population consisted of 7 (n=7) volunteers and in addition to the volunteers there was also a control group of 5 (n=5) persons.

In the static balance test persons undergone ACL reconstruction had more front to back- and side to side sway than the control group in all of the two leg standing positions. The moment of velocity and the standard deviation was also larger in the ACL reconstruction group. In the one leg standing position eyes open both sways and the moment of velocity was larger in the ACL reconstruction group than in the control group. In the one leg standing position eyes closed there were no significant differences between the groups. In the lower limb muscle activity both groups had greater activity in the muscles of the ankle area than the muscles of the hip- or thigh area. A more notable difference was that the control group used more the hamstring muscles in the two leg standing positions more than most of the muscles of the ankle area. In the physical performance there was a significant difference between the groups. In the functional capacity of the knee there was also a significant difference between the groups at the Lysholm knee scale.

The conclusion is that the reconstruction of the anterior cruciate ligament does have an effect for static balance, physical performance and functional capacity. For the lower limb muscle activity there was no significant effect because both groups used more the muscles of the ankle area more than those of the hip or thigh area. Static balance, physical performance and functional capacity were weaker in the ACL reconstruction group than in the control group. In the future more attention should be paid to the balance training, strength training of the thigh and hip muscles and functional capacity training of the knee after the anterior cruciate ligament reconstruction.

SISÄLLYS

1	TAUSTA JA TARKOITUS	7
2	TUTKIMUSONGELMAT	9
3	TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA	10
	3.1 Polven anatomia	10
	3.1.1 Luut ja nivelet	10
	3.1.2 Nivelsiteet ja lihakset	11
	3.1.3 Tutkimukseen valittujen lihasten anatomia	15
	3.1.4 Hermosto ja verenkierto	18
	3.2 Polven biomekaniikka	19
	3.2.1 Eturistisiteen biomekaniikka	20
	3.2.2 Eturistisiteen vammamekanismit	20
	3.2.3 Eturistisiteen rekonstruktio	21
	3.3 Tasapaino	22
	3.4 Fyysinen suorituskyky	23
	3.5 Toimintakyky	24
4	TUTKIMUSMENETELMÄ JA OTANTA	24
	4.1 Kokeellinen tutkimus	25
	4.2 Kohderyhmä ja otanta	26
	4.3 Kokeellisen tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti	27
	4.4 Eettiset tekijät kokeellisessa tutkimuksessa	28
	4.4.1 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettiset ohjeet	28
	4.4.2 Tutkimustilanteen etiikka ja tutkittavan intymiteettisuojaan turvaaminen	28
5	TUTKIMUKSESSA KÄYTETTÄVÄT MITTARIT JA MITTAUS	29
	5.1 Mittarien esittely	29
	5.1.1 Metitur Good Balance- tasapainolevy	30
	5.1.2 Elektromyografia(EMG)	32
	5.1.3 Yhden jalan vauhditon pituushyppy	34
	5.1.4 Lysholmin polvi-indeksi	35

5.2	Mittausten suunnittelu	35
5.3	Mittausten toteutus	36
5.4	Elektrodien asettelu EMG-mittauksessa	42
6	MITTAUSTULOSTEN ANALYYSI	48
7	TUTKIMUSTULOKSET	50
7.1	Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus staattiseen tasapainoon	50
7.2	Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus alaraajan lihastoimintamalleihin	59
7.3	Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus fyysiseen suorituskyykyyn	71
7.4	Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus koettuun toimintakyykyyn	73
7.5	Fyysisen suorituskyyvyn vaikutus koettuun toimintakyykyyn	75
7.6	Yhteenveto tuloksista	75
7.6.1	Keskeiset tulokset	77
8	POHDINTA	78
8.1	Johtopäätökset	78
8.2	Tulosten luotettavuus	80
8.3	Eettisten periaatteiden toteutuminen	82
8.4	Tutkimuksen hyödynnettävyys	82
	LÄHTEET	84
	LIITTEET	
	LIITE 1. Sopimus opinnäytetyöstä	
	LIITE 2. Kuvaluettelo	
	LIITE 3. Taulukkoluetelo	
	LIITE 4. Sanakirja	
	LIITE 6. Saatekirje	
	LIITE 6. Tutkittavan tiedote	

LIITE 7. Suostumuslomake

LIITE 8. Tutkittavan ohjeistuslomake mittaustilanteessa

LIITE 9. Lysholmin polvi-indeksi (englanti)

LIITE 10. Lysholmin polvi-indeksi (suomi)

LIITE 11. Tutkimusluettelo

LIITE 12. Helsingin- ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettisen operatiivisen toimi-

kunnan puoltokirje

1 TAUSTA JA TARKOITUS

Yksi polven keskeisimpiä nivelsiteitä on eturistiside (*anteriorinen cruciata ligamentti, ACL*) ja sen vaurioituminen on yksi yleisimpiä vammoja niin urheilumaailmassa kuin tavallisella väestölläkin. Eturistisiteen funktio on kontrolloida tibian eli sääriluun anteriorista translaatiota femuriin eli reisiluuhun nähden. (Martins, Kropf, Shen, Eck & Fu 2008, 104.)

Polven eturistisiteen vammat ovat yleisiä varsinkin urheilijoilla. Esimerkiksi Yhdysvalloissa suoritetaan vuosittain yli 100 000 eturistisiteen korjausleikkausta. Eturistisiteen vammaan yhdistyy usein myös jonkin muun polven rakenteen liitännäisvamma, kuten meniskin eli kierukan vamma tai mediaalisen kollateraali ligamentin (MCL) eli sisemmän sivusiteen vamma. Tyypillisin vammamekanismi on ilman kontaktia eli non-contact-tilanteissa tapahtuvat hypystä laskeutuminen, rotaatiot eli kiertoliikkeet sääressä tai äkilliset jarrutukset. (Brukner & Khan 2009, 472.)

Polven eturistisidevamman diagnoosin jälkeen on päätettävä, hoidetaanko vammaa konservatiivisesti esimerkiksi polvituen avulla vai korjataan eturistiside kirurgisella menetelmällä. Päätökseen vaikuttavat monet tekijät kuten potilaan ikä, polven instabiliteetin aste, liitännäisvammat, potilaan ammatti, potilaan mahdollinen urheilulaji sekä sosiaaliset ja taloudelliset tekijät. (Brukner & Khan 2009, 482.)

Rekonstruktioleikkauksen jälkeen leikatun polven proprioseptiikka on muuttunut ja hypoteettisesti sillä saattaa olla vaikutusta siihen, kuinka potilas luottaa polveensa sekä käyttää sitä (Kallio 2010, 290–291; Vathrakokilis, Malliou, Gioftsidou, Beneka & Godolias 2008, 233–236). Opinnäytetyömme tarkoituksena oli selvittää kuinka leikkaus vaikutti staattiseen tasapainoon, alaraajan käytettyihin lihastoimintamalleihin, fyysiseen suorituskyykyyn yhden jalan vauhdittoman pituushypyn osalta ja potilaan itse kokemaan toimintakykyyn. Tutkijat Gustavsson, Neeter, Thomee, Silbernagel, Augustsson ja Karlsson selvittivät vuonna 2006 tekemässään tutkimuksessa viiden eri hyppytestin reliabiliteettia, sensitiivisyyttä, spesifisyyttä ja tarkkuutta. Tutkimukseen osallistui 30 henkilöä, joilla oli eturistisidevamma toisessa polvessa ja 35 henkilöä, jotka olivat käyneet eturistisiteen korjausleikkauksessa. Eturistisidevammasta oli tutkimushetkellä kulunut keskimäärin 11 kuukautta ja leikkauksesta keskimäärin 6 kuukautta. Neljässä viidestä hyppytestistä esiintyi huomattavaa eroa terveen ja vammau-

tuneen tai terveen ja leikatun jalan välillä. Näiden testien joukossa oli myös yhden jalan vauhditon pituushyppy-testi.

Eturistisiteen vammoihin voi mahdollisesti liittyä oheisvaurioita, joilla on vaikutusta hoitolinjoihin ja kokonaistoipumisaikaan. Erilaiset meniskivammat, kuten repeämät, liittyvät usein eturistisiteen vammoihin, ja ne tulisi hoitaa 1 - 2 viikkoa vammasta. (Kallio 2010, 290 -294.)

Polven eturistisiteen vammat ovat joko isoituja, tai niihin liittyy jokin liitännäisvamma. Tyypillisimpiä liitännäisvammoja ovat meniski- ja nivelruston vauriot. Meniski voi erityisesti vaurioitua silloin, kun yhtenä vammamekanismina on hyppy ja hypystä laskeutuminen. (Brukner & Khan 2009, 472 - 483.)

Post-operatiivinen eli leikkauksen jälkeinen aika mittauksiin nähden tulisi olla 4 -12 kuukautta. 3 kuukauden kuluttua eturistisiteen leikkauksesta potilaalle voidaan suositella kevyttä juoksua (Konishi & Fukubayashi 2010, 102; Kallio 2010, 294). Tutkijoiden Martins ym.(2008) mukaan 4 - 6 kuukautta polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeen voidaan aloittaa juokseminen. Edellyttäen kuitenkin, että operoidun jalan voimatasot ovat 75 - 80 % verrattuna terveeseen jalkaan.

6 kuukautta polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeen polven proprioseptiikka on saavuttanut korkeimman tasonsa riippumatta leikkaustekniikasta. Tämän jälkeen muu-
tosta proprioseptiikassa ei enää tapahdu. (Angoules, Mavrogenis, Dimitriou, Karzis, Drakoulakis, Michos & Papagepoulos 2010, 2 - 5). Kuitenkin polvea raskaasti kuormittavaa harjoittelua tai paluuta urheilulajiin voidaan suositella aikaisintaan 6 kuukautta leikkauksen jälkeen (Kallio 2010, 294).

Perinteiset kuntoutusohjelmat suosittelevat paluuta aktiiviseen urheiluun 9 - 12 kuukautta polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeen. 12 kuukautta rekonstruktion jälkeen hamstring- eli takareiden lihasten voimantuotossa ei ollut huomattavia eroja niiden kohdalla, jotka suorittivat perinteisen kuntoutusohjelman verrattuna niihin, jotka suorittivat nopeutetun kuntoutusohjelman (Shaw 2002, 19 - 21). Eturistisiteen rekonstruktion jälkeisen kuntoutuksen tulisi kestää vähintään 6 - 12 kuukautta ennen paluuta urheiluun (Brukner & Khan 2009, 483). Kuitenkin vielä kaksi vuottakin leikkauksen jälkeen tutkittavilla henkilöillä oli havaittavissa vaikeuksia säilyttää tasapaino lei-

katulla jalalla verrattuna terveeseen jalkaan (Zouita Ben Moussa, Zouita, Dziri & Ben Salah 2009, 476 -479).

Tutkimukseen haettiin 10 - 15 tutkittavaa henkilöä ja tutkimus perustui täysin vapaaehtoisuuteen eikä mitään korvauksia maksettu tutkimukseen osallistumisesta. Tutkittavien lisäksi tarvittiin 5 henkilön terve verrokkiryhmä. Sisäänottokriteereinä pidettiin vuoden 2011 aikana operoitua polven eturistisidettä ja enintään menisktiin asti ulottuvaa liitännäisvammaa. Poissulkevia tekijöitä olivat bilateraallinen eli molemminpuolinen ACL-vamma, revisio- eli uusintaleikkaus, yli kierukan ulottuvat kombinaatiovamat sekä vaikea-asteiset endogeeniset taudit kuten reuma ja diabetes.

Aihe oli mielenkiintoinen siksi, ettei vastaavaa tutkimusta olla ennen tehty – sivuavasti kylläkin ja koska ACL-vamma on valitettavan yleinen polvivamma, voi rekonstruktion jälkeen mennä pitkään ennen kuin operoitu polvi on täysin toimintakykyinen. Hypoteesina oli, että operoidun jalan staattinen tasapaino on heikompi verrattuna terveeseen jalkaan ja terveeseen verrokkiin, mikä näkyy mittauksessa lisääntyneenä huojuntana ja ns. tasapainon hakemisella kompensatiomenetelmillä synergistilihasryhmillä, kuten tässä lonkan ja nilkan seudun lihaksilla. Samoin olettamuksena oli, että yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä tulos on heikompi leikatulla jalalla. Koetun toimintakyvyn tuloksista haimme mahdollista korrelaatiota saatuihin testituloksiin.

2 TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimusongelmat oli asetettu niin, että ne vastasivat parhaalla mahdollisella tavalla tutkimuksen tarkoitusta. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten polven eturistisiteen korjausleikkaus vaikuttaa staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin, fyysiseen suorituskykyyn ja koettuun toimintakykyyn. Lisäksi tutkimme oliko fyysisellä suorituskyvyllä yhteyttä koettuun toimintakykyyn.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Miten polven eturistisiteen rekonstruktio vaikutti staattiseen tasapainoon?
2. Miten polven eturistisiteen rekonstruktio vaikutti alaraajan lihastoimintamalleihin?

3. Miten polven eturistisiteen rekonstruktio vaikutti fyysiseen suorituskykyyn?
4. Miten polven eturistisiteen rekonstruktio vaikutti koettuun toimintakykyyn?
5. Miten fyysinen suorituskyky vaikutti koettuun toimintakykyyn?

3 TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN TAUSTA

3.1 Polven anatomia

3.1.1 Luut ja nivelet

Polvinivel on anatomisesti ajateltuna yhdistelmänivel ja mekaanisesti ajateltuna yksinkertainen kaksiakselinen nivel (Kaltenborn 2007, 274). Polven niveliin kuuluvat tibiofemoraalinivel eli sääri- ja reisiluun välinen nivel, joka on päänivel, patellofemoraalinivel eli polvilumpion ja reisiluun välinen nivel ja proksimaalinen tibiofibulaarinivel eli sääri- ja pohjeluun välinen nivel (Standring 2008, 1395 - 1397).

Tibiofemoraalinivel eli sääriluun proksimaalipään ja reisiluun distaalipään välille muodostuva nivel on kehon suurin yksittäinen nivel. Nivel muodostuu reisiluun distaalipään kahdesta, mediaalisesta ja lateraalisesta, nivelnastasta ja sääriluun mediaalisesta sekä lateraalisesta nivelpinnasta. Molempien luiden nivelpinnat ovat muodoltaan konveksit eli kuperat, jolloin sääriluun nivelpintojen konkaviteettia eli koveruutta parantavat mediaalinen ja lateraalinen nivelkierukka eli meniski. (Standring 2008, 1397.)

Patellofemoraalinivel muodostuu kehon suurimmasta sesamoidea-luusta eli patellasta ja femurin mediaalisesta ja lateraalisesta nivelnastasta. Patellassa on viisi fasettia eli nivelpintaa, jotka niveltyvät eri nivelkulmilla reisiluun nivelnastojen kanssa polvea koukistettaessa ja ojennettaessa (Magee 2008, 727–728.) Proksimaalinen tibiofibulaarinivel muodostuu sääriluun ja pohjeluun distaalipään välille. Sääriluun nivelpinta on konkaavi, joka niveltyy pohjeluun konveksin nivelpinnan kanssa. (Standring 2008, 1395.) Polven luut ja nivelet on esitetty kuvissa 1a ja 1b.



Kuva 1a. Oikea polvi anteriorisesti



Kuva 1b. Oikea polvi lateraalipuolelta

(www.thiemeteachingassistant.com)

3.1.2 Nivelsiteet ja lihakset

Polven kannalta tärkeimmät nivelsiteet ovat anteriorinen eli etummainen ja posteriorinen eli takimmainen ristiside, lateraalinen eli ulommainen sivuside ja mediaalinen eli sisempi sivuside. Anteriorinen cruciata ligamentti kulkee sääriluun proksimaalipään etuosasta posterolateraalisesti kiinnittyen reisiluun distaalipään lateraaliseen nivelnastan. Eturistisiteen tärkein tehtävä on kontrolloida tibian anteriorisen eli eteenpäin tapahtuvan suunnan liukumista suhteessa femuriin. (Standring 2008, 1401.) Eturistiside on esitetty kuvassa 2a.

Posteriorinen cruciata ligamentti eli polven takaristiside kulkee reisiluun mediaalisen nivelnastan lateraalipinnalta sääriluun nivelnastojen väliselle alueelle anteriorisesti. Takaristiside on rakenteeltaan vahvempi kuin eturistiside. Takaristisiteen tärkein tehtävä on kontrolloida tibian posteriorisen suunnan liukumista suhteessa femuriin. (Standring 2008, 1401.) Takaristiside on esitetty kuvassa 2b.



Kuva 2a. Eturistiside



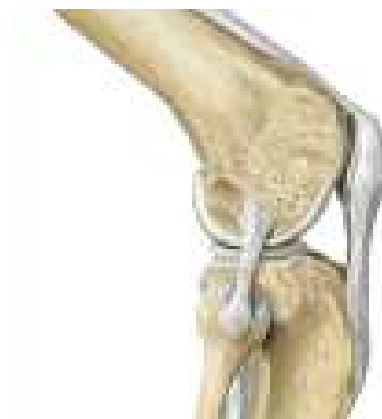
Kuva 2b. Takaristiside

(www.thiemeteachingassistant.com)

Lateraalinen sivuside eli lateraalinen kollateraali ligamentti kulkee reisiluun lateraalista epikondyylista pohjeluun distaaliseen päähän, jossa se sulautuu musculus biceps femoriksen jänteeseen. Lateralisen sivusiteen tärkein tehtävä on kontrolloida polven varus-suuntaista liikettä. Lateralinen sivuside on esitetty kuvassa 3b. Mediaalinen sivuside eli mediaalinen kollateraali ligamentti kulkee reisiluun mediaalisesta epikondylyksesta sääriluun proksimaalisen pään mediaaliselle pinnalle. Mediaalisessa kollateraali ligamentissa on myös säikeitä, jotka ovat yhteydessä mediaaliseen menisktiin. Mediaalisen sivusiteen tärkein tehtävä on kontrolloida polven valgus-suuntaista liikettä. (Standring 2008, 1400.) Mediaalinen sivuside on esitetty kuvassa 3a.



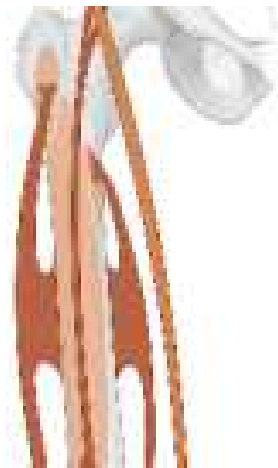
Kuva 3a. Mediaalinen sivuside



Kuva 3b. Lateralinen sivuside

(www.thiemeteachingassistant.com)

Polven kannalta tärkeimpiä lihaksia ovat polvea ojentavat lihakset eli nelipäinen reisi-
 lihas, musculus quadriceps femoris ja polvea koukistavat lihakset eli takareiden lihak-
 set, hamstring-lihakset. Musculus rectus femoris sekä musculus vastus medialis, -
 intermedius ja -lateralis muodostavat nelipäisen reisilihaksen. Rectus femoris kulkee
 iliumin eli suoliluun etupuolella olevasta kyhmystä sekä lonkkanivelen läheisyydestä
 kohti polvea muodostaen paksun ja litteän quadriceps-jänteen, joka kiinnittyy patel-
 laan. Vastus medialis kulkee femurin intertrokanteeriselta linjalta alaspäin liittyen
 myös quadriceps-jänteeseen. Vastus medialiksen alimmat säikeet kulkevat lähes ho-
 rizontaalisesti kiinnittyen patellaan mediaalisesti muodostaen näin vastus medialis ob-
 liquus säikeet, jotka ovat tärkeitä patellofemoraalinivelen toiminnan kannalta. Vastus
 intermedius kulkee femurin varren yläosasta etu- ja sivupuolelta alaspäin muodostaen
 quadriceps-jänteen syvän osan kiinnittyen lateraalisesti patellaan ja tibian lateraaliseen
 nivelnastaan. Vastus lateralis kulkee femurin intertrokanteeriselta linjalta sekä
 trochanter majorin etu- ja alaosista alaspäin liittyen quadriceps-jänteeseen ja kiinnittyy
 patellaan lateraalisesti. Kaikki nelipäiseen reisilihakseen kuuluvat lihakset muodosta-
 vat quadriceps-jänteen, joka kiinnittyy patellan yläpuolelle ja molemmille sivuille. Pa-
 tellan alapuolella jänne jatkuu patellaarijänteenä, joka kiinnittyy tibian yläosassa ole-
 vaan kyhmyyntä. Nelipäisen reisilihaksen päätehtävä on polven ekstensio eli ojennus ja
 sen hermotuksesta vastaa nervus femoralis eli femoralisherho. (Standring 2008,
 1373–1374.) Etureiden lihasten origot ja lihakset on esitetty kuvissa 4a. ja 4b.



Kuva 4a. Etureiden lihasten origot



Kuva 4b. Etureiden lihakset

(www.thiemeteachingassistant.com)

Takareiden lihakset eli hamstring-lihasryhmä muodostuu kolmesta lihaksesta *musculus biceps femoris*, *musculus semimembranosus* ja *musculus semitendinosus*. *Biceps femoris* on kaksipäinen lihas, jonka toinen pää lähtee *tuber ischiistä* eli istuinkyhmystä ja toinen pää femurin takapuolella olevasta harjusta. Yhtenäisenä lihaksena *biceps femoris* muodostaa jänteen, joka kiinnittyy fibulan proksimaaliseen päähän. *Musculus semimembranosus* saa lähtönsä myös *tuber ischiistä* kulkien alaspäin kohti polvea kiinnittyen jänteensä avulla tibian mediaalisen nivelnastan takapuolelle. *Musculus semitendinosus* lähtee *tuber ischiistä* ja kulkee tibian mediaalisen nivelnastan ympäri yli polven sisemmän sivusiteen kiinnittyen tibian mediaalisen pinnan yläosaan ns. *pes anserinus*-alueelle. Takareiden lihasten tärkein tehtävä on polven fleksio eli koukistaminen ja ne saavat hermotuksensa *nervus ischiadicus*elta eli iskiashermolta. (Standring 2008, 1377–1378.) Takareiden lihasten origot ja lihakset on esitetty kuvissa 4c. ja 4d.



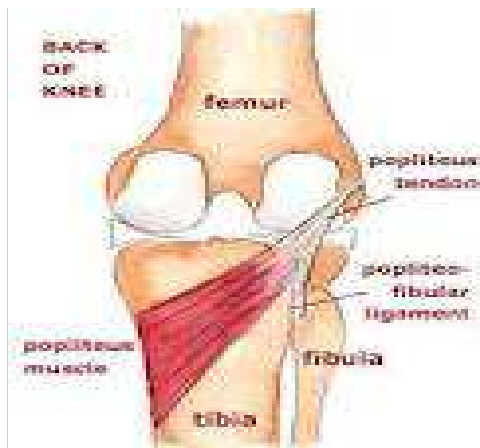
Kuva 4c. Takareiden lihasten origot



Kuva 4d. Takareiden lihakset

(www.thiemeteachingassistant.com)

Musculus popliteus muodostaa fossa poplitean alemman osan pohjan. Se saa alkunsa polven nivelkapselista ja femurin lateraalikondyylin lateraaliselta pinnalta. *Popliteus* on kolmionmuotoinen lihas, joka kiinnittyy soleaalilinjan yläpuolelle tibian posterioriselle pinnalle. *Popliteus* toimii tibian sisärotaattorina eli sisäkiertäjänä suhteessa femuriin tai tibia fiksoituna se toimii femurin ulkorotaattorina eli ulkokiertäjänä suhteessa tibiaan. Lihaksen päätehtävänä on ylläpitää dynaamista stabiiliteettia polven posterolateraaliosassa. *Popliteus*ta hermottaa *nervus tibialis* eli tibialishermo tasoilta L4 – S1. (Standring 2008, 1407 -1408.) *Musculus popliteus* on esitetty kuvassa 4e.



Kuva 4e. Musculus popliteus (www.trespringer.blogspot.com)

3.1.3 Tutkimukseen valittujen lihasten anatomia

Polveen liittyvien lihasten lisäksi tutkimukseen valittiin myös muita alaraajan lihaksia, joilla on vaikutusta ihmisen asentoon ja tasapainoon. Näistä lihaksista mitataan sähköistä aktiivisuutta elektromyografian avulla tasapainomittauksen aikana.

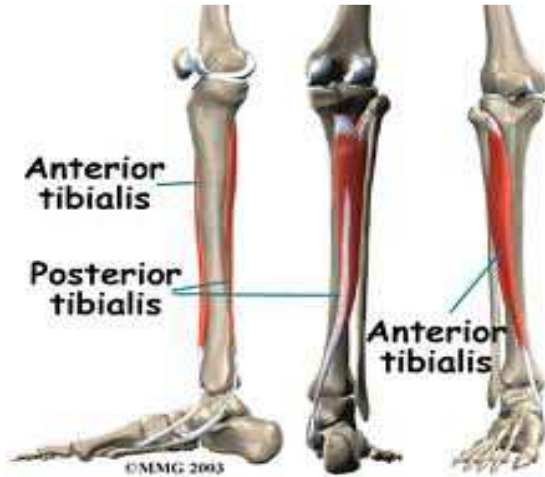
Musculus gluteus medius on laaja ja paksu lihas, joka lähtee iliumin lateraaliselta pinnalta crista iliaca eli suoliluun harjun, posteriorisen ja anteriorisen gluteaalilinjan välistä. Lihas kiinnittyy ohuen jänteen kautta femurin trochanter majorin lateraalisel pinnalle. Gluteus medius toimii lantion kautta lonkan abduktorina eli loitontajana ja sisärotaattorina. Femurin kautta toimiessa gluteus medius tukee lantion asentoa jalan irrotessa alustasta kävelyn ja juoksun aikana. Lihasta hermottaa nervus glutealis superior eli superiorinen gluteaalihermo tasoilta L4 –S1. (Standring 2008, 1369 -1370.)

Musculus gluteus medius on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Musculus gluteus medius (www.thiemeteachingassistant.com)

Musculus tibialis anterior on pinnallinen lihas säären lateraalipuolella. Lihas lähtee tibian lateraalisesta kondyylistä ja lateraaliselta pinnalta kulkien vertikaalisesti alaspäin säärtä pitkin kiinnittyen jalkaterään mediaalisen cuneiforme-luun inferioriselle ja mediaaliselle pinnalle sekä ensimmäisen metatarsaaliluun tyveen. Tibialis anterior toimii nilkan dorsifleksorina eli koukistajana sekä tuottaa jalkaterään inversioliikettä. Lihasta hermottaa nervus peroneus communis eli yhteinen peroneushermo tasoilta L4 –L5. (Standring 2008, 1417.) Musculus tibialis anterior on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Musculus tibialis anterior (www. eorthopod.com)

Musculus soleus on laaja ja ohut lihas musculus gastrocnemiuksen etupuolella. Lihas lähtee fibulan proksimaalisen pään takaa ja fibulan varren proksimaalisesta neljänneksestä. Se sulautuu musculus gastrocnemiukseen muodostaen yhdessä akillesjänteen joka kiinnittyy calcaneukseen eli kantaluuhun posteriorisesti. Soleus toimii nilkan plantaarifleksorina eli ojentajana yhdessä gastrocnemiuksen kanssa, ja lisäksi sillä on asentoa ylläpitävä toiminto seisoma-asennossa. Lihasta hermottaa nervus tibialiksen kaksi haaraa tasoilta S1–S2. (Standring 2008, 1421 -1422.)

Musculus gastrocnemiuksen mediaalinen osa lähtee tibian mediaalisen kondyylin posterioriselta pinnalta adduktoriryhmyn takaa. Se kiinnittyy akillesjänteen kautta calcaneukseen posteriorisesti. Lihas toimii nilkan plantaarifleksorina ja polven fleksorina. Sitä hermottaa nervus tibialis tasoilta S1–S2. (Standring 2008, 1420 -1421.) Musculus soleus ja musculus gastrocnemius on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Musculus soleus ja gastrocnemius (www.crossfitoakland.com)

Musculus peroneus longus on lateraalisen lihasaition pinnallisempi lihas joka lähtee fibulan proksimaalipäästä sekä sen lateraalisesta yläkolmanneksesta. Se kulkee jänneensä kautta lateraalisen malleolin takaa yhdessä musculus peroneus breviksen kanssa kiinnittyen ensimmäisen metatarsaaliluun tyven lateraaliselle pinnalle sekä mediaalisen cuneiformeluun lateraaliselle pinnalle. Lihas toimii nilkan plantaarfleksorina ja tuottaa jalkaan eversiotoliikettä. Lisäksi sillä on stabiloiva vaikutus jalkaterän pitkitäiselle ja poikittaiselle holville. Lihasta hermottaa nervus peroneus superficialis eli pinnallinen peroneushermo tasoilta L5 –S1. (Standring 2008, 1419 -1420.) Musculus peroneus longus on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Musculus peroneus longus (www.hamiltonbackclinic.com)

3.1.4 Hermosto ja verenkierto

Polviniveltä hermottavat nervus obturatoriuksen, nervus femoraliksen, nervus tibialiksen ja nervus peroneus communiksen haarat. Nervus obturatoriuksen, -tibialiksen ja -peroneus communiksen haarat ovat genikulaarisia ja nervus femoraliksen haarat ovat lihasta hermottavia. Nervus femoraliksen hermottamasta musculus vastus medialiksesta tulee haaroja myös polviniveleen. Nervus saphenus eli saphenushermo on nervus femoraliksen suurin ja pisin cutaaninen eli ihoa hermottava haara. Se muodostaa adduktorikanavassa infrapatellaarisen haaran, joka jatkuu peripatellaarisena pleksuksena eli hermopunoksena tensor fascia lataen läpi päätyen hermottamaan ihoa patellan päällä. (Standring 2008, 1409 - 1410.)

Patellan sekä femurin ja tibian kondyyleiden ympärillä on arterioiden eli valtimoiden muodostama anastomoosi. Femurin ja tibian nivelpintojen läheisyydessä kulkee syvä verisuoniverkosto, joka huolehtii luun ja luuytimen, nivelkapselin, synoviaalikalvon ja ristisiteiden verenkierrasta. Arteria femoraliksesta eli femoralisvaltimosta muodostuva arteria poplitea ylittää fossa poplitean ja laskeutuessaan alaspäin poplitean distaalipäähän se muodostaa anteriorisen ja posteriorisen arteria tibialiksen. Superioriset genikulaariset arteriat muodostuvat arteria popliteasta ja ne kulkevat musculus semimembranosuksen ja semitendinosuksen alta, musculus gastrocnemiuksen mediaalisen pään ja musculus adductor magnuksen vierestä. Keskimmäinen genikulaarinen arteria huolehtii polvinivelen synoviaalikalvon ja ristisiteiden verenkierrasta. Inferioriset genikulaariset haarat huolehtivat musculus popliteuksen, polvinivelen ja tibian verenkierrasta. Cutaaniset haarat huolehtivat jalan takaosan ihon verenkierrasta. (Standring 2008, 1408 - 1409.) Polven alueen neurovaskulaarisia rakenteita on esitetty kuvissa 9a. ja 9b.



Kuva 9a. Syvät rakenteet posteriorisesti 9b. Pinnalliset rakenteet posteriorisesti

3.2 Polven biomekaniikka

Polvea voidaan tarkastella biomekaanisesti kinematiikan ja kinetiikan näkökulmasta. Kinematiikka tutkii liikelaajuuksia ja kuvaa kolmella eri tasolla tapahtuvaa liikettä. Liikkeet tapahtuvat sagittaalitasossa, frontaalitasossa ja horisontaalitasossa. Kinetiikka tutkii puolestaan staattisia ja dynaamisia voimia sekä momenteja, jotka vaikuttavat ulkoisesti niveleen. (Nordin & Frankel 1989, 116–122.)

Tibiofemoraalinivelessä suurin liikelaajuus on sagittaalitasossa tapahtuvien polven ojennus- ja koukistusliikkeiden aikana noin 0 - 140 astetta. Horisontaalitasossa tapahtuvien ulko- ja sisärotaation laajuus riippuu polvinivelen kulmasta sagittaalitasolla. Sisärotaatiota on noin 0 - 30 astetta ja ulkorotaatiota noin 0 - 45 astetta. Frontaalitasossa tapahtuvien adduktio- ja abduktioliikkeiden laajuus riippuu myös paljon polvinivelen kulmasta sagittaalitasolla. Adduktio- ja abduktioliikettä on polvessa noin 0-30 astetta. Patellofemoraalinivelessä tarkastellaan patellan liikettä suhteessa femuriin. Nivelessä tapahtuva liike on pääasiassa liukuliikettä. Patella liukuu polven täyden ekstension aikana kraniaalisesti ja täyden fleksion aikana n.7 cm kaudaalisesti. Polven fleksion ollessa alle 90 astetta patellan lateraalinen ja mediaalinen nivelpinta ovat molemmat kontaktissa femurin vastaaviin nivelpintoihin. Polven fleksion kasvaessa yli 90 asteen patella kiertyy ulospäin ja ainoastaan femurin mediaalinen nivelpinta on kontaktissa patellaan. (Nordin & Frankel 1989, 116–122.)

Patellalla on polven biomekaniikan kannalta kaksi tärkeää tehtävää. Patella mahdollistaa polven ekstensioliikkeen ohjaamalla quadriceps-jänteen siirtymän koko liikeradan matkalta. Samalla quadriceps-lihasten vipuvarsi pitenee, jolloin niiden voimantuotto kasvaa. Patellan toinen tärkeä tehtävä on kasvattaa patellaarijänteen ja femurin välistä kontaktipintaa, jolloin femuriin kohdistuvat kompressiovoimat jakaantuvat tasaisesti eikä kuormitus kohdistu pelkästään yhteen kohtaan. (Nordin & Frankel 1989, 128.)

Staattisia voimia ja momenteja tarkastellessa vartalo on joko täysin paikallaan tai liikkuu vakionopeudella. Dynaamisia voimia ja momenteja tarkastellessa vartalo on liikkeessä ja liikkeen aikana tapahtuu kiihdytyksiä sekä jarrutuksia. Tibiofemoraalinivelen staattinen analyysi voi käsittää esimerkiksi portaiden kävelyn aikana tapahtuvaa reaktiivoimien tarkastelua paikallaan pysyvän raajan osalta, kun toista raajaa liikutetaan. Dynaaminen analyysi puolestaan tarkastelee voimia ja momenteja, jotka

vaikuttavat esimerkiksi nivelkulmien muutokseen sekä massan vaikutusta liikkeen aikaansaamiseen. Patellofemoraalinivelessä samoja asioita voidaan tarkastella analysoimalla quadriceps-lihasten voimantuottoa polven nivelkulmien muuttuessa. (Nordin & Frankel 1989, 123–130.)

Polven eturistisiteellä on suuri merkitys polven biomekaniikan kannalta, koska se muuttuu polven fleksio- ja ekstensioliikkeisiin. Eturistisiteen rekonstruktioilla pyritään palauttamaan vaurioituneen eturistisiteen ja sitä kautta polven normaali toiminta. (Woo, Wu, Dede, Vercillo & Noorani 2006, 1 - 9.)

3.2.1 Eturistisiteen biomekaniikka

Eturistiside yhdistää distaalisen femurin ja proksimaalisen tibian toisiinsa ja kontrolloi tibian anteriorista translaatiota femuriin nähden. Rakenteellisesti eturistisiteestä on erotettavissa kaksi säiekimppua, posterolateraalinen ja anteromediaalinen, joilla on hieman toisistaan eroavat funktiot riippuen polven nivelkulmista. Uusimpien tutkimusten mukaan eturistiside ja eritoten posterolateraalinen säiekimppu vastustavat rotaatio-suuntaisia voimia. (Cesar, Martins, Kropf, Shen, van Eck & Fu 2008, 104.)

Eturistisiteen tehtävänä on estää tibian liiallista eteenpäin liukumista suhteessa femuriin (Brukner & Khan 2009, 461). Eturistisiteen anteromediaalinen säiekimppu kiristyy sekä polven fleksiossa että ekstensiossa. Posterolateraalinen säiekimppu kiristyy ainoastaan täydessä ekstensiossa. (Magee 2008, 759.)

3.2.2 Eturistisiteen vammamekanismit

Vammat luokitellaan usein joko contact tai non-contact – vammoiksi. Contact-vamma syntyy selkeässä ja havaittavassa kosketuksessa toiseen ihmiseen oletetulla vammahetkellä. Toisaalta contact-vamma ei aina vaadi kontaktia toiseen ihmiseen tai kanssapelaajaan, vaan kontakti pelialustaan tai palloon voidaan myös laskea tähän vammakategoriaan. Mikäli mitään kontaktia ei ole kanssapelaajaan, pelivälineeseen tai muuhun ulkoiseen tekijään, on kyseessä non-contact-vamma. (Agel, Ardent, Bershadsky 2005, 524–530.)

Tyypillinen ACL-vamma tapahtuu noncontact-tilanteessa, jossa polvi joko kiertyy tai siihen kohdistuu valgussuuntaisia voimia sekä impakti eli suora isku. Noin 70 %

ACL-vammoista on tapahtunut noncontact-tilanteissa, joihin liittyy nopea suunnan muutos tai vauhdin hidastaminen äkillisesti sekä polven lähes täysi ekstensio. Contact-tilanteissa ACL-vammaan liittyy usein valgus-suuntainen liike. (Cesar ym. 2008, 104.)

