

Juhani Härmäläinen ja Onni Leivo

ACL-REKONSTRUKTION JÄLKEINEN LIHASVOIMAN
PALAUTUMINEN JA TÄMÄN VAIKUTUS KÄVELYYN JA
TASAPAINOON

Fysioterapian koulutusohjelma

2011

ACL-REKONSTRUKTION JÄLKEINEN LIHASVOIMAN PALAUTUMINEN JA TÄMÄN VAIKUTUS KÄVELYYN JA TASAPAINOON

Härmäläinen, Juhani, Leivo, Onni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Fysioterapian koulutusohjelma
Marraskuu 2011
Ohjaaja: Tuominen, Hanna
Sivumäärä: 57
Liitteitä: 2

Asiasanat: eturistiside, ACL-rekonstruktio, palautuminen, lihasvoima

Opinnäytetyössä tutkittiin ACL-rekonstruktion vaikutusta reisilihasvoimiin ja niiden vaikutusta kävelyyn ja tasapainoon noin vuoden jälkeen operaatiosta. Tutkimuksen tarkoituksena oli pyrkiä selvittämään, miten ACL-rekonstruktion jälkeen yksilöiden reisilihasvoimat olivat palautuneet suhteessa leikkaamattomaan alaraajaan sekä mahdollisten reisilihasten puolierojen vaikutusta alaraajojen toimintaan.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Porin Lääkäritalo Oy:n kanssa. Tutkimusryhmä oli laajuudeltaan kuusi henkilöä, joista kolme oli miehiä ja kolme oli naisia. Henkilöt saatiin Lääkäritalo Oy:n potilasrekisteristä. Tutkimushenkilöt olivat läpikäyneet ACL-rekonstruktion ja kuntoutuneet operaatiosta vähintään yhden vuoden. Henkilöille lähetettiin subjektiivinen kyselylomake, jossa tiedusteltiin polven nykyistä tilaa ja subjektiivisia kokemuksia kuntoutumisesta. Tutkimushenkilöt suorittivat etu- ja takareisien isometrisen maksimaalisen lihasvoimatestin, kävelyanalyysin ja tasapainotestin. Reisilihasten maksimivoimatestauksessa käytettiin HUR-lihasvoimatestauslaitetta. Kävelyn analysointi suoritettiin GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmän avulla. Tasapainoa puolestaan testattiin sovelletun Y-SEBT-tasapainotestin avulla.

Jokaisen tutkimushenkilön mittaustulokset lihasvoimatestauksesta, kävelyanalyysista ja tasapainotestistä taulukoitiin ja havainnollistettiin kaaviokuvoin. Lihasvoimamittaustuloksista huomioitiin yksilöiden alaraajojen etu- ja takareisilihasvoimakkuuksien välisiä suhteita. Kävelyanalyysin tuloksista tarkasteltiin yksilön askelkuvien perusteella alaraajojen kantauskua, varvastyöntöä, painon jakautumista sekä yhden jalan tukivaiheen kestoa. Tasapainotestituloksiin kirjattiin jokaisen tutkimushenkilön alaraajojen kurotusetäisyydet sekä niiden väliset puolierot. Jokaisen henkilön testituloksia tarkasteltiin yksittäin case study –tyyppisesti.

Tutkimustuloksien perusteella ilmeni, että heikosti ACL-rekonstruktiosta palautuneiden henkilöiden m. quadriceps femoris-lihaksen heikkoudella ja kävelyssä ilmenneillä puolieroilla oli yhteys. Tutkimushenkilöillä heikosti palautunut leikatun alaraajan quadriceps-lihasvoima verrattuna leikkaamattomaan alaraajaan vaikutti olevan yhteydessä vaimentuneeseen kantaiskuun ja ylikorostuneeseen varvastyöntöön. Tutkimushenkilöiden huonot subjektiiviset kokemukset olivat verrannollisia leikatun alaraajan huonoon stabiiliteettiin Y-SEBT-tasapainotestissä. Henkilöt, jotka kokivat epävarmuutta leikatussa alaraajassa, saivat heikompia tuloksia verrattuna leikkaamattomaan alaraajaan.

THE RECOVERY OF MUSCLE STRENGTH AFTER ACL-RECONSTRUCTION AND ITS EFFECT ON GAIT AND BALANCE

Härmäläinen, Juhani, Leivo, Onni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Physiotherapy

November 2011

Supervisor: Tuominen, Hanna

Number of pages: 57

Appendices: 2

Keywords: anterior cruciate ligament, ACL-reconstruction, recovery, muscle strength

The main idea of the study was to investigate the effect of ACL-reconstruction to the knee extensor and flexor muscle strength and its effect on gait and balance after one year from the operation. The purpose of this study was to find out, how the quadriceps and hamstring muscle strength had been recovered after one year from the ACL-reconstruction compared to the uninvolved side. The study also pointed out if there were any difference between the function of the legs due to extensor and flexor muscle group differences.

The thesis was made in cooperation with Porin Lääkäritalo Oy. There were altogether six study subjects from whom three were males and three females. The subjects were gathered from the patient database of Porin Lääkäritalo Oy. All the study subjects had gone through the ACL-reconstruction and had been recovering at least one year after the operation. The subjects received an invitation and an inquiry concerning the current status of the operated knee. The study subjects performed a maximum isometric knee extension and flexion tests, gait analysis and a balance test. The muscle strength was measured with HUR-muscle strength measurement device. The gait analysis was performed with GAITRite-gait analysis software and equipment. The balance test was performed with modified Y-SEBT-balance test.

The results from each subject were placed on tables and demonstrated on charts. The results from the muscle strength tests were analyzed and the ratios between extensor-flexor muscle groups were calculated. The results of the gait analysis were examined by reviewing step pictures from each subject. According to the pictures heel strike, toe off, the distribution of weight and single leg stance were analyzed. The reach distances of the lower limbs and the differences in the reach distances were written down. The results of each test subjects were analyzed and examined in a case study.

According to the results, subjects who had recovered poorly from the ACL-reconstruction seemed to have a connection between the weak quadriceps strength and gait abnormality. The poor quadriceps muscle strength on the operated side seemed to be in connection with weakened heel strike and enhanced toe off. The poor subjective experiences about the rehabilitation and the current status of the knee were directly proportional to the poor results in the Y-SEBT balance test. The subjects that experienced uncertainty on the operated leg had weaker results than on the uninvolved leg.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	POLVEN ETURISTISIDE – ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL).....	6
2.1	Polven anatomia ja stabiliteetti.....	6
2.2	Polvea ympäröivät lihakset ja niiden toiminta.....	7
2.3	ACL:n rakenne ja toiminta.....	9
3	ACL-VAMMA.....	11
3.1	Syntymekanismi.....	11
3.2	ACL-rekonstruktio.....	13
3.3	ACL-rekonstruktion jälkeinen paraneminen ja kuntoutus.....	15
4	ACL-VAMMAN VAIKUTUS VOIMANTUOTTOON, KÄVELYYN JA TASAPAINOON.....	16
4.1	ACL-vamman ja rekonstruktion vaikutus voimantuottoon.....	16
4.2	Kävely ja ACL-vamma.....	18
4.2.1	Kävelyn vaiheet.....	18
4.2.2	ACL-vamman vaikutus kävelyyn.....	20
4.3	ACL-vamman vaikutus tasapainoon ja proprioseptiikkaan.....	21
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSTEHTÄVÄT.....	22
6	TOTEUTUS.....	23
6.1	Tutkimushenkilöiden valinta.....	23
6.2	Tutkimushenkilöt.....	23
6.3	Kutsujen laatiminen.....	24
6.4	Testaustilanne.....	24
6.4.1	Etu- ja takareisien maksimivoimamittaus.....	25
6.4.2	GAITRite-kävelyanalyysi.....	26
6.4.3	Y-SEBT-tasapainotesti.....	27
7	TULOKSET.....	30
7.1	Kyselylomakkeen tulokset.....	30
7.2	Etu- ja takareisien maksimivoimamittaus.....	31
7.3	GAITRite-kävelyanalyysi.....	34
7.4	Y-SEBT-tasapainotesti.....	41
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	45
8.1	Tulosten tarkastelua.....	45
8.2	Tutkimuksen luotettavuus ja tutkimushaasteet.....	51
	LÄHTEET.....	54
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Polven yleisimpiä vammoja ovat eriaisteiset eturistisidevammat (anterior cruciate ligament eli ACL) (Valtonen 2005, 8). Esiintyvyys on Suomessa 30–40/100 000 henkilöä kohden vuodessa (Peltokangas & Pylkkänen 2007, 3). Liikunnallisilla ihmisillä riski ACL-vammaan on suurempi, erityisesti henkilöillä, jotka harrastavat muun muassa laskettelua tai erilaisia pallopelejä. Naisilla on miehiin verrattuna suurempi riski saada ACL-vamma. (Gammons 2011.)

Polven eturistisiteen tehtävänä on kontrolloida polvinivelen stabiliteettia ja näin estää tibian liikkuminen anteriorisesti suhteessa femuriin. ACL-vamma heikentää polvinivelen stabiliteettia, jonka seurauksena ilmenee ongelmia tasapainon hallinnassa. Lisäksi eturistisidevamma aiheuttaa muutoksia polven ja jalan asentotunnossa (proprioseptiikka) häiriten alaraajan motorista kontrollia. Myös reisilihaksen atrofia eli lihaksen surkastuminen on yleinen seuraus ACL-vammasta. Kaikki vammalle tyypilliset seuraukset vaikuttavat alaraajan kokonaistoimintaan. (Niemeläinen & Vätilä 2002, 6; Valtonen 2005, 8.)

Leikkaushoitoa vaativa ACL-vamma pyritään hoitamaan pääsääntöisesti 1-2 viikon kuluessa tapaturmasta, jolloin pystytään myös hyödyntämään luonnon omaa paranemisprosessia. Operaatio suoritetaan yleensä tähystämällä, jossa repeytynyt eturistiside korvataan muun muassa patella-, hamstring- tai tensor fascia latae- jänteen siirteellä tai ulkoisesti siirrepankista. Operoinnin jälkeen kuntoutuksen tarkoituksena on saavuttaa polvinivelen normaali toiminta, stabiliteetti ja lihasvoima. Kuntoutumisen alkuvaiheessa on tärkeää antaa siirteen rauhassa kasvaa luukanaviinsa. Tämä prosessi kestää yleensä 6-12 viikkoa leikkauksesta. Noin 12 viikon jälkeen operatiosta voidaan aloittaa polven ojentajien vastustettu harjoittelu. (Kallio 2010; Valtonen 2005, 8.)

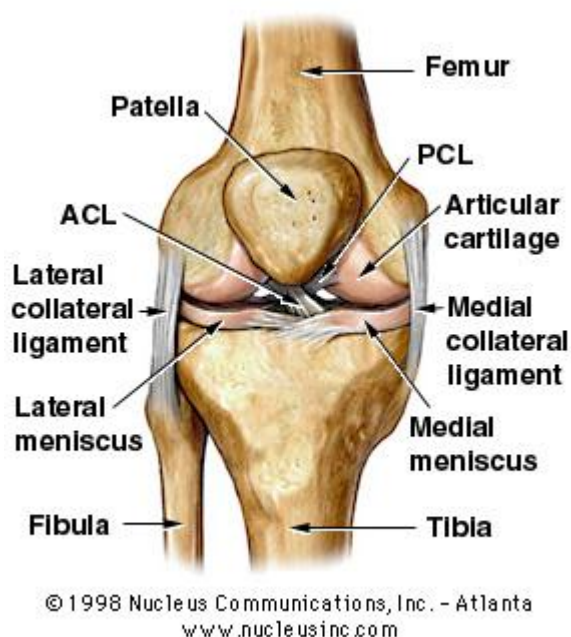
Opinnäytetyöaihetta valittaessa kiinnostus kohdistui tuki – ja liikuntaelinongelmiin, erityisesti alaraajaproblematiikkaan. Porin Lääkäritalo Oy:n kautta päädyttiin tutkimaan ACL-oroitujen alaraajojen lihasvoiman kehittymistä ja sen vaikutusta kävelyyn ja tasapainoon. Testiryhmään valittiin kuusi liikunnallisesti aktiivista henkilöä.

Tarkoituksena oli testata yksilöitä, joilla oli kulunut rekonstruktiosta vähintään yksi vuosi. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millä tasolla suomalaisen kuntoutujan etu- ja takareiden lihasvoima on vähintään vuoden kuluttua leikkauksesta sekä miten se vaikuttaa kävelyyn ja tasapainoon.

2 POLVEN ETURISTISIDE – ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL)

2.1 Polven anatomia ja stabiliteetti

Polvinivel (Kuva 1) koostuu kahdesta nivelestä, reisiluun ja sääriluun välisestä sekä reisiluun ja polvilumpion välisestä nivelestä, jotka muodostavat pääasiassa yhden liikesuunnan omaavan sarananivelen. Sarananivel sallii alaraajan liikkeen koukistus- ja ojennussuunnassa. Polvinivel ei ole kuitenkaan puhdas sarananivel, sillä nivelen liikkeiden yhteydessä tapahtuu myös liukumista, kiertoa ja sivuttaissiirtymistä. Fleksion aikana saranaliikkeen akselin paikka vaihtuu jatkuvasti liikkeen edetessä. (Kapandji 1997, 72; Leppäluoto ym. 2008, 90-91; Rokkanen 1990, 387-388.)



Kuva 1. Polvinivel. (The Center for Orthopaedics & Sports Medicine, 1999)

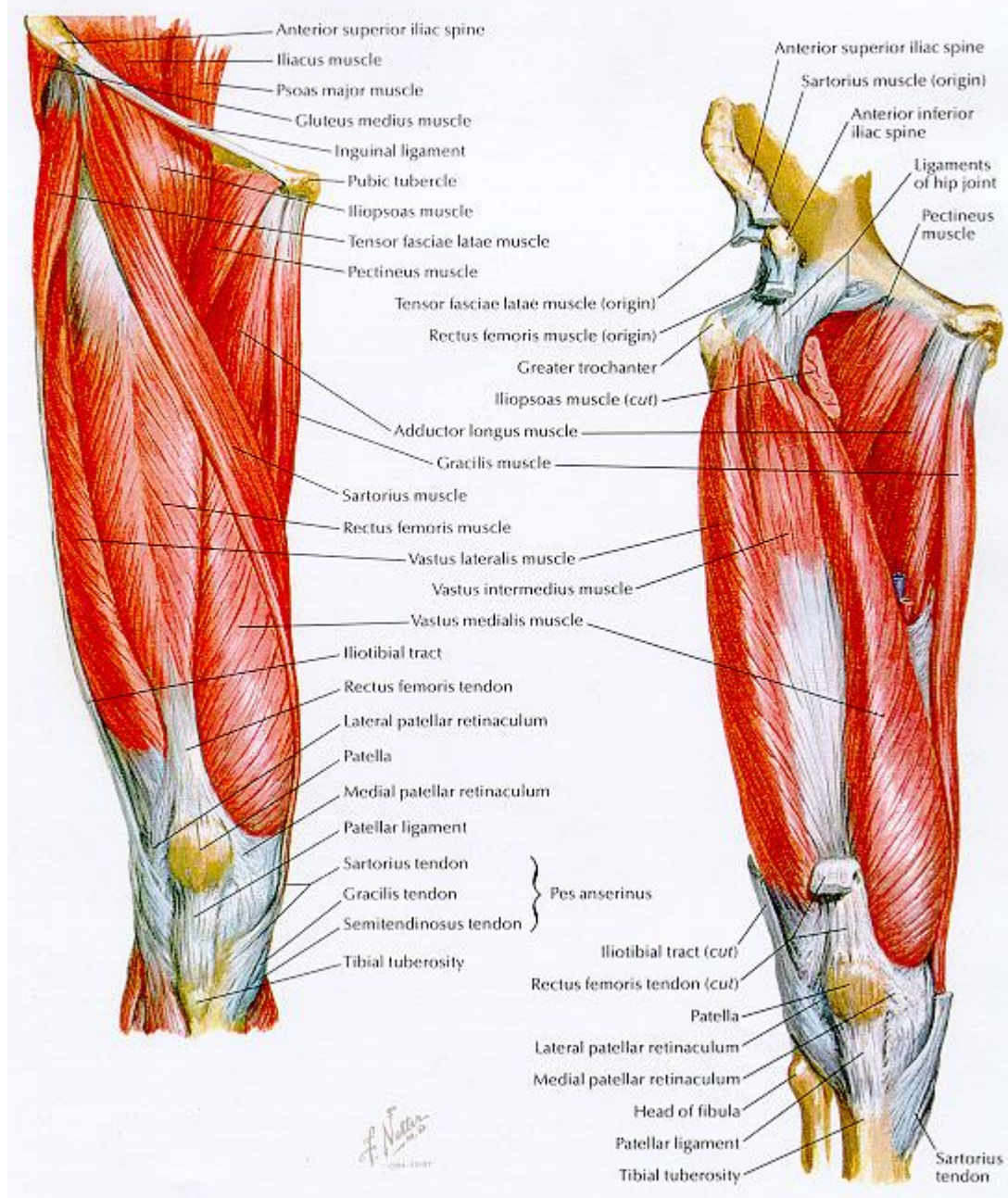
Polven luiset osat koostuvat reisiluusta (femur), sääriluusta (tibia), pohjeluusta (fibula) ja polvilumpiosta (patella). Reisiluun distaaliosassa on mediaalinen ja lateraalinen kondyli (nivelnasta), jotka eivät vastaa sääriluun proksimaalisen osan pinnan muotoja kovin hyvin. Kondylien muodot ovat kuitenkin tärkeitä ajateltaessa sääriluun liikkumista reisiluun suhteen. Sääriluun proksimaalinen osa jakautuu mediaaliseen ja lateraaliseen pintaan, joiden välissä on sääriluun nivelpintoja erottava harju. Sääriluun proksimaalisella pinnalla kiinni olevat nivelkierukat (meniscus medialis ja lateralis) toimivat luiden välisinä pehmusteina ja samalla antavat nivelelle tukea. Kierukan tehtäviin kuuluu myös nivelen kosketuspinnan lisääminen, energian absorpoinen, nivelen voitelu ja asentotunnon ylläpito. Reisiluun distaalinen osa on muodoltaan kupera, mikä vastaa kierukoiden koveraa yläpintaa. Puolestaan sääriluun nivelpinta on melko litteä, kuin myös kierukoiden alapinta. (Blackburn 1980, 1556-1560; Roberts 2010, 962-963.)

Polvinivelen nivelpussissa, reisi- ja sääriluun, sekä nivelkierukkojen välillä, on useita polviniveltä stabiloivia nivelsiteitä (ligamentteja), muun muassa reisiluusta sääriluuhun kiinnittyvä etummainen ja takimmainen ristiside (lig. cruciatum anterior ja cruciatum posterior). Lisäksi nivelpussin edessä sijaitsee vahvoja siteitä. Tärkein niistä on polvilumpiosta sääriluun konttauskymyyn (tuberositas tibiae) kiinnittyvä polvilumpiojänne (lig. patellae). Nivelpussin sivuilla sijaitsevat ulompi sivuside (lig. collaterale fibulare), joka kulkee reisiluun lateralisesta epikondylista pohjeluuun päähän, ja sisempi sivuside (lig. collaterale tibiae), joka lähtee reisiluun mediaalisesta epikondylista ja kiinnittyy sääriluun kaulan mediaaliosaan. (Leppäluoto 2008, 91.)

