

Aino-Kaisa Mantere & Mira Kangasniemi

Turvallinen paluu täyspainoiseen lajiharjoitteluun ACL-rekonstruktion jälkeen Mpoweria hyödyntäen

Tapaustudkimus urheilijoiden toimintakyvyn arvioimisesta urheiluun paluuvaiheessa

Opinnäytetyö

Syksy 2018

SeAMK Sosiaali- ja terveystieteiden ala

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Sosiaali- ja terveysala

Fysioterapia (AMK)

Aino-Kaisa Mantere ja Mira Kangasniemi

Turvallinen paluu täyspainoiseen lajiharjoitteluun ACL-rekonstruktion jälkeen Mpoweria hyödyntäen: Tapaustutkimus urheilijoiden toimintakyvyn arvioimisesta urheiluun paluu vaiheessa

Ohjaajat: Lehtori Pia-Maria Haapala & Lehtori Riitta Kiili

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 53

Liitteiden lukumäärä: 1

Anterior cruciate ligamentin (ACL) repeämät ovat yleisimpiä polven nivelsidevammoista, joita tapahtuu etenkin vääntö- ja kontaktilajeissa. Urheilijoilla ACL-repeämä keskeyttää urheilijan uran väliaikaisesti, mutta repeämä korjataan usein mahdollisimman pian ACL-rekonstruktioilla. Lajinomaiseen harjoitteluun urheilija palaa aikaisintaan puolen vuoden jälkeen leikkauksesta. Uudelleenvammautumisriski on suurin juuri urheiluun paluuvaiheessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä fysioterapeuttien tietoutta Mpowerin käyttömahdollisuuksista ja toiminnasta ACL-rekonstruktion jälkeisessä kuntoutuksessa. Mpower on langaton lihasaktivaatiomittari, jolla mitataan pintaelektrodien avulla lihasten aktivaatiota. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, ovatko urheilijat valmiita palaamaan takaisin täyspainoiseen harjoitteluun ACL-rekonstruktion jälkeen.

Tapaustutkimus sisälsi viiden testihenkilön mittauskerrat, jossa testattavat suorittavat neljä erilaista hyppytestiä ja quadriceps-lihasaktivaatiomittauksen. Fyysisten toimintakyvyn mittausten lisäksi testihenkilöiltä arvioitiin polven koettua toimintakykyä IKDC 2000 subjective knee evaluation form -kyselyllä.

Tapaustutkimus osoitti, että urheilijat eivät olleet valmiita palaamaan täyspainoiseen lajiharjoitteluun, sillä kukaan testihenkilöistä ei läpäissyt kaikkia testejä ja testitulokset jäivät alle viitearvojen. Tutkimuksessa ilmeni, että jokaisella testattavalla henkilöllä leikatun jalan vastus medialis -lihaksen aktivaatio jäi heikommaksi kuin vastus lateralis -lihaksen. Mpowerilla saadaan mielenkiintoista tietoa yksittäisten lihasten aktivaatiosta, ja tätä tulisi jatkossa hyödyntää enemmän vammojen kuntoutuksessa ja lihasvoimaharjoittelussa.

Avainsanat: ACL, ACL-rekonstruktio, Mpower, lihasaktivaatio, uudelleenvammautumisriski

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Health Care and Social Work

Degree Programme: Degree Programme in Physiotherapy

Authors: Aino-Kaisa Mantere & Mira Kangasniemi

Title of thesis: A safe return to full-time sport specific training post ACL reconstruction utilizing Mpower: A case study evaluating athletes' performance before returning to sports.

Supervisors: Lecturer Pia-Maria Haapala & Lecturer Riitta Kiili

Year: 2018

Number of pages: 53

Number of appendices: 1

Tears in the anterior cruciate ligament (ACL) are the most common ligament injuries. They occur most commonly in torque and contact sports. For athletes, an ACL tear causes a halt in their career. Often the tear can be fixed with an ACL reconstruction performed as soon as possible. A return to sport specific training can be expected six months after the operation at the earliest. The risk of re-tearing the ligament is at its highest when returning to training.

The purpose of this thesis is to increase the knowledge of Mpower and its function and possibilities in post ACL reconstruction rehabilitation amongst physiotherapists. Mpower is a wireless muscle activation monitor which uses surface electrodes to activate the muscle. The aim of the thesis was to determine whether or not athletes are ready to return to full-time training after an ACL reconstruction.

The case study included measurements from five test persons performing four different jump tests and quadriceps - muscle activation measurements. In addition to measuring the physical performance of the test persons, they were asked to evaluate their experienced knee function by filling out the IKDC 2000 subjective knee evaluation form.

The case study showed that the athletes were not ready to return to full-time sport specific training. None of the test persons passed all of these tests and their results were below the reference values. The study also indicated that with each tested athlete the vastus medialis muscle activation in their operated leg was weaker than the activation of the vastus lateralis muscle. Mpower produces fascinating information about single muscle activation and in the future it should be utilised more in rehabilitation and strength training.

Keywords: ACL, ACL-reconstruction, Mpower, muscle activation

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 POLVEN RAKENNE JA ACL-VAMMA	9
3 ACL-VAMMAN JÄLKEINEN KUNTOUTUS.....	12
3.1 Postoperatiivisen kuntoutuksen vaiheet	12
3.1.1 Lihastasapainon merkitys ACL-leikkauksen jälkeen.....	14
3.1.2 Neuromuskulaarinen harjoittelu	15
3.2 Turvallinen paluu kilpaurheiluun	16
4 LIHASHERMOJÄRJESTELMÄ	18
4.1 Motorinen yksikkö.....	18
4.2 Lihaksen toiminta.....	19
5 ELEKTROMYOGRAFIA JA MPOWER	21
5.1 Mpower	21
5.2 Podien asettelu	24
6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT	26
7 OPINNÄYTETYÖN MENETELMÄT JA TOTEUTUS	27
7.1 Määrällinen tutkimusmenetelmä	27
7.2 Testihenkilöiden kuvaus.....	28
7.3 Menetelmät	29
7.3.1 Mpower.....	29
7.3.2 Quadriceps-lihasaktivaatiomittaus.....	30
7.3.3 IKDC subjective knee evaluation form - kysely.....	30
7.3.4 Hyppytestit.....	31
7.4 Toteutus	32
8 TULOKSET	34

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	43
10 POHDINTA.....	45
LÄHTEET	49
LIITTEET	54

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Polviniveltä tukevat rakenteet.	10
Kuva 2. Mpower podit	22
Kuva 3. Mpower-sovelluksen aloitusnäkyä	23
Kuva 4. Näyttökuva Mpower-sovelluksesta reaaliaikaisena.	24
Kuva 5. Podien asettelu.....	25
Kuva 6. Hyppytestien suoritustapa.....	32
Kuvio 1. Henkilön B lihasaktivaatioteho quadriceps-lihasvoimamittauksessa.....	36
Taulukko 1. Kuntoutuksen vaiheet ACL-rekonstruktion jälkeen.....	13
Taulukko 2. Henkilön A kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.	35
Taulukko 3. Henkilön A hyppytestien suoritukset.	35
Taulukko 4. Henkilön B kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.	36
Taulukko 5. Henkilön B hyppytestien suoritukset.	37
Taulukko 6. Henkilön B nopeiden lihassolujen ja lihasaktivaatiotehon suhde hyppytesteissä.	37
Taulukko 7. Henkilön C kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.	38
Taulukko 8. Henkilön C hyppytestien suoritukset.	39
Taulukko 9. Henkilön C nopeiden lihassolujen ja lihasaktivaatiotehon suhde hyppytesteissä.	39
Taulukko 10. Henkilön D kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.	40

Taulukko 11. Henkilön D hyppytestien suoritukset.....	40
Taulukko 12. Henkilön E kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.	41
Taulukko 13. Henkilön E hyppytestien suoritukset.....	41
Taulukko 14. Henkilön E nopeiden lihassolujen ja lihasaktivaatiotehon suhde hyppytesteissä.	42
Taulukko 15. Yhteenveto testihenkilöiden tuloksista.	43
Taulukko 16. Yhteenveto hyppytestien tuloksista.....	44

1 JOHDANTO

Eturistisiteen repeämä on yleisin polven nivelsidevammoista. Repeämää hoidetaan konservatiivisesti tai operatiivisesti. Kummassakin tapauksessa repeämä aiheuttaa urheilijalle huomattavan haitan väliaikaisesti tai pahimmillaan päättää urheilu-uran kokonaan. Usein urheilijoiden kohdalla päädytään operatiiviseen hoitomuotoon, sillä repeämän aiheuttama polven epävakaumus ja pettämisen tunne on haitallinen polvea kuormittavissa urheilulajeissa kuten palloilulajeissa. (Kallio 2010, 289-294.)

Leikkauksen jälkeen normaaliin urheiluharrastukseen palataan yleensä aikaisintaan kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta. Suurin osa urheilijoista palaa lajinsa pariin kuitenkin viimeistään 13 kuukauden kuluttua leikkauksesta. Tämän hetkisten tutkimusten mukaan noin 60 prosenttia urheilijoista palaa vammaa edeltäneelle tasolle. (Lai, Ardern & Faller 2018.)

Opinnäytetyössä testaamme viiden eturistisideleikatun urheilijan toimintakykyä Mpoweria hyödyntäen. Mpower on Fibrux Oy:n kehittämä langaton lihasaktivaatiomittari, joka on tullut markkinoille vuonna 2016. Mpower kerää EMG-signaaleja pintaelektrodien avulla suoraan mobiililaitteeseen asennetun Mpower-sovelluksen analysoitavaksi. Lihasaktivaatiomittauksella saadaan tärkeää tietoa yksittäisen lihaksen harjoitusvasteesta, ja lihasten toiminnan epätasapainoa voidaan tutkia mittaamalla useaa lihasta samanaikaisesti. (Mpower, [viitattu 7.9.2018].) Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Fibrux Oy:n kanssa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä fysioterapeuttien tietoutta Mpowerin käyttömahdollisuuksista ACL-vamman jälkeisessä kuntoutuksessa. Aihe on valittu sen vuoksi, koska Mpower on uutta teknologiaa ja haluamme tuoda sen ihmisten tietouteen. Mpowerin avulla lihasaktivaation mittaamista pystytään hyödyntämään uudella tavalla kuntoutuksen edistymisessä, mikäli fysioterapeutit ottavat sen aktiivisesti käyttöönsä.

2 POLVEN RAKENNE JA ACL-VAMMA

Polvinivel (kuva 1.) on ihmiskehon suurin nivel. Se on sarana- ja liukunivel, joka muodostuu femurin kuperasta ja tibian koverasta nivelpinnasta. Patella niveltää femurissa olevaan nivelpintaan ja on näin osa polviniveltä. Polvinivelen luisien rakenteiden ympärillä on yhteinen nivelkapseli. Sen sisällä olevat meniscit (nivelkierukat) vähentävät polviniveleen kohdistuvaa kuormitusta. Polvinivelessä tapahtuu liikettä fleksio- ja ekstensiosuuntiin, ja polven ollessa koukistettuna 90 astetta liikettä tapahtuu myös sisä- ja ulkorotaatioon. (Platzer 2015, 206).

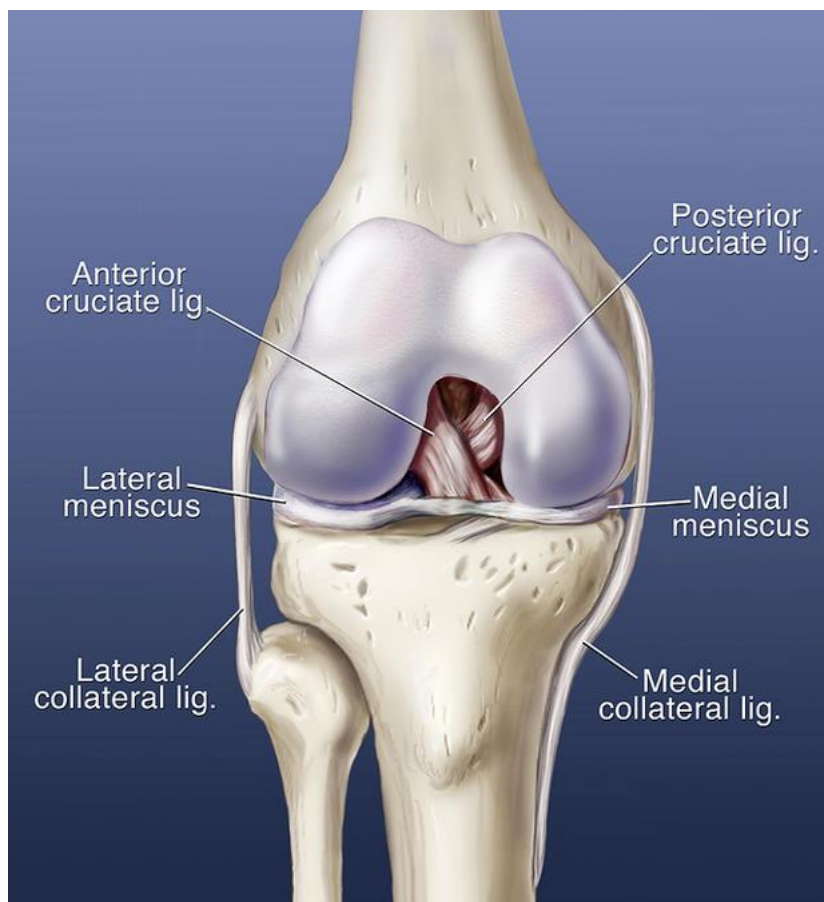
Polvinivelen toimintaan vaikuttavat pääosin quadriceps- ja hamstring -lihakset. Hamstring-lihaksien tehtävänä on polvinivelen fleksio, jonka lisäksi ne tekevät rotaation polven ollessa koukistettuna. (Platzer 2015, 248; Kauranen 2017, 208.) Vastus medialis ja -lateralis lihakset muodostavat yhdessä vastus intermediuksen ja rectus femoriksen kanssa quadriceps -lihaksen. Quadriceps-lihaksen päätehtävänä on polven ekstensio, mutta sen tehtävä on myös ylläpitää kehon asentoa pitämällä polvi stabiilina. Rectus femoris kulkee kahden nivelen yli ja se muodostaa paksun quadriceps-jänteen, joka jatkuu patellajänteenä. Tähän jänteeseen kaikki neljä quadriceps-lihasta kiinnittyvät. Vastus medialisin tehtävänä on pitää patella stabiilina, kun taas vastus lateralis -lihas toimii asennon ylläpitäjänä, kun polvinivel on ekstensiossa. Quadriceps-lihas tekee erityisen tärkeää lihastyötä etenkin urheilussa, jonka takia se on myös hyvin altis vammoille. (Bordoni & Morabito 2018.)