Naisurheilijoilla on tutkitusti enemmän ACL-vammoja, 2 - 8 kertaisesti verrattuna miesurheilijoihin. Selitysmalleja tähän ilmiöön on haettu anatomisista, hormonaalisista, neuromuskulaarisista ja pelialustaan liittyvistä tekijöistä. Naisilla anatomisia riskitekijöitä ACL-vammalle ovat: tibian interkondylaarisen loven (intercondylar notch) pienempi koko ja erilainen muoto, leveämpi lantio ja suurempi Q-kulma sekä suurempi nivelsiteiden laksiteetti. Hormonaalisiin tekijöihin ei ole löydetty selkeää näyttöä, mutta eturistisiteestä on löydetty estrogeenireseptoreita sekä naisten eturistisiteistä relaxiinireseptoreita. ACL-ruptuuroiden eli repeämien korrelaatiosta kuukautiskiertoon on saatu vaihtelevia tuloksia. Mitä enemmän kitkaa pelialustassa oli, sitä suurempi riski oli saada ACL-vamma. Kuten aiemmin on todettu, eturistisiteen funktio on kontrolloida tibian anteriorista translaatiota femuriin nähden. Naisurheilijoilla lihasvaste tähän translaatioon tapahtuu quadriceps-lihasten aktivaatiolla, kun taas miesurheilijoilla translaatiota vastustaa päinvastaisesti hamstring-lihakset. Näiden lihasryhmien, hamstring- ja quadriceps-lihasten välinen tasapaino ja adekvaatti toiminta estävät liiallista valgiteettia polvessa, mikä on yksi ACL-vammalle altistava tekijä. (Brukner & Khan 2009, 491–492.)

3.2.3 Eturistisiteen rekonstruktio

Polven instabiliteetissa potilas tuntee usein polven pettämistä kiertoliikkeen tai kävelyn aikana. Yleisin syy tähän on polven eturistisiteen repeämä. Eturistisiteen repeämä aiheuttaa polveen anterolateraalisen eli etu-sivuttaissuunnan instabiliteettia. Jos konservatiivinen hoito ei tuota tulosta, joudutaan operatiiviseen hoitoon. Polven eturistisiteen rekonstruktio suoritetaan artroskooppisesti ottamalla jännesiirre patellaarijännteestä tai hamstring-lihasten jännteistä. Rekonstruktion tavoitteena on saada siirre sen anatomiselle paikalle, jolloin polven liikelaajuus säilyy mahdollisimman hyvänä. (Rokkanen, Avikainen, Tervo, Hirvensalo, Kallio, Kankare, Kiviranta & Pätiälä 2003, 419 -427.) Patellaarijännteen siirre on esitetty kuvassa 10. ja hamstring-jännteen siirre kuvassa 10.

Polven eturistisiteen rekonstruktion päällimmäinen tavoite on palauttaa vaurioituneen eturistisiteen toiminta normaalin eturistisiteen tasolle. Polven biomekaniikan tutkimuksissa on esitetty, että rekonstruktion suorittaminen anatomisella kahden ristisidekimpun tekniikalla antaa parhaimman tuloksen. Anteromediaalisen ja posterolateraalisen säiekimpun korjaaminen parantaa leikkauksen onnistumismahdollisuutta. Ainut huolenaihe on ollut se, että miten molempien säiekimppujen kuormitus saadaan tasapuoliseksi. Jos toinen säiekimppu ylikuormittuu, on olemassa riski rekonstruktion epäonnistumiselle. Turvallinen säiekimppujen kiinnitystapa on posterolateraalisen kimpun kiinnittäminen polven ollessa noin 15 asteen fleksiossa. Anteromediaaliseen kimpun kiinnityksessä polvi voi puolestaan olla 15 -45 asteen fleksiossa. Tällä tavoin kumpikaan säiekimppu ei pääse ylikuormittumaan. (Woo ym. 2006, 3-6.) Tässä tutkimuksessa leikkaustapaa ei tulla huomioimaan, koska tutkittavat henkilöt valitaan vapaaehtoisuuden perusteella sisäänottokriteereiden täytyessä.



Kuva 10. Siirre, patellaarijänne

Kuva 11. Siirre, hamstring-jänne

(www.thelifeofadreamer.blogg.se)

3.3 Tasapaino

Tasapaino rakentuu monesta osatekijästä. Yksi tärkeimmistä tekijöistä tasapainon rakentumisen osalta on proprioseptiikka eli liike- ja tasapainoaisti. Proprioseptiikka aistii nivelistä, lihaksista, jänteistä ja muista syvistä kudoksista lähteviä hermoimpulsseja, jotka vievät keskushermostoon tietoa nivelen asennosta, liikkeestä, värinästä sekä paineesta. Alaraajojen vammojen yhteyteen liittyy tasapainon ja proprioseptiikan heikkenemistä, vähentynyttä koordinaatiota ja mahdollista pettämisen tunnetta nivelissä. (Brukner & Khan 2009, 186.)

Tasapainossa on mukana kolme sensorista järjestelmää näkö, vestibulaarinen eli sisäkorvan eteisen järjestelmä ja somatosensorinen eli kehosta tulevien tuntoärsykkeiden järjestelmä. Keskushermosto puolestaan kontrolloi multisegmentaalista järjestelmää sekä raajojen välistä yhteyttä, jotka fasilitoivat tasapainon kontrollia. (Winter 1995, 194.)

Kuntoutumisvaiheessa proprioseptiivinen – ja tasapainoharjoittelu tulisi aloittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Erityisesti urheilijoilla kyseisillä harjoitteilla voidaan palauttaa liikkumisen rajoitteita takaisin normaalin liikkumisen tasolle. Neuromuskulaarinen harjoittelu ei rasita paranemisvaiheessa olevia kudoksia ja se parantaa voima – ja kestävyysharjoittelun vaikuttavuutta. Heti kun henkilö pystyy varaamaan täyspainoisesti alaraajan varaan proprioseptiivinen toiminta alkaa lisääntyä. Yhdellä jalalla seisominen on helppo ja yksinkertainen neuromuskulaarinen alkuvaiheen harjoite kuntoutuksessa. (Bukner & Khan 2009, 186.)

Tutkijat Mohammadi, Salavati, Akhbari, Mazaheri, Khorrami & Negahban (2011) tutkivat staattista ja dynaamista tasapainoa urheilijoilla 8 -10 kuukautta eturistisiteen rekonstruktion jälkeen. Tuloksissa nähtiin huomattavasti enemmän huojuntaa operoidulla jalalla verrattuna terveeseen jalkaan ja verrokkiryhmään. Testien reliabiliteetti on hyvä tutkittaessa suorituskykyä esimerkiksi urheilijoilla eturistisiteen rekonstruktion jälkeen. Lihasten osalta selvitimme kuinka tasapaino rakentuu lonkan, polven ja nilkan lihasten osalta EMG- mittausten avulla.

3.4 Fyysinen suorituskyky

Fyysinen suorituskyky voidaan jakaa karkeasti kolmeen osa-alueeseen maksimaaliseen hapenkäyttökykyyn, lihasvoimaan ja nopeusominaisuuksiin. Henkilön ruumiillisista ja henkistä kykyä jonkin tietyn asian suorittamiseen voidaan kutsua kunnoksi. Urheilusta ja liikunnasta puhuttaessa kunto tarkoittaa suorituskykyä. Eri ammatit ja urheilulajit asettavat vaatimukset fyysiselle suorituskyvylle, joista työntekijän tai urheilijan on selviydyttävä käyttämällä suorituskykyään. Fyysisen suorituskyvyn ominaisuuksia ovat kestävyys, voima, joka voidaan jakaa maksimivoimaan ja nopeusvoimaan, sekä nopeus. (Vuori & Taimela 1995, 54–59.)

Portaalle nousu ja portaalta laskeutuminen edellyttää polviniveleltä suuria liikelaajuuksia sekä paljon lihasvoimaa, jolloin kyseisistä toiminnoista voi tulla hankalia etu-

ristisiteen vammautumisen seurauksena. Tutkijat Rudolph & Snyder-Mackler (2004) tutkivat liikemalleja ja lihasvoimaa yhden portaalle nousun ja portaalta laskeutumisen aikana. Henkilöt, joilla oli eturistisiteen repeämä ja huono polven stabiilitteetti käyttivät eri liikemallia kuin terve verrokkiryhmä tai henkilöt, joilla oli eturistisiteen repeämä ja hyvä polven stabiilitteetti. Henkilöillä, joilla oli eturistisiteen repeämä ja huono polven stabiilitteetti etureiden lihasten aktivaatio oli puutteellista ja musculus vastus lateralisen aktivaatio hidasta. Nämä asiat vaikuttivat polven stabiilitteetin ylläpitämiseen ja sitä kautta suorituskyvyn heikkenemiseen. Tässä tutkimuksessa fyysistä suorituskykyä mitattiin yhden jalan vauhdittomalla pituushyppytestillä.

3.5 Toimintakyky

Käsitteenä fyysinen toimintakyky on laaja. Arja Häkkisen ja Marja Arkela-Kautiaisen artikkelissa sillä tarkoitetaan kykyä liikkua eri elinjärjestelmien, yhteisössä toimimisen ja ihmisen tehtävistä suoriutumisen näkökulmasta (Häkkinen & Arkela-Kautiainen 2007). Esimerkiksi nivelliikkuvuus, aistitoiminnot ja ulkona liikkumisesta suoriutuminen ovat tarkastelun alla. Toimintakyky on päivittäisessä elämässä mukana ja sitä voidaan mitata yksinkertaisesti elämänlaatuna. Tuki- ja liikuntaelinsairauksien osalta toimintakyvyn mittaamiseen ja määrittämiseen on olemassa lomaketutkimusmenetelmiä ja testejä. Testeillä voidaan mitata henkilön fyysistä ja psyykkistä toimintakykyä esimerkiksi suorituskykytestien ja haittaindeksien avulla. Toimintakyvyn määrittämisen kannalta tärkeimpiä osa-alueita ovat kliininen tutkiminen ja subjektiivinen kokemus (Matikainen, Aro, Huunan-Seppälä, Kivekäs, Kujala & Tola 2004, 80–84.) Polvinivel on kantava nivel alaraajan osalta ja näin ollen sen merkitys henkilön toimintakyvyn kannalta on erittäin suuri. Polveen kohdistuu suuret ulkoiset ja sisäiset voimat, jotka puolestaan lisäävät vammaariskia. Tutkimuksessa kartoitettiin henkilöiden koettua toimintakykyä Lysholmin polvi-indeksin avulla, jolla henkilö arvioi polven toiminnan aiheuttamaa haittaindeksiä.

4 TUTKIMUSMENETELMÄ JA OTANTA

Tutkimusmenetelmänä työssä käytimme kvantitatiivista kokeellista tutkimusta ja lisäksi koettua toimintakykyä mitattiin pisteytyslomakkeen avulla. Yksityisille lääkäriasemille ja fysioterapiayrityksille lähetettiin saatekirje (liite 5), jossa esiteltiin tutkimuksen tausta ja tarkoitus sekä aikataulu tutkimuksen toteuttamiseen. Saatekirjeen avulla kerättiin tutkimukseen sopivia henkilöitä Kymenlaakson ja Helsingin alueelta.

Tutkittaville henkilöille oli suoritettu polven eturistisiteen rekonstruktio vuoden 2011 aikana. Tutkimus suoritettiin keväällä 2012 helmi-maaliskuun aikana. Tutkimuksissa toteutettiin yksi mittaus erikseen ilmoitettuna ajankohtana. Mittaukset suorittivat naprapaatiopiskelijat Ossi Häkkinen ja Tia Nuutinen sekä Tapani Pöyhönen ft, TtT, Liikuntafysiologi. Mittausten suorituspaikkoina toimivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun terveystalon toimipiste Kotkassa sekä Orto-Lääkärit Lääkäriasema Oy:n fysioterapiayksikön toimitilat Helsingissä.

4.1 Kokeellinen tutkimus

Kokeellisessa tutkimuksessa tutkittava näyte valitaan jostakin tietystä populaatiosta, tarkastellaan muuttujissa tapahtuvia muutoksia sekä mitataan muutokset numeerisesti (Hirsjärvi ym. 1998, 130). Yksi kokeellisen tutkimuksen oleellisimmista asioista on pyrkimys mitata vain tutkittujen muuttujien vaikutusta vakioimalla kaikki muut tekijät (Heikkilä 1999, 20).

Kokeellisissa tutkimuksissa yksi olennainen tekijä on kokeellinen asetelma. Asetelma tarkoittaa, että kaikki kokeeseen ja sen johtopäätöksiin vaikuttavat tekijät pyritään vakioimaan. (Metsämuuronen 2005, 9 -10.)

Kokeellisessa tutkimuksessa yhtenä validiteetin uhkana voi olla mittarin muuttuminen mittaustilanteessa. Mittarin muuttumiseen kuuluvat mittavälineen kalibroinnin muuttuminen, havainnoijien pisteytyskeeman muuttuminen tai mittarin muuttuminen toiseksi. (Metsämuuronen 2005, 13.)

Tässä tutkimuksessa mitattiin useamman muuttujan vaikutusta toisiinsa, mutta kuitenkin niin että kerralla mittauksen kohteena oli vain yksi muuttuja suhteessa toiseen. Muuttujien vaikutusta toisiinsa mitattiin erilaisten koejärjestelyiden avulla. Kokeellisen tutkimuksen asetteluiden avulla tutkimme polven eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeistä tasapainoa, alaraajan lihastoimintamalleja ja fyysistä suorituskykyä. Edellä mainitut käsitteet toimivat muuttujina, joiden vaikutusta toisiinsa tutkittiin. Koettua toimintakykyä mittasimme subjektiivisesti polvinivelen toimintaa kartoittavalla Lysholmin polvi-indeksillä (liitteet 9 ja 10), joka oli lomakkeen muodossa. Lysholmin polvi-indeksi on yleisesti tieteellisissä tutkimuksissa käytetty pisteytysmenetelmä, joka kuvaa polven toiminnallista tilaa. Lysholmin polvi-indeksin avulla henkilö pisteyttää polven toiminnan kannalta oleellisia asioita kuten instabiliteettia, turvotusta, kipua,

reisilihasten atrofiaa sekä toiminnallisesti arvioiden portaiden kävelyä, polven pettämistä, kyykkyyn menemistä ja ontumista. Muut tekijät kuin muuttujien vaikutus pyrittiin vakioimaan mahdollisimman huolellisesti. Tässä tutkimuksessa vakiointi tarkoitti testitilanteen valmistelun ja testien suorittamisen vakiointia. Valmisteluvaiheessa sama henkilö suoritti aina elektrodien kiinnittämisen tutkittavan henkilön iholle, jolloin niiden paikka oli jokaisella tutkittavalla mahdollisimman sama. Testien suorittaminen vakioitiin siten, että sama henkilö suoritti aina kyseessä olevan testin ohjeistuksen sekä käytti mittauslaitteita. Mittaustilanteen ohjeistusta ja etenemistä varten tutkijat suunnittelivat etukäteen konseptille tarkat ohjeet tutkittavan henkilön informaatiosta mittaustilanteessa. Vakiointia pyrittiin parantamaan suorittamalla harjoitusmittaus ennen varsinaisia mittauksia, jolloin mahdollisiin häiriötekijöihin voitiin kiinnittää huomiota ja ne voitiin korjata.

4.2 Kohderyhmä ja otanta

Tutkimuksen kohteena oleva joukko, josta tietoja halutaan saada muodostaa tutkimuksen perusjoukon. Kohderyhmänä olivat polven eturistisiteen rekonstruktiossa käyneet henkilöt Kymenlaakson ja Helsingin alueelta. Tutkittavia haettiin etukäteen määritetyiltä yksityisiltä lääkäriasemilta ja fysioterapiayrityksistä. Tavoitteena oli saada 10 - 15 henkilön otos, mutta lopulta tutkimuksen otoskoko oli 7 henkilöä. Lisäksi mukana oli 5 henkilön verrokkiryhmä. Otos on tavallaan perusjoukko pienemmässä koossa ja se pyritään valitsemaan mahdollisimman edustavasti. Yksi olennainen tekijä otanta-tutkimuksessa on se, että otokseen tulevat yksiköt määräytyvät sattumanvaraisesti. Yksinkertainen satunnaisotanta sopii hyvin menetelmäksi, koska perusjoukko on homogeeninen eli tutkittavissa ominaisuuksissa ei ole paljon vaihtelua. (Heikkilä 2005, 33 -46.) Tässä tutkimuksessa se tarkoitti sitä, että kaikki tutkittavat henkilöt olivat käyneet polven eturistisiteen rekonstruktiossa. Toki etukäteen ei voitu tietää tutkittavien ominaisuuksien tarkkoja eroja, mutta hypoteesi eroista oli olemassa.

Tässä työssä käytimme otantamenetelmänä yksinkertaista satunnaisotantaa, jossa jokaisella perusjoukon jäsenellä oli yhtä suuri mahdollisuus tulla valituksi. Otoksoon ollessa vain 7 henkilöä ja koska kyseessä oli kokeellinen tutkimus, osallistumisprosentti oli lopulta 100 %. Karkeat erot tutkittavien saadaan selvitettyä pienellä otoksella, mutta yksityiskohtaisiin tuloksiin ei päästä (Heikkilä 2005, 42).

4.3 Kokeellisen tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti

Validiteetti tarkoittaa, että tutkimuksen tulee mitata asioita, joita on ollut alun perin tarkoitus selvittää. Tutkimuksen validius on varmistettava etukäteen huolellisella suunnittelulla ja tarkoin harkitulla tiedonkeruulla. (Heikkilä 1999, 28.) Validiteetin uhkia kokeellisessa tutkimuksessa pyritään kontrolloimaan koeasetelmalla ja analyysimenetelmillä, koska päätavoite tutkimuksessa on tulosten luotettavuus (Metsämuuronen 2005, 12).

Metsämuurosen (2006) mukaan tutkimuksen validiteetti voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen validiteettiin. Ulkoinen validiteetti tarkoittaa sitä, onko tutkimus yleistettävissä johonkin ryhmään. Ulkoisen validiteetin varmistamiseksi täytyy olla hyvä tutkimusasetelma, jossa luotettavuuden uhat on pyritty minimoimaan. Sisäinen validiteetti tarkoittaa kyseisen tutkimuksen omaa luotettavuutta. Sisäisen validiteetin varmistamiseksi tutkimuksessa tulee olla oikeita käsitteitä, oikein valittu teoria ja oikein muodostettu mittari. Lisäksi tulee pohtia onko valittu mittari luotettava juuri kyseisten muuttujien mittaamiseen ja mitkä tekijät mahdollisesti voivat vaikuttaa luotettavuuteen mitaustilanteessa.

Tässä tutkimuksessa tutkimusongelmat mietittiin tarkasti, jotta niiden avulla voitiin selvittää haluttuja ja oleellisia asioita niille sopivilla mittareilla. Mittausten valmistelu ja suunnittelu tehtiin huolella, jotta välttyttiin mahdollisilta virheiltä varsinaisessa mitaustilanteessa. Tämä seikka huomioiden tutkijat suorittivat koemittauksen ennen varsinaisia mittauksia. Tutkimusasetelmat pyrittiin toteuttamaan siten, että ne tukivat mahdollisimman hyvin asetettuja tutkimusongelmia.

Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen tulosten tarkkuutta. Tulokset eivät saa olla sattumanvaraisia eikä otos saa olla vino, vaan sen tulisi edustaa koko tutkittavaa perusjoukkoa. Saman tilastoyksikön mittaamisella useampaan kertaan, tulosten ollessa samat, voidaan puhua tutkimuksen sisäisestä reliabiliteetista. Ulkoinen reliabiliteetti puolestaan tarkoittaa mittausten toistettavuutta muissa tutkimuksissa ja tilanteissa. (Heikkilä 1999, 29, 179.)

Tässä tutkimuksessa reliabiliteetti huomioitiin suorittamalla mittaukset jo ennestään kansallisesti ja kansainvälisesti paljon käytetyillä mittareilla. Mittauksia valmisteltiin koemittauksella sekä tutkijoiden huolellisella perehtymisellä mittalaitteisiin. Tutkitta-

vien henkilöiden informaatio mittaustilanteessa suoritettiin aina saman kaavan mukaan ja mittalaitteita käytti aina sama tutkija.

4.4 Eettiset tekijät kokeellisessa tutkimuksessa

4.4.1 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettiset ohjeet

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) erityisvastuualueella toimii neljä alueellista eettistä toimikuntaa: Medisiininen, Operatiivinen, Naisten, lasten ja psykiatrian eettinen toimikunta sekä Koordinoiva eettinen toimikunta.

Tutkimuslain tarkoittaman lääketieteellisen tutkimuksen ehdottomana edellytyksenä on eettisen toimikunnan antama puoltava lausunto. Sen vuoksi eettiset toimikunnat antavat lausuntoja lääketieteellisistä tutkimuksista. Tähän tutkimukseen haettiin puoltavaa lausuntoa Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin operatiiviselta eettiseltä toimikunnalta. Puoltava lausunto saatiin keväällä 2011 ja se on liitteenä tutkimuksen liiteluettelossa (liite 12).

Lääketieteellisellä tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa puututaan ihmisen, alkion tai sikiön koskemattomuuteen ja jonka tarkoituksena on saada tietoa terveydestä, sairauksien syistä tai tautien olemuksesta. Fyysiseen koskemattomuuteen puuttumista on muun muassa verinäytteiden ja biopsioiden otto sekä fyysistä rasitusta sisältävät tutkimukset. Tässä tutkimuksessa tutkittavan henkilön fyysistä koskemattomuutta rikotaan yhden jalan vauhdittoman pituushypyn osalta, joka vaatii fyysistä rasitusta. (<http://www.hus.fi/default.asp?path=1,28,2530,15595,2540>.)

4.4.2 Tutkimustilanteen etiikka ja tutkittavan intymiteettisuojaan turvaaminen.

Inhimillisyyteen kuuluu haavoittuvuus, niin henkinen kuin ruumiillinenkin haavoittuvuus. Käsitteellisesti ihmisen haavoittuvuus on keskeistä etiikalle ja se pitää sisällään seuraavat aspektit; ihmistä on helppo haavoittaa, vahingoittaa tai loukata; ihminen on suojaamaton ja suojaaton loukkauksilta ja hyökkäyksiltä; ihminen on herkkä ja vastaanottavainen sekä se, että ihminen on arka. Hoitotyössä hoitajan oma haavoittuvuus auttaa häntä ymmärtämään hoidettavaansa. Hyvälle hoitosuhteelle ominainen aitous ja avoimuus tarkoittavat sitä, että hoitaja on yhteydessä omiin tunteisiinsa. (Sarvimäki & Stenbock-Hult 2009, 14–16.)

Tutkittavien intymiteettisuoja pyrittiin pitämään mahdollisimman koskemattomana. Ennen tutkimusta tutkittavat ohjeistettiin ottamaan mukaansa kevyeen urheilusuoritukseen soveltuvat vaatteet, minkä lisäksi Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tiloista osoitettiin erillinen tila vaatteiden vaihtoon. Näin tutkittavien ei tarvinnut suorittaa vaatteiden vaihtoa tutkijoiden läsnä ollessa. Kuten Aavarinteen, Rosqvist E. ja Rosqvist J. teoksessa Potilaan yksityisyys ja sen säätelykeinot sairaalassa todetaan yksityisyydellä tarkoitettavan vapautta säädellä omia ääni- ja näkösuojia, henkilökohtaista aluetta ja omanarvontunnon ylläpitämistä. Kontrollin mahdollistaminen on yksi keskeinen käsite yksityisyyden määrittelyssä.

Ennen elektrodien asettelua suoritettiin valmistavat toimenpiteet; ihokarvojen poisto, ihon pinnan käsittely hiomapaperilla sekä desinfiointi etanolilla ja ne selostettiin tutkittavalle vaihe vaiheelta, samoin kuin elektrodien asettelu ja yleinen toimintaperiaate.

Tutkittava antoi tilaan tullessaan allekirjoitetun suostumuslomakkeensa (liite 7) tutkijoille, jossa oli mainittu mahdollisuudesta keskeyttää tutkimus missä tahansa vaiheessa ilman erinäistä syytä – tämä kerrottiin vielä itse mittaustilanteessa ja samalla varmistettiin tutkittavan ymmärrys siitä, mihin hän oli suostunut.

5 TUTKIMUKSESSA KÄYTETTÄVÄT MITTARIT JA MITTAUS

5.1 Mittarien esittely

Tasapainomittaukset suoritettiin Metitur Good Balance – tasapainon mittauslaitteella siten, että verrattiin kahdella jalalla seisomista yhdellä jalalla seisomiseen, silmät auki seisten kahdella jalalla verrattuna silmät kiinni seisten kahdella jalalla sekä tasainen alusta verrattuna pehmeään vaahtomuovialustaan. Staattisessa tasapainossa mitattiin mittauksen aikana tapahtuvaa huojuntaa sekä vauhtimomenttia tasapainolevyllä.

Lihastoimintamalleja tutkittiin MegaWin-ohjelmalla, joka on suunniteltu erityisesti sähköisen lihasaktiivisuuden määrittämiseen elektromyografian avulla. Tutkimuksessa käsiteltiin alaraajan osalta lonkan seudulta gluteaali- ja lonkan ulkorotaattorilihasryhmiä, reiden alueelta etu- ja takareiden lihaksia sekä nilkan seudun lihaksia ja tutkittiin kuinka paljon tasapainosta haettiin näitä lihasryhmiä käyttäen, saatua tietoa operoidusta jalasta verrattiin terveeseen jalkaan ja terveeseen verrokkiin. Tällä voi olla

kuntoutuksen kannalta merkityksestä tietoa, mikäli EMG paljastaa esimerkiksi tietyn kaavan ACL-rekonstruktiopotilaiden lihasaktivaatioissa ja –toimintamalleissa.

Fyysistä suorituskykyä tutkittiin yhden jalan vauhdittomalla pituushypyillä ja saatua tietoa operoidusta jalasta verrattiin terveeseen jalkaan ja verrokkiin. Yhden jalan vauhditon pituushyppy kertoo alaraajan lihasvoimasta ja potilaan kyvystä luottaa leikkattuun polveensa.

Potilaan koettu toimintakyky oli subjektiivinen mittausta ja se suoritettiin Lysholmin polvi-indeksin avulla, joka on suunniteltu kartoittamaan polven toiminnallista tilaa. Potilaan itse kokema toimintakyky verrattiin objektiivisiin mittaustesteihin ja haettiin mahdollisia yhtäläisyyksiä toimintakyvyn, tasapainon, lihastoimintamallien sekä fyysisen suorituskyvyn kanssa.

5.1.1 Metitur Good Balance- tasapainolevy

Metitur Good Balance –tasapainolevystä käytimme GB300/GB200 versiota. Good Balance –järjestelmään kuuluu tasasivuisen kolmion muotoinen voimalevy, virtalähde sekä tietokone. Järjestelmän tietokoneohjelmisto toimii Microsoft Windows käyttöjärjestelmässä. Metitur Good Balance -tasapainolevy toimii verkkovirralla (110 -240 V).

Tasapainon mittaus perustuu voimalevyyn kohdistuvien vertikaalisuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin, joita mitataan kolmionmuotoisen voimalevyn kärjissä olevilla antureilla. Anturit ovat vastus-venymäliuska-tyyppisiä ja niiden toiminnan perusta on alumiinisen rakenteet pienet muutokset mittauksen rekisteröinnin aikana. Anturit havaitsevat hyvinkin pieniä voimatason ja siten myös asennon muutoksia, mutta ne kestävät myös melko suuria kuormituksia.

Voimalevy on siis tasasivuisen kolmion muotoinen, jonka yhden sivun pituus on 800 mm ja levyn korkeus on 100 mm. Voimalevyn sivuille on rakennettu kaiteet tuomaan lisäturvaa sitä tarvitseville henkilöille, jotka pelkäävät horjahtamista tai levyiltä tipahdamista, minkä lisäksi ne myös helpottavat levyllä nousua.

Koska Good Balance havaitsee pienimmätkin voimanmuutokset voimalevyllä, tulee olosuhteiden olla vapaat mahdollisista häiriötekijöistä. Mittauspaikan tulee olla rau-

hallinen ja meluton eikä huoneessa tule olla ylimääräisiä henkilöitä. Valaistuksen tulee olla riittävä, muttei häikäisevä ja ympäristössä on hyvä olla selvästi erottuvia kontrasteja ja jokin kiintopiste, mikäli mittaukset suoritetaan silmät auki. Tilan lämpötilan tulee olla optimaalinen – liian kylmä tai kuuma lämpötila voi aiheuttaa tutkittavalle ylimääräistä motorista aktiivisuutta. (Metitur Good Balance, Käyttäjän opas GB300/GB200 versio 3.14, 4.)

Tutkittavan asento ja sen vakaus riippuvat oleellisesti siitä, kuinka asento säilyy rekisteröinnin aikana. Yksi olennaisimpia seikkoja on tutkittavan käytettävissä oleva tukipinta ja sen ala. Voimalevyyden ei ole merkitty kiinteitä pisteitä tutkittavan jaloille, sillä jalkojen asento ja etäisyys toisistaan varioi ihmisillä antropometrisistä syistä johtuen hyvinkin paljon. Tutkittavan henkilön jalkojen asento tasapainolevyllä seistessä on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Jalkojen asento tasapainolevyllä seistessä vaahtomuovialustalla

Kehon painon tulee jakaantua tasan molemmille jaloille, jotta saadaan luotettavaa tietoa asennon vakaudesta. Yläraajojen asento tulee vakioida, esimerkiksi pitämällä käsiä joko luonnollisessa asennossa vartalon vierellä taikka lanteilla. Näin mittausasennon muutos ei vaikuta mittausten tai mitattavien välillä tuloksiin.

Vakioinnin myötä mittaukset tulisi suorittaa joko samat jalkineet jalassa tai vaihtoehtoisesti sukkasillaan tai paljain jaloin. Jalkineet voivat edesauttaa tai haitata asennon vakaata ylläpitoa ja tämän vuoksi paljain jaloin suoritettu mittaus antaa luonnollisimman mittaustuloksen.

Tutkittavalle tulee antaa selkeät ohjeet siitä, kuinka mittaus suoritetaan ja minkä takia. Tutkittava tulee myös saada motivoitua mittaukseen mahdollisimman hyvin, mittaajan tulee luoda tilanteesta kannustava, rauhallinen ja turvallinen. (Metitur Good Balance, käyttäjän opas GB300/GB200 versio 3.14, 7 - 10.)

Metitur Good Balance-tasapainolevyllä voidaan mitata vauhtimomenttia, joka laskeaan painekeskipisteen radasta. Sen arvoon vaikuttavia tekijöitä ovat mittauksen aikainen painekeskipisteen liikkeen nopeus ja etäisyys suorituksen keskipisteestä. Vauhtimomentin yksikkönä toimii mm^2/s eli neliömillimetrejä sekunnissa. Sivuttaissuunnan – ja eteen-taakse – suunnan huojuntaa voidaan tarkastella painekeskipisteen kulkeman kokonaismatkan avulla, jolloin yksikkönä toimii mm eli millimetri. (Metitur Good Balance, käyttäjän opas GB300/GB 200 versio 3.14, 26 - 28.) Tässä tutkimuksessa mitattiin tasapainon osalta edellä mainittuja muuttujia.

5.1.2 Elektromyografia (EMG)

Elimistön toiminta muodostaa sähköisiä signaaleja, joita voidaan tulkita eri laitteistoin ja mekanismein. Näitä signaaleja kutsutaan biosignaaleiksi ja ne voivat olla sähköisiä, kemiallisia, akustisia, mekaanisia tai magneettisia. Lihaksiston sähköisiä biosignaaleja tulkitaan elektromyografian (EMG) avulla.

EMG-mittauksessa elektrodit kiinnitetään ihon pinnalle, kunhan tutkimusalue on ensin puhdistettu ja desinfioitu huolella sekä ihoa on karhennettu esimerkiksi santapaperin avulla, jotta ihon impedanssia, eli vastusta saadaan vähennettyä noin 5 – 10 kilo-ohmiin. Elektrodien ja ihon välillä on hyvä käyttää elektrodigeeliä tai -tahnaa johtumiskyvyn parantamiseksi. Tutkimus on noninvasiivinen eli kajoamaton, sillä elektrodit kiinnitetään ihon pinnalle.

Mittaamisessa tulee huomioida myös mahdolliset häiriötekijät, jotka voivat olla niin sisäisiä kuin ulkoisiakin. Esimerkiksi taustakohina on tavallisin virheen aiheuttava tekijä EMG-mittauksessa. (Niemenlehto 2004, 28 – 33.)

Tutkijat Kellis & Katis (2008) tutkivat elektromyografian avulla musculus semitendinosuksen ja –biceps femoriksen voimantuottoa lihaksen isometrisen kontraktion aikana. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää EMG-mittauksen reliabiliteettia toistettavuuden osalta. Mittaus suoritettiin kolme kertaa, joista ensimmäinen oli tutustumiskerta suoritukseen ja laitteistoon. Tulokset osoittivat reliabiliteetin vaihtelevan kohtuullisen ja korkean tason välillä mitattaessa EMG-signaaleja isometrisen kontraktion aikana kyseisistä lihaksista.

Tutkijat Knoll, Kiss & Kocsis (2004) tutkivat kävelyn adaptaatioita elektromyografian avulla henkilöillä, joilla oli polven eturistisiteen vamma. Mittaukset suoritettiin ennen acl-rekonstruktiota sekä 6 viikkoa ja 4, 8 sekä 12 kuukautta sen jälkeen. EMG-signaaleja mitattiin musculus vastus medialiksesta- sekä lateraliksesta, musculus biceps femoriksesta ja- adductor longuksesta. Akuutin ACL-vamman jälkeen kävelyn aikana polvessa tapahtui ekstensioliikkeen lisääntymistä tukivaiheen aikana ja fleksion rajoittumista heilahdusvaiheen aikana. EMG-signaaleista katsottuna etureiden lihasten aktiivisuus väheni, adductor longus-lihaksen aktiivisuus väheni ja takareiden lihasten aktiivisuus nousi. Kroonistuneen ACL-vamman jälkeen polven liikkeissä ja EMG-signaaleissa ei ollut huomattavia eroja verrattuna kontrolliryhmään. Polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeen huomattavia eroja verrattuna kontrolliryhmään huomattiin 6 viikkoa leikkauksen jälkeen. 4 kuukautta leikkauksen jälkeen huomattavia eroja ei löytynyt ja polven kontrolli oli suhteellisen hyvä. 8 kuukautta leikkauksen jälkeen lihasten aktiivisuus oli palautunut normaalille tasolle. Tuloksista voidaan päätellä, että acl-vammat ja acl:n rekonstruktio muuttavat kävelyn normaalia mallia tai kaavaa.

Tässä tutkimuksessa elektromyografia-mittaukset (EMG) suoritettiin Megawin-ohjelmistoa käyttäen yhdistettynä ME6000-laitteeseen. Näytteenottotaajuus (sampling frequency) EMG-mittauksissa oli 1000 hZ ja analyysimuotona raaka staattinen EMG (raw static EMG). Mittaustuloksista laskettiin ohjelman avulla RMS-keskiarvot (RMS-average) ja niistä saaduista perustuloksista (basic results) laskettiin keskiarvo (average level) ja keskihajonta (standard deviation) jokaisen lihaksen sähköiselle aktiivisuudelle. Mittayksikkönä toimi uV-yksikkö eli mikrovoltti. Mittauksen kesto oli 30 sekuntia, josta poimittiin tuloksiin aikaikkuna (AOI, area of interest) 5 - 28 sekuntia. (Mega Electronics Ltd 2008, 81,109,115,134.)

5.1.3 Yhden jalan vauhditon pituushyppy

Yhden jalan hyppytestejä käytetään yleisesti polven eturistisiteen vamman tai rekonstruktion jälkeen toimintakyvyn arviointiin. Yhden jalan hyppytestien perusteella voidaan myös arvioida eturistisiteen instabiliteettia tulevaisuudessa. (Gustavsson, Neeter, Thomee, Silbernagel, Augustsson, Thomee & Karlsson 2006, 779.)

Yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä testataan jalan voimaa ja sitä kuinka potilas luottaa jalkaan. Testi korreloi positiivisesti lihasvoiman kanssa. Testin suoritus tapahtuu kädet lanteilla, jolloin käsien asento voidaan vakioida. Hypätään yhdellä jalalla mahdollisimman pitkälle ja laskeudutaan samalla jalalla alas. Testi suoritetaan samalla jalalla kahdesta kolmeen kertaan. (Zouita Ben Moussa, Zouita, Dziri & Ben Salah 2009, 477.)

Tutkijat Zouita Ben Moussa ym. testasivat yhden jalan vauhditonta pituushyppyä kaksi vuotta polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeen. Tuloksissa näkyi eroa terveen jalan hyväksi, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkittävä. Tutkimuksen mukaan 24 kuukautta rekonstruktion jälkeen polvi on tämän testin osalta toiminnallisesti normaalilla tasolla.

