

# Isokineettisen dynamometrin käyttö eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeisessä kuntoutuksessa

Isokineettinen dynamometri lihasvoimamittauksessa  
ja – harjoittelussa

Maria Heikkinen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015

Fysioterapian koulutusohjelma  
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala





|  |                                |                                    |
|--|--------------------------------|------------------------------------|
| Tekijä(t)<br>Heikkinen, Maria  | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö | Päivämäärä<br>15.05.2015           |
|  | Sivumäärä<br>49                | Julkaisun kieli<br>Suomi           |
|  |                                | Verkkojulkaisulupa<br>myönnetty: x |
| Työn nimi<br><b>Isokineettisen dynamometrin käyttö osana eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeistä kuntoutusta</b><br>Isokineettinen dynamometri lihasvoimamittauksessa ja – harjoittelussa  |                                |                                    |
| Koulutusohjelma<br>Fysioterapian koulutusohjelma   |                                |                                    |
| Työn ohjaaja(t)<br>Natunen, Pekka  |                                |                                    |
| Toimeksiantaja(t)<br>Fysio-Eskola Ky   |                                |                                    |
| Tiivistelmä<br><p>Polven eturistisidevamma on yleisimpiä tuki- ja liikuntaelimestön vaivoja. Hoitoilmoitusrekisterin mukaan Suomessa tehtiin vuonna 2010 2 900 eturistisideleikkausta. Leikkauksen jälkeinen kuntoutus on monivaiheinen ja pitkäkestoinen. Tutkimuksissa on todettu varhaisimman paluun urheiluun olleen kuusi kuukautta leikkauksen jälkeen.</p> <p>Lihaskivun harjoittaminen on kuntoutuksen tärkeä osa-alue ja kuntoutuksen tavoitteena tulee olla normaalin lihasvoiman saavuttaminen. Tutkimuksissa on osoitettu operoidun alaraajan lihasvoiman heikkoutta jopa kaksi vuotta leikkauksen jälkeen. Isokineettinen dynamometri on maailmalla paljon käytetty mittausten menetelmä vaikkakin Suomessa jäänyt vähäisemmälle, lihasvoimaa mitattaessa. Isokineettisen lihasvoimamittauksen on todettu olevan luotettava, turvallinen ja hyvin toistettavissa oleva mittausten menetelmä. Isokineettisellä dynamometrillä voidaan toteuttaa myös lihasvoimaharjoittelua tehokkaasti. Eturistisiteen leikkauksen jälkeen 12 viikon isokineettisen lihasvoimaharjoittelun todettiin nostaneen quadriceps ja hamstring lihasten huippu vääntömomenttia 20 %.</p> <p>Opinnäytetyön tavoite oli selvittää isokineettisen dynamometrin käyttöä osana eturistisiteen leikkauksen jälkeistä kuntoutusta. Tarkoituksena oli tuottaa toimeksiantajalle kirjallisuuskatsaukseen perustuva selvitys isokineettisen dynamometrin käytöstä lihasvoimamittauksessa ja – harjoittelussa taustoittamaan uuden palvelumallin suunnittelua. Kirjallisuuskatsaus toteutettiin integroidun katsauksen menetelmin. Tutkimuksia haettiin PubMed, Cochrane, PEDro ja EBSCO – tietokannoista. Haussa hyödynnettiin myös Pohjoiskarjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymän tieteellistä kirjastoa. Lisäksi opinnäytetyö sisältää teoriaosuuden, joka käsittelee polven toiminnallisen anatomian, eturistisideleikkauksen ja isokineettisen dynamometrin ominaisuuksia.</p> <p>Isokineettisen dynamometrin käytettävyydestä lihasvoiman mittauksessa on paljon näyttöä. Opinnäytetyöhön valikoitui yksi tutkimus lihasvoimaharjoittelusta isokineettisellä dynamometrillä, jonka tulokset olivat merkittävät ja isokineettistä lihasvoimaharjoittelua puoltavat.</p> |                                |                                    |
| Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )<br>Isokineettinen dynamometri, eturistisideleikkaus, lihasvoimamittaus, lihasvoimaharjoittelu, kuntoutus, integroitu katsaus  |                                |                                    |
| Muut tiedot  |                                |                                    |



|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| Author(s)<br>Heikkinen, Maria   | Type of publication<br>Bachelor's thesis | Date<br>15.05.2015                  |
|   | Number of pages<br>49                    | Language of publication:<br>Finnish |
| Permission for web publication: x   |  |                                     |
| Title of publication<br><b>Use of isokinetic dynamometry in postoperative rehabilitation on anterior cruciate ligament reconstruction</b><br>Isokinetic dynamometry in muscle strength testing and training   |  |                                     |
| Degree programme<br>Degree programme in physiotherapy   |  |                                     |
| Tutor(s)<br>Natunen, Pekka  |  |                                     |
| Assigned by<br>Fysio-Eskola Ky  |  |                                     |
| Abstract<br><p>Anterior cruciate ligament injuries are the most common problems in musculo-skeletal system. According to HILMO -register in Finland year 2010 there were 2 900 anterior cruciate ligament reconstruction. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction includes many phases and takes a long time. Previous research has proven the earliest return to sports six months after reconstruction.</p> <p>Muscle strength is one of the main fields of postoperative rehabilitation. Re-establish normal muscle strength are goals for the rehabilitation. In research has been observed deficit in muscle strength even two years after the surgery. Isokinetic dynamometry is widely used technique to measure muscle strength and it has been proven to be reliable, safe and reproducible. Present-day isokinetic muscle strength testing has been left lesser in Finland. Muscle strength training can also be enforced with isokinetic dynamometry. A 12 weeks of training with isokinetic dynamometry improved quadriceps and hamstring peak torque by 20 % after anterior cruciate ligament reconstruction.</p> <p>Aim for this thesis was to find out how isokinetic dynamometry has been used in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. The object was to produce a report to the client about the use of isokinetic dynamometry in strength measurement and training based on a literature review. Integrated literature review was conducted using database of PubMed, Cochrane, PEDro and EBSCO. Also North-Karelian health care and federation of municipalities scientific library was utilized in the search.</p> <p>Thesis includes theoretical part where functional anatomy of the knee, anterior cruciate ligament rupture and isokinetic dynamometry characteristics are described.</p> <p>There is evidence for the usefulness of isokinetic dynamometry in muscle strength testing. Based on this thesis muscle strength training can't be clearly evaluated.</p> |  |                                     |
| Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )<br>Isokinetic dynamometry, anterior cruciate ligament reconstruction, muscle strength testing, muscle strength training, rehabilitation, integrated review   |  |                                     |
| Miscellaneous   |  |                                     |

## Sisällys

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Johdanto.....   | 6  |
| 2     | Opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus .....  | 7  |
| 2.1   | Kirjallisuuskatsaus.....  | 7  |
| 2.2   | Tutkimuskysymykset .....  | 8  |
| 3     | Polvinivelen toiminnallinen anatomia .....                                      | 8  |
| 3.1   | Polvinivelen rakenne .....  | 9  |
| 3.2   | Nivelkierukat.....  | 11 |
| 3.3   | Polven nivelsiteet eli ligamentit .....   | 11 |
| 3.3.1 | Ristisiteet – cruciate ligaments .....  | 11 |
| 3.3.2 | Sivusiteet – Kollateraali ligamentit.....                                       | 13 |
| 4     | Polviniveleen vaikuttavat lihakset.....   | 14 |
| 4.1   | Polven ojentajat.....   | 14 |
| 4.2   | Polven koukistajat.....   | 15 |
| 5     | Eturistisiteen repeämät, korjausleikkaukset ja postoperatiivinen kuntoutus..... | 16 |
| 5.1   | Jännesiirre.....  | 17 |
| 6     | Eturistisiteen postoperatiivinen kuntoutus .....                                | 18 |
| 6.1   | Kudosparaneminen.....   | 18 |
| 7     | Isokineettinen dynamometri.....   | 19 |
| 7.1.1 | Historia .....  | 21 |
| 7.1.2 | Mittausparametrit.....  | 22 |
| 8     | Isokineettinen dynamometri ja ACL kuntoutus .....                               | 24 |
| 8.1   | Lihavoimamittaus postoperatiivisessa kuntoutuksessa .....                       | 25 |
| 8.2   | Lihavoimaharjoittelu .....  | 26 |
| 9     | Tutkimusmenetelmä ja tulokset .....   | 27 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 9.1   | Integroitu katsaus .....                        | 27 |
| 9.2   | Integroidun katsauksen vaiheet .....            | 28 |
| 9.3   | Tutkimusongelma .....                           | 28 |
| 9.4   | Aineiston keruu.....                            | 28 |
| 9.5   | Aineiston arviointi.....                        | 31 |
| 9.6   | Aineiston analysointi ja tutkimustulokset ..... | 35 |
| 9.7   | Tutkimusten yhteenveto .....                    | 35 |
| 9.7.1 | Lihaskoivomaharjoittelu.....                    | 35 |
| 9.7.2 | Lihaskoivomaharjoittelu.....                    | 38 |
| 10    | Pohdinta .....                                  | 39 |
| 10.1  | Johtopäätökset.....                             | 40 |
| 11    | Opinnäytetyöprosessi .....                      | 42 |
| 12    | Lähteet.....                                    | 43 |
|       | Liitteet .....                                  | 47 |

## KUVAT

|         |   |    |
|---------|---|----|
| Kuva 1. | Polvinivelen liikkeet sagittaalitasossa.(Neumann 2002, 444) .....                                 | 9  |
| Kuva 2. | Polvinivel (Gray & Vandyke Carter) .....  | 10 |
| Kuva 3. | Polven nivelsiteet edestä. (Waldeyer Anatomie des Menschen) .....                                 | 12 |
| Kuva 4. | Polven nivelsiteet takaa. (Waldeyer Anatomie des Menschen) .....                                  | 13 |
| Kuva 5. | Polven ojentajalihakset. (Liddane) .....  | 15 |
| Kuva 7. | Isotoonisen ja isokineettisen vastuksen vertailu läpi liikeradan (Davies 1992, 14 fig. 1-8) ..... | 20 |
| Kuva 8. | Isokineettinen polven ojentajien ja koukistajien maksimivoimamittaus. (Maria Heikkinen).....      | 24 |

**TAULUKOT**

|   |    |
|---|----|
| Taulukko 1. Sisällyttämis- ja poissulkukriteerit .....  | 29 |
| Taulukko 2 Opinnäytetyöhön sisältyvät tutkimukset. .... | 31 |

# 1 JOHDANTO

Kaikista polven nivelsiteistä eturistisiteen (ACL) repeämismuutokset ovat yleisimpiä. Eturistisiteen repeäminen tapahtuu tavallisimmin aktiviteettien yhteydessä, jotka sisältävät hitaiden liikkeiden ja nopeiden suunnanmuutoksien yhdistelmiä sekä äkillisiä jarrutuksia jalan ollessa lukkiutunut alustaan. (Hiemstra, Webber, MacDonald & Kriellaars 2000, 1472; Yong-Hao, Bryant, Steele, Newton & Wrigley 2008, 330; Kallio 2010; Suomalainen, Sillanpää & Järvelä 2014.) Suurin osa vammoista, noin 70 % tapahtuu ilman kontaktia. Hoitoilmoitusrekisterin mukaan, vuonna 2010 Suomessa leikattiin noin 2 900 eturistisiderepeämää. (Suomalainen, Sillanpää & Järvelä 2014).

