



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Joni Sundström

# Takaristisideleikkauksen jälkeinen kuntoutus ja tuenta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

26.5.2019

Tekijä(t) Otsikko	Joni Sundström Takaristisideleikkauksen jälkeinen kuntoutus ja tuenta
Sivumäärä Aika	25 sivua 26.5.2019
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapian tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Fysioterapia
Ohjaaja(t)	Fysioterapian yliopettaja Anu Valtonen Fysioterapian lehtori Leena Piironen
<p>Erilaiset polvivammat ovat yleisiä urheilussa ja vapaa-ajalla tapahtuvia tapaturmia. Polven nivelsidevammoista eturistisidevamma on yleisin. Takaristisidevammat ovat huomattavasti harvinaisempia. Eristetyn takaristisidevamman aiheuttaa yleensä sääreen tuleva suora isku polven ollessa koukistuneena tai polven yliojennusvamma. Suurin osa vammoista syntyy urheilussa tai liikenteessä.</p> <p>Tämän kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli koostaa uusin ja laadukkaita tutkimustieto takaristisideleikkauksen jälkeisestä kuntoutuksesta ja tuennasta Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirille (Hus) potilasohjeen päivittämiseksi. Tarkoituksena oli selvittää kuntoutuksen eri vaiheet, intensiteetti ja kesto. Hus:n Töölön sairaalan fysioterapeutti perehdytti aiheeseen ja ohjasi työn etenemistä. Työn teoriapohja perustuu alan uusimpaan kirjallisuuteen ja tutkimustietoon, joka etsittiin PubMed-, Cinahl-, ja Pedro- tietokannoista talvella 2018–2019. Haku- ja laatukselliset täyttävät tutkimuksia eristetyn takaristisideleikkauksen kuntoutuksesta löytyi vähän.</p> <p>Takaristisiteen leikkaushoidon tarve arvioidaan yksilöllisesti. Leikkaushoitoa suositellaan kokonaan katkenneelle takaristisiteelle, kun polven käytössä on epävarmuutta ja pettämisen tuntua. Takaristisiteen leikkauksen jälkeinen kuntoutus on pitkä prosessi, johon vaikuttavat vamman laatu, muut vaurioituneet rakenteet ja käytetty leikkaustekniikka. Kuntoutuksen toteutuksessa pyritään minimoimaan mahdollisesti haitalliset voimat parantuvaan siirteeseen, toteuttamaan nousujohteinen kuormittaminen sekä huomioimaan yksilölliset erot. Kuntoutusprotokollat ovat hyödyllisiä suuntaviivoja kuntoutuksen suunnittelussa ja niitä sovelletaan kuntoutujien yksilölliset erot huomioiden.</p> <p>Opinnäytetyössä esitetään kaksi selkeää kuntoutusprotokollaa takaristisideleikkauksen jälkeisen kuntoutuksen ja tuennan toteuttamiseksi. Protokollat sisälsivät samat perusperiaatteet ja eroavaisuuksia ilmeni lähinnä harjoitteiden aloittamisajankohdissa. Fysioterapia-alan kannalta tämä opinnäytetyö on käyttökelpoinen kuntoutuksen suunnittelussa ja siinä on tarkasti esitetty kuntoutuksen toteutus. Lisätutkimusta tarvitaan eri kuntoutuskäytäntöjen toimivuudesta takaristisidepotilailla.</p>	
Avainsanat	Takaristiside, leikkauksen jälkeinen fysioterapia, polvituki

Author(s) Title	Joni Sundström Rehabilitation and bracing after PCL reconstruction
Number of Pages Date	25 pages 26 May 2019
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation option	Physiotherapy
Instructor(s)	Anu Valtonen, Principal Lecturer Leena Piironen, Senior Lecturer
<p>Various knee injuries are common in sports and leisure accidents. For knee joint injuries, the ACL injury is the most common. PCL injuries are much less common. An isolated PCL injury is usually caused by a knee hyperextension injury or a direct impact to the tibia when the knee is bent. Most of the injuries occur in sports or traffic. The need for surgical treatment of PCL is assessed individually. Surgical treatment is recommended for a completely broken PCL when there is uncertainty and a feeling of giving away of the knee.</p> <p>The purpose of this descriptive literature review was to collect the latest high-quality research data on rehabilitation after a PCL surgery and support Hus in updating the related patient guide. The purpose was to find out the different stages, intensity and duration of rehabilitation. Hus's Töölö Hospital's physiotherapist introduced the topic and directed the work. The thesis is based on latest literature and research in the field found through the PubMed, Cinahl, and Pedro databases in winter 2018–2019. Only a few high-quality studies on rehabilitation after repair surgery of an isolated PCL injury fulfilling the search criterion were found.</p> <p>The rehabilitation of the PCL is a long process and is affected by the quality of the disability, other damaged structures and the operation technique used. In the implementation of rehabilitation, it must be possible to minimize the potentially harmful forces to the healing graft, to load the ligament progressively, and to take individual differences into account. In rehabilitation planning, rehabilitation protocols are useful guidelines that are applied individually.</p> <p>The thesis offers two clearly presented rehabilitation protocols for the implementation of rehabilitation and support after a PCL surgery. The protocols contained the same basic principles and the differed mainly in the time the exercises started. From the point of view of the physiotherapy field, this thesis is useful in the planning of rehabilitation and has a precise presentation of the implementation of rehabilitation. However, further research is needed into the effectiveness of different rehabilitation practices in patients with PCL injury.</p>	
Keywords	PCL, rehabilitation, bracing

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön lähtökohdat ja toteutus	3
2.1	Tarkoitus ja tavoite	3
2.2	Tiedonhaku	3
2.3	Käsitteiden määrittely	4
3	Leikkaushoitoa vaativa takaristisidevamma	6
3.1	Takaristisiteen rakenne ja toiminta	6
3.2	Vammojen syntymekanismit	6
3.3	Diagnosointi	7
3.4	Leikkaushoito	7
4	Leikkauksen jälkeinen kuntoutus	8
4.1	Jakso I, viikot 1-7	12
4.2	Jakso II, viikot 7–16	17
4.3	Jakso III, kuukaudet 5–9	22
5	Pohdinta	25
6	Lähteet	26

## 1 Johdanto

Erilaiset polvivammat ovat yleisiä urheilussa ja vapaa-ajalla tapahtuvia tapaturmia (Polven takaristisidevamman hoito n.d.). Patologiset muutokset, esimerkiksi nivelsiteen repeämä jossakin nivelen rakenneosassa, voi aiheuttaa muutoksia nivelen toiminnassa. Nämä muutokset voivat aiheuttaa epätasapainoista kuormitusta nivelkudoksiin lisäten paikallisen nivelvaurion riskiä. (Kiviranta & Järvinen 2012: 14.) Polven nivelsidevammoista eturistisidevamma on yleisin. Takaristisidevamat ovat huomattavasti harvinaisempia. (Polven takaristisidevamman hoito n.d.) Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) tilastojen mukaan vuonna 2010 Suomessa tehtiin 2861 eturistisideleikkausta ja 108 takaristisideleikkausta, joissa osassa leikattiin samalla myös eturistiside (Toimenpiteelliset hoitojaksot 2010). Tilastoa eristetyistä takaristisideleikkauksista ei löytenyt, joten takaristisideleikkaukseksi on laskettu kaikki THL:n toimenpideluokituksella NGE40 (Polven takaristisiteen tai etu- ja takaristisiteen korjaus) ja NGE45 (Polven takaristisiteen tai etu- ja takaristisiteen korjaus tähystyksessä) olevat toimenpiteet.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään polven takaristisiteen leikkauksen jälkeistä kuntoutusta. Opinnäytetyön aihe tuli Metropolia Ammattikorkeakoulun kautta työelämäkumppanilta, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiriltä (Hus), Töölön sairaalasta. Husilla oli tarve päivittää käytössä oleva potilasohje ja kuntoutusprotokolla takaristisiteen leikkauksen jälkeisestä kuntoutuksesta. Husin Töölön sairaalan fysioterapeutti johdatti aiheeseen ja esitteli nykyisiä kuntoutuskäytäntöjä ja tuentaa leikkauksen jälkeen.

Tässä opinnäytetyössä takaristisidevammalla tarkoitetaan kokonaan poikki mennyttä takaristisidettä. Takaristisiteen ensisijainen tehtävä on rajoittaa sääriluun taakse työntymistä kaikilla polven nivelkulmilla, lukuun ottamatta polven lähes täyttä ojennusta (Amis ym. 2003: 271). Eristetyn takaristisidevamman voi aiheuttaa sääreen tuleva suora isku polven ollessa koukistuneena tai joskus polven yliojennusvamma. Yleensä takaristisiteen repeämän aiheuttaa suurienerginen tapaturma, johon liittyy myös muiden polven nivelsiteiden vaurioita. (Polven takaristisidevamman hoito n.d.) Ristisidevamma voi parantua melko hyvin kivuttomaksi ilman leikkausta, mutta koska katkennut side ei kiinnity itsestään, polveen jää yleensä epävarmuutta ja pettämisen tuntua. Siksi leikkaushoidon tarve on yleensä hyvä arvioida 1–3 viikon päästä tapahtumasta. Vamman luonteen ja laajuuden selvittämiseksi on syytä tehdä polven magneettikuvaus. (Ristisidevamma 2019.) Onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi kuntoutus on keskeises-

sä roolissa polven nivelsidevammojen hoidossa (Polven takaristisidevamman hoito n.d.).

## 2 Opinnäytetyön lähtökohdat ja toteutus

### 2.1 Tarkoitus ja tavoite

Tämän työn tarkoitus on kerätä yhteen uusin ja laadukkain tutkimustieto leikkaushoitoa vaativan takaristisidevamman kuntoutuksesta ja tuennasta Husin potilasohjeen päivittämiseksi. Tarkoitus on selvittää kuntoutuksen eri vaiheet, intensiteetti ja kesto. Työn tavoite on tehdä laadukas kirjallisuuskatsaus Husille, jotta he voivat sen pohjalta päivittää potilasohjeensa vastaamaan uusinta ja laadukkainta tutkimustietoa.