Anterior cruciate ligament (ACL, eturistiside) kulkee tibian etuosasta femurin takaosaan. ACL koostuu viuhkamaisista ja erimittaisista säikeistä, jotka muodostavat anteromediaalisen ja posterolateraalisen kimpun. Eturistisiteen tehtävänä on estää sääriluuta liukumasta eteenpäin ja näin tukevoittaa polvea. Polvinivelen ollessa fleksiossa eturistisiteen tarkoitus on rajoittaa sääriluun liiallista rotaatiota. Sivuside, yhdessä eturistisiteen kanssa, estää polvea kääntymästä sisäänpäin. ACL kuuluu polven asentoaistiin vaikuttaviin rakenteisiin antamalla proprioseptiivistä palautetta. (Kallio 2010, 289.)

Posterior cruciate ligament (PCL) koostuu kahdesta viuhkamaisesta säikeestä. PCL lähtee tibian takaosasta kiinnittyen femurin etuosan sisäpinnalle. Sen tehtävänä on

estää säären liiallista liukumista taaksepäin. Posterior cruciate -ligamentti kulkee ristikkäin anterior cruciate -ligamentin kanssa. (Platzer 2015, 208.)

Medial collaterale ligament (MCL) ja lateral collaterale ligament (LCL) kulkevat polvinivelen sivuilla ja niiden tehtävänä on tukea polviniveltä sivuttaissuunnassa. MCL kulkee femurin epicondylus medialiksesta tibian yläosaa kiinnittyen samalla mediaaliseen menisciin ja nivelkapseliin. LCL lähtee femurin epicondylus lateraliksesta ja kiinnittyy fibulan päähän. MCL on kiinnittyneenä mediaaliseen menisciin, jonka takia se on alttiimpi vammoille. (Schuenken, Schulte, & Schumacher 2006, 395.)



Kuva 1. Polviniveltä tukevat rakenteet.
(Science Photo Library 2017)

ACL-repeämä on tyypillinen urheiluvamma vääntö- ja kontaktilajeissa. Se on yleisin polven nivelsidevammoista. ACL-repeämä on 3-6 kertaa yleisempi naisilla kuin miehillä. Syy siihen voi johtua naisten ja miesten kehojen rakenne-eroista, sillä naisilla lantion leveys saattaa aiheuttaa polvissa valgusasentoa ja lihasvoimat ovat

naisilla heikompia polvea tukevissa lihaksissa. Tämän lisäksi sukupuolien välinen ero saattaa johtua hormonaalisista tekijöistä. (Kallio 2010, 290; Orava 2012, 237.)

Yli puolet ACL- repeämistä tapahtuu ilman kontaktia. Repeämä voi tapahtua myös suorassa tai epäsuorassa kontaktissa. Suorassa kontaktissa isku tulee suoraan polveen aiheuttaen repeämän ja aiheuttaja on usein henkilö tai muu ulkoinen voima. Epäsuorassa kontaktissa isku tulee muualle kehoon aiheuttaen polveen liiallisen voiman. Repeämät, jotka aiheutuvat ilman kontaktia, tapahtuvat nopeissa suunnanmuutoksissa tai pysähdyksissä. (Raines, Naclerio & Sherman 2017.) Tämä tapahtuu yleisimmin monen liikkeen yhdistelmänä. Silloin jalkaterä on tiiviisti kontaktissa alustaan ja jalkaan tulee voimakas kiertoliike. Sivuttainen isku täysin suorassa olevaan polveen ja jalkaterän ollessa kontaktissa alustassa saattaa aiheuttaa yhtäaikaisesti ACL- ja MCL-repeämän sekä mediaalisen meniscin repeytymisen. (Schuenke ym. 2006, 398).

ACL-vamman sattuessa polveen tulee voimakasta turvotusta ja kipua. Turvotuksen laskettua polvessa saattaa tuntua muljahtelua ja pettämisen tunnetta. (Suomalainen ym. 2014.) ACL-repeämää epäiltäessä polvea voidaan tutkia kliinisesti Lachmannin kokeella, vetolaatikko tai pivot shift -testillä. ACL-repeämän varmistamiseksi magneettikuvaus on kuitenkin oleellinen, jotta lisäksi voidaan todeta ACL-repeämään liittyvät mahdolliset oheisvammat. (Kallio 2010, 290.)

3 ACL-VAMMAN JÄLKEINEN KUNTOUTUS

ACL-repeämä voidaan hoitaa konservatiivisesti tai operatiivisesti. Leikkaustarve määritetään aina henkilökohtaisesti polven epävakauden ja muiden liitännäisvammojen pohjalta. Jos ACL-repeämän hoidossa päädytään konservatiiviseen hoitomuotoon, kuntoutuksessa pyritään akuutin vaiheen jälkeen palauttamaan polven toimintakyky ja lihasvoimat vammaa edeltäneelle tasolle terapeutin harjoittelun avulla. (Suomalainen ym. 2014.)

Nuorten ja urheilijoiden kohdalla päädytään usein operatiiviseen hoitomuotoon. Tällöin leikkauksessa revennyt eturistiside korvataan ruuveilla kiinnitettävällä jännesiirteellä. Jännesiirre otetaan leikattavan henkilön patellajänteestä tai muusta reiden lihaksen jänteestä (semitendinous, gracilis tai quadriceps femoris). (Kauranen 2017, 222; Krischak 2012, 126.) Usein urheilijalle suositellaan eturistisiderepeämän leikkaushoitoa mahdollisimman pian vamman jälkeen. Leikkaushoidolla saadaan usein hyviä tuloksia, ja urheilija pystyy palaamaan takaisin normaalille harjoittelutasolleen aikaisintaan kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta. (Kallio 2010, 292-293).

3.1 Postoperatiivisen kuntoutuksen vaiheet

ACL-rekonstruktion (eturistisideleikkaus) jälkeen kuntoutussuunnitelma tehdään aina yhteistyössä leikkaavan lääkärin kanssa. Kuntoutus jaetaan eri vaiheisiin (taulukko 1.), ja jokaiselle vaiheelle tulisi asettaa omat tavoitteet. Kuntoutumisen edistymistä on hyvä seurata erilaisilla toimintakykyä arvioivilla testeillä ja mittareilla, jotka varmistavat mahdollisimman turvallisen siirtymisen vaiheesta seuraavaan. ACL-vamman postoperatiiviselle kuntoutukselle ei ole yhtä oikeaa protokollaa, vaan kuntoutus suunnitellaan aina tapauskohtaisesti. (Koistinen 2017, 9.)

Eturistisideleikkauksen jälkeinen fysioterapia koostuu monesta eri osa-alueesta. Fysioterapia sisältää liikkuvuus- ja lihasvoimaharjoitteiden lisäksi neuromuskulaarista harjoittelua, kuten tasapaino- ja proprioseptisiä harjoitteita, agiilityharjoitteita, kävelyn ja juoksun tekniikan tarkastelua sekä aerobisen kunnon kehittämistä. Monipuolinen fysioterapia lajinomaisilla harjoitteilla mahdollistaa

urheiluun palaamisen. (Kauranen 2017, 223-224.) Kuntoutujan subjektiivisella kokemuksella polven kuntoutuksessa on huomattu olevan tärkeä rooli urheiluun paluuvaiheessa. Sen vuoksi fysioterapiassa tulee terapeuttisen harjoittelun lisäksi keskittyä kehittämään myös kuntoutujan subjektiivista pystyvyyttä. (Senorski ym. 2016.)

Taulukko 1. Kuntoutuksen vaiheet ACL-rekonstruktion jälkeen.
(Królikowska ym. 2018)

1-5 viikkoa	<ul style="list-style-type: none"> • turvotuksen vähentäminen • kivun lievittäminen • polvinivelen normaali liikkuvuus • normaalin kävelyn harjoittelu • reisilihasten isometriset harjoitteet • vastus medialiksen elektrostimulaatio
6-12 viikkoa	<ul style="list-style-type: none"> • kävelyn normalisoituminen • vastus medialiksen elektrostimulaatio • reisilihasten vastustetut isometriset harjoitteet • suljetun ketjun proprioseptiset harjoitteet
13-20 viikkoa	<ul style="list-style-type: none"> • lihastasapainon palauttaminen • juoksun aloittaminen • hypyt ja muut toiminnalliset harjoitteet • isokineettisen voimaharjoittelun aloittaminen
21 viikkoa 6-8 kuukautta	<ul style="list-style-type: none"> • voimaharjoittelu • agilityharjoitteet • kestävyysharjoittelu • lajinomaiset harjoitteet

Kuntoutuksen alussa keskitytään turvotuksen vähentämiseen, kivunlievitykseen sekä liikkuvuuden parantamiseen. Polven voimakasta kuormitusta on vältettävä alkuvaiheen aikana uuden jännesiirteen luutuessa luukanaviin. Kuntoutumisen ensimmäisenä tavoitteena on palauttaa polven liikkuvuus normaaliksi ja vahvistaa heikentyneitä reisilihaksia. (Kauranen 2017, 222; Panariello, Stump & Maddalone 2015, 35.) Polven täysi liikelaajuus pyritään palauttamaan mahdollisimman

nopeasti. Alkuvaiheessa kuntoutuksessa keskitytään polven ekstensiosuunnan liikkuvuuden parantamiseen, sillä vaillinainen ekstensio vaikeuttaa myöhemmin normaalia polven toimintaa. Polven fleksiosuunnan liikkuvuus alkaa palautumaan kuntoutuksen alkuvaiheessa, kun leikkauksen jälkeiset pehmytkudosvauriot paranevat. (Koistinen 2017, 9; Panariello ym. 2015, 35.) Tavoitteena on saada polven täysi liikelaajuus (130 astetta) palautettua neljän viikon kuluttua leikkauksesta (Kauranen 2017, 223).

Lihaskuntoharjoittelu, sekä polven hallintaa kehittävä neuromuskulaarinen harjoittelu aloitetaan mahdollisimman pian kivun ja turvallisuuden sallimissa rajoissa. (Królikowska ym. 2018.) Hyvä lihasvoima on kaikkien fyysisten ominaisuuksien perusta, joten heti kuntoutuksen alussa täytyy huomioida alaraajojen voimahaarjoittelun lisäksi koko kehon lihasvoimahaarjoittelu (Panariello ym. 2015). Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittelu on välttämätöntä polven normaalin toiminnan kannalta (Hewett, Di Stasi & Myer 2013).

3.1.1 Lihastasapainon merkitys ACL-leikkauksen jälkeen

ACL-leikkauksen jälkeisen kuntoutuksen yksi tärkeimmistä osa-alueista on lihasvoimahaarjoittelu. Suurimpia kuntoutuksen haasteita on quadriceps-lihaksen heikkous, jonka on huomattu olevan yksi uudelleenvammautumisen riskitekijöistä. (Hewett ym. 2012; Suomalainen ym. 2014; Grindem ym. 2016.) Koska quadriceps-lihas on tärkeässä roolissa polven hallinnassa ja kuormituksen vähentämisessä, saattaa sen heikkous näkyä haitallisesti urheilu-suorituksissa. Tämän vuoksi quadriceps-lihasten puolieroja tulisi testata kuntoutuksen eri vaiheissa, erityisesti lajinomaiseen urheiluun palatessa. (Hewett ym. 2012.) Lihasepätasapainon palautuminen ACL-rekonstruktion jälkeen kestää usein yli vuoden (Kallio 2010; Kauranen 2017, 224).

Lihaskuntoharjoittelu aloitetaan polvinivelen ekstensoroiden ja flexoreiden isometrisillä jännityksillä ja suljetun kineettisen ketjun harjoittelulla (Kauranen 2017, 222; Koistinen 2017, 9). Vaikka avoimen kineettisen ketjun harjoitteet parantavat lihasvoimaa tehokkaammin, ovat suljetun ketjun harjoitteet alkuvaiheessa turvallisempia suorittaa. Toiminnallisissa harjoitteissa keskitytään suoriin linjoihin ja

vältetään polviniveleen kohdistuvia kierto liikkeitä. (Koistinen 2017, 9-11.)
Terapeuttisessa harjoittelussa kannattaa ottaa huomioon myös lihas, josta siirre on otettu, sillä siirrekohdassa on monesti puutteita lihasvoimassa (Kauranen 2017, 224).

Urheilijan kuntoutuksessa edetään progressiivisesti kohti lajinomaisia harjoitteita. Tämän vuoksi myös lihasvoimaharjoittelussa täytyy ottaa huomioon lajin vaatimat erilaiset lihastyömuodot. Monissa urheilulajeissa suoritukset tehdään mahdollisimman nopeasti, minkä vuoksi kuntoutuksessa on tärkeää siirtyä räjähtävän lihasvoimaharjoittelun pariin heti kun se on turvallista. Ensimmäisiä tällaisia kuntoutuksessa käytettäviä harjoitteita voisi olla esimerkiksi hyppy korokkeelle. Korokkeelle hyppääminen vähentää alastulossa polveen kohdistuvaa voimaa ja on sen vuoksi turvallinen vaihtoehto, kun korokkeen korkeus on suhteutettuna kuntoutujan kykyihin ja pituuteen. (Panariello ym. 2015, 35-40.)

Lepley ym. (2015) totesivat tutkimuksessaan, että eksentriset harjoitteet eturistisideleikkauksen jälkeen kehittävät sekä quadriceps-lihasten aktiivisuutta että voimaa. Tämän lisäksi tutkimuksessa huomattiin yhteys lihasaktivaation ja lihasvoiman muutoksilla, löydetyn yhteyden perusteella lihasaktivaation kehittyessä, myös lihasvoima kehittyy.

3.1.2 Neuromuskulaarinen harjoittelu

Neuromuskulaarisen kontrollin puute saattaa olla yksi altistava tekijä ACL-vammalle. Vamman jälkeen neuromuskulaarinen toiminta lihaksissa on häiriintynyt, ja se alentaa polven proprioseptiikkaa ja asentotuntoa. Se vaikuttaa myös lihasten normaaliin toimintaan ja heikentää polvinivelen stabiiliteettia. ACL-rekonstruktion jälkeen neuromuskulaarisen kontrollin palauttaminen tulisi aloittaa mahdollisimman pian kuntoutuksen alkuvaiheessa. (Hewett ym. 2012; Wilk & Hooks 2017.)

Neuromuskulaarinen harjoittelu etenee kuntoutuksen aikana progressiivisesti kohti kuntoutujan tavoitteita. Urheilijan kohdalla tämä tarkoittaa monesti paluuta omaan lajiin ja kilpaurheiluun. Ensimmäinen vaihe neuromuskulaarisen kontrollin palauttamisessa on tasapainoharjoittelun aloittaminen. Kuntoutuksen edistymiselle

on välttämätöntä, että harjoitteissa on tarpeeksi haastetta. Tasapainoharjoitteita voidaan vaikeuttaa esimerkiksi erilaisten tasapainoalustojen ja –lautojen avulla. Kuntoutuksen edetessä tasapainoharjoitteluun lisätään lajinomaisia piirteitä ottamalla polvenhallintaa vaativiin harjoitteisiin lisähaastetta yllättävällä tekijällä, kuten kuntopallon heitto. Kuntoutuksen lopussa neuromuskulaarista kontrollia harjoitetaan erilaisten hyppy- ja agilityharjoitteiden avulla, joiden avulla lähestytään urheilijan paluuta täyspainoiseen lajiharjoitteluun. (Wilk & Hooks 2017.)