Eturistisideleikkauksen jälkeinen kuntoutus on pitkäkestoinen prosessi ja etenkin quadriceps lihasten voiman on todettu palautuvan hitaasti ennalleen. (Mattacola, Perrin, Gansneder, Gieck, Saliba & McCue 2002). Eturistisideleikkauksen jälkeistä quadriceps lihasten puutteellista voimatasoa on havaittu jopa kaksi vuotta postoperatiivisesti. Normaalin lihasvoiman saavuttamisella on todettu olevan suuri merkitys kuntoutumiselle ja lihasvoimaharjoittelu on tärkeä osa kuntoutusprosessia. (Hiemstra ym. 2000.) Kuntoutusprosessiin kuuluu myös paljon muita osa-alueita, mutta aihealueen rajaamiseksi opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan lihasvoimamittaukseen ja lihasvoimaharjoitteluun. Kuntoutuksen vaiheita esitellään lyhyesti kappaleessa kuusi.

Isokineettisen dynamometrin käytön kulta-aikaa on ollut 1980–1990-lukujen taite (Kauranen 2014, 237). Isokineettisen mittauksen on todettu olevan objektiivinen menetelmä tarkastella polvinivelen dynaamista stabiliteettia, joka ennustaa eturistiside leikkauksen jälkeisen kuntoutuksen tulosta (Dragicevic Cvjetkovic, Bijeljic, Palija, Talic, Radulovic, Kosanovic & Manojlovic 2015).

Eturistisideleikkauksen jälkeisen kuntoutuksen tärkeitä osa-alueita on reiden lihasten lihasvoiman palauttaminen normaalille tasolle (Lee, Kim & Park 2013). Tarkan tiedon saaminen kuntoutuksen etenemisestä on erittäin tärkeää esimerkiksi urheilijoille, kun mietitään milloin urheilija on valmis palaamaan kentille. Suositeltua on että saavutetaan normaali koukistajien ja ojentajien voimasuhde, joka on 60–65 %. Tavoitteena on myös terveen ja leikatun alaraajan puoliero alle 10 %, urheilijoilla 5–0 %. (Pöyhönen.) Tähän tarvitaan siis tarkan analyysin tuottava mittausmenetelmä.

Golik-Peric, Drapsin, Obradovic & Drid 2011 tutkivat lyhytjaksoisen isokineettisen ja isotoonisen harjoittelun vaikutusta alaraajojen voimasuhteiden puolieroihin terveillä urheilijoilla. Neljän viikon harjoittelu isokineettisesti tuotti merkittävästi suuremmat muutokset voima-arvoissa kuin isotooninen harjoittelu.

Opinnäytetyön eteneminen lähtee polvinivelen toiminnallisesta anatomiasta edeten eturistisidevammoihin ja isokineettiseen dynamometriin. Teoria osuus käsittää edellä mainittujen osien taustakatsausta ja selvitystä, jonka jälkeen työ etenee tutkimusasetelmaan ja tuloksiin. Isokineettisen dynamometrin käytön perustelussa käytetään myös kirjallisuudesta löytyvää taustateoriaa.

## **2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS**

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kirjallisuuskatsauksen menetelmin miten isokineettistä dynamometriä on käytetty osana eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeisestä kuntoutusta lihasvoimamittauksen ja lihasvoimaharjoittelun työkaluna. Tavoitteena on selvittää miten ja missä vaiheessa kuntoutusprosessia laitetta on hyödynnetty. Tarkoitus on tuottaa opinnäytetyöni toimeksiantajalle taustakartoitus palvelumallin suunnitteluun ja kehittämiseen perustuen olemassa oleviin tutkimuksiin.

### **2.1 Kirjallisuuskatsaus**

Opinnäytetyö on kirjallisuuskatsaus ja perustuu jo tehtyihin tutkimuksiin. Kirjallisuuskatsauksia on erilaisia ja niiden teko edellyttää, että kirjallisuuskatsauksen aiheesta on olemassa edes jonkin verran tutkittua tietoa (Johansson, Axelin, Stolt & Ääri 2007, 2). Kirjallisuuskatsauksessa kootaan yhteen aikaisemmin tutkittua tietoa ja sen avulla on mahdollista hahmottaa jo tehtyjen tutkimusten kokonaisuutta (Johansson ym. 2007, 3).



## 2.2 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyöni tarkoitus on selvittää isokineettisen dynamometrin käyttöä osana eturistisideleikkauksen postoperatiivista kuntoutusta.

Tutkimuskysymykset olen asettanut vastaamaan suoraan opinnäytetyön tavoitetta. Opinnäytetyölle on asetettu kaksi tutkimuskysymystä, jotka ovat seuraavat:

1. Miten isokineettistä dynamometriä on käytetty ACL:n postoperatiivisessa kuntoutuksessa lihasvoimanmittauksessa? – milloin mittaukset on aloitettu, millä kulmanopeuksilla ja millä liikelaajuuksilla mittaukset on suoritettu?
2. Miten isokineettistä dynamometriä on käytetty ACL:n postoperatiivisessa kuntoutuksessa lihasvoimaharjoittelussa? – Missä kuntoutuksen vaiheessa, millä kulmanopeuksilla, millä liikelaajuuksilla ja millaisilla toistomäärillä.

## 3 POLVINIVELEN TOIMINNALLINEN ANATOMIA

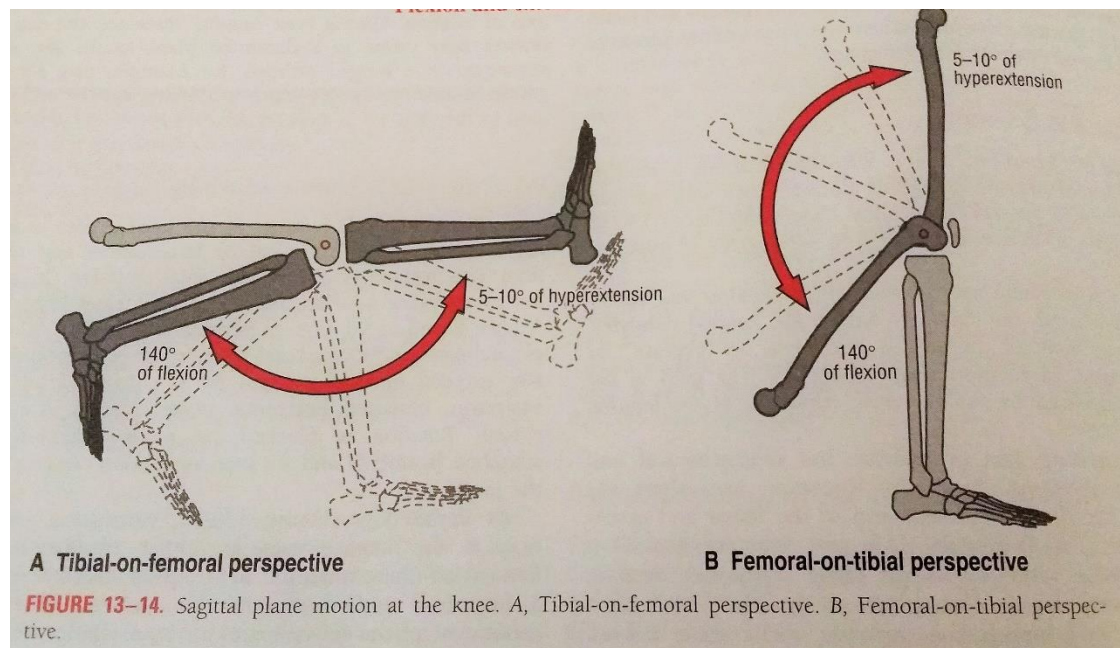
Polvinivelen toimintaan vaikuttavat sen niveltuvien pintojen rakenne, nivelsiteet, nivelkierukat ja lihakset.

Polvinivel (articulatio genus) on kehon suurin nivel ja se sijaitsee kehon kahden pisimmän vipuvarren, reisiluun ja sääriluun, välissä. Sillä on kaksi vapausastetta ja se luokitellaan kierto-sarananiveleksi. (Earls & Myers 2010, 88; Kauranen & Nurkka 2010, 48-49; Magee 2008, 727.) Polvinivelen päälle kohdistuu valtaosa kehon painosta ja sen on oltava samanaikaisesti stabiili sekä omattava hyvä liikkumiskyky. (Earls & Myer 2010, 88; Kapandji 1997, 72).

Polvinivelen pääliikkeet ovat koukistus ja ojennus, jotka tapahtuvat polvinivelen ensisijaisessa liikeakselissa. Polvinivelessä on myös rotaatioliikettä sen ollessa koukistettuna. (Tyldesley & Grieve 2002, 135.)

Polven koukistus ja ojennus tapahtuvat sagittaalitasossa poikittaisen liikeakselin ympäri, sarananivelen toimintaperiaatteen mukaisesti. Polven rotaatio tapahtuu säären pitkittäisen liikeakselin ympäri. (Kapandji 1987, 66; Platzer 2007, 212.) Polven koukistuksen liikelaajuus on 130–140°. Passiivisesti polvi voi koukistua 160° asti.

Polven ojennus on tavallisesti noin  $0^\circ$ , etenkin naisilla on taipumusta polven yliojentumiselle jolloin ojennus voi olla jopa  $15^\circ$ . (Magee 2007, 742). Polvinivelen ollessa koukussa sisäkierron liikelaajuus on noin  $30^\circ$  ja ulkokierron  $40^\circ$ . (Kapandji 1997, 80; Neumann 2002, 443.) Kuvassa 1 esitellään polven ojennus – koukistusliikkeet sagittaalitasossa. Kohdassa A) koukistus ja ojennus tapahtuvat avoimen ketjun liikkeenä, jolloin sääriluu liikkuu suhteessa reisiluuhun (istuen polven ojennus ja koukistus) ja kohdassa B) kuvataan suljetun ketjun liike, jolloin reisiluu liikkuu suhteessa sääriluuhun (kyykky).



Kuva 1. Polvinivelen liikkeet sagittaalitasossa.(Neumann 2002, 444)

### 3.1 Polvinivelen rakenne

Polvinivel koostuu tibiofemoraali- sekä patellofemoraalinivelestä.

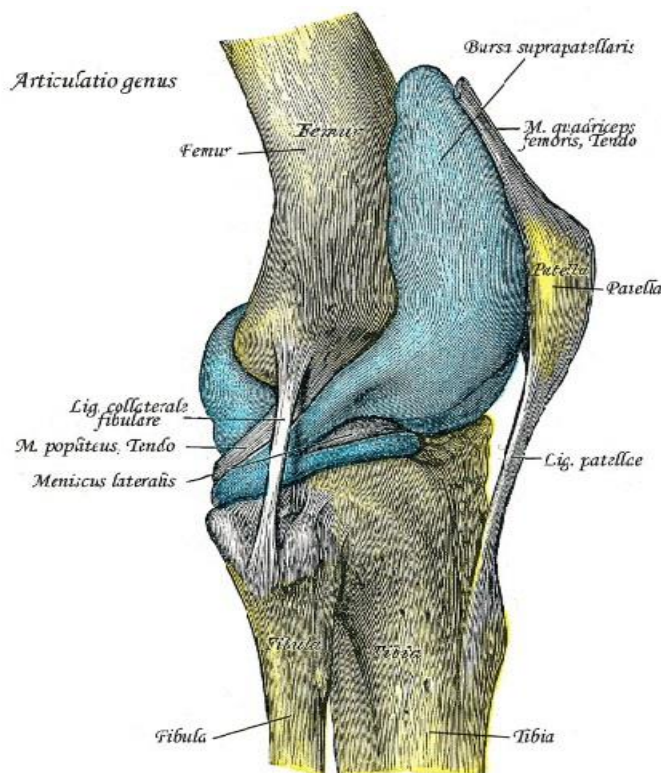
Tibiofemoraalinivelen niveltyvät pinnat ovat reisiluun distaalipää sekä sääriluun proksimaalipää. Nivelpinnat eivät ole täysin yhdenmuotoiset, jota kompensoi paksu rustokerros ja kaksi nivelkierukkaa. (Magee 2008, 727; Platzer 2007, 206.)