Vuonna 2007 tutkijat Van Der Harst, Gokeler ja Hof tutkivat polvinivelen kinematiikkaa ja kinetiikkaa yhden jalan pituushypyn laskeutumisvaiheessa. Vertailussa olivat dominoiva ja ei-dominoiva jalka. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää onko terve jalka riittävä referenssi verrattuna leikattuun jalkaan. Laskeutumisvaihetta haluttiin tutkia sen perusteella, että se kuormittaa polvea eniten. Yhden jalan pituushyppy suoritettiin kädet selän takana ja hypystä laskeutuminen tapahtui voimalevyn päälle, jossa asennon piti säilyä vähintään yksi sekunti. Tulokset osoittivat, että hypyn pituus oli selvästi pidempi dominoivalla jalalla. Toinen huomattava ero oli lonkan ekstensiokulmissa hypystä laskeutumisen jälkeen. Lonkan ekstensiokulma oli huomattavasti pienempi dominoivan jalan puolella. Tuloksissa päädyttiin siihen, että terve jalka on riittävä referenssi tutkittaessa eroja rekonstruktion jälkeen.

Tässä tutkimuksessa tutkittavat henkilöt suorittivat yhden jalan vauhdittoman pituushypyn siten, että ensin hypättiin leikkaamattomalla jalalla, josta saatiin viitearvo. Tähän viitearvoon verrattiin operoidulla jalalla suoritettua hyppyä, jolloin nähtiin oliko jalkojen välillä eroa suorituskyvyn välillä. Toisena viitearvona toimivat verrokkien

hyppytulokset. Hypoteesina oli, että suoritus on heikompi leikatulla jalalla kuin leikkaamattomalla jalalla ja terveellä verrokilla. Yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä mittayksikkönä toimi cm eli senttimetri. Mitä enemmän senttimetrejä hypyn pituuteen tuli, sitä parempi oli tulos.

5.1.4 Lysholmin polvi-indeksi

Polven vammautumisen jälkeen sen rakenteellista tilaa voidaan arvioida artroskooppisesti tai magneettikuvauksen (MRI) avulla. Polvipotilas voi kokea toiminnallista haittaa ja polvesta johtuvia jokapäiväisessä elämässä erilaisten aktiviteettien aikana. Toimintakyvyn arvioinnissa pisteytyskaavake on yksi osa tutkimista. Kaavakkeella täytyy olla hyvä validiteetti, reliabiliteetti ja vastauskyky ennen sen käyttämistä. Jack Lysholm ja Yelverton Tegner kehittivät vuonna 1985 kaavakkeen, jolla voidaan arvioida subjektiivisesti polven toimintaa. Nykymuodossaan kaavakkeella voidaan arvioida polven kipua ja instabiliteettia kahdeksan eri kohdan avulla, yhteensä sadan pisteen verran. Kaavakkeen tarkoitus on arvioida muutoksia henkilön aktiviteettitasossa eri ajankohtina. Kaavakkeen avulla tarkastellaan myös polven toimintakykyä suhteessa aktiviteettitasoon. Potilaat, jotka ovat saavuttaneet korkean aktiviteettitason ja saavat korkeat pisteet kaavakkeesta omaavat oletetusti paremman toimintakyvyn verrattuna niihin, jotka ovat huonosti kuntoutuneita. Briggs ym. totesivat vuonna 2006 polven meniskivammoja käsittelevässä tutkimuksessaan, että Lysholmin ja Tegnerin kaavakkeella oli hyvä reliabiliteetti toistettavuudessa, validiteetti kriteereissä, validiteetti käsitteissä sekä hyvä vastauskyky muutoksille. (Lysholm & Tegner 2007, 445 -450.) Tässä tutkimuksessa korkea pistemäärä Lysholmin polvi-indeksissä osoitti parempaa toimintakykyä polven osalta kuin matala pistemäärä. Pistemäärästä etsittiin mahdollisia korrelaatioita yhden jalan vauhdittoman pituushypyn tuloksiin.

5.2 Mittausten suunnittelu

Mittauksia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon mahdolliset mittaukseen liittyvät uhat. Mahdolliset mittarin muuttumiset, joihin kuuluvat mittavälineen kalibroinnin muuttuminen, pisteytyskeeman muuttuminen, haastattelijan muuttuminen huolettomaksi tai mittarin muuttuminen ylipäänsä, tulisi saada mahdollisimman vähäiseksi. (Metsämuuronen 2005, 13 -14.) Kvantitatiivinen mittari tai testimittari koostuu useammasta osiosta. Yksi testi on osa laajempaa testistöä ja myös yksittäinen osio voi toimia mittarina. (Metsämuuronen 2006, 109.)

Tässä tutkimuksessa mittarien muuttumista kontrolloitiin siten, että mittalaitteet kalibroitiin ennen jokaista mittausta, kyselylomake oli standardisoitu ja kansainvälisesti käytetty, mittauksen eri vaiheet suorittivat aina samat tutkijat sekä tutkittavan henkilön ohjeistaminen mittaustilanteessa tapahtui aina saman kaavan mukaan erillisen ohjepaperin avulla. Mittaustilanteen mahdolliset häiriötekijät huomioitiin ja suljettiin pois koemittauksen aikana ja sen jälkeen.

Mittaustilanne suunniteltiin siten, että kaikki mahdolliset häiriötekijät minimoitiin ja mittauspaikalla ei ollut muita kuin tutkijat ja tutkittava henkilö. Mittausjärjestys oli suunniteltu etukäteen siten, että eri mittaustilanteilla oli mahdollisimman vähän vaikutusta toisiinsa. Näin ollen tasapainotesti suoritettiin ennen yhden jalan vauhditonta pituushyppytestiä, jolloin vältettiin fyysisen rasituksen vaikutusta tasapainotestiin. Ennen varsinaisia testejä suoritettiin toimintakykyä arvioiva testi lomakkeen muodossa.

Ennen verrokkimittauksia ja varsinaisia mittauksia suoritimme yhden koemittauksen, jossa varmistettiin laitteiden toimivuus ja mittausprotokollan sujuvuus sekä järjestys. Koemittauksessa kävimme ohjaajan opastuksella läpi Metitur good balance-ohjelman ja Megawin-ohjelman käytön sekä perehdyimme elektrodiasetteluihin lihasten osalta. Mittalaitteet kalibroitiin ennen ja jälkeen koemittauksen sekä varmistettiin se, että tasapainolevyn ja EMG-laitteen yhteys tietokoneeseen toimii. Koemittauksessa määritimme tarkasti mihin kohtaan huonetta tasapainolevy sijoittuu, miten asettelemme EMG-mittaukseen tarvittavat elektrodit ja miten ohjeistamme tutkittavaa mittaustilanteessa. Yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä teimme päätöksen, että tutkittava suorittaa hypyn paljain jaloin eikä kengät jalassa. Näin saadaan suoritusta enemmän vakioitua.

5.3 Mittausten toteutus

Mittaukset toteutettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveystieteiden toimipisteessä Kotkassa sekä Orto-lääkärikeskuksen toimipisteessä Helsingissä. Mittausten ajankohta päätettiin sen jälkeen, kun tutkimukseen osallistuva joukko saatiin kerättyä saatekirjeiden ja suostumuslomakkeiden avulla yhteen. Tutkimukseen osallistuvat henkilöt kutsuttiin tilaisuuteen puhelimitse tai sähköpostilla. Ennen tutkimuksen aloittamista tutkittavia henkilöitä informoitiin tutkimuksen etenemisestä ja tutkimuksessa käytettävistä mittauksista. Tätä varten tutkijat kirjoittivat yhdenmukaiset ohjeet A4-paperille (liite 8), josta ne luettiin tutkimukseen saapuville henkilöille.

Aluksi tutkimukseen osallistuva henkilö ohjattiin asianmukaisen vaatetuksen vaihtoon pukuhuoneeseen, jossa henkilö samalla täytti polven toimintakykyä kartoittavan Lysholmin polvi-indeksi-lomakkeen. Tutkittava henkilö sai tarkat ja yksityiskohtaiset ohjeet lomakkeen täyttämistä varten.

Mittaukseen valittujen henkilöiden pinnalliset ihokarvat poistettiin kertakäyttöisillä partaterillä ja lisäksi ihon pintaa hiottiin hieman santapaperilla ja se desinfioitiin – tämä kaikki lisäsi mittauksen luotettavuutta vähentämällä ihon vastustusta. Iholle asetettiin elektrodit SENIAM:n ohjeistusten mukaan (kuvat valittujen lihasten osalta liitteenä) ja ne kytkettiin lihasten sähköistä aktiivisuutta rekisteröivään laitteeseen.

Ennen testien aloittamista tutkittava henkilö suoritti viisi minuuttia kestävän alkulämmittelyn kuntopyörällä polkien. Lämmittelyn avulla varmistettiin se, että henkilö on fyysisesti valmis suorittamaan testit. Oletettavasti lämmittelyllä on vaikutus myös siihen, kuinka maksimaalisesti henkilö uskaltaa suorittaa yhden jalan pituushyppytestin operoidulla jalalla. Samalla vakioitiin tutkittavien henkilöiden lähtötilanne testeihin. Orto-Lääkäreiden toimipisteessä Helsingissä ei ollut mahdollista suorittaa kuntopyörällä tapahtuvaa alkulämmittelyä, johtuen tilanpuutteesta ja käytännön järjestelyistä. Kaikkia tutkimukseen osallistuvia informoitiin tästä asiasta ennen mittauksia.

Aluksi suoritettiin staattinen tasapainotesti seisomalla paljain jaloin tasapainolevyllä. Ensimmäisenä henkilö suoritti testin kahdella jalalla seisoen silmät auki, josta saatiin perustaso mittaukseen. Kahdella jalalla suoritettiin myös silmät kiinni seisonta. Mittalevyn sijainti vakioitiin sijoittamalla se kolmen metrin etäisyydelle seinästä. Tasapainomittausten kiintopiste vakioitiin sijoittamalla se edessä olevaan seinään 1,8 metrin korkeudelle. Kahden jalan staattisen tasapainotestin suoritus on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. Kahden jalan staattinen tasapainotesti

Seuraavana suoritettiin yhdellä jalalla seisonta silmät auki ja silmät kiinni siten, että suoritus tehtiin ensin terveellä jalalla. Yhden jalan tasapainotestin suoritus on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Yhden jalan staattinen tasapainotesti. Mikäli tutkittava ei pystynyt pitämään käsiään lanteilla, sallittiin käsillä asennon hakeminen ja korjaus.

Viimeisenä tasapainotestinä suoritettiin kahdella jalalla seisoa silmät auki ja silmät kiinni pehmeällä vaahtomuovialustalla, joka asetettiin tasapainolevyn ja tutkittavan jalkojen väliin. Pehmeällä alustalla seisominen vähentää oletettavasti jalkapohjan proprioseptiikan käyttöä, jolloin tasapainoa joudutaan hakemaan enemmän polven ja lantion alueelta. Tasapainotestien aikana henkilöltä mitattiin EMG:llä lihasten aktiivisuutta nilkan, polven ja lonkan alueelta. Verrokkit suorittivat yhden jalan seisonnan ensin vasemmalla jalalla ja eturistisideleikatut terveellä jalalla. Kahden jalan tasapainotestin suoritus pehmeällä vaahtomuovialustalla on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Kahden jalan staattinen tasapainotesti vaahtomuovialustan päällä

Tämän jälkeen suoritettiin yhden jalan vauhditon pituushyppy. Suoritus tehtiin kolme kertaa molemmilla jaloilla, joista laskettiin keskiarvo. Keskiarvo siksi, koska oletettavasti leikatulla jalalla toistetusti suoritettuna hypyn pituus lyhenee liittyen operoidun jalan heikompaan lihasvoimaan ja luottoon jalkaa kohtaan. Keskiarvon laskemisella myös vähennettiin oppimisen vaikutusta suoritukseen. Suoritus vakioitiin hyppäämällä kädet lanteilla ja paljain jaloin. Verrokkit suorittivat hyppytestin ensin vasemmalla jalalla ja eturistisideleikatut terveellä jalalla. Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn lähtöasento on esitetty kuvassa 16 ja laskeutumisasento kuvassa 17.



Kuva 16. Lähtöasento yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä



Kuva 17. Laskeutumisasento yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä

Ennen varsinaisia mittauksia suoritettiin yksi koemittaus, jolla tutkijat oppivat suoritustekniikan eikä ohjaajan läsnäolo näin ollen jatkossa ollut välttämätöntä. Koemittauksen jälkeen suoritettiin verrokkimittaukset ($n=5$) edellä mainitulla kaavalla sekä tutkittavien henkilöiden ($n=7$) mittaukset, joiden jälkeen saatua tietoa alettiin analysoida.

EMG-mittauksessa perustana käytettiin kahdella jalalla seisontaa silmät auki, tämä oli tutkimuksessa 100 %. Perustasoon verrattiin saatuja aktiviteettiarvoja lihaskohtaisesti ja näin saatiin prosenttilukemat sille, kuinka suuren osan lihaksen kapasiteetistä koehenkilö joutui käyttämään, jotta hän pystyi seisomaan kahdella jalalla silmät kiinni, yhdellä jalalla silmät auki ja silmät kiinni sekä kahdella jalalla silmät auki sekä kiinni pehmeällä alustalla.

Metitur Good Balance-tasapainolevyn ohjelmassa annettiin valmiina staattisessa mittauksessa 30 sekunnin aika, jota hyödynsimme tässä tutkimuksessa kaikissa mittauksissa, näin aika pysyi vakiona.

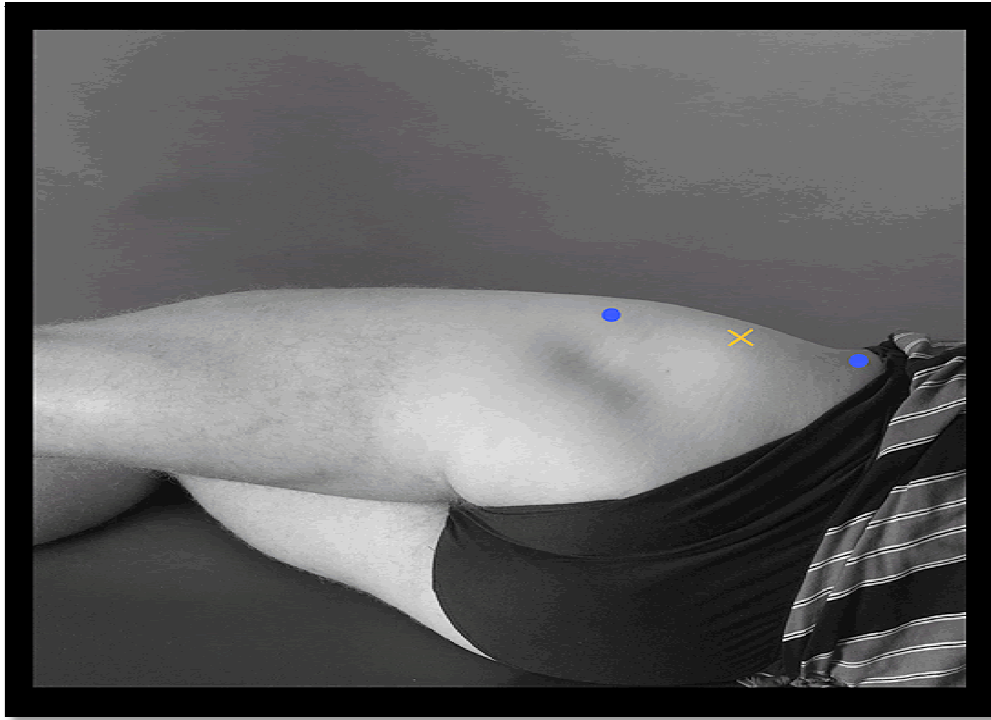
5.4 Elektrodien asettelu EMG-mittauksessa

Elektromyografia-mittausten elektrodiasettelu tutkimukseen valittujen lihasten osalta. Tutkimukseen valitut lihakset olivat: musculus gluteus medius, musculus biceps femoris, musculus rectus femoris, musculus vastus medialis, musculus tibialis anterior, musculus gastrocnemius medialis, musculus peroneus longus ja musculus soleus. Kaikkien elektrodien lokalisaatiot määritettiin Seniam:n ohjeistusten mukaan.

GLUTEUS MEDIUS

Elektrodien asettelu: Potilas makaa kylkimakuulla tutkimuspöydällä. Elektrodit tulee asetella 20mm etäisyydelle toisistaan ja puoleen väliin crista iliaca ja trochanter majoria. Referenssielektrodi asetetaan nilkkaan tai C7:n processus spinosukseen. Elektrodien asettelu on esitetty kuvassa 18.

Huomioitavaa: SENIAM ohjeistuksissa huomioidaan mahdollinen sekaannus m. gluteus maximukseen.

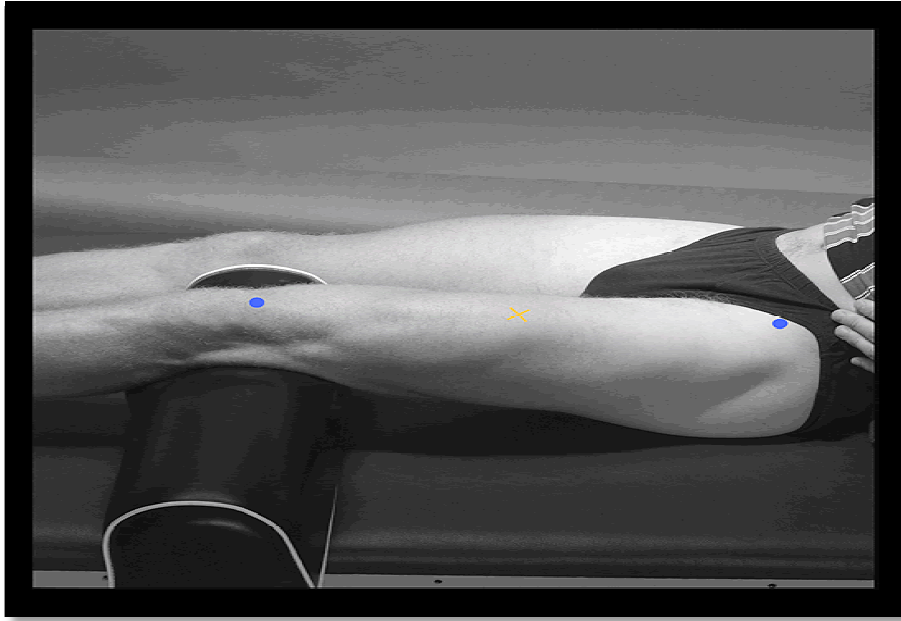


Kuva 18. Musculus gluteus mediuksen elektrodiasettelu (www.seniam.org)

RECTUS FEMORIS

Elektrodiasettelu: Potilas istuen tutkimuspöydän reunalla polvet pienessä flexiossa ja ylävartalo kevyesti taivutettuna taaksepäin, elektrodit asetellaan 20mm etäisyydelle toisistaan. Elektrodien tulee olla puolella välissä ASIS:ta ja patellan superiorista osaa. Referenssielektrodi asetetaan nilkkaan tai C7:n processus spinosukseen. Elektrodiasettelu on esitetty kuvassa 19.

Huomioitavaa: SENIAM ohjeistukset kehottavat käyttämään erilaista sensoriasetelua mitatessa m. vastus lateralista tai medialista.

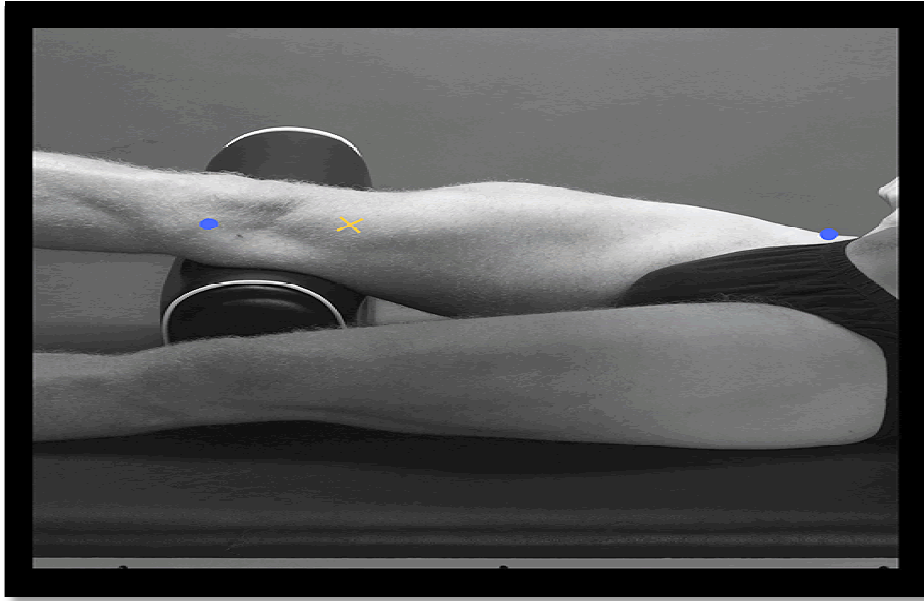


Kuva 19. Musculus rectus femoriin elektrodiasettelu (www.seniam.org)

VASTUS MEDIALIS

Elektrodiasettelu: Potilas istuen tutkimuspöydän reunalla polvet pienessä flexiossa, ylävartalo taaksepäin taivutettuna, elektrodit tulee asetella 20mm etäisyydelle toisistaan. Elektrodit asetellaan linjaan ASIS – polven nivelrako, niin että 80 % linjasta täyttyy distaalisesti ennen elektrodia. Referenssielektrodi asetetaan nilkkaan tai C7:n proc. spinosukseen. Elektrodiasettelu on esitetty kuvassa 20.

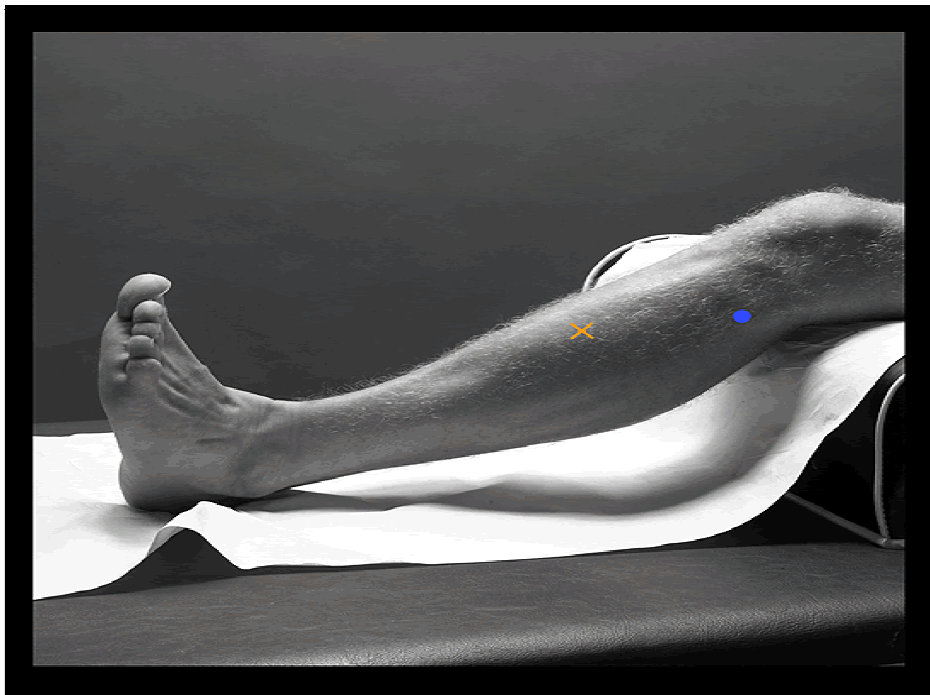
Huomioitavaa: SENIAM ohjeistukset kehottavat käyttämään erilaista sensoriasetelua mitattaessa m. vastus lateralista ja m. rectus femorista.



Kuva 20. Musculus vastus medialiksen elektrodiasettelu (www.seniam.org)

TIBIALIS ANTERIOR

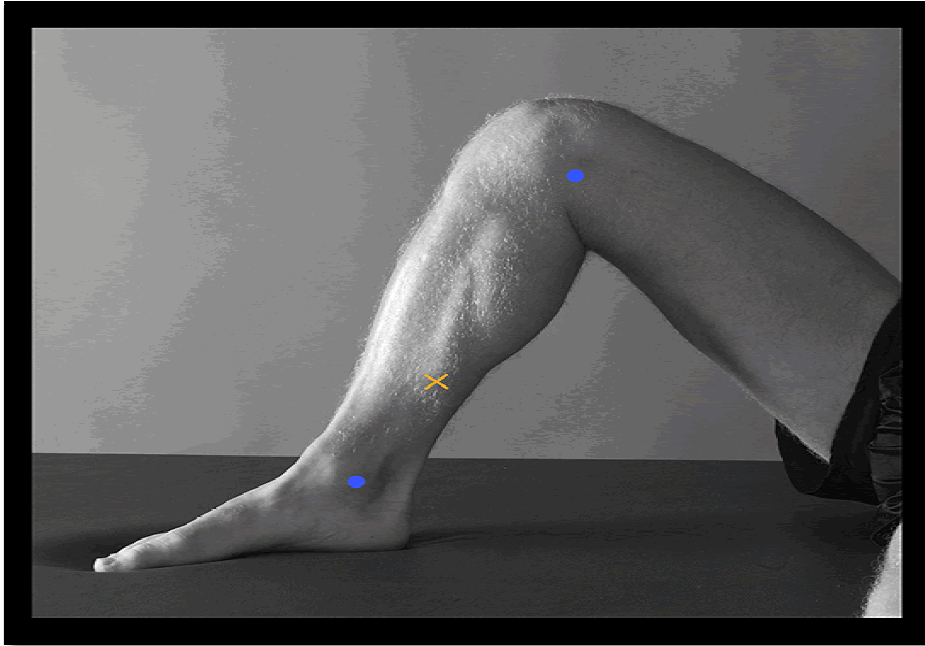
Elektrodiasettelu: Potilas joko selinmakuulla tai istuen tutkimuspöydällä, elektrodit tulee asetella vähintään 20mm etäisyydelle toisistaan. Elektrodit asetetaan 1/3 linjaan fibulan proximaalipäästä mediaali malleolin kärkeen. Referenssielektrodi asetetaan nilkkaan tai C7:n processus spinosukseen. Elektrodiasettelu on esitetty kuvassa 21.



Kuva 21. Musculus tibialis anteriorin elektrodiasettelu (www.seniam.org)

SOLEUS

Elektrodiasettelu: Potilas istuen tutkimuspöydän reunalla polvet 90° flexiossa ja kanta/jalka tutkittavasta jalasta lattialla. Elektrodit tulee sijoittaa vähintään 20mm etäisyydelle toisistaan. Elektrodit asetetaan 2/3 linjaan femurin mediaalikondyylista mediaali malleoliin. Referenssielektrodi asetetaan nilkkaan tai C7:n processus spinosukseen. Elektrodiasettelu on esitetty kuvassa 22.



Kuva 22. Musculus soleuksen elektrodiasettelu (www.seniam.org)

GASTROCNEMIUS MEDIALIS

Elektrodiasettelu: Potilas vatsamakuulla tutkimuspöydällä polvi extensoituna ja jalkaterä pöydän päädyn ulkopuolelle. Elektrodien minimietäisyys on 20mm. Elektrodit asetellaan eniten prominoivaan osaan lihaksesta. Referenssielektrodi asetetaan nilkkaan tai C7:n processus spinosukseen. Elektrodiasettelu on esitetty kuvassa 23.

Huomioitavaa: SENIAM ohjeistukset edellyttävät erilaista sensoriasettelua lateraalille gastrocnemiukselle.



Kuva 23. Musculus gastrocnemius medialiksen elektrodiasettelu (www.seniam.org)

BICEPS FEMORIS

Elektrodiasettelu: Potilas vatsamakuulla, polvi flexiossa ($<90^\circ$) reisi ja sääri pienessä lateraaliossa rotaatiossa. Elektrodien minimietäisyys on 20 mm. Elektrodit asetetaan puoleen väliin linjaa ischiaalisesta tuberkkelista tibian lateraaliseen epikondyyliin.

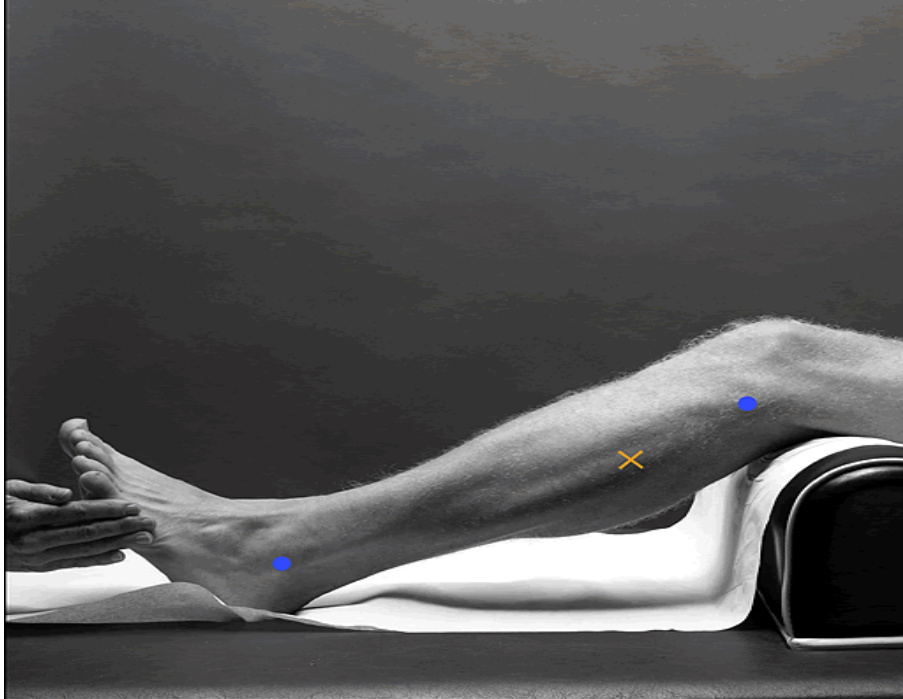
Elektrodiasettelu on esitetty kuvassa 24.



Kuva 24. Musculus biceps femoriin elektrodiasettelu (www.seniam.org)

PERONEUS LONGUS

Elektrodiasettelu: Elektorien minimietäisyys on 20mm ja ne asetellaan 25% linjaan fibulan caputista lateraali malleoliin. Elektrodiasettelu on esitetty kuvassa 25.



Kuva 25. Musculus peroneus longuksen elektrodiasettelu (www.seniam.org)

6 MITTAUSTULOSTEN ANALYYSI

Tutkimuksen oleellisimpia asioita ovat kerätyn aineiston analyysi sekä siitä tehtävät tulkinnat ja johtopäätökset. Analyysivaiheessa tutkimusongelmiin saatiin vastaukset, mikä oli myös alusta saakka tavoitteena. Analyysin tekemiseen löytyy monenlaisia tapoja, mutta periaate on aina sama eli tapa, jolla tutkimusongelmiin löydetään parhaiten vastaus. Tässä tutkimuksessa käytettiin selittävää lähestymistapaa, koska sitä käytetään usein tilastollisessa analyysissä ja päätelmien teossa. (Hirsjärvi ym. 1998, 217 - 219.)

Tulosten analyysi ei pelkästään tee tutkimuksesta vielä valmista, vaan tuloksia täytyy vielä selittää ja tulkita. Tulosten tulkinnalla analyysissä tulleista merkityksistä pyritään tekemään selkeitä ja lisäksi mukaan tulee omaa pohdintaa. Pohdinta on tärkeä osa tulosten tulkintaa, koska sen perusteella tulisi miettiä tulosten merkittävyyttä tutkimusalueella ja myös laajemmassa mittakaavassa. (Hirsjärvi ym. 1998, 220 -222.)

Ennen varsinaista tulosten analyysia tutkimusaineisto tarkistettiin eli mahdolliset selvät virheellisydet ja puuttuvat tiedot tarkistettiin. Aineistossa ei havaittu virheellisyksiä tai puuttuvia tietoja eikä tietoja näin ollen jouduttu täydentämään. Aineiston tarkistuksen jälkeen se järjestettiin tietojen tallennusta ja analyysia varten. Aineiston havaintoyksiköille eli tutkittaville kohteille annettiin numeerinen arvo ja aineisto järjestettiin tilastolliseen muotoon Excel-ohjelman avulla. (Hirsjärvi ym. 1998, 217 - 218.)

Tutkimusaineistosta päätettiin laskea keskiarvo ja keskihajonta, koska keskiarvo on yleisin tunnettu keskiluku ja keskihajonta on yksi tärkeimmistä hajontaluvuista. Alaraajan sähköisistä lihasaktiivisuuksista laskettiin myös prosenttiluvut, jotta saatiin selville tutkittavien henkilöiden käyttämät lihasten kapasiteetit tasapainomittausten aikana. Keskiarvo tai tarkemmin ottaen aritmeettinen keskiarvo on yksinkertaista laskea summaamalla kaikki saadut arvot yhteen ja jakamalla nämä numeruksella eli yhteenlaskettavien määrällä. Aritmeettinen keskiarvo kertoo aina muuttujan keskimääräisen arvon. Keskihajonta kuvaa arvojen vaihtelua keskiarvon ympärillä. Keskihajonnan kuvataan olevan varianssin neliöjuuri eli keskihajonta on johdettu varianssista. Keskiarvon rinnalle on hyvä lisätä keskihajonta, koska se kuvaa hyvin keskiarvon ympärillä tapahtuvia poikkeamia. (Metsämuuronen 2006, 339 -343.) Keskihajonnan kuvataan olevan myös tärkein ja eniten käytössä oleva hajonnan mitta. Keskihajonta toiselta nimeltään standardipoikkeama kasvaa sitä suuremmaksi, mitä enemmän keskiarvon ympärillä on siitä poikkeavia arvoja. (Heikkilä 1999, 84.)

Kaikissa tasapainomittauksissa tutkittavia muuttujia olivat vauhtimomentti, huojunta sivuttaissuunnassa ja huojunta eteen/taakse-suunnassa. Vauhtimomentti lasketaan painekeskipisteen radasta, jolloin siihen vaikuttavat painekeskipisteen liikkeen nopeus sekä etäisyys koko suorituksen keskipisteestä. Vauhtimomentin yksikkönä toimii mm²/s eli neliömillimetrejä sekunnissa. Sivuttaissuunnan huojunta lasketaan painekeskipisteen kulkemasta kokonaismatkasta sivuttaissuunnassa. Eteen/taakse-suunnan huojunta lasketaan painekeskipisteen kulkemasta kokonaismatkasta eteen/taakse-suunnassa. Huojunnan yksikkönä toimii mm eli millimetri. (Metitur good balance bluetooth, käyttäjän opas GB300/GB200, versio 3.14, 25 -26.)

Elektromyografian mittauksissa muuttujana oli lihasten sähköinen aktiivisuus, joka mitattiin µV-yksikköinä eli mikrovoltteina. Fyysisen suorituskyvyn mittauksessa

muuttujana oli yhden jalan vauhdittoman pituushypyn tulos, joka mitattiin senttimetreinä eli yksikkönä toimi cm. Toimintakyvyn mittauksessa muuttujana oli Lysholmin polvi-indeksin pistemäärä, joka mitattiin eri osa-alueittain pisteinä.

7 TUTKIMUSTULOKSET

7.1 Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus staattiseen tasapainoon

Kahden jalan seisonta silmät auki. Verrokeilla (n=5) vauhtimomentin keskiarvo oli 6,45 mm²/s. ACL-operoiduilla (n=7) vauhtimomentin keskiarvo oli 9,87 mm²/s. Verrokkien vauhtimomentin keskihajonta oli 2,41 mm²/s ja ACL-operoiduilla 5,15 mm²/s.

Verrokeilla keskiarvo sivuttaissuunnan huojunnassa oli 82,18 mm ja ACL-operoiduilla 111,59 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnassa verrokkien keskiarvo oli 159,10 mm ja ACL-operoitujen keskiarvo 185,42 mm. Keskihajonta verrokeilla sivuttaissuunnan huojunnassa oli 19,70 mm ja ACL-operoiduilla 46,60 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskihajonta verrokeilla oli 39,82 mm ja ACL-operoiduilla 52,66 mm.

Kahden jalan seisonnassa silmät auki merkittävimmät erot ryhmien välillä olivat sivuttaissuunnan huojunnassa sekä keskiarvon että keskihajonnan osalta. Myös eteen/taakse-suunnan huojunnassa oli merkittäviä eroja ryhmien välillä.

Kahden jalan seisonta silmät kiinni. Verrokeilla vauhtimomentin keskiarvo oli 8,02 mm²/s ja ACL-operoiduilla 12,48 mm²/s. Vauhtimomentin keskihajonta oli verrokeilla 2,43 mm²/s ja ACL-operoiduilla 7,01 mm²/s.

Sivuttaissuunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla 101,03 mm ja ACL-operoiduilla 117,24 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla 232,34 mm ja ACL-operoiduilla 254,19 mm. Keskihajonta sivuttaissuunnan huojunnassa oli verrokeilla 30,99 mm ja ACL-operoiduilla 47,61 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnassa keskihajonta verrokeilla oli 55,16 mm ja ACL-operoiduilla 109,73 mm.

Kahden jalan seisonnassa silmät kiinni merkittävimmät erot olivat sivuttaissuunnan huojunnassa sekä keskiarvon että keskihajonnan osalta. Myös eteen/taakse-suunnan

huojunnassa keskihajonta oli ACL ryhmällä huomattavasti suurempaa verrattuna verrokkiryhmään.

Kahden jalan seisonta silmät auki pehmeällä alustalla. Verrokeilla

vauhtimomentin keskiarvo oli 13,61 mm²/s ja ACL operoiduilla 16,65 mm²/s.