Tästä opinnäytetyöstä hyötyvät kaikki takaristisidevamman leikkaushoitoa tarvitsevien asiakkaiden parissa työskentelevät eri alojen ammattilaiset sekä heidän potilaansa. Toivottavasti tämä opinnäytetyö herättää myös keskustelua kuntoutuksen vaikuttavuudesta.

### 2.2 Tiedonhaku

Takaristisiteeseen liittyviä tutkimuksia löytyy kohtalaisesti. Suurin osa kuitenkin käsittelee leikkausteknisiä asioita tai erilaisien yhdistelmävammojen operointia ja kuntouttamista. Oikeanlaista hakutekniikkaa harjoiteltiin lukuisia kertoja PubMed-tietokannasta. Tietokannan logiikan oppimisen ja ymmärtämisen apuna käytettiin Metropolian- ja PubMedin omaa ohjeistusta sekä Metropolian informaation henkilökohtaista opastusta. Lukuisien koehakujen tuloksena syntyi aluksi alla esitetty hakulauseke:

pcl **OR** "posterior cruciate ligament"  
**AND**  
reconstruction **OR** reintegration **OR** surgery  
**AND**  
rehabilitation **OR** physiotherapy **OR** postoperative **OR** post-operative

Tarkoitus oli rajata tarkalla hakulausekkeella tutkimukset niin, että suurin osa hakutuloksista käsittelee takaristisiteen kuntoutusta leikkauksen jälkeen. Useissa tutkimuksissa leikkauksen jälkeistä kuntoutusta ei edes mainittu tai se oli käsitelty nopeasti muutamalla sanalla, vaikka kyseessä oli useamman vuoden seurantatutkimus leikkauksen jälkeen. Näiden tutkimuksien tuloksissa kuitenkin tehtiin johtopäätöksiä valitun leikkaustekniikan vaikuttavuudesta pitkällä aikavälillä leikkauksen jälkeen.

Kokeilin myös hakusanoja "tears", "physical therapy", "therapeutic", "exercise" ja näiden erilaisia yhdistelmiä, mutta hakutuloksena oli kuitenkin paljon tutkimuksia, joissa takaristisiteessä oli vain osittainen repeämä ja ne oli hoidettu konservatiivisesti. Esimerkiksi "exercise"-hakusana tuotti paljon harjoitteluun ja kuntoutukseenkin liittyviä tuloksia, mutta suurimmassa osassa näitä tutkimuksia ei oltu tehty ollenkaan leikkausta.

Liian tarkkaan rajattu haku jätti paljon käyttökelpoisia ja laadukkaita tutkimuksia pois hakutuloksista. Hakulauseketta yksinkertaistettiin ja näin saatiin hyvät tutkimukset mukaan opinnäytetyöhön. Tietenkin tutkimuksien läpikäyntiin ja valintaan kului enemmän aikaa, mutta se lisäsi ymmärrystä siitä millaisia tutkimuksia aiheesta on tehty ja mihin asioihin niissä yleensä keskitytään.

Lopullinen hakulauseke oli:

(pcl **OR** "posterior cruciate ligament")  
**AND**  
 (isolated)  
**AND**  
 (rehabilitation **OR** postoperative)

Alle 10 vuotta vanhoja tutkimuksia löytyi 81 kappaletta (19.2.2019). Rajasin hakutuloksista pois tutkimukset, joissa takaristisideleikkausta verrattiin johonkin muuhun leikkaukseen (esimerkiksi eturistileikkaukseen), tutkimus oli tehty jollain muulla kielellä kuin englanti (esimerkiksi saksa tai ranska), pcl tarkoitti jotain muuta kuin takaristisidettä (esimerkiksi Polycaprolactone), liian pieni tai tarkkaan rajattu tutkimusryhmä (kaksi henkilöä tai esimerkiksi military survival swim training). Vaikka opinnäytetyöhöni valikoitui näillä hakukriteereillä enintään 10 vuotta vanhoja tutkimuksia, silti kyseisissä tutkimuksissa käytetyt alkuperäislähteet voivat olla vanhempiakin.

### 2.3 Käsitteiden määrittely

Polven multiligamenttivamma on polvivamma, johon liittyy vähintään kaksi polven neljästä suurimmasta sidoksesta. Nämä ovat eturistiside (ACL), takaristiside (PCL), posteromediaalinen kulma (PMC), mukaan lukien mediaalinen sivuside (MCL) ja posterolateraalinen kulma (PLC) sisältäen lateraalisen sivusiteen (LCL). (Buyukdogan & Laidlaw & Miller 2018.)



IKDC-testi on Kansainvälisen polven dokumentointikomitean (International Knee Documentation Committee) subjektiivinen potilaslähtöinen kyselytesti, joka arvioi oireita ja toimintaa jokapäiväisessä elämässä. Kokonaispisteytys asteikolla 0-100, mitä suurempi luku, sitä parempi toimintakyky. (Higgins ym. 2007.)

Tegnerin testi on potilaan subjektiivinen arvio aktiivisuutensa tasosta. Potilasta pyydetään valitsemaan osallistumisaste, joka parhaiten kuvaa potilaan sen hetkistä aktiivisuustasoa asteikolla 1-10, 0 Sairausloma tai työkyvyttömyyseläke polviongelmien vuoksi ja 10 kilpaurheilua kansallisella tasolla. (Pal Singh n.d. a.)

Lysholm Knee Scoring -testi on potilaan subjektiivinen arvio toimintakyvystä ja polvivamman aiheuttaman haitan määrästä. Kyselylomakkeen kahdeksalle kohdalle on jokaiselle annettu tietty pistearvo. Kokonaispisteytys asteikolla 0-100, alle 64 on huono ja 95-100 on loistava. (Pal Singh n.d. b.)

### 3 Leikkaushoitoa vaativa takaristisidevamma

#### 3.1 Takaristisiteen rakenne ja toiminta

Takaristiside kiinnittyy reisiluussa mediaalisen nivelnastan sisäreunan etuosaan. Sääriluussa kiinnityskohta on interkondylaaritalan kohdalla, nivelraon alapuolella ja nivelen ulkopuolella. Tämä vaikuttaa huomattavasti takaristisiteen paranemiseen ja vammautuneen takaristisiteen kuntoutukseen. Takaristisiteen on osoitettu koostuvan kahdesta funktionaalisesta kuitukimpusta (anterolateral bundle, posteromedial bundle), jotka kiristyvät polven eri nivelkulmissa. Takaristisiteen säikeet kiristyvät maksimaalisesti polven ollessa koukistuneena suoraan kulmaan ja enimmäkseen löysänä polven ollessa ojennettuna suoraksi. (Kiviranta & Järvinen 2012: 58–59.) Sen ensisijainen tehtävä on rajoittaa sääriluun taakse työntymistä kaikilla polven nivelkulmilla, lukuun ottamatta polven lähes täyttä ojennusta. Polvea ojennettaessa puolestaan posterolateraaliset ja posteromedialiset rakenteet kiristyvät. (Amis ym. 2003: 271.) Takaristisiteen sekundäriefunktiona on yhdessä eturistisiteen kanssa polven varus- ja valgussuuntaisten vääntövoimien sekä sääriluun sisärotaation vastustaminen (Kiviranta & Järvinen 2012: 59). Amis ym. (2003: 272) osoittivat tutkimuksessaan, että takaristisiteen anteriorinen kimppu välittää suuremman osan voimasta kuin posteriorinen kimppu.

Polvinivelen rakenteiden koostumus ja biomekaaniset ominaisuudet ovat optimoituneet toimimaan joustavasti monissa fysiologisissa kuormitustilanteissa. Nopeissa nivelkuormitustilanteissa tapahtuva ruston jäykkyyden kasvu suojaa rustokudosta nivelen rakenteen rikkoutumiselta. Esimerkiksi polvinivelessä reisi- ja sääriluun nivelpintoihin kohdistuva kontaktipaine juoksun aikana vastaa jopa 7-8 kertaista ruumiin painoa eli yli 100 kg kuormaa nivelen neliösenttimetriä kohden. (Kiviranta & Järvinen 2012: 14.)

#### 3.2 Vammojen syntymekanismit

Erilaiset polvivammat ovat yleisiä urheilussa ja vapaa-ajalla tapahtuvia tapaturmia. Polven nivelsidevammoista eturistisidevamma on yleisin. Takaristisidevammat ovat huomattavasti harvinaisempia. Eristetyn takaristisidevamman voi aiheuttaa sääreen tuleva suora isku polven ollessa koukistuneena tai joskus polven yliojennusvamma. Yleensä takaristisiteen repeämän aiheuttaa suurienerginen tapaturma, johon liittyy myös muiden polven nivelsiteiden vaurioita. (Polven takaristisidevamman hoito n.d.) Monissa tapauksissa loukkaantumishetkellä polveen kohdistuu kiertosuuntaista voimaa, joka voi johtaa epävakauteen valgus- tai varus –suunnassa (Fanelli 2015: 312).

### 3.3 Diagnostiointi

Tuoreen nivelsidevamman pystyy toteamaan luotettavasti magneettikuvasta, joka on oleellinen osa nivelsidevammojen diagnostiikkaa (Polven takaristisidevamman hoito n.d.). Suurimmassa osassa tapauksia, joissa PCL-vamman aiheuttamiseksi on ollut riittävästi energiaa, on todennäköistä, että myös muut rakenteet ovat vaarantuneet (Fanelli 2015: 312). Muiden nivelsiteiden vaurioiden kartoittaminen vaikuttaa oleellisesti hoitopäätökseen (Polven takaristisidevamman hoito n.d.).