Neuromuskulaarinen kontrolli vaikuttaa siihen, onko urheilijan turvallista palata lajinomaiseen harjoitteluun. Maksimaalisen suorituskyvyn saamiseksi on välttämätöntä vähentää alaraajojen epäsymmetriaa ennen urheiluun palaamista. (Hewett ym. 2012.) Monesti eturistisideleikkauksen jälkeen urheilijan polven toimintakykyä testataan erilaisten hyppytestien avulla. Tehokkaan kuuden viikon neuromuskulaarisen harjoittelun on todettu parantavan hyppytestien tuloksia sekä leikatulla alaraajalla että ei leikatulla alaraajalla. (Meierbachtol ym. 2017.)

3.2 Turvallinen paluu kilpaurheiluun

Urheilijoilla on 20 prosentin todennäköisyys uudelle polvivammalle, jos urheilija palaa vammaa edeltäneelle aktiivisuustasolle. Alle 23-vuotiailla tämä riski nousee 23 prosenttiin. (Wiggins ym. 2016.) Kohonneen uudelleenvammautumisriskin vuoksi lukuisissa tutkimuksissa on pyritty kehittämään sellainen testistö, jonka avulla voitaisiin arvioida urheilijalle mahdollisimman turvallinen paluuajankohta lajinomaiseen harjoitteluun ja kilpailujen pariin (Grindem ym. 2016; Wiggins ym. 2016; Kyritsis ym. 2016). Grindem ym. (2016) tutkimuksessa tavoitteena oli selvittää, milloin ajallisesti olisi turvallisinta palata normaalin lajiharjoittelun ja kilpaurheilun pariin. Tutkimuksessa todettiin jokaisen urheiluun palaamista siirtävän kuukauden vähentävän jopa 51 prosenttia uudelleen vammautumisriskiä aina yhdeksään kuukauteen asti ACL-rekonstruktiosta.

Kyritsisen ym. (2016) tutkimuksessa arvioitiin, että voidaanko erilaisten kriteerien ja testien avulla määrittää, onko urheilija valmis palamaan takaisin lajinomaiseen harjoitteluun. Testihenkilöt osallistuivat kolmiosaiseen kuntoutusohjelmaan, jossa arvioitiin heidän kuntoutumistaan fyysisillä mittauksilla. Urheiluun palanneita

testihenkilöitä seurattiin melkein kahden vuoden ajan ja heistä 16,5 prosenttia sai uuden ACL-vamman 105 päivän sisällä urheilun aloittamisesta. Tutkimuksessa todettiin, että urheilijalla on nelinkertainen uudelleen vammautumiseriski ACL-rekonstruktion jälkeen, jos urheilija palaa normaaliin harjoitteluun läpäisemättä ennalta asetettujen fyysisten testien vaatimuksia. (Kyritsis ym. 2016.)

Eturistisideleikkauksen jälkeen urheilun pariin palanneiden subjektiivinen kokemus polven toimivuudesta on parempi kuin heidän, jotka eivät palanneet aktiiviuurheilun tasolle. Tutkimukseen osallistuneista 157 henkilöstä vain 52 palasi samalle aktiivisuustasolle kuin ennen leikkausta. (Senorski ym. 2016.) Henkilön subjektiivista kokemusta polven toimivuudesta voidaan arvioida erilaisten kyselyiden avulla. International knee documentation committee subjective knee evaluation form (IKDC 2000 -kysely) on yksi yleisistä käytössä olevista kyselyistä (Collins ym. 2011; Logerstedt ym. 2014.) Logerstedt ym. (2014) totesivat tutkimuksessaan huonojen IKDC 2000 tulosten olevan yhteydessä heikompiin tuloksiin fyysisissä testeissä.

Ennen paluuta kilpaurheiluun suositellaan, että urheilijan fyysisistä ominaisuuksista testattaisiin ainakin quadriceps-lihasten maksimivoima, sillä quadriceps-lihasten epätasapainon on havaittu olevan riski uudelle polvivammalle (Grindem ym. 2016). Noyes ym. (1991) suosittelivat tutkimuksessaan, että eturistisideleikkauksen jälkeen testatessa käytettäisiin ainakin kahta erilaista hyppytestiä alaraajojen toimintakyvyn epäsymmetrisyyden kartoittamiseen. He huomasivat tutkimuksessaan, että kahden eri hyppytestin tulokset laskettaessa yhteen, 62 prosentilla testihenkilöistä löytyi epäsymmetriaa alaraajoista. Kun taas vain yhden testin pohjalta, epäsymmetriaa nousi esiin ainoastaan 49-52 prosentilla testihenkilöistä. Noyes ym. (1991) esittelemät neljä erilaista hyppytestiä nousevat esiin monen eri tutkijan käyttäminä testeinä. (Grindem ym. 2016; Wiggins ym. 2016; Kyritsis ym. 2016). Käytämme näitä edellä mainittua neljää hyppytestiä, IKDC 2000 -kyselyä sekä quadriceps-lihasvoimamittausta opinnäytetyömme mittauksissa.

4 LIHASHERMOJÄRJESTELMÄ

Lihashermojärjestelmää tarvitaan urheilusuorituksissa, kun tahdonalaisia lihaksia halutaan liikuttaa. Lihaksen supistuminen lähtee liikkeelle aivoista ja sieltä se kulkee ääreishermoston kautta lihassoluihin, joissa supistuminen lopulta tapahtuu. Ääreishermostossa tahdonalaista lihasta hermottavan hermosolu on motorisessa yksikössä oleva a-motoneuroni. Lihaksen toimintaa ohjaavat muun muassa nivelen proprioceptorit sekä lihaksessa olevat lihassukkula ja golgin jänne-elin, jotka suojelevat lihasta takaisinkäskyperiaatteella. (Leppäluoto 2013, 417-420.)

4.1 Motorinen yksikkö

Motorinen yksikkö sisältää yhden a-motoneuronin ja sen hermottamat 5-2000 lihassolua. Yksiköiden määrä vaihtelee yhden lihaksen välillä 100-3000 yksikköä. Karkeamotorisista ja hienomotorisista liikkeistä vastaavissa lihaksissa yhden hermosolun hermottamien lihassolujen määrä vaihtelee liikkeen tarkkuuden mukaan. Hienomotorisissa lihaksissa yksi motoneuroni hermottaa vähemmän lihassoluja kuin karkeamotorisissa lihaksissa. (Kauranen & Nurkka 2010, 129-130.)

Kauranen ja Nurkka jaottelevat motoriset yksiköt kahteen eri muotoon niiden ominaisuuksien mukaan. Yksiköt luokitellaan nopeisiin ja hitaisiin sillä perusteella, kuinka nopeasti lihakset supistuvat ja rentoutuvat. Tyypin I motoristen yksiköiden kestävyysominaisuudet ovat hyvät, mutta ne supistuvat hitaasti ja tuottavat vähemmän voimaa. Tyypin II A:lla kestävyysominaisuudet ovat vähän huonommat kuin tyyppi I:llä, mutta ne supistuvat nopeammin ja tuottavat enemmän voimaa. Heikoimmat kestävyysominaisuudet ovat tyyppi II B:llä, jolla on nopea supistumiskyky ja suuri voimantuotto. (2010, 131.)

Motorinen yksikkö saa käskyn aivoista, ja tieto liikkuu selkäydintä pitkin lihakselle. A-motoneuroni lähettää lihaksen supistumiskäskyn (aktiopotentiaalin) ja se siirtyy kemiallisesti hermolihas-liitoksen kautta lihassoluihin, jotka supistuvat "kaikki tai ei mitään" -periaatteella. (Kauranen 2014, 87). Motoristen yksiköiden määrä vaikuttaa lihassupistuksen voimakkuuteen. Heikkoa supistumista varten käynnistyy vain

pieniä yksiköitä, kun taas voimakkaaseen supistumiseen tarvitaan suurempia yksiköitä. (Nienstedt ym. 2014, 144.)

4.2 Lihaksen toiminta

Lihassolu koostuu myofibrillisäikeistä, jotka muodostuvat aktiini- ja myosiinifilamenteista. Lihassolut supistuvat a-motoneuronin lähettämän aktiopotentiaalin seurauksena. Lihaksen jännite-eron muuttuessa vapautuu solulimakalvostosta kalsiumioneja. Myosiinifilamenteissa olevat myosiinimolekyylit reagoivat kalsiumpitoisuuden kasvuun kiinnittymällä aktiiniin, muodostaen näin lihassupistumiselle tärkeitä poikkisilloja. (Leppäluoto ym. 2013, 94-99; Nienstedt ym. 2014, 78-80.)

Lihaksen rentoutuminen käynnistyy, kun kalsiumionit palautuvat takaisin solulimakalvostoon. Kun kalsiumpitoisuus on riittävän pieni, eivät myosiinimolekyylit enää kykene tarttumaan aktiiniin, ja poikkisillat aukeavat. Tällöin lihas on rentoutuneessa tilassa. (Leppäluoto ym. 2013, 99.)

Fyysisen rasituksen ja kuormituksen aikana jatkuvat lihassupistukset saavat lihaskudoksen väsymään. Lihaskudoksen väsymisellä tarkoitetaan lihashermojärjestelmän suorituskyvyn laskemista, jolloin lihas ei enää pysty tuottamaan tarvittavaa voimaa. Lishashermojärjestelmän väsymisen myötä suorituskyvyn monet muutkin osa-alueet heikkenevät, sillä väsyneen lihaksen on vaikea ylläpitää riittävää voimatasoa suorituksen aikana. Lihaksen väsyminen vaikuttaa voimantuottonopeuden, kestävyuden ja rentoutumiskyvyn heikkenemiseen. (Kauranen 2014, 202-204.)

Lihaksissa, jänteissä, nivelissä ja ihossa on erilaisia reseptoreita, joiden tehtävänä on lähettää keskushermostolle jatkuvaa informaatiota lihaksen pituudesta ja jännitystasosta sekä nivelen asennoista. Oleellisimpia lihaksen toimintaa ohjaavia reseptoreita ovat lihassukkula, golgin jänne-elin sekä nivelen proprioseptorit (Kauranen 2014, 92.)

Lihassukkulan tehtävä lihaksessa on mitata lihaksen pituutta ja pituuden muutoksia, ja sillä on myös tärkeä rooli venytysrefleksien toiminnassa. Golgin jänne-elin

puolestaan reagoi lihaksen venytykseen, ja sen tehtävänä on laukaista suojarahkeksi, jos siihen kohdistuu liian suuri voima. Nivelkapselista, nivelsiteistä ja niveltä ympäröivästä sidekudoksesta löytyy lisäksi erilaisia nivelen proprioseptoreita, jotka auttavat nivelen asennon, liikkeen, liikkeen kulmanopeuden sekä nivelen sisäisen paineen selvittämistä. Vaikka nivelen proprioseptorit eivät sijaitse lihaksessa, on niiden toiminta kuitenkin samankaltaista lihasreseptoreiden kanssa. (Kauranen 2014, 100-101.)

5 ELEKTROMYOGRAFIA JA MPOWER

Elektromyografiassa (EMG) tarkastellaan ja kirjataan lihasten aktiopotentiaaleja ja lihasten sähköistä toimintaa. Tässä tutkimusmenetelmässä tarkastellaan muun muassa sitä, että aktivoituuuko lihas oikeaan aikaan. Elektromyografialla voidaan tutkia, minkälaista lihaksen aktiivisuus on verrattuna toisen puolen vastaavaan lihakseen, löytyykö aktiivisuudessa katkonaisuutta tai havaitaanko lihaksessa väsymystä. (Kauranen & Nurkka 2010, 307.)

EMG-signaali saadaan erilaisten elektrodien avulla. Elektrodit voidaan jaotella pintaelektrodeihin ja vaatteisiin kiinnitettäviin elektrodeihin, jotka hyödyntävät pinta-EMG-teknologiaa (sEMG), tai lihaksen sisälle asetettaviin neula- ja lankaelektrodeihin. Elektrodit rekisteröivät lihaksista lähteviä aktiopotentiaaleja. Aktiopotentiaali laukeaa yhdessä hermosolussa, kun hermo- ja lihassolukalvojen sisä- ja ulkopinnan välillä vallitseva jännite-ero muuttuu. Hermosolusta aktiopotentiaali siirtyy sen hermottamien lihassolujen kalvoille, edeten ympäröiviin kudoksiin. (Kauranen & Nurkka 2010, 304-307.)

Mpower käyttää sEMG teknologiaa aktiopotentiaalien rekisteröimiseen. Alun perin Mpower kehitettiin mittaamaan ainoastaan lihaksen aktivoitumista ja voimantuottoa, mutta yrityksen perustaja Mika Herrala yhdessä Pasi Tavin kanssa jatkoivat teknologia kehitystä pystyäkseen seuraamaan sekä nopeita että hitaita lihassoluja. (Mpower, [viitattu 16.9.2018].) Vuonna 2015 Jyväskylän Yliopistokeskus Chydenius vertasi Mpowerin sEMG-mittaustulosten tarkkuutta vastaavien laboratiotason laitteiden tuloksiin. Tutkimuksessa mitattiin m. biceps brachii -lihaksen aktivaatiota Noraxon telemyo G2-laitteella samanaikaisesti Mpowerin laitteen kanssa. Mpowerilla saadut mittaustulokset korreloivat hyvin standardoidun EMG-laitteen kanssa. (Borg, Laxåback & Sandström 2015.)