Vauhtimomentin keskihajonta oli verrokeilla 9,21 mm²/s ja ACL operoiduilla 10,71 mm²/s.

Sivuttaissuunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla 102,24 mm ja ACL-operoiduilla 139,90 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla 203,87 mm ja ACL-operoiduilla 229,57 mm. Sivuttaissuunnan huojunnan keskihajonta oli verrokeilla 27,63 mm ja ACL-operoiduilla 71,30 mm. Eteen/taakse-suunnan keskihajonta oli verrokeilla 46,34 mm ja ACL-operoiduilla 78,54 mm.

Kahden jalan seisonnassa silmät auki pehmeällä alustalla ryhmien välillä merkittävimmät erot olivat sivuttaissuunnan huojunnassa sekä eteen/taakse-suunnan huojunnassa. Keskiarvon osalta merkittävimmät erot olivat sivuttaissuunnan huojunnassa. Samoin keskihajonnan osalta suurimmat erot olivat sivuttaissuunnan huojunnassa.

Kahden jalan seisonta silmät kiinni pehmeällä alustalla. Vauhtimomentin

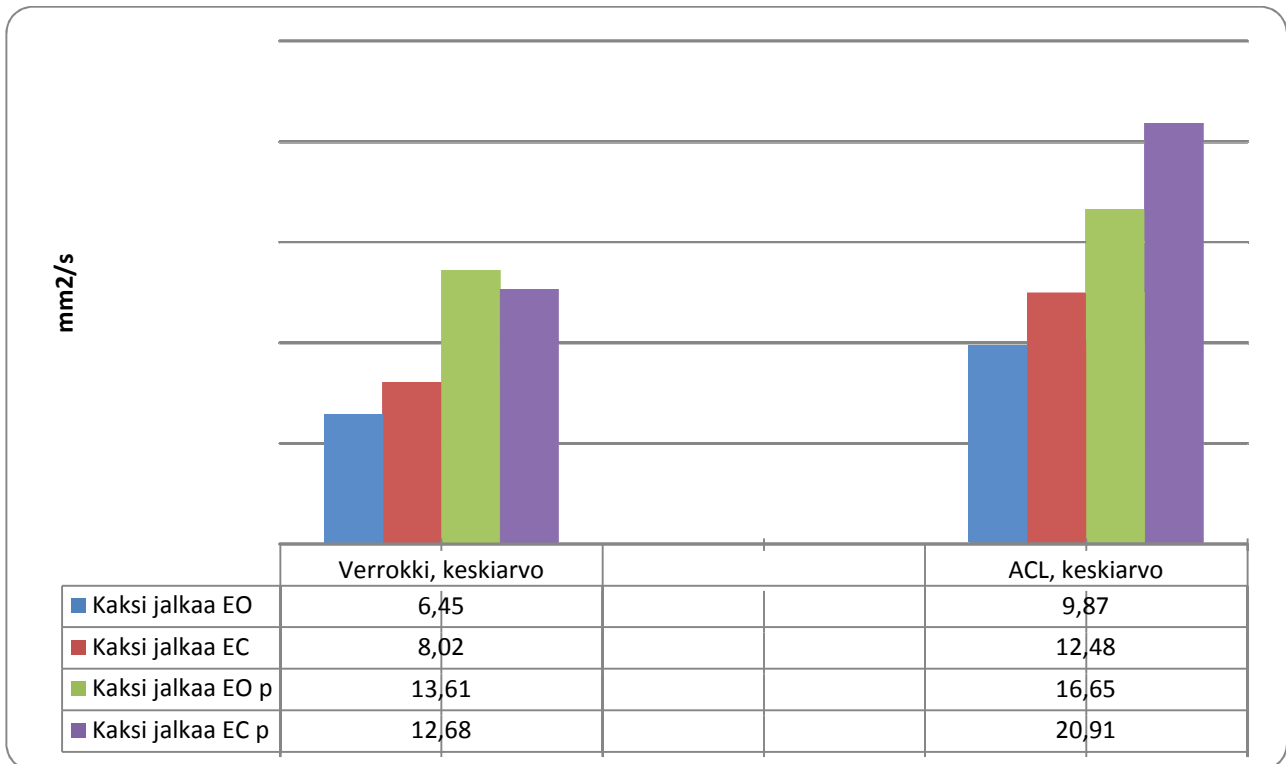
keskiarvo oli verrokeilla 12,68 mm²/s ja ACL-operoiduilla 20,91 mm²/s.

Vauhtimomentin keskihajonta oli verrokeilla 7,62 mm²/s ja ACL-operoiduilla 12,93 mm²/s.

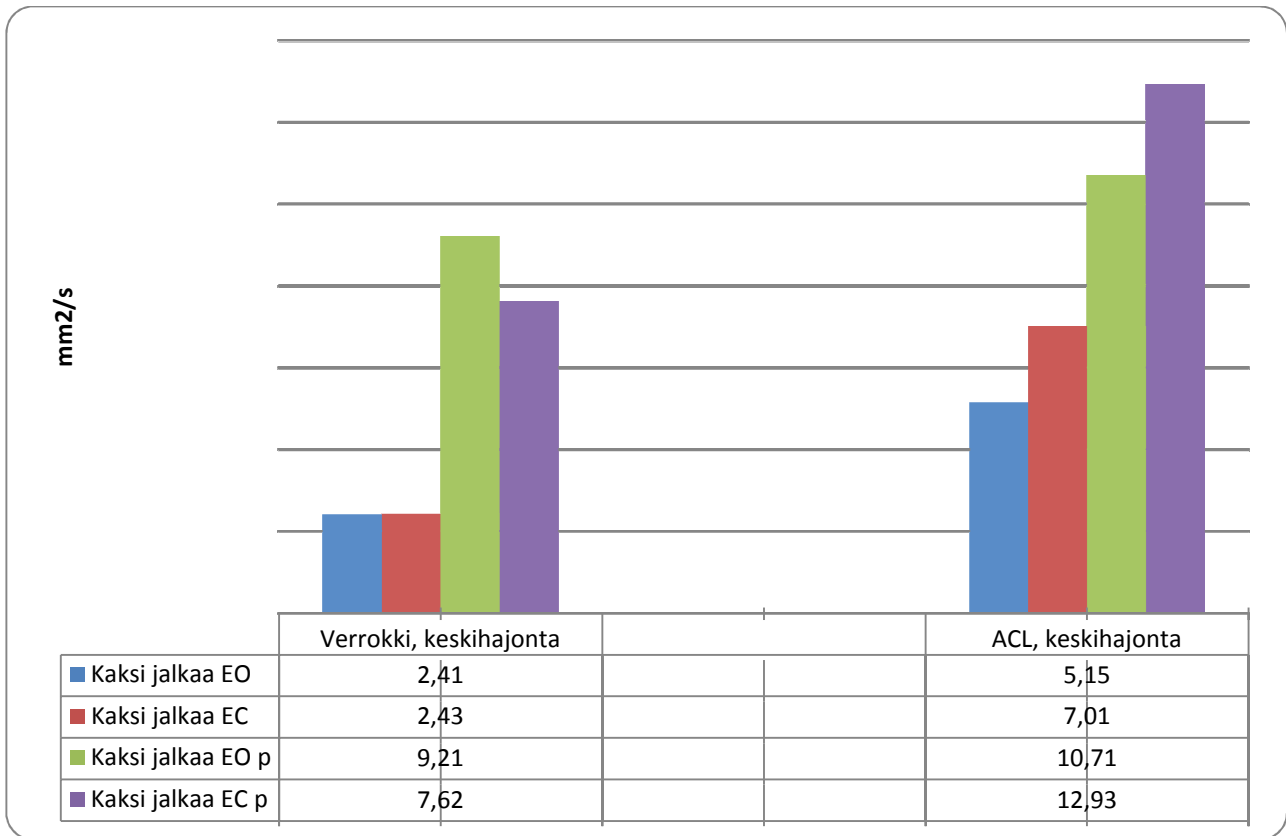
Sivuttaissuunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla 123,24 mm ja ACL-operoiduilla 150,66 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla 311,86 mm ja ACL-operoiduilla 335,34 mm. Sivuttaissuunnan huojunnan keskihajonta oli verrokeilla 37,65 mm ja ACL-operoiduilla 77,58 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskihajonta oli verrokeilla 95,13 mm ja ACL-operoiduilla 140,31 mm.

Kahden jalan seisonnassa silmät kiinni pehmeällä alustalla ryhmien välillä oli jonkin verran eroja vauhtimomentin osalta etenkin keskihajonnassa. Merkittävimmät erot olivat sivuttaissuunnan- ja eteen/taakse-suunnan huojunnan keskihajonnassa.

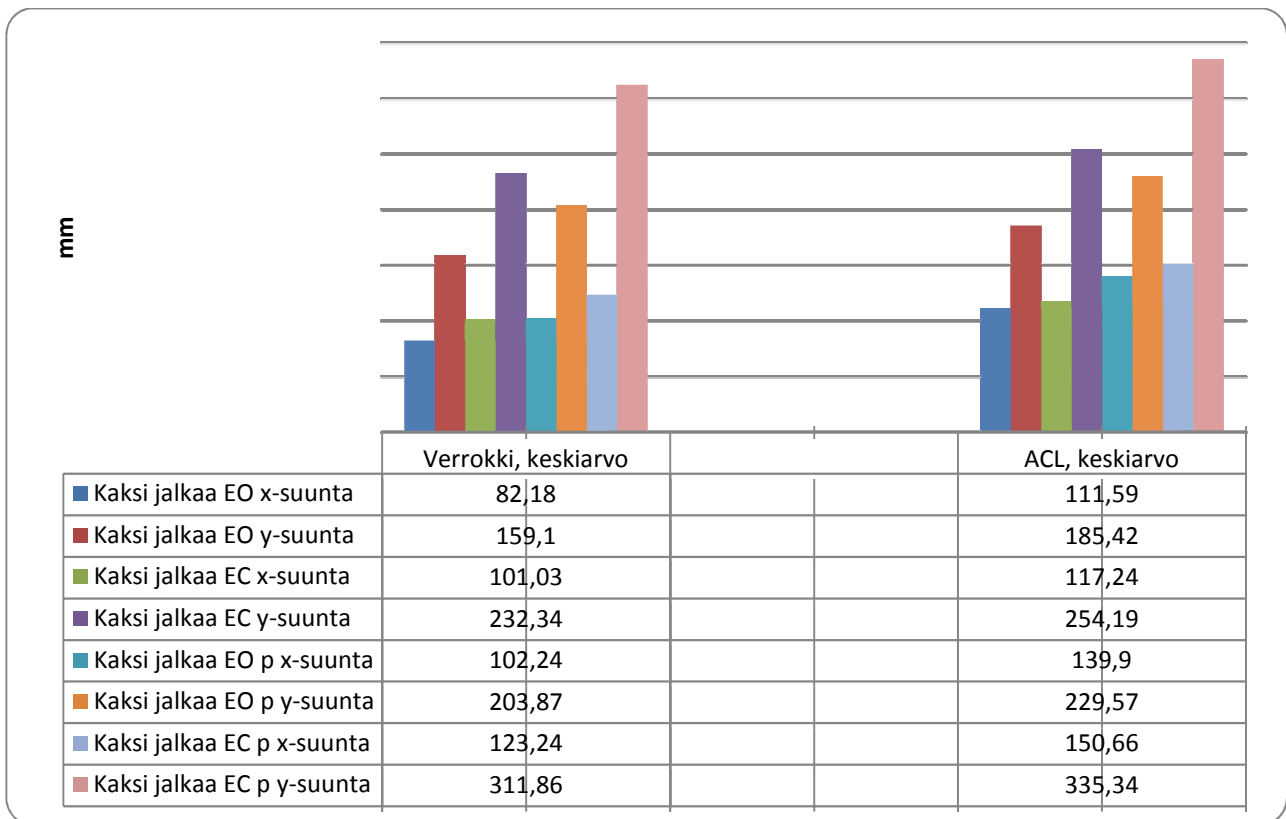
Kuvissa matka x-suunnassa kuvaa sivuttaissuunnan huojuntaa ja matka y-suunnassa kuvaa eteen/taakse-suunnan huojuntaa. Vauhtimomentin keskiarvot ovat esitetty kuvassa 26 ja keskihajonnat kuvassa 27. Sivuttaissuunnan huojunnan ja eteen/taakse-suunnan huojunnan keskiarvot ovat esitetty kuvassa 28 ja keskihajonnat kuvassa 29. Kuvien lyhenteet on esitetty taulukossa 1.



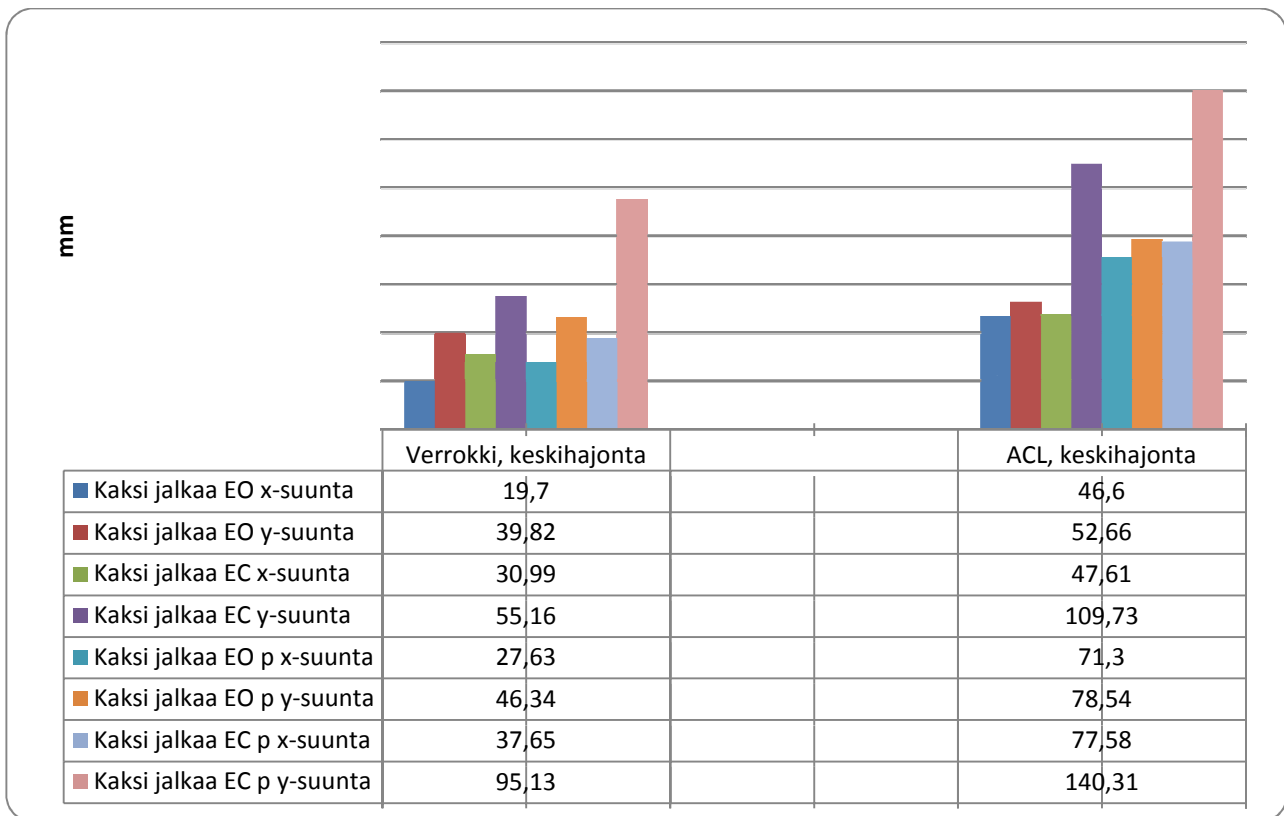
Kuva 26. Vauhtimomentin keskiarvot kahdella jalalla seisten (mm^2/s)



Kuva 27. Vauhtimomentin keskihajonnat kahdella jalalla seisten (mm^2/s)



Kuva 28. Huojunnan keskiarvot kahdella jalalla seisten (mm)



Kuva 29. Huojunnan keskihajonnat kahdella jalalla seisten (mm)

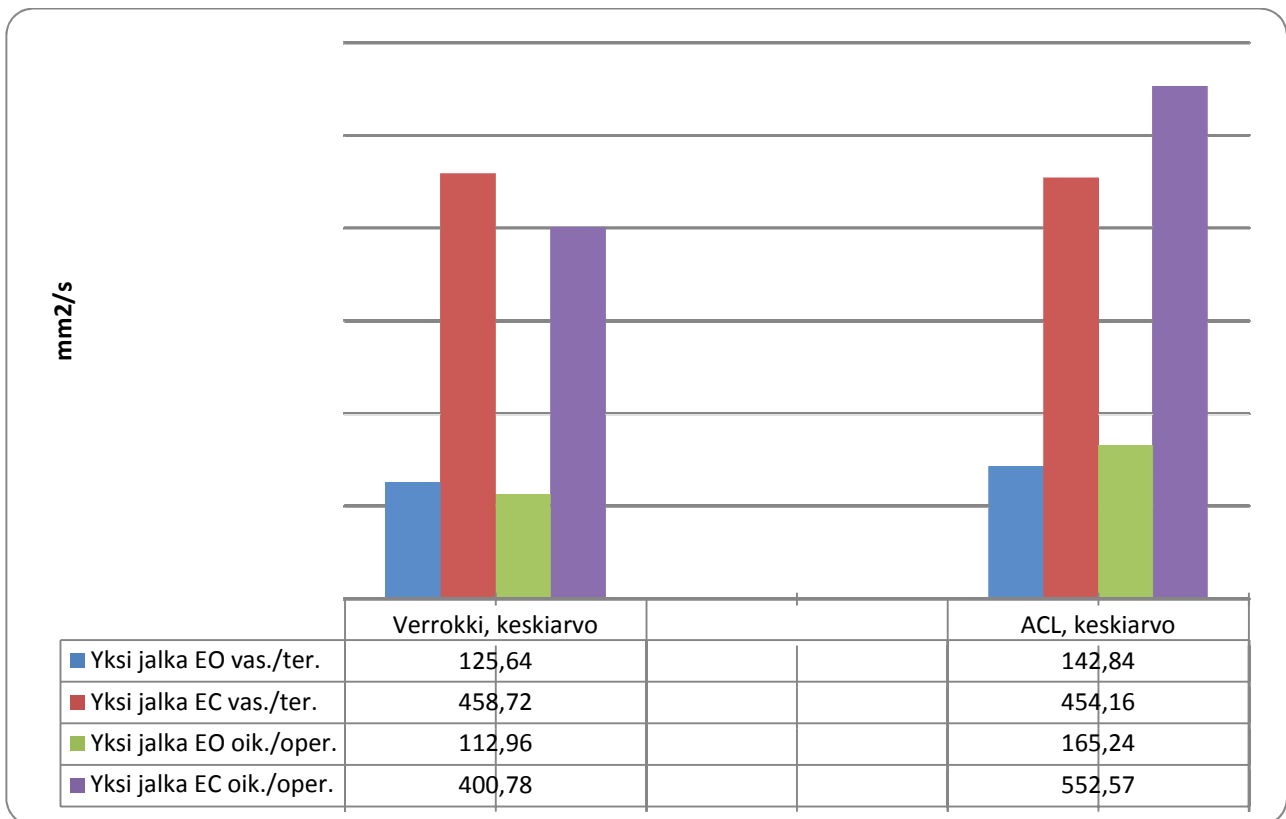
Yhden jalan seisonta silmät auki. Vauhtimomentin keskiarvo oli verrokeilla vasemman jalan mittauksessa $125,64 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja oikean jalan mittauksessa $112,96 \text{ mm}^2/\text{s}$. ACL-operoiduilla vauhtimomentin keskiarvo oli terveen jalan mittauksessa $142,84 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja operoidun jalan mittauksessa $165,24 \text{ mm}^2/\text{s}$. Vauhtimomentin keskihajonta oli verrokeilla vasemman jalan mittauksessa $89,58 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja oikean jalan mittauksessa $55,87 \text{ mm}^2/\text{s}$. ACL-operoiduilla vauhtimomentin keskihajonta oli terveen jalan mittauksessa $27,12 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja operoidun jalan mittauksessa $63,25 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Sivuttaissuunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla vasemman jalan mittauksessa $691,48 \text{ mm}$ ja oikean jalan mittauksessa $576,30 \text{ mm}$. ACL-operoiduilla terveen jalan mittauksessa keskiarvo oli $734,10 \text{ mm}$ ja operoidun jalan mittauksessa $827,03 \text{ mm}$. Sivuttaissuunnan huojunnan keskihajonta oli verrokeilla vasemman jalan mittauksessa $230,88 \text{ mm}$ ja oikean jalan mittauksessa $156,33 \text{ mm}$. ACL-operoiduilla keskihajonta oli terveen jalan mittauksessa $102,20 \text{ mm}$ ja operoidun jalan mittauksessa $100,21 \text{ mm}$.

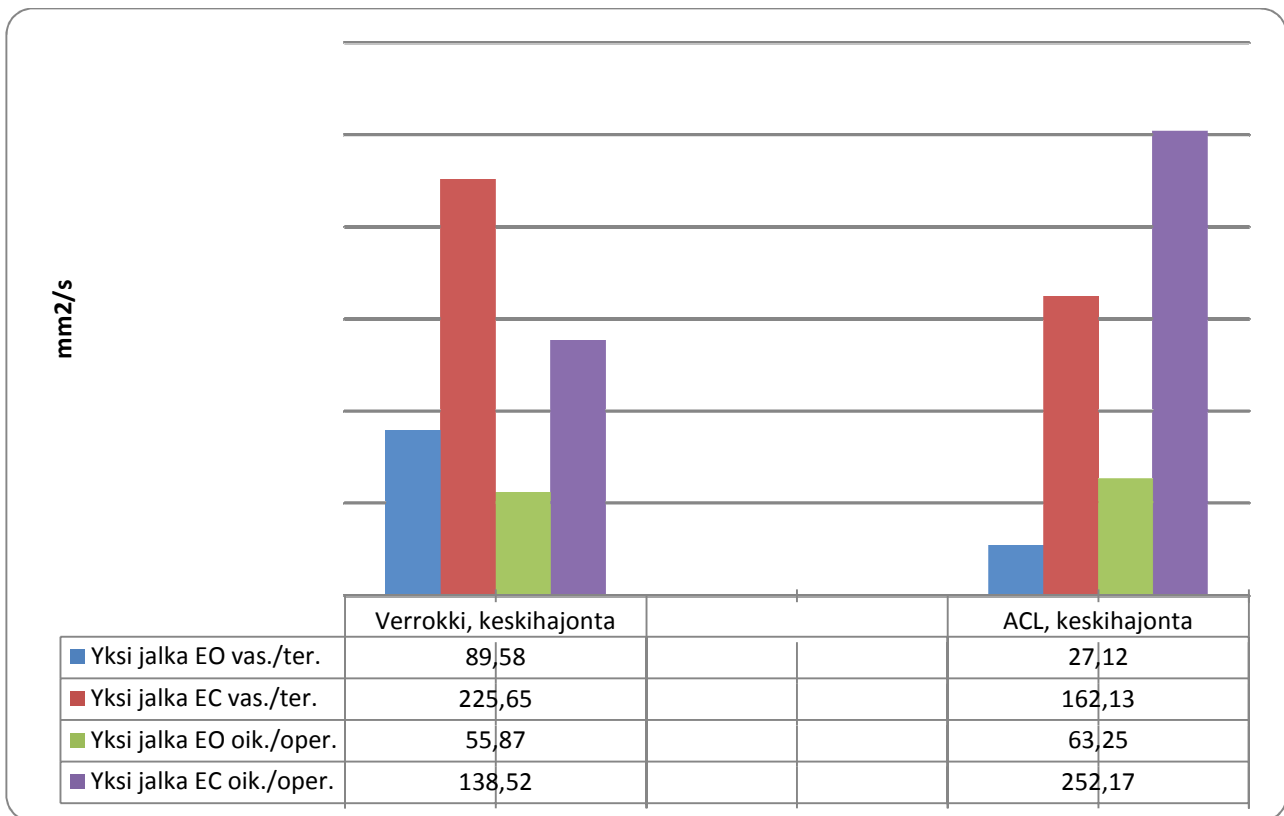
Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskiarvo oli verrokeilla vasemman jalan mittauksessa 589,12 mm ja oikean jalan mittauksessa 579,62 mm. ACL-operoiduilla terveen jalan mittauksessa keskiarvo oli 619,70 mm ja operoidun jalan mittauksessa 676,84 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskihajonta oli verrokeilla vasemman jalan mittauksessa 183,52 mm ja oikean jalan mittauksessa 120,44 mm. ACL-operoiduilla keskihajonta oli terveen jalan mittauksessa 103,80 mm ja operoidun jalan mittauksessa 124,90 mm.

Yhden jalan seisonnassa silmät auki merkittävimmät erot ryhmien välillä olivat sivuttaissuunnan huojunnassa ja eteen/taakse-suunnan huojunnassa ACL-operoitujen leikatun jalan ja verrokkien välillä. Huojunnan keskihajonta oli merkittävästi suurempaa verrokkeilla erityisesti verrattaessa ACL-operoitujen ja verrokkien sivuttaissuunnan huojuntaa. Eteen/taakse-suunnan huojunnassa ACL-operoitujen tulokset olivat heikommät kuin verrokkeilla ja erityisesti operoidun jalan tulokset verrattuna verrokkiin. Keskihajonta oli puolestaan suurempaa verrokkeilla.

Vauhtimomentin keskiarvot ovat esitetty kuvassa 30 ja keskihajonnat kuvassa 31.



Kuva 30. Vauhtimomentin keskiarvot yhdellä jalalla seisten (mm^2/s)



Kuva 31. Vauhtimomentin keskihajonnat yhdellä jalalla seisten (mm^2/s)

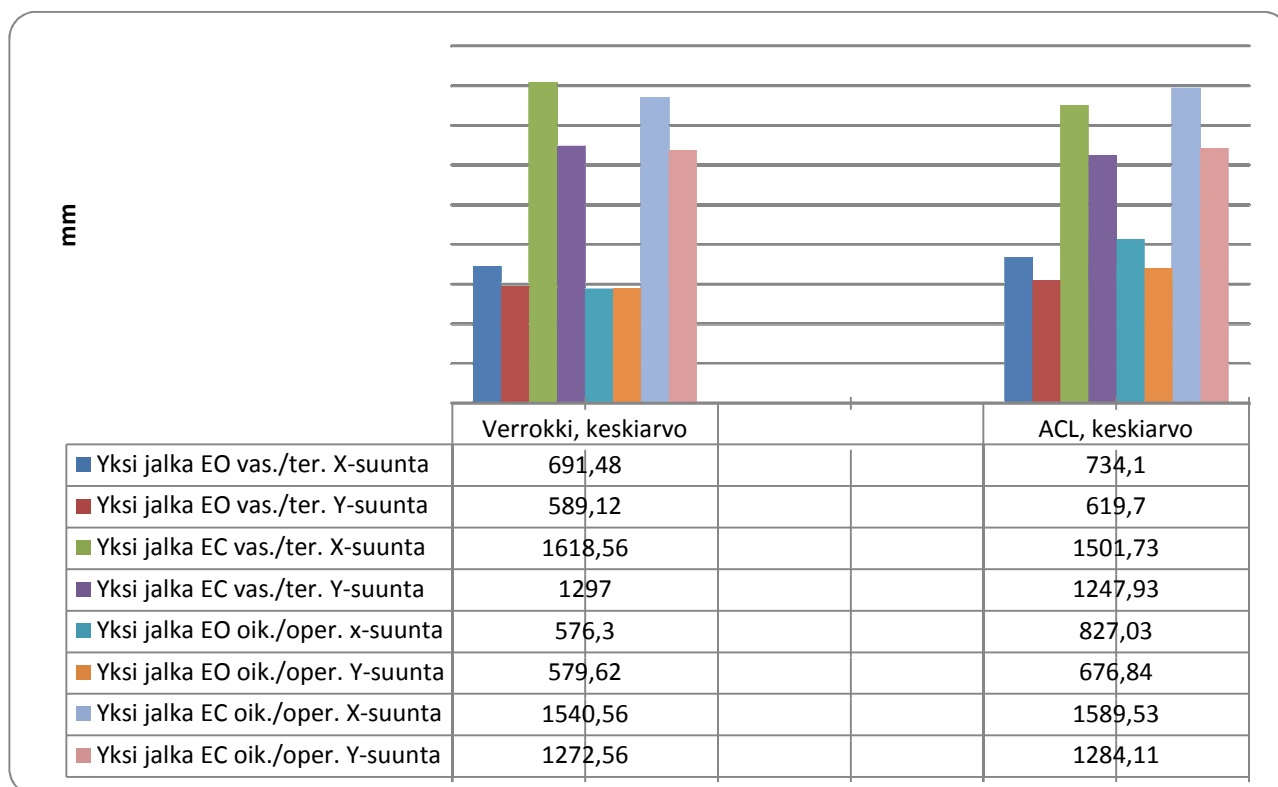
Yhden jalan seisonta silmät kiinni. Vauhtimomentin keskiarvo yhden jalan seisonnassa silmät kiinni oli verrokkeilla vasemman jalan mittauksessa $458,72 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja oikean jalan mittauksessa $400,78 \text{ mm}^2/\text{s}$. ACL-operoiduilla keskiarvo oli terveen jalan mittauksessa $454,16 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja operoidun jalan mittauksessa $552,57 \text{ mm}^2/\text{s}$. Vauhtimomentin keskihajonta oli verrokeilla vasemman jalan mittauksessa $225,65 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja oikean jalan mittauksessa $138,52 \text{ mm}^2/\text{s}$. ACL-operoiduilla keskihajonta oli terveen jalan mittauksessa $162,13 \text{ mm}^2/\text{s}$ ja operoidun jalan mittauksessa $252,17 \text{ mm}^2/\text{s}$. Vauhtimomentin keskiarvot ovat esitetty kuvassa 30 ja keskihajonnat kuvassa 31.

Sivuttaissuunnan huojunnan keskiarvo oli verrokkeilla vasemman jalan mittauksessa $1618,56 \text{ mm}$ ja oikean jalan mittauksessa $1540,56 \text{ mm}$. ACL-operoiduilla keskiarvo oli terveen jalan mittauksessa $1501,73 \text{ mm}$ ja operoidun jalan mittauksessa $1589,53 \text{ mm}$. Sivuttaissuunnan huojunnan keskihajonta oli verrokkeilla vasemman jalan mittauksessa $567,56 \text{ mm}$ ja oikean jalan mittauksessa $348,79 \text{ mm}$. ACL-operoiduilla keskihajonta oli terveen jalan mittauksessa $285,20 \text{ mm}$ ja operoidun jalan mittauksessa $351,71 \text{ mm}$.

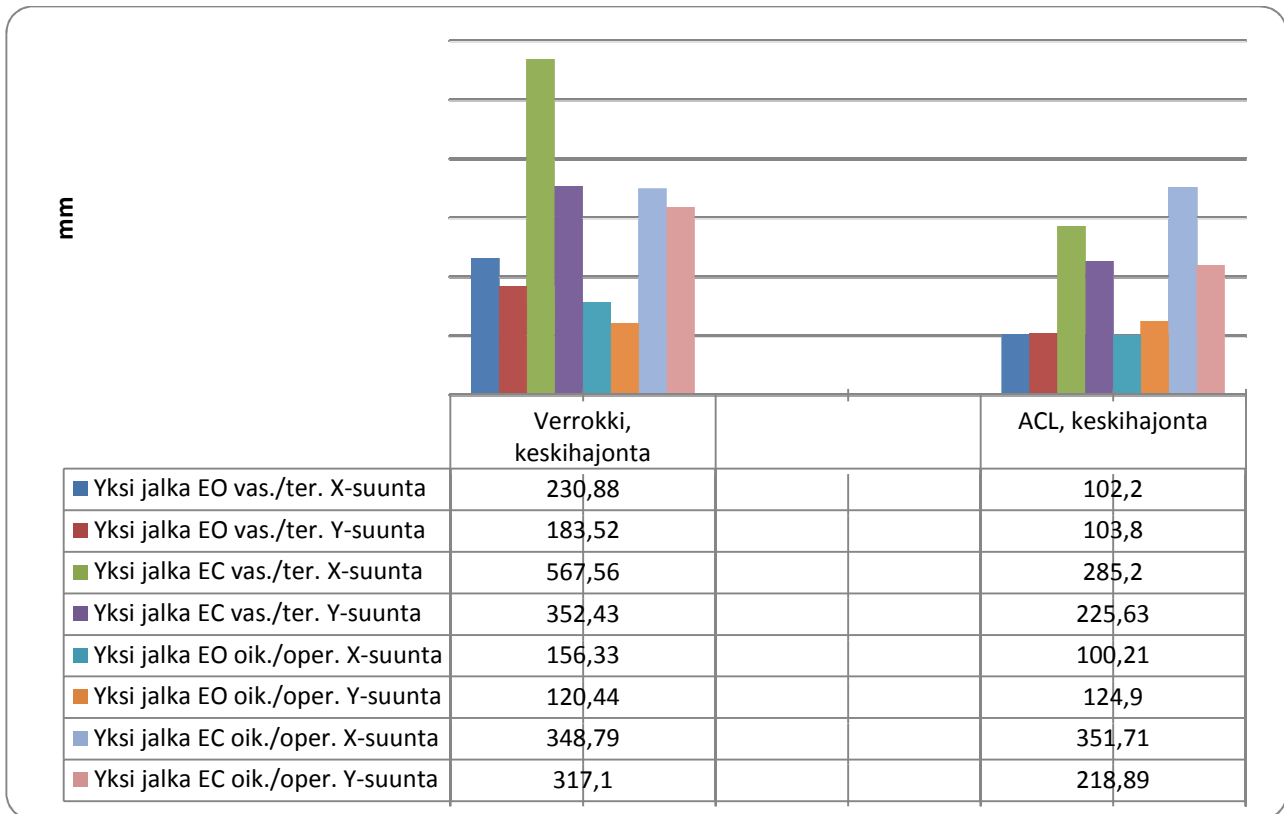
Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskiarvo oli verrokkeilla vasemman jalan mittauksessa 1297,00 mm ja oikean jalan mittauksessa 1272,56 mm. ACL-operoiduilla keskiarvo oli terveen jalan mittauksessa 1247,93 mm ja operoidun jalan mittauksessa 1284,11 mm. Eteen/taakse-suunnan huojunnan keskihajonta oli verrokkeilla vasemman jalan mittauksessa 352,43 mm ja oikean jalan mittauksessa 317,19 mm. ACL-operoiduilla keskihajonta oli terveen jalan mittauksessa 225,63 mm ja operoidun jalan mittauksessa 218,89 mm.

Vauhtimomentin keskiarvo ACL-oroitujen leikatun jalan mittauksessa oli huomattavasti suurempi verrattuna terveeseen jalkaa ja verrokkeihin. Huojunnan suhteen ryhmien välillä ei ollut merkittäviä eroja sivuttaissuunnan- tai eteen/taakse-suunnan huojunnassa. Keskihajonta oli verrokeilla suurempaa eteen/taakse-suunnan huojunnassa molempien jalkojen mittauksessa.

Sivuttaissuunnan huojunnan ja eteen/taakse-suunnan huojunnan keskiarvot ovat esitetty kuvassa 32 ja keskihajonnat kuvassa 33. Kuvissa matka x-suunnassa kuvaa sivuttaissuunnan huojuntaa ja matka y-suunnassa kuvaa eteen/taakse-suunnan huojuntaa. Kuvien lyhenteet ovat selitetty taulukossa 1.



Kuva 32. Huojunnan keskiarvot yhdellä jalalla seisten (mm)



Kuva 33. Huojunnan keskihajonnat yhdellä jalalla seisten (mm)

Taulukko 1. Kuvioissa olevien lyhenteiden selitykset tasapainomittauksissa

eo = eyes open, silmät auki

ec = eyes closed, silmät kiinni

p = pehmeä alusta, vaahtomuovialusta

vas. = vasen jalka

ter. = terve jalka

oik. = oikea jalka

oper. = operoitu jalka

x-suunta = matka x-suunnassa, sivuttaissuunnan huojunta

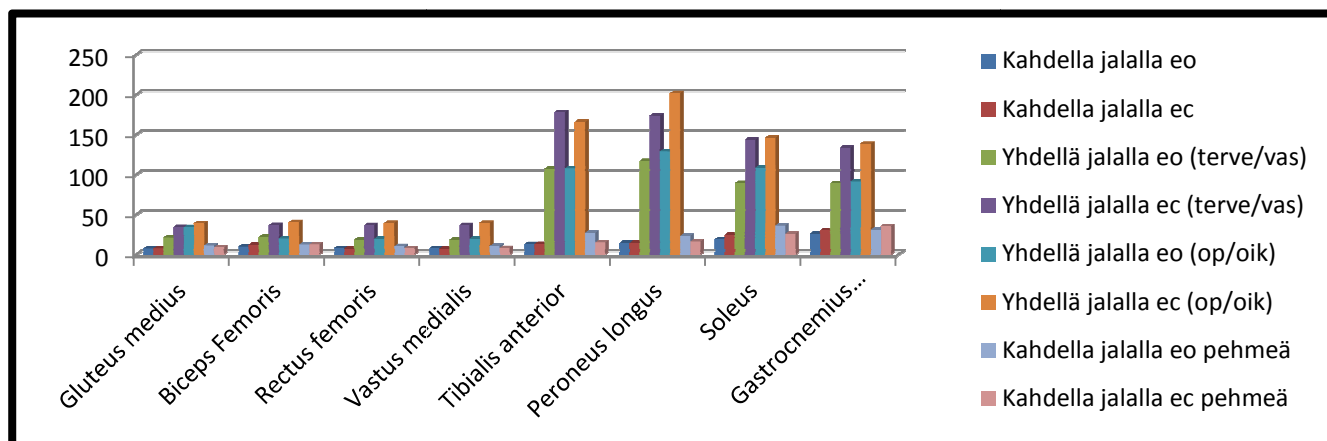
y-suunta = matka y-suunnassa, eteen/taakse-suunnan huojunta

7.2 Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus alaraajan lihastoimintamalleihin

Alla olevissa taulukoissa on esitetty lukuarvoina sekä kuvissa histogrammeina elektromyografialla (EMG) mitattujen lihasaktiivisuuksien keskiarvot μV -yksikköinä eli mikrovoltteina. EMG-mittauksissa oli mukana kaikkiaan kahdeksan lihasta molemmista jaloista, joten mittaustuloksia ja arvoja saatiin runsaasti. Tuloksissa etureiden lihakset musculi rectus femoris ja vastus medialis käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena. Lihasaktiivisuuksien keskiarvot molempien ryhmien osalta ovat esitetty taulukossa 2 ja kuvassa 34.