2.2 Polvea ympäröivät lihakset ja niiden toiminta

Nivelsiteiden lisäksi polvea stabiloivat sitä ympäröivät lihakset, kuten nelipäinen reisihihas (m. quadriceps femoris), joka koostuu m. rectus femoriksesta, m. vastus medialis, lateralis ja intermedialiksesta. M. rectus femoris on ainoa kyseessä olevista quadriceps-lihaksista (Kuva 2), joka ylittää kaksi niveltä ja näin ollen toimii sekä lonkan fleksiossa ja polven ekstensiossa (Kallio 2010).

Muscles of Thigh: Anterior Views

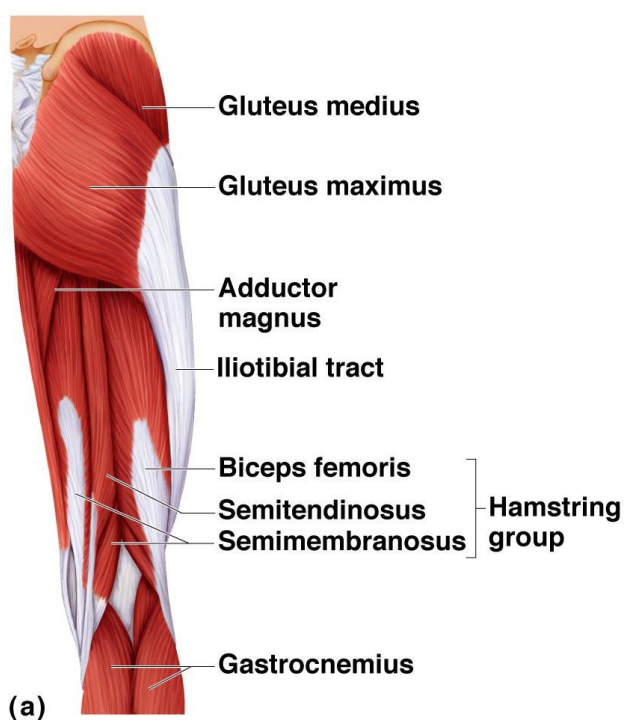


Kuva 2. M. Quadriceps femoris. (Athleticadvisor.com, 2009)

M. vastus lateralsen, m. vastus intermedialsen ja m. vastus medialisen aktivaatio vaikuttavaa eniten polvinivelen ekstensioon. Näiden lihasten aktivaatio alkaa askelheilahduksen loppuvaiheessa ja lisääntyy huomattavasti kantauskusta vastaanottovaiheen puoleenväliin asti ja loppuu keskitukivaiheen alkuosan puolenvälin kohdalla. Vastuslihaksista voimakkaimmin aktivoituvat m. vastus lateralis ja sen vastavaikutta-

ja m. vastus medialis obliquus (m. vastus medialis oblique = VMO). VMO:n pääasiallinen tehtävä on polvilumpion stabilointi mediaaliseen suuntaan eikä se vaikuta mitenkään polven ekstensioon. (Ahonen ym. 1998, 301-302.)

Lisäksi polvea ympäröiviin lihaksiin lukeutuu takareiden lihakset m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus (hamstring-lihakset) sekä kaksoiskantalihas (m.gastrocnemius). (Agur & Dalley 2009, 403-406.) Hamstring-lihaksilla (Kuva 3) on suuri rooli polvinivelen koukistamisessa ja stabilisoinnissa (Ageberg ym. 2008).



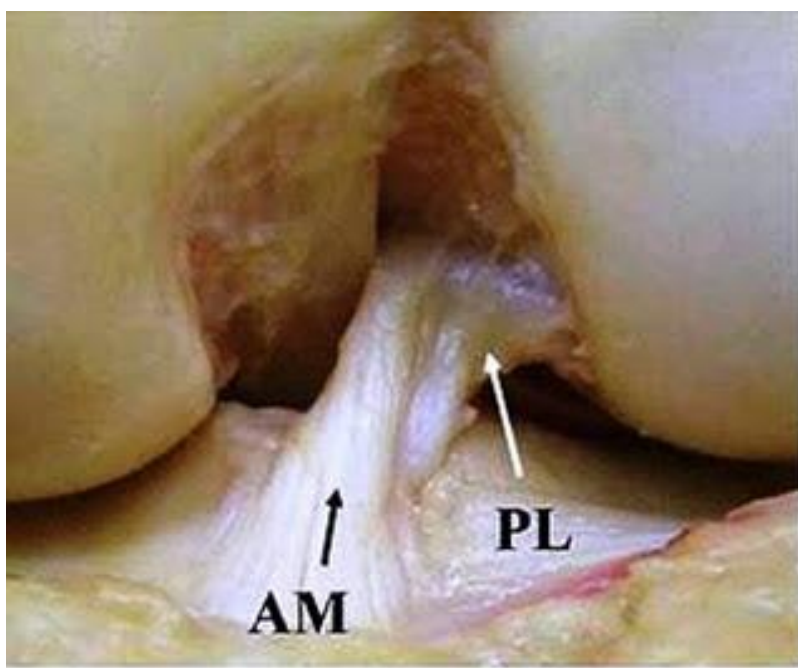
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

Kuva 3. Hamstring-lihasryhmä. (Muscle Anatomy, 2009)

2.3 ACL:n rakenne ja toiminta

Polven eturistiside on leveä ja vahva nivelside (Kuva 4), joka kulkee vinosti tibian etuosasta femurin takaosaan. Tämä nivelside koostuu kolmesta viuhkamaisesta säie-ryhmästä. (Kallio 2010.) Etuisimmäinen (anteromediaalinen) on pisin ja alttein vaurioitumisille, sekä syvemmällä sijaitseva takaulommainen osa (posterolateraalinen), mikä ei yleensä vaurioidu eturistisiteen osittaisissa repeämissä. Eturistisiteessä on

edellä mainittujen lisäksi välikimppu (intermediate). (Kapandji 1997, 122.) Eturistiteen säieryhmät kiinnittyvät laajalle alueella sekä tibiaan, että femuriin ja tämän lisäksi ovat eripituisia, joten säieryhmät jännittyvät vaihtelevasti polvinivelen liikkeen vaiheita mukaillen. (Kallio 2010.) Polven ollessa täydessä ekstensiossa tai fleksiossa, eturistiside on äärimmilleen jännittyneenä. Koukussa olevan polven eturistiside on tiukka ainoastaan, kun sääriluu on kiertynyt sisäänpäin. (Valtonen 2005, 26.)



Kuva 4. Eturistiside ja sen säieryhmät, AM = anteromediaalinen säieryhmä, PL = posterlateraalinen säieryhmä. (University of Pittsburgh, Department of Orthopaedic Surgery, 2010)

Eturistisiteellä on kolme pääasiallista tehtävää: Ensisijaisena tehtävänä on polven stabiloiminen estämällä tibiaa liikkumasta eteenpäin suhteessa femuriin. Käytännössä ACL jännittyy polvinivelen ekstension aikana ja näin ollen estää yliojentumista. (Kapandji 1997, 130.) Toissijaisena tehtävänä on kontrolloida säären kiertymistä sisäänpäin suhteessa femuriin polven ollessa ekstensiossa tai lievästi fleksiossa (noin 30 asteeseen saakka). Kolmantena tehtävänä on estää polven vääntymisen valgukseen (sisäänpäin) yhdessä sisemmän sivusiteen (lig. collaterale mediale) kanssa. (Kallio 2010.) Rakenteensa ja sijaintinsa ansiosta eturistiside mahdollistaa polven

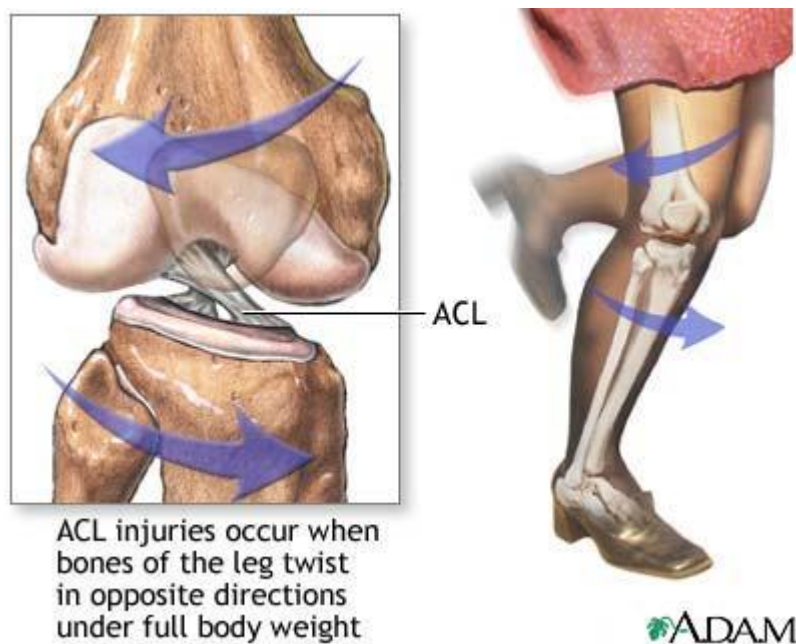
muiden ligamenttien kiristymisen sekä suojaa kierukoita ylimääräiseltä rasitukselta (Valtonen 2005, 27).

Eturistiside rakenteena aistii myös asennon muutoksia ja asentotuntoa (proprioseptiivinen palaute) (Kallio 2010). Eturistisiteessä, kuten muissakin polvinivelen rakenteissa, on paljon eri hermopäätteitä (mekanoreseptoreita), jotka aistivat fysikaalista tai mekaanista ärsytystä ja välittävät niistä viestejä keskushermostoon. Kyseiset mekanoreseptorit mahdollistavat polven asennon kontrolloinnin, koordinaation ja liikkeen erilaisia toimintoja suorittaessa. Näin ollen ne myös suojaavat polvea mahdolliselta traumalta. (Peltokangas & Pylkänen 2007, 7.)

3 ACL-VAMMA

3.1 Syntymekanismi

Eturistisidevamma tapahtuu usein urheilusuorituksen (pallopelit, yleisurheilu, laskettelu ym.) aikana, kun polvi on lievässä fleksiossa (alle 30 astetta) tai täysin suorassa asennossa ja tämän lisäksi kiertyneenä (Kuva 5). Eturistisiteen osittainen tai kokonainen repeämä voi tapahtua polveen kohdistuvan suoran voiman vaikutuksesta eli ulkopuolisesta kontaktista (toinen pelaaja tms.) tai epäsuorasti, kun varataan koko paino polvinivelelle. (Kallio 2010.) Seitsemänkymmentä prosenttia kaikista todetuista eturistisidevammoista ovat tapahtuneet epäsuorasti ilman ulkopuolista kontaktia. Loput kolmekymmentä prosenttia ovat sattuneet suoran ulkopuolisen voiman vaikutuksesta. (Silvers 2011, 19.)



Kuva 5. Vammamekanismi. (MedlinePlus, 2009)

Epäsuora ristisidevamma tapahtuu yleensä urheilun yhteydessä, jolloin tehdään nopeita pysähdyksiä ja äkkinäisiä suunnanmuutoksia juoksussa, laskeudutaan hypystä suorille jaloille ilman polvien ja lantion koukistusta tai tapahtuu odottamaton pelisuunnan muutos. Tyypillinen vammamekanismi ilmenee juoksua jarruttaessa ja samaan aikaan suunnan muutosta tehtäessä, jolloin jalka on suljetun ketjun asennossa. Eturistisidevammalle tyypillisin asento on, kun jalka on suljetun ketjun asennossa, jalkaterä pronaatiossa, sääriluu sisäänpäin rotaatiossa ja polvi täydessä tai lähes täydessä ekstensiossa (0-20 astetta fleksiossa). Tässä asennossa tehty suunnan muutos aiheuttaa todennäköisesti polven eturistisiteen venähdyksen tai repeämän. (Silvers 2011, 19.)

Eturistisiderepeämä voi syntyä myös ylliliikkuvien nivelten, polven eturistisiteelle epäedullisen rakenteen tai yleisen polven ligamenttiheikkouden takia (Kallio 2010). Ristisiderepeämän sattuessa tyypillisimmät oireet ovat muljahduksen tunne, kuultavissa oleva napsahdus, polven alueen kipu sekä turvotus.

Eturistisidevammojen esiintyvyys naisilla on noin 3 – 6-kertainen miehiin verrattuna. Arvioituja syitä ovat muun muassa hormonaaliset tekijät tai polven kuormitukseen vaikuttavat rakenteelliset ominaisuudet, kuten lantion leveys ja tästä johtuva polven korostunut kuormitus valgusasentoon. (Kallio 2010.) Korostunut valgusasento altis-

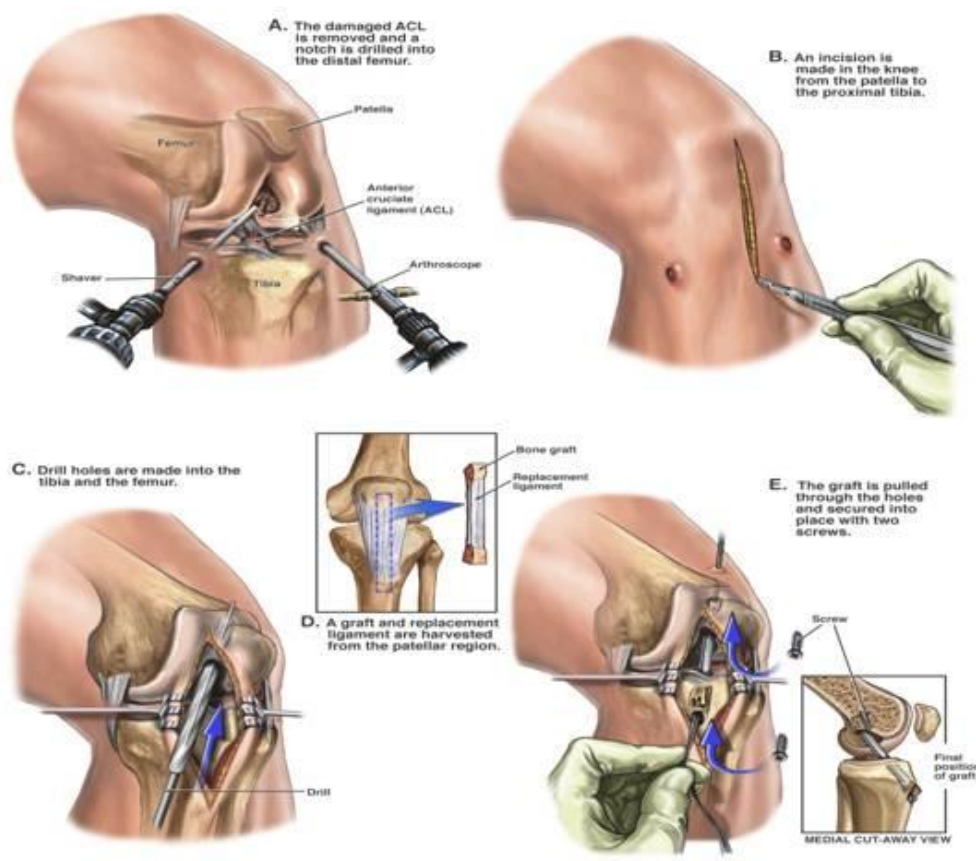
taa polvinivelen eturistisidevammalle (Valtonen 2005). Viime aikoina kiinnostus ACL-vammaa kohtaan on kasvanut ja on tehty useita tutkimuksia, joiden mukaan eturistisidevamma altistaa myöhemmin polven nivelrikolle. Huolimatta leikkaushoidosta suurentunut riski polven nivelrikkoon on olemassa. (Georgoulis 2010, 120.)

Mikäli eturistisidevammaa ei hoideta rekonstruktioilla, se aiheuttaa nivelelle epävakautta ja polven ”alta menoa”, mikä häiritsee polviniveltä sitä paljon kuormitettaessa. Polven toistuva rasittaminen tässä tilanteessa saattaa myös vaurioittaa nivelen muita rakenteita, muun muassa nivelkierukoita tai rustoja sekä aiheuttaa löysyyttä nivelkapselissa. Pahimmassa tapauksessa eturistisiteen repeämä hankaloittaa päivittäisiä toimintoja. (Kallio 2010.)

3.2 ACL-rekonstruktio

Eturistisidevammaa epäiltäessä tulee polvinivel tutkia huolellisesti. Eturistisiteen stabiliteettia tutkittaessa voidaan käyttää Lachmannin koetta, vetolaatikko- ja pivot shift -testiä. (Kallio 2010.) Jos arvioinnin perusteella todetaan polven eturistisiteen repeämä, suoritetaan liikunnallisesti aktiivisilla henkilöillä ACL-rekonstruktio (Kuva 6). Leikkaus suoritetaan artroskooppisesti (tähystysleikkauksella) ottamalla jännesiirre joko potilaan omasta kudoksesta tai allograftisiirteestä. (Roberts 2010, 203.) Nykyisten tutkimusten mukaan eturistisiteen korjausleikkauksella voidaan vaikuttaa ainoastaan polvinivelen stabiliteettiin ja epävakauteen, ei niinkään rustovaurioiden ehkäisemiseen (Kallio 2010).

Polven eturistisiteen rekonstruktiossa käytetään monia eri leikkaustekniikoita. Leikkaustekniikoiden käytöstä ja leikkauksessa käytettävistä materiaaleista ei ole täysin selkeää yhteisymmärrystä. Teoriassa erityyppiset materiaalit ja tekniikat toimivat hyvin ja lopputuloksena saadaan korjattu ristiside, joka on yhtä tukeva kuin alkuperäinen, joissakin tapauksissa jopa tukevampi. Kuitenkin siirteen valitseminen polvi- tai reisijänteestä saattaa olla tuloksen kannalta oleellinen valinta, mikäli potilas on vankkarakenteinen urheilija. Tällöin takareiden jänteet eivät aina riitä polven kuormituksen vaatimuksiin. (Kallio 2010.)



Kuva 6. ACL-rekonstruktio (Fares Haddad, Consultant Orthopaedic Surgeon, 2006)

Tavallisimmin polven ristsiteen varaosina käytetään potilaan omasta vammautuneesta raajasta otettuja siirteitä. Siirteitä voidaan mahdollisesti ottaa reisijänteestä, (semi-tendinosus-jänteestä, gracilis-jänteestä tai quadriceps-jänteestä luupalan kanssa) tai polvilumpion jänteen kolmanneksesta kahden luupalan kera. Joissakin tapauksissa myös kuolleilta otettuja siirteitä on mahdollista käyttää. Vainajalta saatavat varaosat on melko helppo valita tarpeeksi tukeviksi ottaen huomioon myös siirteen heikentyminen puhdistuskäsittelyn jälkeen, tosin näiden varaosien saanti on Suomessa varsin rajallinen (Kallio 2010).

Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana patellajännesiirre on noussut yleisimmäksi käytetyistä siirrevaihtoehdoista. Lyhyen aikavälin tutkimuksissa on todettu, että patellajännesiirteellä on saavutettu tyydytettävä polvinivelen stabiliteetti, mutta tällöin polvinivelen optimaalinen ojennusmekanismi on usein jäänyt vajavaiseksi. Toisaalta, hamstring-siirrettä käytettäessä polvinivelen stabiliteetti saattaa olla jopa huonompi kuin patellajännesiirrettä käytettäessä. Samoin mahdollisuus palata vammaa edeltävälle aktiivisuustasolle on pienempi. Kuitenkin on havaittu postoperatiivisten ongel-

mien, kuten nivelen liikerajoitteen, polvinivelen kiputilan ja siirteen toimintahäiriöden, vähentyminen verrattuna patellajännesiirteeseen. (Keays ym. 2007, 729-730.)

Leikkaustulokset ovat yleensä hyviä eturistisidevammojen osalta. Potilaista suurin osa pystyy palaamaan vanhaan urheiluharrastukseensa. Jos eturistisiteen repeäminen tapahtuu leikkauksen jälkeen toistuvasti, tulee miettiä onko tarpeellista suorittaa jokin muu operaatio polven muiden rakenteiden löysyyden vuoksi. Tällöin myös polven liiallista kuormitusta tulee välttää. (Kallio 2010.)

3.3 ACL-rekonstruktion jälkeinen paraneminen ja kuntoutus

Eturistisideleikkauksella ja sitä seuraavalla kuntoutuksella pyritään palauttamaan polvinivelen normaali toiminta ja staattinen sekä dynaaminen tukevuus. Rekonstruktion jälkeisestä alaraajan vajaakäytöstä aiheutuvien surkastuneiden lihasten vahvistaminen on edellytys aikaisemman toiminnallisuuden saavuttamiseksi. Kuntoutumisen alkuvaiheessa on tärkeää antaa siirteen kasvaa rauhassa luukanaviinsa. Tämä prosessi kestää yleensä 6-12 viikkoa leikkauksesta. (Kallio 2010.)

Polven eturistisiteen siirteen paranemisprosessin seuranta on haastavaa ja sen vuoksi sitä ei ole vielä täysin ymmärretty. Paranemisprosessi on kuitenkin jaoteltu kudoksen paranemiselle ominaisiin kolmeen peräkkäiseen vaiheeseen: inflammaatiovaihe (0-48/72 tuntia), proliferaatiovaihe (48/72 tunnista kuuteen viikkoon asti) ja maturaatiovaihe (kuudesta viikosta 12 kuukauteen saakka). Noin vuoden kuluttua operaatiosta siirteen rakenne ja vetolujuus ovat miltei normaalilla tasolla. (Peltokangas & Pylkkänen 2007, 18-19.)

Polven eturistisidesiirre on vahvimmillaan heti leikkauksen jälkeen, mutta siirre menee kuolioon sen oman verenkierron puuttumisen vuoksi ja tämän takia heikentyy. Noin 8-10 viikkoa operaatiosta siirteen verenkierto alkaa normalisoitua ja palautuu lähes normaaliksi 16 viikon kohdalla. Polviniveleen kohdistuva liike helpottaa sidekudoksen uudelleenjärjestymistä. Turhan raskas kuormitus saattaa kuitenkin vahingoittaa haavoittuvaa kudosta. Maturaatiovaiheen aikana eturistisidesiirre vahvistuu ja

noin vuoden päästä korjausleikkauksesta se alkaa muistuttaa ligamenttikudosta. (Peltoakangas & Pylkkänen 2007, 19.)

Leikkauksen jälkeen polvinivelen mobilisointi ja reisilihasten jännittäminen aloitetaan välittömästi. Kehon painon täysvaraus on luvallista heti ja kyynärsauvoja voi käyttää kivun mukaan alkuvaiheessa ainoastaan 1-2 viikon ajan. Polven liikelaajuuden salliessa voi polkea kuntopyörää pienellä vastuksella. Noin kolmen viikon kohdalla kuntoutuja voi aloittaa vesijuoksun ja vasta kolmen kuukauden kohdalla on mahdollista juosta. Lihaksia pyritään vahvistamaan monipuolisesti rauhallisilla ja suoraviivaisilla liikkeillä vaihteittain kuormitusta lisäämällä. Vasta noin puolen vuoden päästä operaatiosta voidaan harkita paluuta rankasti kuormittavan urheilun pariin. Kuntoutuksella ja harjoittelulla pyritään saavuttamaan reisilihasten voimistuminen tervettä alaraajaa vastaavaksi vuoden kuluttua leikkauksesta. (Kallio 2010.)

4 ACL-VAMMAN VAIKUTUS VOIMANTUOTTOON, KÄVELYYN JA TASAPAINOON

4.1 ACL-vamman ja rekonstruktion vaikutus voimantuottoon

Eturistisidevamma ja sitä seuraava leikkaus ei aiheuta täyttä immobilisaatiota, mutta heikentää huomattavasti polvinivelen fyysistä aktiivisuutta ja altistaa atrofialle. Herkimmät lihakset atrofialle ovat polvea ympäröivät asentoa ylläpitävät lihakset (kts. s. 8-10). Quadriceps-lihaksista m. vastus lateralis, m. vastus intermedialis ja m. vastus medialis ovat vastuussa polvinivelen ojentamisesta ja stabilisoinnista, joten ne ovat tämän vuoksi myös alttiimpia atrofialle immobilisaatiossa. Jo melko lyhytaikainen painon varaamattomuus vammautuneelle alaraajalle heikentää huomattavasti alaraajan neuromuskulaarista aktiviteettia. (Valtonen 2005, 33.) Tämän vuoksi nykykäsityksen mukaan pyritään painoa varaamaan jalalle heti leikkauksen jälkeen kivun sallimissa rajoissa mikäli mahdollista (Kallio 2010). Vammautuneen alaraajan reisilihaksen ympärystymä on merkittävästi pienempi verrattuna terveeseen jalkaan, jo ennen leikkausta ja myös sen jälkeen. On todettu, että vielä vuodenkin jälkeen leikka-

uksesta reiden ympäröimissä voi olla 3 % vajavuus verrattuna terveeseen jalkaan. (Valtonen 2005.)

Kuuden kuukauden jälkeen rekonstruktiossa, jossa käytettiin patellajännessiirrettä, on havaittu huomattavaa nelipäisen reisilihaksen heikkoutta. Käytettäessä patellajännessiirrettä nelipäisen reisilihaksen maksimivoima verrattuna terveeseen alaraajaan oli tutkimuksen mukaan 72 %, kun taas hamstring-siirrettä käytettäessä tulos oli 88%. (Keays 2007, 730.) Kahden vuoden kuluttua ACL-rekonstruktiossa, jossa käytettiin patellajännessiirrettä, quadriceps-lihaksen voiman on todettu palautuvan keskimäärin 90 % suhteessa leikkaamattomaan alaraajaan (Kobayashi ym. 2003).

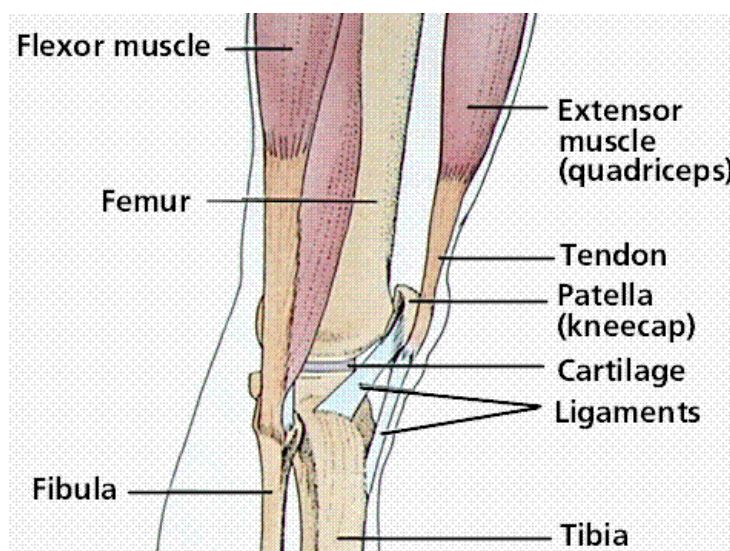
Trauman johdosta polvinivelen kapselinsisäinen turvotus heikentää VMO:n toimintaa ja antaa täten vastavaikuttaja m. vastus lateraliselle yliotteen. Tästä johtuen syntyy polvilumpion linjauksen häiriö lateraaliseen suuntaan. (Ahonen ym. 1998, 301-302.) Vastuslihasten heikkous trauman tai kuluman johdosta aiheuttaa epänormaalia patellan liikettä ja nivelen stabiliteettia (Agur ym. 2009, 375).

Tutkimuksen mukaan on huomattu selkeää hamstring-lihasten heikkous käytettäessä hamstring-siirrettä ACL-rekonstruktiossa, kun leikkauksesta on kulunut kolme vuotta. (Ageberg ym. 2008.) Tutkimuksen mukaan kuuden kuukauden kuluttua rekonstruktiossa käytettäessä patellajännessiirrettä takareiden lihasten maksimaalinen voimantuotto verrattuna terveeseen alaraajaan oli 95 %, kun taas hamstring-siirrettä käytettäessä tulos oli 90 % (Keays 2007, 730).

Hamstring ja quadriceps lihasten voimasuhteita (HQ-suhde) on tutkittu enenevästi vuodesta 1967. Tutkijat eivät ole päässeet yhteisymmärrykseen HQ-suhteen optimisista. Kuitenkin tutkimukset isometrisistä voimasuhteista ovat osoittaneet, että normaali HQ-suhde vaihtelee 30 %:sta 80 %:iin ja HQ-suhteen optimaalinen arvo olisi 50 % ja 80 % välillä. Kannuksen tutkimuksen johtopäätös oli, että yksilöt joiden HQ-suhde oli optimaalinen 50 % - 80 % palautuivat paremmin ACL-vammasta, kuin yksilöt joiden HQ-suhde ei vastannut optimaalista suhdetta. (Kannus 1988, 961.) Lin ym. tutkimuksen lähtökohtana käytettiin tietoa, että HQ-suhteen kasvattaminen lyhyellä aikavälillä kehittää ACL-vamman jälkeisen polvinivelen toiminnallista kykyä. Tut-

kimuksessa todettiin, että HQ-suhde on vahvasti sidoksissa ACL-vammasta toipumiseen. (Li ym. 1996.)

Hiemstran ym. tutkimuksessa perehdyttiin arvioimaan agonisti-antagonisti-lihasryhmän (Kuva 7) toimintaa (HQ-suhdetta) ja sen vaikutusta muun muassa polvinivelen liikerataan, sekä lihassupistuksen tuottamiseen ACL-rekonstruktoiduilla yksilöillä verrattuna terveeseen verrokkiryhmään. Tutkimuksessa havaittiin tiettyjä epätasapainoja ACL-leikatuilla. Polvinivelen ollessa fleksoitunut suuressa kulmassa, pieni HQ-suhde heikensi hamstring-lihasen stabilisaatiota polvinivelessä koko liikeradan alueella täydestä fleksiosta ekstensioon. Polven nivelkulman ollessa eturistiteelle rasittavimmassa kulmassa (lähes täydessä ekstensiossa), hamstring-lihakset pyrkivät stabiloimaan polviniveltä entisestään. (Hiemstra ym. 2004.)



Kuva 7. Agonisti-antagonisti-lihasryhmä. (Keywordpicture)

4.2 Kävely ja ACL-vamma

4.2.1 Kävelyn vaiheet

Kävely koostuu peräkkäisistä askelsykleistä. Askelsykli kuvaa aikaväliä ja liikevaihteita, jotka ilmenevät saman jalan kahden peräkkäisen kontaktin välillä. Esimerkiksi, kun kantaisku on yksittäinen kontakti, kävelysykli kyseiselle jalalla on kantaiskusta seuraavaan saman jalan kantaiskuun. Askelsykli on siis kuvaus niistä toiminnoista,

jotka tapahtuvat yhdessä jalassa. Samat vaiheet toistuvat vuorotahtiin myös toisessa jalassa. (Magee 2006, 847.)

Kävelysykli koostuu molempien jalkojen kahdesta päävaiheesta: tukivaiheesta, joka kattaa noin 60-65 % kävelysykylistä ja heilahdusvaiheesta, joka kattaa kävelysykylistä noin 35-40 %. Tämän lisäksi syklistä on kaksi kaksoistukivaihetta ja yksi yhden jalan tukivaihe. (Magee 2006, 847.)

Tukivaihe ilmenee jalan ollessa maassa ja kannattaessa kehon painoa. Se koostuu viidestä tapahtumasta: kantaisku, kuormitusvaste, keskitukivaihe, myöhäinen tukivaihe (kannan kohotus) ja varvastyöntö. (Magee 2006, 849.) Kantauskussa toinen jalka vastaanottaa kehon painoa ja omaksuu yksittäisen kontaktin. Samalla vastakkainen jalka irtoaa alustasta. Koska molemmat jalat ovat tällöin kontaktissa alustaan, on kyse kaksoitukivaiheesta. Kuormituksen vastaanotossa ja keskitukivaiheessa kehon paino on ainoastaan yhden jalan varassa, jolloin toinen jalka on heilahdusvaiheessa. Tällöin kyse on siis yhden jalan tukivaiheesta. Myöhäisessä tukivaiheessa ja varvastyönnössä tapahtuu painonsiirto vastakkaiselle jalalle ja varvastyönnön tehnyt jalka valmistautuu heilahdusvaiheeseen. Tällöin molemmat jalat ovat taas kontaktissa alustaan, joten kyseessä on toinen kaksoistukivaihe. (Magee 2006, 849.)

Heilahdusvaiheessa jalka ei kannata kehon painoa ja liikkuu ilmassa eteenpäin. Heilahdusvaihe koostuu kolmesta tapahtumasta: alkuheilahdus (kiihdytys), keskiheilahdus ja loppuheilahdus (hidastus). (Magee 2006, 849.) Alkuheilahduksessa jalka nousee alustasta. Tällöin tapahtuu polven nopea koukistuminen ja nilkan dorsifleksio, joka sallii kiihdytyksen ja jalan heilahduksen eteenpäin. Keskiheilahduksessa jalka kulkee painoa kannattavan jalan vierestä. Tällöin painoa kannattava jalka on keskitukivaiheessa. Loppuheilahduksessa heilahtava jalka hidastuu ja valmistautuu ottamaan vastaan kontaktin alustaan. Normaalisessa kävelyssä vaaditaan aktiivinen nelipäisen reisilihaksen ja hamstring-lihasten aktivaatio. Tällöin nelipäinen reisilihas kontrolloi polven ojennusta ja hamstring-lihakset kontrolloivat lonkan koukistusta. (Magee 2006, 849.)

4.2.2 ACL-vamman vaikutus kävelyyn

Leikkauksen jälkeen huonosti kuntoutunut eturistisidevamma saattaa jättää polveen ojennusvajauksen, joka vaikuttaa epäsuotuisasti yksilön kävelyyn ja liikkumiseen. Jos polvinivelessä ilmenee ojennusvajausta, se aiheuttaa jatkuvan liiallisen jännityksen nelipäiseen reisilihakseen ja täten lisää painetta patello-femoraalinivelessä. Polven ollessa koukussa lantio rotatoituu posteriorisesti ja näin ollen aiheuttaa lannerangan lordoosin vähentymistä. Yksinkertaisesti pystyasennossa polven ojennusvajausta voi pienentää tai poistaa lannerangasta tärkeän joustoa tuottavan elementin, lannerangan lordoosin. (Ahonen ym. 1998, 372.)

Polven ojennusvajausta heijastuu herkästi myös nilkan toimintaan. Ojennusvajausta saattaa aiheuttaa heikentyneen kantaiskun kävelyssä. Ojennusvajauksen johdosta nilkka pyrkii kuitenkin fleksoitumaan enemmän, jotta kunnollinen kantaisku olisi mahdollinen. Poiketen siis normaalista nilkan neutraalista asennosta ylempi nilkanivel on enemmän dorsifleksiossa, minkä seurauksena m. soleuksen toiminta kohoaa ja tätä kautta voi aiheuttaa ylimääräistä kuormitusta ja kireyttä akillesjänteelle. (Ahonen ym. 1998, 372.) Polven ojennusvajausta aiheuttaa myös liian aikaisen kannan nousun (myöhäinen tukivaihe) leikatussa jalassa (Magee 2006, 866).

M. quadriceps femoris lihaksesta m. rectus femoris aktivoituu eniten kävelyssä esiheilahduksen ja alkuheilahduksen aikana ja toimii samalla lonkan koukistajana. Kävelyssä kyseisen lihaksen päätoiminen tehtävä onkin toimia lonkan koukistajana, ei niinkään polvea liikuttavana lihaksena. Polvinivelen ekstensio on täten vastuslihasten vastuulla. (Ahonen ym. 1998, 302.)

Devitan tutkimuksen mukaan eturistisideleikattujen kävelyssä käytetyt liikeketjut palautuvat normaaleiksi noin kuuden kuukauden jälkeen leikkauksesta. Välitön vaikutus rekonstruktion jälkeen oli kävelyssä havaittu noin kymmenen asteen fleksio jokaisessa alaraajan nivelessä (lonkka, polvi, nilkka), etenkin tukivaiheen aikana. Kuuden kuukauden kuntoutuksen jälkeen nivelien asennot olivat miltei normaalit verrattuna terveeseen vertailuryhmään. (Devita 1998, 1485.)

Huolimatta liikeratojen normalisoitumisesta voimasuhteet nivelissä palautuivat vain osittain. Voimasuhteet palautuivat kuntoutuksen myötä jonkin verran kyseessä olevissa nivelissä, lukuun ottamatta nilkkaniveltä, joka palautui täysin normaaliksi. Kolme viikkoa leikkauksen jälkeen havaittiin eturistisideleikattujen kävelyssä tuki-vaiheen aikana vain nelipäisen reisilihaksen aktivaatio, kun taas terveellä verrokki-ryhmällä lihasaktivaatio vaihtui nelipäisestä reisilihaksesta takareiden lihaksille keskikivaiheen aikana. Kuuden kuukauden kuntoutuksen jälkeen ACL-leikattujen lihasaktivaatiojärjestys normalisoitui etureisilihaksen ja takareisilihaksen väliseen vaihteluun, mutta nelipäisen reisilihaksen aktivaatiovoimakkuus oli heikompi alkutukivaiheessa (kantaiskussa) verrattuna terveeseen verrokkiryhmään. (Devita 1998, 1486.)

4.3 ACL-vamman vaikutus tasapainoon ja proprioseptiikkaan

ACL-vamman vaikutuksesta polviniveleen aiheutuu monia toiminnallisia muutoksia, jotka vaikuttavat muun muassa yksilön tasapainoon. ACL:n vastuulla on huolehtia polven stabiliteetista, joten sen vammautuminen johtaa epästabiiliin polviniveleen ja tätä kautta useisiin toiminnallisiin häiriöihin. ACL-vamman johdosta polvinivelessä ilmenee tibian anteroposteriorisen toiminnan ja anterolateraalisen rotaation epävakautta. Polvinivelen toiminnan häiriö on suoraan verrannollinen ACL-vamman vakavuudesta ja oheisvaurioista. Leikkaustoimenpiteellä, kuntoutuksella ja potilaan omalla motivaatiolla on vaikutusta polvinivelen toiminnan palautumiseen. (Valtonen 2005, 31.)