5.1 Mpower

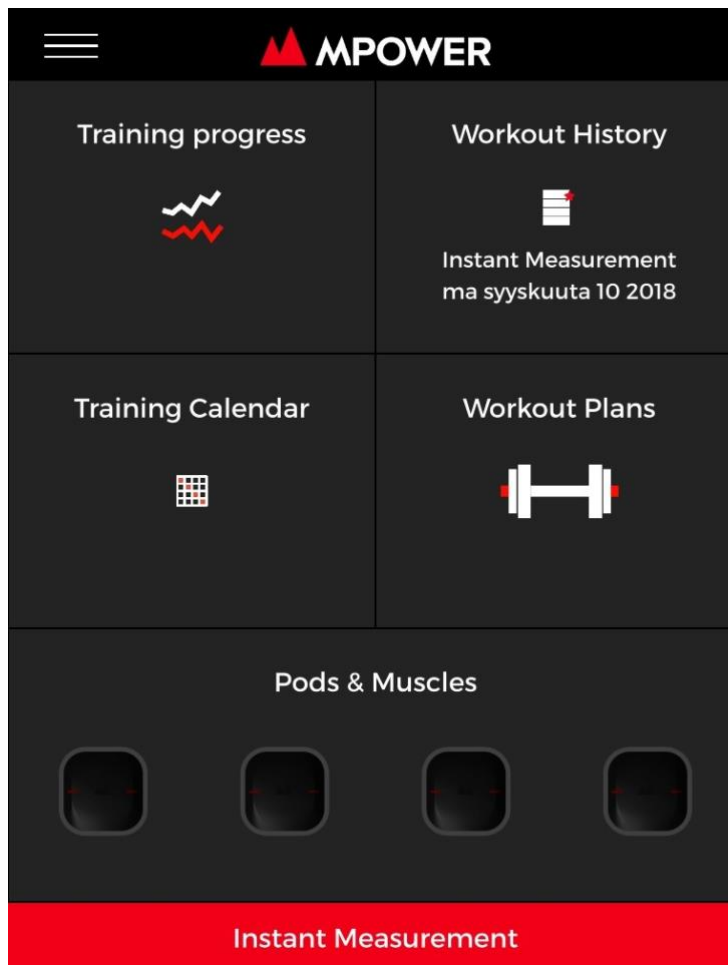
Mpower on langaton sEMG -laite, mikä helpottaa lihasaktivaation mittausta urheilulosuhteissa. Harjoiteltaessa voidaan reaaliaikaisesti tutkia, aktivoituuuko haluttu lihas, tai seurata lihaksen voimantuoton kasvua, sekä kehittää

lihastasapainoa lihasparien välillä antamalla välitöntä palautetta harjoituksen aikana. Lihaksen aktivaation lisäksi Mpower mittaa nopeiden ja hitaiden lihassolujen aktivoitumista, mikä mahdollistaa lihaksen väsymisen seurannan uudella tavalla. Mpowerin avulla voidaan mitata jopa neljän pintalihaksen lihasaktivaatiota samanaikaisesti. Laite mittaa lihasaktivaatiota pintalihaksen päältä sEMG-elektrodilla (Mpower pod), joka lähettää EMG-signaalit Mpower-sovellukseen Bluetooth-yhteyden avulla. Mpower pod (kuva 2.) kiinnitetään iholle joko kaksipuolisella teipillä, tai kiinnityshihnan avulla. (Mpower, [viitattu 6.9.2018].)



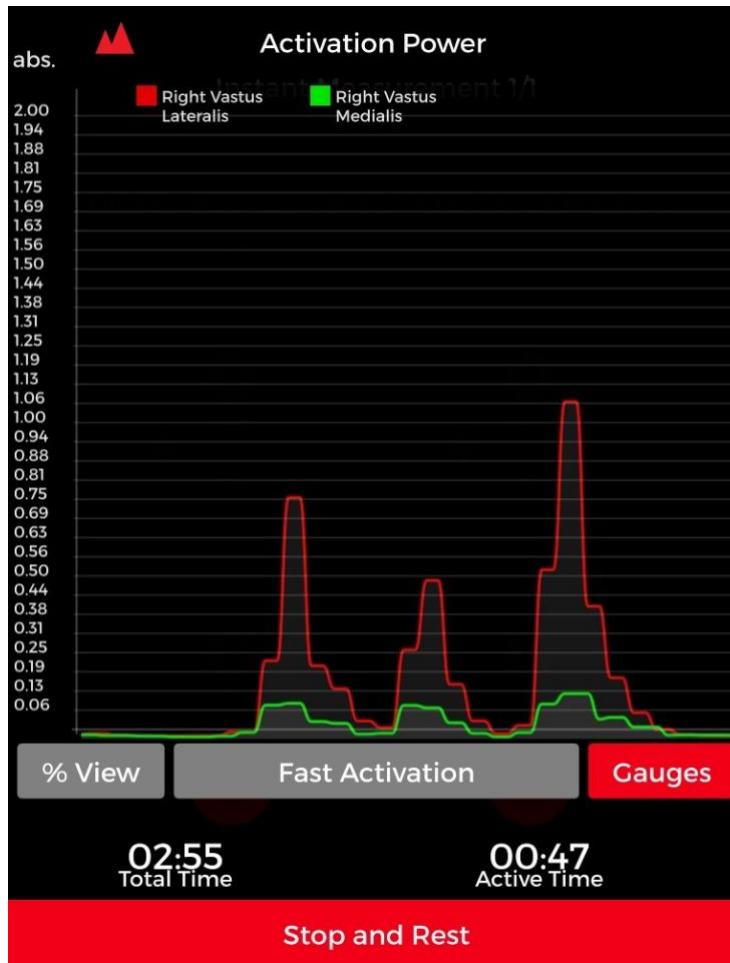
Kuva 2. Mpower podit

Mpower-sovelluksen voi ladata Google Play -kaupasta Android-laitteelle. Sovelluksessa (kuva 3.) luodaan jokaiselle käyttäjälle oma käyttäjätunnus, jonne jokainen harjoituskerta tai testauskerta tallentuu. Tulostäkyssä on mahdollista seurata aktivaatiotehoa, aktivaativolyymia sekä nopeiden lihassolujen aktivaatiotehoa ja aktivaativolyymia. (Mpower-lihasaktivaatiomittari. Käyttöohje, [viitattu 4.9.2018].)



Kuva 3. Mpower-sovelluksen aloitusnäky

Aktivaatioteho näyttää lihaksen senhetkisen aktivaation suuruuden. Aktivaativolyymi taas laskee aktivaatiotehot yhteen ja näyttää, kuinka paljon harjoitus on kyseistä lihasta aktivoinut yhteensä koko harjoituksen aikana. Aktivaatioteho kuvastaa lihaksen voimantuottokykyä ja sen huippuarvoja vertailemalla voidaan seurata maksimivoimantuottokyvyn kasvua. Lihaspäriä yhtäaikaisesti mitattaessa voidaan aktivaatiotehon avulla seurata lihastasapainoa (kuva 4.). (Mpower-lihasaktivaatiomittari. Käyttöohje, [viitattu 6.9.2018].)



Kuva 4. Näyttökuvaa Mpower-sovelluksesta reaaliaikaisena.

Nopea aktivaatioteho puolestaan esittää senhetkisten nopeiden lihassolujen aktivoitumisen ja nopea aktivaatiovolyyymi laskee koko harjoituksen nopeat aktivaatiotehot yhteen näyttäen, kuinka paljon nopeita lihassoluja koko harjoitus on aktivoinut. Nopeiden lihassolujen seuraaminen on tärkeää erityisesti nopeusvoimaharjoittelun aikana, sillä nopean aktivaatiotehon pienentyminen voi tarkoittaa suorituksen hidastumista, lihassolujen väsymistä tai kuormituksen siirtymistä väärille lihaksille. (Mpower-lihasaktivaatiomittari. Käyttöohje, [viitattu 6.9.2018].)

5.2 Podien asettelu

Mpowerin käyttöohjeessa neuvotaan asettamaan pod kiinnitysnauhan tai -tarran avulla mitattavan lihaksen keskikohtaan. Lihaksen arvioitu keskipiste löytyy

tunnustelemalla jännittyntä lihasta (Mpower-lihasaktivaatiomittari. Käyttöohje, [viitattu 4.9.2018]). Perotto ym. (2011) ovat tehneet julkaisun, jossa esitellään jokaisen lihaksen tarkka kiinnityskohta pintaelektrodille.

Elektrodin oikean kiinnityskohtan löytäminen on tärkeää, sillä virheellisesti sijoitettuna elektrodi mittaa väärän lihaksen aktiivisuutta (Perotto ym. 2011). Opinnäytetyössämme tutkimme vastus medialis ja vastus lateralis –lihasten lihasaktivaatiota, ja näiden lihasten pintaelektrodit kiinnitetään. Perotto ym. (2011) mukaan siten, että testihenkilön makaa selällään polvet täysin ojentuneena. Vastus medialiksen pintaelektrodi asetetaan patellan superior-mediaalisesta kulmasta neljän sormenleveyden päähän, kun taas vastus lateralis –lihaksen pintaelektrodin oikea kiinnityskohta on lateraalisesti käden leveyden päässä patellan yläreunasta (kuva 5.) (Perotto ym. 2011).



Kuva 5. Podien asettelu

6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSONGELMAT

Opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä fysioterapeuttien tietoutta Mpowerin käyttömahdollisuuksista ACL-rekonstruktion jälkeisessä kuntoutuksessa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää testien perusteella, ovatko urheilijat valmiita palaamaan turvallisesti takaisin täyspainoiseen lajiharjoitteluun.

Tutkimusongelmat

1. Millaisena testihenkilöt kokevat polven toimintakyvyn?
2. Millaisia puolieroja vastus medialis- ja vastus lateralis –lihasparien lihasaktivaatiossa esiintyy?
3. Miten ACL-rekonstruktiosta kulunut aika näkyy hyppytestien tuloksissa?
4. Millaiset mahdollisuudet testihenkilöillä on palata täyspainoiseen lajiharjoitteluun turvallisesti?

7 OPINNÄYTETYÖN MENETELMÄT JA TOTEUTUS

Opinnäytetyössä testattiin eturistisideleikkauksesta toipuvien aktiiviliikkujien toimintakykyä. Testihenkilöiden inklusiokriteerinä oli, että ACL-rekonstruktio on kulunut aikaa 6-13 kuukautta ja henkilö on 15-35-vuotias. Sen lisäksi henkilö on aktiiviliikkuja, joka kuntouttaa polveaan suunnitelmallisesti pyrkien takaisin oman lajinsa pariin. Testihenkilöiden eksklusiokriteerinä oli takaristisiteen rekonstruktio. Toisen alaraajan ACL-rekonstruktio tai muut operaatiot eivät olleet este osallistumiselle, jos leikkauksesta on kulunut vähintään 12 kuukautta. Myöskään muut liitännäisvammat ACL-vamman ohessa eivät olleet este opinnäytetyön tutkimukseen osallistumiselle.

7.1 Määrällinen tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössämme käytämme määrällistä tutkimusmenetelmä, joka on tapaustutkimus. Vilkan (2007, 14) määritelmä kvantitatiivisesta tutkimuksesta on: ”Määrällinen tutkimusmenetelmä eli kvantitatiivinen menetelmä on tutkimustapa, jossa tietoa tarkastellaan numeerisesti”. Tämä tarkoittaa, että tutkittavia asioita ja niiden ominaisuuksia käsitellään yleisesti kuvaillen numeroiden avulla.

Tapaustutkimuksella pyritään tuottamaan valitusta kohteesta intensiivistä ja yksityiskohtaista tietoa. On tärkeää kerätä monipuoleinen aineisto ja kuvata tutkimuksen kohde mahdollisimman tarkasti. Tapaustutkimuksella selitetään usein uutta tietoa, joka ei ole aiemmin tiedossa, mutta asiaa halutaan valaista lisää. Tässä tutkimusmuodossa on relevanttia, että käsiteltävä aineisto muodostaa jonkinlaisen kokonaisuuden. Tapaustutkimuksessa puhutaan yleisesti tapauksista, jotka ovat yksittäisiä kohteita, mutta muodostavat yhdessä tutkimuksen joukon. Aineistonkeruussa voidaan käyttää monia erilaisia tiedonkeruu- ja analysointitapoja. (Saarela-Kinnunen & Eskola 2010, 189-192; Laine, Bamberg & Jokinen 2007, 10.)

7.2 Testihenkilöiden kuvaus

Opinnäytetyössämme oli mukana viisi testihenkilöä. Testihenkilöt edustavat yhteensä neljän eri lajin aktiivisia harrastajia. Testihenkilöt harrastavat palloilu-, vääntö- ja kontaktilajeja. Pisimmillään eturistisideleikkauksesta oli kulunut 12 kuukautta ja lyhimmillään kuusi kuukautta. Tutkittavat henkilöt olivat 16-26-vuotiaita.

Testihenkilö A on 26-vuotias aktiivisesti joukkueurheilua harrastava mies. Hän loukkasi polvensa marraskuussa 2017, jolloin oikeasta jalan polvesta repeytyi ACL ja osa mediaalista menisciä. Vamma tapahtui nopeassa suunnanmuutoksessa, loukkaantuneen jalan ollessa kiinni alustassa. Vammatilanteessa ei ollut kontaktia muihin pelaajiin. Oikean polven ACL-rekonstruktio tehtiin 30.11.2017. Siirre otettiin testihenkilön quadriceps-lihaksen jänteestä. Henkilön ACL-rekonstruktioista oli kulunut noin kuusi kuukautta opinnäytetyömme mittauspäivänä.

Testihenkilö B on 24-vuotias aktiivisesti joukkueurheilua harrastava mies. Hän loukkasi polvensa syyskuussa 2017, jolloin oikeasta polvesta repeytyi ACL. Vamma tapahtui kontaktissa toisen henkilön kanssa pelitilanteessa, loukkaantunut jalka oli silloin kiinni alustassa. Oikean polven ACL-rekonstruktio tehtiin 26.10.2017 ja siirre otettiin testihenkilön patellajänneestä. Henkilön ACL-rekonstruktioista oli kulunut noin seitsemän kuukautta opinnäytetyömme mittauspäivänä.

Testihenkilö C on 16-vuotias aktiivisesti urheilua harrastava tyttö. Hän loukkasi polvensa syyskuussa 2017, jolloin vasemmasta polvesta repeytyi ACL. Vamma sattui jalkaterän ollessa alustalla tukijalkana, kun testihenkilö potkaisi palloa, tilanteessa ei ollut kontaktia muihin pelaajiin. Vasemman polven ACL-rekonstruktio tehtiin 19.10.2017 ja siirre otettiin testihenkilön semitendinosus-lihaksen jänneestä. Testihenkilölle on tehty myös oikean polven ACL-rekonstruktio vuonna 2016, jolloin korjattiin myös menisciä. Henkilön ACL-rekonstruktioista oli kulunut aikaa noin kahdeksan kuukautta opinnäytetyömme mittauspäivänä ja aiemmasta leikkauksesta melkein kaksi vuotta.

Testihenkilö D on 22-vuotias aktiivisesti urheilua harrastava nainen. Hän loukkasi polvensa syyskuussa 2017, jolloin oikeasta polvesta repeytyi ACL ja osa mediaalista menisciä. Vamma tapahtui kontaktissa toisen henkilön kanssa, jalan

ollessa vääntyneenä ottelutilanteessa. Oikean polven ACL-rekonstruktio tehtiin 12.10.2017, siirre otettiin testihenkilön semitendinosus-lihaksen jänteestä. Henkilön ACL-rekonstruktioista oli kulunut noin kahdeksan kuukautta opinnäytetyömme mittauspäivänä.

Testihenkilö E on 25-vuotias aktiivisesti urheilua harrastava nainen. Hän loukkasi oikean polvensa maaliskuussa 2017, jolloin polvesta repeytyi ACL ja osa mediaalista menisciä. Vamma tapahtui suunnanmuutoksessa, tilanteessa ei ollut kontaktia muihin pelaajiin. Oikean polven ACL-rekonstruktio tehtiin 25.4.2017, siirre otettiin testihenkilön semitendinosus-lihaksen jänteestä. Henkilön ACL-rekonstruktioista oli kulunut noin 12 kuukautta opinnäytetyömme mittauspäivänä.