Taulukko 2. Lihasaktiivisuuksien keskiarvot lihaksittain verrokeilla ja ACL-operoiduilla (μV)

Asento	GM	BF	RF	VM	TA	PL	S	GaM
2 jalkaa eo	7,58	10,25	7,92	7,92	13	14,58	19,33	26
2 jalkaa ec	7,66	12,5	7,33	7,33	13,16	14,5	24,92	30,33
1 jalka eo (terve/vas)	21,5	22,16	18,58	18,58	107	116,83	89,5	89,03
1 jalka ec (terve/vas)	34,33	36,75	36,58	36,58	177,83	173,83	143,5	133,67
1 jalka eo (op/oik)	34,25	20,33	20,08	20,08	107,67	128,83	108,58	91,58
1 jalka ec (op/oik)	38,92	40,58	39,58	39,58	165,75	201,92	145,83	138,5
2 jalkaa eo pehmeä	11,58	12,75	10,67	10,67	27,08	23,5	36,25	31,33
2 jalkaa ec pehmeä	9,33	12,83	8,16	8,16	16,33	16,33	25,92	35,33



Kuva 34. Verrokkien ja ACL operoitujen EMG tulokset (μV)

Kuvassa ovat vaaka-akselilla tutkimuksessa käytetyt lihakset ja pystyakselilla mittaussennot, pylvään korkeus histogrammissa kuvastaa mikrovoltteina (μV) lihaksen sähköistä aktiivisuutta kussakin asennossa. Kahden jalan mittauksissa on käytetty molempien jalkojen keskiarvoista saatua arvoa. Yhden jalan mittauksien arvot koostuvat ACL operoitujen terveen ja operoidun jalan arvoista sekä verrokkien vasemman ja oikean jalan arvoista. Kuvassa käytetyt lyhenteet ovat selitetty taulukossa 5.

Lihasktiivisuuksien keskiarvot ACL operoitujen osalta ovat esitetty taulukossa 3 ja kuvassa 35.

Taulukko 3. Lihasktiivisuuksien keskiarvot lihaksittain ACL operoiduilla (μV)

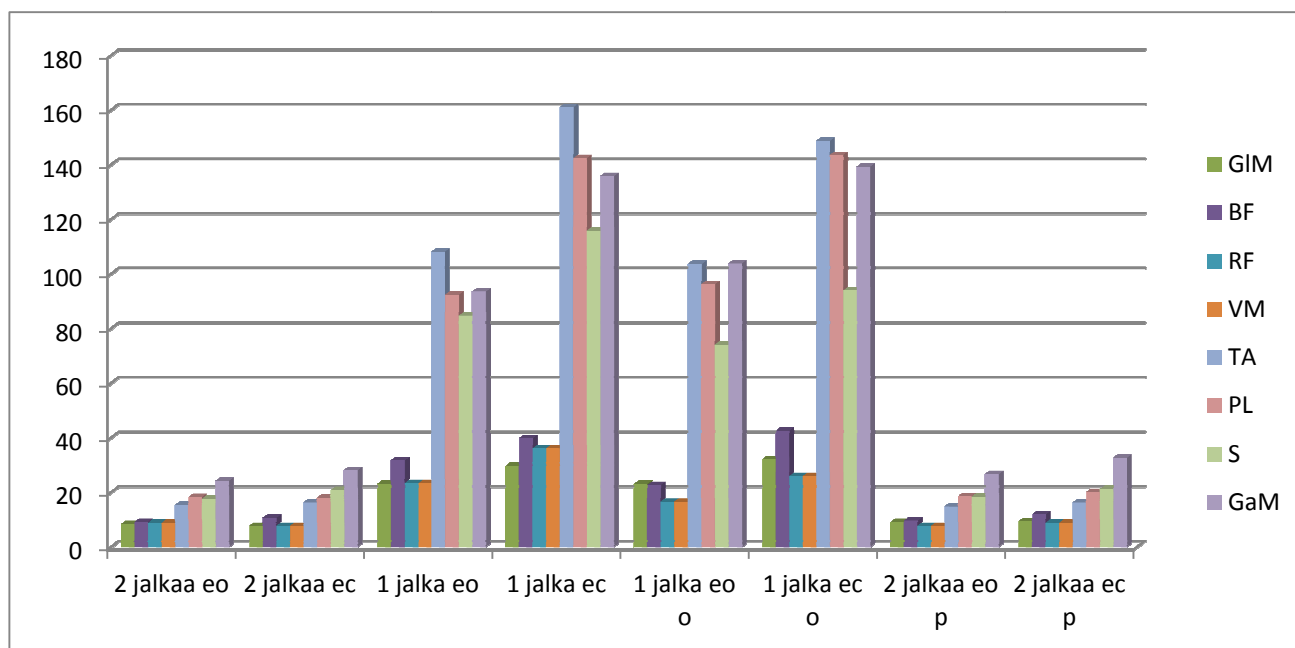
Asento	GM	BF	RF	VM	TA	PL	S	GaM
2 jalkaa eo	8,43	9,14	8,86	8,86	15,43	18,28	17,71	24,28
2 jalkaa ec	7,14	10,71	7,71	7,71	16,28	18	20,86	28,14
1 jalka eo (terve)	23,14	31,7	23,43	23,43	108,14	92,43	84,71	93,57
1 jalka ec (terve)	29,71	39,86	36,14	36,14	161,14	142,43	115,86	135,86
1 jalka eo (op.)	23,13	22,71	16,57	16,57	103,71	96,28	74,14	103,86
1 jalka ec (op.)	32,14	42,57	26	26	148,71	143,57	94	139,28
2 jalkaa eo pehmeä	9,14	9,71	7,71	7,71	14,86	18,57	18,43	26,71
2 jalkaa ec pehmeä	9,43	12	8,86	8,86	16,28	20,14	21,28	32,71

ACL operoiduilla ($n=7$) kahden jalan seisonnassa silmät auki aktiivisimmat lihakset olivat gastrocnemius medialis $24,28 \mu\text{V}$, peroneus longus $18,28 \mu\text{V}$ ja soleus $17,71 \mu\text{V}$ sekä silmät kiinni gastrocnemius medialis $28,14 \mu\text{V}$, soleus $20,86 \mu\text{V}$ ja peroneus longus $18 \mu\text{V}$.

Kahden jalan seisonnassa silmät auki pehmeällä alustalla aktiivisimmat lihakset olivat gastrocnemius medialis $26,71 \mu\text{V}$, peroneus longus $18,57 \mu\text{V}$ ja soleus $18,43 \mu\text{V}$ sekä silmät kiinni gastrocnemius medialis $32,71 \mu\text{V}$, soleus $21,28 \mu\text{V}$ ja peroneus longus $20,14 \mu\text{V}$.

Yhden jalan seisonnassa silmät auki terveellä jalalla aktiivisimmat lihakset olivat tibialis anterior 108,14 μV , gastrocnemius medialis 93,57 μV ja peroneus longus 92,43 μV sekä operoidulla jalalla gastrocnemius medialis 103,86 μV , tibialis anterior 103,71 μV ja peroneus longus 96,28 μV .

Yhden jalan seisonnassa silmät kiinni terveellä jalalla aktiivisimmat lihakset olivat tibialis anterior 161,14 μV , peroneus longus 142,43 μV ja gastrocnemius medialis 135,86 μV sekä operoidulla jalalla tibialis anterior 148,71 μV , peroneus longus 143,57 μV ja gastrocnemius medialis 139,28 μV .



Kuva 35. ACL-eroitujen EMG-tulokset (μV)

Kuvassa on vaaka-akselilla mittausasento ja pystyakselilla mikrovolti-asteikko, pylvään korkeus histogrammissa kertoo kunkin lihaksen sähköisen aktiivisuuden μV -yksiköissä eli mikrovoltteina. Kuvassa käytetyt lyhenteet on selitetty taulukossa 5.

Lihaskäytävyyksien keskiarvot verrokkien osalta ovat esitetty taulukossa 4 ja kuvassa 36.

Taulukko 4. Lihaskäivisyyksien keskiarvot lihaksittain verrokeilla (μV)

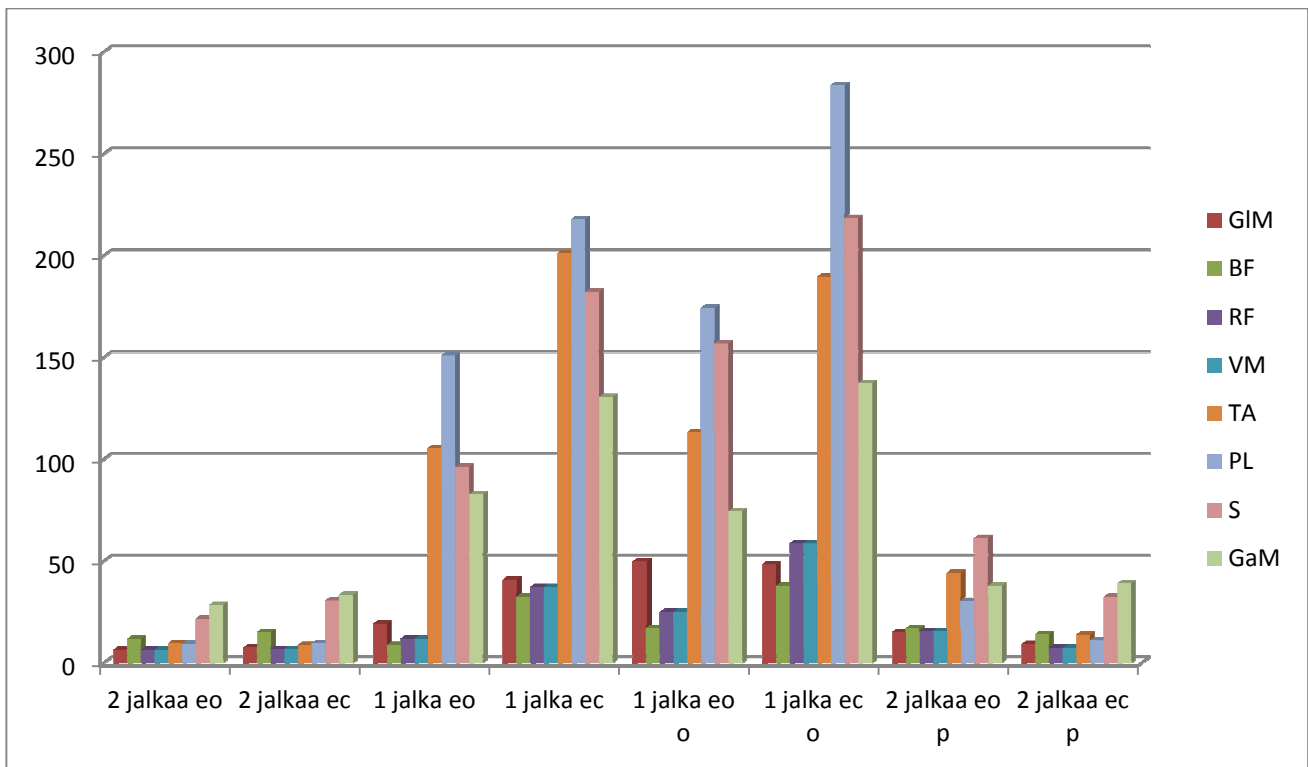
Asento	GM	BF	RF	VM	TA	PL	S	GaM
2 jalkaa eo	6,4	11,8	6,4	6,4	9,6	9,4	21,6	28,4
2 jalkaa ec	7,6	15	6,8	6,8	8,8	9,6	30,6	33,4
1 jalka eo (vas.)	19,2	8,8	11,8	11,8	105,4	151	96,2	82,8
1 jalka ec (vas.)	40,8	32,4	37,2	37,2	201,2	217,8	182,2	130,6
1 jalka eo (oik.)	49,8	17	25	25	113,2	174,4	156,8	74,4
1 jalka ec (oik.)	48,4	37,8	58,6	58,6	189,6	283,6	218,4	137,4
2 jalkaa eo pehmeä	15	17	15,6	15,6	44,2	30,4	61,2	37,8
2 jalkaa ec pehmeä	9,2	14	7,4	7,4	13,8	11	32,4	39

Verrokeilla ($n=5$) kahden jalan seisonnassa silmät auki aktiivisimmat lihakset olivat gastrocnemius medialis $28,4 \mu\text{V}$, soleus $21,6 \mu\text{V}$ ja biceps femoris $11,8 \mu\text{V}$ sekä silmät kiinni gastrocnemius medialis $33,4 \mu\text{V}$, soleus $30,6 \mu\text{V}$ ja biceps femoris $15 \mu\text{V}$.

Kahden jalan seisonnassa silmät auki pehmeällä alustalla aktiivisimmat lihakset olivat soleus $61,2 \mu\text{V}$, tibialis anterior $44,2 \mu\text{V}$ ja gastrocnemius medialis $37,8 \mu\text{V}$ sekä silmät kiinni gastrocnemius medialis $39 \mu\text{V}$, soleus $32,4 \mu\text{V}$ ja biceps femoris $14 \mu\text{V}$.

Yhden jalan seisonnassa silmät auki vasemmalla jalalla aktiivisimmat lihakset olivat peroneus longus $151 \mu\text{V}$, tibialis anterior $105,4 \mu\text{V}$ ja soleus $96,2 \mu\text{V}$ sekä oikealla jalalla peroneus longus $174,4 \mu\text{V}$, soleus $156,8 \mu\text{V}$ ja tibialis anterior $113,2 \mu\text{V}$.

Yhden jalan seisonnassa silmät kiinni vasemmalla jalalla aktiivisimmat lihakset olivat peroneus longus $217,8 \mu\text{V}$, tibialis anterior $201,2 \mu\text{V}$ ja soleus $182,2 \mu\text{V}$ sekä oikealla jalalla peroneus longus $283,6 \mu\text{V}$, soleus $218,4 \mu\text{V}$ ja tibialis anterior $189,6 \mu\text{V}$.



Kuva 36. Verrokkien EMG-tulokset (μV)

Kuvassa on vaaka-akselilla mittausasento ja pystyakselilla mikrovoltti-asteikko, pylvään korkeus histogrammissa kertoo kunkin lihaksen sähköisen aktiivisuuden μV -yksiköissä. Lyhenteet ovat selitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Kuvissa ja taulukoissa käytettyjen lyhenteiden selitykset EMG-mittauksessa

eo = eyes open, silmät auki

ec = eyes closed, silmät kiinni

op./oik. = operoitu/oikea jalka

terve = terve jalka

p = pehmeä alusta

GIM = Gluteus medius

BF = Biceps femoris

RF = Rectus femoris

VM = Vastus medialis

vas. = vasen jalka

TA = Tibialis anterior

PL = Peroneus longus

S = Soleus

GaM = Gastrocnemius medial

Seuraavissa taulukoissa 6 -13 ovat esitetty keskihajonnat EMG-aktiivisuuksista lihaksittain. (**SD** = keskihajonta, **op** = operoitujen osalta, **verrokkit** = verrokkien osalta).

Taulukko 6. Musculus gluteus medius (μV)

Gluteus medius		SD	op	verrokkit
	2 jalkaa eo	2,43	1,79	1,95
	2 jalkaa ec	2,89	3,1	2,54
	1 jalka terve/vasen eo	17,03	15,17	16,36
	1 jalka terve/vasen ec	17,16	10,78	27,84
	1 jalka oper./oikea eo	23,74	14,88	14,96
	1 jalka oper./oikea ec	16,93	10,78	27,84
	2 jalkaa pehmeä eo	7,99	5,84	9,25
	2 jalkaa pehmeä ec	5,86	6,9	3,96

Keskihajonta oli suurinta gluteus mediuksen osalta ACL-operoiduilla yhden jalan seisonnassa silmät auki terveellä jalalla 15,17 μV ja verrokkiryhmällä yhden jalan seisonnassa silmät kiinni vasemmalla sekä oikealla jalalla 27,84 μV .

Taulukko 7. Musculus biceps femoris (μV)

Biceps Femoris		SD	op	verrokkit
	2 jalkaa eo	5,83	4,67	5,91
	2 jalkaa ec	6,8	5,54	7,56
	1 jalka terve/vasen eo	20,87	22,82	3,18
	1 jalka terve/vasen ec	22,23	25,14	16,4
	1 jalka oper./oikea eo	12,87	14,58	9,05
	1 jalka oper./oikea ec	17,28	19,44	13,21
	2 jalkaa pehmeä eo	7,57	4,49	8,85
	2 jalkaa pehmeä ec	8,41	7,76	9,12

Keskihajonta oli suurinta biceps femoriksen osalta ACL-operoiduilla yhden jalan seisonnassa silmät kiinni terveellä jalalla 25,14 μV ja verrokkiryhmällä yhden jalan seisonnassa silmät kiinni vasemmalla jalalla 16,4 μV .

Taulukko 8. Musculus rectus femoris (μV)

Rectus Femoris		SD	op	verrokkit
	2 jalkaa eo	4,03	3,48	4,36
	2 jalkaa ec	4,24	3,87	4,63
	1 jalka terve/vasen eo	13,68	15,76	4,79
	1 jalka terve/vasen ec	17,07	15,67	18,82
	1 jalka oper./oikea eo	11,2	2,87	15,76
	1 jalka oper./oikea ec	28,45	6,78	35,48
	2 jalkaa pehmeä eo	11,42	3,79	15,85
	2 jalkaa pehmeä ec	6,3	5,22	7,49

Keskihajonta oli suurinta rectus femoriksen osalta ACL-operoiduilla yhden jalan seisonnassa silmät auki terveellä jalalla 15,76 μV ja verrokkiryhmällä yhden jalan seisonnassa silmät kiinni oikealla jalalla 35,48 μV .

Taulukko 9. Musculus vastus medialis (μV)

Vastus medialis		SD	op	verrokkit
	2 jalkaa eo	4,03	3,48	4,36
	2 jalkaa ec	4,24	3,87	4,63
	1 jalka terve/vasen eo	13,68	15,76	4,79
	1 jalka terve/vasen ec	17,07	15,67	18,82
	1 jalka oper./oikea eo	11,2	2,87	15,76
	1 jalka oper./oikea ec	28,45	6,78	35,48
	2 jalkaa pehmeä eo	11,42	3,79	15,85
	2 jalkaa pehmeä ec	6,3	5,22	7,49

Keskihajonnan määrät olivat samat kuin musculus rectus femoriksella, koska etureiden lihakset käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena.

Taulukko 10. Musculus tibialis anterior (μV)

Tibialis anterior		SD	op	verrokkit
	2 jalkaa eo	5,3	5,47	2,41
	2 jalkaa ec	5,95	5,74	2,48
	1 jalka terve/vasen eo	51,8	33,61	69,67
	1 jalka terve/vasen ec	89,45	51,68	120,53
	1 jalka oper./oikea eo	39,63	24,06	53,91
	1 jalka oper./oikea ec	63,25	18,98	90,12
	2 jalkaa pehmeä eo	47,32	6,01	63,43
	2 jalkaa pehmeä ec	7,44	6,08	8,79

Keskihajonta oli suurinta tibialis anteriorin osalta ACL-operoiduilla yhden jalan seisonnassa silmät kiinni terveellä jalalla 51,68 μV ja verrokkiryhmällä yhden jalan seisonnassa silmät kiinni vasemmalla jalalla 120,53 μV .

Taulukko 11. Musculus peroneus longus (μV)

Peroneus longus		SD	op	verrokkit
	2 jalkaa eo	5,8	4,68	2,05
	2 jalkaa ec	5,73	4,89	2,05
	1 jalka terve/vasen eo	88,9	28,9	125,69
	1 jalka terve/vasen ec	84,87	21,49	115,45
	1 jalka oper./oikea eo	89,46	20,08	122,82
	1 jalka oper./oikea ec	152,33	18,96	209,17
	2 jalkaa pehmeä eo	27,62	11,86	39,39
	2 jalkaa pehmeä ec	10,24	11,8	2,58

Keskihajonta oli suurinta peroneus longuksen osalta ACL-operoiduilla yhden jalan seisonnassa silmät auki terveellä jalalla 28,9 μV ja verrokkiryhmällä yhden jalan seisonnassa silmät kiinni oikealla jalalla 209,17 μV .

Taulukko 12. Musculus soleus (μV)

Soleus		SD	op	verrokkit
2 jalkaa eo		8,86	8,32	9,09
2 jalkaa ec		10,33	9,09	9,22
1 jalka terve/vasen eo		42,5	35,42	50,02
1 jalka terve/vasen ec		58,66	34,26	63,62
1 jalka oper./oikea eo		60,22	27,58	60,45
1 jalka oper./oikea ec		90,33	25,56	98,2
2 jalkaa pehmeä eo		42,01	10,59	54,88
2 jalkaa pehmeä ec		12,98	12,89	9,99

Keskihajonta oli suurinta soleuksen osalta ACL-operoiduilla yhden jalan seisonnassa silmät auki terveellä jalalla 35,42 μV ja verrokkiryhmällä yhden jalan seisonnassa silmät kiinni oikealla jalalla 98,2 μV .

Taulukko 13. Musculus gastrocnemius medialis (μV)

Gastrocnemius medialis		SD	op	verrokkit
2 jalkaa eo		11,72	10,65	12,69
2 jalkaa ec		14,99	14,19	15,52
1 jalka terve/vasen eo		47,92	54,49	35,78
1 jalka terve/vasen ec		53,67	51,01	57,04
1 jalka oper./oikea eo		45,48	40,75	46,19
1 jalka oper./oikea ec		53,89	47,12	62,13
2 jalkaa pehmeä eo		15,09	13,24	15,15
2 jalkaa pehmeä ec		17,87	18,24	16,67

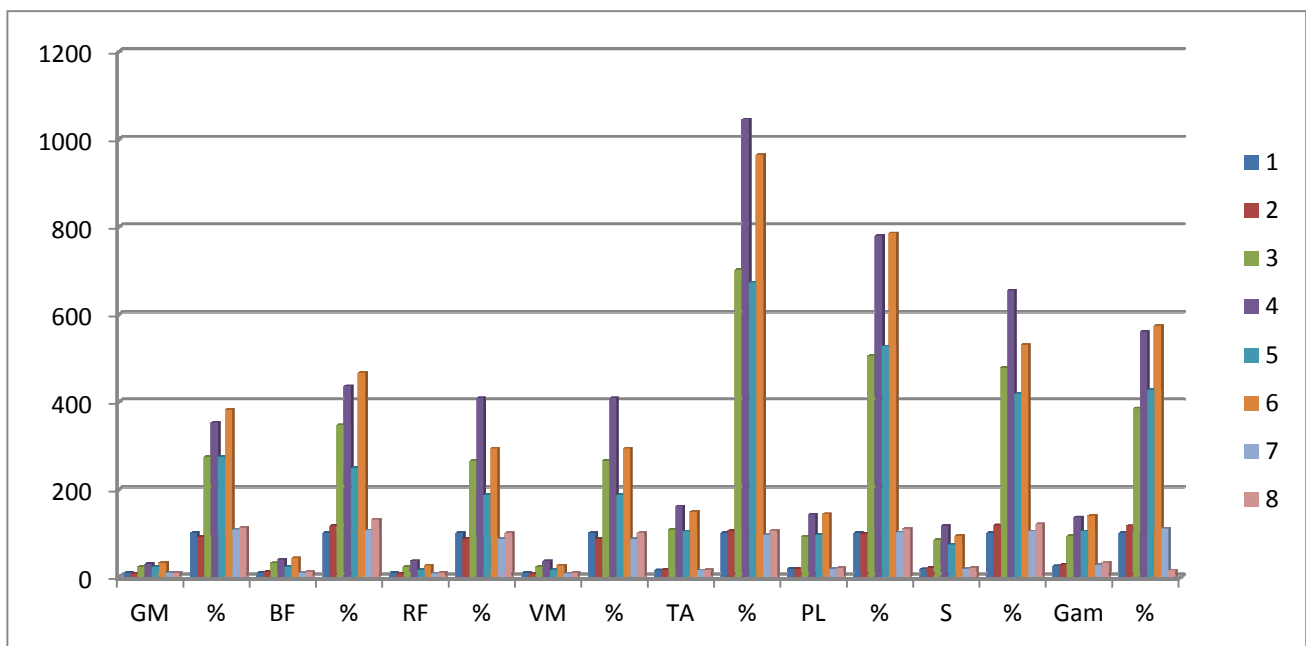
Keskihajonta oli suurinta gastrocnemius medialiksen osalta ACL-operoiduilla yhden jalan seisonnassa silmät auki terveellä jalalla 54,49 μV ja verrokkiryhmällä yhden jalan seisonnassa silmät kiinni oikealla jalalla 62,13 μV .

Seuraavissa taulukoissa on esitetty prosenttiosuuksia, millä aktiivisuuksilla tutkittavat henkilöt ovat käyttäneet kutakin lihasta eri mittausasennoissa. Satana prosenttina (100 %) on pidetty alkuasentoa, jossa tutkittava on seissyt kahdella jalalla silmät auki. Lihaskohtaisesti muita alkuasentoja on verrattu tähän lukemaan, josta prosenttiosuudet ovat saatu.

Taulukko 14. EMG-aktiivisuuksien prosenttitasot nollassoon suhteutettuna ACL operoiduilla (μV , %)

1= 2 jalalla eo, 2= 2 jalalla ec, 3= 1 jalalla eo (terve), 4= 1 jalalla ec (terve), 5= 1 jalalla eo (op), 6= 1 jalalla ec (op), 7= 2 jalalla eo pehmeä, 8= 2 jalalla ec pehmeä

	GM	%	BF	%	RF	%	VM	%	TA	%	PL	%	S	%	Gam	%
1	8,429	100	9,143	100	8,857	100	8,857	100	15,43	100	18,29	100	17,71	100	24,29	100
2	7,714	91,5	10,71	117,1	7,714	87,1	7,714	87,1	16,29	105,5	18	98,4	20,86	117,7	28,14	115,8
3	23,14	274,8	31,71	346,9	23,43	264,6	23,43	264,6	108,1	701,2	92,43	505,5	84,71	478,3	93,57	385,3
4	29,71	352,8	39,86	435,9	36,14	408,3	36,14	408,3	161,1	1045	142,4	779,1	115,9	654,1	135,9	559,5
5	23,14	274,8	22,71	248,4	16,57	187,2	16,57	187,2	103,7	672,5	96,29	526,6	74,14	418,6	103,9	427,7
6	32,14	381,7	42,57	465,7	26	293,7	26	293,7	148,7	964,3	143,6	785,3	94	530,7	139,3	573,6
7	9,143	108,5	9,714	106,2	7,714	87,1	7,714	87,1	14,86	96,3	18,57	101,5	18,43	104	26,71	110,8
8	9,429	111,8	12	131,2	8,857	100	8,857	100	16,29	105,5	20,14	110,1	21,29	120,1	32,71	14,7

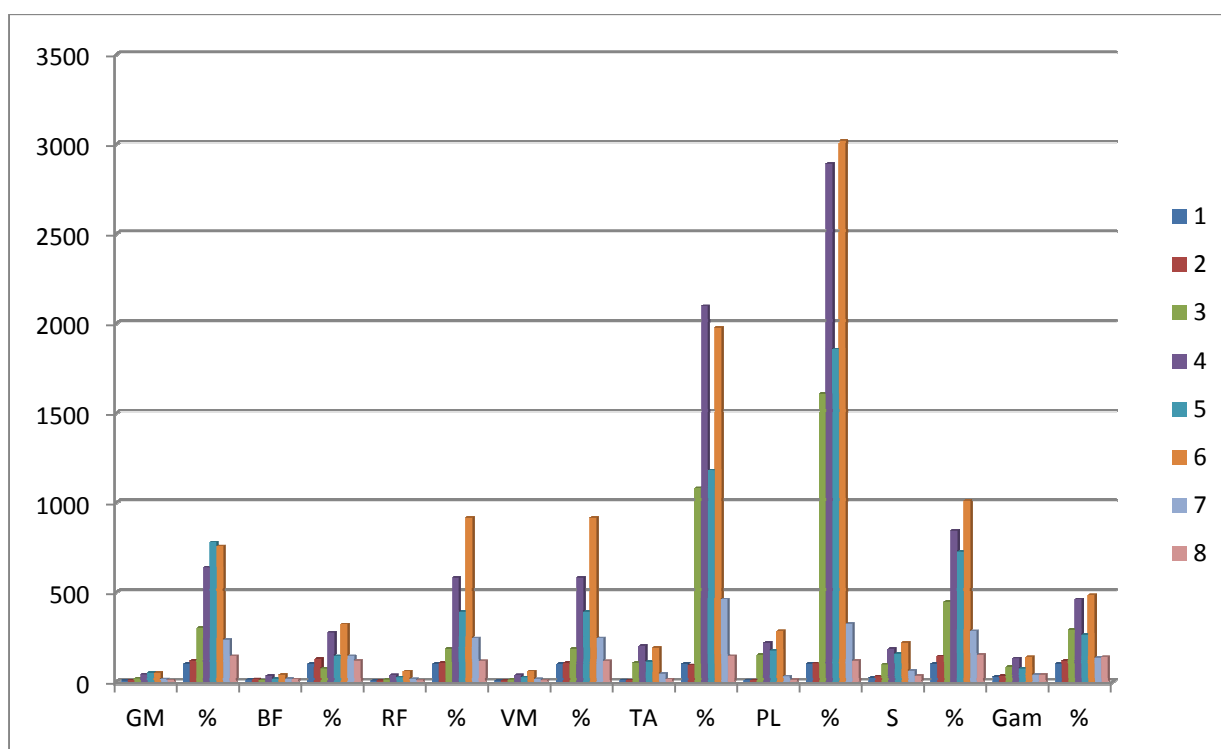


Kuva 37. Keskiarvot lihaksittain EMG:stä sekä sitä vastaava prosenttiosuus suhteutettuna nollassoon ACL operoiduilla. (μV , %) (1= 2 jalalla eo, 2= 2 jalalla ec, 3= 1 jalalla eo (terve), 4= 1 jalalla ec (terve), 5= 1 jalalla eo (op), 6= 1 jalalla ec (op), 7= 2 jalalla eo pehmeä, 8= 2 jalalla ec pehmeä)

Taulukko 15. EMG-aktiivisuuksien prosenttiosuudet nollassoon suhteutettuna verro-
keilla (μV , %)

1= 2 jalalla eo, 2= 2 jalalla ec, 3= 1 jalalla eo (vas), 4= 1 jalalla ec (vas), 5= 1 jalalla eo (oik), 6= 1
jalalla ec (oik), 7= 2 jalalla eo pehmeä, 8= 2 jalalla ec pehmeä

	GM	%	BF	%	RF	%	VM	%	TA	%	PL	%	S	%	Gam	%
1	6,4	100	11,8	100	6,4	100	6,4	100	9,6	100	9,4	100	21,6	100	28,4	100
2	7,6	118,7	15	127,1	6,8	106,2	6,8	106,2	8,8	91,6	9,6	102,1	30,6	141,6	33,4	117,6
3	19,2	300	8,8	74,5	11,8	184,3	11,8	184,3	105,4	1080	151	1606	96,2	445,3	82,8	291,5
4	40,8	637,5	32,4	274,5	37,2	581,2	37,2	581,2	201,2	2096	217,8	2891	182,2	843,5	130,6	459,8
5	49,8	778,1	17	144	25	390,6	25	390,6	113,2	1179	174,4	1855	156,8	725,9	74,4	261,9
6	48,4	756,2	37,8	320,3	58,6	915,6	58,6	915,6	189,6	1975	283,6	3017	218,4	1011	137,4	483,8
7	15	234,3	17	144	15,6	243,7	15,6	243,7	44,2	460,4	30,4	323,4	61,2	283,3	37,8	133
8	9,2	143,7	14	118,6	7,4	115,6	7,4	115,6	13,8	143,7	11	117	32,4	150	39	137,3



Kuva 38. Keskiarvot lihaksittain EMG:stä sekä sitä vastaava prosenttiosuus suhteutettuna verro-
rokeilla (μV , %) (1= 2 jalalla eo, 2= 2 jalalla ec, 3= 1 jalalla eo (vas), 4= 1 jalalla ec (vas), 5= 1
jalalla eo (oik), 6= 1 jalalla ec (oik), 7= 2 jalalla eo pehmeä, 8= 2 jalalla ec pehmeä)

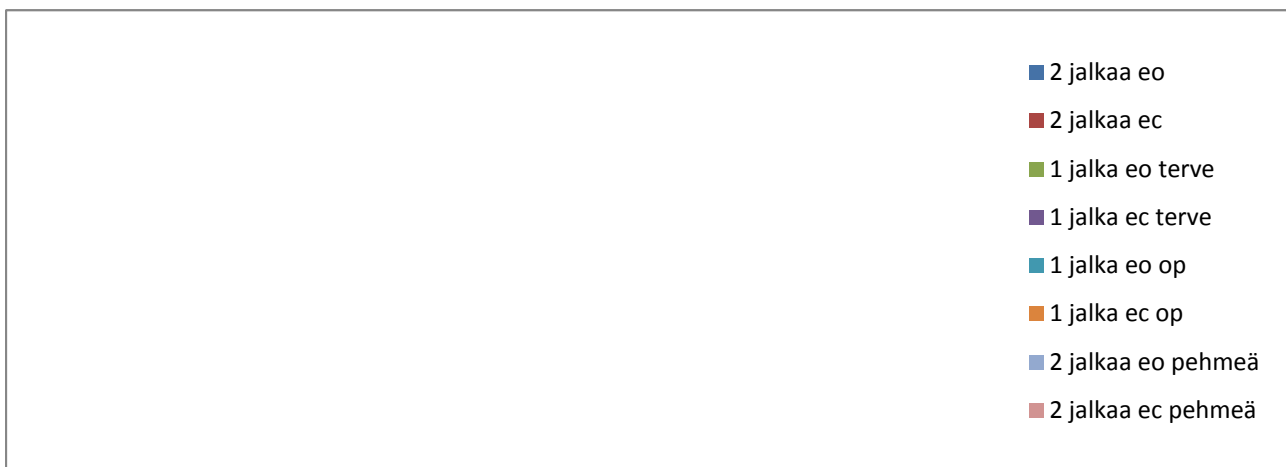
Lähes poikkeuksetta silmät kiinni suoritetuissa mittauksissa EMG-aktiivisuus oli suu-
rempi verrattuna samaan liikkeeseen, joka suoritettiin silmät auki. Esimerkiksi m. glu-

teus mediuksen aktiivisuus operoiduilla potilailla silmät auki terveellä jalalla seistessä oli keskimäärin 23,24 mikrovoltia (μV) eli 274,8 % nollassoon nähden. Kun sama mittaus suoritettiin silmät kiinni, oli saman lihaksen keskimääräisen aktiivisuustaso 29,71 mikrovoltia eli 352,8 % nollassoon nähden. Verrokeilla sama lihas ja mittaus tuottivat tuloksena 19,2 μV (300 %) ja 40,8 μV (637,5 %).

Nilkan seudun lihaksista samassa mittauksessa eli terveellä jalalla silmät auki ja silmät kiinni m. tibialis anteriorin aktiivisuuslukemat olivat seuraavia: operoiduilla 108,1 μV (701,2 %) eo ja 161,1 μV (1045 %) ec sekä verrokeilla 105,4 μV (1080 %) eo ja 201,2 μV (2096 %) ec.