Polviniveltä ympäröi laaja, löysä nivelkapseli, jonka lisäksi stabiiliteettia lisääviä rakenteita ovat polven sivusiteet, ristisiteet sekä nivelkapseliin kiinnittyvät lihakset. (Platzer 2009, 206; Reichert 2005, 134.)

Reisiluun alaosan nivelnastat ovat malliltaan kuperia (convex) ja ne ovat pidemmät etu-takasuunnassa kuin poikittain. Nivelnastojen etupinnalla on uurre polvilumpiolle ja takana nivelnastojen välinen lovi. Sisä- ja ulkonivelnastat ovat toisistaan poikkeavia. Ulkonivelnasta on leveämpi edestä kuin takaa, kun sisänivelnasta on tasaisempi leveydeltään. (Kapandji 1997, 88; Platzer 2007, 206.)

Sääriluun nivelpinnat ovat koverasti (concave) kaartuvat nivelnastat, joita erottaa tylppä harjanne etu-takasuunnassa. (Kapandji 1997, 84.) Ulompi nivelnasta on etutasolla kovera ja pitkittäistasolla kupera, jonka takia reisiluun ulompi nivelnasta on huomattavasti epästabiilimpi kuin sisänasta. Myös reisi- ja sääriluun toisiaan vastaavien nivelnastojen kaarien säteet ovat poikkeavat, joka aiheuttaa nivelpintojen epäsopivuutta toisiinsa nähden. (Kapandji 1997, 84.)

Patellofemoraalinivel eli reisiluu-polvilumpionivel on polvinivelen toinen toiminnallinen osa, joka on polven normaalin biomekaniikan kannalta tärkeä. Esimerkiksi patellofemoraalinen kipu rajoittaa m. quadricepsin toimintaa polven ojennuksessa. (Perrin 1993, 125.)



Kuva 2. Polvinivel (Gray & Vandyke Carter)

## **3.2 Nivelkierukat**

Nivelkierukat lisäävät polvinivelen nivelpintojen yhteen sopivuutta. Ne toimivat iskunvaimentimena, auttavat painon kannattimena ja lisäävät nivelen sisäistä voittelua. (Tyldesley & Grieve 2002, 135.) Nivelkierukat myös parantavat niveleen kohdistuvan painon jakaantumista laajentaen niveltuvien pintojen kontaktialaa. (Magee 2010, 728.)

## **3.3 Polven nivelsiteet eli ligamentit**

Polvinivelen tuen muodostavat vahvat nivelsiderakenteet. Ristisiteet estävät liiallista liikettä etu-takasuunnassa sekä kiertoa. Sivusiteet estävät polven liiallista sivuttaisliikettä ja polvitaipeen siteet (lig. popliteum obliquum ja lig. popliteum arcuatum) tukevat polvinivelen takarakenteita. (Walker 2012, 187.)

### **3.3.1 Ristisiteet – cruciate ligaments**

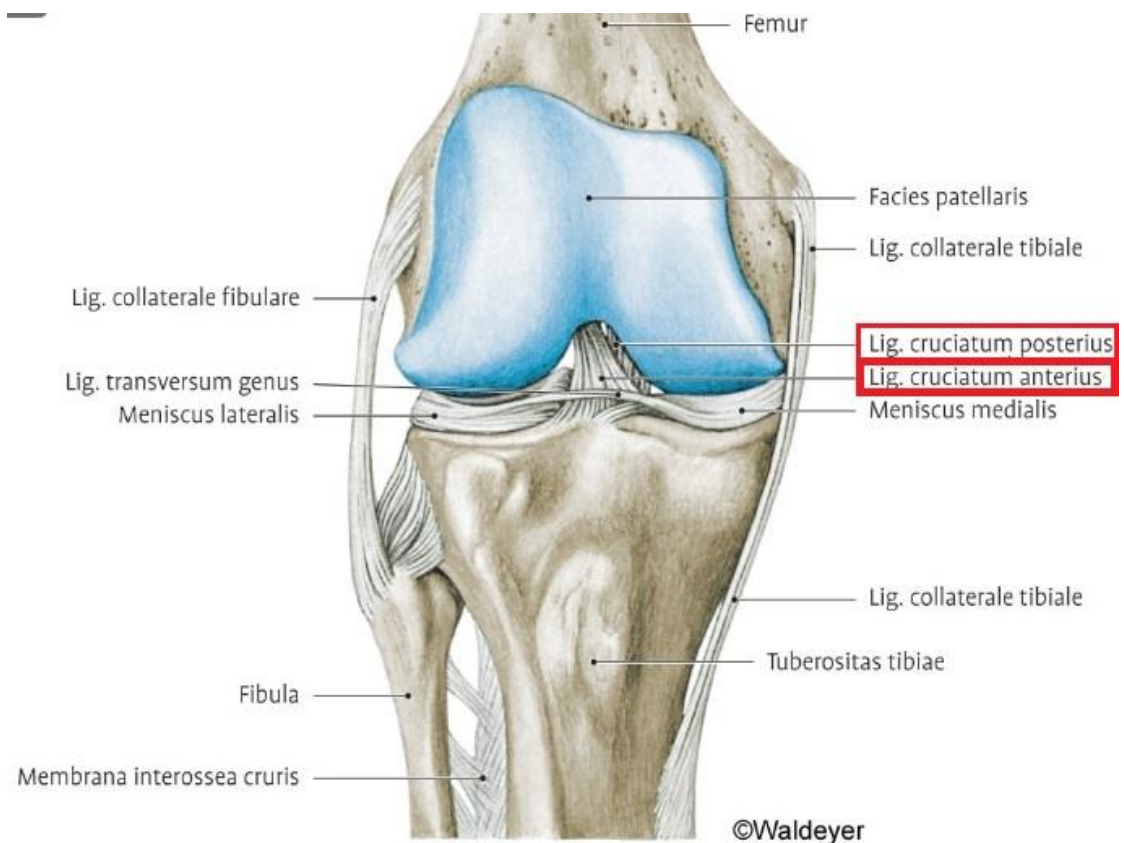
Ristisiteet ovat intra-kapsulaarisia eli ne sijaitsevat nivelkapselin sisäpuolella. Nimensä mukaisesti ristisiteet kulkevat toisiinsa nähden ristiin ja ovat polven ensisijaiset kierron stabilaattorit. Sääriluun kiertyessä sisäänpäin molemmat ristisiteet kiristyvät. (Magee 2007, 759; Tyldesley & Grieve 2002, 135.)

Ristisiteet ovat rakenteeltaan vahvat ja kummallakin ligamentilla on anteromediaalinen ja posterolateraalinen osa. (Kallio 2010; Magee 2007, 759.) Yhdessä etu- ja takaristiside vastustavat polvinivelen ääriliikkeitä. Ristisiteiden tehtävä on vastustaa etu-takasuuntaista liukumisvoimaa sääriluun ja reisiluun välillä, eli estää reisiluun tippuminen sääriluun päältä. (Platzer 2007, 207; Neumann 2002, 449; Tyldesley & Grieve 2002, 135.)

#### **3.3.1.1 Eturistiside – lig. cruciatum anterior (ACL)**

Eturistiside on rakenteeltaan leveä ja viuhkamainen. Se kulkee viistosti sääriluun etuosasta reisiluun takaosaan. (Kallio 2010; Magee 2007, 759.) Eturistisiteen

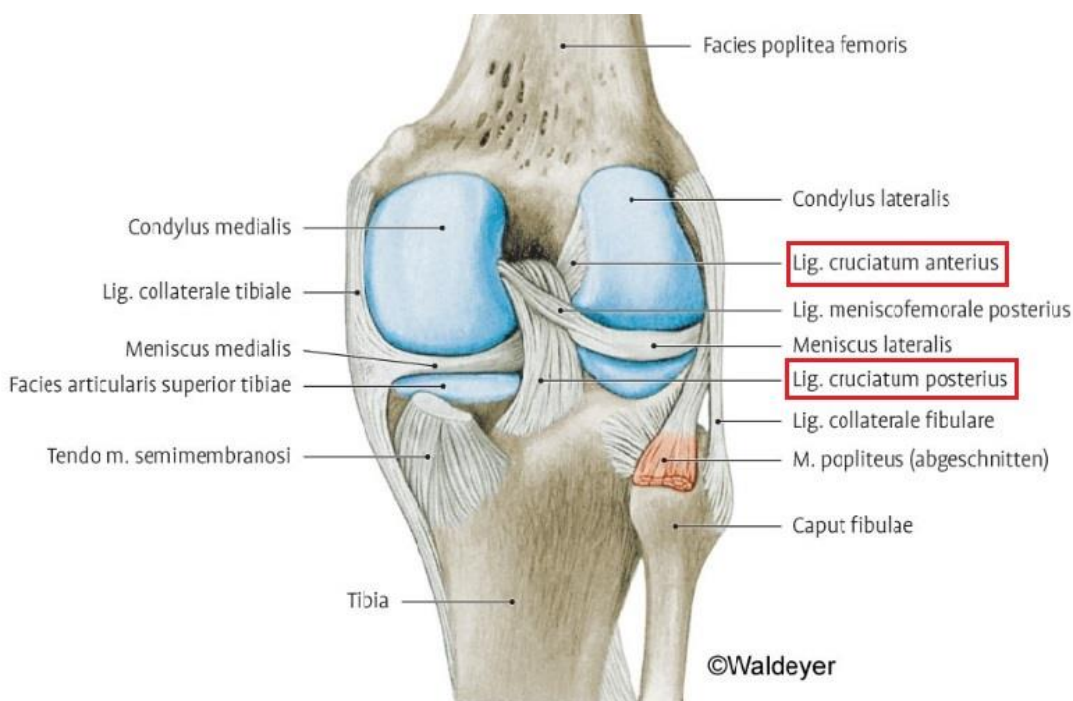
ensisijaisia tehtäviä on estää sääriluun liukuminen eteen reisiluuhun nähden sekä tukea sääriluun ulkokiertoa polven ollessa koukussa. Pienemmässä merkityksessä tehtävänä on myös polven ojennuksen tukeminen ja yliojennuksen estäminen. Eturistiside auttaa kontrolloimaan polven normaalia rullausta ja liukumista. Kuormittamattoman eturistisiteen etuosa on kiristyneenä polven nivelkulman ylittäessä 90°, 20–60° koukistuksessa eturistisiteen etuosa on rentona. Eturistisiteen takaosa on kiristynyt polven ojennuksessa, josta se löystyy asteittain nivelkulman suuretessa. Takaosa on aivan rentona polvikulman ylittäessä 90°. (Julin & Rissanen 2012, 10.) Kuormitettuna kummatkin osat ovat maksimaalisesti kiristyneenä pienillä koukistuskulmilla ja löystyvät merkittävästi polvikulman suurentuessa. (Julin & Rissanen 2012, 10; Magee 2007, 759.)



Kuva 3. Polven nivelsiteet edestä. (Waldeyer Anatomie des Menschen)

### 3.3.1.2 Takaristiside – lig. cruciatum posterior (PCL)

Takaristiside on hieman eturistisidettä paksumpi. Se kiinnittyy sääriluun takaosasta reisiluun sisemmän nivelnastan ulkoreunaan. Osa takaristisiteen säikeistä säilyy kireänä läpi täyden liikeradan, mutta suurin osa (etusäikeet) kiristyvät polven ääri fleksiossa. Takaristisiteen tärkeä tehtävä on rajoittaa sääriluun työntymistä taakse suhteessa reisiluuun. Esimerkiksi tilanteissa, joissa on jarrutettava nopeasti tai hypyn alustulossa polven ollessa osaksi koukussa takaristiside kontrolloi sääriluun taakse suuntautuvaa liikettä. (Neumann 2002, 451; Walker 2012, 187.)