7.3 Menetelmät

Opinnäytetyön testaustilanteessa käytetyt mittaukset valittiin tutkittuun tietoon tukeutuen. Mittauksissa menetelminä oli käytössä IKDC 2000 subjective knee evaluation form –kysely (liite 1. (2000 IKDC Knee Forms)), neljä erilaista hyppytestiä, sekä quadriceps-lihasaktivaatiomittaus Mpowerin avulla. Testauksessa Mpowerin tuloksia hyödynnetään erityisesti quadriceps-lihasaktivaatiomittauksessa, mutta Mpower tuo myös lisää tietoa hyppytestien tulosten tueksi. Mpowerin mukaanotto tuo opinnäytetyöprosessiin uutta teknologiaa.

Näiden erilaisten testien tarkoituksena on tutkia, onko urheilijan vielä turvallista palata lajinomaisen harjoittelun ja pelaamisen pariin. Urheilijan täytyy saada jokaisesta testistä hyväksytty tulos, jotta paluu olisi mahdollisimman turvallinen.

7.3.1 Mpower

Opinnäytetyössämme Mpower podit asetettiin molempien jalkojen vastus medialis ja vastus lateralis lihasten mittauskohtaan. Jokaisen lihaksen aktiivisuutta mittasi yksi podi, joka sijoitettiin lihaksen keskikohtaan. Mpoweria hyödynnettiin quadriceps-lihasvoimamittauksessa sekä hyppytesteissä. Lihasaktivaatiota seurattiin reaaliaikaisesti mobiililaitteen avulla.

7.3.2 Quadriceps-lihasaktivaatiomittaus

Tutkimme quadriceps-lihaksen maksimaalista aktivaatiota ja lihasväsymystä Mpowerin avulla. Mpowerin tuloksista vertailemme aktivaatiotehon huippuarvoja lihasparien välillä. Testi suoritetaan HUR Leg Extension/Curl Rehab -laitteella isometrisenä lihasjännityksenä. Mittaustulos saadaan Mpowerin laitteen avulla, ja näemme tiedot reaaliaikaisesti sekä jälkitarkasteluna tabletista.

Testihenkilöt asetetaan istumaan niin, että lonkassa ja polvessa on 90 astetta (Krishnan, Allen & Williams 2012). Kaikkia testihenkilöitä ohjeistetaan samalla tavalla: "Potkaise niin kovaa kuin pystyt viiden sekunnin ajan". Mittaus toistetaan kolmeen kertaan ja aina viiden sekunnin mittauksen jälkeen, seuraa kymmenen sekunnin lepo (Zwolksi ym. 2015). Lihasparien välille lasketaan the limb symmetry index (LSI) ottamalla vastus lateralis ja medialis -lihasten huippuarvot jokaisesta kolmesta jännityksestä ja laskemalla näistä molemmille lihaksille oma keskiarvo, tämän jälkeen leikatun alaraajan huippuarvojen keskiarvo jaetaan ei-leikatun alaraajan huippuarvojen keskiarvolla ja tulos kerrotaan sadalla. Tulos on opinnäytetyössämme hyväksytty, kun lihasparien välille laskettu LSI on yli 90 prosenttia.

$$LSI = \frac{\text{Leikatun alaraajan huippuarvojen keskiarvo}}{\text{Ei-leikatun alaraajan huippuarvojen keskiarvo}} \times 100$$

7.3.3 IKDC subjective knee evaluation form - kysely

International knee documentation (IKDC) subjective knee evaluation form - kysely arvioi henkilön koettua toimintakykyä polvivamman jälkeen. Kyselyä on suositeltu käytettäväksi ACL-rekonstruktion jälkeen. Kysely koostuu kolmesta pääluokasta; oireet, fyysinen aktiivisuus ja polven toiminta. Kyselystä saadaan maksimissaan 87 pistettä, joka jaetaan kyselyyn vastanneen tuloksella ja tämä tulos kerrotaan sadalla. IKDC subjective knee evaluation form - kyselyn maksimipistemäärä on tällöin 100, joka tarkoittaa, että henkilö kokee toimintakykynsä normaaliksi, eikä koe polvesta olevan toiminnallista haittaa. IKDC 2000 -kysely on viimeisin versio vuonna

1993 julkaisusta kyselystä. (Collins ym. 2011.) Kyselystä saatu pistemäärä on opinnäytetyössämme riittävä, kun pisteitä on saatu 90 tai enemmän.

7.3.4 Hyppytestit

Reid. ym (2007) tutkivat neljän hyppytestin luotettavuutta ACL-rekonstruktioista toipuvan suorituskyvyn arvioinnissa. Tutkimuksessa käsiteltiin single hop for distance (SHD), triple hop for distance (THD), crossover hop for distance (CHD) ja 6-m timed hop. Tutkimuksessa todetaan, että näiden neljän hyppytestin sarja mahdollistaa luotettavan suorituskykymittarin ACL-rekonstruktioista toipuville. Opinnäytetyössämme hyppytestit suoritetaan, kuten alkuperäisesti Noyes ym. (1991) ovat tutkimuksessaan kuvailleet, tämän lisäksi muun muassa Reid ym. 2007 ja Rambaud ym. (2017) ovat suorittaneet testit saman protokollan mukaan.

SHD, THD ja CHD -testeissä mitataan hyppyjen pituudet (cm), ja tuloksista lasketaan alaraajojen välinen LSI. LSI lasketaan näissä kolmessa testissä jakamalla leikatun jalan kahden hypyn keskiarvo, ei-leikatun alaraajan kahden hypyn keskiarvolla ja kertomalla tämä luku sadalla. 6-m timed hop -testissä taas jaetaan ei-leikatun jalan kahden hypyn keskiarvo leikatun alaraajan kahden hypyn keskiarvolla, ja kertomalla tämä luku sadalla. (Noyes ym. 1991.) Opinnäytetyössämme hyppytestin tulos on hyväksytty, kun sen LSI on 90 prosenttia tai enemmän.

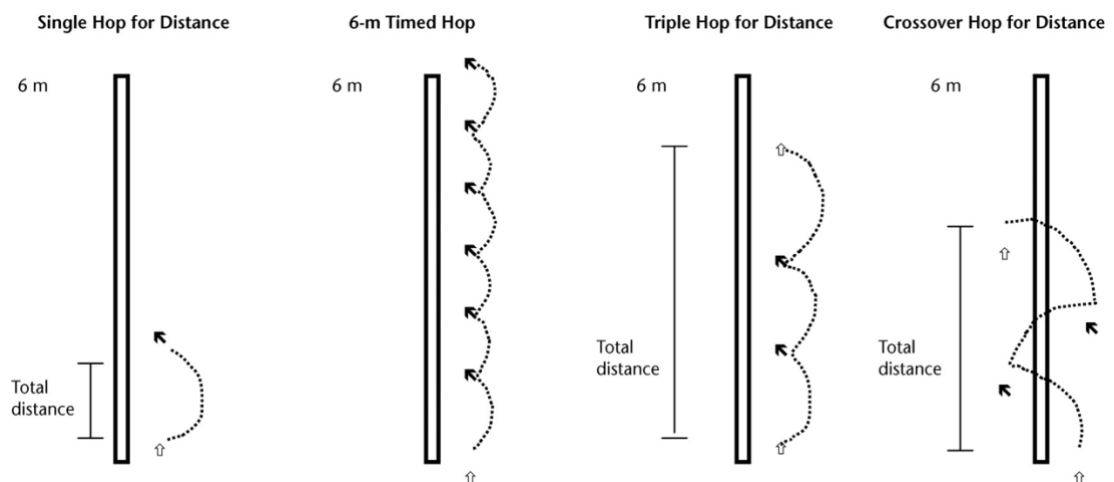
$$LSI = \frac{\text{Leikatun alaraajan hyppyjen keskiarvo (cm)}}{\text{Ei-leikatun alaraajan hyppyjen keskiarvo (cm)}} \times 100$$

SHD -testissä (kuva 6.) testihenkilö hyppää yhdellä jalalla niin pitkälle kuin pystyy laskeutuen hallitusti samalle jalalle. Hypyn jälkeen tasapainon täytyy säilyä vähintään kolme sekuntia, eikä ylimääräisiä hyppyjä hyväksytä laskeutumisen jälkeen. **THD**-testissä (kuva 6.) testihenkilö hyppää yhden jalan seisonnasta kolmen jatkuvan hypyn avulla mahdollisimman pitkälle laskeutuen samalle alaraajalle hallitusti, säilyttäen tasapainon samalla tavalla kuin SHD:ssä. (Rambaud ym. 2017.)

CHD -testiä (kuva 6.) varten lattiassa on kuusi metriä pitkä ja 15 cm leveä teippi. Testihenkilö hyppää yhdellä jalalla kolme perättäistä hyppyä mahdollisimman

pitkälle, ja samalla ylittää jokaisella hypyllä lattiassa olevan teipin. Ensimmäisellä hypyllä ylitetään teippi mediaalisesti, toisella lateraalisesti, ja viimeisellä jälleen mediaalisesti. (Noyes ym. 1991.)

6m timed hop -testissä (kuva 6.) testihenkilöä ohjeistetaan hyppimään kuuden metrin matkan yhdellä jalalla mahdollisimman nopeasti. Suorituksesta otetaan aikaa normaalilla sekuntikellolla. Sekuntikello on käynnissä siitä lähtien, kun testihenkilön jalka irtoaa alustasta ja päättyy, kun testihenkilön jalka ylittää kuuden metrin viivan. (Reid ym. 2007.)



Kuva 6. Hyppytestien suoritustapa. (Reid ym. 2007)

Päätimme tutkia hyppytesteissä LSI:n lisäksi Mpowerin avulla nopeiden lihassolujen suhdetta kokonaisaktivaatioon Fibrix Oy:n perustajan ja mittausmenetelmän kehittämisessä mukana olleen Mika Herralan ehdottamana. Suhde laskettiin jokaisesta hyppytestistä yksittäiselle lihakselle jakamalla nopeiden lihassolujen aktivoitumisen keskiarvo aktivaatiotehon keskiarvolla. Aihe on sen verran uusi, ettei nopeiden lihassolujen suhteelle löydy tutkimustiedon pohjalta viitearvoja. Herralan mukaan normaali suhde on noin 20-35 prosenttia. (Herrala 2018.)

7.4 Toteutus

Opinnäytetyössämme testaustilanteet suoritettiin Fysio2000 -yrityksen Seinäjoen keskustan toimipisteen tiloissa. Testauskerrat tapahtuivat touko- ja kesäkuun

aikana. Testihenkilöt olivat yksitellen testitilanteessa, ja ensimmäiseksi henkilö täytti IKDC subjective knee evaluation form -kyselyn. Autoimme tarvittaessa testihenkilöitä kyselyn suomentamisessa, sillä kysely oli englanninkielinen. Tämän jälkeen asetimme Mpower podit iholle molempien jalkojen vastus medialis- ja vastus lateralis- lihaksen kohtiin. Podit asetettiin lihaksen mittaushaikaan aikaisemmin kuvatulla tavalla.

Testitilanteen alussa testihenkilö suoritti kymmenen minuutin alkulämmittelyn kuntopyörällä, jonka jälkeen hän toteutti omatoimiset venyttelyt alaraajoille. Ensimmäisenä testeistä testihenkilö suoritti isometrisen quadriceps-lihasvoimamittauksen HUR-laitteessa. Testihenkilölle mitattiin goniometrin avulla polvi- ja lonkkanivelen kulmaksi 90 astetta, ja laite lukittiin tähän asentoon. Ennen varsinaista testisuoritusta testihenkilö teki molemmilla jaloilla harjoituksen viiden sekunnin maksimaalisesta lihasjännityksestä. Suoritus aloitettiin aina ei-leikatulla jalalla. Samalla jalalla tehtiin kolme viiden sekunnin mittaista maksimaalista lihasjännitystä, ja suoritusten välissä oli aina kymmenen sekunnin tauko. Testihenkilöille annettiin suoritusohjeeksi: "Potkaise tyynyä niin nopeasti ja lujaa, kuin pystyt pitäen jännityksen viiden sekunnin ajan". Mittauksen aikana vain suorittava jalka oli tyynyn takana, ja toinen oli laitteen ulkopuolella. Testihenkilö piti käsiä sylissä suorituksen aikana.

Quadriceps-lihasvoimamittauksen jälkeen testihenkilö sai pitää tarvitsemansa tauon ennen hyppytestejä. Hyppytestejä suoritettiin neljä erilaista tässä järjestyksessä: SHD, THD, CHD ja 6m timed hop. Testihenkilö suoritti jokaisen hyppytestin kahteen kertaan molemmilla jaloilla. Ennen jokaista testisuoritusta, testattava teki yhden harjoitushypyn molemmilla jaloilla. Suoritus aloitettiin aina ei-leikatulla jalalla, ja jokaisen suorituksen välissä testihenkilö sai pitää tarvitsemansa tauon.

Annoimme testihenkilöille palautteen testisuoritusten jälkeen, jossa laskimme kyselyn ja LSI-tuloksen. Tarvittaessa annoimme suosituksia erilaisiin harjoitteisiin testitulosten perusteella. Testien aikana kysimme testihenkilöiden tuntemuksia, joita emme kuitenkaan analysoi opinnäytetyössämme.

8 TULOKSET

Tulokset esitellään jokaisen testihenkilön kohdalla yksilöllisesti taulukkojen avulla. Ensimmäisissä taulukoissa (2,4,7,10,12) näkyy yhteenvedona testihenkilön IKDC 2000 kyselyn kokonaispistemäärä, quadriceps-aktivaatiotestistä vastus lateralis ja medialis –lihaksille laskettu oma LSI, sekä jokaisen hyppytestin kohdalle laskettu LSI.

Testihenkilöiden toisissa taulukoissa (3,5,8,11) on esitelty SHD, THD ja CHD -hyppytestien tulos senttimetreinä ja 6m timed hop -testi sekunteina. Jos suorituskerran kohdalla on ”ei suoritusta”, on tällöin hyppy epäonnistunut. Epäonnistunut hyppy saattoi johtua siitä, ettei testihenkilö saanut pidettyä tasapainoa kolmen sekunnin ajan tai hän ei ylittänyt viivaa sivuttaishypyissä.

Muutamalla testihenkilöistä on tuloksissa analysoitu myös kolmannet taulukot (6, 9, 14). Näissä taulukoissa esitellään jokaiselle mitatulle lihakselle nopeiden lihassolujen aktivoituminen suhteessa aktivaatiotehoon. Suhde laskettiin ainoastaan onnistuneista suorituksista. Taulukoissa on esitelty aktivoitumissuhde prosenttilukuina sarakkeissa oVL% (oikean alaraajan vastus lateralis), oVM% (oikean alaraajan vastus medialis), vVL% (vasemman alaraajan vastus lateralis) ja vVM% (vasemman alaraajan vastus medialis).