Taulukko 16. Eri mittausasentojen lihasaktiivisuudet prosentteina ACL operoiduilla (μV , %)

	OPEROIDUT		
2 jalkaa eo	110,95		100 %
2 jalkaa ec	117,11		105,50 %
1 jalka eo terve	480,53		433,10 %
1 jalka ec terve	697,1		628,30 %
1 jalka eo op	456,4		411,30 %
1 jalka ec op	652,27		587,80 %
2 jalkaa eo pehmeä	112,82		101,70 %
2 jalkaa ec pehmeä	129,53		116,70 %



Kuva 39. Kaavio eri mittausasentojen lihasaktiivisuuksien prosentteista ACL operoiduilla (%)

Taulukko 17. Eri mittausasentojen lihasaktiivisuudet prosentteina verrokeilla (μV , %)

	VERROKIT		
2 jalkaa eo	100		100 %
2 jalkaa ec	118,6		118,60 %
1 jalka eo vas	487		487 %
1 jalka ec vas	879,4		879,40 %
1 jalka eo oik	635,6		635,60 %
1 jalka ec oik	1032,4		1032,40 %
2 jalkaa eo pehmeä	236,8		236,80 %
2 jalkaa ec pehmeä	134,2		134,20 %

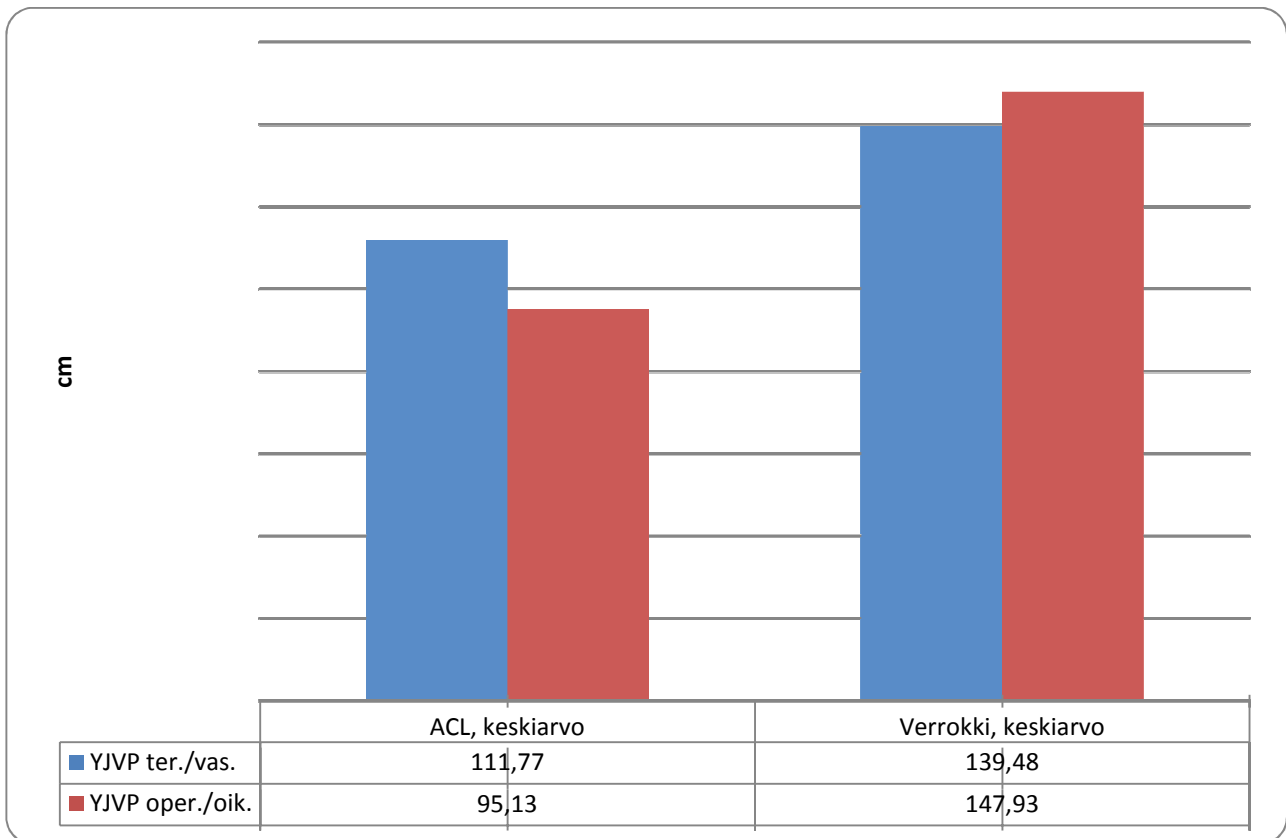
- 2 jalkaa eo
- 2 jalkaa ec
- 1 jalka eo vas
- 1 jalka ec vas
- 1 jalka eo oik
- 1 jalka ec oik
- 2 jalkaa eo pehmeä
- 2 jalkaa ec pehmeä

Kuva 40. Kaavio eri mittausasentojen lihasaktiivisuuksien prosenteista verrokeilla (%)

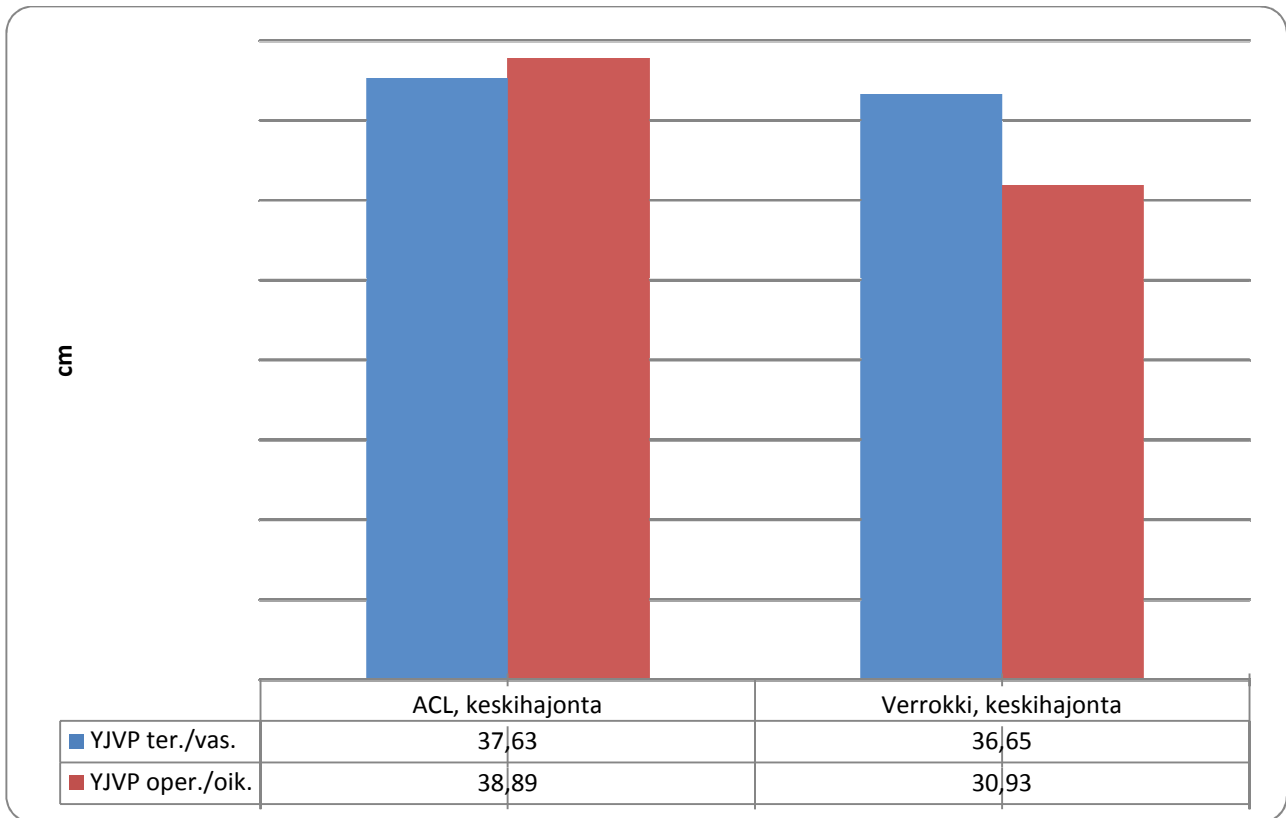
Kun tarkasteltiin eri mittausasentoja ja niiden vaatimia lihasaktiivisuustasoja, voitiin todeta yhden jalan seisannon silmät kiinni olleen sekä operoiduilla että verrokeilla lihastyön kannalta kaikista vaativin mittausasento. Seuraavaksi vaativin mittausasento oli yhden jalan seisonta silmät auki. Operoiduilla ei ollut suurta eroavaisuutta oliko alusta tasainen vai pehmeä vaahtomuovi - 2 jalan seisonta silmät auki $110,95\mu\text{V}$, 100 % ja $112,82\mu\text{V}$, 101,70 %. Verrokeilla oli tässä yllättävä eroavaisuus, sillä 2 jalalla silmät auki aktiivisuus oli $100\mu\text{V}$, 100 % ja pehmeällä alustalla $236,8\mu\text{V}$, 236,8 %.

7.3 Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus fyysiseen suorituskykyyn

Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn keskiarvo oli verrokeilla (n=5) 139,48 cm vasemman jalan mittauksessa ja 147,93 cm oikean jalan mittauksessa. ACL-operoiduilla (n=7) keskiarvo oli 111,77 cm terveen jalan mittauksessa ja 95,13 cm operoidun jalan mittauksessa. Keskihajonta verrokeilla oli 36,65 cm vasemman jalan mittauksessa ja 30,93 cm oikean jalan mittauksessa. ACL-operoiduilla keskihajonta oli 37,63 cm terveen jalan mittauksessa ja 38,89 cm operoidun jalan mittauksessa. ACL-operoiduilla vauhdittoman pituushypyn keskiarvo oli huomattavasti heikompi operoidulla jalalla verrattuna terveeseen jalkaan ja verrokkeihin. Myös terveen jalan tulokset olivat heikommat verrattuna verrokkien tuloksiin. Keskihajonnassa huomattavin ero ryhmien välillä oli verrokkien oikean jalan tuloksissa ja ACL-operoitujen terveen jalan- sekä operoidun jalan tuloksissa. Yhteenvetona tuloksista voitiin sanoa, että polven eturistisiteen rekonstruktiolla oli vaikutusta yhden jalan vauhdittoman pituushypyn tuloksiin, kun verrattiin ACL-operoitujen leikattua jalkaa terveeseen jalkaan ja verrokkeihin. Keskiarvot ovat esitetty kuvassa 37 ja keskihajonnat kuvassa 38. Kuvien lyhenteet ovat selitetty taulukossa 13.



Kuva 41. Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn keskiarvot (cm)



Kuva 42. Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn keskihajonnat (cm)

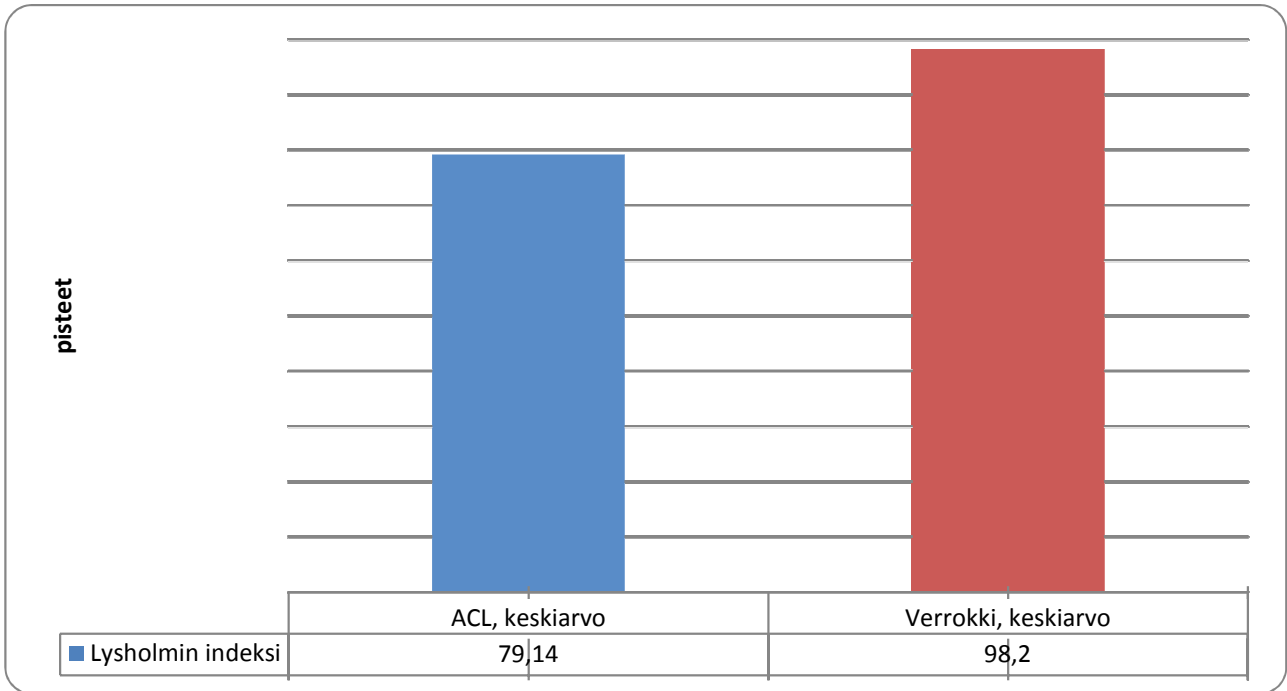
Taulukko 18. Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn kuvioissa käytettyjen lyhenteiden selitykset

YJVP = yhden jalan vauhditon pituushyppy	ter. = terve jalka
vas. = vasen jalka	oper. = operoitu jalka
oik. = oikea jalka	

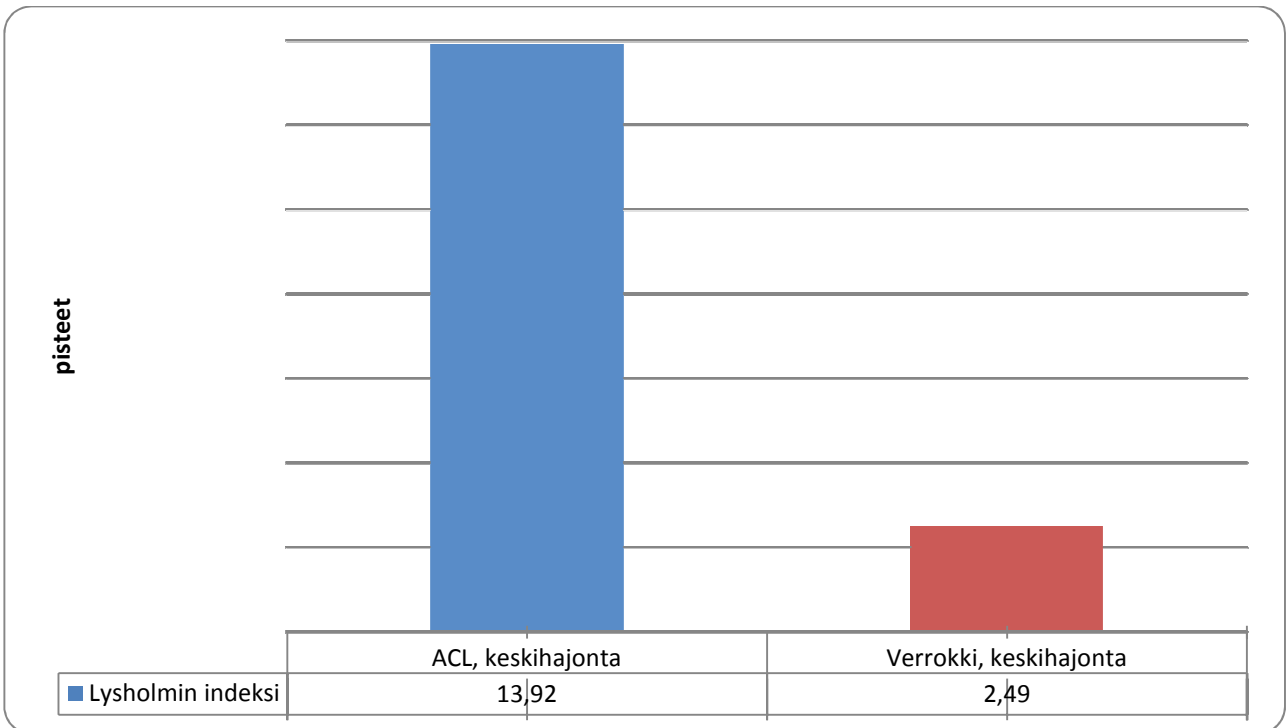
7.4 Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus koettuun toimintakykyyn

Lysholmin polvi-indeksin keskiarvo oli verrokkeilla (n=5) 98,20 pistettä ja ACL- operoiduilla (n=7) 79,14 pistettä. Keskihajonta oli verrokkeilla 2,49 pistettä ja ACL- operoiduilla 13,92 pistettä. ACL-operoiduilla Lysholmin polvi-indeksin pisteiden keskiarvo oli huomattavasti heikompi kuin verrokkeilla. Keskihajonnassa ryhmien välillä oli myös merkittävä ero siten, että ACL-operoiduilla keskihajonta oli huomattavasti

suurempaa. Yhteenvetona näistä tuloksista voitiin sanoa, että polven eturistisiteen rekonstruktioilla oli vaikutusta koettuun toimintakykyyn Lysholmin polvi-indeksillä mitattuna. Keskiarvot ovat esitetty kuvassa 43 ja keskihajonnat kuvassa 44.



Kuva 43. Lysholmin polvi-indeksin keskiarvot (Lysholmin indeksin piste)



Kuva 44. Lysholmin polvi-indeksin keskihajonnat (Lysholmin indeksin piste)

7.5 Fyysisen suorituskyvyn vaikutus koettuun toimintakykyyn

Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn keskiarvo oli verrokkeilla (n=5) 139,48 cm vasemman jalan mittauksessa ja 147,93 cm oikean jalan mittauksessa. Keskihajonta oli vasemman jalan mittauksessa 36,65 cm ja oikean jalan mittauksessa 30,93 cm. Lysholmin polvi-indeksin keskiarvo oli 98,20 pistettä ja keskihajonta 2,49 pistettä.

Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn keskiarvo oli ACL-operoiduilla (n=7) 111,77 cm terveen jalan mittauksessa ja 95,13 cm operoidun jalan mittauksessa. Keskihajonta oli terveen jalan mittauksessa 37,63 cm ja operoidun jalan mittauksessa 38,89 cm. Lysholmin polvi-indeksin keskiarvo oli 79,14 pistettä ja keskihajonta 13,92 pistettä.

Näistä tuloksista voitiin päätellä, että polven eturistisiteen rekonstruktioilla oli vaikutusta fyysiseen suorituskykyyn ja sitä kautta myös toimintakykyyn. Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn tulokset olivat selkeästi heikommat ACL-operoiduilla leikatun jalan mittauksessa verrattuna terveeseen jalkaan ja verrokkien tuloksiin keskiarvoja tarkasteltaessa. Keskihajonnassa ei ollut merkittäviä eroja. Pituushyppytestin tulokset korreloivat Lysholmin polvi-indeksin tulosten kanssa, koska ACL-operoiduilla pisteet olivat heikommat kuin verrokeilla sekä keskiarvoja että keskihajontaa tarkasteltaessa. Yhteenvedona voitiin sanoa, että fyysisellä suorituskyvyllä oli vaikutusta koettuun toimintakykyyn tämän tutkimuksen mittareilla mitattuna.

7.6 Yhteenvedo tuloksista

Yhteenvedona tasapainotuloksista voidaan sanoa, että tutkijoiden alussa asettamat hypoteesit toteutuivat lähes poikkeuksetta. Staattisessa tasapainotestissä ACL-operoiduilla esiintyi enemmän huojuntaa kaikissa testeissä kahdella jalalla seistessä kuin verrokeilla. Kaikissa kahden jalan tasapainotesteissä ACL-operoitujen keskiarvot olivat suurempia sekä vauhtimomentin että huojunnan osalta verrattuna verrokkeihin. Samoin keskihajontaa oli enemmän ACL-operoiduilla vauhtimomentin ja huojunnan osalta kuin verrokkeilla. Yhden jalan tasapainotesteissä ACL-operoitujen keskiarvot olivat suurempia vauhtimomentin ja huojunnan osalta, kun testi suoritettiin silmät auki. Keskihajonta vauhtimomentin ja huojunnan osalta oli laajempaa verrokeilla verrattuna ACL-operoituihin. Yhden jalan tasapainotestissä silmät kiinni keskiarvoissa vauhtimomentin ja huojunnan osalta ei ollut merkittäviä eroja. Keskihajonta oli laajempaa verrokeilla verrattuna ACL-operoituihin.

ACL-operoitujen osalta käytetyin lihastoimintamalli kaikissa tasapainomittausten tutkimusasennoissa oli nilkkastrategia eli tutkittavat hakivat tasapainon asennon ylläpitämiseen käyttämällä enemmän nilkan alueen lihaksia kuin pakararan ja reiden seudun lihaksia. Verrokeilla oli myös nilkkastrategia käytössä, mutta kahden jalan mittausasennoissa ero lihasten sähköisessä aktiivisuudessa ei ollut niin merkittävä kuin ACL-operoiduilla. Esimerkiksi kahden jalan seisonnassa silmät auki ACL-operoiduilla koko nilkan seutu (mm. tibialis anterior, peroneus longus, soleus ja gastrocnemius medialis) oli tasaisen aktiivinen ja verrokeilla nilkan seudun lihaksista pohje (mm. soleus ja gastrocnemius medialis) olivat selkeästi säären lihaksia (mm. tibialis anterior ja peroneus longus) aktiivisempia. Huomioitava asia on myös se, että kahden jalan tasapainotesteissä verrokeilla takareiden lihaksista musculus biceps femoris oli aktiivisempi kuin nilkan alueen lihaksista musculi tibialis anterior ja peroneus longus. Tästä voitiin päätellä, että verrokeilla tasapainoa haettiin enemmän myös takareiden alueen lihaksista. Selkeimmin nilkkastrategian käyttö ilmeni yhden jalan tasapainotesteissä ja etenkin yhden jalan seisonnassa silmät kiinni. Kahden jalan testeissä ei merkittäviä eroja ilmennyt, ei edes käyttämällä epästabiilia pehmeää alustaa mukana mittauksessa.

Post-operatiivisella ajalla (4 - 12 kk) ei ollut merkittävää vaikutusta lihasten sähköiseen aktiivisuuteen, sillä vaikka mitattuja potilaita oli aikavälin molemmista päistä, niin erot eivät olleet merkittäviä. Pieniin eroihin voi hakea selitysmallia fyysisestä suorituskyvystä ja motoristen yksiköiden rekrytoinnista.

Fyysisen suorituskyvyn testin tulokset olivat verrokeilla selkeästi paremmat verrattuna ACL-operoituihin. Yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä ACL-operoitujen tulokset olivat heikommat verrattaessa tervettä jalkaa verrokkiin ja operoitua jalkaa verrokkiin. Keskiarvot olivat pienemmät ACL-operoiduilla, mutta keskihajonnassa ei ollut merkittäviä eroja ryhmien välillä.

Toimintakykytestin tuloksissa oli merkittävä ero sekä keskiarvon että keskihajonnan osalta. Keskihajonta oli todennäköisesti ACL-operoiduilla sen vuoksi laajempaa, koska post-operatiivinen aika mittauksiin nähden vaihteli 4:än ja 12:en kuukauden välillä.

7.6.1 Keskeiset tulokset

Staattinen tasapaino

- kahden jalan seisonnassa ACL-operoiduilla esiintyi enemmän huojuntaa kaikissa testeissä verrattuna verrokkiryhmään
- kahden jalan testauksissa myös vauhtimomentti oli ACL-operoiduilla verrokkeja suurempaa
- yhden jalan testauksessa silmät auki sekä vauhtimomentti että huojunta oli ACL-operoiduilla suurempaa kuin verrokeilla
- yhden jalan testauksessa silmät kiinni ei operoitujen ja verrokkien välillä ollut merkittävää eroa huojunnassa eikä vauhtimomentissa

Alaraajan lihastoimintastrategiat

- ACL-operoitujen kohdalla käytössä oli nilkkastrategia, eli tasapaino haettiin enemmässä osin nilkan kuin lonkan ja pakarän seudun lihaksiston kautta
- Myös verrokeilla oli nilkkastrategia käytössä, mutta kahden jalan testauksissa ero ei ollut niin selkeä kuin operoiduilla
- Kahden jalan testauksessa osalla verrokeista m. biceps femoris oli aktiivisempi kuin m. tibialis anterior ja m. peroneus longus
- Pehmeällä alustalla ei saatu merkittäviä eroja aikaan kahden jalan testauksissa
- Selkeimmin nilkkastrategia tuli ilmi yhden jalan testauksessa silmät kiinni

Fyysinen suorituskyky

- ACL-operoitujen yhden jalan vauhditon pituushyppy oli heikompi kuin verrokeilla verrattessa tervettä jalkaa verrokkiin ja operoitua jalkaa verrokkiin
- Keskiarvot olivat pienemmät ACL-operoiduilla, mutta keskihajonnassa ei tullut merkittäviä eroja ryhmien välillä esiin

Koettu toimintakyky

- Tuloksissa merkittävä ero sekä keskiarvon että keskihajonnan osalta
- Todennäköisesti ACL-operoitujen suuren vaihtelun keskihajonnassa selittää laaja post.operatiivisen ajan kirjo

8 POHDINTA

8.1 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen päätuloksena oli se, että polven eturistisiteen rekonstruktioilla oli vaikutusta staattiseen tasapainoon, fyysiseen suorituskykyyn ja toimintakykyyn. Alaraajan lihastoimintamalleihin polven eturistisiteen rekonstruktioilla ei ollut niin merkittävää vaikutusta, koska molemmilla ryhmillä oli selkeästi nilkkastrategia käytössä. Staattisessa tasapainossa ACL-rekonstruktion vaikutus tuli esille lisääntyneenä huojuntana sekä sivuttaissuuntaan että eteen/taakse-suuntaan. Lisäksi tasapainomittausten vauhtimomentti oli ACL-operoiduilla laajempaa, joka tarkoitti sitä, että liikkeen nopeus huojunnassa ja etäisyyden vaihtelu keskipisteestä oli suurempaa. Fyysiseen suorituskykyyn ACL-rekonstruktio vaikutti laskevalla tavalla, joka tuli esille yhden jalan vauhdittoman pituushypyn heikompina tuloksina verrattuna verrokkeihin. ACL-operoiduilla pituushypyn tulokset olivat heikommat sekä terveellä että operoidulla jalalla verrattuna verrokkeihin. Koettuun toimintakykyyn ACL-rekonstruktio vaikutti myös laskevalla tavalla, joka tuli esille heikompana pistemääränä Lysholmin polviindeksissä. Toimintakykytestissä tulosten keskihajonta oli ACL-operoiduilla merkittävää, mikä osaltaan selittyy sillä, että operaation ja tutkimuksen välinen aika vaihteli 4-12 kuukauden välillä. Tulokset olivat samansuuntaisia kuin Alonson, Greven ja Camanhon vuonna 2009 tekemässä tutkimuksessa.

Staattisessa tasapainossa oli selkeitä eroja verrokkien ja ACL-oroitujen välillä lähes kaikissa tasapainotesteissä. Merkittävimmät erot olivat vauhtimomentissa ja sivuttaissuunnan huojunnassa. Huomioitava asia oli se, että suurimmat erot tasapainotesteissä ryhmien välillä tulivat esille kahdella jalalla seistessä. Yhden jalan tasapainotesteissä merkittävimmät erot tulivat silmät auki seistessä. Samansuuntaisia tuloksia on esitetty aiemmin myös kansainvälisissä tutkimuksissa (mm. Zouita Ben Moussa ym. 2009; Alonso ym.2009). Polven proprioseptiikalla on suuri merkitys tasapainoon ja polven eturistisiteen rekonstruktio muuttaa polven proprioseptiikkaa merkittävästi. Tutkimusten mukaan polven proprioseptiikka palautuisi normaalille tasolle 6 kuukautta eturistisiteen rekonstruktion jälkeen riippumatta jännesiirteen tyypistä (Angoules ym. 2010). Mahdollisesti tämä tekijä vaikutti osaltaan siihen, että yhden jalan staattisissa tasapainotesteissä ei tullut ryhmien välille merkittäviä eroja verrattuna kahden jalan tasapainotesteihin. Samoin tällä asialla saattoi olla vaikutusta tasapainotulosten keski-

hajonnan määrään, koska tutkittavilla henkilöillä oli kulunut operaatiosta 4 -12 kuukautta.

Koska kyseessä oli pilottitutkimus eikä vastaavaa tutkimusasetelmaa pystytty löytämään aiemmin suoritetuista tutkimuksista, ei EMG-aktiivisuuksia pystytä suoraan vertaamaan aiempaan tutkimustietoon. Tämän tutkimuksen EMG-aktiivisuuksissa ei ollut merkittäviä eroja operoitujen ja verrokkien välillä. Keskihajonta (SD) laskettiin kaikista mittauksista sekä eriteltiin vielä ACL-eroitujen ja verrokkien keskihajonnat, joita verrattiin edellä esitetyissä taulukoissa. Tutkimusjoukon koko (n=7) sekä verrokkiryhmän koko (m=5) vaikuttivat siihen, ettei mitään lukuarvoja voida yleistää.

Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus fyysiseen suorituskykyyn oli merkittävän suuri tässä tutkimuksessa, kun mittarina käytettiin yhden jalan vauhditonta pituushyppyä. Tutkijat van der Harst ym. saivat samansuuntaisia tuloksia vuonna 2007 tekemässään tutkimuksessa, jossa tutkittiin myös polven kinematiikkaa hypystä laskeutumisen aikana. 36 kuukautta ACL-rekonstruktion jälkeen yhden jalan vauhdittoman pituushypyn tulokset olivat hyviä tai erittäin hyviä 95 %:lla tutkittavista (Anders ym. 2008). 24 kuukautta ACL-rekonstruktion jälkeen yhden jalan vauhdittoman pituushypyn tulokset olivat normaaleja verrattuna terveeseen jalkaan (Zouita Ben Moussa ym. 2009). Yhden jalan vauhditon pituushyppy on luotettava testi erottelemaan fyysistä suorituskykyä terveen ja operoidun jalan välillä ACL-rekonstruktion jälkeen yhdessä vertikaalilihypyn ja sivuttaishypyn kanssa (Gustavsson ym. 2006). Hyppytestin tuloksiin ACL-operoiduilla saattoi vaikuttaa operaation jälkeen laskenut lihasvoimataso etu- ja takareiden lihaksissa. Tätä hypoteesia tukivat aiemmat kansainväliset tutkimustulokset, joissa oli tutkittu quadriceps- ja hamstring-lihasten voimantuottoa ennen ja jälkeen polven eturistisiteen rekonstruktion (mm. Konishi ym. 2010; de Jong ym. 2007; Hiemstra ym. 2007).

Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus toimintakykyyn oli merkittävä tässä tutkimuksessa, kun mittarina käytettiin Lysholmin polvi-indeksiä. Ryhmien välillä oli tuloksissa luonnollisesti eroa, koska verrokkiryhmällä ei ollut taustalla aiempia polven eturistisiteen vammoja tai muita polvivammoja. Möller, Weidenhielm ja Werner tutkivat polven toimintakykyä pitkällä aikajänteellä eturistisiteen rekonstruktion jälkeen. Ensimmäinen mittaus oli 2 vuotta operaation jälkeen, josta haettiin mahdollisia ennustavia tekijöitä polven toimintakykyyn ja polveen liittyvään elämänlaatuun pidemmällä

ajanjaksolla. Pitkäaikaisia vaikutuksia mitattiin 11,5 vuotta operaation jälkeen, jolloin tutkittavat kokivat polven toimintakyvyn hyväksi ja samoin polveen liittyvän elämänlaadun. Alussa, 2 vuotta operaation jälkeen tehdyt mittaukset pystyivät ennustamaan huonosti objektiivisia ja subjektiivisia näkymiä pitkällä aikajänteellä. Tulevaisuudessa tulisikin huomioida enemmän potilaan subjektiivisia tuntemuksia liittyen polveen ja yleiseen terveyteen kohdistuvaan elämänlaatuun (Lysholm ym. 2007). Tutkimuksissa on todettu neuromuskulaarisen harjoittelun olevan tehokasta palauttamaan polven toimintakykyä eturistisiteen rekonstruktion jälkeen verrattuna voimaharjoitteluun (Risberg ym. 2007). Polven eturistisiteen rekonstruktioilla oli varmasti suora yhteys laskeneeseen toimintakykyyn, koska sillä oletettavasti oli vaikutusta lihasvoimaan, proprioseptiikkaan ja nivelen toimintaan. Toisaalta operaatiolla oli myös vaikutusta siihen, kuinka henkilö luotti polveensa ja miten hän uskalsi käyttää sitä päivittäisissä toiminnoissa. Tämä asia tuli esille Lysholmin polvi-indeksin tuloksissa heikompana pistemääränä.

8.2 Tulosten luotettavuus

Tutkimusjoukkoa ei voida pitää kovin kattavana. Tutkimukseen saatiin kerättyä saatekirjeiden avulla lopulta 8 henkilöä, joille oli suoritettu polven eturistisiteen rekonstruktiovuoden 2011 aikana ja 5 verrokkia. Operoiduista henkilöistä yksi jouduttiin sulkemaan pois tutkimuksesta, koska useat poissulkukriteerit täyttyivät. Tavoitteena oli saada 10 - 15 tutkittavaa henkilöä, joten osallistumisprosentti oli 47 - 70 %. Joukkoon kuului henkilöitä, joille eturistisiteen rekonstruktio oli suoritettu 4 kuukautta ennen mittauksia mikä oli tutkimukseen osallistumisen alaraja. Tutkimusjoukossa oli myös henkilöitä, joille rekonstruktio oli suoritettu 12 kuukautta ennen mittauksia mikä oli puolestaan yläraja tutkimukseen osallistumiselle.

Tutkimustyö mahdollistui vapaaehtoisten tutkittavien osallistumisella. Tutkimusjoukon kerääminen oli erittäin haasteellista, koska tutkimus perustui täysin vapaaehtoisuuteen. Tutkittavia jouduttiin hakemaan Kymenlaakson alueen lisäksi lääkäriasemalta Helsingistä, josta lopulta saatiin tarvittava määrä tutkittavia henkilöitä kerättyä. Silti tavoitteena olleeseen otokseen ei päästy. Mahdollisia tutkimusjoukon kokoon vaikuttavia tekijöitä saattoivat olla tutkimuksen vapaaehtoisuus, poissulkukriteereiden täyttyminen ja operoitujen henkilöiden vähäinen ohjautuminen kuntoutukseen lääkäriasemille ja fysioterapiarytiksiin.

Saatekirjeet lähetettiin lääkäriasemille ja fysioterapiayrityksille sähköpostitse ja osalle myös postissa. Kirjeiden lähettämisen jälkeen toimipaikkoihin oltiin yhteydessä vielä puhelimitse, jolla varmistettiin se, että kirjeet olivat menneet perille. Huolimatta näistä toimenpiteistä ei voida olla varmoja, että kaikki toimipaikat olisivat saaneet saatekirjeen tai kyseisten toimipaikkojen henkilökuntaa olisi tiedotettu tutkimuksesta. Kaikilta toimipaikoilta ei saatu vastausta sähköpostitse useankaan tiedustelun jälkeen. Lopullinen tutkimusjoukko saatiin kerättyä kahdesta fysioterapiayrityksestä Kotkasta ja yhdeltä lääkäriasemalta Helsingistä.

Tutkimustuloksista jouduttiin sulkemaan pois yhden tutkittavan henkilön tulokset, koska tutkimustilanteessa kävi ilmi, että henkilö täytti useita poissulkukriteerejä. Tulosten käsittelyn luotettavuutta lisää se, että kaikki tulokset tarkistettiin kahteen kertaan eikä tuloksista ilmennyt väärinkäsityksiä. Mittaus suoritettiin tutkijoiden valvonnassa eikä näin ollen vääriä mittausten suoritustapoja tai muita väärinkäsityksiä mittaustilanteessa pääsyt tapahtumaan. Mittauksia valmisteltiin huolellisesti ja ennen varsinaisia mittauksia suoritettiin yksi koemittaus, jossa pyrittiin huomioimaan ja korjaamaan mahdollisia epäluotettavuustekijöitä.

Tulosten käsittelyssä luotettavuutta lisäsi myös se, että kaikki tutkimuksessa käytetyt mittarit olivat ennestään tunnettuja ja tiedettiin mitä arvoja niistä saadaan. Näin ollen kaikki mittarit olivat etukäteen testattuja, eikä tutkijoiden tarvinnut esitestata niitä. Tulosten luotettavuutta vähentää se, että ei voi varmasti sanoa vaikuttiko yhden jalan vauhdittoman pituushypyn tuloksiin ACL-operoiduilla fyysisen suorituskyvyn heikkous vai vähäinen luottamus operoituun polveen. Mittausten luotettavuutta saattoi laskea myös se asia, että Helsingissä suoritetuissa mittauksissa tutkittavilla henkilöillä ei ollut mahdollisuutta suorittaa viiden minuutin alkulämmittelyä kuntopyörällä. Toisaalta alkulämmittelyn vaikutus saattoi hävitä jo tasapainomittausten aikana, ennen fyysisen suorituskyvyn testiä. Samoin Lysholmin polvi-indeksin tuloksista ei voi varmasti sanoa, oliko eturistisiteen rekonstruktio suurin syy toimintakyvyn laskemiseen.