Polvinivelen proprioseptiikka antaa keskushermostolle tietoa nivelen liikkeistä ja asennosta. Tämä on tärkeää ajatellen lihaskontrollia, oikeaa aktivoitumisjärjestystä, sekä tasapainoa. Eturistisiteen tilavuudesta 1-2 % koostuu mekanoreseptoreista, jotka viestittävät proprioseptistä palautetta nivelen tilasta. Suurin osa eturistisiteen mekanoreseptoreista ovat vapaita hermopäätteitä, jotka sijaitsevat eturistisiteen kiinnityskohtien lähetyvillä. (Fremerey ym. 2000.) Eturistisiteen repeämä aiheuttaa polvinivelessä huomattavaa proprioseptistä häiriötä, sillä vaurion vuoksi polven mekanoreseptoreiden afferenteissa impulsseissa ja polven sensitiivisessä palautteessa ilmenee puutteita (Valtonen 2005). Koska polvinivelen proprioseptinen palaute on

häiriintynyt, subjektiivinen kokemus polven toiminnasta saattaa olla epäluotettava, eikä yksilö luota polven tukeen (pettämisen tunne polvessa) (Fremerey ym. 2000).

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSTEHTÄVÄT

Tutkimuksen lähtökohtana on selvittää ACL-leikattujen nelipäisen reisilihaksen ja hamstring-lihasten voiman palautumista ja sen vaikutusta kävelyyn ja tasapainoon. Perusteena tutkimukselle oli tieto siitä, että heikot quadriceps- ja hamstring-lihakset altistavat polven ongelmille ja yksilön tasapainovaikeuksille sekä saattavat aiheuttaa puolieroja kävelyssä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia yksittäisten ACL-leikattujen henkilöiden quadriceps- ja hamstring-lihasten voimaa ja niiden palautumista (leikkauksesta kulu-
nut noin 1 vuosi.) sekä tämän vaikutusta kävelyyn ja tasapainoon. Tarkoituksena oli kerätä tutkimusryhmä, joka on laajuudeltaan noin kuusi liikunnallisesti aktiivista henkilöä (kolme miestä ja kolme naista). Kustakin tutkimushenkilöstä tehtiin case-tyyppinen katsaus, joissa perehdyttiin jokaisen yksilön alaraajojen lihasvoiman, kävelyn ja tasapainon puolieroihin. Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimi Porin Lääkäritalo Oy ja yhteyshenkilönä fysioterapeutti Juha-Pekka Kallio.

Tutkimustehtävät:

1. Mikä on ACL-leikatun henkilön nelipäisen reisilihaksen ja hamstring-lihasten voima suhteessa leikkaamattomaan alaraajaan vuoden päästä leikkauksesta.
2. Miten yksittäisen henkilön nelipäisten reisilihasten voiman symmetrisyys/puolierot vaikuttavat kävelyyn.
3. Miten yksittäisen henkilön nelipäisten reisilihasten ja hamstring-lihasten voiman mahdolliset puolierot vaikuttavat tasapainoon.

6 TOTEUTUS

6.1 Tutkimushenkilöiden valinta

Opinnäytetyön tutkimushenkilöiksi valittiin kuusi ACL-rekonstruktion läpikäynyttä henkilöä, kolme miestä ja kolme naista. Kaikki yksilöt saatiin yhteistyökumppanin, Lääkäritalo Oy:n, asiakasrekisteristä. Henkilöiden etsiminen ja valinta toteutui fysioterapeutti Juha-Pekka Kallion avustuksella. Tarkoituksena oli löytää nuoria liikunnallisesti aktiivisia ACL-potilaita, joilla rekonstruktiosta oli kulunut vähintään yksi vuosi. Tähän päädyttiin, sillä polvinivelen toiminnan pitäisi olla palautunut lähes samalle tasolle leikkaamattoman alaraajan kanssa vuoden jälkeen operaatiosta. ACL-rekonstruktiossa käytetyn siirteen ottokohta huomioitiin haastattelulomakkeessa, mutta sitä ei käytetty valintakriteerinä tutkimushenkilöitä valittaessa, sillä oli jo sinänsä haastavaa löytää riittävästi sopivia yksilöitä tutkimukseen. Tämän vuoksi tutkimuksessa jouduttiin osalla asiakkaista joustamaan myös rekonstruktiosta kulu- neen ajan suhteen.

6.2 Tutkimushenkilöt

Tutkimushenkilöistä laadittiin esitietolomakkeiden perusteella taulukko, josta ilmenee henkilöiden perustiedot operoidusta alaraajasta ja liikunnallisesta aktiivisuudesta.

Taulukko 1. Tutkimushenkilöiden tiedot

Tutkimus- henkilö	Suku- puoli	Operoitu alaraaja	Leikkaus- ajankohta	Vamman ajan- kohta	Leikkaus- tekniikka, mistä siirre	Liikunnallinen aktiivisuus
Henkilö 1	mies	vasen	5/2010	2/2010	patellajänne- siirre	3-4 krt/vko, kun- tosali, lenkkeily
Henkilö 2	mies	vasen	9/2008	10/2008	hamstring- siirre, (semi- tendinosus)	3-4 krt/vko, kun- tosali
Henkilö 3	mies	oikea	3/2010	1/2010	patellajänne- siirre	2 krt/vko, jalka- pallo
Henkilö 4	nainen	oikea	8/2005	6/2005	patellajänne- siirre	4 krt/vko, jalka- pallo
Henkilö 5	nainen	oikea	6/2010	6/2004	patellajänne- siirre	2-3 krt/vko, rul- laluistelu, uinti
Henkilö 6	nainen	oikea	2/2010	1/2010	patellajänne- siirre	3 krt/vko, lenk- keily

6.3 Kutsujen laatiminen

Valituille tutkimushenkilöille laadittiin kutsukirje (Liite 1) yhdistettynä kyselylomakkeeseen (Liite 2). Kutsukirje sisälsi opinnäytetyöntekijöiden esittelyn, kutsun testaustilaisuuteen, sekä selvityksen tutkimuksen tarkoituksesta. Kutsukirjeessä mainittiin lisäksi testausmenetelmät ja ohjeet testauspäivälle, unohtamatta yhteistyökumppania. Kutsukirjeet lähetettiin tutkimushenkilöille Porin Lääkäritalon toimesta.

Kyselylomakkeella selvitettiin esitiedot henkilöistä (Taulukko 1 ja Liite 2), taustaa harjoittelusta sekä subjektiiviset kokemukset kuntoutumisesta ja polven nykyisestä tilasta.

6.4 Testaustilanne

Testaustilanne pidettiin Porin Lääkäritalolla. Tutkimushenkilöt oli kutsuttu paikalle portaittain omalla ajallaan. Pilottitestauksen perusteella jokaista asiakasta kohden varattiin tunti aikaa testaamista varten. Tutkimushenkilöt oli jaettu kolmelle eri päivälle. Testaustilanteessa oli kaksi tutkijaa, joista toinen toimi asiakkaan ohjaajana sekä valvojana ja toinen kirjasi asiakkaan tiedot ja testaustulokset sekä huolehti tietotekniikasta.

Testaustilanne eteni etukäteen suunnitellussa järjestyksessä. Tilanne alkoi asiakkaan vastaanottamisesta, jota seurasi lyhyt haastattelu ja kyselylomakkeen läpikäynti. Samalla testaushenkilö aloitti alkulämmittelyn joko soutilaitteella, kuntopyörällä tai reisipenkillä. Lämmittelylle varattiin aikaa noin 5-10 minuuttia. Lämmittelyn jälkeen aloitettiin etu- ja takareisien isometrinen tahdonalainen maksimivoimamittaus HUR-lihasvoimatestaustilaitteella (laitteen omistaja Lääkäritalo Oy, saatavuus HUR Labs Oy). Lihasvoimatestausten jälkeen suoritettiin kävelyanalyysi GAITRite-kävelyanalyysimatolla (laitteen omistaja SAMK, Sotepo, saatavuus CIR Systems, Inc.). Viimeisenä suoritettiin tasapainotesti sovelletulla Y-SEBT-tasapainotestillä (Star Excursion Balance Test). Kunkin itsenäisen suorituksen välissä testattavalle annettiin aikaa palautua noin yksi minuutti. Testeistä annettiin testihenkilölle välitön palaute jokaisen yksittäisen testiosion välissä.

6.4.1 Etu- ja takareisien maksimivoimamittaus

Etu- ja takareisien isometrinen maksimivoimamittaus (Kuva 8 ja 9) suoritettiin reisipenkillä (HUR-lihasvoimatestauslaitteella). HUR-laitteeseen kiinnitettiin kiinteä ja joustamaton anturi, joka mittasi isometrisen maksimaalisen lihasjännityksen ja välitti datan tietokoneohjelmalle (HUR Labs Performance). Ennen virallisen testin toteuttamista asiakas sai tutustua reisipenkkiin, ja laitteeseen tehtiin tarvittavat säädöt, muun muassa penkin selkänojan ja nilkkatuen asettaminen sopivalle kohdalle. Asiakkaan tiedot kirjattiin ennen suoritusta tietokoneohjelmalle (pituus, paino, ikä). Tämän jälkeen suoritettiin yksi harjoituskerta, jotta testattava saisi käsityksen suorituksen luonteesta. Harjoituskerran jälkeen aloitettiin virallinen testaus. Tutkimushenkilö suoritti molemmilla jaloilla kaksi nelipäisen reisilihaksen ja kaksi hamstring-lihasten maksimaalista isometristä lihasjännitystä. HUR Labs Performance -ohjelma salli vain kaksi yrityskertaa jokaista testiosuutta kohden. Nivelkulma oli suorituksessa vakio 135 astetta ekstensiosuuntaan ja 35 astetta fleksiosuuntaan. Testi aloitettiin terveellä jalalla ja suoritukset tehtiin jalka kerrallaan. Itse suoritus oli noin 2-3 sekunnin räjähtävä maksimaalinen isometrinen jännitys. Jokaisen maksimaalisen jännityksen jälkeen asiakkaalla oli noin 60 sekuntia palautumisaikaa ennen seuraavaa yritystä.



Kuva 8. Etureiden maksimivoimamittaus



Kuva 9. Takareiden maksimivoimamittaus

Suorituksen jälkeen tietokoneohjelma antoi maksimivoimamittauksen tulokset newtonmetreinä (Nm) ja kilogrammoina (kg). Opinnäytetyössä käytettiin kilogrammoja tuloksien tarkastelussa. Tämän lisäksi ohjelma ilmoitti molempien alaraajojen puolierojen suhteet ja agonisti-antagonisti-lihasten suhteet (HQ-suhde) prosentteina.

6.4.2 GAITRite-kävelyanalyysi

GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmä on ohjelma, jolla pystyttiin analysoimaan kävelyn eri muuttujia ja kävelyä kokonaisuudessaan. Kävelymatto sisälsi kuusi erillistä anturikenttää, jotka analysoivat askeleet ja välittivät datan tietokoneohjelmalle. Matossa olevat anturit aktivoituivat kävelyn aikana jalkojen synnyttämästä paineesta ja täten huomioivat etäisyydet eri aktivoitumisajankohtien välillä. Tämän lisäksi matto laski askeleen suhteellisen paineen jakautumisen. Tietokoneohjelman avulla pystyttiin tarkastelemaan erilaisia kävelyn muuttujia. (Orajärvi.)

Ennen testiä testihenkilön tiedot kirjattiin ylös (ikä, pituus, paino ja alaraajojen pituus) GAITRite-tietokantaan. Tämän jälkeen testattava suoritti kolme kävelyä matol-

la ilman kenkiä. Testattavat aloittivat kävelyn noin kaksi metriä ennen mattoa ja jatkoivat kävelyä maton loppumisen jälkeen noin kaksi metriä, jotta kävelyvauhti pysyi suorituksen aikana vakiona. Kävely suoritettiin matolla vain yhteen suuntaan ja jokainen suoritus alkoi samasta suunnasta. Kunkin suorituksen jälkeen tulokset tarkastettiin ja tallennettiin ohjelmalla. Tarvittaessa vajaaksi jääneet askeleet poistettiin ennen tallennusta ja virheelliset suoritukset uusittiin. Kävelysuoritusten jälkeen testattavalle näytettiin tietokoneelta analyysi, tulokset kävelystä ja sen yksittäisistä vaiheista.

GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmällä pystyttiin arvioimaan ja vertailemaan muun muassa kävelyn yksittäisen askeleen painonjakautumista, askelpituutta, askelnopeutta, tukivaiheen kestoa ja mahdollisia alaraajojen puolieroja kävellessä. Puolierojen havainnointi oli olennaista tässä tutkimuksessa, ja niiden avulla pyrittiin selvittämään ACL-rekonstruktion ja sitä seuranneen mahdollisen lihasvoiman heikentymisen vaikutusta kävelyyn. Kävelyssä tarkasteltiin erityisesti painonjakautumista askeleella ja yksittäisen jalan tukivaiheen kestoa, sillä näistä tekijöistä ilmeni suurimmat puolierot jalkojen välillä.



Kuva 10 ja 11. GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmä

6.4.3 Y-SEBT-tasapainotesti

Testaustilaisuuden viimeinen osio oli virallisesta SEBT-testistä (The Star Excursion Balance Test) sovellettu Y-SEBT-tasapainotesti, jossa tutkimushenkilö kurotti vuorotellen yhdellä jalalla tiettyyn suuntaan mahdollisimman pitkälle ja palautti jalan hallitusti takaisin lähtökohtaan. Tällöin toinen alaraaja toimi tukijalkana.

Alkuperäinen SEBT-testi on edullinen ja nopeasti suoritettavissa oleva tasapainotesti, jossa on todettu olevan hyvä reliabiliteetti. Testin suorittaminen vaatii nilkan stabiiliiteetin hallinnan lisäksi neuromuskulaarisia ominaisuuksia, kuten alaraajojen koordinaatiota, liikkuvuutta ja voimaa. Tämän lisäksi jokainen kurotussuunta aktivoi lihaksia eri tavoin. (Plisky 2006, 912.) SEBT-testiä käytetään dynaamisen tasapainon kartoittamiseen erityisesti urheilijoilla, jotka kuntoutuvat saamastaan alaraajavammasta. (Kaukola & Kauppinen 2010, 9-10).

Virallisessa SEBT-testissä kurotettavia sakaroita on kahdeksan, joihin merkitään etäisyys senttimetrein. Y-SEBT-tasapainotesti poikkeaa alkuperäisestä SEBT-testissä kurotussuuntien määrällä, sillä Y-SEBT-testissä suuntia on kahdeksan sijaan kolme: anteriorinen, posterolateraalinen ja posteromediaalinen (Kuvat 12, 13, 14). Kyseiset suunnat valittiin Pliskyn tutkimuksen mukaan sillä perusteella, että ne osoittautuivat tärkeimmiksi tarkasteltaessa tasapainon lisäksi eroa loukkaantuneen ja terveen alaraajan lihasvoimassa, liikkuvuudessa ja koordinaatiossa. Tämän lisäksi jokainen kurotussuunta aktivoi alaraajan lihaksia eri tavoin. Anteriorinen kurotussuunta aktivoi eniten vastus medialista ja vastus lateralista. Posterolateraaliossa kurotuksessa biceps femoris (osa hamstring-lihaksia) ja tibialis anterior ovat aktiivisimmat. Tibialis anterior on aktiivisin posteromediaalisessa kurotussuunnassa. Pliskyn tutkimuksen mukaan henkilöt, joilla on kurotuspituudessa yli 4 cm puoliero, ovat huomattavasti alttiimpia alaraajaloukkaantumisille. (Plisky 2006, 915.)

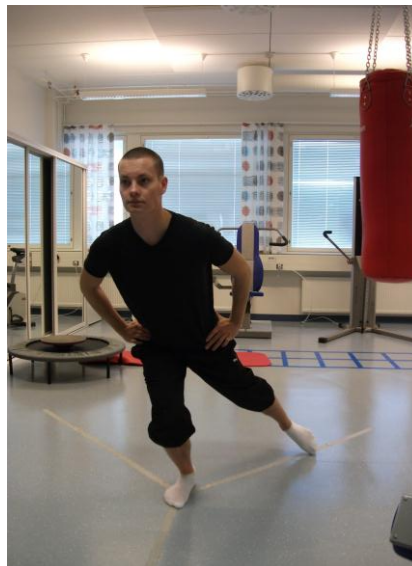
Testi suoritettiin ilman kenkiä. Tukijalan keskikohta asetettiin sakaroiden risteyskohtaan varpaat osoittaen anterioriseen suuntaan. Testin aikana henkilö ei saanut ottaa mitään ulkoista tukea lukuun ottamatta tukijalkaa. Kurotussuuntia oli molemmilla jaloilla edellä mainitut kolme (anteriorinen, posterolateraalinen ja posteromediaalinen suunta). Kurottaessa tukijalan tuli pysyä kokonaan lattiassa eikä kurottava jalka saanut hipaistessa tukeutua maahan. Ennen virallista toteutusta henkilö sai harjoitella jokaista suuntaa kerran. Ennen suoritusta tutkittavalta henkilöltä mitattiin molempien alaraajojen pituudet trochanter majorista lateraalisen malleolin kautta lattiaan.

Itse toteutuksessa tutkittava suoritti kuroituksen jokaiseen suuntaan kahdesti molemmilla jaloilla ja tulokset kirjattiin ylös. Suoritusten välissä oli minuutti aikaa palautua ja valmistautua seuraavaan kurotukseen. Suoritus peruttiin ja uusittiin, jos tutkittava

(1) horjahti pois tukijalan tasapainosta, (2) nosti tai liikutti tukijalkaa paikaltaan, (3) kosketti tukeutuen lattiaan kurottavalla jalalla tai (4) epäonnistui palauttamaan kurottavan jalan alkuasentoon (Plisky 2006, 912).



Kuva 12. Anteriorinen suunta



Kuva 13. Posterolateraalinen suunta



Kuva 14. Posteromediaalinen suunta

Tuloksiin merkittiin jokaisen kuroituksen etäisyys senttimetrein ja saatu etäisyys suhteutettiin alaraajan pituuteen, jotta tulokset olisivat keskenään vertailukelpoisia. Suhteellinen kurotuspituus laskettiin jakamalla jalan kurotuspitoisuus (cm) alaraajan pituudella (cm) ja kerrottuna sadalla. Näin tulokseksi saatiin kuroituksen prosentuaali-

nen suhde alaraajan pituudesta, jonka avulla voitiin arvioida alaraajojen puolierojen suuruutta. (Kaukola ym. 2010, s. 18-19.)