Kuva 4. Polven nivelsiteet takaa. (Waldeyer Anatomie des Menschen)

### 3.3.2 Sivusiteet – Kollateraali ligamentit

Sivusiteitä on kaksi, mediaalinen ja lateraalinen sivuside. Sivusiteet vahvistavat nivelkapselia sen sisä- ja ulkosivulta ja ovat vastuussa polven poikittaissuuntaisesta stabiliteetista polven ollessa ojennettuna. Sivusiteet toimivat myös ohjaavina

nivelsiteinä polven koukistuksessa ja ojennuksessa (Kapandji 1987, 104; Platzer 2009, 206.) Säären kiertyessä ulospäin molemmat sivusiteet kiristyvät (Magee 2007, 759).

### **3.3.2.1 Mediaalinen sivuside - (lig. collaterale mediale)**

Mediaalinen sivuside (lig. collaterale mediale) sijaitsee polven sisäsivulla. Se on leveä juoste, jolla on kolme osaa. Mediaalisen sivusiteen etuosan säikeet lähtevät reisiluun sisemmästä nivelnastasta ja kiinnittyvät sääriluun sisäsivulle. Lyhempi ja ylempi takaosa kiinnittyy sisempään nivelkierukkaan ja alemmat takasäikeet sisemmästä nivelkierukasta sääriluuhun. (Platzer 2007, 206; Tyldesley & Grieve 2002, 135.)

### **3.3.2.2 Lateraalinen sivuside - (lig. collaterale laterale)**

Lateraalinen sivuside (lig. collaterale laterale) sijaitsee polvinivelen ulkosivulla. Lateraalinen sivuside on pyöreä punos, joka lähtee reisiluun ulkonivelnastasta ja kiinnittyy pohjeluun (fibulan) päähän. Lateraalinen sivuside ei ole osa nivelkapselia eikä se kiinnity ulompaan nivelkierukkaan. (Platzer 2007, 206. Tyldesley & Grieve 2002, 135.)

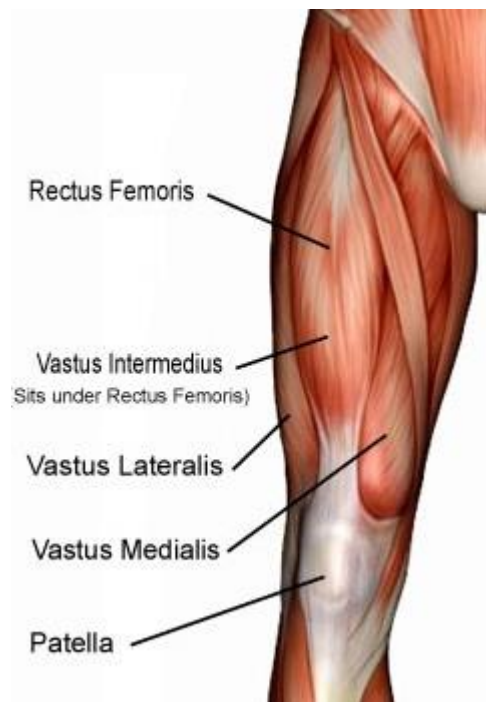
## **4 POLVINIVELEEN VAIKUTTAVAT LIHAKSET**

### **4.1 Polven ojentajat**

Polven ojennuksesta vastaa lähes yksinomaan elimistön suurin lihas; m. quadriceps femoris (Platzer 2007, 252). Nimensä mukaisesti sillä on neljä osaa; m.rectus femoris, m. vastus medialis, m.vastus lateralis ja m. vastus itermedius. M. quadricepsin lähtee suoliluusta sekä reisiluun yläosasta, muodostaa polvinivelen yläpuolella vahvan polvijänteen ja kiinnittyy polvilumpioon. Quadriceps jänne jatkuu sääriluuhun patellajänteenä. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lätti 2008, 125; Neumann 2002, 454.). M.quadricepsin osa, m.rectus femoris (suora reisilihas) alkaa suoliluusta, se toimii siis myös lonkan koukistajana. M.vastus medialis (sisempi reisilihas) on rooliltaan tärkeä polven loppuojennuksen tuottajana.



M. rectus femoris tuottaa polven ojennuksesta noin 20% ja muu vastus ryhmä 80%. Vastus ryhmän lihastyö tuottaa ainoastaan polven ojennuksen, kun m.rectus femoriksen työ tuottaa sekä polven ojennuksen että lonkan fleksion. Kokonaisuudessa polven ojennuksesta vastaa m.quadriceps lihasryhmä, sen jänne, polvilumpio ja patellajänne. (Neumann 2002, 454.)

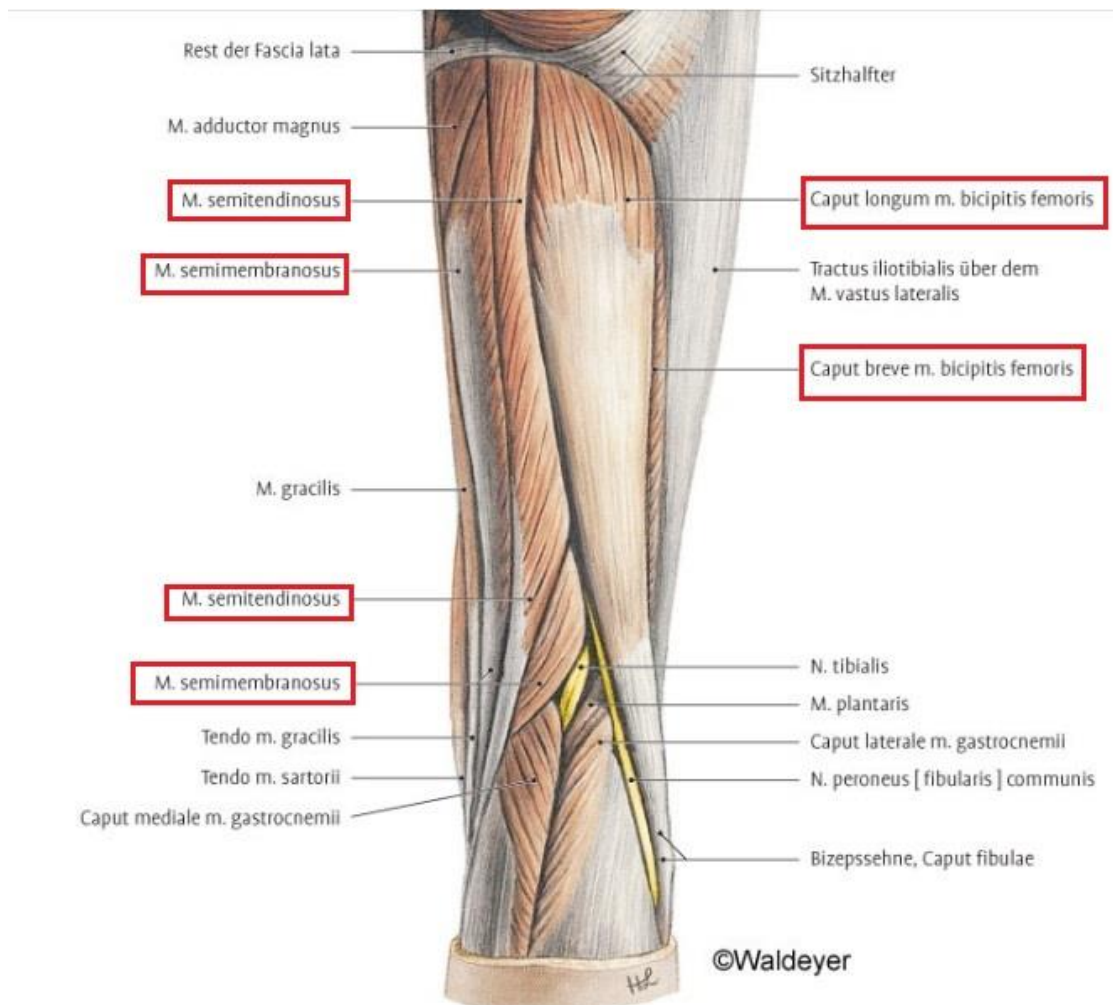


Kuva 5. Polven ojentajalihakset. (Liddane)

## 4.2 Polven koukistajat

Polven koukistamisesta vastaa hamstring lihakset, joihin kuuluvat m.biceps femoris (kaksipäinen reisilihas), m.semimembranosus (puolikalvoinen lihas) ja m.semitendinosus (puolijännteinen lihas). Myös m.gastrocnemius avustaa polven koukistuksessa. (Perrin 1993, 121; Walker 2012, 178) Hamstring lihasten tehtävä on myös ojentaa lonkkaniveltä (Walker 2012, 178).





Kuva 6. Polven koukistajalihakset. (Reiden lihaksia II. Waldeyer Anatomie des Menschen)

## 5 ETURISTISITEEN REPEÄMÄT, KORJAUSLEIKKAUKSET JA POSTOPERATIIVINEN KUNTOUTUS

Eturistiside on useimmin vammautunut polven nivelsiteistä. Tavallisesti eturistiside vammat tapahtuvat urheilun tai liikunnan yhteydessä (Neumann 2002, 451.)

Eturistisiteen repeämiselle voidaan luokitella sisäisiä ja ulkoisia riskitekijöitä. Sisäisiä riskitekijöitä ovat Q-kulma (reisiluu-sääriluun välinen kulma, naisilla suurempi kuin miehillä), reisiluun loven koko, nivelen löysyys ja hormonaaliset vaikutukset. Ulkoiset riskitekijät sisältävät lihasvoiman, hamstring lihasten hermo-lihastoiminnan aktivoituminen sekä epänormaalit biomekaaniset voimat. (Gulick & Yoder 2002, 64).

Eturistisiteen repeämä on polvinivelen yleisin vamma, jossa tavallisin vammamekanismi on polven voimakas kiertoliike jalkaterän ollessa kiinni maassa, jolloin reisi- ja sääriluu kiertyvät vastakkaisiin suuntiin. (Kallio 2010; Walker 2014, 192).

Eturistisiteen repeämän sattuessa se on usein täydellinen ja se heikentää huomattavasti polvinivelen tukevuutta. Täysin revennyt eturistiside ei vastusta venytystä, joka aiheuttaa polvinivelen väljyyttä etusuunnassa. (Arokoski 2009.) Polvinivelen löysyys aiheuttaa etusuuntaisen (anteriorisen) liukumisen lisääntymisen lisäksi myös kiertoliikkeiden instabiliteettia, quadriceps lihasten atrofiaa, nivelpintojen rappeutumista, kierukoiden vaurioita, nivelrikkoa ja jatkuvaa kipua (Yong-Hao ym. 2008; Van Grinsven, Van Cingel, Holla & Van Loon 2010, 1129.) Tällaisissa tapauksissa päädytään useasti operatiiviseen hoitoon. Konservatiiviseen hoitoon voidaan päätyä jos nivelside on revennyt vain osittain tai on lievästi venyttynyt. (Arokoski 2009.)

## 5.1 Jännesiirre

Eturistisiteen korjausleikkaus suoritetaan tavallisimmin ottamalla jännesiirre leikattavan omasta patella- tai hamstringjätteestä. Patellajätteestä otetun siirteen haittapuolina voivat olla siirteen ottokohdan kiputilat, jotka voivat aiheuttaa myös quadriceps heikkoutta, lumpion murtuma sekä jätteen repeämä tai tulehdus (Suomalainen et al. 2014). Vaikka patellajännesiirteillä on todettu enemmän leikkauksen jälkeisiä komplikaatioita, niin sillä on myös todettu saatavan stabiilimpi lopputulos. Hamstringjätteestä otettu siirre voi vastaavasti vaikuttaa hamstring lihasten voimaprofiiliin ja voi aiheuttaa heikkoutta, joka voi näkyä räjähtävyyttä vaativissa urheilu suorituksissa ja suurilla polven fleksiokulmilla (> 70°). (Julin & Rissanen 2012, 10; Suomalainen et al. 2014.)