### 3.4 Leikkaushoito

Osa takaristisidevammoista vaatii leikkaushoidon. Jos useampi polven tukiside on repeytynyt, on pääsääntöisesti perusteet leikkaushoidolle heti akuuttivaiheessa. (Polven takaristisidevamman hoito n.d.) Sivusiteiden vaurioitumisaste on ratkaisevaa kirurgisen korjauksen sopivimman väljyyden määrittämisessä. Sillä ei kuitenkaan ole merkittävää vaikutusta kuntoutukseen, koska nämä rakenteet on suojattava paranemisen alkuvaiheessa. (Fanelli 2015: 312.) Eristetyssä PCL-repeämässä leikkaustarpeesta päätetään tapauskohtaisesti. Kroonisesti löysä polvinivel, jossa on taustalla vanha nivelsidevamma, vaatii leikkaushoidon, mikäli polven toiminta halutaan vakauttaa ja palauttaa. (Polven takaristisidevamman hoito n.d.)

Husin mukaan PCL-leikkauksen jälkeen käytetään erityistä polven PCL-tukea tyypillisesti vähintään 3-4 kuukautta. Tuen tarkoituksena on vähentää jännesiirteisiin kohdistuvaa rasitusta ja antaa suojaa polvelle kuntoutumisen alkuvaiheessa. Tuki mahdollistaa polven liikuttelun tukien sääriluuta eteenpäin koukistuksen aikana. Onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi kuntoutus on keskeisessä roolissa polven nivelsidevammojen hoidossa. (Polven takaristisidevamman hoito n.d.)

## 4 Leikkauksen jälkeinen kuntoutus

Merkittävä tekijä potilaan kuntoutumisessa tyydyttävälle tasolle on suunnitellun kuntoutusohjelman toteuttaminen, vaarantamatta kirurgista korjausta. Kuntoutuksessa on pysyttävä minimoimaan mahdollisesti haitalliset voimat parantuvaan siirteeseen. Siksi on tärkeää ymmärtää, miten erilaiset harjoitukset ja toiminnot vaikuttavat näihin rakenteisiin. Kuntoutuksen edetessä on tärkeää ottaa huomioon, että potilailla on suuri yksilöllinen varianssi kipuherkkyyden, hoidon vasteen ja odotusten osalta. Täytyy ottaa nämä yksilölliset erot huomioon ja olla riittävän joustava, vaikka kuntoutusprotokollat ovat välttämättömiä suuntaviivoja nousujohteisen kuntoutuksen toteuttamiseksi. (Fanelli 2015: 311–312.)

On vaikea määrittää varmuudella tarkkaa biomekaniikkaa elävässä kudoksessa, koska useimmissa tutkimuksissa on käytetty fysiologisia malleja tai kuvantamistutkimuksia niveliin vaikuttavien voimien laskemiseksi. On selvää, että elävään ihmiseen istutettujen voimaa välittävien kudosten dynamiikkaa sekä nivelten liikettä ei ole käytännössä tällä hetkellä mahdollista tarkasti arvioida. Siksi on käytettävä saatavilla olevia tutkimuksia ja yhdistettävä se tieto kriittiseen tarkkailuun harjoitusten ja toimintojen edetessä. Herää kysymys, onko realistista, että leikkauksella pystyttäisiin palauttamaan nivelen ”normaali” toiminta. (Fanelli 2015: 311.)

Taulukko 1. Multiligamenttivaurion kuntoutusta myötäilevä protokolla (Fanelli 2015: 313 mukailen)

0-8 viikkoa			
Päätavoitteet:	Suuntaviivat:	Terapeuttinen harjoittelu:	Jakson lopputavoitteet:
Siirteen suojaaminen	Polvituki lukittuna täyteen ojennukseen ympäri vuorokauden 3–4 viikon ajaksi	Suljetun kineettisen ketjun harjoitukset pystyasennossa polvituen kanssa	Täyspainovaraus 8 viikon jälkeen
Turvotuksen hallinta	Varaamatta painoa kyynärsauvojen avulla liikkuen 3–4 viikkoa	Polvi lähes suorana nelipäisen reisilihaksen jännittäminen ( <i>Quad sets</i> )	Polven koukistus 90 astetta tai enemmän - täysi ojennus
Nelipäisen reisilihaksen vahvistaminen	Osapainovaraus 3-4 vko leikkauksen jälkeen lisäten 25% viikossa 4 viikon ajan	Suoran jalan nosto (SLR), polvituki lukittuna suoraksi	Nelipäisen reisilihaksen hallinta toiminnallisissa liikkeissä tasaisella alustalla
Täyden ojennuksen säilyttäminen polvinivelessä	Ei eristettyjä hamstring-harjoituksia tai aktivointeja	Yläraajojen harjoitukset tai kestävyysharjoittelu käsipyörällä	Polvituen käytön lopettaminen
	Vain passiivinen ROM	Patellan mobilisointi	
		Isometriset vatsalisharjoitukset	
		Nilkan ojennus ja koukistus	

Taulukko 2. Multiligamenttivaurion kuntoutusta myötäilevä protokolla (Fanelli 2015: 313 mukailen)

8-16 viikkoa				
Päätavoitteet:	Suuntaviivat:	Terapeuttinen harjoittelu:	Jakson lopputavoitteet:	
ROM: täysi ojennus – 125 ° tai enemmän	Ei avoimen ketjun harjoitteita tai eristettyä hamstring-lihaksien vahvistamista	kuntopyörällä ROM:n ja vastuksen asteittainen lisäys	Aktiivinen polven koukistus 110 astetta tai enemmän	
Turvotuksen hoito: Nivelen ympäröimä 2 cm sisällä vastakkaisesta raajasta	Ei eristettyä nelipäisen reisilihaksen vahvistamista jos myös ACL vaurioitunut	Progressiivisesti suljetun kineettisen ketjun vahvistavia harjoituksia 0–60 °	Yhdellä jalalla seisominen 30 sek. tai enemmän	
Nelipäisen reisilihaksen kontrolli toiminnallisissa liikkeissä (esim. porraskävely)	Polven koukistuksen asteittainen lisääminen ja potilas ajetaan vain kerran 110 asteeseen asti	Kahden jalan liikkeistä eteneminen yhden jalan liikkeisiin (kykyt, askelkykyt, jalkaprässi)	Symmetrinen alaraajojen kuormitus toiminnallisissa liikkeissä	
Arven mobilisointi	Vain kevyttä venyttämistä hamstring-lihaksille	Lantioseudun ja keskivartalon nousujohteinen vahvistaminen	Turvotuksen häviäminen - kiputaso 0–2 / 10 liikkeessä	
		Tasapainon ja asentotunnon harjoittaminen (yhdellä jalalla)		
		Isometrinen nelipäisen reisilihaksen vahvistaminen 70 ° polvikulmalla		

Taulukko 3. Multiligamenttivaurion kuntoutusta myötäilevä protokolla (Fanelli 2015: 313-314 mukailen)

4-8 kuukautta				
Päätavoitteet:	Suuntaviivat:	Terapeuttinen harjoittelu:	Jakson lopputavoitteet:	Huomioitavaa:
Polven maksimaalinen koukistus 10–15 astetta	Juokseminen suoritettava tasaisella ja muuttumattomalla alustalla. Minimoi juoksumaton käyttö	Progressiivisesti vastustavat nelipäisen reisilihaksen suljetun kineettisen ketjun harjoitukset	Valmistautuminen kovatehoisempiin laji-spesifeihin harjoitteisiin ja harjoitteluun	Tarkkaile polven etupuolen kipua, turvotusta tai epäsymmetrisiä laskeutumismalleja lisääntyneessä liikkumisessa
Nelipäisen reisilihaksen voima 80–90% terveestä raajasta	Avoimen kineettisen ketjun hamstring-lihaksia vahvistavia harjoitteita vasta 5kk leikkauksen jälkeen	5kk leikkauksen jälkeen polven koukistukset vatsallaan painovoimaa vastaan	Johdatella monisuuntaisten voimien käyttöönottoon yhdellä jalalla	Potilaiden koulutus, joka koskee toiminnan asianmukaista etenemistä. Ei vielä urheilua
Suoraan juokseminen ja asteittainen eteneminen sprinttiin (tarvittaessa)	Mahdollisesti voi aloittaa avoimen kineettisen ketjun nelipäisen reisilihaksen vahvistavia harjoituksia alhaisella vastuksella	6kk leikkauksen jälkeen aloita eristetyt hamstring-harjoitukset vastuksen kanssa		
Laji-spesifiä harjoittelua kohti jakson lopussa	Yhden jalan hypyn vastattava 80% terveestä raajasta ennen plyometristen harjoitteiden aloittamista	Progressiivinen lantioseudun ja keskivartalon lihaksien sekä asentotuntemuksen harjoittelu useissa tasoissa		
		6:n ja 7:n kk välillä plyometrist- ja ketteryysharjoitukset (Hyppöohjelma)		
		7kk jälkeen matalatehoisia laji-spesifejä harjoitteita		

Taulukko 4. Multiligamenttivaurion kuntoutusta myötäilevä protokolla (Fanelli 2015: 314 mukailen)

9 kuukautta - 1 vuosi				
Päätavoitteet:	Suuntaviivat:	Terapeuttinen harjoittelu:	Jakson lopputavoitteet:	Huomioitavaa:
Nelipäisten reisilihasten symmetrisyys	Potilaan on suoritettava symmetrisesti yhden jalan hyppytestit (pituus ja pystysuunta)	Jatka voimaharjoittelun ja ketteryyden kehittämistä	Turvallinen paluu urheiluun ilman rajoituksia	Seuraa kipua, turvotusta tai epäsymmetrisiä suorituksia urheilussa
Hyppöohjelman ja edistyneen ketteryysharjoitusten suorittaminen	Yhden jalan proprioseptiiviset taidot oltaava samalla tasolla terveeseen jalkaan verrattuna	Laji-spesifit harjoitukset, joiden intensiteetti on 50% ja jotka tähtäävät täysimääräiseen osallistumiseen	Vuosittainen seuranta perustuen väljyyden testaukseen, röntgenkuviin ja toiminnallisiin tuloksiin	Varmista toiminnallisen polvituen istuvuus ja sopivuus
Urheiluun paluu, jos kaikki kriteerit täyttyvät	Urheiluun paluu tulee aloittaa sopivaa toiminnallista polvitukea käyttäen	Terävät suunnanmuutokset ja pysähdys-liikkeillähdöt tämän vaiheen lopussa		