Testihenkilö A

Henkilölle A on tehty oikean polven ACL-rekonstruktio, ja testipäivänä leikkauksesta oli kulunut noin kuusi kuukautta. Henkilön A testaustilanteessa oli teknisiä ongelmia, eivätkä Mpowerin podit pysyneet paikallaan hikoilun vuoksi. Tulokset saattoivat vääristyä podien jatkuvan liikkeen vuoksi, joten hänen kohdalla emme esittele Mpowerin lihasaktivaatiotuloksia.

Henkilön A kohdalla IKDC 2000 -kyselyn pisteet jäivät alle vaaditun 90. Hyppytesteistä henkilön LSI-tulos oli yli vaaditun >90%, mutta 6m timed hop -testin tulos 88,4% jää aavistuksen vajaan. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Henkilön A kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.

TESTI	TULOS
IKDC 2000	71p.
Quadriceps aktivaatio VL	-
Quadriceps aktivaatio VM	-
SHD	97,7%
THD	93,0%
CHD	103,9%
6m timed hop	88,4%

Henkilön A kolmen ensimmäisen hyppytestien LSI oli riittävä, mutta henkilö sai suoritettua hyväksytyjä hyppyjä SHD:ssä oikealla jalalla vain yhden, THD:ssä molemmilla jaloilla vain yhden, sekä CHD -testissä vasemmalla jalalla vain yhden. Näitä tuloksia ei hyväksytty huonon laskeutumistasapainon vuoksi. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Henkilön A hyppytestien suoritukset.

TESTI	1.suoritus	2.suoritus
SHD oikea	Ei tulosta	150cm
SHD vasen	150cm	157cm
THD oikea	Ei tulosta	495cm
THD vasen	Ei tulosta	532cm
CHD oikea	378cm	422cm
CHD vasen	385cm	Ei tulosta
6m timed hop oikea	1.89s	2.09s
6m timed hop vasen	1.72s	1.80s

Henkilön A ei ole näiden tulosten perusteella turvallista palata vielä täyspainoiseen lajiharjoitteluun.

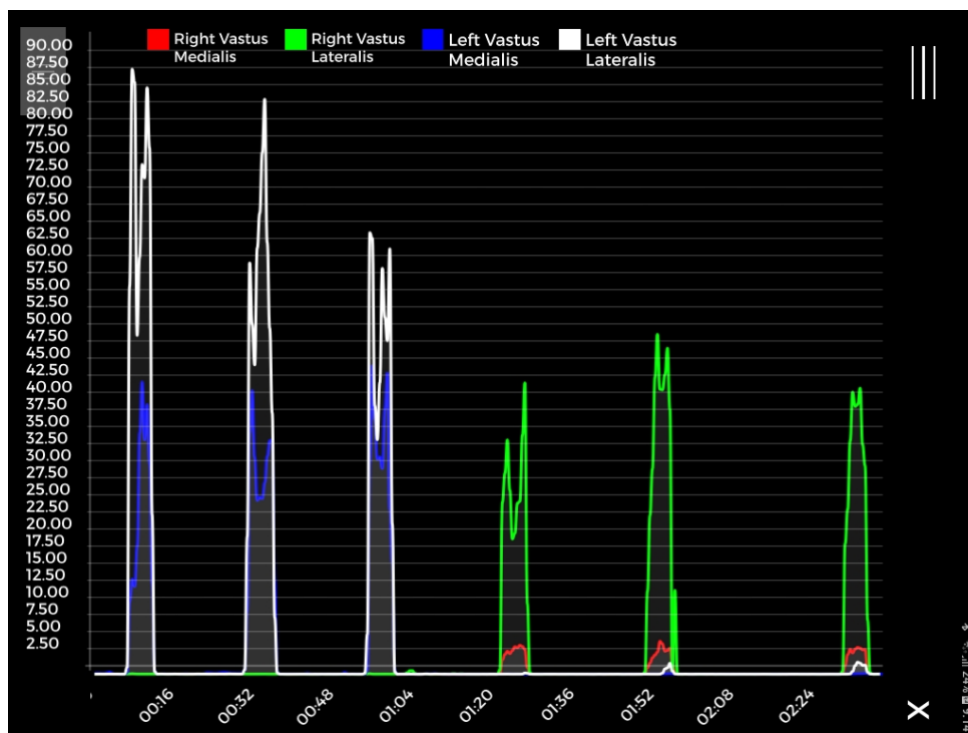
Testihenkilö B

Henkilölle B on tehty oikean polven ACL-rekonstruktio, ja testipäivänä leikkauksesta on kulunut noin seitsemän kuukautta. Henkilön B kohdalla IKDC 2000 -kyselyn tulos jäi kolme pistettä alle vaaditun 90. Quadriceps-aktivaatiomittauksessa leikatun

alaraajan vastus medialis -lihaksen aktivoituminen on huomattavasti heikompaa kuin ei leikatun alaraajan. Myös vasemman alaraajan vastus lateralis -lihas aktivoitui keskimääräisesti jopa puolet enemmän kuin oikean jalan vastaava lihas. Tässä mittauksessa kummankin lihaksen LSI-tulos jäi alle vaaditun >90%. (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Henkilön B kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.

TESTI	TULOS
IKDC 2000	87p.
Quadriceps-aktivaatio VL	54,9%
Quadriceps-aktivaatio VM	5,9%
SHD	98,8%
THD	96,3%
CHD	97,3%
6m timed hop	106,3%



Kuvio 1. Esimerkkinä testihenkilön B lihasaktivaatioteho quadriceps-lihasvoimamittauksessa.

Testihenkilö B suoriutui hyppytesteistä vaaditulla LSI-tuloksella, mutta monissa hyppytesteissä saatiin vain toisesta suorituskerrasta tulos. Vasemmalla jalalla SHD-testissä saatiin yksi onnistunut suoritus ja THD-testissä molemmilla jaloilla oli ainoastaan yksi onnistunut hyppysuoritus. Suorituksia ei hyväksytty huonon laskeutumistasapainon vuoksi.

Taulukko 5. Henkilön B hyppytestien suoritukset.

TESTI	1.suoritus	2.suoritus
SHD oikea	212cm	211cm
SHD vasen	Ei tulosta	214cm
THD oikea	Ei tulosta	647cm
THD vasen	Ei tulosta	672cm
CHD oikea	630cm	628cm
CHD vasen	628cm	665cm
6m timed hop oikea	1,55s	1,46s
6m timed hop vasen	1,50s	1,70s

Nopeiden lihassolujen suhde aktivaatiotehoon on henkilöllä B paras kokonaisuudessaan CHD -testissä, jossa myös vastus medialis -lihaksen suhde nousee yli 20%, oikealla jalalla jopa yli 40%. Lihasten välillä selkeästi haastavampaa oli saada vastus medialis -lihaksen nopeita lihassoluja aktivoitumaan. (Taulukko 6.)

Taulukko 6. Henkilön B nopeiden lihassolujen ja lihasaktivaatiotehon suhde hyppytesteissä.

TESTI	oVL%	oVM%	vVL%	vVM%
SHD	25,0%	7,50%	36,70%	4,40%
THD	34,62%	25,00%	11,10%	10,00%
CHD	21,40%	41,70%	40,60%	20,60%
6m timed hop	13,30%	4,30%	14,30%	0%

Henkilön B ei ole näiden tulosten perusteella turvallista palata vielä täyspainoiseen lajiharjoitteluun.

Testihenkilö C

Henkilölle C on tehty vasemman polven ACL-rekonstruktio, ja testipäivänä leikkauksesta oli kulunut noin kahdeksan kuukautta. Henkilö C sai IKDC 2000 -kyselyn tuloksista 79 pistettä, mikä on alle vaaditun >90 pistettä. Quadriceps-aktivaatiossa vastus lateralis -lihaksen kohdalla on leikatun alaraajan aktiivisuus ollut lähes kaksinkertaista ei leikattuun jalkaan nähden. Kuitenkin vastus medialis – lihaksen aktiivisuus leikatussa alaraajassa jäi vain 71,2 prosenttiin ei leikattuun alaraajaan nähden. Hyppytestien LSI-tulos jäi kolmessa ensimmäisessä hyppytestissä alle vaaditun. 6m timed hop –testissä alaraajojen välinen puoliero oli lähes olematon (LSI 99,5%). (Taulukko 7.)

Taulukko 7. Henkilön C kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.

TESTI	TULOS
IKDC 2000	79p.
Quadriceps-aktivaatio VL	191,0%
Quadriceps-aktivaatio VM	71,3%
SHD	88,9%
THD	77,6%
CHD	85,1%
6m timed hop	99,5%

THD-testissä jäätin kauas viitearvosta, eikä leikatulla alaraajalla saatu kuin yksi hyväksytty hyppysuoritus. Myös CHD -testissä leikatulla alaraajalla saatiin ainoastaan yksi hyväksytty tulos. (Taulukko 8.)

Taulukko 8. Henkilön C hyppytestien suoritukset.

TESTI	1.suoritus	2.suoritus
SHD oikea	129cm	141cm
SHD vasen	112cm	128cm
THD oikea	438cm	474cm
THD vasen	Ei tulosta	354cm
CHD oikea	373cm	419cm
CHD vasen	Ei tulosta	337cm
6m timed hop oikea	1,99s	2,13s
6m timed hop vasen	2,18s	1,92s

Henkilön C kaikkia testituloksia ei saatu Mpowerin pilvipalvelun kautta tulkittavaksi. Tästä syystä THD ja 6m timed hop-testien tulokset puuttuvat taulukosta. Nopeat lihassolut aktivoituivat lihaksen aktivaatiotehooon nähden heikosti. (Taulukko 9.)

Taulukko 9. Henkilön C nopeiden lihassolujen ja lihasaktivaatiotehon suhde hyppytesteissä.

TESTI	oVL%	oVM%	vVL%	vVM%
SHD	18,8%	8,5%	16,3%	14,1%
THD				
CHD	6,9%	16,0%	7,5%	4,0%
6m timed hop				

Henkilön C ei ole näiden tulosten perusteella turvallista palata vielä täyspainoiseen lajiharjoitteluun.

Testihenkilö D

Henkilölle D on tehty oikean polven ACL-rekonstruktio, ja testipäivänä leikkauksesta oli kulunut noin kahdeksan kuukautta. Henkilön D mittauksista puuttuu nopeiden lihasten aktivaatiosuhde, sillä näitä tuloksia emme saaneet Mpowerin pilvipalvelun kautta tulkittavaksi. IKDC 2000 -kyselyn tulos oli 90 pistettä, joka oli vaadittu pistemäärä. Henkilön D LSI-tulos oli yli 90 % kaikissa hyppytesteissä, joten hän sai

vaaditun tuloksen kaikista hyppytesteistä sekä kyselystä. Quadriceps - lihasaktivaation tulos, joka on 25% jää selvästi alle vaaditun tason. (Taulukko 10.)

Taulukko 10. Henkilön D kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.

TESTI	TULOS
IKDC 2000	90p.
Quadriceps aktivaatio VL	312,3%
Quadriceps aktivaatio VM	25,0%
SHD	109,5%
THD	111,4%
CHD	129,9%
6m timed hop	97,0%

Henkilö D sai hyppytesteistä tulokseksi oikealla jalalla aina paremman tuloksen kuin vasemmalla jalalla. Hyppyjen pituuksissa on selvä ero verraten oikean ja vasemman jalan hyppysuorituksia. Ainoastaan 6 timed hop -testissä, vasemmalla jalalla oli yksi parempi suoritus kuin oikealla jalalla tehtynä.

Taulukko 11. Henkilön D hyppytestien suoritukset.

TESTI	1.suoritus	2.suoritus
SHD oikea	126cm	Ei tulosta
SHD vasen	114cm	116cm
THD oikea	435cm	467cm
THD vasen	Ei tulosta	404cm
CHD oikea	300cm	377cm
CHD vasen	Ei tulosta	261cm
6m timed hop oikea	2,03s	1,96s
6m timed hop vasen	1,82s	2,07s

Henkilön D ei ole näiden tulosten perusteella turvallista palata vielä täyspainoiseen lajiharjoitteluun.

Testihenkilö E

Henkilölle E on tehty oikean polven ACL-rekonstruktio, ja testipäivänä leikkauksesta oli kulunut noin 12 kuukautta. IKDC 200 -kyselyn tulos oli 94 pistettä, joka on yli vaaditun tuloksen. Henkilön E kaikki tulokset hyppytesteistä ja quadriceps-lihasaktivaatiosta ovat vaaditulla tasolla ylittäen yli 90 prosenttia. (Taulukko 12.)

Taulukko 12. Henkilön E kyselyn tulos ja testien tuloksissa ilmaistu LSI.

TESTI	TULOS
IKDC 2000	94p.
Quadriceps aktivaatio VL	150,6%
Quadriceps aktivaatio VM	149,1%
SHD	102,0%
THD	99,6%
CHD	84,0%
6m timed hop	98,1%

Hyppytestien tuloksissa näkyy molempien jalkojen tasapuolisuus. Henkilö E on saanut saman pituisia hyppyjä molemmilla jaloilla, suurin ero on CHD-testissä, jolloin henkilö on saanut hyväksyttävän tuloksen oikealla jalalla vasta toisella suorituskerralla. (Taulukko 13.)

Taulukko 13. Henkilön E hyppytestien suoritukset.

TESTI	1.suoritus	2.suoritus
SHD oikea	153cm	155cm
SHD vasen	149cm	152cm
THD oikea	510cm	491cm
THD vasen	485cm	520cm
CHD oikea	Ei tulosta	435cm
CHD vasen	485cm	520cm
6m timed hop oikea	1,80s	2,26s
6m timed hop vasen	2,25s	1,88s

Henkilöllä E oli selkeitä ongelmia saada vastus lateralis –lihaksen nopeat solut aktivoitumaan. Tämän vuoksi monen testin kohdalla tulos on 0,0%. Oikean jalan vastus medialis –lihaksen nopeat lihassolut aktivoituivat keskimääräisesti paremmin kuin vasemman jalan vastus medialis -lihaksessa.

Taulukko 14. Henkilön E nopeiden lihassolujen ja lihasaktivaatiotehon suhde hyppytesteissä.

TESTI	oVL%	oVM%	vVL%	vVM%
SHD	8,6%	10,4%	0,0%	6,3%
THD	5,7%	5,4%	0,0%	5,5%
CHD	0,0%	15,0%	0,0%	3,1%
6m timed hop	0,0%	10,0%	10,0%	4,0%

Henkilön E ei ole näiden tulosten perusteella turvallista palata vielä täyspainoiseen lajiharjoitteluun.

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Testihenkilöiden koettuun polven toimintakykyyn vaikutti ACL-rekonstruktiosta kulunut aika. IKDC 2000 -kyselyn tuloksen pistemäärät olivat sitä korkeammat, mitä pidemmän aikaa leikkauksesta oli kulunut. (Taulukko 15.) Kun ACL-rekonstruktiosta oli kulunut pidempi aika, se näkyi useampana onnistuneena suorituksena hyppytesteissä. (Taulukko 16.)