Tutkimuksissa ei loppujen lopuksi ole todettu merkittävää lopullista eroa jännesiirteiden välillä. Esimerkiksi Sato, Higuchi, Terauchi ja Takagishi (2005) totesivat tutkimuksensa taustoituksessa, ettei kuntoutujan subjektiivisessa tyytyväisyydessä ja postoperatiivisessa aktiivisuustasossa ollut eroja siirteestä riippuen. He myös

totesivat tutkimuksessaan rinnakkaisten tutkimusten osoittaneen polven stabiliteetin olleen hyvä kummallakin metodilla. (Sato ym. 2005.)

## **6 ETURISTISITEEN POSTOPERATIIVINEN KUNTOUTUS**

Kuntoutus eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeen on monivaiheinen ja pitkäkestoinen. Kuntoutuksen suunnittelussa on huomioitava yksilö ja leikkaustapa. Liitteenä 2 on Julinin & Rissanen (2012) taulukko eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeisen kuntoutuksen etenemisestä. Taulukkoon on koottu vaiheen ajoitus, kriteerit jotka tulisi täyttyä seuraavaan vaiheeseen edetessä, tavoitteet, esimerkki harjoitteista ja muista aktiviteeteistä. (Julin & Rissanen 2012, 13.) Myös Lee, Kim & Park 2013 toivat esille tutkimuksessaan postoperatiivisen kuntoutuksen vaiheita, tavoitteita ja kuntoutusharjoitteita. Lee ym. (2013) olivat tutkimukseensa sisällyttäneet kolme vaihetta, jotka käsittivät 12 postoperatiivista viikkoa.

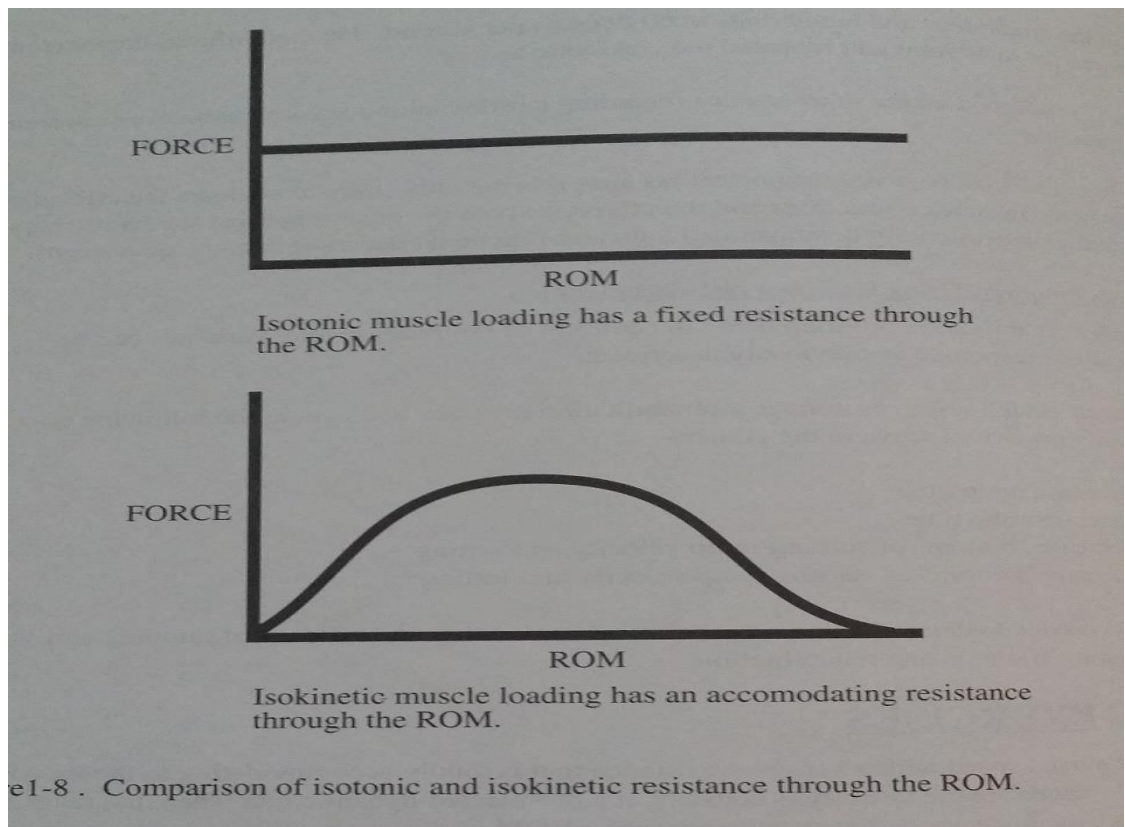
Tutkimustulokset viittaavat tehostetulla kuntoutusprotokollalla olevan tärkeitä etuja eivätkä ne ole johtaneet stabiliteetin ongelmiin. Kuntoutuksen tärkeiksi tavoitteiksi korostuvat kivun, turvotuksen ja tulehduksen laskeminen, liikelaajuuden (ROM) saavuttaminen takaisin, voima ja hermolihashoiminnan kontrolli. (Van Grinsven ym. 2010, 1137.)

### **6.1 Kudosparaneminen**

Kudosparaneminen vaikuttaa kuntoutuksen etenemiseen. Akuutin vaiheen tulehdusvaihe kestää 0-72h, jolloin kudoksen rasituskestävyys on alentunut 50 %. Uudismuodostusvaihe kestää noin kolmeen viikkoon asti. Paranemisprosessin viimeinen ja pisin vaihe on maturaatiovaihe, joka kestää aina vuoteen asti. Nämä prosessit sisältävät jännesiirteiden eriaisteiset parantumisvaiheet, jotka vaikuttavat jänteen vetolujuuteen ja sitä kautta sallittuihin harjoitteisiin sekä kuntoutusprosessin etenemiseen. (Ekdahl ym. 2008; Pöyhönen)

## 7 ISOKINEETTINEN DYNAMOMETRI

Isokineettinen tarkoittaa vakioitua nopeutta ja muuntuvaa kuormaa. Sana isokineettinen tulee kreikan kielestä, sanoista isos=yhtäläinen ja kineticos=liikuttaa (Kauranen & Nurkka 2010, 235). Isokineettisellä dynamometrillä mitataan voiman tuottoa vakioidulla kulmanopeudella ja mukautuvalla vastuksella koko testattavan nivelen liikeradalla (Cameron & Monroe 2007, 71; Kauranen & Nurkka 2010, 284). Muuntuvan kuorman takia isokineettisellä dynamometrillä saadaan maksimaalinen dynaaminen vastus läpi koko nivelen liikeradan, vastus vaihtelee juuri sen mukaisesti kuinka paljon voimaa anturi havaitsee missäkin vaiheessa liikerataa. Tämä myös tekee isokineettisestä laitteesta turvallisen menetelmän lihasvoimamittaukseen ja –harjoitteluun, koska laite ei itsessään lisää liikkeeseen ulkoista vastusta vaan dynamometri reagoi voima-anturia vastaan tuotettuun voimaan. (Davies 1992, 13, 15.) Tuotetun voiman vääntömomentti vaihtelee läpi koko liikeradan, koska lihaksen sisäinen voima/pituus-suhde muuttuu liikkeen aikana. (Davies 1992, 13; Komi, Silén & Jungman 1978, 43). Isokineettinen työmuoto onkin ainoa tapa saada kuormitettua lihaksen maksimaalisen dynaamisen työn kapasiteetti täydellä nivelen liikelaajuudella. (Davies 1992, 15.) Kuvassa 9 havainnollistetaan isokineettisen ja isotoonisen (liike, jossa vastus pysyy vakiona) lihaskuormituksen eroa. Ylempi vastusviiva kuvaa isotoonisen kuormituksen tuottamaa vastusta ja alempi isokineettisen.



Kuva 6. Isotoonisen ja isokineettisen vastuksen vertailu läpi liikeradan (Davies 1992, 14 fig. 1-8)

Isokineettisessä laitteessa tehdään testattavan/harjoitettavan nivelen suhteen angulaarista liikettä, jonka kulmanopeus on vakioitu samaksi koko liikeradalla (Kauranen 2014, 235, Kauranen & Nurkka 2010, 284). Angulaarista liikettä voidaan kutsua myös rotaatio- eli pyörimisliikkeeksi, jolla tarkoitetaan kappaleen pyörimistä akselin ympäri. Opinnäytetyö keskittyy tarkastelemaan polven ojentaja- ja koukistajalihasten isokineettistä lihasvoimamittausta ja harjoittelua, jolloin liikeakselina toimii polvinivel.



Kuva 8. Isokineettinen dynamometri Diter D-com 650. (Maria Heikkinen)

Lisäksi isokineettisellä dynamometrillä voidaan suorittaa isometrisiä, isokineettisiä eksentrisiä ja isokineettisiä konsentrisia lihastyömuotoja. Isometrisessä lihastyössä lihasjännitys on staattinen eikä lihaspituus muutu eikä liikettä tapahdu. Laitteen vipuvarsi voidaan asettaa halutulle nivelkulmalle ja voima-anturi havaitsee sitä vasten tuotetun voiman. Eksentrisessä lihastyössä lihaksen pituus pitenee ja puhutaan jarruttavasta lihastyöstä. Vastaavasti konsentrisessa työssä lihaksen pituus lyhenee sen supistuessa. Sekä eksentrisen että konsentrisen ovat dynaamisia lihastyömuotoja. (Kauranen 2014, 443–445; Yong-Hao ym. 2008.)

### 7.1.1 Historia

Isokineettinen liike on ollut käytettävissä 1950-luvun lopulta lähtien. Menetelmä on Hettingerin esittelemä, joka oli jo tuolloin eroava muihin nähden salliessaan maksimaalisen lihassupistuksen täydellä nivelen liikelaajuudella. Menetelmä ei ollut kuitenkaan heti menestys, koska laitteita oli harvassa ja siitä saatava palaute heikkoa. (Spencer-Wimpenny 2010.)

1960-luvun lopulla James Perrine kehitti ensimmäisenä isokineettisen harjoittelukonseptin ja esitteli kehittämänsä Cybex 1-dynamometrin. (Kauranen

2014, 237. Spencer-Wimpenny 2010.) Ensimmäinen tieteellinen artikkeli aiheesta julkaistiin vuonna 1967 Physical Therapy lehdessä, Hislopin ja Perrinin tekemänä. (Davies 1992, 3. Perrin 1993, 6.)

Mittausmenetelmä tuli laajemmin ja yleisemmin markkinoille 1980-1990-lukujen taitteessa, jota voidaan kutsua isokineettisen lihasvoimamittauksen kulta-ajaksi (Kauranen 2014, 237).

### **7.1.2 Mittausparametrit**

Voimaa mitattaessa tulee tietää millaisilla yksiköillä mitattavaa voimaa tarkastellaan. Voima syntyy kahden kappaleen ollessa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa, jolloin voima kuvaa vuorovaikutuksen suuruutta. Voima voi muuttaa kappaleen liiketilaa, ylläpitää tasapainoa, muuttaa kappaleen muotoa tai saada aikaan vääntövaikutuksen. (Kauranen & Nurkka 2010, 203.)

Voiman vääntövaikutus saa aikaan pyörimisliikkeen, joka tuotetaan myös isokineettisessä lihasvoimamittauksessa testattavaan niveleen nähden. Isokineettisessä lihasvoimamittauksessa tutkitaan näin ollen voiman vääntökyvyn arvoja. (Kauranen & Nurkka 2010, 203.)