Quelard ym. (2010) tutkimuksen tavoitteena oli raportoida eristetyn PCL-leikkauksen tulokset. Tutkimukseen osallistui 17 henkilöä, joista 15 oli miehiä ja 2 naista. Ikäkeskiarvo tutkimukseen osallistuvilla oli 29,25 vuotta, vaihteluväli 18–46 vuotta. Potilaita seurattiin keskimäärin 30 kuukautta, vaihteluväli 12–60 kuukautta. Tutkittavien vammoista 53% (9 hlö) oli tullut urheilussa, 41,1% (7 hlö) liikenteessä ja 5,88% (1hlö) puutoamalla. Kaikille tutkittaville potilaille oli tehty leikkaus samalla kirurgisella yhden kimpun (single bundle) tekniikalla omakudossiirränäisellä operoitavan alaraajan nelipäisen reisilihaksen jänteestä ja heille oli annettu leikkauksen jälkeinen kuntoutus saman protokollan mukaisesti. Tämän leikkauksen suurimpana haasteena on leikkauksella saavutetun sääriluun oikean asennon ylläpitäminen. Hypoteesi on, että huolellinen, rauhallisesti ja nousujohteisesti toteutettu kuntoutus tuottaa tyydyttäviä, kliinisesti toistettavia ja hyviä tuloksia nivelen väljyyttä mitattaessa. (Quelard ym. 2010: 256–257.)

Kuntoutusprotokolla oli luonteeltaan ei-aggressiivinen. Sen tarkoituksena oli suojata siirrettä liialliselta mekaaniselta rasitukselta ja estää sääriluun liiallinen taakse työntyminen. Leikkausta edeltävä ja leikkauksen jälkeinen arviointi sisälsi objektiivisia ja subjektiivisia IKDC-pisteitä sekä Tegnerin että Lysholmknee scales –testeillä. Anteroposteriorinen väljyys mitattiin radiologisesti Telos-kuormitustestilaitteella. Tilastollinen analyysi tehtiin vertailemalla leikkausta edeltäneitä arvoja leikkauksen jälkeisiin tuloksiin. (Quelard ym. 2010: 256.)

Quelardin (2010) tutkimuksen viimeisellä seurantakerralla 11 seurattavaa 17:stä (65 %) arvioi polvensa normaaliksi tai lähes normaaliksi. Kahdella potilaalla 17:stä (12%) oli liikerajoitusta (6 ja 15 astetta). Neljällä potilaalla (24%) oli kohtalaista kipua (vastaa epämukavuutta tai leikkauksen jälkeistä jännetulehdusta), siirteenottokohdassa. Kuu-della potilaalla 17:stä (35%) oli sama määrä kipua liikunnan aikana kuin ennen leikkausta. Kolmelta potilaalta löydettiin radiologisesti kohtalaista madaltumista (kaventuminen) nivelraossa. Ennen loukkaantumista kaikki tutkimukseen osallistuvat olivat harjoitelleet kohtalaista tai intensiivistä liikuntaa ja heistä 94 prosenttia oli harrastanut nopeita suunnanmuutoksia sisältävää urheilua. Loukkaantumisen jälkeen tämä määrä oli 23,5 %. Viimeisimmällä seurantakäynnillä 82 % potilaista harjoitteli kohtalaista tai intensiivistä liikuntaa, 71 % harrasti nopeita suunnanmuutoksia sisältäviä urheilulajeja. Neljällä potilaalla (24%) kertyi kohtalaisesti nestettä niveleen rasittavan liikunnan aikana. Viimeisellä seurantakäynnillä olevien 17 potilaan fyysisen aktiivisuuden taso oli vertailukelpoinen heidän tasoonsa ennen onnettomuutta ( $p = 1$  Fisher's Exact test:ssä). (Quelard ym. 2010: 260.)

Tutkimuksessa todettiin anteroposteriorisen väljyyden olleen ennen leikkausta keskimäärin 11,9 mm (vaihteluväli 8–18 mm) ja viimeisellä seurantakerralla 3,8 mm (vaihteluväli 1–7 mm) ( $p = 0,01$ ). Leikkausta ennen keskimääräinen subjektiivinen IKDC-pistemäärä oli 37,7 ja viimeisessä seurannassa 74,5 ( $p < 0,01$ ). Tegnerin ja Lysholm knee scales-testien tulokset paranivat leikkauksella merkittävästi. (Quelard ym. 2010: 256.) Lysholmin keskiarvot olivat ennen leikkausta 40 (vaihteluväli 5-69) ja viimeisessä seurannassa 82 (vaihteluväli 54-95) pistettä ( $p = 0,0002$ ). Keskimääräiset Tegnerin -pisteet olivat ennen leikkausta 3 ja leikkauksen jälkeen 7 ( $p = 0,003$ ). Onnettomuuden ja leikkauksen välinen viive ei vaikuttanut objektiivisiin tai subjektiivisiin IKDC-pisteisiin ( $p = 0,112$  ja  $p = 0,251$ ) tai lopulliseen anteroposterioriseen väljyyteen ( $p = 0.829$ ). Viimeisimmässä seurannassa subjektiivisia ja objektiivisia pisteitä ei korreloitu ( $p = 0,335$ ). Leikkausta edeltäneen aktiivisuustason ja subjektiivisen IKDC-pistemäärän ( $p < 0,01$ ) välillä oli kuitenkin korrelaatio. (Quelard ym. 2010: 261.)

PCL-vammojen hoitaminen on edelleen kiistanalaista. Tässä tutkimuksessa käytettyyn PCL -leikkaustekniikkaan ei liittynyt erityisiä komplikaatioita. Tämä kirurginen tekniikka ja postoperatiivinen kuntoutusprotokolla ovat luotettavia ja toistettavissa. Tutkimustulokset vahvistivat työhypoteesin, että kyseinen arthroskooppinen rekonstruktio-tekniikka, jossa oli kaksinkertainen kiinnitys ja rauhallisesti etenevä fyysinen kuntoutusprotokolla, johtavat tyydyttäviin klinisiin tuloksiin ja väljyyteen polvessa. (Quelard ym. 2010: 261.)

Taulukko 5. Yhteenveto PCL-kuntoutuksen tavoitteista (Quelard ym. 2010: 258 mukailten)

**0-7 viikkoa**

Potilasta ohjataan olemaan käyttämättä hamstring –lihaksia  
Tavoitteena palauttaa quadriceps–lihasten toiminta

Aktiivinen ja passiivinen ekstensio 0 astetta

Passiivinen fleksio 90-95 astetta

Täyspainovaraus

Vuorokauden ympäri polven tuenta ekstensioon ja sääriluun takaosan yläpäänvahtomuovipehmuste.

Passiivista koukistusta vain vatsamakuulla tai jos selinmakuulla niin pohkeen posterosuperiorisen vastapaineen kanssa.

Polven koukistusharjoitukset käyttäen vain quadricepsin eksentristä(periksi antavaa) lihastyötä.

Fyysisten harjoitusten aloitus esimerkiksi polkemaan ilman hamstring -lihaksia.

**7-12 viikkoa**

Lisätään kaikenlaista kuormitusta suljetussa kineettisessä ketjussa quadriceps- ja gastrocnemius –lihaksille

Passiivinen koukistus 120 –astetta

Polvituen poistaminen, sitten kyynärsauvojen ja normaalin askeleen palautuminen

Lihasten hallinnan ja tasapainon harjoitteita kahdella jalalla

Hamstring-lihasten vahvistaminen vain polven ollessa ojennettuna ja nelipäinen reisilihas jännitettynä (ei klassista vahvistusta polven koukistuksella).

Vältä eteenpäin suuntautuvaa epävakautta proprioseptisten harjoitteiden aikana.

**13 viikkoa -5 kuukautta**

Aloitetaan kontrolloitu fyysinen aktiivisuus

Jatketaan koukistuksen liikelaajuuden ja lihasvoiman palauttamista

Proprioseptiivisiä harjoitteita yhdellä jalalla

Ei vielä hamstring -lihasten klassista vahvistamista.

Vältä eteenpäin suuntautuvaa epävakautta proprioseptisten harjoitusten aikana.

**5 kuukautta -**

Aloitetaan normaali fyysinen harjoittelu ja urheilu

Polven täysi koukistus välttämättömätön fyysisiin aktiviteetteihin

Aloitetaan hamstring –lihasten vahvistaminen ja jatketaan nelipäisen reisilihaksen vahvistamista sekä lihasten kontrollin palauttamista

Harjoittelun voi aloittaa kun liikelaajuus ja lihasvoima sen sallivat.

**4.1 Jakso I, viikot 1-7**

Fanellin (2015) mukaan leikatulle alaraajalle tulee olla varaamatta painoa kyynärsauvoilla liikkuen 3-4 viikkoa. Polvituki tulee olla lukittuna täyteen ojennukseen ympäri vuorokauden 3-4 viikon ajan. Teoksen ensimmäisessä painoksessa polvituki oli lukittuna suoraksi 6 viikkoa (Fanelli 2001), mutta sen huomattiin vaikeuttavan polven taipumisen palautumista muutamalla prosentilla potilaista. Monet näistä potilaista saivat apua manipuloinnilla, mutta se ei onnistunut kaikissa tapauksissa. On huomattava, että 10–



15 -asteen polven taipumisen vajeus leikkauksen jälkeen voidaan olettaa johtuvan siirteen asettelusta ja kireydestä. Itse asiassa ensimmäinen 6-viikkoinen immobilisointijakso perustui potilaisiin, joista monet eivät toteuttaneet heille annettuja ohjeita leikkauksen jälkeisestä kuntoutuksesta, vaan yrittivät saavuttaa täyden liikeradan postoperatiivisen jakson alkuvaiheessa, mikä johti siirteen heikentymiseen. (Fanelli 2015: 312.)