7 TULOKSET

7.1 Kyselylomakkeen tulokset

Kyselylomakkeiden vastaukset purettiin erikseen ja saatujen vastausten perusteella laadittiin yhteenveto kyselyn tuloksista. Suurimmat poikkeamat kuitenkin huomioitiin ja niistä raportoitiin erikseen.

Kysymys 1:

Oletko käynyt leikkauksen jälkeen fysioterapiassa, jos niin missä?

Kaikki testihenkilöt olivat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta käyneet fysioterapiassa kymmenen kertaa operaation jälkeen. Henkilö 3 ei ollut käynyt lainkaan fysioterapiassa leikkauksen jälkeen.

Kysymys 2:

Harjoittelun useus ja harjoitusliikkeet (liikkeet, toistot, painot ym.)?

Kaikki testihenkilöt olivat suorittaneet sanojensa mukaan kotiharjoitteita tunnollisesti. Aluksi päivittäin, mutta tilanteen parantuessa kotiharjoitteet jäivät vähemmälle. Henkilö 3:lla oli ilmennyt rustovaurioita leikkauksen jälkeen, joten hän oli jättänyt harjoitteet vähemmälle.

Suorittanut kotiharjoitteita ja vesijumppaa/-juoksua. Kun lenkkeily alkoi onnistua, kotiharjoitteet saaneet jäädä.

Kysymys 3:

Omat kokemukset kuntoutumisesta tähän hetkeen?

Yleisesti ottaen henkilöt kokivat kuntoutuksen edenneen hyvin ja polven palautuneen kohtuullisesti leikkauksesta. Poikkeuksena oli Henkilö 3, joka koki polven kuntoutuneen huonosti. Noin puolella henkilöistä oli ilmennyt rasisuskipua.

Muuten ok, mutta talvella polvi turposi kerran -> meni kuitenkin ohi muutamassa päivässä.

Polven nykyinen tila?

Yleisesti ottaen henkilöt olivat suhteellisen tyytyväisiä polven nykyiseen tilaan. Lähes jokaisella ilmeni kuitenkin vielä kovemman rasituksen jälkeen lievää kipuilua tai epävarmuutta. Poikkeuksena Henkilö 3, joka koki polven nykyisen tilan edelleen huonoksi.

Päivittäisessä elämisessä ei huomaa, mutta jos tulee ponnisteltua ym. niin se on vaikeampaa. Polvillan ollessa tuntuu ikävältä.

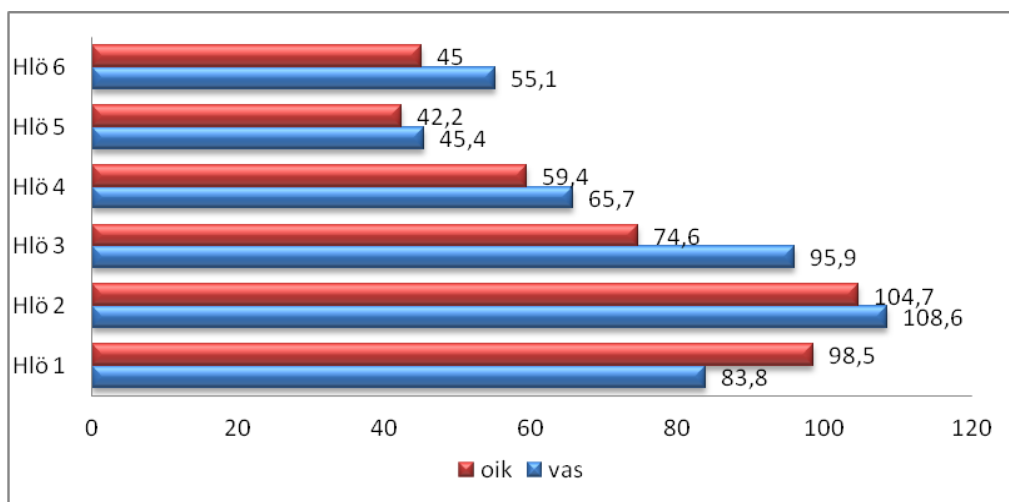
7.2 Etu- ja takareisien maksimivoimamittaus

Testaus henkilöiden maksimivoimamittauksen tulokset laadittiin yhteen taulukoksi ja kaavioiksi (Taulukko 2 & Kuvat 15 & 16). Taulukosta ilmenee jokaisen henkilön ekstensio- ja fleksiovoima kilogrammoina sekä HQ-suhde. Myös molempien alaraajojen ekstensiovoimien suhde ja fleksiovoimien suhde on havainnoitu prosenttein (Kuva 17 & 18). Ekstensio- ja fleksiovoimien välinen HQ-suhde (takareiden lihasvoiman suhde etureiden lihasvoimasta) on havainnoitu kaaviona ja luvut ilmoitettu prosentteina (Kuva 19).

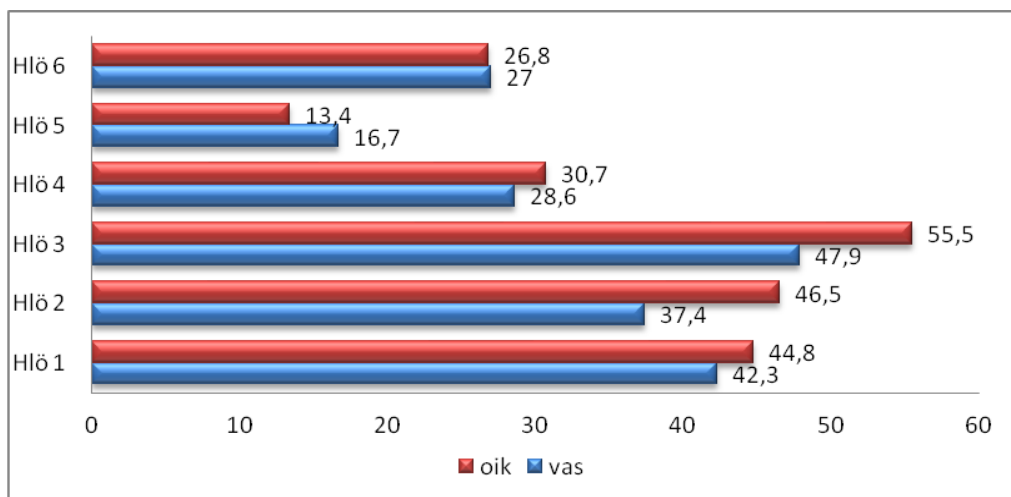
Taulukko 2. Etu- ja takareisien voimamittaustulokset suhteineen

	Ekstensio (kg)		Fleksio (kg)		HQ-suhde (%)		Ekstensiovoimien suhde (%)		Fleksiovoimien suhde (%)	
	vas	oik	vas	oik	vas	oik	vas	oik	vas	oik
Vas. jalka operoitu										
Hlö 1	83,8	98,5	42,3	44,8	51	45	85	100	95	100
Hlö 2	108,6	104,7	37,4	46,5	34	44	104	100	81	100
Oik. jalka operoitu										
Hlö 3	95,9	74,6	47,9	55,5	50	74	100	71	100	114
Hlö 4	65,7	59,4	28,6	30,7	43	52	100	89	100	107
Hlö 5	45,4	42,2	16,7	13,4	37	32	100	92	100	76
Hlö 6	55,1	45	27	26,8	49	59	100	77	100	99

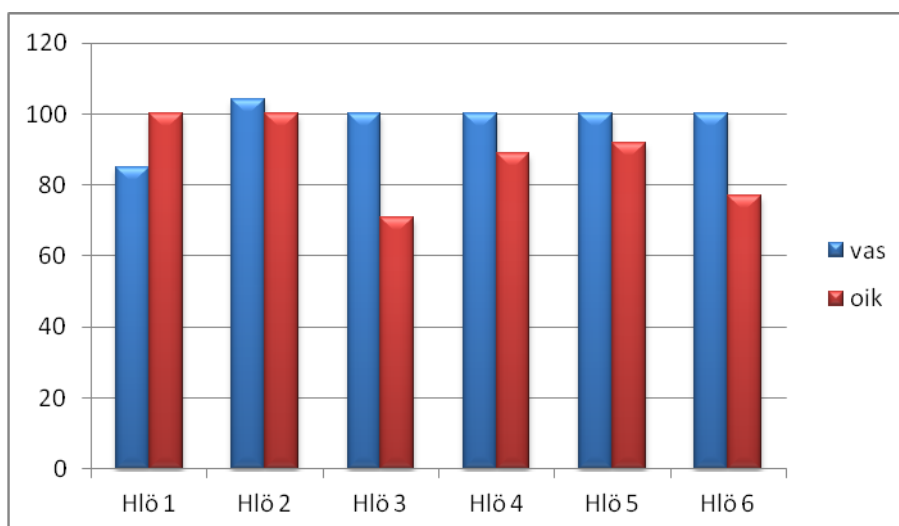
Taulukosta tarkasteltiin erityisesti jokaisen henkilön leikatun ja leikkaamattoman alaraajan voimasuhteiden eroja ja puolierojen suuruutta.



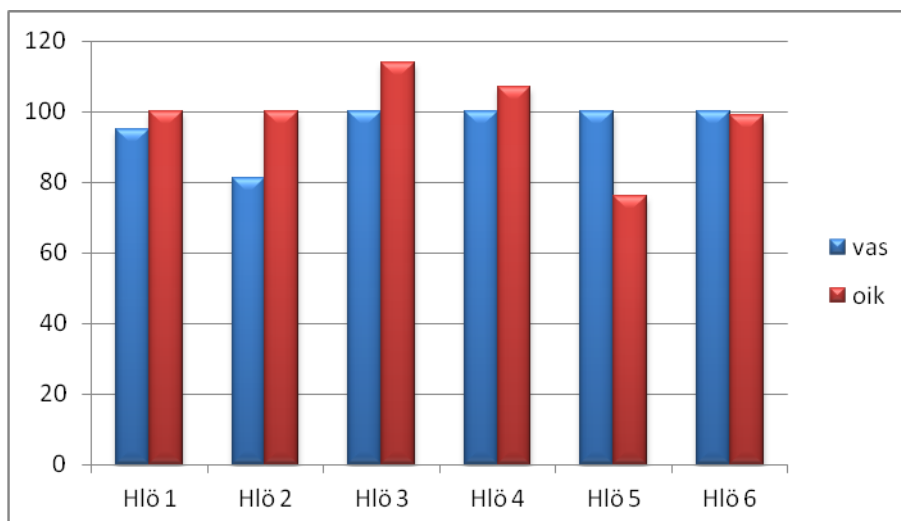
Kuva 15. Ekstensiovoimien maksimitulokset kilogrammoina. Henkilöt 1 ja 2 vasen alaraaja leikattu (sininen), henkilöt 3-6 oikea alaraaja leikattu (punainen).



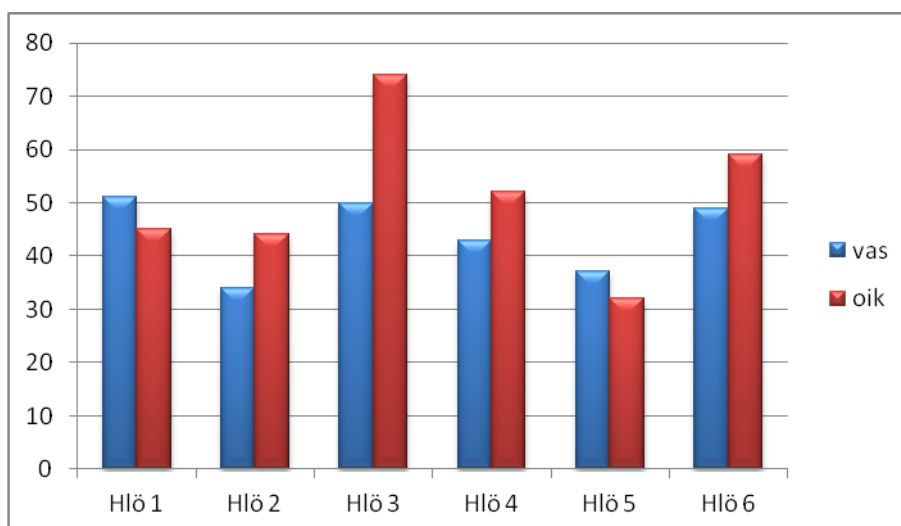
Kuva 16. Fleksiovoimien maksimitulokset kilogrammoina. Henkilöt 1 ja 2 vasen alaraaja leikattu (sininen), henkilöt 3-6 oikea alaraaja leikattu (punainen).



Kuva 17. Ekstensiovoimasuhteiden puolierot. Ekstensiivoimia tarkastellessa luku 100 (100 %) kuvaa leikkaamattoman alaraajan lihasvoimaa. Henkilöt 1 ja 2 vasen alaraaja leikattu (sininen), henkilöt 3-6 oikea alaraaja leikattu (punainen).



Kuva 18. Fleksiovoimasuhteiden puolierot. Fleksiovoimia tarkastellessa luku 100 (100 %) kuvaa leikkaamattoman alaraajan lihasvoimaa. Henkilöt 1 ja 2 vasen alaraaja leikattu (sininen), henkilöt 3-6 oikea alaraaja leikattu (punainen).

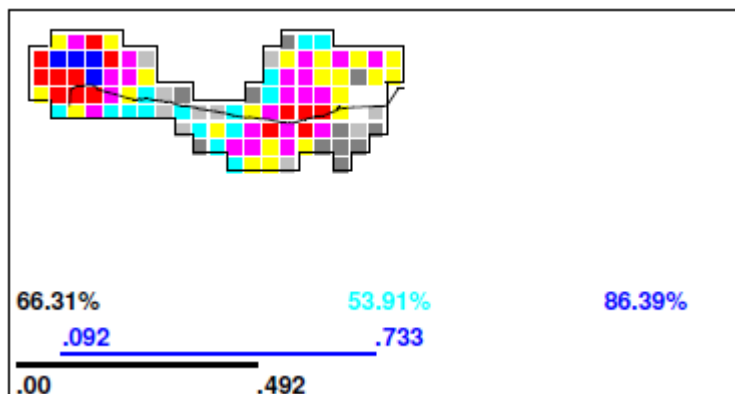


Kuva 19. Prosentuaalinen HQ-suhde. Henkilöt 1 ja 2 vasen alaraaja leikattu (sininen), henkilöt 3-6 oikea alaraaja leikattu (punainen). Mitä korkeampi pylväs, sitä pienempi hamstring- ja quadriceps-lihasten ero.

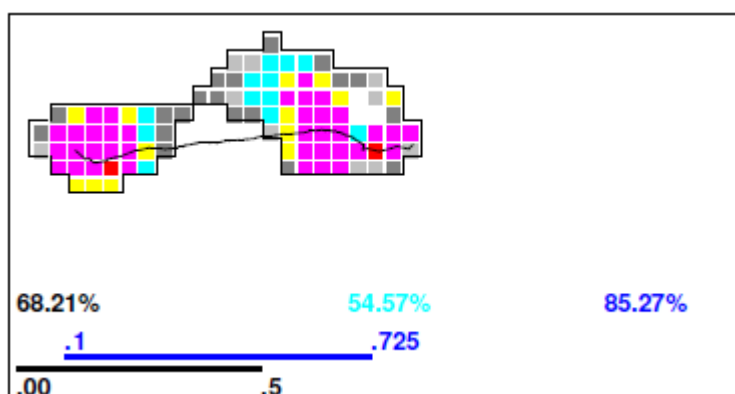
7.3 GAITRite-kävelyanalyysi

Jokaisen testihenkilön kävelystä otettiin askelkuvat (Kuvat 20-31). Jokaisessa kävelyssä oli keskimäärin kuusi askelta, joista valittiin parhaiten puolieroja havainnoivat askeleet.

Henkilö 1: Leikatun jalan kantaiskun kontakti on pienempi kuin leikkaamattoman jalan. Leikatussa jalassa painon jakautuminen päkiällä kuormittaa enemmän jalan mediaalista osaa ja isovarvasta. Askelkäyrä kulkee leikatussa jalassa mediaalisemmin ja enemmän isovarpaan kautta verrattuna leikkaamattomaan jalkaan.



Kuva 20. Henkilö 1, oikean jalan askel ja tukivaiheen painon jakautuminen.

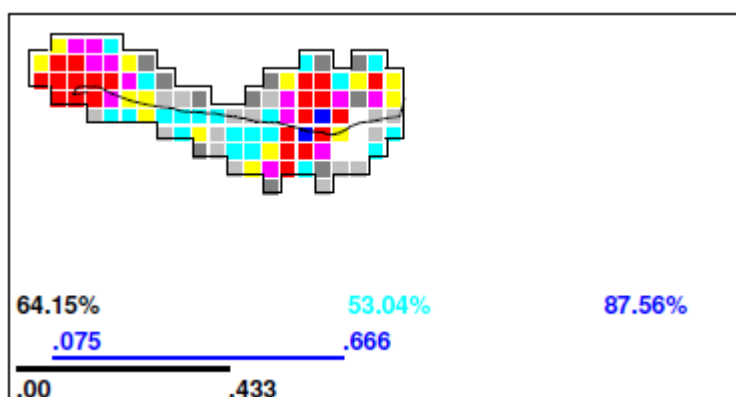


Kuva 21. Henkilö 1, vasemman jalan askel (leikattu) ja tukivaiheen painon jakautuminen.

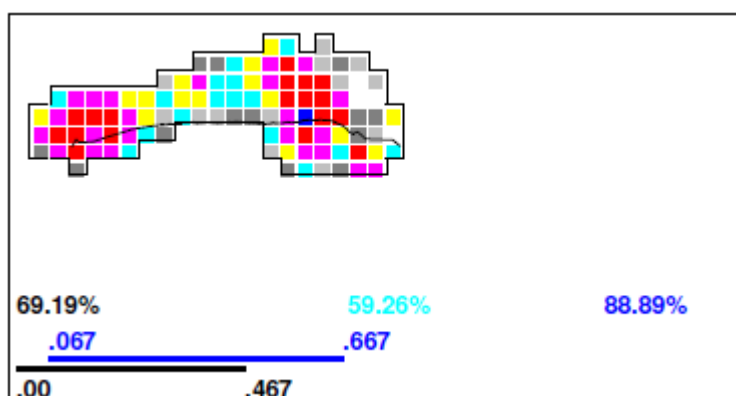
Kuvista ilmenee painon jakautuminen yksittäisellä askeleella, sekä kantaiskun, keskikutivaiheen ja varvastyönnön osuus askelkokonaisuudesta. Askelkuvassa painon jakautuminen on eritelty eri värein tummansinisestä valkoiseen. Tummansininen, punainen ja vaaleanpunainen kuvaavat voimakkainta kontaktia alustaan ja turkoosi, keltainen ja harmaiden sävyt vähäisempää kontaktia. Painon jakautuminen voimakkaimmasta vähäiseen ilmenee siis kuvassa tummemmasta väristä vaaleaan, edellä mainitussa järjestyksessä. Askelkuvan läpi kulkeva käyrä havainnoi askeleen painon keskimääräistä kulkua eli painonsiirtoa tukivaiheen aikana.