Voiman vääntökykyä kuvaa suure voiman momentti ( $M$ ). Muita käytettyjä nimityksiä on vääntömomentti, kiertomomentti tai momentti. Voiman momentti ilmaisee kappaleeseen vaikuttavan voiman vääntövaikutuksen tietyn kiintopisteen tai akselin suhteen. Voiman vääntövaikutukseen vaikuttaa voiman suuruus ja vipuvarren pituus. Voiman momentin yksikkö on Newton metri (Nm). (Kauranen & Nurkka 2010, 235-236.) Tässä tapauksessa kiintopisteenä/akselina toimii polvinivel ja vipuvartena sääri/testilaitteen vipuvarsi. Voiman suuruus taas riippuu testattavan kyvystä tuottaa voimaa.

Kappaleen kulmanopeus ilmaisee kappaleen asennon muuttumisnopeuden eli kuinka suuri kulma on siirrytty tietyssä ajassa (Kauranen & Nurkka 2010, 195, 202).

Kulmanopeuden yksikkönä voidaan käyttää radiaania/sekunti tai astetta/sekunti (Kauranen & Nurkka 2010, 195).

Isokineettisellä dynamometrillä testattaessa laitteen tuottamia muita mittausarvoja ovat voimantuotto painokiloa kohti, huippu momentin tuottoon kulunut aika, huippu momentin tuoton nivelkulma, agonisti/antagonisti voimasuhde, työn kokonaismäärä ja tuotetun voiman keskiarvo.

Voimantuotto painokiloa kohti sallii arvojen suhteellisen vertailun. Erityisesti agonisti/antagonisti suhde, eli tässä tapauksessa hamstring/quadriceps suhde on useasti tarkastelun alla. Normaalisti hamstring lihasten voima-arvojen tulisi olla 60–65% quadriceps lihasten voima-arvoista. (Pöyhönen).

Numeeristen arvojen lisäksi isokineettisessä analyysissä saadaan tarkasteluun tuotettu voimakäyrä, jonka analysointi on myös tärkeää. Liitteenä 1 on esimerkki isokineettisen lihasvoimamittauksen palautteesta. Vasemman puoleinen punainen käyrä esittää polven ojennuksen voiman tuottoa jota tarkastellaan oikealta vasemmalle. Oikean puoleinen sininen käyrä kuvastaa polven koukistajien voiman tuottoa ja käyrää tarkastellaan vasemmalta oikealle. Tummempi käyrä kuvastaa oikeaa jalkaa ja haaleampi vasenta. Käyristä voidaan tulkita lihaksen hermotuksen toimintaa, joka näkyy huippu momentin saavuttamisessa. Käyrän epätasaisuus ja sahalaitaisuus voivat viitata hermotuksen ongelmaan tai kipuun. Isokineettisellä dynamometrillä tehtyjä mittauksia voidaan tarkastella sekä kvantitatiivisesti että kvalitatiivisesti, mutta pääsääntöisesti kummatkin tukevat toisiaan.





Kuva 7. Isokineettinen polven ojentajien ja koukistajien maksimivoimamittaus. (Maria Heikkinen)

## 8 ISOKINEETTINEN DYNAMOMETRI JA ACL KUNTOUTUS

Isokineettinen mittaus on objektiivinen tapa arvioida polvinivelen dynaamista stabiliteettia, joka vaikuttaa kuntoutuksen tuloksiin ACL korjausleikkauksen jälkeen. (Cvjetkovic, Bijeljic, Palija, Talic, Radulovic, Kosanovic, Manojlovic. 2015).

Isokineettistä menetelmää ei kuitenkaan tulisi käyttää ennen subakuuttia vaihetta, jolloin kipu ja turvotus ovat jo hallinnassa. Aluksi on hyvä rajoittaa liikelaajuutta jännesiirteen suojelemiseksi, jo 30°-0° rajoitus on riittävä. Liikerajoitus huomioitava siksi, että avoimen kineettisen ketjun harjoitteessa eturistisiteeseen kohdistuu

suurimmat voimat juuri tuolla liikeradalla. (Davies 1992, 291.) Sato ym. (2005) totesivat tutkimuksessaan, että konsentrisen isokineettisen työn aikana suurin sääriluun eteen työntyvä liike tapahtuu 20° koukistuskulmassa.

## **8.1 Lihusvoimamittaus postoperatiivisessa kuntoutuksessa**

Lihusvoimamittauksen tarkoituksena on saada tarkkaa tietoa lihasten kyvystä tuottaa voimaa. Isokineettisen mittauksen on todettu olevan objektiivinen tapa arvioida polvinivelen dynaamista stabiliteettia, joka vaikuttaa kuntoutuksen tuloksiin ACL korjausleikkauksen jälkeen (Cvjetkovic ym. 2015; Otzel, Chow & Tillman 2013). Isokineettisellä laitteella suoritetuissa lihusvoimamittauksissa saadaan helposti verrattua leikatun ja terveen alaraajan voimatasojen eroavaisuuksia. Kuntoutuksen tärkeitä tavoitteita on saavuttaa mahdollisimman normaali voimataso, joka tarkoittaa että puolieron tulisi olla ainoastaan 10 %, urheilijoilla ainoastaan 5 %. (Pöyhönen). Leikatun ja terveen alaraajan voimatasojen arviointi on näin ollen jopa tärkeämpää kuin yksittäisten lihasten (Lee, Kim & Park. 2013).

Lihusvoimamittaus on tärkeä työväline osana kuntoutuksen seuranta. Isokineettistä lihusvoimamittausta on käytetty paljon etenkin urheilijoiden kanssa työskenneltäessä. Suunniteltaessa urheilijan paluuta oman lajinsa pariin, vaaditaan erityisen tarkkaa mittaustietoa kuntoutumisen edistymisestä ja saavutetusta voimatasosta. Tämä varmistaa sen, että urheilija ei palaa urheiluun liian aikaisin vajaa kuntoisena.

Lihusvoimamittaukset tulee aina aloittaa lämmittelyllä. Lisäksi ennen isokineettisellä laitteella suoritettavia lihusvoimamittauksia on suositeltavaa suorittaa myös laitteella submaksimaalisia lämmittelytoistoja. Tutkimuksissa on todettu testattavan henkilön tietotason testimenetelmästä vaikuttavan mittauksen lopputuloksiin. (Almosnino, Stevenson, Day, Bardana, Diaconescu & Dvir 2011.)

Isokineettinen polven ojentajien ja koukistajien lihusvoimamittaus suoritetaan pääasiassa istuen, jolloin dynamometrin liikeakseli tulee polvinivelen liikeakselin kanssa samalle linjalle. Muita testausasetuksia voi olla laitevalmistajasta riippuen. Kulmanopeus ja toistomäärät valitaan mitattavien lihasten ja voimalajien mukaisesti.

Maksimivoimamittauksissa käytetään matalia kulmanopeuksia  $60^\circ/\text{s}$  tai alle ja toistomääriä kolmesta viiteen.  $60^\circ/\text{s}$  on yleisimmin käytetty kulmanopeus maksimivoimamittauksissa, koska sitä alempien kulmanopeuksien sanotaan olevan huonoja verrattuna toiminnallisuuteen. (Davies 1992, 38; Kauranen 2014, 238.)

Kestovoimaa mitattaessa käytetään  $180^\circ/\text{s}$  kulmanopeutta ja tehdään 20-50 toistoa. Nopeusvoimaa voidaan testata  $240^\circ/\text{s}$  kulmanopeudella tehden 10-15 toistoa. Painovoimakorjaus, ennalta säädetty kulmanopeus sekä testattavan liikkeen liikerata määritetään ennen testin aloittamista. (Kauranen 2014, 238.)

## 8.2 Lihasvoimaharjoittelu

Lihasvoimaharjoittelussa pätevät harjoittelun yleiset peruseriaatteet ja säännöt (Kauranen 2014, 382). Harjoittelun tulee rasittaa harjoitettavaa lihasta päivittäisiä toimintoja enemmän, jotta lihaskudoksessa ja elimistössä saadaan aikasiksi muutoksia. Tätä kutsutaan yllirasitus periaatteeksi, joka voidaan toteuttaa harjoittelun tiheyttä, kestoa tai intensiteettiä lisäämällä. (Kauranen 2014, 382.)

Lihasvoimaharjoittelua tehtäessä isokineettisellä dynamometrillä, toteutetaan harjoittelun spesifisyysperiaatetta lähes täydellisesti. Varsinkin eturistisideleikkauksen jälkeisessä kuntoutuksessa keskitytään harjoittamaan quadricepsien ja hamstringien voimaa ja isokineettisellä laitteella näitä lihasryhmiä pystytään harjoittamaan hyvin spesifisti. Lihasvoimaharjoittelun spesifisyysperiaate ohjaa sekä lihaksen neuraalista säätelyä, että lihaskudoksessa tapahtuvia rakenteellisia muutoksia (Kauranen 2014, 382).

Harjoittelussa on tärkeää huomioida harjoittelun progressiivisuus, palautuminen sekä harjoittelun yksilöllisyys. Harjoittelun yleisiin peruseriaatteisiin kuuluu myös harjoittelun monipuolisuus, henkilön oma asennoituminen, elimistön adaptaatio, levon ja kuormituksen suhde sekä harjoitteluun keskittyminen. (Kauranen 2014, 382-386.)

Postoperatiivisessa kuntoutuksessa lihasvoimaharjoittelua suunniteltaessa on ymmärrettävä kudosparanemisen eteneminen, jotta voidaan suunnitella progressiivisesti etenevä kuntoutusohjelma.

Isokineettinen harjoittelukonsepti perustuu oletukseen, että saavutetaan harjoitettavan/testattavan lihasryhmän voimaa vastaava vastus vakioidulla kulmanopeudella. Tällä tapaa lihasvoimaa voidaan mitata objektiivisesti ja erityiset isokineettiset harjoitteet voidaan toteuttaa samanaikaisesti. Lihaksen spesifillä liikelaajuudella tuottama voima ei ole vakio, vaan se riippuu nivelkulmasta, vipuvarresta ja lihassupistuksesta. (Fabis 2007, 528). Edellä mainittuihin tekijöihin vaikuttaa lihaksen voima/pituus – riippuvuus. Lihaksen voima/pituus – riippuvuussuhteeseen vaikuttava lihaksen supistuva ja elastinen komponentti. Lihas tuottaa eniten voimaa silloin kun lihassolujen myofibrillien sisältämien sarkomeerien myosiini- ja aktiini filamentit muodostavat keskenään eniten poikittaissiltoja. Tämän takia lihaksen voimantuotto erinivelkulmilla vaihtelee. (Komi ym. 1978, 9, 44.)

## **9 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TULOKSET**

### **9.1 Integroitu katsaus**

Integroidussa katsauksessa yhdistyvät eri metodeilla tehdyt tutkimukset. Integroitu katsaus on kaikista laajin katsauksien muoto, sillä se sallii eri metodein tehtyjen tutkimusten yhdistämisen samaan katsaukseen. Integroidun katsauksen avulla kerätään kiinnostuksen kohteena olevaa aihealuetta koskeva tutkittu tieto kattavasti yhteen, punnitaan millaiseen näyttöön tieto perustuu sekä tehdään johtopäätöksiä yhteen nivotusta tiedosta ja sen nykytilasta. (Johansson ym. 2007, 84-85.)

Johansson ym. ovat luetelleet integroidun katsauksen mahdollisiksi tehtäviksi Russelin (2005) mukaan seuraavat: uusien tutkimuskysymysten sekä jatkotutkimusaiheiden löytäminen, nykyisen tutkimuksen aukkojen ja puutteiden tunnistaminen, kiinnostuksen kohteena olevan aihe-alueen tieteellisen evidenssin vahvuuden arviointi, teoreettisten tai käsitteellisten viitekehysten tunnistaminen ja onnistuneesti käytettyjen tutkimusmetodien käytön tarkastelu. (Johansson ym. 2007, 86.)