Escamillan (1998) mukaan kirurgisesta tekniikasta riippumatta eristetyssä PCL-rekonstruktiossa varhainen liikelaajuuden saavuttaminen olisi hyödyksi kuntoutuksessa, mutta se olisi järkevää rajoittaa aluksi 70 asteeseen, koska lisääntyntä sääriluuntaakse työntymistä on havaittu polven koukistuessa tästä enemmän (Escamilla 1998). Heidän tutkielmassaan ei käsitelty sallittua taivutusmäärää, eivätkä he olleet vielä laatineet pitkän aikavälin loppututkimuksia.

Postoperatiivisen kuntoutuksen alkuvaihe on aina sama riippumatta siitä, onko myös ACL vaurioitunut. Tämä koostuu täysvaraustietokoneesta pitkällä polvitueella. Täysvaraustietokoneen poikkeuksena on, kun potilas seisoo paikallaan. Tuolloin heille sallitaan pienin mahdollinen varaaminen tasapainon edistämiseksi ja kaatumisriskin vähentämiseksi, mikä saattaisi tapahtua, jos potilas yrittäisi ylläpitää täysvaraustietokonea. Tämän alkuvaiheen aikana polvitukea pidetään 24 tuntia vuorokaudessa. Polvituki säädetään niin, että alkuvaiheen harjoitteet voidaan suorittaa ilman tuen irrottamista. Näitä harjoitteita ovat quad-setit, patella-mobilisointi, suoran jalan nosto (SLR) ja mahdollisuuksien mukaan nilkan pumppaukset sekä arpihieronta, kun arvet ovat täysin parantuneet. Saattaa myös olla suotavaa käyttää kotona sähköistä stimulaatioyksikköä nelipäisen reisilihakseen aktivoimiseksi. Potilaiden ohjeistaminen on kuntoutuksen alkuvaiheessa erityisen tärkeää, koska rajoitetun ohjelman vuoksi potilaan ei välttämättä tarvitse käydä usein klinikalla. (Fanelli 2015: 314.)

Riippuen vakuutuksen kattavuudesta ja muista mahdollisuuksista klinikkakäynnit olisivat kuitenkin hyödyllisiä. Jos potilas on yliopistourheilija tai hänellä on mahdollisuus päästä tapaamaan kuntoutusalan ammattilaista voivat nämä tapaamiset olla hyödyllisiä potilaan yksilöllisen kehittymisen seurannan ja polven varhaisen suojausvaiheen ymmärtämisen kannalta. Muissa tapauksissa terapeutti voi nähdä potilaan ennalta sovitun aikataulun mukaisesti leikkauksen kirurgin kanssa ohjeiden antamiseksi ja protokollan keskeisten osien tarkistamiseksi. Tämä varhaisen suojelun vaihe kestää 3 viikkoa. Tänä aikana voi olla hyödyllistä, että potilas aloittaa fysioterapiakäynnit varmistaakseen liikelaajuuden riittävän kasvun. On tärkeää arvioida varhaisen liikelaajuuden saavuttamiseksi potilaan sietokykyä ja halukkuutta suorittaa kuntoutusta mahdollisista kivuista

huolimatta. Tämä voi olla vaikeaa, kun otetaan huomioon yksilölliset vaihtelut kivun kokemisessa, taustalla olevat vammat sekä potilaan huolenaihe siirteen kestävydestä, jos sitä rasittaa liikaa. On välttämätöntä varmistaa, että polven koukistus saadaan aikaan passiivisesti ilman, että potilas aktivoi hamstring-lihaksia. Tähän voidaan käyttää useita tekniikoita, kuten portaissa aktiivista venytystä (kuvio 1.) ja painovoiman avulla polven passiivista ojennusta. (Fanelli 2015: 314.)



Kuvio 1. Portaissa aktiivinen venytys (Fanelli 2015: 314 mukaillen)

Quelardin (2010) mukaan polvi immobilisoidaan polvituella ensimmäiset 6 viikkoa leikkauksen jälkeen. Tuessa tulisi olla vaahtomuovipehmuste, joka asetetaan sääriluun yläpään taakse estämään sääriluun taakse työntymisen suojellakseen siirrettä (Amis ym. 2003: 271, Race & Amis 1994). Tukea pidetään yötä päivää, kuntoutuskäyntejä lukuun ottamatta (Quelard ym. 2010: 258). Leikkauksen jälkeisenä päivänä aloitetaan kyynärsauvoilla liikkuminen polvituen kanssa ja leikatun jalan asettaminen maahan (Lutz & Palmatier & An 1993). Leikatulla jalalla on varauskielto ensimmäiset 10 päivää, jonka jälkeen aloitetaan progressiivinen varaaminen. 3 viikkoa leikkauksesta painoa vähitellen siirretään harjoittelun aikana ilman polvitukea olevalle leikatulle jalalle. Polvi kuitenkin pidetään nelipäisellä reisilihaksella suoraksi ojennettuna ja kävelyharjoitukset suoritetaan kyynärsauvoilla kuntoutuskäyntien aikana. Polvituen käyttö lopetetaan kokonaan, kun on kulunut 6 viikkoa leikkauksesta ja kyynärsauvojen käyttöä vähennetään asteittain. (Quelard ym. 2010: 258–259.)

Ensimmäisille leikkauksen jälkeisille viikoille polvituki asetetaan mahdollistamaan 0–60 asteen passiivinen koukistus. Polvituen sallimaa liikerataa lisätään vähitellen 90–95 asteen saavuttamiseksi 6 viikon (45 päivän) kohdalla ja 120 asteen saavuttamiseksi 3 kuukauden kohdalla. Nivelen liikelaajuuden lisäämiseksi käytetään passiivisia liiketekniikoita, kuten nivelmobilisointia (*arthromotor*) ja manuaalisia liikkeitä. Esimerkiksi potilas on selinmakuulla ja fysioterapeutti vetää potilaan sääriluun yläpään takaosan kohdalta anteriorisesti (kuvio 2.) sekä potilas vatsamakuulla polvi 0–70 asteen kulmassa, jolloin painovoima aiheuttaa sääriluun etupään liukumisen eteenpäin suhteessa reisi-  
luuhun (kuvio 3 ja 4). (Quelard ym. 2010: 259.)



Kuvio 2. Sääriluun eteenpäin liu'utus (Quelard ym. 2010: 259 mukailen)



Kuvio 3. sääriluun liukuminen eteenpäin polvi suorana (Quelard ym. 2010: 259 mukailen)



Kuvio 4. sääriluun liukuminen eteenpäin polvi 70-asteen kulmassa (Quelard ym. 2010: 259 mukaillen)

Jos on mahdollista päästä uima-altaaseen, niin vedessä harjoittelu voidaan aloittaa kun on saavutettu puolipainovaraus maan päällä. Edellytyksenä allasharjoittelulle on, että kaikki haavat ovat hyvin parantuneet. Vedessä voidaan myös suorittaa lyhyen liikerradan kyykkyjä sekä avoimen kineettisen ketjun polven ojennusharjoitteita, jos ei ole ollut eturistisidevauriota. Eristettyä hamstring-lihaksen supistusta tulisi edelleen välttää. Vaikka tämä vaihe on vasta 4 viikkoa leikkauksen jälkeen, kirurgi usein arvioi potilaan polven liikelaajuuden jo 2 viikon kohdalla. Jos potilaalle näyttäisi kehittyneen varhaisia kiinnikkeitä, jotka estävät lisäämästä polven koukistusta, on tämä sopiva aika manipuloida polvea anestesiassa. Jos tätä menettelyä tarvitaan, on erittäin tärkeää aloittaa välittömästi aggressiivinen passiivisen liikelaajuuden lisääminen. Potilas tulisi tavata toimenpiteen jälkeen niin pian kuin mahdollista, jotta voitaisiin hyödyntää maksimaalisesti manipulaation vaikutukset. (Fanelli 2015: 315.)

Polven täysojennus on tärkeä ja se tulisi saavuttaa välittömästi leikkauksen jälkeen. Tämä saavutetaan pitämällä kuntoutuksen ensimmäisen jakson ajan polvituki täydessä ojennuksessa ja kehottamalla potilasta välttämään minkäänlaisen tuen tai tyynyn asettamista polven alle tänä aikana. Kun polvituki on lukittu, polven sijainti muuttuu aina täydellisestä ojennuksesta vaihtelevaan taivutusasteeseen. Täyden ojennuksen säilyttäminen tämän vaiheen aikana on elintärkeää, ja potilasta varoitetaan keskittymästä täysin koukistuksen saavuttamiseen. Klinikalla vatsamakuulla painovoiman avulla tapahtuvaa riiputusta voidaan hyödyntää lyhyin väliajoin (3–5 min) edistämään hamstring-lihasten väsyttämistä ja rauhallista venyttämistä. Pidempiä aikoja ei suositella, jotta vältetään liian pitkäkestoinen hamstring-lihasten supistaminen. Kotiohjelmassaan potilasta kehoitetaan selinmakuulla sijoittamaan tukirengas tai tyyny nilkan alle polven passiivisen ojennuksen saavuttamiseksi. Potilaan on myös suositeltavaa mitata leikatun polven ojennusta ja verrata sitä terveeseen polveen. (Fanelli 2015: 315.)

Liikelaajuuden kehittämisen lisäksi nelipäisen reisilihaksen vahvistaminen on alussa tärkeää. Varaamattomuudesta johtuen leikatussa alaraajassa tapahtuu merkittävää nelipäisen reisilihaksen inhibitiota ja atrofiaa, jotka ovat sekundaarisia oireita turvotukselle. Atrofian laajuus on potilaasta riippuvainen ja siihen voivat vaikuttaa useat tekijät, kuten ennen leikkausta saavutettu lihasvoima ja –jänteys (tonus), kuntotaso, ikä ja turvotuksen määrä. Tietyt kasvuikäiset näyttävät olevan alttiita merkittävälle nelipäisen reisilihaksen inhibitiolle tuntemattomista syistä. Tavanomaiset nelipäistä reisilihasta vahvistavat harjoitukset, kuten *quad-setit* ja alaraajan nosto suorana (SLR), sekä myös sähköinen stimulaatio lihaksen aktivoimiseksi polven täyden ojennuksen saavuttamiseksi ovat tässä vaiheessa sopivia harjoitteita eturistisiteen osallisuudesta riippumatta. Jos ei ole ollut eturistisidevauriota niin voidaan ohjata lyhyen liikeradan kyykkyjä ja isometrisiä harjoitteita useilla nivelkulmilla 0 - 60 asteen välillä. (Fanelli 2015: 315.)