Quadriceps-lihasaktivaatiomittauksessa huomattiin, että jokaisella testihenkilöllä oli vastus medialis –lihasparin välillä suurempi puoliero kuin vastus lateralis –lihasparissa. Kolmella testihenkilöllä vastus lateralis –lihas aktivoitui leikatussa alaraajassa paremmin ei-leikattuun verrattuna, kun taas ainoastaan yhdellä henkilöllä vastus medialis -lihas aktivoitui leikatussa alaraajassa paremmin. (Taulukko 15.) Näiden tulosten perusteella voidaan todeta vastus medialis –lihaksen aktivaation jäävän heikommaksi kuin vastus lateralis –lihaksen ACL-rekonstruktion jälkeen.

Opinnäytetyöstämme saatujen tulosten perusteella yhdenkään testihenkilön ei ollut vielä turvallista palata täyspainoiseen lajiharjoitteluun. Testihenkilöistä kukaan ei läpäissyt kaikkia testejä, koska jokaisella jäi osa tuloksista alle viitearvojen. (Taulukko 15, 16.)

Taulukko 15. Yhteenveto testihenkilöiden tuloksista.

Testihenkilö	Leikkauksesta kulunut aika	IKDC2000	Quadriceps aktivaatio VL	Quadriceps aktivaatio VM
A	6kk	71p.		
B	7kk	87p.	54.90%	5.90%
C	8kk	79p.	191.00%	71.30%
D	8kk	90p.	312.30%	25.00%
E	12kk	94p.	150.60%	149.10%

Taulukko 16. Yhteenveto hyppytestien tuloksista.

Testihenkilö	SHD	THD	CHD	6m timed hop
A	97,7%	93,0%	103,9%	88,4%
B	98,8%	96,3%	97,3%	106,3%
C	88,9%	77,6%	85,1%	99,5%
D	109,5%	111,4%	129,9%	97,0%
E	102,0%	99,6%	84,0%	98,1%

10 POHDINTA

Mpower on hyvä lisätyökalu fysioterapeutin työhön, sillä se mahdollistaa lihasten aktiivisuuden seurannan helposti terapeutin harjoittelun aikana. Laitteen avulla fysioterapeutti ja asiakas pystyvät seuraamaan asiakkaan kehitystä ja näkemään reaaliaikaisesti, aktivoituvatko oikeat lihakset. Opinnäytetyössämme analysoimme tuloksia perusteellisemmin jälkitarkastelussa kuin reaaliaikaisesti. Mpowerin laitteen käyttöönotto oli suhteellisen helppoa, mutta mahdollisimman sujuvan ja luotettavan testauksen kannalta laitteen käyttöä kannattaa harjoitella. Me huomasimme esimerkiksi testejä harjoiteltaessa, että hyppytestien vauhdikkuuden vuoksi Mpower podit täytyi kiinnittää kaksipuolisen teipin lisäksi myös kiinnitysnauhoilla oikeaan kohtaan kiinni.

Opinnäytetyön tulosten perusteella pohdimme, annetaanko urheilijalle lupa palata täyspainoiseen lajiharjoitteluun liian aikaisin. Testihenkilöistä ainoastaan henkilö E oli testaushetkellä palannut täyspainoiseen harjoitteluun. Testihenkilöllä C olivat fysioterapiakäynnit loppuneet, ja hän mietti, uskaltaisiko hän jo palata joukkueensa mukaan lajiharjoitteluun. Tulosten perusteella täytyisi ACL-rekonstruktion jälkeistä kuntoutusta kehittää urheilijoiden kohdalla vastaamaan lajinomaisia tarpeita. Bizzini, Hancock & Impellizzerri (2012) toteavat tutkimuksessaan, että vaikka erilaisia testejä ja kriteerejä tarvitaan mittaamaan fyysistä toimintakykyä ennen turvallista paluuta kilpaurheiluun, ei mitään tiettyjä testejä kuitenkaan ole validoitu tähän. Päätös urheiluun palaamisesta tulee aina tehdä yhdessä kuntoutujan ja kuntouttavan henkilöstön kanssa. Tämän vuoksi opinnäytetyössämme ainoastaan arvioimme testihenkilöiden toimintakykyä. Vaikka joku testihenkilöstä olisi saanut kaikista testeistä hyväksytyt tulokset, olisimme suositelleet testihenkilöä käyttämään tuloksia ainoastaan suuntaa-antavina ja keskustelemaan valmiudesta palata täyspainoiseen lajiharjoitteluun oman kuntouttavan henkilöstön kanssa.

Vaikka tutkimuksissa painotettiin quadriceps-lihasvoiman testaamista (Grindem ym. 2016; Zwolksi ym. 2016), päätimme opinnäytetyössämme tutkia quadriceps-lihaksen aktiivisuutta Mpowerin avulla, sillä Mpower kertoo käyttöohjeissaan laitteen näyttävän aktivaatiotehon olevan verrannollinen lihaksen voimantuoton kanssa. Kuitenkin Hug, Hodges ja Tucker (2015) toteavat artikkelissaan, ettei

elektromyografian avulla voidaan suoraan päätellä lihasvoiman määrää. Mpower-lihasaktivaatiomittari on vielä sen verran uutta teknologiaa, ettei sen luotettavuudesta löydy montaa tutkimusta. Puolierojen tutkiminen voisi olla luotettavampaa, jos Mpowerin tueksi otettaisiin esimerkiksi lihasvoimaa mittaava voimadynamomittari.

Huomasimme tutkimustilanteessa testihenkilöillä puolieroja hyppyjen laadussa ja etenkin hyppyjen alastuloissa. Tämän vuoksi olisi ollut mielenkiintoista videokuvata hyppytestien suoritukset jokaiselta testattavalta. Hyppytestien aikana Mpowerin tulosten reaaliaikainen seuranta oli lähes mahdotonta, joten videokuvasta olisimme saaneet enemmän tietoa polven hallinnasta, ja olisimme voineet yhdistää Mpowerin lihasaktivaatiotuloksia hypyn laadun tarkastelussa. Hyppyjen huono laatu näkyi testihenkilöiden tuloksissa useana epäonnistuneena suorituksena. Jokainen testihenkilö sai kuitenkin aina hyväksytyt tulokset viimeistään toisen hypyn aikana, jolloin heidän oli pakko onnistua saadakseen jonkinlaisen tuloksen. Toisen hypyn aikana testihenkilöt keskittyivät enemmän, ja näin alaraajan hallinta oli alastuloissa parempaa.

Opinnäytetyön tuloksissa huomattiin sama kuin Logersted ym. (2014) tutkimuksessa, missä todettiin huonojen IKDC 2000 –kyselyn tuloksien näkyvän huonoina tuloksina fyysisissä testeissä. Opinnäytetyössämme huonot pisteet kyselystä näkyivät hyppytestien laadussa. Mitä huonommat pisteet testihenkilö sai kyselystä, sitä vähemmän onnistuneita suorituksia henkilö sai hyppytesteissä. Autoimme testitilanteessa henkilöitä IKDC 2000 -kyselyn suomennoksissa. Pohdimme sitä, että vaikuttiko meidän läsnäolomme vastaajan tuloksiin, sillä osa testihenkilöistä oli epävarmoja vastauksistaan.

Hyppytestien LSI:n laskemisen lisäksi päätimme tutkia nopeiden lihassolujen suhdetta hyppytesteissä Herralan ehdottamana. Harmillisesti emme saaneet kaikilta testihenkilöiltä hyppytesteistä tuloksia pilvipalvelun kautta analysoitavaksi. Nopeiden lihassolujen seuraaminen Mpowerin avulla voisi olla hyödyllistä esimerkiksi nopeusvoimaharjoittelun aikana optimaalisten toistokertojen löytämiseksi. Kuitenkaan opinnäytetyössämme tutkimamme nopeiden lihassolujen aktivoitumissuhde hyppytesteissä ei antanut meille sellaista lisätietoa, jota olisimme voineet käyttää arvioitaessa urheilijan paluuta turvalliseen lajiharjoitteluun. Tähän

vaikuttaa myös se, ettei Mpowerista ole tehty vasta kuin muutama tutkimus. Nopeiden lihassolujen suhdetta oli kuitenkin mielenkiintoista tutkia aktivaatiokäyristä, ja toivottavasti tulevaisuudessa aiheesta tehdään lisää tutkimuksia Mpowerilla.

Opinnäytetyössämme vertasimme aina leikatun alaraajan tuloksia ei-leikatun alaraajan tuloksiin. Muutama urheilija suoriutui kuitenkin testeissä toisinaan paremmin leikatulla jalalla. Sen vuoksi näillä testihenkilöillä LSI saattoi olla reilusti yli sata prosenttia. Näissä tilanteissa, jos LSI oltaisiin laskettu toisinpäin, olisi osassa tuloksista jääty viitearvosta ($LSI \geq 90$ prosenttia). Kuitenkin esimerkiksi Grindem ym. (2016) toteavat quadriceps-lihasten puolierojen olevan yksi uudelleenvammautumisen riskitekijä. Tämän vuoksi voisi olla perusteltua, että LSI:tä laskettaessa verrattaisi huonompaa tulosta parempaan, jolloin tuloksissa näkyvät puolierot olisivat todenmukaisemmat. Testihenkilön D leikattu alaraaja on ollut jo ennen leikkausta hänen selkeästi dominoiva jalkansa, mikä näkyi lähes kaikissa LSI-tuloksissa. Hänen urheilulajissaan on tyypillistä, että tukeudutaan mahdollisimman usein saman jalan varaan. Jos henkilön D LSI:ssä olisi verrattu huonompaa suoritusta parempaan, olisi tulokset jääneet monen testin kohdalla kauas viitearvoista.

Testihenkilöitä olisi ollut mielenkiintoista testata useamman kerran kuntoutuksen eri vaiheissa. Tällöin quadriceps-lihasaktivaatiomittauksessakin olisi voinut verrata aktivaation kehittymistä, ja testi useampaan kertaan tehtynä lisäisi tuloksen luotettavuutta. Nyt mahdollinen yksittäinen virhe aktivaatiossa tai mittauksessa saattoi vaikuttaa keskiarvoon ja näin mitattuun LSI-arvoon. Kuntoutuksen eri vaiheissa tehdyt testaukset myös auttaisivat kuntoutuksen suunnittelua. Tällöin mahdollisiin puolieroihin pystyttäisiin puuttumaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Alkuperäisessä opinnäytetyösuunnitelmassamme tarkoituksena oli mitata myös rectus femoris -lihaksen aktiivisuutta, mutta saimme kuitenkin käyttöömmme ainoastaan neljä podia. Koska mittasimme opinnäytetyössä ainoastaan kahden quadriceps-lihaksen aktivaatiota, emme tiedä, kuinka paljon quadriceps-lihaksista rectus femoris tai vastus intermedius aktivoituivat testauksen aikana. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista saada tietää jokaisen yksittäisen lihaksen

aktivoituminen ja näin koko quadriceps-lihasten yhteistyö. Tämä vaatisi Mpower-laitteella testattaessa kaksi erillistä mobiililaitetta ja kahdeksan podia.

Opinnäytetyön mittaukset tapahtuivat touko- ja kesäkuun aikana, jolloin kaikilla testihenkilöillä oli leikkauksesta kulunut inkluusiokriteereissä vaadittu aika. Ennen mittauksia olimme kevään aikana perehtyneet ACL-leikkauksen jälkeiseen kuntoutukseen ja urheiluun paluu -tutkimuksiin. Valitsimme testit sen perusteella, mistä tutkimusnäyttöä parhaiten löytyi, ja perehdyimme testien suorituksiin ennen mittauksia. Teimme yhden testimittauksen huhtikuussa, minkä perusteella tiesimme, että testaukset täytyy tehdä avarammassa tilassa, sekä podit täytyy kiinnittää testihenkilöön huolellisemmin. Tutkimustulosten analysointi tapahtui elo- ja syyskuussa.

Testihenkilöiksi haluttiin valita aktiivurheilijoita, jotka ovat motivoituneet kuntouttamaan polvea ja palaamaan urheilussa vammaa edeltäneelle tasolle. Alkuperäisenä tavoitteenamme oli löytää viidestä kymmeneen testihenkilöä, mutta lopulta valintaa rajasi asettamamme inkluusiokriteerit. Tästä syystä tutkimukseemme osallistui viisi testihenkilöä, joilla ACL-rekonstruktioista oli kulunut 6-13 kuukautta, mikä on yleisimmin urheiluun palaamisen ajankohta.

Kehityimme opinnäytetyöprosessin aikana paljon testauksessa, ja jokainen testitilanne oli aiempaa tilannetta sujuvampi. Mpowerin käyttö oli meille aivan uutta, mutta saimme apua Mika Herralalta koko opinnäytetyöprosessin ajan Mpowerin käytöstä, ja hän auttoi meitä myös tutkimustulosten analysoimisessa. Testaustaitojemme lisäksi kartutimme aiempaa teoretietoamme ACL-vammasta, sen riskitekijöistä sekä kuntoutuksesta erityisesti urheilijoiden kohdalla.

LÄHTEET

- 2000 IKDC Knee Forms. Ei päivystä. Subjective Knee Evaluation Form. [Verkkojulkaisu]. American Orthopaedic Society for Sports Medicine. [Viitattu 14.9.2018]. Saatavana: https://www.sportsmed.org/AOSSMIMIS/members/downloads/research/IKDCE_englishUS.pdf
- Bizzini, M., Hancock, D. & Impellizzeri, F. 2012. Suggestions From the Field for Return to Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Soccer. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 42 (4), 304-312. [Viitattu 13.9.2018]. Saatavana: <https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2012.4005>
- Bordoni, B. & Morabito, B. 2018. Anatomy, Lower Limb, Muscles, Quadriceps. [Verkkolehtiartikkeli]. StatPearls. [Viitattu 15.9.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513334/>
- Borg, F., Laxåback, G. & Sandström, L. 2015. Simultaneous EMG measurement with Mpower and Telemyo G2: comparing amplitude. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.5.2018]. Saatavana: <http://www.mpowerbestrong.com/fi/img/science/Chydenius.pdf>
- Collins, N., Misra, D., Felson D. T., Crossley, K. M. & Roos, E. M. 2011. Measures of Knee Function. [Verkkolehtiartikkeli]. Arthritis Care Res 63, 208–S228. [Viitattu 27.5.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4336550/>
- Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., Engebretsen, L. & Risberg, M. A. 2016. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after acl reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. [Verkkolehtiartikkeli]. British Journal of Sports Medicine 50, 804–808. [Viitattu 4.5.2018]. Saatavana: <http://bjsm.bmj.com/content/bjsports/50/13/804.full.pdf>
- Herrala. M. 2018. Perustaja. Fibrux Oy. Puhelinkeskustelu 6.9.2018.
- Hewett, T. E., Di Stasi, S. L. & Meyer, G. D. 2012. Current Concepts for Injury Prevention in Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. [Verkkolehtiartikkeli]. The American journal of sports medicine 41 (1), 216-224. [Viitattu 10.9.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3592333/>
- Hug, F., Hodges, P.W., Tucker, K. 2015. Muscle force cannot be directly inferred from muscle activation: illustrated by the proposed imbalance of force between the vastus medialis and vastus lateralis in people with patellofemoral pain. [Verkkolehtiartikkeli]. Journal of orthopaedic & Sports physical therapy 45

(5), 360-365. [Viitattu 16.9.2018]. Saatavana:
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2015.5905>

Kallio, T. 2010. Polven ristisidevammat urheilijalla. [Verkkolehtiartikkeli]. Duodecim. 289-295. [Viitattu 15.5.2018]. Vaatii käyttöoikeuden.