Kuvissa askeleen alapuolella sijaitsevat prosenttiluvut ja janat ilmaisevat painon jakautumista kannalle, keskituella ja päkiälle. Musta jana ja prosenttiluku havainnoivat kannan painon osuutta koko askeleesta ja sininen jana ja prosenttiluku puolestaan päkiän painon osuutta koko askeleesta. Väliin jäävä osa kuvaa askeleen keskituen painon osuutta, johon sisältyy sekä kannan että päkiän painon osuus keskitukivaiheesta. Tässä tutkimuksessa askeleen painon prosentuaalisilla arvoilla ei ole kuitenkaan olennaista merkitystä, vaan huomio kiinnittyi enemmän kantaiskun ja varvas-työnnön voimakkuuteen sekä askelkäyrään.

Henkilö 2: Leikatun jalan kantaiskun kontakti sekä painon jakautuminen päkiälle ovat lähes symmetriset leikkaamattoman jalan kanssa. Askelkäyrä kulkee leikatussa jalassa hieman mediaalisemmin ja enemmän isovarpaan kautta verrattuna leikkaamattomaan jalkaan.

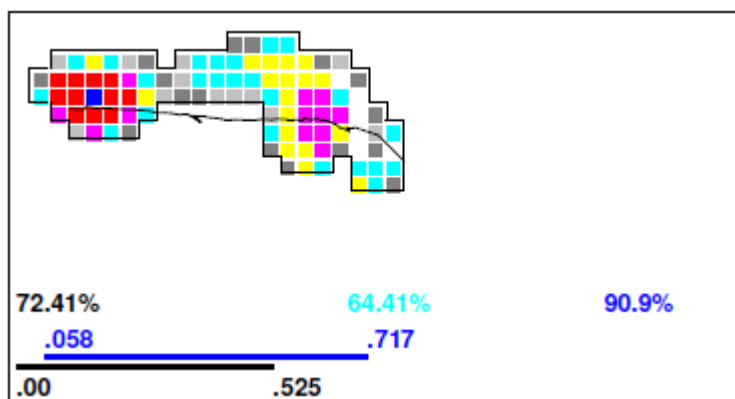


Kuva 22. Henkilö 2, oikean jalan askel ja tukivaiheen painon jakautuminen.

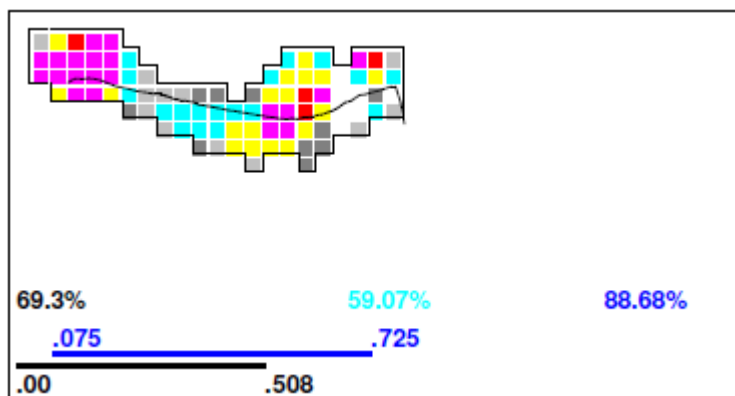


Kuva 23. Henkilö 2, vasemman jalan askel (leikattu) ja tukivaiheen painon jakautuminen.

Henkilö 3: Leikatun jalan kanta-iskun kontakti on huomattavasti pienempi kuin leikkaamattoman jalan. Leikatussa jalassa painon kuormitus päkiällä on pienemmällä alalla verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Askelkäyrä kulkee leikkaamattomassa jalassa mediaalisemmin verrattuna leikattuun jalkaan. Kuitenkin isovarpaan kuormitus varvastyönössä on suurempi leikatussa jalassa.

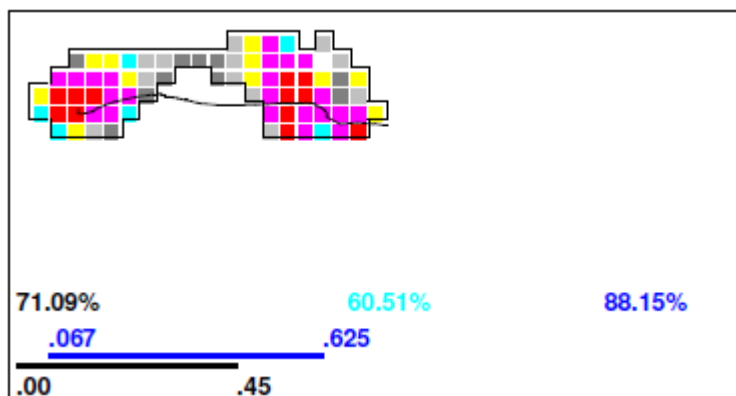


Kuva 24. Henkilö 3, vasemman jalan askel ja tukivaiheen painon jakautuminen.

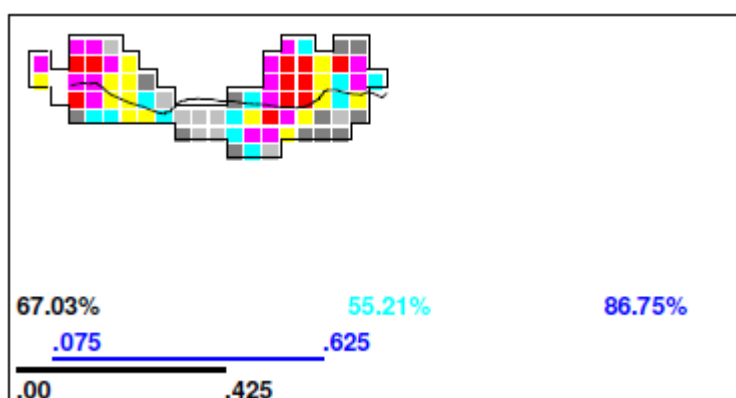


Kuva 25. Henkilö 3, oikean jalan askel (leikattu) ja tukivaiheen painon jakautuminen.

Henkilö 4: Leikatun jalan kanta-iskun kontakti on huomattavasti pienempi kuin leikkaamattoman jalan. Molempien jalkojen painon jakautuminen päkiällä on melko symmetrinen. Askelkäyrä kulkee leikkaamattomassa jalassa mediaalisemmin ja enemmän isovarpaan kautta kuin leikatussa jalassa.

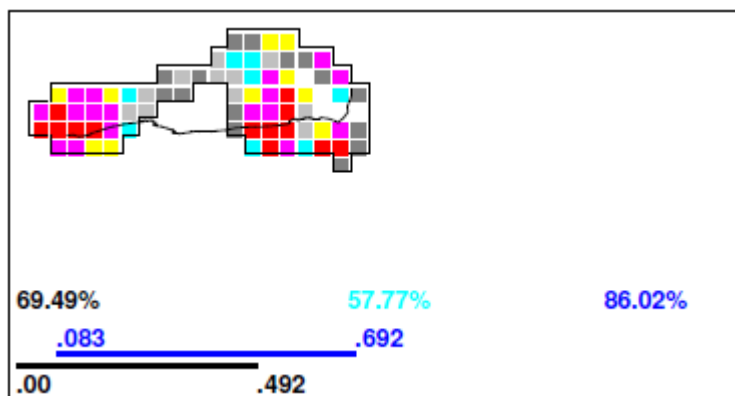


Kuva 26. Henkilö 4, vasemman jalan askel ja tukivaiheen painon jakautuminen.

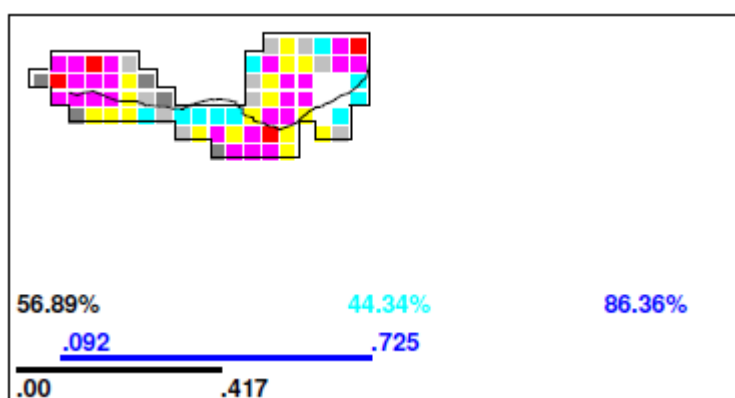


Kuva 27. Henkilö 4, oikean jalan askel (leikattu) ja tukivaiheen painon jakautuminen.

Henkilö 5: Leikatun jalan kantaiskun kontakti on lievästi pienempi kuin leikkaamattoman jalan. Leikatussa jalassa painon jakautuminen päkiällä kuormittaa enemmän jalan lateraalista osaa. Askelkäyrä kulkee leikkaamattomassa jalassa mediaalisemmin ja leikatussa jalassa lateraalisemmin. Isovarpaan kuormitus varvastyönössä on leikatussa jalassa hieman suurempi askelkäyrän kulkiessa enemmän isovarpaan kautta.

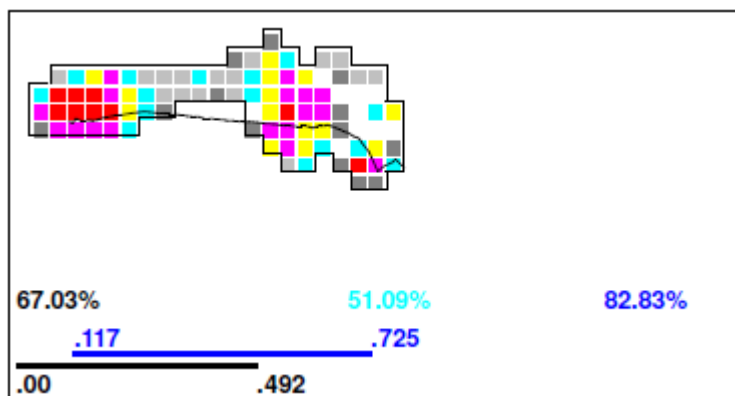


Kuva 28. Henkilö 5, vasemman jalan askel ja tukivaiheen painon jakautuminen.

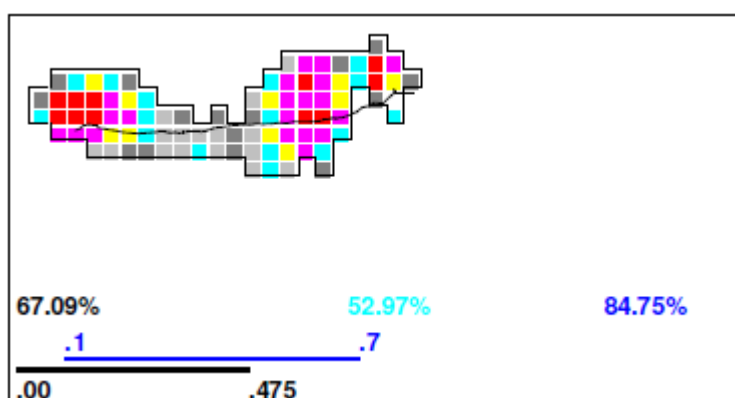


Kuva 29. Henkilö 5, oikean jalan askel (leikattu) ja tukivaiheen painon jakautuminen.

Henkilö 6: Leikatun jalan kantauskun kontakti on lateraalisempi ja leikkaamattoman mediaalisempi. Leikatussa jalassa päkiän kuormitus on alaltaan suurempi. Askelkäyrä kulkee leikkaamattomassa jalassa mediaalisemmin ja enemmän isovarpaan kautta kuin leikatussa jalassa, mutta isovarpaan kuormitus on leikatussa jalassa suurempi.



Kuva 30. Henkilö 6, vasemman jalan askel ja tukivaiheen painon jakautuminen.



Kuva 31. Henkilö 6, oikean jalan askel (leikattu) ja tukivaiheen painon jakautuminen.

Askelkuvien lisäksi kävelyn tutkimisessa kiinnitettiin huomiota erityisesti yhden jalan tukivaiheen keston suhteessa koko askelsykliin, sillä tässä ominaisuudessa havaittiin eniten eroavaisuuksia alaraajojen välillä (Taulukko 3). Tuloksia tarkasteltaessa jokaisella henkilöllä huomattiin kestoaltaan pidempi yhden jalan tukivaihe quadriceps-lihasvoimaltaan pienemmässä alaraajassa huolimatta siitä, oliko kyseessä ope- roitu alaraaja.

Taulukko 3. Yhden jalan tukivaiheen prosentuaalinen suhde täydestä askelsykleistä

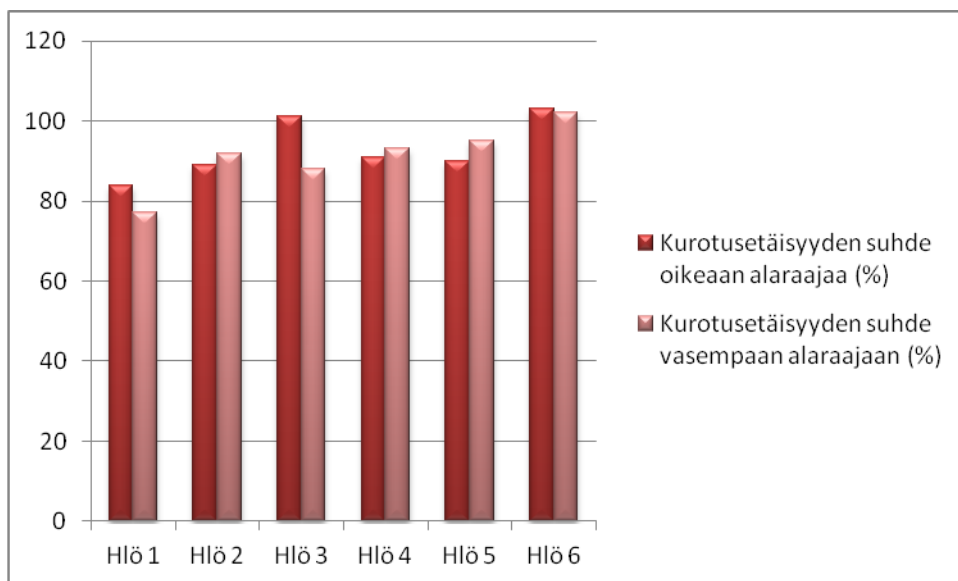
	Yhden jalan tukivaihe (%)	
	Vasen	Oikea
Vasen jalka operoitu		
Hlö 1	37	35,6
Hlö 2	35,9	38,1
Oikea jalka operoitu		
Hlö 3	37,1	39,1
Hlö 4	37,4	38,9
Hlö 5	36,6	38,5
Hlö 6	35,9	35,7

7.4 Y-SEBT-tasapainotesti

Y-SEBT-tasapainotestin tulokset kirjattiin kolmeen eri taulukkoon (Taulukot 4, 5 & 6) ja kaavioon (Kuva 32, 33, 34). Taulukot on jaoteltu kurotussuuntien mukaan: anteriorinen, posterolateraalinen ja posteromediaalinen kurotussuunta. Taulukoista ilmenee jokaisen henkilön molempien alaraajojen kurotusetäisyydet, etäisyyksien erotukset ja suhteelliset kurotusetäisyydet. Kaavioihin on merkitty jokaisen testattavan suhteelliset kurotusetäisyydet pylväsdiagrammeihin, joten tuloksia voidaan vertailla sekä molempien alaraajojen välillä että muiden henkilöiden suhteen.

Taulukko 4. Y-SEBT-tasapainotestin anteriorinen kurotus

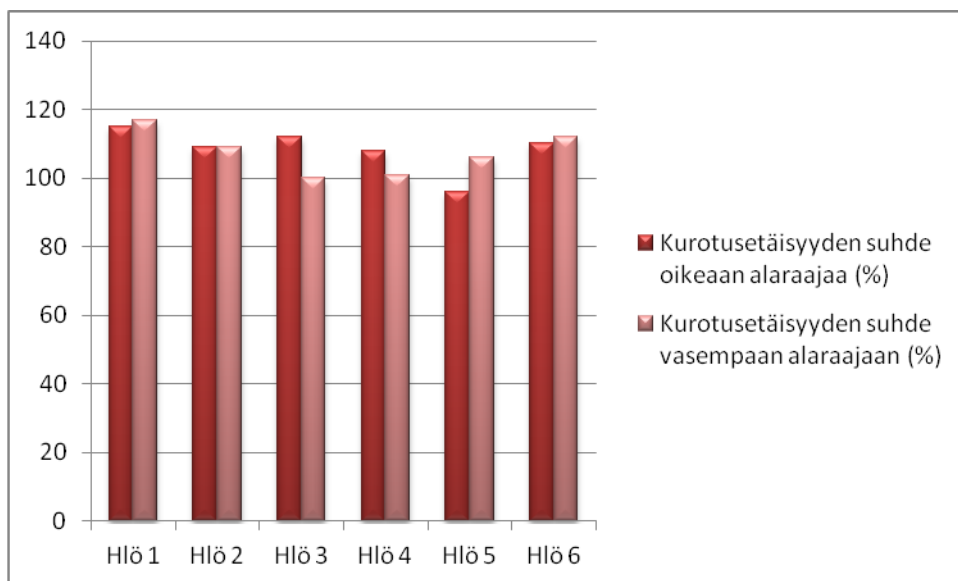
	Anteriorinen kurotus				
	Oikean jalan kurotus (cm)	Vasemman jalan kurotus (cm)	Erotus (cm)	Kurotusetäisyyden suhde oikean alaraajan pituuteen (%)	Kurotusetäisyyden suhde vasemman alaraajan pituuteen (%)
Vasen jalka operoitu					
Hlö 1	79	71	8	84	77
Hlö 2	81	85	4	89	92
Oikea jalka operoitu					
Hlö 3	93	83	10	101	88
Hlö 4	77	80	3	91	93
Hlö 5	75	78	3	90	95
Hlö 6	92	92	0	103	102



Kuva 32. Anterioristen kurotusetäisyyksien suhde alaraajojen pituuteen

Taulukko 5. Y-SEBT-tasapainotestin posterolateraalinen kurotus

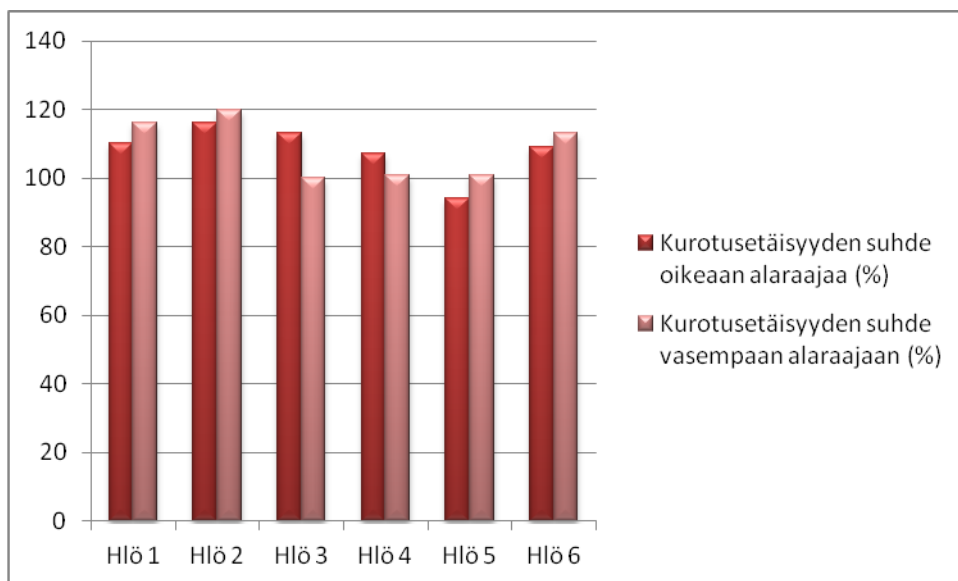
Posterolateraalinen kurotus					
	Oikean jalan kurotus (cm)	Vasemman jalan kurotus (cm)	Erotus (cm)	Kurotusetäisyyden suhde oikean alaraajan pituuteen (%)	Kurotusetäisyyden suhde vasemman alaraajaan pituuteen (%)
Vasen jalka operoitu					
Hlö 1	108	108	0	115	117
Hlö 2	99	100	1	109	109
Oikea jalka operoitu					
Hlö 3	103	94	9	112	100
Hlö 4	92	87	5	108	101
Hlö 5	80	87	7	96	106
Hlö 6	98	101	3	110	112



Kuva 33. Posterolateraalisten kurotusetäisyyksien suhde alaraajojen pituuteen

Taulukko 6. Y-SEBT-tasapainotestin posteromediaalinen kurotus

Posteromediaalinen kurotus					
	Oikean jalan kurotus (cm)	Vasemman jalan kurotus (cm)	Erotus (cm)	Kurotusetäisyyden suhde oikean alaraajan pituuteen (%)	Kurotusetäisyyden suhde vasemman alaraajan pituuteen (%)
Vasen jalka operoitu					
Hlö 1	104	107	3	110	116
Hlö 2	106	110	4	116	120
Oikea jalka operoitu					
Hlö 3	104	94	10	113	100
Hlö 4	91	87	6	107	101
Hlö 5	78	83	5	94	101
Hlö 6	97	102	5	109	113



Kuva 34. Posteromediaalisten kurotusetäisyyksien suhde alaraajojen pituuteen

Henkilö 1: Anterioriseen suuntaan kurottaessa operoidun alaraajan suhteellinen kurotusetäisyys oli pienempi kuin leikkaamattoman alaraajan. Posterolateraaliseen ja – mediaaliseen suuntaan kurottaessa suhteellinen kurotusetäisyys operoidussa alaraajassa oli kuitenkin suurempi kuin leikkaamattomassa alaraajassa. Suurin puoliero ilmeni anterioriseen suuntaan kurottaessa.