Kun potilaalla on todettu itsenäisessä suoran jalan nosto-liikkeessä riittävä nelipäisen reisilihaksen hallinta ilman polven ojennuksen viivettä, voidaan alkaa tekemään matalalla intensiteetillä suljetun kineettisen ketjun harjoitteita. Tämä voi tapahtua ennen täyspainovarauksen saavuttamista, koska potilaalle tulee yhtä suuri paino alaraajojen ollessa paikallaan. Polven koukistus on yleensä rajoitettu 45 asteeseen potilaan mukavuuden varmistamiseksi ja patelofemoraalisten voimien minimoimiseksi. Tämä on hyödyllistä myös varhaisessa proprioseptisessä harjoittelussa. Polvitukea suositellaan käytettäväksi aina kun seisotaan tai liikutaan. Sen saa kuitenkin ottaa pois päältä nukkumisen ajaksi. (Fanelli 2015: 315–316.)

Quelard ym. (2010) mukaan nelipäinen reisilihas, jonka toiminta on lähes kokonaan estetty ensimmäisinä leikkauksen jälkeisinä päivinä, aktivoidaan uudelleen sähköstimulaatiolla ja biopalautteella (Quelard ym. 2010: 259). 2–3 viikkoa leikkauksen jälkeen saavutetaan polven aktiivinen lukitus täyteen ojennukseen avoimilla kineettisen ketjun harjoitteilla, jotka tukevat jatkossa nelipäisen reisilihaksen ja kaksoiskantalihaksen spesifiä ja kokonaisvaltaista vahvistamista suljetun kineettisen ketjun harjoitteissa (Steinkamp & Dillingham & Markel & Hill & Kaufman 1993). 3 viikkoa leikkauksen jälkeen aloitetaan polven koukistusharjoitteet eksentrisillä (jarruttava lihastyö) harjoitteilla, jotta lihasvoimat saataisiin palautettua normaalille tasolle.

#### 4.2 Jakso II, viikot 7–16

Toisen jakson alkuvaiheessa liikelaajuuden varhainen saavuttaminen on kriittisintä ja se toimii tukipilarina maksimaalisen palautumisen ja toiminnan kannalta. Aktiivisen lii-

kelaajuuden tavoite tämän toisen vaiheen lopussa on 110 astetta tai enemmän. Tämän liikelaajuuden vaiheittaista palauttamista nousujohteisesti suositellaan ja 10 asteen vajeus polven koukistuksen loppuliikeradasta on yleinen takaristisideleikkauksen jälkeen. On tärkeää varmistaa, että potilas etenee ja jatkaa polven liikelaajuuden ja voiman nousujohteista kehittämistä turvallisesti ja tehokkaasti. Tässä vaiheessa potilas luultavasti lopettaa kyynärsauvojen ja polvituen käytön olettaen, että nelipäisen reisilihaksen hallinta on riittävällä tasolla. Potilaita on muistutettava siitä, että tämä ei ole lupa osallistua kuntoutussuunnitelmaan kuulumattomiin toimintoihin tai harjoituksiin. Pitkittynyt nelipäisen reisilihaksen heikkous ja alentunut polven proprioseptiikka asettavat potilaalle jatkuvan loukkaantumisriskin varsinkin yhdistettynä puutteelliseen siirteen paranemiseen tai verisuonittumiseen. (Fanelli 2015: 316.)

Leikkauksen jälkeinen alaraajan käyttämättömyys ja varauskieltojakso vaikuttavat epäilemättä merkittävästi lihasatrofiaan (Fanelli 2015: 316). Palmieri-Smith & Thomas & Wojtys (2008) tunnistivat kuitenkin myös nivelperäisen lihasinhibition (arthrogenic muscle inhibition) nelipäisen reisilihaksen heikkouden tärkeimpänä osatekijänä. He teorioivat, että viejähermosäikeiden toiminnan alentumisen vaikutuksesta potilaalla ei ole mahdollisuutta rekrytoida riittävästi motorisia hermosäikeitä, riippumatta käytetyn vastuksen määrästä. Tämän vaikutuksen minimoimiseksi suositeltiin kryoterapiaa ja neuromuskulaarisen sähköisen stimulaation käyttöä. (Fanelli 2015: 316.)

Kardiovaskulaarisen kunnon harjoittelu aloitetaan tämän jakson aikana kuntopyörällä, joka voi myös edistää polvinivelen liikelaajuutta ja sydämen sykkeen nostoa vastusta säätämällä. Yleensä elliptisten laitteiden käyttöä ei suositella, erityisesti silloin kun kyseessä ovat polven mediaalisten ja/tai lateraalisten rakenteiden vauriot. Tämä perustuu kompensoivan valgus- tai varusasennon havainnointiin, kun potilas suorittaa täydellisen polkukierroksen. On olemassa joitakin laitteita, jotka kapeamman pohjan vuoksi eivät tuota näitä voimia, koska liike on rajoitettu sagittaalitasoon. Jos harjoituksen tarkoitus on pelkästään sydän- ja verenkiertoelimistön kuormittaminen niin ylävartalon ergometri on vartenotettava vaihtoehto. (Fanelli 2015: 316.)

Fanellin (2015) mukaan kun potilaalla on sallittu täyspainovaraus, voidaan alkaa tekemään suljetun kineettisen ketjun harjoitteita kevyellä vastuksella. Lutz & Palmatier & An (1993) raportoivat, että tibiofemoraaliliitoksen leikkausvoima on vähentynyt tämän tyyppisen harjoituksen aikana johtuen sovelletun voiman aksiaalisesta suunnasta lihaskudoksen supistumisen yhteydessä. Heidän mukaansa tämän tyyppiset harjoituksen myös auttavat proprioseptiikassa, kun omaksutaan mekanoreseptoreiden toimintaa takaristi-



siteen häiriön kompensoimiseksi. Katonis ym. (2008) tunnistivat natiivissa takaristiteessä lukuisia mekanoreseptoreita, jotka ovat yhteydessä keskushermostoon. Näiden reseptorien häviäminen vaikuttaa lihasdysfunktion ja nivelen väljyyteen. On olemassa useita harjoituksia, jotka voivat helpottaa proprioseptiikan palautumista ja niitä on lueteltu Fanellin (2015) kuntoutusprotokollassa, kts. taulukko 2. (Fanelli 2015: 316.)

Resistiivisissä suljetun kineettisen ketjun harjoitteissa polven koukistuminen on rajoitettu 60 asteeseen (Fanelli 2015:316). Wilkin (1994) mukaan nelipäisen reisilihaksen ja hamstring-lihaksen aktiivisuuden suhde on osoitettu olevan yhtä suuri 0 ja 60 asteen välillä, jolloin sääriluun translaation etu-takasuunnassa on vähäisintä (Wilk 1994). Tutkimusryhmä koostui kuitenkin terveistä osallistujista, joten tätä ei voida suoraan verrata leikkauksen jälkeiseen tilaan. Vielä muutamia kuukausia leikkauksen jälkeen nelipäisen reisilihaksen atrofia ja lihasheikkous ovat usein suurempia verrattuna hamstring-lihaksiin. Suurin osa postoperatiivisista potilaista sietää näitä harjoitteita ilman komplikaatioita, mutta staattista stabiliteettia tulisi kuitenkin seurata säännöllisesti. Nelipäisen reisilihaksen heikkous ja inhibitio ovat merkittävä este polven normaalin toiminnan palautumisessa. (Fanelli 2015: 316.)

Jakson kaksi aikana voidaan alkaa tekemään yhden jalan lihasvoimaharjoitteita. Tämä harjoittelu voi sisältää jalkaprässiä, askelluksia korokkeelle, kyykkyä ja askelkyykkyä, mutta myös muita yhden jalan liikkeitä. Polven liikelaajuus on rajoitettu 0-70 asteeseen aikaisemmin esitetyistä syistä. Kun potilas aloittaa nämä harjoitukset, heitä seurataan mahdollisten polven etuosan kipujen varalta. Voidaan aloittaa harkiten vahvistavien avoimen kineettisen ketjun harjoitteiden tekeminen, jos eturistisidettä ei ole operoitu. (Fanelli 2015: 316.) Näissä harjoitteissa polven liikelaajuus pidetään samana kuin suljetun kineettisen ketjun vahvistavissa harjoitteissa vastuksen ollessa nimellinen, koska patellofemoraaaliset kontaktivoimat kasvavat 30 asteen jälkeen (Besier & Draper & Gold & Beaupré & Delp 2005). Usein on suositeltavaa suorittaa nämä harjoitteet polven ojennuslaitteessa siten, että nilkkatyyny on asetettu sääriluun yläosan kohdalle. Aluksi kannattaa tehdä polven ojennus kahdella jalalla, mutta harjoittelun edetessä yhdellä jalalla. Terapeutin harkinnan ja potilaan tuntemuksien perusteella on päätettävä, milloin yhdellä jalalla tehty liike on suotuisa ja hyödyllinen. Riippumatta siitä, mitä tekniikoita ja harjoituksia käytetään, nelipäisen reisilihaksen vahvuus on avainasemassa, jotta potilas voi palata haluttuun toiminnan tasoonsa. Tämä prosessi on aikaa vievin ja alaraajojen symmetristen lihasvoimien hankkiminen on ensisijainen kriteeri, jolla määritetään paluu urheiluun tai rasittavaan toimintaan. (Fanelli 2015: 316–317.)