## 9.2 Integroidun katsauksen vaiheet

Integroidussa katsauksessa päätetään aluksi tutkimuskysymykset, suunnitellaan aineiston keruu ja aineiston keruun strategia, kerätään oleellinen aineisto sekä analysoidaan ja lopuksi tulkitaan tuloksia (Johansson ym. 2007, 88). Integroidun katsauksen tutkimusjoukko koostuu alkuperäisistä tutkimuksista, joissa käsitellään samanlaisia tutkimuskysymyksiä. Integroidun katsauksen on kuvailtu sisältävän viisi vaihetta:

1. tutkimusongelman muotoilu
2. aineiston keruu
3. aineiston arviointi
4. aineiston analyysi
5. aineiston tulkinta ja tulosten esittäminen. (Johansson ym. 2007, 88.)

## 9.3 Tutkimusongelma

Tutkimusongelman muotoilu aloitetaan tutkimustehtävän määrittelyllä ja tutkimuskysymysten muotoilulla. Opinnäytetyölleni asetin kaksi tutkimuskysymystä jotka ovat:

1. Miten isokineettistä dynamometriä on käytetty lihasvoimamittauksessa eturistisiteen postoperatiivisessa kuntoutuksessa?
2. Miten isokineettistä dynamometriä on käytetty lihasvoimaharjoittelussa eturistisiteen postoperatiivisessa kuntoutuksessa?

## 9.4 Aineiston keruu

Käytettävät käsitteet ja muuttujat on hyvä määritellä tarkasti jo ennen aineiston keruuta. Hakutermit sekä käytettävät tietokannat, joista tietoa lähtee etsimään. Pyrkimyksenä tulisi olla käyttää mahdollisimman monipuolisesti tiedonhaun erimenetelmiä, jotta saadaan osuva otos katsauksen mahdollisesta aineistosta. (Johansson ym. 2007, 91.)

Opinnäytetyöprojektissäni käytin seuraavia hakukoneita:

- Cinahl (Ebsco)
- Pubmed
- PEDro
- Cochrane Library
- Terveysportti

Lisäksi hain materiaalia manuaalisesti jo löytämieni tutkimusten kautta sekä hyödynsin Pohjois-Karjalan sairaanhoitopiirin ja kuntayhtymän tieteellistä kirjastoa ja sen E-lehtikantaa.

Hakusanat rajasin tarkkaan, jotta ne erottelisivat vain aiheeseeni relevantit tutkimukset. Hakutermeiksi valikoituivat "acl reconstruction" AND "rehabilitation" AND "isokinetic" AND "strength". Kattavimmin tuloksia löytyi Pubmedin (144) ja Cinahl (25) kautta. Cochrane Library ja PEDro eivät tarjonneet relevantteja tuloksia.

Valittavien tutkimusten erotteluun on laadittava sisällyttämisen- ja poissulkukriteerit. Lisäksi valittavien tutkimusten laadun arviointi on tärkeää. (Johansson ym. 2007, 6, 91.) Taulukossa 1 on listattu sisällyttämisen- ja poissulkukriteerit.

| <b>Sisällyttämiskriteerit</b>  | <b>Poissulkukriteerit</b>                            |
|--|--|
| <b>ACL repeämä</b>   | Monivamma  |
| <b>Operatiivinen hoitolinja -<br/>korjaustekniikka joko BTB tai<br/>hamstring jännesiirre</b>                    | Konservatiivinen hoitolinja                          |
| <b>Käytetty isokineettistä<br/>dynamometriä</b>  | Ei mainintaa isokineettisen<br>dynamometrin käytöstä |
| <b>Tutkimusjoukko aikuisia</b>   | Tutkimusjoukossa lapsia                              |
| <b>Tutkimus &gt;2000-L</b>   | Tutkimus <2000 -L                                    |
| <b>Isokineettiset mittaukset istuma-<br/>asennossa, voima-anturin sijainti<br/>malleoleista proksimaalisesti</b> |  |

Taulukko 1. Sisällyttämisen- ja poissulkukriteerit

Potentiaalisen aineiston löytymisen jälkeen täytyy arvioida sen käytettävyys katsauksessa (Johansson ym. 2007, 92).

## 9.5 Aineiston arviointi

Taulukko 2 Opinnäytetyöhön sisältyvät tutkimukset.

| Tutkimus   | Tekijät ja vuosi  | Tutkimuksen tyyppi                | Tutkimusryhmä  | Isokineettisen lihasvoimamittauksen käyttö   | Isokineettisen lihasvoimaharjoittelun käyttö                               |
|--|---|-----------------------------------|--|--|--|
| <b>Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction</b> | Risberg, Holm, Myklebust & Engebretsen. 2007.               | Satunnaisesti, kliininen tutkimus | Lopullinen tutkimusjoukko koostui 74 henkilöstä, jotka sattuman varaisesti jaettiin voimaharjoittelun (n35) ja neuromuskulaarisen harjoittelun (n39) ryhmiin | Preoperatiivisesti ja seuranta 6 kk postoperatiivisesti. Voimatestaussessa kulmanopeus 60°/s, 5 toistoa, 1 min lepojakso jota seurasi kestävyystestaus 30 toistoa 240°/s kulmanopeudella | Voimaharjoittelu ohjelmassa ei ollut käytetty isokineettistä dynamometriä. |
| <b>Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction</b>                  | Mattacola, Perrin, Gansnedter, Gieck, Saliba & McCue. 2002. |                                   | Tutkimusjoukko 20 henkilöä (11 miestä, 9 naista), joille tehty eturistisideleikkaus ja kontrolliryhmä 20 henkilöä, jotka vastasivat tutkimusryhmää           | 120°/s ja 240°/s konsentrisesti sekä eksentrisesti.  | Ei isokineettistä harjoittelua   |



|   |   |                          |  |  |                                       |
|---|---|--------------------------|--|--|---------------------------------------|
| <p><b>Isokinetic Testing in Evaluation Rehabilitation Outcome After ACL Reconstruction</b></p>                            | <p>Dragicevic, Cvjetkovic, Bijeljic, Palija, Talic, Radulovic, Kosanovic &amp; Manojlovic. 2015</p> | <p>Prospective study</p> | <p>Tutkimuksessa 40 henkilöä, jotka jaettu kahteen ryhmään; 1) tutkimusryhmä 20 miestä, hamstring siirteellä tehty acl korjaus 2) kontrolliryhmä 20 mieshenkilöä</p> | <p>Testi ROM 0-90°, painovoimakorjauksella tehty. Testattu konsentrista voimaa; 60°/s (5 toistoa) ja 180°/s (10 toistoa) Testaukset suoritettu 6kk kestäneen kuntoutusjakson jälkeen.</p>        | <p>Ei isokineettistä harjoittelua</p> |
| <p><b>Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction</b></p> | <p>Hiemstra, Webber, MacDonald &amp; Kriellars. 2000</p>  |                          | <p>Tutkimusjoukossa oli 24 henkilöä, jotka jaettiin kahteen ryhmään riippuen jännesiirteestä. Lisäksi kontrolliryhmä.</p>  | <p>Testit suoritettiin sekä konsentrisesti että eksentrisesti kulmanopeuksilla 50,150,200,250°/s. Toistoja tehtiin kolme jokaisella kulmanopeudella. Mittaukset + vuosi postoperatiivisesti.</p> | <p>Ei isokineettistä harjoittelua</p> |

|  |  |                                |   |   |                                       |
|--|--|--------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| <p><b>The outcomes of anterior cruciate ligament reconstructed and rehabilitated knees versus healthy knees: a functional comparison</b></p> | <p>Baltaci, Yilmaz &amp; Atay. 2012.</p> | <p>Toiminnallinen vertailu</p> | <p>Tutkimusryhmässä 15 (ikäjakauma: 20-35 vuotta), jotka olivat käyneet läpi eturistisideleikkauksen jälkeisen kuntoutuksen 18-24 kuukauden sisällä. Vertailuryhmä koostui myös 15 henkilöstö, joilla samanlainen ikäjakauma.</p> | <p>Testi suoritettiin 60°/s kulmanopeudella tehden viisi toistoa ja 180°/s kulmanopeudella kymmenen toistoa.</p>                  | <p>Ei isokineettistä harjoittelua</p> |
| <p><b>Long-term deficits in quadriceps strength and activation following anterior cruciate ligament reconstruction</b></p>                   | <p>Otzel, Chow &amp; Tillman. 2013.</p>  |                                | <p>Tutkimusryhmässä 24 eturistisideleikkauttua ja kontrolliryhmässä 23 tervettä</p>   | <p>Testaukset suoritettiin 180°/s ja 60°/s kulmanopeuksilla. Painovoimakorjauksia tehtiin. Mittausarvona tarkasteltiin Nm/Kg.</p> | <p>Ei isokineettistä harjoittelua</p> |

|  |                                   |  |  |  |   |
|--|-----------------------------------|--|--|--|---|
| <p><b>Effect of 12 Weeks of Accelerated Rehabilitation Exercise on Muscle Function of Patients with ACL Reconstruction of the Knee Joint</b></p>                             | <p>Lee, Kim &amp; Park. 2013.</p> |  | <p>10 testihenkilöä, viisi naista ja viisi miestä, joille tehtiin acl korjausleikkauksen saman kirurgin suorittamana</p>   | <p>Testaus preoperatiivisesti ja 12 viikkoa postoperatiivisesti. Kulmanopeus 60°/s. Testauksilla haluttiin selvittää leikatun ja ei-leikatun alaraajan toiminnallisuuserot ennen ja jälkeen sekä näiden eroavaisuudet.</p> | <p>Kuntoutuksessa oli suoritettu lihasvoimaharjoittelu isokineettisellä dynamometrillä 10-12 viikkoa postoperatiivisesti. Harjoitteet tehtiin ROM 90°-40°, kulmanopeus 120°/s, toistoja 10 ja sarjoja 5.</p>  |
| <p><b>The impact of isokinetic training program on the peak torque of the quadriceps and knee flexors after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring</b></p> | <p>Fabis. 2007.</p>               |  | <p>Tutkimusjoukkoon kuului 20 henkilö (8 naista ja 12 miestä), joille tehtiin eturistisiteen korjausleikkauksen käyttäen hamstring jännesiirrettä. 12 postoperatiivisella viikolla polven liikeradan tulolla täydestä ojennuksesta 100° koukistukseen.</p> | <p>Isokineettiset lihasvoimamittaukset suoritettiin 12 ja 24 viikon kohdalla, kulmanopeudella 180°/s.</p>  | <p>Tutkimusjoukko kävi läpi 12 viikon isokineettisen lihasvoimaharjoittelun uohjelman, joka alkoi 12 viikkoa operaatiosta. Ensimmäiset kuusi viikkoa harjoitteet tehtiin 240°/s kulmanopeudella, 20 minuuttia, viisi kertaa viikossa. Seuraava kuusi viikkoa samalla harjoittelumäärällä, mutta kulmanopeus oli 180°/s.</p> |

## 9.6 Aineiston analysointi ja tutkimustulokset

Integroidun katsauksen päämääränä on huolellinen ja tasapuolinen katsaukseen sisällettyjen tutkimusten tulosten tulkinta (Johansson ym. 2007, 94).

Kirjallisuuskatsaukseen valikoitui lopulta kahdeksan tutkimusta. Tutkimuksissa on tutkittu operaatioiden jälkeisiä lihasvoima-arvoja, pitkälläkin aikavälillä. Erilaisten kuntoutusmenetelmien vaikuttavuutta postoperatiivisessa kuntoutuksessa, jännesiirteiden merkitystä, isokineettisen mittauksen osaa kuntoutuksen arvioinnissa, kuntoutuksen tuloksia verrattuna terveisiin polviin, tehostetun kuntoutuksen vaikutusta kuntoutumiseen sekä isokineettistä lihasvoimaharjoittelua.