Henkilö 2: Anterioriseen suuntaan kurottaessa operoidun alaraajan suhteellinen kurotusetäisyys oli suurempi kuin leikkaamattoman alaraajan. Posterolateraaliseen suuntaan kurottaessa ei ilmennyt puolieroja ja posteromediaaliseen suuntaan kurottaessa suhteellinen kurotusetäisyys operoidussa alaraajassa oli suurempi kuin leikkaamattomassa alaraajassa. Suurin puoliero ilmeni posteromediaaliseen suuntaan kurottaessa.

Henkilö 3: Anterioriseen suuntaan kurottaessa operoidun alaraajan suhteellinen kurotusetäisyys oli suurempi kuin leikkaamattoman alaraajan. Posterolateraaliseen ja – mediaaliseen suuntaan kurottaessa suhteellinen kurotusetäisyys operoidussa alaraajassa oli myös suurempi kuin leikkaamattomassa alaraajassa. Suurin puoliero ilmeni posteromediaaliseen suuntaan kurottaessa.

Henkilö 4: Anterioriseen suuntaan kurottaessa operoidun alaraajan suhteellinen kurotusetäisyys oli pienempi kuin leikkaamattoman alaraajan. Posterolateraaliseen ja –

mediaaliseen suuntaan kurottaessa suhteellinen kurotusetäisyys operoidussa alaraajassa oli kuitenkin suurempi kuin leikkaamattomassa alaraajassa. Suurin puoliero ilmeni posterolateraaliseen suuntaan kurottaessa.

Henkilö 5: Anterioriseen suuntaan kurottaessa operoidun alaraajan suhteellinen kurotusetäisyys oli pienempi kuin leikkaamattoman alaraajan. Posterolateraaliseen ja – mediaaliseen suuntaan kurottaessa suhteellinen kurotusetäisyys operoidussa alaraajassa oli myös pienempi kuin leikkaamattomassa alaraajassa. Suurin puoliero ilmeni posterolateraaliseen suuntaan kurottaessa.

Henkilö 6: Anterioriseen suuntaan kurottaessa operoidun alaraajan suhteellinen kurotusetäisyys oli suurempi kuin leikkaamattoman alaraajan. Posterolateraaliseen ja – mediaaliseen suuntaan kurottaessa suhteellinen kurotusetäisyys operoidussa alaraajassa oli kuitenkin pienempi kuin leikkaamattomassa alaraajassa. Suurin puoliero ilmeni anterioriseen suuntaan kurottaessa.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

8.1 Tulosten tarkastelua

Tutkimuksen tulosten ja johtopäätösten perusteella lähes kaikkien testaus henkilöiden reisilihasten, etenkin quadriceps-lihasten, maksimivoima leikatussa alaraajassa ei ollut palautunut täysin leikkaamattoman alaraajan lihasvoiman tasolle vähintään vuoden jälkeen ACL-rekonstruktioista. Tämä saattaa johtua riittämättömästä etureisilihaksen harjoittelusta operaation jälkeen. Maksimivoimamittausten tulokset olivat lähes suoraan verrannollisia henkilöiden esihaastattelukaavakkeista saatujen subjektiivisten kokemusten kanssa, sillä henkilöt, jotka kokivat kuntoutuksen ja polven tämänhetkisen tilan hyväksi, saivat parempia tuloksia verrattuna tyytymättömiin henkilöihin. Yleisesti ottaen tutkimuksessa patellajännesiirteillä rekonstruoidut alaraajat olivat palautuneet suhteessa heikommin quadriceps-lihasvoimaltaan verrattuna hamstring-siirrettä käytettäessä.

Leikatun alaraajan hamstring-lihasten suhteellinen voima patellajännesiirreleikatuilla tutkimushenkilöillä oli palautunut keskimäärin samalle tasolle leikkaamattoman alaraajan kanssa lukuun ottamatta Henkilö 5, jonka hamstring-lihasvoima oli alkujaankin heikko. Hamstring-siirreleikatulla tutkimushenkilöllä puolestaan ilmeni huomattava hamstring-lihasheikkous leikatussa alaraajassa vielä kolmen vuoden kuluttua leikkauksesta.

Tutkimushenkilöillä ilmeni poikkeuksetta puolieroja alaraajojen HQ-suhteissa ACL-rekonstruktion jälkeen. HQ-suhteiden vaihtelu johtui korjausleikkauksen jälkeisistä lihasheikkouksista, jotka kylläkin olivat subjektiivisia. Tutkimushenkilöt, jotka olivat kuntoutuneet heikommin ACL-rekonstruktiosta, saivat korkeamman HQ-suhdeluvun leikatussa alaraajassa suhteessa hyvin kuntoutuneisiin (yli 50 %). Tässä tapauksessa Kannuksen johtopäätös ei siis täysin toteutunut, vaan tulokset olivat lähes vastakohtaisia; paremmin kuntoutuneiden HQ-suhdeluku oli 50 % tai alle.

Kävelyanalyysissä ilmenneitä puolieroja voidaan selittää pääasiassa quadriceps-lihasheikkoudesta. Kantaisku ei välttämättä toteudu kunnolla, mikäli polvinivelen ojennus jää vajaaksi (kts. s. 21). Tutkimushenkilöiden polvinivelen ojennusvajausta kävelyssä johtui todennäköisimmin heikoksi jääneestä nelipäisen reisilihakset aktiivisuudesta (etenkin m. vastus medialiksen heikkous), erityisesti tutkimushenkilöillä, joilla havaittiin selvä ero leikkaamattoman ja leikatun alaraajan välillä. Varvastyöntö puolestaan toteutui usein korostuneesti leikatussa alaraajassa, erityisesti mikäli nelipäisessä reisilihaksessa ilmeni huomattavaa heikkoutta suhteessa leikkaamattomaan alaraajaan. Yksittäisten askelten lähempi tarkastelu osoitti myös, että quadriceps-lihasvoimaltaan heikommassa alaraajassa oli kestoaltaan pidempi yksittäisen jalan tukivaihe. Yleisesti ottaen tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että ACL-rekonstruktion jälkeinen quadriceps-lihasheikkous aiheuttaa muutoksia kävelyssä.

Tasapaino- ja maksimivoimatulosten perusteella tutkimushenkilöt, joiden quadriceps- ja hamstring-lihakset leikatussa alaraajassa olivat suhteessa palautuneet hyvin verrattuna leikkaamattomaan alaraajaan, kokivat tukijalkana olevan alaraajan luotettavaksi huolimatta siitä, kumpi jalka oli kyseessä. Puolestaan henkilöt, joiden reisilihasvoimissa ilmeni suhteessa eniten puoleroa, kokivat leikatun alaraajan huomatta-

vasti epävarmemmaksi tukijalkana ja näin ollen saivat tällöin myös testissä huonompia tuloksia.

Tasapainotestissä anterioriseen suuntaan kurotettaessa leikatun alaraajan quadriceps-lihasten heikkoudesta johtuva polvinivelen ojennusvajausta saattoi rajoittaa jalan suoristamista ja täten maksimaalinen kurotusetäisyys jäi leikatussa jalassa lyhyemmäksi verrattuna leikkaamattomaan. Posteriorisiin suuntiin kurotettaessa hamstring-lihasheikkous kurottavassa jalassa saattoi olla osasyynä lyhyempiin kurotusetäisyyksiin osalla testattavista, esimerkiksi Henkilö 5.

Tutkimustulosten ja johtopäätösten perusteella ACL-potilaan kuntoutuksessa tulisi kiinnittää huomiota reisilihasten (quadriceps ja hamstring-lihasten) voimien harjoittamiseen. Harjoittelun tulisi olla alaraajojen puolierojen tasoittamiseen tähtäävää ja progressiivista. Kuntoutuksessa tulisi kiinnittää erityishuomiota myös polven ojennusvajausten minimoimiseen, jotta ehkäistäisiin kävelyn mahdollisia puolieroja.

Johtopäätöksissä vastattiin opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin jokaisen tutkimushenkilön kohdalla. Johtopäätökset pohjattiin mittausten perusteella saatuihin tuloksiin, joista pyrittiin löytämään oleellinen tieto jokaisen henkilön osalta.

Henkilö 1:

Vuoden jälkeen vasemman jalan ACL-rekonstruktioista (patellajännesiirre) alaraajan quadriceps-lihaksen voima oli edelleen 15 % heikompi verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Vasemman jalan hamstring-lihasvoima oli palautunut 95 %. HQ-suhde vasemmassa jalassa oli kuusi prosenttia suurempi verrattuna oikeaan jalkaan. Tämä saattaa johtua siitä, että vasemman alaraajan ojennusvoima on jäänyt 15 % heikomiksi, kun taas koukistusvoima on palautunut lähes normaaliksi.

Kävelyanalyysin perusteella henkilön kantaisku oli heikompi leikatussa jalassa verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Varvastyöntö oli korostuneempi operoidussa jalassa. Syy yllämainittuun havaintoon johtuu mahdollisesti vasemman alaraajan nelipäisen reisilihaksen heikkoudesta, jonka voimakasta aktivaatiota vaaditaan polven täyteen ojennukseen ja kantaiskuun. Varvastyönnön korostuneisuus puolestaan voi olla seurausta lievästä polvinivelen ojennusvajaksesta (kts. s. 20). Kävelyssä yhden

jalan tukivaihe oli keskimäärin kestoltaan hieman pidempi leikatussa ja quadriceps-lihasvoimaltaan heikommassa jalassa verrattuna leikkaamattomaan.

Y-SEBT-tasapainotestin tulosten perusteella henkilön anterioristen kurotusetäisyyksien puoliero saattaa johtua leikatun jalan vastus medialiksen ja lateraliksen heikkoudesta, koska juuri näiden lihasten aktivaatio on suurin eteenkurotuksessa. Posterolateraaliseen ja –mediaaliseen suuntaan kurottaessa henkilöllä ei ilmennyt merkittäviä puolieroja.

Henkilö 2:

Kolme vuotta vasemman jalan ACL-rekonstruktion (hamstring-siirre) jälkeen vasemman alaraajan quadriceps-lihaksen voima oli neljä prosenttia leikkaamattomaa alaraajaa parempi. Vasemman jalan hamstring-lihasvoima oli kuitenkin jopa 19 % heikompi suhteessa leikkaamattomaan jalkaan. Tämä johtunee hamstring-siirteen käytöstä (kts. s. 17). Leikatun alaraajan HQ-suhde oli kymmenen prosenttia pienempi verrattuna leikkaamattomaan alaraajaan, koska etureiden lihasvoima oli palautunut normaaliksi takareiden lihasvoiman jäädessä heikoksi.

Kävelyanalyysin perusteella henkilön askelkuva oli lähes täysin symmetrinen. Kantaisku ja varvastyöntö toteutuivat ilman puolieroja, mikä johtuu todennäköisesti quadriceps-lihaksen palautumisesta samalle tasolle leikkaamattoman alaraajan kanssa. Kävelyssä yhden jalan tukivaihe oli leikatussa ja quadriceps-lihasvoimaltaan paremmassa alaraajassa lyhyempi kuin leikkaamattomassa jalassa.

Y-SEBT-tasapainotestin tulosten perusteella henkilön kurotussuunnissa ei ilmennyt merkittäviä puolieroja huolimatta leikatun alaraajan hamstring-lihasten heikkoudesta.

Henkilö 3:

Vuoden jälkeen oikean jalan ACL-rekonstruktiosta (patellajännesiirre) alaraajan quadriceps-lihaksen voima oli edelleen jopa 29 % heikompi verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Oikean jalan hamstring-lihasvoima oli sen sijaan palautunut erinomaisesti 114 % suhteessa leikkaamattomaan jalkaan. Tästä syystä myös HQ-suhde oikeassa jalassa oli 24 prosenttia suurempi verrattuna vasempaan jalkaan.

Kävelyanalyysin perusteella henkilön kantaisku oli heikompi leikatussa jalassa verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Varvastyöntö oli hieman korostuneempi operoidussa jalassa. Syy yllämainittuun havaintoon johtuu mahdollisesti vasemman alaraajan nelipäisen reisilihaksen heikkoudesta ja tästä johtuvasta mahdollisesta ojennusvajauksesta. Kävelyssä yhden jalan tukivaihe oli keskimäärin kestoaltaan pidempi leikatussa ja quadriceps-lihasvoimaltaan heikommassa jalassa verrattuna leikkaamattomaan.

Y-SEBT-tasapainotestin tulosten perusteella leikatun alaraajan ollessa tukijalkana kurotusetäisyydet olivat huomattavasti heikommät jokaiseen kurotussuuntaan kuin leikkaamattoman jalan ollessa tukijalkana. Tämä kieli leikatun alaraajan polven heikosta stabiliteetista, proprioseptiikasta ja quadriceps-lihaksen heikkoudesta. Henkilön mukaan vasen tukijalka tuntui tasapainotestissä huomattavasti varmemmalta ja tukevammalta.

Henkilö 4:

Kuusi vuotta oikean jalan ACL-rekonstruktion (patellajännesiirre) jälkeen oikean alaraajan quadriceps-lihaksen voima oli edelleen 11 % heikompi verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Oikean jalan hamstring-lihasvoima oli sen sijaan palautunut erinomaisesti 107 % verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Koska oikean alaraajan etureisilihasten voima oli pienempi ja takareisilihasten voima suurempi kuin vasemmassa jalassa, HQ-suhde leikatussa alaraajassa oli lievästi korkeampi (9 %).

Kävelyanalyysin perusteella henkilön kantaisku oli askeltaessa heikompi leikatussa jalassa verrattuna leikkaamattomaan puoleen. Varvastyöntö toteutui molemmissa jaloissa ilman merkittäviä puolieroja. Leikkaamattomassa jalassa paino tosin jakautui lievästi mediaalisemmin, mikä aiheutti painon kulkeutumisen enemmän isovarpaan kautta verrattuna leikattuun jalkaan. Kantaiskun heikkous leikatussa jalassa saattaa johtua lievästä quadriceps-lihaksen heikkoudesta ja tätä kautta mahdollisesti polven ojennusvajauksesta kävelyssä. Yhden jalan tukivaihe oli keskimäärin kestoaltaan hieman pidempi leikatussa ja quadriceps-lihasvoimaltaan heikommassa jalassa verrattuna leikkaamattomaan.

Y-SEBT-tasapainotestin tulosten perusteella anterioriseen suuntaan kurottaessa ei ilmennyt merkittäviä puolieroja (3 cm). Posterolateraaliseen ja – mediaaliseen suuntaan kurottaessa ilmennyt leikatun jalan pidempi kurotusetäisyys saattaa johtua leikkaamattoman jalan paremmasta polvinivelen stabiliteetista ja proprioseptiikasta, sillä henkilön mukaan vasen alaraaja tuntui varmemmalta tukijalalta (kts. s. 21-22).

Henkilö 5:

Vuoden jälkeen oikean jalan ACL-rekonstruktioista (patellajännesiirre) alaraajan lihaksen voima oli palautunut 92-prosenttisesti verrattuna leikkaamattomaan alaraajaan, mikä on vuoden sisällä hyvä ja tavoitteellinen saavutus. Hamstring-lihaksissa ilmeni kuitenkin suhteellisesti enemmän puoleroa leikatun alaraajan ollessa 24 % heikempi. Tämä suhteellisesti suurempi puoliero selittyy kuitenkin henkilön hamstring-lihasten yleisellä heikkoudella, sillä sekä quadriceps- että hamstring-lihasten ero molemmissa jaloissa oli noin kolme kilogrammaa. Henkilön HQ-suhteissa ei ollut merkittävää puoleroa alaraajojen välillä, sillä leikatun alaraajan HQ-suhde oli vain viisi prosenttia pienempi suhteessa leikkaamattomaan.

Kävelyanalyysin perusteella henkilön kantaiskun kontakti oli lähes symmetrinen leikkaamattoman jalan kanssa, mikä saattaa johtua alaraajojen quadriceps-lihasten symmetrisyydestä. Tällöin polven ojennus ja sitä kautta kantaisku toteutuvat kävelyssä samankaltaisesti molemmilla jaloilla. Varvastyöntö oli kuitenkin vielä hieman korostunut isovarpaan suuntaan leikatussa jalassa. Yhden jalan tukivaihe oli keskimäärin kestoltaan pidempi leikatussa ja quadriceps-lihasvoimaltaan heikommassa jalassa verrattuna leikkaamattomaan.