Yksi vaihtoehto nelipäisen reisilihaksen vahvistamiseksi kuntoutuksen alkuvaiheessa on käyttää eksentrisiä harjoitteita (Fanelli 2015: 316). Gerberin ym. (2007) mukaan näiden harjoitteiden käytön, samanaikaisesti konsentristen harjoitteiden kanssa, on osoitettu aiheuttavan kaksinkertaisen kasvun nelipäisen reisilihaksen poikkipinta-alassa ja tilavuudessa verrattuna niihin potilaisiin, jotka saavat vain standardiharjoituksia. (Gerber ym. 2007.)

Viime aikoina on kiinnitetty enemmän huomiota lantion alueen ja keskivartalon lihasten vahvistamiseen perinteisen alaraajojen harjoittelun lisäksi (Myer & Paterno & Ford & Hewett 2008). Näitä harjoitteita on paljon, mutta niiden toteuttamisessa on otettava huomioon eristetyn hamstring-aktiviteetin välttäminen. Eräs esimerkkiharjoitus on haara-asennossa liikehtiminen polvet hieman koukistettuina (kuvio 5). Potilasta kehoitetaan ylläpitämään kuminauhan jännitystä koko harjoitteen ajan. Toinen kuminauhaa hyödyntävä harjoite on hirviökävely (*“monster walks”*) (kuvio 6). Tässä harjoitteessa potilasta kehoitetaan ottamaan pitkiä kaarevia askeleita eteenpäin polvien ollessa täysin suoriksi ojennettuina. Tämä on loistava harjoitus lonkankiertäjien vahvistamiseksi ja samalla vahvistetaan myös keskimmäistä pakaralihasta ja lonkan loitontajia. Lankutukset voivat myös olla hyödyllisiä liikkeitä keskivartalon vahvistamiseksi, kun ne suoritetaan oikein eikä niitä tehdessä hamstring-lihakset tuota liiallista voimaa. (Fanelli 2015: 317.)



Kuvio 5. Haara-asennossa liikehtiminen (Fanelli 2015: 317 mukailen)





Kuvio 6. Hirviökävely (Fanelli 2015: 317 mukailten)

Vaikka potilas edistyy jatkuvasti kohti täydellistä toimintakyvyn palautumista, lenkkeilyä tulisi kuitenkin välttää tässä vaiheessa. Joissakin tapauksissa voi tietysti olla poikkeuksia, mutta kirurgi ja terapeutti tekevät tämän päätöksen. Jos juokseminen päätetään sallia, se tehdään vasta tämän toisen jakson loppupuolella. Juoksumatolla käveleminen eri kaltevuudella on suositeltava vaihtoehto, koska samalla se kehittää sydän- ja verenkiertoelimistöä sekä nelipäistä reisilihasta. Tämä kuntoutusprosessin vaihe voi muuttua hieman arkipäiväiseksi, joten luova lähestymistapa harjoituksiin on hyödyllistä. Niiden on kuitenkin oltava linjassa siirteen suojauksen keskeisten periaatteiden ja eristetyn hamstring-lihaksen aktivoinnin välttämisen kanssa. (Fanelli 2015: 317.)

Quelardin (2010) protokollan mukaan 6 viikkoa leikkauksen jälkeen aloitetaan hamstring-lihaksen vahvistaminen isometrisesti, vatsamakuulla polven ollessa ojennettuna suoraksi hihnaa vasten jännittäen (kuvio 7). Samaan aikaan aletaan tehdä puolikytkyjä ja porrasharjoituksia, jotka korostavat ojentamista suoraksi ylävartalo pystyasennossa, sekä vaakatason jalkaprässissä kahdella jalalla työntöä ja yhdellä jalalla palautusta 0–60 asteen nivelkulmalla. Samaan aikaan myös sallitaan harjoittelu kuntopyörällä, ilman että jalat ovat kiinnitettyinä polkimiin, kantakorotuksella askellus steppilaitteessa (*upright stepper*) ja uima-altaassa potkiminen polvi nelipäisellä reisilihaksella suoraksi lukittuna. 3 kuukauteen saakka nämä aktiviteetit suoritetaan ilman vastusta, mutta suoritusaikaa lisätään nousujohteisesti. Polven aktiivinen spontaani koukistaminen ilman vastusta on sallittua 4. kuukaudella leikkauksen jälkeen vapaalla liikelaajuudella. (Quelard ym. 2010: 259.)



Kuvio 7. Hamstring-lihaksen isometrinen vahvistaminen (Quelard ym. 2010: 260 mukaillen)

Pystyasennossa proprioseptiivinen kehon painoa kannatteleva nousujohteinen harjoittelu aloitetaan normaalisti noin 3 kuukautta leikkauksen jälkeen. Nousujohteinen harjoittelu tarkoittaa sitä, että aluksi kehonpaino on kahdella jalalla ja siitä edetään yhden jalan harjoitteisiin, vakaasta alustasta epävakaiseen alustaan ja paikallaan olevista jaloista liikkuviin jalkoihin. 3-5 kuukauden kohdalla aktiviteetteja monipuolistetaan ottamalla käyttöön ellipsilaitte (*crosstrainer*, "*upright elliptic*") käyttämättä yläraajoja, polkupyöräily ilman lukkopolkimia, lenkkeileminen sekä uiminen ilman räpylöitä. Harjoitteiden kestoa ja vastuksen määrää nostetaan asteittain. (Quelard ym. 2010: 259–260.)

#### 4.3 Jakso III, kuukaudet 5–9

Kolmannella jaksolla, 5 kuukautta leikkauksen jälkeen voidaan aloittaa eristettyjen hamstring-harjoitteiden tekeminen ja suoraan juokseminen. Aluksi on suositeltavaa tehdä eristettyä hamstring-lihaksen vahvistamista painovoimaa vastaan ja edetä nousujohteisesti resistiivisiin harjoitteisiin, kun potilas lähestyy kuudetta leikkauksen jälkeistä kuukautta. Vastusta lisätessä on syytä tarkkailla jatkuvasti takaristisiteen toimintaa. On epätodennäköistä, että kevyen kuorman lisääminen aiheuttaisi polvinivelen nivelpinnoissa sääriluun posteriorista liukumista. Jos kuitenkin epäillään näin tapahtuvan, on syytä palata painovoimaa vastaan tehtäviin hamstring-harjoitteisiin. Jos staattisessa testissä huomataan, ettei epänormaalia posteriorista siirtymää tapahdu niin harjoittelussa edetään potilaan toleranssin mukaan. (Fanelli 2015: 317.)

Quelardin (2010) mukaan ensimmäisien 5 kuukauden aikana leikkauksen jälkeen ei tehdä millään nivelkulmalla yhtään hamstring-lihasta vahvistavia avoimen kineettisen ketjun harjoitteita. 5 kuukauden jälkeen leikkauksesta on mahdollista juosta, pyöräillä ja uida ilman rajoituksia. Hamstring-lihasten perinteinen vahvistaminen alkaa 6 kuukautta leikkauksen jälkeen. Urheilijat voivat aloittaa lajiharjoittelun 8 kuukautta leikkauksen jälkeen. (Quelard ym. 2010: 259-260.)

Fanelli (2015) esittää, että tällä kolmannella jaksolla nelipäisen reisilihaksen vahvistamiseksi pitäisi tehdä nousujohteisesti eristettyjä yhden jalan harjoitteita vastuksen kanssa. Tämän jakson ensisijainen tavoite on lihasvoiman ja -massan palauttaminen 70–80% verrattuna terveeseen jalkaan ennen lenkkeilyn aloittamista. Se myös auttaa potilasta valmistautumaan kovempi tehoiseen ketteryys-harjoitteluun. Tässä vaiheessa ei ole merkittäviä rajoituksia nelipäisen reisilihaksen vahvistamisessa, vaikka PCL-siirteen suojaamiseksi polvinivelen liikelaajuus kannustetaan rajoittamaan 0–70 asteeseen. (Fanelli 2015: 317.) Escamilla ym. (2009) totesivat, että yhden jalan kyykky aiheuttaa vähemmän kuormitusta takaristisiteeseen kuin tavallinen kahden jalan kyykky, vaikkakin sen kuitenkin havaittiin kuormittavan enemmän eturistisidettä. Tämä toimii lisävahvistuksena yhden jalan harjoitteiden korostamiseksi proprioseptiivisten hyötyjen lisäksi. Samassa tutkimuksessa havaitaan kahden jalan kyykyissä jalkojen etäisyydellä olevan vaikutusta ristisiteiden kuormittavuuksiin. Selkä seinää vasten kyykyssä havaitaan, että takaristisiteen kuormitus vähenee ja eturistisiteen kuormitus kasvaa, kun kantapää laitetaan lähemmäksi seinää. (Escamilla ym. 2009.)

Juokseminen olisi hyvä aloittaa tasaisella ennustettavissa olevalla pinnalla, kuten juoksuradalla. Yleensä juoksumattoa ei suositella, koska juoksun kinematiikan on todettu muuttuvan tavalliseen juoksuun verrattuna. (Sinclair ym. 2013.) Juoksun kinematiikan muuttuessa varsinkin juoksuharjoittelun alkuvaiheessa mahdollinen loukkaantumisriski kasvaa. Yksi vartenotettava vaihtoehto on aloittaa juokseminen vedessä, jotta voidaan minimoida törmäysvoimat. Vesijuoksun voi aloittaa jo ennen tätä vaihetta, jos on varmistettu riittävä nelipäisen reisilihaksen ja proprioseptiikan kehittyminen sekä turvatuksen puuttuminen. Tämän päätöksen tulee kuitenkin perustua potilaan tavoitteisiin, fyysisiin vaatimuksiin ja mahdolliseen urheiluun paluuseen. Valitusta ympäristöstä riippumatta on suositeltavaa, että potilas aloittaa nopealla kävelyllä ja etenee asteittain mukavaan lenkkeilyyn. Kun potilas alkaa väsyä tai jos tekniikassa tapahtuu huomattava muutos, heitä kehoitetaan jatkamaan kävelemällä. Tätä menettelyä toistetaan, kunnes potilas pystyy ylläpitämään tehokkaan lenkkeilyvauhdin hallitusti. Sprinttejä tulee välttää kuusi kuukautta leikkauksen jälkeen. Tämänkin jälkeen niitä tulee tehdä vain, jos ne ovat olennainen osa urheiluun palaamista. (Fanelli 2015: 317–318.)