Kokeellisen tutkimuksen asetelut olivat asianmukaisia. Koejärjestelyt olivat suunniteltu etukäteen niin, että havaintoaineiston tiedettiin soveltuvan määrälliseen mittamiseen. Perusjoukko määriteltiin ennen tutkimuksen aloittamista ja otos kerättiin saatekirjeiden avulla. Muuttujat sijoitettiin taulukkomuotoon Excel-ohjelman avulla, josta aineisto sai lopullisen, tilastollisesti käsiteltävän muotonsa. Havaintoaineistosta tehtiin

päätelmiä tilastollisen tulosten analysoinnin perusteella ja edelleen tuloksista tehtiin johtopäätöksiä. (Hirsjärvi ym. 1998, 137.)

8.3 Eettisten periaatteiden toteutuminen

Tutkimuksessa noudatettiin ihmisen itsemääräämisoikeutta, eli missä tahansa vaiheessa tutkimusta oli osallistujalla oikeus ilman eri syytä perääntyä tutkimuksesta. Tämä selostettiin tutkimukseen tullessa osallistujille, minkä lisäksi asiasta oli maininta suostumuslomakkeessa.

Tutkimustilanteessa oltiin tutkittavaa henkilöä kohtaan avoimia ja hänelle selostettiin tutkimus vaihe vaiheelta, näin henkilölle taattiin inhimillinen kohtelu tutkimustilanteessa kuten Sarvimäki ja Stenbock-Hult edellyttävät Hoitotyön etiikka-teoksessaan (Sarvimäki & Stenbock-Hult 2009, 14 - 16). Samoin tutkittavalle suotiin vaatteiden vaihtoon ja rauhoittumiseen oma tila niin, ettei häneen ollut muilla ihmisillä näkö- tai kuuloyhteyttä, eli tutkimustilanne oli kokonaisuudessaan yksilöllinen jokaista tutkittavaa kohtaan, aivan kuten Aavarinne, Rosqvistit E. ja J. toteavat Potilaan yksityisyys ja sen säätelykeinot sairaalassa-teoksessaan. (Aavarinne, Rosqvist H. & Rosqvist J. 1999, 4 - 7.)

8.4 Tutkimustulosten hyödynnettävyys

Tutkimuksesta on hyötyä ensinnäkin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun naprapatian koulutusohjelmalle, mutta myös kaikille ammattikunnille, jotka ovat tekemisissä polven eturistisiteen rekonstruktion läpi käyneiden ja siitä kuntoutuvien henkilöiden kanssa.

Koska kyseessä oli pilottitutkimus, on samasta tutkimusasetelmasta hyvä lähteä jatkotutkimusten pariin. Jatkossa tutkimusta voidaan hyödyntää ottamalla mukaan suurempi tutkimusjoukko ja verrokkiryhmä sekä vertailla esimerkiksi siirteiden vaikutusta edellä mainittuihin tutkimusongelmiin. Toinen jatkotutkimuksen mahdollisuus voisi olla post-operatiivisten aikojen vertailu keskenään, eli esimerkiksi yksi tutkimusjoukko käsittäisi 5 kuukauden post-operatiivisen ajan, toinen 10 kuukauden ja kolmas kahden vuoden post-operatiivisen ajan.

Tätä tutkimusta voidaan tarpeen mukaan hyödyntää polven eturistisiteen jälkeisen kuntoutuksen kehittämisessä ja arvioinnissa. Tulokset eivät ole yleistettäviä, koska tutkimusjoukko oli niin pieni. Tutkimuksesta saatiin suuntaa antavia tuloksia, joiden avulla tiedetään mitä asioita tulisi erityisesti huomioida leikkauksen jälkeisessä kuntoutuksessa. Tämän kokeellisen tutkimuksen toivotaan lisänneen eturistisideleikkattujen henkilöiden kiinnostusta leikkauksen jälkeistä kuntoutusta kohtaan, koska moni hoitaa kuntoutuksen itsenäisesti saamiensa ohjeiden mukaan.

Työn hyödynnettävyysehdotuksia:

1. Polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeisen kuntoutuksen suunnittelu ja toteutus
2. Huomion kiinnittäminen erityisesti polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeiseen tasapainoharjoitteluun, etu- ja takareiden lihasten sekä lonkan alueen lihasten voimaharjoitteluun ja polven toimintakykyä edistävään harjoitteluun
3. Polven eturistisiteen rekonstruktion jälkeisen kuntoutumisen seuranta pidemmällä aikavälillä
4. Tutkimusasetelmaa voidaan hyödyntää jatkotutkimuksissa
5. Tuloksia voidaan hyödyntää jatkossa naprapatian koulutusohjelman opinnäytetöissä
6. Tutkimusta voidaan käyttää jatkossa naprapatian koulutusohjelman opetusmateriaalina

LÄHTEET

- Aavarinne, H., Rosqvist, E. & Rosqvist, J. 1999. Potilaan yksityisyys ja sen säätelykeinot sairaalassa. *Ylihoitaja*, 6, s.4–7.
- Agel, J., Ardent, E. & Bershadsky, B. 2005 : Anterior cruciate ligament injury in national collegiate Athletic association basketball and soccer. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol 33. No 4. s.524 -530.
- Alonso, A.C., Greve, J.M.D & Camanho, G.L. 2009: Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using a balance platform. *Clinics*. Vol 64(3). s.163 -170
- Angoules, A.G., Mavrogenis, A.F., Dimitriou, R., Karzis, K., Drakoulakis, E., Michos, J. & Papagepoulos, P.J. 2010: Knee proprioception following ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone-patellar tendon-bone autograft. *The Knee*, s.1 -7.
- Brukner, P. & Khan, K.: *Clinical Sports Medicine*. 2009. 3rd revised edition. Australia: McGraw-Hill Australia Pty Ltd.
- de Jong, S.N., van Caspel, D.R., van Haeff, M.J. & Saris, D.B.F. 2007: Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. vol 23. no1. s. 21 -28
- Gustavsson, A., Neeter, C., Thomee, P., Silbernagel, K.G., Augustsson, J., Thomee, R. & Karlsson, J. 2006.: A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 14. s.778 -788
- Heikkilä, T. 2005: *Tilastollinen tutkimus*. 5-6. painos. Helsinki: Edita Prima Oy
- Heikkilä, T. 1999: *Tilastollinen tutkimus*. 2 uud. painos. Helsinki: Oy Edita Ab

Hiemstra, L.A., Webber, S., MacDonald, P.B. & Kriellaars, D.J.2007: Contralateral limb strength deficits after anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring tendon graft. *Clinical Biomechanics*. Vol 22. 543 -550

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P.1998: Tutki ja Kirjoita. 3-4.painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Häkkinen, A. & Arkela-Kautiainen, M.2007: Kuntoutuspalvelut fyysisen toimintakyvyn tukena. Reuma. Terveyskirjasto Duodecim.

Kallio, T.2010: Polven eturistisidevammat urheilijalla. Aikakauskirja Duodecim. 126.289–295.

Kellis, E. & Katis, A.2008: Reliability of EMG power-spectrum and amplitude of the semitendinosus and biceps femoris muscles during ramp isometric contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 18. 351 -358.

Konishi, Y. & Fukubayashi, T.2010: Relationship between muscle volume and muscle torque of the hamstrings after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13. 101 -105.

Knoll, Z., Kiss, M.R. & Kocsis, L.2004: Gait adaptation in ACL deficient patients before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Journal of electromyography and kinesiology* 14. 287 -294.

Lysholm, J. & Tegner, Y.2007: Knee injury rating scales. *Acta Orthopaedica*.. 78(4). 445-453.

Martins, C., Kropf, E., Shen, W., van Eck, C. & Fu, F. 2008 :The Concept of Anatomic Anterior Cruciate Reconstruction. *Operative Techniques in Sports Medicine*. 16.104 -115. Elsevier inc.

Matikainen, E., Aro, T., Huunan-Seppälä, A., Kivekäs, J., Kujala, S. & Tola, S. 2004:Toimintakyky, arvio ja kliininen käyttö. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Metsämuuronen, J. 2006: Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä.. 4.painos. Vaajakoski: Gummerus Kirjapaino Oy.

Metsämuuronen, J. 2005: Kokeellisen tutkimuksen perusteet ihmistieteissä.. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Mohammadi, F., Salavati, M., Akhbari, B., Mazaheri, M., Khorrami, M. & Negahban, H. 2011: Static and dynamic postural control in competitive athletes after anterior cruciate ligament reconstruction and controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*

Möller, E., Weidenhielm, L. & Werner, S. 2009: Outcome and knee- related quality of life after anterior cruciate ligament reconstruction: a long-term follow- up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Vol 17. 786 -794

Niemenlehto, P-H. 2004: Tahdonalaisen lihasaktiviteetin havaitseminen EMG-signaalista neuroverkon avulla. Tietojenkäsittelytieteiden laitos, pro gradu. Tampereen yliopisto..

Nordin, M. & Frankel, V. 1989: Basic biomechanics of the musculoskeletal system.. 2nd edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins

Peltola, H. 1997: ACL-leikkauksen jälkeisten toimintakykytestien arviointi Jorvin sairaalassa. Fysioterapian pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto, terveystieteiden laitos..

Risberg, M.A., Holmberg, I., Myklebust, G. & Engebretsen, M. 2007: Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized clinical trial. *Physical Therapy.* vol 87. nro. 6. s. 737 - 750.

Rokkanen, P., Avikainen, V., Tervo, T., Hirvensalo, E., Kallio, P., Kankare, J., Kiviranta, I. & Pätiälä, H. 2003.: *Ortopedia, Käytännön ortopediaa.* 2.painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

- Rudolph, S.K. & Snyder-Mackler, L. 2004.: Effect of dynamic stability on a step task in ACL deficient individuals. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.. 14. 565-575.
- Sarvimäki, A. & Stenbock-Hult, B., 2009: *Hoitotyön etiikka*.. 1.painos Helsinki: Edita
- Shaw, T.: Accelerated rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy in Sport*. 2002. 3. 19 –26.
- Standring, S. 2008: *Gray's Anatomy, The anatomical basis of clinical practice*.. 14th edition. Iso-Britannia: Elsevier Ltd.
- Van Der Harst, J.J., Gokeler, A. & Hof, A.L. 2007: Leg kinematics and kinetics in landing from a single-leg hop for distance. A comparison between dominant and non-dominant leg. *Clinical Biomechanics*.. 22.674 -680.
- Vathrakollis, K., Malliou, P., Gioftsidou, A., Beneka, A. & Godolias, G. 2008: Effects of a balance training protocol on knee joint proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*.. 21.233-237.
- Vuori, I. & Taimela, S. 1995: *Liikuntalääketiede*.. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Winter, D.A. 1995: Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*.. 3. 193-214
- Woo, S., Wu, C., Dede, O., Vercillo, F. & Noorani, S. 2006: Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*.. 1:2.1 -9.
- Zouita Ben Moussa, A., Zouita, S., Dziri, C. & Ben Salah, F. 2009.: Single-leg assessment of postural stability and knee functional outcome two years after anterior cruciate ligament reconstruction, *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*.. 52. 475 -484.

Mega Electronics Ltd 2008: MegaWin 3.0 Software user manual.. Kuopio

Metitur Good Balance Bluetooth. Käyttäjän opas GB300/GB200 versio 3.14. 4, 7-10

Internet-lähteet:

<http://www.seniam.org>

<http://www.hus.fi/default.asp?path=1,28,2530,15595,2540> Eettinen toimikunta

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19920785> FINLEX, Laki potilaan oikeuksista ja asemasta

KUALÄHTEET

- Kuva 1a. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3983>
- Kuva 1b. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3983>
- Kuva 2a. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3986>
- Kuva 2b. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3986>
- Kuva 3a. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3985>
- Kuva 3b. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3985>
- Kuva 4a. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3981>
- Kuva 4b. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3981>
- Kuva 4c. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3981>
- Kuva 4d. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3981>
- Kuva 4e. <http://www.trespringer.blogspot.com>
- Kuva 5a. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=4014>
- Kuva 5b. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=4014>
- Kuva 6. <http://www.thiemeteachingassistant.com/navigation.aspx?tid=1&tocid=3979>
- Kuva 7. <http://www.eorthopod.com>
- Kuva 8. <http://www.crossfitoakland.com>
- Kuva 9. <http://www.hamiltonbackclinic.com>
- Kuva 10. <http://www.thelifeofadreamer.blogg.se>
- Kuva 11. <http://www.thelifeofadreamer.blogg.se>
- Kuvat 12 -17. Tutkimuksen mittaustilanteesta
- Kuvat 18 -25. <http://www.seniam.org>

9 LIITTEET

LIITE 1. Sopimus opinnäytetyöstä

LIITE 2. Kuvaluettelo

LIITE 3. Taulukkoluetelo

LIITE 4. Sanakirja

LIITE 5. Saatekirje

LIITE 6. Tutkittavan tiedote

LIITE 7. Suostumuslomake

LIITE 8. Tutkittavan ohjeistuslomake mittaustilanteessa

LIITE 9. Lysholmin polvi-indeksi (englanti)

LIITE 10. Lysholmin polvi-indeksi (suomi)

LIITE 11. Tutkimusluettelo

LIITE 12. Helsingin- ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettisen operatiivisen toimi-

kunnan puoltokirje

OPISKELIJA

Opiskelijanumero 0801338	Viralliset etunimet Ossi Matias
Sukunimi Häkkinen	
Lähiosoite Alahovintie 3 As. 18	Postinumero ja -toimipaikka 48600 Kotka
Sähköposti ossihakkinen@student.kyamk.fi	Puhelin 041-5466498
Toimipiste ja koulutusohjelma Sosiaali- ja terveysala, Kotka/ Naprapatian koulutusohjelma	
Suuntautumisvaihtoehto ja ryhmätunnus Naprapatia, Na08	

TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantaja ja yritys/yhteisö KymiCare	Yrityksen/yhteisön yhteyshenkilö Petteri Koski
Lähiosoite Takoiantie 1	Postinumero ja -toimipaikka 48220 Kotka
Sähköposti petteri.koski@kyamk.fi	Puhelin 0440-999111

OPINNÄYTETYÖN HANKKEISTUS

<input type="checkbox"/> Toimeksiantaja maksaa opinnäytetyöstä opiskelijalle tai ammattikorkeakoululle korvauksen, josta on kirjallisesti sovittu ennen opinnäytetyön aloittamista.
<input type="checkbox"/> Opinnäytetyöllä on toimeksiantajan puolelta nimetty ohjaaja ennen opinnäytetyön aloittamista.
<input checked="" type="checkbox"/> Toimeksiantajan tarkoituksena on alusta lähtien hyödyntää opinnäytetyön tuloksia toiminnassaan.

OPINNÄYTETYÖN OHJAUS

Ohjaava(t) opettaja(t) Juha Hiltunen, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, työelämän ohjaaja Tapani Pöyhönen
Sähköposti juha.hiltunen@kyamk.fi, eeva-liisa.frilander@kyamk.fi, tapani.poyhonen@careia.fi
Yrityksen/yhteisön ohjaaja(t) Juha Hiltunen
Sähköposti juha.hiltunen@kyamk.fi

OPINNÄYTETYÖ

Opinnäytetyön aihe (max. 200 merkkiä) Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin, fyysiseen suorituskykyyn ja toimintakykyyn.	
Kehittämis- tai tutkimustavoite ja toimeksianto (max. 300 merkkiä) Tutkimuksen tavoitteena on selvittää miten polven eturistisiteen rekonstruktio vaikuttaa henkilön tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin, fyysiseen suorituskykyyn ja koettuun toimintakykyyn. Lisäksi tavoitteena on selvittää millaisia yhteyksiä edellä mainituilla asioilla on toisiinsa.	
Keskeiset menetelmät (max. 300 merkkiä) Kokeellinen tutkimus ja kyselytutkimus.	
Opinnäytetyön aloitus 1.4.2011	Opinnäytetyön luovutus toimeksiantajalle 3.5.2012
Opinnäytetyö täyttää Tilastokeskuksen T & K määritelmän *) <input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	




*) T & K määritelmän saa opintotoimistosta tai Internetistä,
<http://www.tilastokeskus.fi/til/tkke/kas.html>

OPINNÄYTETYÖN SOPIMUSEHDOT

<p>Opinnäytetyön ohjaus ja vastuu Vastuu opinnäytetyön tekemisestä ja tuloksista on opiskelijalla. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun vastuu rajoittuu opinnäytetyön tavanomaiseen ohjaukseen. Toimeksiantaja sitoutuu antamaan opiskelijan käyttöön kaikki opinnäytetyön tekemisessä tarvittavat tiedot ja aineistot sekä ohjaamaan opinnäytetyötä toimeksiantajaorganisaation näkökulmasta.</p> <p>Oikeudet tuloksiin ja muuhun opinnäytetyöhön liittyvään aineistoon, laitteisiin ja sovelluksiin. Tekijänoikeus ja omistusoikeus opinnäytetyön tuloksiin kuuluvat opinnäytetyön tekijälle. Toimeksiantaja saa käyttöoikeuden opinnäytetyön tuloksiin ja niiden kaupalliseen hyödyntämiseen ainoastaan sopimalla niistä erikseen opinnäytetyön tekijän kanssa. Opinnäytetyön tekijä on velvollinen raportoimaan opinnäytetyön tulokset toimeksiantajalle.</p>	<p>Tulosten julkaiseminen ja luottamuksellisuus Opinnäytetyö on kokonaisuudessaan julkinen. Mikäli opinnäytetyö sisältää liikesalaisuuksia tai muita julkisuuslaissa salassa pidettäväksi määrättyjä tietoja, on opinnäytetyön raportti laadittava niin, että tietojen luottamuksellisuus säilyy. Tarvittaessa salassa pidettävät tiedot on jätettävä työn tausta-aineistoon. Opinnäytetyö voidaan julkaista myös Internetissä.</p> <p>Opinnäytetyön osapuolet (opiskelija, toimeksiantaja ja opinnäytetyön ohjaaja) sitoutuvat pitämään salassa kaikki opinnäytetyön tekemisessä ja sitä edeltävissä tai sen jälkeisissä neuvotteluissa esiin tulevat luottamukselliset tiedot ja asiakirjat sekä pidättäytymään käyttämästä hyväkseen toisen osapuolen ilmaisemia luottamuksellisia tietoja ilman erillistä lupaa.</p> <p>Opinnäytetyön kustannukset ja niiden korvaaminen Opinnäytetyöstä mahdollisesti aiheutuvien kustannusten (ml. aineistojen hankinta, raaka-aineet, matkat, työkorvaus jne.) korvaamisesta sopivat toimeksiantaja ja opiskelija keskenään. Pääsääntöisesti Kymenlaakson ammattikorkeakoulu ei vastaa yksittäisen opinnäytetyön kustannusten korvaamisesta.</p>
--	---

Olemme yhteisesti sopineet opinnäytetyön toteutuksesta ja ohjauksesta yllä sovitulla tavalla.

ALLEKIRJOITUKSET

PAIKKA, PÄIVÄYS JA TOIMEKSIANTAJAN EDUSTAJAN ALLEKIRJOITUS Kotka 24,02 2011	
PAIKKA, PÄIVÄYS JA OPISKELIJAN ALLEKIRJOITUS Kotka 23,02 2011	
PAIKKA, PÄIVÄYS JA OHJAAVAN OPETTAJAN ALLEKIRJOITUS Kotka 23,02 2011	

Tämä sopimus on kirjoitettu kolmena kappaleena, yksi toimeksiantajaryitykselle, toinen opiskelijalle ja kolmas opintotoimistoon rekisteröintiä varten.

OPISKELIJA

Opiskelijanumero 0802075	Viralliset etunimet Tia Maria
Sukunimi Nuutinen	
Lähiosoite Vainö Vainiontie 1 A 6	Postinumero ja -toimipaikka 45610 Korja
Sähköposti tia.nuutinen@student.kyamk.fi	Puhelin 040-5876664
Toimipiste ja koulutusohjelma Sosiaali- ja terveysala, Kotka/ Naprapatian koulutusohjelma	
Suuntausvaihtoehto ja ryhmätunnus Naprapatia, Na08	

TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantaja ja yritys/yhteisö KymiCare	Yrityksen/yhteisön yhteyshenkilö Petteri Koski
Lähiosoite Takoiantie 1	Postinumero ja -toimipaikka 48220 Kotka
Sähköposti petteri.koski@kyamk.fi	Puhelin 0440-999111

OPINNÄYTETYÖN HANKKEISTUS

<input type="checkbox"/> Toimeksiantaja maksaa opinnäytetyöstä opiskelijalle tai ammattikorkeakoululle korvauksen, josta on kirjallisesti sovittu ennen opinnäytetyön aloittamista.
<input type="checkbox"/> Opinnäytetyöllä on toimeksiantajan puolelta nimetty ohjaaja ennen opinnäytetyön aloittamista.
<input checked="" type="checkbox"/> Toimeksiantajan tarkoituksena on alusta lähtien hyödyntää opinnäytetyön tuloksia toiminnassaan.

OPINNÄYTETYÖN OHJAUS

Ohjaava(t) opettaja(t) Juha Hiltunen, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, työelämän ohjaaja Tapani Pöyhönen
Sähköposti juha.hiltunen@kyamk.fi, eeva-liisa.frilander@kyamk.fi, tapani.poyhonen@careafin
Yrityksen/yhteisön ohjaaja(t) Juha Hiltunen
Sähköposti juha.hiltunen@kyamk.fi

OPINNÄYTETYÖ

Opinnäytetyön aihe (max. 200 merkkiä) Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin, fyysiseen suorituskyykyyn ja toimintakyykyyn.	
Kehittämisen- tai tutkimustavoite ja toimeksianto (max. 300 merkkiä) Tutkimuksen tavoitteena on selvittää miten polven eturistisiteen rekonstruktio vaikuttaa henkilön tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin, fyysiseen suorituskyykyyn ja koettuun toimintakyykyyn. Lisäksi tavoitteena on selvittää millaisia yhteyksiä edellä mainituilla asioilla on toisiinsa.	
Keskeiset menetelmät (max. 300 merkkiä) Kokeellinen tutkimus ja kyselytutkimus.	
Opinnäytetyön aloitus 1.4.2011	Opinnäytetyön luovutus toimeksiantajalle 3.5.2012
Opinnäytetyö täyttää Tilastokeskuksen T & K määritelmän *) <input checked="" type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei	

*) T & K määritelmän saa opintotoimistosta tai Internetistä,
<http://www.tilastokeskus.fi/til/tkke/kas.html>

OPINNÄYTETYÖN SOPIMUSEHDOT

<p>Opinnäytetyön ohjaus ja vastuu Vastuu opinnäytetyön tekemisestä ja tuloksista on opiskelijalla. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun vastuu rajoittuu opinnäytetyön tavanomaiseen ohjaukseen. Toimeksiantaja sitoutuu antamaan opiskelijan käyttöön kaikki opinnäytetyön tekemisessä tarvittavat tiedot ja aineistot sekä ohjaamaan opinnäytetyötä toimeksiantajaorganisaation näkökulmasta.</p> <p>Oikeudet tuloksiin ja muuhun opinnäytetyöhön liittyvään aineistoon, laitteisiin ja sovelluksiin. Tekijänoikeus ja omistusoikeus opinnäytetyön tuloksiin kuuluvat opinnäytetyön tekijälle. Toimeksiantaja saa käyttöoikeuden opinnäytetyön tuloksiin ja niiden kaupalliseen hyödyntämiseen ainoastaan sopimalla niistä erikseen opinnäytetyön tekijän kanssa. Opinnäytetyön tekijä on velvollinen raportoimaan opinnäytetyön tulokset toimeksiantajalle.</p>	<p>Tulosten julkaiseminen ja luottamuksellisuus Opinnäytetyö on kokonaisuudessaan julkinen. Mikäli opinnäytetyö sisältää liikesalaisuuksia tai muita julkisuuslaissa salassa pidettäväksi määrättyjä tietoja, on opinnäytetyön raportti laadittava niin, että tietojen luottamuksellisuus säilyy. Tarvittaessa salassa pidettävät tiedot on jätettävä työn tausta-aineistoon. Opinnäytetyö voidaan julkaista myös Internetissä.</p> <p>Opinnäytetyön osapuolet (opiskelija, toimeksiantaja ja opinnäytetyön ohjaaja) sitoutuvat pitämään salassa kaikki opinnäytetyön tekemisessä ja sitä edeltävissä tai sen jälkeisissä neuvotteluissa esiin tulevat luottamukselliset tiedot ja asiakirjat sekä pidättäytymään käyttämästä hyväkseen toisen osapuolen ilmaisevia luottamuksellisia tietoja ilman erillistä lupaa.</p> <p>Opinnäytetyön kustannukset ja niiden korvaaminen Opinnäytetyöstä mahdollisesti aiheutuvien kustannusten (ml. aineistojen hankinta, raaka-aineet, matkat, työkorvaus jne.) korvaamisesta sopivat toimeksiantaja ja opiskelija keskenään. Pääsääntöisesti Kymenlaakson ammattikorkeakoulu ei vastaa yksittäisen opinnäytetyön kustannusten korvaamisesta.</p>
--	---

Olemme yhteisesti sopineet opinnäytetyön toteutuksesta ja ohjauksesta yllä sovitulla tavalla.

ALLEKIRJOITUKSET

PAIKKA, PÄIVÄYS JA TOIMEKSIAANTAJAN EDUSTAJAN ALLEKIRJOITUS Kotka 24.02.2011 [Signature]
PAIKKA, PÄIVÄYS JA OPISKELIJAN ALLEKIRJOITUS Kotka 23.02.2011 [Signature]
PAIKKA, PÄIVÄYS JA OHJAAVAN OPETTAJAN ALLEKIRJOITUS Kotka 23.02.2011 [Signature]

Tämä sopimus on kirjoitettu kolmena kappaleena, yksi toimeksiantajaryitykselle, toinen opiskelijalle ja kolmas opintotoimistoon rekisteröintiä varten.

KUVAN NUMERO	KUVA	SIVU
Kuvat 1a. ja 1b.	polvinivel	11
Kuvat 2a. ja 2b.	eturistiside ja takaristiside	12
Kuvat 3a. ja 3b.	kollateraaaliligamentit	12
Kuva 4a. ja 4b.	etureiden lihakset	13
Kuva 4c. ja 4d.	takareiden lihakset	14
Kuva 4e.	m. popliteus	15
Kuva 5.	m. gluteus medius	15
Kuva 6.	m. tibialis anterior	16
Kuva 7.	mm. soleus ja gastrocnemius	17
Kuva 8.	m. peroneus longus	17
Kuva 9a.	Syvät rakenteet posteriorisesti	18
Kuva 9b.	Pinnalliset rakenteet posteriorisesti	18
Kuva 10.	Siirre, patellaarijänne	22
Kuva 11.	Siirre, hamstring-jänne	22
Kuva 12.	Jalkojen asento tasapainolevyllä seistessä vaahtomuovialustalla	31
Kuva 13.	Kahden jalan staattinen tasapainotesti vakioidussa alkuasennossa	38
Kuva 14.	Yhden jalan staattinen tasapainotesti	39
Kuva 15.	Kahden jalan staattinen tasapainotesti vaahtomuovialustan päällä	40
Kuva 16.	Lähtöasento yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä	41
Kuva 17.	Laskeutumisasento yhden jalan vauhdittomassa pituushypyssä	41
Kuva 18.	Musculus gluteus mediuksen elektrodiasettelu	43

Kuva 19.	Musculus rectus femoriin elektrodiasettelu	44
Kuva 20.	Musculus vastus medialiksen elektrodiasettelu	45
Kuva 21.	Musculus tibialis anteriorin elektrodiasettelu	45
Kuva 22.	Musculus soleuksen elektrodiasettelu	46
Kuva 23.	Musculus gastrocnemius medialiksen elektrodiasettelu	47
Kuva 24.	Musculus biceps femoriin elektrodiasettelu	47
Kuva 25.	Musculus peroneus longuksen elektrodiasettelu	48
Kuva 26.	Vauhtimomentin keskiarvot kahdella jalalla seisten	52
Kuva 27.	Vauhtimomentin keskihajonnat kahdella jalalla seisten	53
Kuvio 28.	Huojunnan keskiarvot kahdella jalalla seisten	53
Kuvio 29.	Huojunnan keskihajonnat kahdella jalalla seisten	54
Kuvio 30.	Vauhtimomentin keskiarvot yhdellä jalalla seisten	55
Kuva 31.	Vauhtimomentin keskihajonnat yhdellä jalalla seisten	56
Kuva 32.	Huojunnan keskiarvot yhdellä jalalla seisten	57
Kuva 33.	Huojunnan keskihajonnat yhdellä jalalla seisten	58
Kuva 34.	Verrokkien ja ACL operoitujen EMG tulokset	59
Kuva 35.	ACL operoitujen EMG-tulokset	61
Kuva 36.	Verrokkien EMG-tulokset	63
Kuva 37.	Keskiarvo lihaksittain EMG:stä sekä sitä vastaava prosenttiosuus suhteutettuna nollatasoon ACL operoiduilla	68
Kuva 38.	Keskiarvo lihaksittain EMG:stä sekä sitä vastaava prosenttiosuus suhteutettuna nollatasoon verrokeilla	69

Kuva 39.	Kaavio eri mittausasentojen lihasaktiivisuuksien prosenttiosuuksista ACL operoiduilla	70
Kuva 40.	Kaavio eri mittausasentojen lihasaktiivisuuksien prosenttiosuuksista verrokeilla	71
Kuva 41.	Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn keskiarvot	72
Kuva 42.	Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn keskihajonnat	73
Kuva 43.	Lysholmin polvi-indeksin keskiarvot	74
Kuva 44.	Lysholmin polvi-indeksin keskihajonnat	74

Taulukko	Taulukon nimi	sivu
Taulukko 1.	Kuvioissa olevien lyhenteiden selitykset tasapainomittauksissa	58
Taulukko 2.	Lihasktiivisuuksien keskiarvot lihaksittain verrokeilla ja ACL operoiduilla	59
Taulukko 3.	Lihasktiivisuuksien keskiarvot lihaksittain ACL operoiduilla	60
Taulukko 4.	Lihasktiivisuuksien keskiarvot lihaksittain verrokeilla	62
Taulukko 5.	Kuvioissa ja taulukoissa käytettyjen lyhenteiden selitykset EMG-mittauksessa	63
Taulukko 6.	Musculus gluteus medius	64
Taulukko 7.	Musculus biceps femoris	64
Taulukko 8.	Musculus rectus femoris	65
Taulukko 9.	Musculus vastus medialis	65
Taulukko 10.	Musculus tibialis anterior	66
Taulukko 11.	Musculus peroneus longus	66
Taulukko 12.	Musculus soleus	67
Taulukko 13.	Musculus gastrocnemius medialis	67
Taulukko 14.	EMG-aktiivisuuksien prosentit nollassoon suhteutettuna ACL operoiduilla	68
Taulukko 15.	EMG-aktiivisuuksien prosentit nollassoon suhteutettuna verrokeilla	69
Taulukko 16.	Eri mittausasentojen lihasaktiivisuudet prosentiosuuksin ACL operoiduilla	70
Taulukko 17.	Eri mittausasentojen lihasaktiivisuudet prosentiosuuksin verrokeilla	71
Taulukko 18.	Yhden jalan vauhdittoman pituushypyn kuvissa käytettyjen lyhenteiden selitykset	73

SANASTO

<i>ACL-rekonstruktiopotilaat</i>	polven eturistisideperoidut potilaat
<i>Adaptaatio</i>	sopeutuminen
<i>Anteriorinen</i>	etummainen (>< posteriorinen)
<i>Anteriorinen cruciata ligamentti, ACL</i>	eturistiside
<i>Arteria</i>	valtimo (>< <i>vena</i>)
<i>Biosignaali</i>	elimistön muodostama sähköinen signaali
<i>ilateraalinen</i>	molemminpuolinen (>< <i>unilateraalinen</i>)
<i>Cutaaninen</i>	ihoon liittyvä
<i>Elektromyografia, EMG</i>	lihaksen sähköisen aktiivisuuden tutkimusmuoto
<i>Endogeeniset</i>	sisäsyntyiset
<i>Distaalinen</i>	kauempana oleva (>< <i>proksimaalinen</i>)
<i>Dorsifleksio</i>	koukistus
<i>Facetti</i>	nivelpinta
<i>Femur</i>	reisiluu
<i>Genikulaarinen</i>	polviniveleen liittyvä
<i>Gluteaali</i>	pakaraan liittyvä
<i>Ilium (os)</i>	suoliluu
<i>Impedanssi</i>	ihon vastuskapasiteetti
<i>Intertrokanterinen linja (tibiassa)</i>	sääriluun harjujen välinen linja
<i>Insertio</i>	kiinnityskohta
<i>Instabiliteetti</i>	epävakaus (>< <i>stabiliteetti</i>)
<i>Kaudaalinen</i>	hännän suuntainen (>< <i>kraniaalinen</i>)
<i>Kraniaalinen</i>	pään suuntainen (>< <i>kaudaalinen</i>)
<i>Kinematikka</i>	liikelaajuus eri anatomisissa tasoissa
<i>Kinetiikka</i>	staattisia ja dynaamisia voimia sekä momenteja
<i>Kollateraaliligamentti</i>	sivuside nivelessä
<i>Laksiteetti</i>	löysyys
<i>Lateraalinen</i>	ulkosivulla oleva
<i>Mediaalinen</i>	sisäsivulla oleva
<i>Meniski, menisci</i>	nivelkierukka
<i>Musculus biceps femoris</i>	kaksipäinen reisilihas
<i>Musculus gastrocnemius medialis</i>	sisempi kaksoiskantalihas
<i>Musculus gluteus medius</i>	keskimmäinen pakaralihas
<i>Musculus peroneus longus</i>	pitkä pohjelihas
<i>Musculus rectus femoris</i>	suora reisilihas
<i>Musculus soleus</i>	leveä kantalihas
<i>Musculus tibialis anterior</i>	etummainen säärilihas
<i>Musculus vastus medialis</i>	sisempi reisilihas

<i>Nervus</i>	hermo
<i>Nervus femoralis</i>	reisihermo
<i>Nervus ischiadicus</i>	iskiashermo
<i>Nervus peroneus communis</i>	yhteinen pohjehermo
<i>Nervus tibialis</i>	säärihermo
<i>Neurovaskulaarinen</i>	hermoihin ja verisuoniin liittyvä
<i>Noninvasiivinen</i>	kajoamaton (>< <i>invasiivinen</i>)
<i>Origo</i>	lähtökohta
<i>Patellofemoraali-, PF-nivel</i>	patellan ja reisiluun välinen nivel
<i>Pes anserinus –alue</i>	hanhen jalka –alue
<i>Plantaarifleksio</i>	ojennus
<i>Proksimaalinen</i>	lähempänä oleva (>< <i>distaalinen</i>)
<i>Proprioseptiikka</i>	nivelen asentotuntoaisti
<i>Post.operatiivinen</i>	leikkauksen jälkeinen
<i>Posteriorinen</i>	takimmainen (>< <i>anteriorinen</i>)
<i>Quadriceps-jänne</i>	nelipäisen reisilihaksen jänne
<i>Rekonstruktio</i>	uudelleen rakentaminen
<i>Revisio-operaatio</i>	uusintaleikkaus
<i>Somatosensorinen</i>	kehon tuntoaisti
<i>Synergistilihasryhmät</i>	avustavat lihasryhmät, ei pääsuorittajat
<i>Synoviaalikalvo</i>	nivelkalvo
<i>Tibia</i>	sääriluu
<i>Tibiofemoraali-, TF-nivel</i>	sääri- ja reisiluun välinen nivel
<i>Tibiofibulaarinivel</i>	sääri- ja pohjeluun välinen nivel
<i>Trochanter major</i>	iso sarvennoinen
<i>Tuber ischii</i>	istuinkyhmy
<i>Valgus-suuntaisuus</i>	ulospäin suuntautuva kulmaus
<i>Varus-suuntaisuus</i>	sisäänpäin suuntautuva kulmaus
<i>Vastus medialis obliquus –säikeet</i>	sisemmän reisilihaksen vinot säikeet
<i>Vena</i>	laskimo

Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu, Terveysala

Opinnäytetyö

Ossi Häkkinen

Tia Nuutinen

Naprapatian koulutusohjelma

SAATEKIRJE YKSITYISILLE LÄÄKÄRIASEMILLE JA FYSIOTERAPIAYRITYKSILLE

POLVEN ETURISTISITEEN REKONSTRUKTION VAIKUTUS STAATTISEEN TASAPAINOON, ALARAAJAN LIHAS-TOIMINTASTRATEGIOIHIN, FYYSISEEN SUORITUSKYKYYN JA TOIMINTAKYKYYN

Hei!

Olemme neljännen lukuvuoden naprapaattiopiskelijoita Kymenlaakson ammattikorkeakoulusta ja tarkoituksenamme on tehdä opinnäytetyö, jossa tutkitaan staattista tasapainoa, fyysistä suorituskkyä sekä koettua toimintakykyä henkilöillä, joille on tehty polven eturistisiteen rekonstruktio.

Tutkimuksella kartoitetaan polven eturistisiteen rekonstruktio jälkeistä staattista tasapainoa ja tasapainon vaikuttavien lihasten toimintaa sekä leikatun ja terveen alaraajan suorituskkyä erilaisten testien avulla. Tutkimuksen tarkoitus on myös selvittää kuinka eturistisideleikkattujen henkilöiden koettu toimintakyky on yhteydessä mitattavaan tasapainoon ja suorituskkyyn. Lisäksi tasapainomittauksen yhteydessä mitaamme lihasaktiivisuutta alaraajan lihasten osalta.