Y-SEBT-tasapainotestin tulosten perusteella leikatun alaraajan kurotusetäisyydet etenkin posterolateraaliseen ja –mediaaliseen suuntaan olivat pienemmät verrattuna leikkaamattoman alaraajan kurotusetäisyyksiin. Posterioristen suuntien kurotusetäisyyksien puoliero saattaa johtua henkilön leikatun alaraajan hamstring-lihasten heikkoudesta, sillä hamstring-lihakset ovat merkittävässä roolissa etenkin posterolateraaliseen suuntaan kurottaessa (kts. s. 28). Tulosten perusteella voi myös päätellä, että henkilön leikatun alaraajan polvinivelen stabiliteetti ja proprioseptiikka ovat palautuneet hyvin, sillä hän saavutti paremmat tulokset leikatun alaraajan ollessa tukijalkana.

Henkilö 6:

Vuoden ja kolmen kuukauden jälkeen oikean jalan ACL-rekonstruktiosta (patella-jännesiirre) alaraajan quadriceps-lihaksen voima oli edelleen 33 % heikompi verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Hamstring-lihasten välillä ei ilmennyt eroa. HQ-suhde oikeassa jalassa oli 10 % suurempi, sillä kyseisen alaraajan quadriceps-lihaksen voima ei ollut palautunut leikkaamattoman tasolle.

Kävelyanalyysin perusteella leikatun jalan kantaisku oli lievästi heikompi verrattuna leikkaamattomaan jalkaan. Kantaiskun heikkous saattaa tässäkin tapauksessa johtua nelipäisen reisilihaksen heikkoudesta leikatussa jalassa. Varvastyöntö toteutui molemmilla jaloilla lähes symmetrisesti.

Y-SEBT-tasapainotestin mukaan henkilön posteromedialisessa kurotussuunnassa oli havaittavissa lievä puoliero kurottavien alaraajojen välillä, leikatun ollessa heikompi. Tämä saattaa johtua leikatun alaraajan lihasvoiman heikkoudesta.

8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja tutkimushaasteet

Opinnäytetyö koostui kolmesta eri vaiheesta, joita voi tarkastella luotettavuuden suhteen: suunnitelma, toteutus ja raportti. Suunnitelma sisälsi aiheen valinnan, tutkimushenkilöiden rajauksen, kutsukirjeiden ja kyselylomakkeiden laatimisen ja lähettämisen sekä testaustilaisuuden toteutuksen suunnittelun. Toteutukseen kuului pilottimitaus, täytettyjen kyselylomakkeiden vastaanottaminen sekä jokaisen testaushenkilön testaaminen ja tulosten kirjaaminen. Raportti sisälsi viitekehyksen laatimisen, kyselylomakkeiden ja testaustulosten purkamisen, tulosten analysoinnin sekä kirjallisen tuotoksen laatimisen.

Tarkoituksena oli löytää kuusi tutkimushenkilöä, kolme miestä ja kolme naista, joilla oli ACL-rekonstruktiosta kulunut yksi vuosi. Ajan ja materiaalipuutteen vuoksi opinnäytetyössä jouduttiin joustamaan leikkauksesta kuluneen ajan suhteen, mutta muuten tutkimushenkilöt vastasivat asetettuja ehtoja. Osalla tutkimushenkilöistä leikkauksesta oli kulunut huomattavasti enemmän aikaa kuin yksi vuosi, sillä ajat

vaihtelivat yhdestä kuuteen vuoteen. Suurimmalla osalla tutkimushenkilöistä rekonstruktioista oli kulunut keskimäärin noin vuosi ja kuusi kuukautta. Leikkausajankohdan vaihtelu heikensi osaltaan tutkimuksen luotettavuutta. Opinnäytetyössä käytettyä kyselylomaketta laadittaessa ei esitettyjä kysymyksiä pohjattu kirjallisiin lähteisiin, vaan kyselylomake sisälsi enemmänkin opinnäytetyön tekijöiden laatimia kysymyksiä, joilla haluttiin saada vastauksia opinnäytetyön tekemisen kannalta olennaisiin kysymyksiin. Osa kyselylomakkeen kysymyksistä oli avoimia, joten tutkimushenkilöiden vastaukset saattoivat poiketa toisistaan jonkin verran. Tämä tekijä rajoitti osittain vastauksien yhteneväistä tarkastelua. Testaustilanteen suunnittelussa lähtökohtana oli alaraajojen lihasvoiman testaaminen ja puolierojen havainnointi. Mittauslaite oli valmiiksi saatavilla yhteistyökumppanin kautta. Koska pelkän lihasvoiman tarkastelu tutkimustyönä olisi ollut liian suppea, opinnäytetyössä päädyttiin tarkastelemaan myös puolierojen vaikutusta kävelyyn ja tasapainoon. Kävelyn tutkimiseen käytettiin Satakunnan ammattikorkeakoululta lainaksi saatua GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmää. Tasapainon tutkimisessa päädyttiin Y-SEBT-tasapainotestin sovellettuun versioon, koska kirjallisuuden mukaan sen suorittaminen oli henkilöille haasteellisempaa ja sillä pystyttiin havainnoimaan puolieroja leikkaamattoman ja leikatun alaraajan välillä.

Toteutusvaiheessa pilottimittaus auttoi testaustilanteen kokonaisuuden hahmottamisessa ja näin ollen helpotti itse testaustilaisuuden läpiviemistä. Koska tilaisuudessa toinen opinnäytetyön tekijöistä toimi aina tutkimushenkilöiden ohjaajana ja toinen kirjaajana, testaustilanne oli kaikille testattaville sama. Myös testaustilanteen eteneminen toteutettiin aina vakiona. Nämä seikat edistivät omalta osaltaan tutkimuksen luotettavuutta. Henkilöiden testitulokset kirjattiin aina saman kaavan mukaan. Testaustilanteeseen olisi voinut vielä lisätä polvinivelen liikelaajuuksien mittaamisen, jotta mahdollinen ojennusvajaus huomioitaisiin tutkimusta tehdessä.

Raportointivaiheessa tulosten analysointi oli merkittävää luotettavuuden kannalta. Koska tutkimushenkilöitä oli vain kuusi, tutkimustulokset eivät ole yleistettävissä. Tästä huolimatta tulokset olivat suuntaa antavia ja kertoivat jokaisen tutkitun henkilön omakohtaisesta palautumisesta ja polvinivelen tilasta. Henkilöiden vertaaminen toisiinsa oli pienen ryhmäkoon vuoksi kyseenalaista, mutta henkilöiden välisten yhtäläisyyksien ilmentymistä ei voitu kieltää. Tämän lisäksi osa tutkimustuloksista oli

yhteneviä kirjallisuuden kanssa. Testituloksien yleistäminen vaatisi laajemman tutkimusmateriaalin käyttöä, resursseja sekä jatkotutkimuksia.

Suurimmat tutkimushaasteet opinnäytetyötä tehdessä ilmenivät tietoteknisinä ongelmia tutkimustilaisuutta valmisteltaessa sekä tuloksien saattamisessa luettavaan muotoon. Opinnäytetyön aiheen rajaaminen vaati myös huomioimista, jotta kokonaisuudesta saatiin tarpeeksi laaja mutta samalla yhtenevä. Kävelyanalyysitulosten olennaisten tietojen poimiminen tutkimuksen kannalta oli myös haastavaa, sillä järjestelmä tuotti paljon informaatiota jokaisesta kävelystä. Tämä vaati tulosten tarkkaa läpikäymistä ja analysointia, sekä kirjallisuuteen pohjautuvan tiedon keräämistä. Myös Y-SEBT-tasapainotestin tulosten analysointi oli haastavaa, sillä poikkeamat eivät olleet keskenään kovin vertailukelpoisia tulosten hajanaisuuden ja melko pienen tutkimushenkilömäärän vuoksi.

LÄHTEET

Ageberg, E., Roos, H. P., Silbernagel, K. G., Thomee, R., & Roos, E. M. Knee extension and flexion muscle power after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft or hamstring tendons graft: A cross-sectional comparison 3 years post surgery. [verkkolehti] *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* : Official Journal of the ESSKA, 2009. 17(2), s. 162-169 [Viitattu 20.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18982311>

Agur, A. M. R., Dalley, A. F. 2009. Grant's Atlas of Anatomy Twelfth Edition. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwers business.

Ahonen, J., Fogeholm, M., Haapalainen, J., Hautalainen, A., Immonen, S., Jansson, L., Kangas, J., Laukkanen, R., Perttunen, J., Sandström, M., Ström, T., Tossavainen, M. & Vilponen, M. 1998. Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Jyväskylä. VK-Kustannus Oy.

Athleticadvisor.com, 2009 [Viitattu 24.10.2011] Saatavissa:

http://www.athleticadvisor.com/images/LE_images/quad_anatmy.jpg

Blackburn, T. A., & Craig, E. Knee anatomy: A brief review. [verkkolehti] *Physical Therapy*, 1980. 60(12), s. 1556-1560. [Viitattu 9.8.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: <http://ptjournal.apta.org/content/60/12/1556.extract>

Devita, P., Hortobagyi, T. & Barrier, J. Gait biomechanics are not normal after anterior cruciate ligament reconstruction and accelerated rehabilitation. [verkkolehti] *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 10.1998, s. 1481-1488 [Viitattu 13.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa:

<http://www.castonline.ilstu.edu/mccaw/hpr482/4341%20DeVita%201998%20post%20ACL%20gait.pdf>

Fares Haddad, Consultant Orthopaedic Surgeon, 2006 [Viitattu 14.10.2011] Saatavissa: <http://www.farehaddad.co.uk/aclimage.html>

Fremerey, R. W., Lobenhoffer, P., Zeuichen, J., Skutek, M., Bosch, U. & Tscherner, H. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament. [verkkolehti] *Journal on Bone Joint Surgery*, 2000. Vol 82-B. s. 801-806 [Viitattu 14.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: <http://web.jbjs.org.uk/cgi/reprint/82-B/6/801>

Gammons, M., Schwartz, E. & Bernhardt, D. 2011. Anterior cruciate ligament injury [verkkodokumentti] *Yhdysvallat:2011* [Viitattu 4.8.2011] Saatavissa:

<http://emedicine.medscape.com/article/89442-overview#a0199>

Georgoulis, A. D., Ristanis, S., Moraiti, C. O., Paschos, N., Zampeli, F., Xergia, S. & Mitsionis, G. ACL injury and reconstruction: Clinical related in vivo biomechanics. [verkkolehti] Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2010. 96(8, Supplement 1), S119-S128. [Viitattu 11.8.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa:

<http://www.sciencedirect.com.lillukka.samk.fi/science/article/pii/S1877056810001842>

Hiemstra, L. A., Webber, S., MacDonald, P. B. & Kriellaars, D. J. Hamstring and Quadriceps Strength Balance in Normal and Hamstring Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Subjects. [verkkolehti] Clinical Journal of Sport Medicine, 2004. Vol 14, Issue 5. s. 274-280 [Viitattu 21.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa:

http://journals.lww.com/cjsportsmed/Abstract/2004/09000/Hamstring_and_Quadriceps_Strength_Balance_in.5.aspx

Kallio, T. 2010. Polven ristsidevammat urheilijalla. Aikakausikirja Duodecim [verkkodokumentti] Helsinki: 2010 [Viitattu 4.8.2011] Saatavissa:

http://www.terveysportti.fi.lillukka.samk.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo98601&p_haku=acl

Kannus, P. Ratio of Hamstring to Quadriceps Femoris Muscles' Strength in the Anterior Cruciate Ligament Insufficient Knee – Relationship to Long-term Recovery. [verkkolehti] Physical Therapy – Journal of the American Physical Therapist Association, 1988. Vol. 68, No. 6. s. 961-965 [Viitattu 21.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: <http://physther.net/content/68/6/961.full.pdf>

Kapandji, I. A. 1997. Kinesiologia II – Alaraajojen nivelten toiminta. Laukaa. Medi-rehab kirjakustannus.

Kaukola, H. & Kauppinen, K. 2010. Tähdenlento – Ammattitanssijoiden tasapainostrategiat sovelletussa SEBT-testissä. Helsinki: Metropolian ammattikorkeakoulu, Fysioterapian koulutusohjelma [Viitattu 25.10.2011] Saatavissa:

https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/23435/Kaukola_Kauppinen.pdf?sequence=1

Keywordpicture.com [Viitattu 24.20.2011] Saatavissa:

<http://www.keywordpicture.com/abuse/antagonistic%20pair%20of%20muscles///>

Keays, S. L., Bullock-Saxton, J. E., Keays, A. C., Newcombe, P. A. & Bullock, M. I. A 6-Year Follow-up of the Effect of Graft Site on Strength, Stability, Range of Motion, Function, and Joint Degeneration After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. [verkkolehti] The American Journal of Sports Medicine, 2007. Vol. 35, No. 5 s.729-739 [Viitattu 20.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa:

<http://ajs.sagepub.com/content/35/5/729.full.pdf+html>

Kobayashi, A., Higuchi, H., Terauchi, M., Kobayashi, F., Kimura, M. & Takagishi, K. Muscle performance after anterior cruciate ligament reconstruction. [verkkolehti] International Orthopaedics, 2003. Vol. 28, No. 1 s. 48-51. [Viitattu 08.11.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa:

<http://www.springerlink.com/content/kn6lylb55gu3vqbr/>

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2008. Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan. Helsinki. WSOY Oppimateriaalit Oy.

Li, R. C., Maffulli, N., Hsu, Y. C. & Chan, K. M. Isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings and functional ability of anterior cruciate deficient knees in recreational athletes. [verkkolehti] British Journal of Sports Medicine, 1996. Vol. 30, Issue 2. s. 161-164. [Viitattu 21.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: <http://bjsm.bmj.com/content/30/2/161.abstract>

Magee, D., J. 2006. Orthopedic Physical Assessment – Fourth Edition. Edmonton. Saunders Elsevier.

MedlinePlus, 2009 [Viitattu 14.10.2011] Saatavissa: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/imagepages/18003.htm>

Muscle Anatomy, 2009 [Viitattu 24.10.2011] Saatavissa: http://virtual.yosemite.cc.ca.us/rdroual/Course%20Materials/Elementary%20Anatomy%20and%20Physiology%2050/Lecture%20outlines/muscle_anatomy.htm

Niemeläinen, R., & Vävilä, R. 2003. ACL-rekonstruktion postoperatiivisten kuntoutusprotokollien vertailu [verkkodokumentti]. Jyväskylä: 2003. [Viitattu 4.8.2011] Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/8249/G0000322.pdf?sequence=1>

Orajärvi, K. GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmä. Esite Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksikkö. [Viitattu 25.11.2011] Saatavissa: http://www.oamk.fi/hankkeet/hytke/docs/esite_gaitrite.pdf

Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W. & Underwood, F. B. Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. [verkkolehti] Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2006. Vol. 36, No. 12. s. 911-919. [Viitattu 25.10.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa: http://www.jospt.org/issues/articleID.1216,type.2/article_detail.asp

Pylkkänen, S., Peltokangas, V. 2007. ACL-rekonstruktion jälkeinen fysioterapia - kirjallisuuden ja tapausesimerkin vertailu. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveystieteiden yksikkö [Viitattu 4.8.2011] Saatavissa: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/17537/jamk_1197983836_3.pdf?sequence=2

Roberts, P. J., Alhava, E., Höckerstedt, K. & Leppäniemi, A. 2010. Kirurgia. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim.

Rokkanen, P., Tervo, T. & Avikainen, V. 1990. Ortopedia – Käytännön ortopediaa. Helsinki. Kandidaattikustannus Oy.

Silvers, H. J., & Mandelbaum, B. R. ACL injury prevention in the athlete. [verkkolehti] Sport-Orthopädie - Sport-Traumatologie - Sports Orthopaedics and Traumatology, 2011. 27(1), s. 18-26. [Viitattu 11.8.2011] Lehti ilmestyy myös painettuna. Saatavissa:

<http://www.sciencedirect.com.lillukka.samk.fi/science/article/pii/S0949328X11000111>

The Center for Orthopaedics & Sports Medicine, 1999 [Viitattu 14.10.2011] Saatavissa: <http://www.arthroscopy.com/sp05005.htm>

University of Pittsburgh, Department of Orthopaedic Surgery, 2010 [Viitattu 14.10.2011] Saatavissa: <http://www.orthonet.pitt.edu/content/DoubleBundle.htm>

Valtonen, L. Eturistisidevamman vaikutukset tasapainoon ja refleksitoimintaan [verkkodokumentti]. Jyväskylä: 2005. [Viitattu 4.8.2011] Saatavissa: https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/7192/URN_NBN_fi_jyu-200593.pdf?sequence=1

KUTSUKIRJE

Olemme kaksi kolmannen vuoden fysioterapiaopiskelijaa Satakunnan ammattikorkeakoulusta ja teemme opinnäytetyötä eturistisidepotilaiden kuntoutumisesta ja lihasvoiman palautumisesta.

Kutsumme Teidät testaustilaisuuteen Porin Lääkäritalolle fysioterapian osastolle 31.5 klo 15.00 alkaen. Tarkoituksena on mitata etureisien lihasvoimaa, tasapainonhallintaa ja analysoida kävelyä.

Tutkimuksen tarkoitus

Opinnäytetyössä tutkimme eturistisideleikattujen henkilöiden polven ojentajien lihasvoimaa ja kuntoutumista, kun leikkauksesta on kulunut noin vuosi. Tutkimuksemme lähtökohtana on selvittää nelipäisen reisilihaksen voiman palautumista leikkauksen jälkeen ja sen vaikutusta kävelyyn ja tasapainoon. Perusteena on tieto siitä, että heikko nelipäinen reisilihas altistaa polven ongelmille ja yksilön tasapainovaikeuksille. Tarkoituksena on kerätä otanta laajuudeltaan kuusi liikunnallisesti aktiivista henkilöä (kolme miestä & kolme naista.)

Suoritamme nelipäisen reisilihaksen maksimivoiman mittaamisen HUR-lihasvoimatestauslaitteella, jolla tehdään maksimaalinen nelipäisen reisilihaksen jännitys. Kävelyanalyysin teemme Gait Rite –kävelyanalyysimatolla. Tasapainotesti suoritetaan sovelletulla SEBT-tasapainotestillä (Star Excursion Balance Test), jolla selvitetään alaraajojen tasapainonhallinnan puolieroja.

Yhteistyökumppanina toimii Porin Lääkäritalo Oy, yhteyshenkilönä fysioterapeutti Juha-Pekka Kallio.

Testipäivä:

- Ota mukaasi sisäurheiluasua (ei jalkineita)
- Täytetty kyselylomake
- Peseytymisvälineet, jos koet tarpeelliseksi
- Iloista testimieltä ☺

Kyselylomake

Esitiedot:

- Nimi:
- Syntymävuosi:
- Liikunnallinen aktiivisuus, kertaa viikossa:

- ACL-vamman operointipäivä:
- Missä operoitu:
- Leikkaustekniikka, mistä siirre:
- Milloin vamma on tapahtunut:

Kuntoutuminen:

- Oletko käynyt leikkauksen jälkeen fysioterapiassa, jos niin missä?

- Harjoittelun useus ja harjoitusliikkeet (liikkeet, toistot, painot ym.)?

- Omat kokemukset kuntoutumisesta tähän hetkeen?

- Polven nykyinen tila?