Tässä vaiheessa kuntoutusta spesifien harjoitteiden sisällyttäminen kuntoutusohjelmaan riippuu potilaan yksilöllisistä tavoitteista ja vaatimuksista. Henkilö, jonka päätaavoitteena on palata fyysiseen työhön, hyötyy nousujohteisesta työtänsä simuloivasta harjoittelusta. Kuntoilijat ja urheilijat tarvitsevat edistyneempää harjoittelua, jotta he

voivat valmistautua urheilulajinsa vaatimuksiin. Näiden harjoitteiden monimuotoisuus ja intensiteetti riippuvat jälleen urheilulajityypistä ja tasosta. (Fanelli 2015: 318.)

## 5 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä yhteen uusin tutkimustieto takaristisiteen leikkaushoidon jälkeisestä kuntoutuksesta. Uusimpia, alle 10 vuotta vanhoja tutkimuksia takaristisiteen leikkauksen jälkeisestä kuntoutuksesta löytyy niukasti. Enemmän löytyy tutkimuksia eri leikkaustekniikoiden vaikutuksesta lopputulokseen. Kyseessä on monesti useamman vuoden seurantatutkimus, mutta kuntoutus on mainittu vain muutamalla sanalla. Monissa tutkimuksissa mainitaan, että kuntoutus toteutetaan Quelardin (2010) ei-aggressiivisen kuntoutusprotokollan mukaisesti.

Fanellin (2015) ja Quelardin (2010) tutkimukset kuvaavat takaristisideleikkauksen jälkeistä kuntoutusta. tutkimuksien kuntoutusprotokollat ovat hyvin samansuuntaiset ja sisältävät samoja kuntoutuksen peruseriaatteita. Kuntoutuksen päätavoitteina on esitetty siirteen suojaaminen, alkuvaiheessa polvituen käyttäminen ja nelipäisen reisilihaksen aktivoiminen, nousujohteinen harjoittelu sekä hamstring-lihaksen varhaisen käytön rajoitus. Kuitenkin joitain eroavaisuuksia löytyy, joista suurimmat liittyvät aikaan. Quelardin (2010) kuntoutusprotokolla etenee hieman nopeammin kuin Fanellin (2015). Tämä voi selittyä sillä, että Quelardin (2010) tutkimus on tehty ja kuntoutusprotokolla suunniteltu erityisesti potilaille, joille on tehty eristetty takaristisideleikkaus. Fanellin (2015) teoksen useissa lähteissä on käytetty multiligamenttivammoja käsitteleviä tutkimuksia. Muidenkin ligamenttien vauriot on hyvä ottaa huomioon, koska usein takaristisiteen katkeamisen aiheuttava voima vaurioittaa muitakin polven rakenteita. Teos kuitenkin keskittyy takaristisidevamman kuntoutukseen.

Työn tuloksena syntyi kirjallisuuskatsaus, johon on koottu tutkimustietoa kaksi taulukkoa. Taulukoilla on esitetty selkeä ja tiivis yhteenveto kuntoutuksesta. Tekstissä on kerrottu yksityiskohtaisempi kuvaus siirteen suojaamisesta, polvituen käytöstä ja harjoitteista. Toivottavasti tästä työstä hyötyvät työelämäkumppani Hus sekä muut takaristisideleikkauksen jälkeisen kuntoutuksen parissa työskentelevät terveydenhuollon ammattilaiset.

Takaristisideleikkauksen jälkeisestä kuntoutuksesta tarvittaisiin lisää tutkimusta. Lopputuloksen kannalta on kuitenkin varmasti merkityksellistä, mitä tehdään leikkauksen jälkeisenä aikana. Tämä tapahtunee sitten, kun ollaan enemmän samaa mieltä leikkausteknisistä asioista.

## 6 Lähteet

Amis, Andrew & Bull, Anthony & Gupte, Chinmay & Hijazi, Ihab & Race, Amos & Robinson, James 2003. Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscomfemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 11. 271–281.

Besier, Thor & Draper, Christine & Gold, Garry & Beaupré, Gary & Delp, Scott 2005. Patellofemoral joint contact area increases with knee flexion and weight-bearing. *Journal of Orthopaedic Research* 23 (2). 345–350.

Buyukdogan, Kadir & Laidlaw, Michael & Miller, Mark 2018. Surgical Management of the Multiple-Ligament Knee Injury. *Arthroscopy Techniques* 7 (2). 147–164.

Escamilla, Rafael & Fleisig Glen & Zheng, Nigel & Barrentine, Steven & Wilk, Kevin & Andrews, James 1998. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30 (4). 556–569.

Escamilla, Rafael & Zheng, Naiquan & Imamura, Rodney & Macleod, Toran & Edwards, Brent & Hreljac, Alan & Fleisig, Glenn, Wilk, Kevin & MoormanIII, Claude & Andrews, James 2009. Cruciate ligament force during the wall squat and the one-leg squat. *Medicine & Science Sports & Exercise* 41 (2). 408–417.

Fanelli, Gregory (toim.) 2001. Posterior Cruciate Ligament Injuries: A Practical Guide to Management. New York. Springer Science and Business Media.

Fanelli, Gregory 2015. Posterior Cruciate Ligament Injuries: A Practical Guide to Management. 2. painos. Switzerland: Springer.

Gerber, Parry & Marcus, Robin & Dibble, Leland & Greis, Patrick & Burks, Robert & Lastayo, Paul 2007. Safety, Feasibility, and Efficiency of Negative Work Exercise Via Eccentric Muscle Activity Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 37 (1). 732–739.

Higgins, Laurence & Taylor, Marcus & Park, Daniel & Ghodadra, Neil & Marchant, Milford & Pietrobon, Ricardo & Cook, Chad 2007. Reliability and validity of the International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Form. *Joint Bone Spine* 74 (6). 594-599.

Katonis, Pavlos & Papoutsidakis, Antonis & Aligizakis, Agisilaos & Tzanakakis, George & Kontakis, George & Papagelopoulos, Panayiotis 2008. Mechanoreceptors of the Posterior Cruciate Ligament. *The Journal of International Medical Research* 36 (3). 387–393.

Kiviranta, Ilkka & Järvinen, Markku (toim.) 2012. Ortopedia. Helsinki: Kandidaattikustannus. 13-14, 58-59.

Lutz, Gregory & Palmatier Randal & An, Kai-Nan 1993. Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed-kinetic-chain exercises. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 75 (5). 732–739.

Myer, Gregory & Paterno, Mark & Ford, Kevin & Hewett, Timothy 2008. Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22 (3). 987–1014.

Pal Singh, Arul n.d. a Bone and Spine. Tegner Activity Level Scale. Saatavana osoitteessa: <<https://boneandspine.com/tegners-activity-level-scale/>>. Luettu 26.5.2019.

Pal Singh, Arul n.d. b Bone and Spine. Lysholm Knee Scoring Scale. Saatavana osoitteessa: <<https://boneandspine.com/lysholm-knee-scoring-scale/>>. Luettu 26.5.2019.

Palmieri-Smith, Riann & Thomas, Abbey & Wojtys, Edward 2008. Maximizing Quadriceps Strength After ACL Reconstruction. *Clinics in sports medicine* 27. 405–424.

Polven takaristisidevamman hoito n.d. Hus. Polven nivelside- ja kierukkavammat. Saatavana osoitteessa: <[https://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaanhoitopalvelut/lantio-ja-alaraajakirurgia/polvennivelside\\_ja\\_kierukkavammat/takaristisidevamma/Sivut/default.aspx](https://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaanhoitopalvelut/lantio-ja-alaraajakirurgia/polvennivelside_ja_kierukkavammat/takaristisidevamma/Sivut/default.aspx)>. Luettu 27.2.2019.

Quelard, Bénédicte & Sonnery-Cottet, Bertrand & Zayni, Rachad & Badet, Roger & Fournier, Yann & Hager, Jean-Philippe & Chambat, Pierre 2010. Isolated posterior cruciate ligament reconstruction: Is non-aggressive rehabilitation the right protocol? *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 96. 256–262.

Race, Amos & Amis Andrew 1994. The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. *Journal of Biomechanics* 27 (1). 13–24.

Ristisidevamma 2019. Kustannus Oy Duodecim Terveyskirjasto. Saatavana osoitteessa: <[https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00772](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=dlk00772)>. Luettu 15.5.2019.

Salata, Michael & Sekiya, Jon 2011. Arthroscopic Posterior Cruciate Ligament Tibial Inlay Reconstruction: A Surgical Technique That May Influence Rehabilitation. Department of Orthopaedic Surgery, University of Michigan. *Sports Health* 1. 52–58.

Sinclair, Jonathan & Richards, Jim & Taylor, Paul & Edmundson, Christopher & Brooks, Darrell & Hobbs, Sarah 2013. Three-dimensional kinematic comparison of treadmill and overground running. *Sports Biomechanics* 12 (3). 272–82.

Steinkamp, Lisa & Dillingham, Michael & Markel, Mark & Hill, Jennifer & Kaufman, Kenton 1993. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *The American Journal of Sports Medicine* 21 (3). 438–444.

Toimenpiteelliset hoitojaksot 2010. Tilastoraportti 41/2011. 13.12.2011. Suomen virallinen tilasto, Terveys 2011. Terveysten ja hyvinvoinninlaitos. Saatavana osoitteessa: <<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201205085475>>. Luettu 15.5.2019.

Wilk, Kevin 1994. Rehabilitation of isolated and combined posterior cruciate ligament injuries. Clinics in sports medicine 13. 649–677.