Mittausmenetelmät:

- staattinen tasapaino: operoitu jalka vs. terve jalka ja terve verrokki (Metitur Good Balance)
- lihastoiminta: tasapainon rakentumista nilkan ja lonkan lihasten osalta ja kuinka lihasaktivaatiomalli vaikuttaa tasapainoon (EMG, Megawin)
- suorituskkyymittaus: yhden jalan vauhditon pituushyppy
- koettu toimintakyky: kyselylomake (Lysholm)

Tutkimukseen haemme 10 -15 henkilöä, joille on vuoden 2011 aikana tehty polven eturistisideleikkaus. Tutkimukseen hyväksymiskriteereinä on polven eturistisiderekonstruktio, johon liittyy enintään meniscin vaurio liitännäisvammana. Poissulkevia tekijöitä ovat bilateraalinen polven eturistisidevamma, revisioleikkaus sekä aiemmat polven operaatiot ja polvivammat. Mittaukset on tarkoitus toteuttaa vuoden 2011 lopussa ja vuoden 2012 alkupuolella.

Mittaukset tullaan toteuttamaan Kymenlaakson ammattikorkeakoulun terveystalon toimipisteessä Kotkassa, osoitteessa Takojantie 1, 48220 Kotka. Mittauksissa tutkittava henkilö suorittaa tasapainotestin siihen tarkoitettulla tasapainolevyllä ja samalla henkilön iholle kiinnitetään elektrodeja, joiden avulla seurataan alaraajan lihasten toimintaa tasapainotestin aikana. Suorituskkyttestinä tutkittava henkilö suorittaa yhden jalan vauhdittoman pituushyppytestin, joka kartoittaa tutkittavan henkilön operoidun jalan suorituskkyä ja henkilön luottoa operoituun polveen. Ennen testejä tutkittava henkilö täyttää polven toimintakykyä kartoittavan Lysholmin kaavakkeen. Mittaukseen kuluu aikaa valmisteluineen 2 tuntia tutkittavaa henkilöä kohden.

Mittaustilanteen eteneminen ja testien suorittaminen tullaan käymään tarkasti läpi tutkittavien henkilöiden kanssa ennen testien aloittamista. Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja tutkittavilla henkilöillä on täysi oikeus kieltäytyä tutkimuksesta missä tahansa vaiheessa ilman erillistä syytä.

Haemme tutkimukseen osallistuvia henkilöitä yksityisiltä lääkäriasemilta sekä fysioterapiayrityksistä. Tutkimus perustuu täysin vapaaehtoisuuteen eikä siihen osallistuville henkilöille suoriteta taloudellista korvausta. Toivomme yhteistyötä organisaationne kanssa, mikäli Teillä on tutkimukseemme sopivia henkilöitä ja he ovat kiinnostuneita osallistumaan tutkimukseemme. Kiitos!

Lisätietoja ja yhteydenotot:

Ossi Häkkinen

p. 041 5466 498

ossi.hakkinen@student.kyamk.fi

Tia Nuutinen

p. 040 5876 664

tia.nuutinen@student.kyamk.fi

Tutkimuksen ohjaavat: Juha Hiltunen OMT ft (juha.hiltunen@kyamk.fi)

Tapani Pöyhönen ft, TtT, liikuntafysiologi (tapani.poyhonen@carearea.fi)

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen yliopettaja, KT (eeva-liisa.frilander@kyamk.fi)

Lasse Saloranta ortopedi (lasse.saloranta@ergoselkaklinikka.fi)

TUTKITTAVAN TIEDOTE**Hei!**

Olet eturistisideleikkauksesi myötä soveltuva henkilö opinnäytetyömme tutkimukseen, jossa tutkitaan eturistisiteen korjausleikkauksen vaikutusta staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin sekä koettuun toimintakykyyn. Kyseessä on kokeellinen tutkimus, joka suoritetaan kahden neljännen vuoden naprapaattiopiskelijan (*Ossi Häkkinen, Tia Nuutinen*) toimesta Kymenlaakson ammattikorkeakoulun terveystalon toimitiloissa Kotkassa keväällä 2012. Tutkimustulokset tulevat tämän nimisen opinnäytetyön käyttöön, tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja perääntyminen tutkimuksesta mahdollista missä vaiheessa tahansa. Tutkimuksen perustuessa vapaaehtoisuuteen ei korvauksia suoriteta tutkittavalle.

Sinulle, joka haluat osallistua tutkimukseen, kyseessä on yhden päivän aikana tapahtuvat mittaukset – eli mittaamme sinulta tasapainoa tasapainolevyn avulla, samassa yhteydessä mittaamme alaraajan lihaksiston toimintamalleja *elektromyografian* eli ihon pinnan kautta mitattavalla lihaksiston sähköisen aktiivisuuden avulla sekä koettua toimintakykyä lomakkeen avulla. Lisäksi testeihin kuuluu yhden jalan vauhditon pituushyppy, jonka avulla saadaan tietoa fyysisestä suorituskyvystä sekä kyvystä luottaa leikattuun jalkaan. Mittauksiin Sinun tulee varautua sellaisilla vaatteilla, että Sinun on mukava olla. Tutkimukseen Sinun tulee varata noin 2 tuntia, tämä käsittää mittaukset sekä laitteiden mahdolliset kalibroinnit ja yksilökohtaiset mittausjärjestelyt. Tutkimukset tullaan suorittamaan Kymenlaakson ammattikorkeakoulun terveystalon tiloissa Kotkassa Jylpyn toimipisteessä, Takojantie 1, 48220 Kotka. Mittaukset tullaan suorittamaan heti loppuvuodesta 2011 ja vuoden 2012 alkupuolella.

Tutkimuksen nimi

Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin, fyysiseen suorituskykyyn ja koettuun toimintakykyyn.

Tutkimuksesta vastaa ortopedi *Lasse Saloranta*.

Tutkimuksen ohjaavat:

OMT fysioterapeutti *Juha Hiltunen* (juha.hiltunen@kyamk.fi)

Liikuntafysiologi, TT *Tapani Pöyhönen* (tapani.poyhonen@careafinland.fi)

Yliopettaja, KT *Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen* (eeva-liisa.frilander@kyamk.fi)

Ortopedi *Lasse Saloranta* (lasse.saloranta@ergoselkaklinikka.fi)

Tutkijat:

Ossi Häkkinen (ossi.hakkinen@student.kyamk.fi), naprapaattiopiskelija

Tia Nuutinen (tia.nuutinen@student.kyamk.fi), naprapaattiopiskelija

Keltä tahansa tutkimukseen osallistuvalla saa tarvittaessa lisätietoa ja neuvojatutkimukseen liittyen.

Ohessa suostumuslomake, jonka toivomme Sinun ottavan mukaan tullessasi tutkimukseen. Allekirjoituksellasi vahvistavat olevasi halukas osallistumaan tutkimukseen, ja tutkimuksesta perääntyminen on ilman erikseen mainittavaa syytä mahdollista missä tahansa vaiheessa.

Kiitos!

Naprapaattiopiskelijat Ossi Häkkinen & Tia Nuutinen

Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu, Terveysala

Opinnäytetyö

Ossi Häkkinen

Tia Nuutinen

Naprapatian koulutusohjelma

SUOSTUMUSLOMAKE

POLVEN ETURISTISITEEN REKONSTRUKTION VAIKUTUS STAATTISEEN TASAPAINOON, ALARAAJAN LIHAS-TOIMINTASTRATEGIOIHIN, FYYSSISEEN SUORITUSKYKYYN JA TOIMINTAKYKYYN

Nimi _____
Henkilötunnus _____
Osoite _____

Puhelinnumero _____
Sähköposti _____
Eturistisiteen leikannut lääkäri ja sairaala _____

Suostun tutkimukseen (Opinnäytetyö Häkkinen & Nuutinen, naprapatia)

KYLLÄ EI

Tarkoituksena on tutkia staattista tasapainoa polven eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeen, käytettyjä alaraajan lihasten toimintamalleja tasapainon suhteen sekä koettua toimintakykyä ja sen vaikutusta suorituskyykyyn yhden jalan vauhdittoman pituushypyn osalta.

Ymmärrän minkälainen tutkimus on ja miksi se suoritetaan

KYLLÄ EI

Tässä tutkimuksessa käytettyjä tietoja saa tarvittaessa käyttää muissakin tutkimuksissa tai yhteyksissä

KYLLÄ EI

Tutkimus perustuu täysin vapaaehtoisuuteen eikä tutkittaville tulla suorittamaan osallistumisesta taloudellista korvausta. Tutkittavilla on täysi oikeus kieltäytyä tutkimuksesta missä tahansa vaiheessa ilman erillistä syytä.

Muuta, jota haluan saattaa tutkijoiden tietoon

Kiitos! Käsittelemme tietosi luottamuksellisesti eikä henkilötietoja tule näkyviin mihinkään.

Allekirjoituksellani vahvistan, että haluan osallistua tähän opinnäytetyötutkimukseen

paikka ja päiväys _____ / _____ / 2012

Tutkittavan allekirjoitus ja nimenselvennys

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus ja nimenselvennys

Ohjeistus tutkittaville mittaustilanteessa

Aluksi

1. Poistetaan ihokarvat ja desinfioidaan iho alueelta, johon kiinnitetään elektrodit EMG-mittausta varten
2. Suoritetaan 5 minuuttia kestävä alkulämmittely kuntopyörällä polkien kevyellä vastuksella
3. Kiinnitetään EMG-mittalaitteen johdot elektrodeihin tasapainomittauksen ajaksi

Tasapainomittaus

1. Mittaus suoritetaan paljain jaloin ja kädet lanteilla, aluksi kahdella jalalla seisten silmät auki
2. Kaikki tasapainotestit kestävät 30 sekuntia
3. Aseta jalat noin hartioiden leveydelle molemmin puolin alustassa näkyvään ympyrään nähden
4. Kiintopiste on edessäsi seinässä, johon voit katsoa koko 30 sekunnin mittauksen ajan
5. Oletko valmis? Aika alkaa nyt!
6. Sama ohjeistus kahden jalan seisontaan silmät kiinni
7. Seuraavana suoritetaan sama testi yhdellä jalalla seisten silmät auki ja aloitetaan terveellä jalalla(verrokki aloittavat aina vasemmalla jalalla)
8. Aseta suorittava jalka alustassa näkyvän ympyrän viereen
9. Ota katse kiintopisteeseen
10. Oletko valmis? Aika alkaa nyt!
11. Sama ohjeistus yhden jalan seisontaan operoidulle jalalle(verrokki oikealla jalalla)
12. Seuraavana suoritetaan sama testi yhdellä jalalla seisten silmät kiinni ja aloitetaan jälleen terveellä jalalla(verrokki vasemmalla jalalla)
13. Aseta suorittava jalka alustassa näkyvän ympyrän viereen
14. Sulje silmäsi
15. Oletko valmis? Aika alkaa nyt!
16. Sama ohjeistus yhden jalan seisontaan operoidulle jalalle(verrokki oikealla jalalla)
17. Seuraavana suoritetaan kahdella jalalla seisonta silmät auki pehmeällä alustalla
18. Aseta jalat noin hartioiden leveydelle molemmin puolin alustassa näkyvään ympyrään nähden
19. Ota katse kiintopisteeseen
20. Oletko valmis? Aika alkaa nyt!
21. Sama ohjeistus kahden jalan seisontaan silmät kiinni pehmeällä alustalla

Yhden jalan vauhditon pituushyppy

1. Seuraavana suoritetaan yhden jalan vauhditon pituushyppytesti
2. Testin suoritus tapahtuu paljain jaloin ja kädet lanteilla
3. Testi suoritetaan ensin terveellä jalalla(verrokki aina ensin vasemmalla jalalla)
4. Aseta suorittavan jalan varpaat lattiassa näkyvän viivan taakse
5. Laita kädet lanteille
6. Tavoitteena on hypätä mahdollisimman pitkälle ja laskeutua samalla jalalla alas
7. Voit suorittaa hypyn, kun olet omasta mielestäsi valmis

Lysholm Knee Scale**Limp (5 Points)**

None	5 _____
Slight or periodic	3 _____
Severe and constant	0 _____

Support (5 Points)

Full Support	5 _____
Cane or crutch	3 _____
Weight Bearing impossible	0 _____

Stair Climbing (5 points)

No problems	5 _____
Slightly impaired	3 _____
One step at a time	2 _____
Unable	0 _____

Squatting (5 Points)

No problem	5 _____
Lightly impaired	3 _____
Not past 90 degrees	2 _____
Unable	0 _____

TOTAL _____**Walking, Running and Jumping****Instability (30 Points)**

Never giving way	30 _____
Rarely gives way except for athletic or other severe exertion	25 _____
Gives way frequently during athletic events or severe exertion	0 _____
Occasionally in daily activities	10 _____
Often in daily activities	5 _____
Every step	0 _____

Swelling (10 Points)

None	10 _____
With giving way	7 _____
On severe exertion	5 _____
On ordinary exertion	2 _____
Constant	0 _____

Pain (30 Points)

None	30 _____
Inconstant and slight during severe exertion	25 _____
Marked on giving way	20 _____
Marked during severe exertion	15 _____
Marked on or after walking more than 1 ¼ miles	10 _____
Marked on or after walking less than 1 ¼ miles	5 _____
Constant and severe	0 _____

Atrophy of thigh (5 Points)

None	5 _____
1-2 cm	3 _____
> 2 cm	0 _____

TOTAL _____

Lysholmin polvi-indeksi

Valitse seuraavista vaihtoehtoista polvesi tilaa tällä hetkellä parhaiten kuvaava vaihtoehto.

Ontuminen

Ei lainkaan	5
Hiukan tai ajoittain	3
Huomattavasti tai jatkuvasti	0

Tuen käyttö

Ei lainkaan	5
Kyynärsauvat	3
Varaaminen mahdotonta	0

Polvinivelen lukkiutuminen

Ei lukkiutumisen eikä kiinnijäämisen tunnetta	15
Kiinnijäämisen tunne, ei lukkiutumista	10
Lukkiutumista ajoittain	6
Lukkiutumista usein	2

Polven pettäminen (löysyys, hetkuvuus)

Ei lainkaan, polvinivel on tukeva	25
Harvoin urheillessa	20
Usein urheillessa, en pysty urheilemaan	15
Harvoin päivittäisissä toiminnoissa	10

Usein päivittäisissä toiminnoissa	5
-----------------------------------	---

Jokaisella askeleella	0
-----------------------	---

Kipu

Ei lainkaan	25
-------------	----

Joskus vähäistä suuren rasituksen yhteydessä	20
--	----

Huomattavaa suuren rasituksen yhteydessä	15
--	----

Huomattavaa yli 3km:n kävelyn jälkeen	10
---------------------------------------	----

Huomattavaa alle 3km:n kävelyn jälkeen	5
--	---

Jatkuvasti	0
------------	---

Turvotus

Ei lainkaan	10
-------------	----

Suuren rasituksen jälkeen	6
---------------------------	---

Tavallisessa rasituksessa	2
---------------------------	---

Jatkuvasti	0
------------	---

Porraskävely

Ei ongelmia	10
-------------	----

Haittaa hieman	6
----------------	---

Pystyy, yksi askel kerrallaan	2
-------------------------------	---

Mahdotonta	0
------------	---

Kyykistyminen

Ei ongelmia	5
Haittaa hieman	4
Mahdotonta	0

Pisteet yhteensä /100

TUTKIMUKSEN NIMI	TEKIJÄT	JULKAISU	TUTKIMUSJOUKKO JA MITÄ TUTKITTIN	TUTKIMUSTULOKSET
A randomised controlled trial of proprioceptive and balance training after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament	Cooper R.L., Taylor N.F. & Feller J.A.	Research in Sports Medicine, 2005, vol 13, s. 217 -230	29 henkilöä, joille oli tehty ACL:n rekonstruktio. Verrattiin proprioseptiivistä ja tasapainoharjoittelua voimaharjoitteluun acl rekonstruktion jälkeen. 6 viikon harjoittelujakso	Kuntoutuksen aikaisessa vaiheessa proprioseptiivinen ja tasapainoharjoittelu ei osoittautunut paremmaksi kuin voimaharjoittelu.
Leg kinematics and kinetics in landing from a single-leg hop for distance. A comparison between dominant and non-dominant leg	van der Harst J.J., Gokeler A. & Hof A.L.	Clinical Biomechanics, 2007, vol 22, s. 674 - 680	Kuusi miestä ja kolme naista, joilla ei ollut aiempia vammoja jaloissa tai selässä. Tutkittiin jalan kinematiikkaa ja kinetiikkaa yhden jalan vauhdittoman pituushypyn laskeutumisvaiheessa.	Ei löydetty suuria eroja dominoivan ja kontralateraalisen jalan välillä kinematiikan ja kinetiikan osalta. Hypyn pituudessa ja lonkan ekstensiokulmissa oli pieniä eroja.
Effect of cross exercise on quadriceps acceleration reaction time and subjective scores(Lysholm questionnaire)following anterior cruciate ligament reconstruction	Papandreou M.G., Billis E.V., Antonogiannakis E.M. & Papaioannou N.A.	Journal of Orthopedic Surgery and Research, 2009, 4:2	42 henkilöä, joille oli tehty ACL:n rekonstruktio. Tutkittiin cross exercise-harjoittelun vaikutusta quadriceps- lihasten reaktionopeuteen ja subjektiivisiin tuloksiin. 8 viikon harjoittelujakso	Harjoitteluohjelma lisättyä perinteiseen ACL kuntoutukseen lisää quadriceps-lihasten reaktionopeutta 90 asteen polven fleksiokulmalla ACL rekonstruoidulla polvella. Subjektiivisilla tuloksilla ei ollut huomattavia eroja.
Knee stability assessment on anterior cruciate ligament injury:	Lam M.H., Fong D.T.P., Yung P.S.H., Ho E.P.Y., Chan	Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Tech-	Katsaus, jossa pääkohtina olivat polven stabiliteetin testaaminen,	Polven standardoidut stabiliteettitestit ovat luotettavia ja tärkeitä

Clinical and biomechanical approaches	W.Y. & Chan K.M.	nology, 2009, 1:20	hoito-ohjelmointi ja ohjeistus urheiluun paluulle ACL vamman jälkeen.	urheilulääketieteessä. Välitön hoidon arviointi on tärkeää turvallisen urheiluun paluun kannalta.
Effects of a balance training protocol on knee joint proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction	Vathrakokilis K., Malliou P., Gioftsidou A., Beneka A. & Godolias G.	Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 2008, vol 21, s. 233 -237	24 potilasta(17 miestä ja 7 naista), joille oli tehty ACL rekonstruktion keskimäärin 22 kk sitten. Tutkittiin tasapainoharjoitusohjelman vaikutusta polvinivelen proprioseptiikkaan.	Harjoittelu paransi rekonstruoidun jalan tasapainoa. Koeryhmän ja kontrolliryhmän välillä oli huomattavia eroja tasapainossa harjoittelun jälkeen.
Relationships between postural orientation and self reported function, hop performance and muscle power in subjects with anterior cruciate ligament injury	Trulsson A., Roos E.M., Ageberg E. & Garwicz M.	BMC Musculoskeletal Disorders, 2010, 11:143	Tutkittiin korrelaatiota polven toimintaa testattavien TSP- ja perinteisen testikaavan välillä. 53 tutkittavaa, joilla oli 2 -5 vuotta kulunut ACL vammasta.	TSP-testikaava toi spesifimpää näkökulmaa neuromuskulaarisen kontrollin tutkimiseen kuin perinteiset testikaavat. Testikaavaa voitaisiin hyödyntää ACL vammojen kuntoutuksessa.
Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft	Anders J.O., Venbrocks R.A. & Weinberg M.	International Orthopaedics, 2008, vol 32, s. 627 -633	45(35 miestä ja 10 naista) tutkittavaa, joilla oli 36 kk ACL rekonstruktiosta. Tutkittiin proprioseptiikkaa istuma-, makuu- ja seiso-asennossa sekä yhden jalan hyppytestiä. Rekonstruktio oli tehty patellaarijänteen siirteellä.	Proprioseptiikassa huomattavia eroja oli ainoastaan istuma-asennossa terveen ja leikatun jalan välillä. Yhden jalan hyppytestin tulos oli hyvä tai erittäin hyvä 95%:lla tutkittavista.
Single-leg assessment of postural stability and knee functional	Zouita Ben Moussa A., Zouita S., Dziri C. &	Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 2009, vol 52, s.	26 jalkapalloilijaa, joille oli tehty ACL rekonstruktio 2 vuotta sitten	Ryhmien välillä oli huomattavia eroja tasapainotestissä kontrolli-

outcome two years after anterior cruciate ligament reconstruction	Ben Salah F.Z.	475 -484	ja 20 henkilön kontrolliryhmä. Tutkittiin yhden jalan tasapainoa ja polven toimintaa yhden jalan pituushyppytestillä	ryhmän hyväksi. Yhden jalan hypytestin tulos oli normaali verrattuna terveeseen jalkaan. 2 vuotta leikkauksesta yhden jalan tasapaino ei ole normaalilla tasolla.
Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using a balance platform	Alonso A.C., Greve J.M.D & Camanho G.L.	Clinics, 2009, vol 64(3), s. 163 -170	64 jalkapalloilijaa, joista 24:lle oli tehty ACL rekonstruktio keskimäärin 36 kk sitten. Tutkittiin painopisteen siirtymiä ja tasapainoa.	Tasapaino oli heikompi leikatulla jalalla ja painopisteen siirtymät olivat suurempia. Samoin verrattuna terveeseen kontrolliryhmään.
In-vivo sagittal plane knee kinematics: ACL intact, deficient and reconstructed knees	Isaac D.L., Beard D.J. Price A.J., Rees J., Murray D.W. & Dodd C.A.F.	The Knee, 2005, vol 12, s. 25 -31	16 tutkittavaa (9 miestä ja 7 naista), joilla oli kuvantamisella todettu isolettu ACL vamma. Tutkimus suoritettiin ennen ja 4kk jälkeen ACL rekonstruktion. Tutkittiin polven kinematiikkaa.	Polven kinematiikka muuttui ACL rekonstruktion jälkeen. Hamstring jänteen siirrettä tulisi käyttää harkiten ACL rekonstruktioidissa.
Relationship between muscle volume and muscle torque of the hamstrings after anterior cruciate ligament reconstruction	Konishi Y. & Fukubayashi T.	Journal of Science and Medicine in Sport, 2010, vol 13, s. 101 -105	18 tutkittavaa (11 miestä ja 7 naista), joilla oli alle 6kk ACL rekonstruktiosta ja 52 tutkittavaa (27 miestä ja 25 naista), joilla oli 12kk ACL rekonstruktiosta. Lisäksi 35 henkilön verrokiryhmä. Tutkittiin hamstringlihasvoimatasoja operaation	Tulokset osoittivat, että alle 6kk rekonstruktiosta hamstringlihasvoimatasot olivat huomattavasti heikommat verrattuna terveeseen jalkaan. 12kk leikkauksesta voimatasot olivat 90% verrattuna terveeseen jalkaan.

			jälkeen.	
Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions	de Jong S.N., van Caspel D.R., van Haeff M.J. & Saris D.B.F.	Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 2007, vol 23, no1, s. 21 -28	Retrospektiivinen katsaus. 191 tutkittavaa, joille tehtiin ACL rekonstruktio. Tutkittiin lihasvoimaa ja toimintakykyä ennen ja jälkeen operaation. Quadriceps – ja hamstring-lihasten voimaa. Toimintakykyä hyppytestillä.	6kk rekonstruktion jälkeen voimatasoissa oli huomattavaa heikkoa quadricepslihaksissa. 12 kk operaatiosta lihasvoimat olivat parantuneet, mutta olivat heikkomat kuin ennen leikkausta. Toimintakyky parani 6kk:sta 12:een kk:n verrattuna ennen operaatiota.
A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction	Gustavsson A., Neeter C., Thomee P., Silbernagel Grävare K., Augustsson J., Thomee R. & Karlsson J.	Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, vol 14, s. 778 - 788	30 tutkittavaa(18 miestä ja 12 naista), joilla oli keskimäärin 11kk ACL vammasta ja 35 tutkittavaa(25 miestä ja 10 naista), joilla oli keskimäärin 6kk ACL rekonstruktiosta. Tavoitteena kehittää luotettava hyppytestistö ko. joukoille.	Hyppytestistö, joka sisälsi vertikaalihypyn, yhden jalan pituushypyn ja sivuttaishypyn osoittautui luotettavaksi erottelemaan suorituskykyä terveen ja vammautuneen/leikatun jalan välillä ko. joukoilla.
ACL reconstructed patients with a BPTB graft present an impaired vastus lateralis neuromuscular response during high intensity running	Patras K., Ziogas G., Ristanis S., Tsepis E., Stergiou N. & Georgoulis A.D.	Journal of Science and Medicine in Sport, 2010	14 miesjalkapalloilijaa, joille oli tehty ACL rekonstruktio ja 14 miesjalkapalloilijaa, joilla ei ollut aiempia polvivammoja. Tutkittiin vastus lateralis-lihaksen aktiivisuutta keski- ja korkea intensiteettisen juoksun aikana. Rekonstruktio oli tehty patellaarijantees-	10 minuutin keski-intensiteettisen juoksu aikana vastus lateralisen aktiivisuus pysyi muuttumattomana. Korkeaintensiteettisen juoksu aikana vastus lateralisen aktivaatio nousi kontrolliryhmällä ja terveen jalan puolella, mutta ei ope-

			tä.	roidulla jalalla.
Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized clinical trial	Risberg M.A., Holm I., Myklebust G. & Engebretsen L.	Physical Therapy, 2007, vol 87, nro. 6, s. 737 -750	Randomoitu kliininen koe. 74 tutkittavaa(47 miestä ja 27 nais-ta), joille oli tehtyACL rekonstruktio patellaarijänteestä. Tutkittiin 6kk:n neuromuskulaarisen harjoittelun vaikutuksia versus perinteisen voimaharjoittelun vaikutuksia ko. joukolla.	Harjoitusohjelmien välillä oli pieniä eroja, mutta neuromuskulaarisen harjoittelu todettiin paremmaksi palauttamaan polven toimintakykyä ACL rekonstruktion jälkeen.
Outcome and knee- related quality of life after anterior cruciate ligament reconstruction: a long-term follow-up	Möller E., Weidenhielm L. & Werner S.	Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2009, vol 17, s. 786 -794	56 tutkittavaa,joille oli tehty ACL rekonstruktio patellaarijänteestä. Tutkittiin pitkäaikaisia vaikutuksia, 11,5 vuotta operaation jälkeen, tutkittavan raportoiman polven toimintakyvyn osalta sekä polveen liittyvän elämänlaadun osalta. Tutkittiin myös 2 vuotta operaation jälkeen tehtyjen testien ennustavuutta pitkällä aikajänteellä ko. asioissa.	Tutkittavat raportoivat polven toimintakyvyn olevan hyvä keskimäärin 11,5 vuotta ACL rekonstruktion jälkeen. Samoin polveen liittyvä elämänlaatu oli hyvä. 2 vuotta operaation jälkeen tehdyt testit eivät pystyneet ennustamaan objektiivisia eivätkä subjektiivisia näkymiä pitkällä aikajänteellä.
Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury	Shimokochi Y. & Shultz S.J.	Journal of Athletic Training, 2008, vol 43, nro. 4, s. 396 -408	Testattiin ja koottiin aiempia tutkimuksia ACL:n non-contact vammamekanismeista.	ACL:n non-contact vammamekanismissa polveen kohdistuu kuormitusta monelta tasolta. Samanaikaiset quadriceps-lihasten voimat

				yhdistettynä frontaali – ja transversaalitason kuormitukseen sekä hamstring-lihasten co-kontraktioon aiheuttaa ACL:n vammautumisen.
Factors associated with decreased muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon grafts	Goradia V.K., Grana W.A. & Pearson S.E.	Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 2006, vol 22, nro.1, s. 80 -88	Retrospektiivinen katsaus. 171 ACL rekonstruktioita 2vuoden sisällä. Tutkittiin tekijöitä, joilla olisi yhteyttä heikentyneeseen lihasvoimaan ja aktiivisuuteen ACL rekonstruktion jälkeen.	Nivelruston vauriot ja meniskin patologiat eivät olleet yhteydessä heikentyneeseen lihasvoimaan ja aktiivisuuteen. Sen sijaan 38% :lla leikatuista esiintyi kipua kyykistyessä ja polvistuessa joka oli seurausta patellofemoraaliniivelen krepitaatioista, leikatun puolen oireista ja tibian pinnan sensitiivisyydestä.
Anterior cruciate ligament reconstruction results in alterations in gait variability	Moraiti C.O., Stergiou N., Vasiliadis H.S, Mosis E. & Georgoulis A.	Gait & Posture, 2010, vol 32, s. 169 -175	12 tutkittavaa, joille oli tehty ACL rekonstruktio ja 6 henkilön kontrolliryhmä. Tutkittiin muutoksia kävelyssä ACL rekonstruktion jälkeen.	Kävelyssä ilmeni muutoksia leikatujen osalta verrattuna terveeseen jalkaan ja kontrolliryhmään. Muutos voi mahdollisesti johtua muuttuneesta lihasten aktiivisuudesta.
Complications and treatment during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction	Potter N.D.	Operative Techniques in Sports Medicine, 2006, vol 14, s. 50 -58	Tutkittiin yleisimpiä komplikaatioita ja niiden hoitamista ACL rekonstruktion jälkeen.	Mitä aiemmin komplikaatiot diagnosoidaan sitä nopeammin päästään aloittamaan interventiot niiden ehkäisemiseksi ja hoitamiseksi.

				seksi.
Contralateral limb strength deficits after anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring tendon graft	Hiemstra L.A., Webber S., MacDonald P.B. & Kriellaars D.J.	Clinical Biomechanics, 2007, vol 22, s. 543 -550	12 tutkittavaa, joille oli tehty ACL rekonstruktio hamstring-siirteestä ja 30 henkilön kontrolliryhmä. Tutkittiin kuinka eri post-operatiiviset kuntoutusohjelmat vaikuttavat polven fleksoreiden ja ekstensoreiden voimaan leikkaamattomassa jalassa.	Polven ekstenso-reiden osalta saavutettiin lähes normaali voimataso verrattuna kontrolliryhmään, fleksoreiden osalta ei. Kontrolliryhmään verrattuna fleksoreiden ja ekstenso-reiden voimatasoissa oli huomattavia heikkouksia molempien jalkojen osalta.
Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency	Lee H.M., Cheng C.K. & Liao J.J.	The Knee, 2009, vol 16, s. 387 -391	12 tutkittavaa(10 miestä ja 2 naista), joille oli tullut ACL vamma keskimäärin 12,8kk ennen testejä. Tutkittiin korreloiko proprioseptiikka, lihasvoima tai polven laksi-teetti dynaamisen tasapainon kanssa.	Dynaamisen tasapainon ja lihasvoiman sekä polven laksiiteetin välillä ei löydetty korrelaatiota. Sen sijaan fleksio-ekstensio suuntaisten liikkeiden aikana mitattu proprioseptiikka korreloi dynaamisen tasapainon aikana. Tulosta voitaisiin hyödyntää post-operatiivisessa kuntoutuksessa.
The concept of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction	Martins C.A.Q., Kropf E.J., Shen W., van Eck C.F. & Fu F.H.	Operative Techniques in Sports Medicine, 2008, vol 16, s. 104 -115	Tarkasteltiin tutkijoiden kokemuksia ja yksityiskoh-tia heidän katsauksestaan liittyen anatomiseen ACL:n rekonstruktioon.	Anatominen kahden säikeen ACL rekonstruktio jäljittelee normaalia anatomiaa ja pyrkii palauttamaan polven normaalin kinematiikan sekä toiminnan.
Knee proprioception following	Angoules A.G., Mavrogenis A.F.,	The Knee, 2010	Prospektiivinen tutkimus. 40 tut-	Polven proprioseptiikka pa-

ACL reconstruction; a prospective trial comparing hamstrings with bone-patellar tendon-bone autograft	Dimitriou R., Karzis K. & Drakoulakis E.		kittavaa(34 miestä ja 6 naista), joille tehtiin ACL rekonstruktio joko hamstring – tai patellaarijänteen siirteestä. Tutkittiin polven proprioseptiikkaa rekonstruktion jälkeen. Verrattiin siirteitä.	lautui normaalille tasolle 6kk leikkauksen jälkeen riippumatta siirteiden tyypistä.
Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction	Woo S.L-Y., Wu C., Dede O., Vercillo F. & Noorani S.	Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 2006, 1:2	Katsaus, jossa tarkasteltiin kuinka biomekaniikka on auttanut ymmärtämään normaalin ACL:n toiminnan ja edistänyt ACL:n rekonstruktioita.	Tulevaisuudessa kannattaisi tehdä biomekaanisia tutkimuksia, joissa pyrittäisiin tuottamaan mahdollisimman todennukaisia kuormituksia eturistiteeseen.
Knee injury rating scales	Lysholm J. & Tegner Y.	Acta Orthopaedica, 2007, vol 78(4), s. 445 -453	Katsaus, jossa tarkasteltiin erilaisia polvivammojen luokittelusteikkoja.	Tulevaisuudessa voitaisiin yhdistää kliinisiä parametreja, jotka ovat valideja onnistuneeseen hoitoon ja komplikaatioihin sekä potilaan subjektiivisia tuntemuksia terveyteen liittyvästä elämänlaadusta.
Reliability of EMG power-spectrum and amplitude of the semitendinosus and biceps femoris muscles during ramp isometric contractions	Kellis E. & Katis A.	Journal of Electromyography and Kinesiology, 2008, vol 18, s. 351 -358	11 tutkittavaa, kaikki miehiä. Tutkittiin EMG mittausten reliabiliteettia sekä semitendinosus -ja biceps femoris lihasen aktiivisuutta isometrisen kontraktion aikana.	EMG-mittausten reliabiliteetti vaihteli kohtuullisen ja korkean välillä tutkimusten aikana.
Gait adaptation in ACL deficient	Knoll Z., Kiss	Journal of Electromyography	25 tutkittavaa(18 miestä ja 7 nais-	Kävelyn kaavassa tai mallissa tapah-

patients before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery	R.M. & Kocsis L.	and Kinesiology, 2004, vol 14, s. 287 -294	ta), joilla oli ACL vamma sekä 51 henkilön kontrolliryhmä. Tutkittiin kävelyn adaptaatiota ennen ja jälkeen ACL:n rekonstruktion. EMG mitattiin etu - ja takareiden lihaksista sekä lonkan pitkästä adduktorista.	tuu muutoksia ACL:n vamman ja rekonstruktion seurauksena.
Effect of dynamic stability on a step task in ACL deficient individuals	Rudolph S.K. & Snyder-Mackler L.	Journal of Electromyography and Kinesiology, 2004, vol 14, s. 565 -575	31 tutkittavaa, joista 11:llä oli ACL vamma ja hyvä polven stabiliteetti, 10:llä oli ACL vamma ja huono polven stabiliteetti ja 10 hengen verrokkiryhmä. Tutkittiin polven liikemalleja ja lihasaktiivisuutta reiden alueella porraskävelyn aikana.	Henkilöt, joilla oli ACL vamma ja huono polven stabiliteetti käyttivät porraskävelyn aikana eri liikemallia kuin verrokkiryhmä ja toinen ACL-ryhmä. Samoin lihasten aktivointumismalli oli erilainen ja hitaampi sekä puutteellinen.

HELSINGIN JA UUDENMAAN SAIRAANHOITOPUHE
HELSINGFORS OCH NYLANDS SJUKVÅRSDISTRIKT

Tutkimuseettiset toimikunnat
Operatiivinen eettinen toimikunta

LAUSUNTO TEHDYISTÄ KORJAUKSISTA

Vastaanottaja: Tia Nuutinen, Uudenmaankatu 59 D, 45100 KOUVOLA

Tutkimuksen nimi: Polven eturistisiteen rekonstruktion vaikutus staattiseen tasapainoon, alaraajan lihastoimintastrategioihin ja koettuun toimintakykyyn

Viite: Dnro 131/13/03/02/2011

Toimikunta käsitteli kokouksessa 11.05.2011 tutkimussuunnitelmanne ja pyysi asiasta korjauksia/ lisäselvitystä. Toimikunnan valtuuttamana puheenjohtaja voi hyväksyä toimikuntaan saapuneet pyydetty korjaukset / lisäselvityksen liitteineen.

Tehdyt korjaukset / lisäselvitys käyvät ilmi toimitetuista asiakirjoista:

- Kopio eettisen toimikunnan lausunnosta § 82, 11.05.2011
- Saatekirje 26.5.2011 / Tia Nuutinen
- Tutkittavan tiedote ja suostumusasiakirja 31.5.2011 (HUS -leima)

Tutkimussuunnitelma ja sen liitteet täyttävät toimikunnan mukaan tutkimuslain (794/2010) 17 §:n 2 momentin mukaiset edellytykset.

Päätös Toimikunnan puolesta ja valtuuttamana puheenjohtaja päätti hyväksyä tehdyt korjaukset ja antaa niistä puoltavan lausunnon

Lausunto on maksuton (STM:n asetus 840/2010, 1 §).

Vakuudeksi

Helsingissä 06.06.2011



Markku Salmenperä
puheenjohtaja
Operatiivinen eettinen toimikunta

Eettiset toimikunnat
Operatiivinen eettinen toimikunta

Toimikuntas sihteeri Tuija Sipiläinen
Biomedicum 2 C, 7. krs
00029 HUS, Puh. (09) 471 73021