Kauranen, K. 2017. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

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

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

Krischak, G. 2014. Traumatology for the Physical Therapist. Thieme.

Krishnan, C., Allen, E. J., & Williams G. N. 2011. Effect of Knee Position on Quadriceps Muscle Force Steadiness and Activation Strategies. [Verkkolehtiartikkeli]. Muscle Nerve 43 (4), 563-573. [Viitattu 12.9.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3077092/>

Krolikowska, A., Czamara, A., Szuba, L. & Reichert, P. 2018. The effect of longer versus shorter duration of supervised physiotherapy after acl reconstruction on the vertical jump landing limb symmetry. [Verkkolehtiartikkeli]. BioMed research international. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5937519/>

Koistinen, J. 2017. Harjoitusprogressiolla tärkeä rooli ACL-kuntoutuksessa. [Verkkolehtiartikkeli]. SUFT 1. [Viitattu 29.8.2018]. Saatavana: <https://www.yumpu.com/fi/document/fullscreen/58072207/suft-nro-01-2017>

Kyritsis, P., Bahr, R., Landreau, P., Miladi, R. & Witvrouw, E. 2016. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. [Verkkolehtiartikkeli]. British Journal of Sports Medicine 50, 952-952 [Viitattu 30.8.2018]. Saatavana: <http://bjsm.bmj.com/content/50/15/946>

Lai, C.C.H., Ardern, C.L., Feller, J.A. & Webster, K. E. 2018. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. [Verkkolehtiartikkeli]. British Journal of Sports Medicine 52, 71-71. [Viitattu 12.9.2018]. Saatavana: <https://bjsm.bmj.com/content/52/2/128.long>

Laine, M., Bamberg, J. & Jokinen, P. (toim.) 2007. Tapaustutkimuksen taito. Helsinki: Gaudeamus

- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa H. & Lätti, S. 2013. Anatomia ja fysiologia rakenteesta toimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Lepley, L. K., Wojtys, E. M. & Palmieri-Smith, R. M. 2015. Combination of Eccentric Exercise and Neuromuscular Electrical Stimulation to Improve Quadriceps Function Post-ACL Reconstruction. [Verkkolehtiartikkeli]. The Knee 22 (3), 270-277. [Viitattu 5.9.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4754794/>
- Logerstedt, D., Di Stasi, S., Grindem, H. Lynch, A., Eitzen, I., Engebretsen, L., Risberg, M.A., Axe, M.J. & Snyder-Mackler L. 2014. Self-reported knee function can identify athletes who fail return-to-activity criteria up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction: a delaware-oslo ACL cohort study. [Verkkolehtiartikkeli]. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy 44 (12), 914-923. [Viitattu 7.9.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25347228>
- Meierbachtol, A., Rohman, E., Paur, E., Bottoms, J. & Tompkins, M. 2017. Quantitative Improvements in Hop Test Scores After a 6-Week Neuromuscular Training Program. [Verkkolehtiartikkeli]. Sports Health 9 (1), 22-29. [Viitattu 3.9.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5315253/>
- Mpower. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. Vimpeli: Fibrux oy. [Viitattu 28.12.2017]. Saatavana: <http://www.mpower-bestrong.com/fi/index.html>
- Mpower-lihasaktivaatiomittari: käyttöohje versio 1.0. Ei päiväystä. verkkojulkaisu
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. 2014. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.
- Noyes, F. R., Barber, S. D. & Mangine, R. E. 1991. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. [Verkkolehtiartikkeli]. American Journal of Sports Medicine 19, 513. [Viitattu 07.06.2018]. Saatavana: https://www.researchgate.net/publication/233859859_Abnormal_lower_limb_symmetry_determined_by_function_hop_tests_after_anterior_cruciate_ligament_rupture
- Orava, S. 2012. Käytännön urheiluvammat. Klaukkala: Recallmed
- Panariello, R. A., Stump, T. J. & Maddalone, D. 2015. Postoperative Rehabilitation and Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. [Verkkolehtiartikkeli]. Oper Tech Sports Med 24:35-44. [Viitattu 31.8.2018]. Saatavana: <https://www.professionalpt.com/wp-content/uploads/2016/02/pdf.pdf>

- Perotto, A. & Delagi E. F. 2011. Anatomical Guide for the Electromyographer: The Limbs and Trunk. [Verkkokirja]. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher. [Viitattu 4.9.2018]. Saatavana Ebsco-tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Platzer, W. 2015. Color Atlas of human Anatomy Vol. 1 Locomotor system. Thieme.
- Raines, B. T., Naclerio, E. & Sherman S.L. 2017. Management of Anterior Cruciate Ligament Injury: What's In and What's Out? [Verkkolehtiartikkeli]. Indian Journal of Orthopaedics 51(5), 563–575. [Viitattu 28.5.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5609378/>
- Rambaud, A. J. M., Semay, B., Samozino, P., Morin, J-B., Testa, R., Philippot, R., Rossi, J., Edouard, P. 2017. Criteria for Return to Sport after Anterior Cruciate Ligament reconstruction with lower reinjury risk (CR'STAL study): protocol for a prospective observational study in France. [Verkkolehtiartikkeli]. [Viitattu: 9.6.2018]. Saatavana: <http://bmjopen.bmj.com/content/7/6/e015087>
- Reid, A., Birmingham T. B., Stratford, P. W., Alcock, G. K. & Giffin, J. R. 2007. Hop Testing Provides a Reliable and Valid Outcome Measure During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. [Verkkolehtiartikkeli]. Physical Therapy 87, 337–349. [Viitattu 13.5.2018]. Saatavana: <https://academic.oup.com/ptj/article/87/3/337/2742133>
- Saarela-Kinnunen, M. & Eskola, J. 2010. Tapaus ja tutkimus = Tapaustutkimus? Teoksessa: Aaltola, J. & Valli, R. (toim.) Ikkunoista tutkimusmetodeihin 1. 3. uudistettu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS- Kustannus.
- Schuenken, M., Schulte, E. & Schumacher, U. 2006. Atlas of anatomy: General anatomy and musculoskeletal system. New York: Thieme.
- Science Photo Library. 2017. Knee joint, illustration. [Kuva]. Britannica ImageQuest, Encyclopædia Britannica. [Viitattu 15.9.2018]. Saatavana Britannica ImageQuest-palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Suomalainen, P., Sillanpää, P., Järvelä, T. 2014. Eturistisiderepeämän hoito. [Verkkolehtiartikkeli]. Duodecim. [Viitattu 15.5.2017]. Saatavana: <http://www.duodecimlehti.fi/lehti/2014/5/duo11538>
- Senorski, E. H., Samuelsson, K., Thomeé, C., Beischer, S., Karlsson, J. & Thomeé, R. 2016. Return to knee-strenuous sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a report from a rehabilitation outcome registry of patient characteristics. [Verkkolehtiartikkeli]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 25 (5), 1364–1374 [Viitattu 4.9.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5432591>

- Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa-määrällisen tutkimuksen perusteet. [Verkkokirja]. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. [Viitattu 29.8.2018]. Saatavana: <http://hanna.vilkka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>
- Zwolski, C., Schmitt, L. C., Quatman-Yates, C., Thomas, S., Hewett, T. E. & Paterno, M. V. 2015. The Influence of Quadriceps Strength Asymmetry on Patient-Reported Function at Time of Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. [Verkkolehtiartikkeli]. The American Journal of Sports Medicine 43 (9). [Viitattu 12.5.2018]. Saatavana: https://www.researchgate.net/publication/280118582_The_Influence_of_Quadriceps_Strength_Asymmetry_on_Patient-Reported_Function_at_Time_of_Return_to_Sport_After_Anterior_Cruciate_Ligament_Reconstruction
- Wiggins, A.J., Grandhi, R. K., Schneider, D. K., Stanfield, D., Webster, K. E. & Myer, G. D. 2016. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. [Verkkolehtiartikkeli]. The American Journal of Sports Medicine 44(7), 1861–1876. [Viitattu 30.8.2018]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5501245/>
- Wilk, K. E. & Hooks, T. R. 2017. Neuromuscular Training After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Teoksessa: F. R. Noyes (ed.) Noyes' knee disorders: Surgery, rehabilitation, clinical outcomes. [Verkkokirja]. [Viitattu 11.10.2018]. Philadelphia: Elsevier. Saatavana: https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=THaKCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA330&dq=neuromuscular+training+after+acl+reconstruction&ots=6zAWXGhjYm&sig=IRpSoUMgb8rbMeUZ3bRt7pylYUk&redir_esc=y#v=onepage&q=neuromuscular%20training%20after%20acl%20reconstruction&f=false

LIITTEET

Liite 1. IKDC 2000 -kysely

2000 IKDC SUBJECTIVE KNEE EVALUATION FORM

Your Full Name _____

Today's Date: ____/____/____
Day Month Year

Date of Injury: ____/____/____
Day Month Year

SYMPTOMS*:

*Grade symptoms at the highest activity level at which you think you could function without significant symptoms, even if you are not actually performing activities at this level.

1. What is the highest level of activity that you can perform without significant knee pain?

- 4 Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer
- 3 Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis
- 2 Moderate activities like moderate physical work, running or jogging
- 1 Light activities like walking, housework or yard work
- 0 Unable to perform any of the above activities due to knee pain

2. During the past 4 weeks, or since your injury, how often have you had pain?

- | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
| Never | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Constant |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

3. If you have pain, how severe is it?

- | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| No pain | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Worst pain imaginable |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

4. During the past 4 weeks, or since your injury, how stiff or swollen was your knee?

- 4 Not at all
- 3 Mildly
- 2 Moderately
- 1 Very
- 0 Extremely

5. What is the highest level of activity you can perform without significant swelling in your knee?

- 4 Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer
- 3 Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis
- 2 Moderate activities like moderate physical work, running or jogging
- 1 Light activities like walking, housework, or yard work
- 0 Unable to perform any of the above activities due to knee swelling

6. During the past 4 weeks, or since your injury, did your knee lock or catch?

- 0 Yes
- 1 No

7. What is the highest level of activity you can perform without significant giving way in your knee?

- 4 Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer
- 3 Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis
- 2 Moderate activities like moderate physical work, running or jogging
- 1 Light activities like walking, housework or yard work
- 0 Unable to perform any of the above activities due to giving way of the knee

Page 2 – 2000 IKDC SUBJECTIVE KNEE EVALUATION FORM

SPORTS ACTIVITIES:

8. What is the highest level of activity you can participate in on a regular basis?

- ⁴Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer
 ³Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis
 ²Moderate activities like moderate physical work, running or jogging
 ¹Light activities like walking, housework or yard work
 ⁰Unable to perform any of the above activities due to knee

9. How does your knee affect your ability to:

		Not difficult at all	Minimally difficult	Moderately Difficult	Extremely difficult	Unable to do
a.	Go up stairs	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
b.	Go down stairs	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
c.	Kneel on the front of your knee	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
d.	Squat	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
e.	Sit with your knee bent	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
f.	Rise from a chair	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
g.	Run straight ahead	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
h.	Jump and land on your involved leg	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>
i.	Stop and start quickly	⁴ <input type="checkbox"/>	³ <input type="checkbox"/>	² <input type="checkbox"/>	¹ <input type="checkbox"/>	⁰ <input type="checkbox"/>

FUNCTION:

10. How would you rate the function of your knee on a scale of 0 to 10 with 10 being normal, excellent function and 0 being the inability to perform any of your usual daily activities which may include sports?

FUNCTION PRIOR TO YOUR KNEE INJURY:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Couldn't perform daily activities	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No limitation in daily activities

CURRENT FUNCTION OF YOUR KNEE:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Can't perform daily activities	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No limitation in daily activities

Scoring Instructions for the 2000 IKDC Subjective Knee Evaluation Form

Several methods of scoring the IKDC Subjective Knee Evaluation Form were investigated. The results indicated that summing the scores for each item performed as well as more sophisticated scoring methods.

The responses to each item are scored using an ordinal method such that a score of 0 is given to responses that represent the lowest level of function or highest level of symptoms. For example, item 1, which is related to the highest level of activity without significant pain is scored by assigning a score of 0 to the response "Unable to perform any of the above activities due to knee pain" and a score of 4 to the response "Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer". **For item 2, which is related to the frequency of pain over the past 4 weeks, the responses are reverse-scored such that "Constant" is assigned a score of 0 and "Never" is assigned a score of 10. Similarly, for item 3, the responses are reversed-scored such that "Worst pain imaginable" is assigned a score of 0 and "No pain" is assigned a score of 10.** Note: previous versions of the form had a minimum item score of 1 (for example, ranging from 1 to 11). In the most recent version, all items now have a minimum score of 0 (for example, 0 to 10). To score these prior versions, you would need to transform each item to the scaling for the current version.

The IKDC Subjective Knee Evaluation Form is scored by summing the scores for the individual items and then transforming the score to a scale that ranges from 0 to 100. **Note:** The response to item 10a "Function Prior to Knee Injury" is not included in the overall score. To score the current form of the IKDC, simply add the score for each item (the small number by each item checked) and divide by the maximum possible score which is 87:

$$\text{IKDC Score} = \left[\frac{\text{Sum of Items}}{\text{Maximum Possible Score}} \right] \times 100$$

Thus, for the current version, if the sum of scores for the 18 items is 45 and the patient responded to all the items, the IKDC Score would be calculated as follows:

$$\text{IKDC Score} = \left[\frac{45}{87} \right] \times 100$$

$$\text{IKDC Score} = 51.7$$

The transformed score is interpreted as a measure of function such that higher scores represent higher levels of function and lower levels of symptoms. A score of 100 is interpreted to mean no limitation with activities of daily living or sports activities and the absence of symptoms.

The IKDC Subjective Knee Form score can be calculated when there are responses to at least 90% of the items (i.e. when responses have been provided for at least 16 items). In the original scoring instructions for the IKDC Subjective Knee Form, missing values are replaced by the average score of the items that have been answered. However, this method could slightly over- or under-estimate the score depending on the maximum value of the missing item(s) (2, 5 or 11 points). Therefore, in the revised scoring procedure for the current version of a form with up to two missing values, the IKDC Subjective Knee Form Score is calculated as (sum of the completed items) / (maximum possible sum of the completed items) * 100. This method of scoring the IKDC Subjective Knee Form is more accurate than the original scoring method.

A scoring spreadsheet is also available at: www.sportsmed.org/research/index.asp This spreadsheet uses the current form scores and the revised scoring method for calculating scores with missing values.