Valitsemani tutkimukset ovat koottuna edellisen kappaleen taulukkoon. Taulukkoon olen tutkimuksista poiminut otsikon, tekijät ja vuoden, tutkimustyyppin (mikäli se on ilmennyt), tutkimusjoukon sekä tutkimuksista ilmenneet vastaukset asettamiini tutkimuskysymyksiin.

Tutkimuksista ainoastaan kaksi vastasivat jo otsikoinniltaan suoraan molempiin asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Muiden tutkimusten sisällyttämiskriteerit täytyivät abstraktien lukemisen jälkeen, joka kaikkien kohdalla osoitti isokineettisen dynamometrin käyttöä lihasvoimamittauksessa. Isokineettisen dynamometrin käytöstä lihasvoimaharjoittelussa opinnäytetyöhön löytyi yksi tutkimus, jossa isokineettinen lihasvoimaharjoittelu oli ollut merkittävässä roolissa.

## 9.7 Tutkimusten yhteenveto

### 9.7.1 Lihasvoimaharjoittelu

Hiemstra ym. (2000) tutkivat eturistisideleikattujen potilaiden voima-arvoja vuosi postoperatiivisesti ja vertasivat niitä terveiden kontrolliryhmän kanssa.

Tutkimusryhmiä oli kaksi; hamstring jännesiirteellä korjatut eturistisiteet ja patellajännesiirteellä korjatut. Tutkimuksessa käytettiin fyysisesti aktiivista, tervettä kontrolliryhmää, jotta tutkimusryhmän mahdolliset terveen alaraajan voiman heikentymät eivät rajoittaisi tai vääristäisi tutkimusta. Tutkimuksessaan he asettivat hypoteesiksi että eturistisideoperoidut ryhmät kummallakin jännesiirteellä osoittaisivat polven ojennusvoiman heikkoutta verrattuna kontrolliryhmään.

Tutkimukset osoittivat globaalisti polven ojennuksen heikkoutta kummassakin tutkimusryhmässä verrattuna kontrolliryhmään. Lisäksi todettiin niin sanottua alueellista lihasvoima heikkoutta riippuen jännesiirteen alkuperästä. Hamstring jännesiirteellä koukistusheikkoutta ja patellajännesiirteellä ojennusheikkoutta. Tutkimuksessa toteutettiin lihasvoimamittaukset isokineettisellä dynamometrillä konsentrisilla ja eksentrisillä lihastyömuodoilla, kulmanopeuksilla 50, 100, 150, 200 ja 250°/s. Hiemstra ym. (2000) totesivat laajalla kulmanopeusspektrillä tehtävien lihasvoimamittausten mahdollistavan tarkan kuntoutuksen suunnittelun ja tarkan puuttumisen heikkoihin voimantuotto alueisiin.

Thomas, Villwock, Wojtys & Palmieri-Smith (2013) ja Otzel, Chow & Tillman (2013) tutkivat myös omissa tutkimuksissaan eturistisideoperaation jälkeistä lihasvoimaheikkoutta. Thomas ym. (2013) tutkivat kokonaisvaltaisesti alaraajan lihasvoimaa eturistisidevamman ja korjausleikkauksen jälkeen. Polven ojentajien ja koukistajien lisäksi he tutkivat myös lonkan ja nilkan lihasryhmien voimatasoja. Thomas ym. (2013) käyttivät tutkimuksessaan isokineettistä dynamometriä tutkimusvälineenä ja mittaukset toteutettiin preoperatiivisesti sekä kuusi kuukautta postoperatiivisesti 60°/s kulmanopeudella viiden toiston sarjana. Otzel ym. (2013) tutkivat eturistisideleikkauksen jälkeistä lihasvoimaa keskimäärin kolme vuotta postoperatiivisesti. Isokineettiset lihasvoimamittaukset suoritettiin 180°/s ja 60°/s. Toistomääriä ei mainittu. Tuloksista havaittiin polven ojennusvoiman heikkoutta 6-9 % verrattuna terveeseen alaraajaan verrattuna. Havaitut erot olivat pieniä, mutta voivat kertoa vaillinaisesta kuntoutumisesta tai kyvyttömyydestä täyteen lihas aktivointiin.

Risberg, Holm, Myklebust & Engebretsen (2007) vertasivat tutkimuksessaan lihasvoimaharjoitteluun keskittyvän kuntoutuksen ja hermolihasjärjestelmään keskittyvän kuntoutuksen lopputuloksia. Kuntoutusohjelmat kestivät kuusi kuukautta. Lihasvoimamittaukset suoritettiin isokineettisellä dynamometrillä, viisi toistoa 60°/s kulmanopeudella ja kymmenen toistoa 180°/s kulmanopeudella. Primaarinen tulosten tulkinta tapahtui Cincinnati Knee Score asteikolla ja VAS arvioinnilla. Sekundaariset tutkimusarvot olivat voima (isokineettinen), tasapaino, proprioseptiikka ja hyppytestit. Primaarisen tulosten tulkinnan avulla todettiin hermolihas toiminnan kuntoutuksen saaneen paremmat tulokset, mutta sekundaari

menetelmin kuntoutusmenetelmissä ei todettu olevan eroa. Voimaharjoittelu ohjelmassa ei ollut huomioitu lihasvoimaharjoittelua isokineettisellä dynamometrillä.

Baltaci, Yilmaz & Ataya (2012) tutkivat eturistisideleikkauksen jälkeisen kuntoutuksen tulosta verrattuna terveisiin polviin. Arviointi tehtiin keskimäärin 20 (+/- 3.1) kuukautta postoperatiivisesti. Tutkimuksessa arvioinnissa isokineettisellä dynamometrillä lihasvoimamittaukset toteutettiin 60°/s (viisi toistoa) ja 180°/s (kymmenen toistoa). Lisäksi testiprotokollaan kuului toiminnallisia testejä, joissa kaikissa arvioitiin alaraajojen symmetrisyyttä. Tuloksissa ilmeni selvästi eturistisideleikattujen leikatun alaraajan toiminnallisten testiarvojen heikompi taso verrattuna terveeseen alaraajaan. Isokineettisesti mitatuissa voima-arvoissa ei ilmennyt merkittäviä eroja, joka todennäköisimmin kertoo onnistuneesta kuntoutuksesta. Tutkimuksessa todettiin vertikaalisen hyppytestin ja isokineettisen polven ojennusvoiman mittauksen 60°/s kulmanopeudella keskinäistä korkeaa korrelointia. Baltaci ym. (2007) tutkimuksen positiiviset tulokset voima-arvoissa voivat osaltaan johtua myös myöhäisen vaiheen testauksesta. Baltaci ym. esittelivät tutkimuksessaan Holmin ym.(2000) saamia tuloksia leikatun raajan heikosta polven ojennusvoimasta verrattuna terveeseen alaraajaan. Holm ym. (2000) totesivat huomattavaa leikatun alaraajan polven ojennus heikkoutta 6-12 kuukautta postoperatiivisesti verrattuna terveeseen alaraajaan. Voimaeroja oli edelleen 12–24 kuukautta postoperatiivisesti, mutta lievempänä.

Dragicevic Cvjetkovic, Bijeljic, Palija, Talic, Radulovic, Kosanovic & Manojlovic (2015) tutkivat isokineettistä mittausta osana eturistisiteen jälkeisen kuntoutuksen arviointia. Tutkimuksessa isokineettistä dynamometriä käytettiin lihasvoimamittarina kuntoutuksen arvioinnissa ja suunnittelussa. Tutkimukseen osallistui 40 henkilöä, jotka jaettiin kahteen ryhmään. Tutkimusryhmässä oli 20 hamstring jännesiirteellä korjattua eturistisideleikattua miestä ja kontrolliryhmä koostui 20 terveestä miehestä. Testit toteutettiin kuusi kuukautta postoperatiivisesti 60°/s (viisi toistoa) ja 180°/s (kymmenen toistoa) kulmanopeuksilla. Tuloksissa ilmeni statistisesti merkittäviä eroja kulmanopeudella 60°/s. Tarkasteltavana arvona käytettiin huippu momentti/painokilo (Nm/Kg), lisäksi kestävyysominaisuudet olivat paremmat kontrolliryhmällä kuten myös hamstring/quadriceps suhde.

## 9.7.2 Lihassoimomaharjoittelu

Tutkimukset lihassoimomaharjoittelusta jäivät melko ohuiksi. Fabis (2007) tutki isokineettisen lihassoimomaharjoittelun vaikutusta polven ojentajien ja koukistajien huippu vääntömomenttiin 12 viikon harjoitusjakson jälkeen. Tutkimusjoukkoon kuului 20 henkilöä (8 naista 12 miestä), joille tehtiin eturistisiteen korjausleikkaus hamstring-jänteestä. Mittaukset tehtiin kulmanopeudella 180°/s ja ne suoritettiin 12 ja 24 viikkoa postoperatiivisesti. Tähän väliin sijoittui 12 viikon harjoittelujakso. Harjoittelu toteutettiin ensimmäisen kuuden viikon aikana kulmanopeudella 240°/s, viisi kertaa viikossa, 20 minuuttia kerrallaan. Seuraavat kuusi viikkoa harjoituksia jatkettiin samalla tahdilla mutta kulmanopeus madallettiin 180°/s. Ensimmäiset mittaukset osoittivat leikatun ja terveen jalan quadriceps lihasten voimaeron olevan 38 % ja hamstring lihasten 25 %. Loppumittauksissa quadriceps lihasten huippu vääntömomentin puoliero oli kaventunut keskimääräisesti 23,8 % ja hamstring lihasten 20,7 %. Tulokset ovat tilastollisesti merkittävät. Tutkimuksessa todettiin, että 12 viikon isokineettisellä harjoittelulla voidaan lisätä quadriceps lihasten huippu vääntömomenttia 24 % ja hamstring lihasten 20 %.

Lee ym. (2013) tutkivat 12 viikon tehostetun kuntoutusharjoittelun vaikutusta lihastoiminnalle eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeen. 12 viikkoista systemaattista ja asteittaista kuntoutusta arvioitiin isokineettisellä dynamometrillä 60°/s kulmanopeudella. Harjoittelu isokineettisellä dynamometrillä aloitettiin 10–12 viikkoa postoperatiivisesti 90–40° liikeradalla jännesiirrettä suojellen. Harjoittelu toteutettiin 120°/s kulmanopeudella, kymmenen toiston sarjoja tehtiin viisi. Tutkimuksen harjoitteluintervention kestäessä ainoastaan 12 viikkoa, ei isokineettisen lihassoimomaharjoittelun etenevyyttä esitelty enempää.

## 10 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla isokineettisen dynamometrin käyttöä osana eturistisiteen korjausleikkauksen jälkeistä kuntoutusta. Tarkastelussa oli erityisesti isokineettisen dynamometrin käyttö lihasvoimamittauksessa ja -harjoittelussa. Opinnäytetyölle asetettiin kaksi tutkimuskysymystä. Ensimmäinen koski isokineettisen dynamometrin käyttöä lihasvoimamittarina ja toinen käyttöä lihasvoimaharjoittelussa. Tutkimuskysymyksillä haluttiin saada tieto menetelmän käyttöasteesta ja vaikuttavuudesta. Lisäksi haluttiin tietoa mittauksen ja lihasvoimaharjoittelun ajoitukseen kuntoutuksessa sekä käytettyihin kulmanopeuksiin, toistomääriin ja liikelaajuuksiin.

Tavoitteena oli tuottaa toimeksiantajalle uuden palvelumallin suunnitteluun taustakartoitus isokineettisen dynamometrin käytöstä perustuen jo tehtyihin tutkimuksiin. Opinnäytetyön tulokset raportoitiin toimeksiantajalle.

Opinnäytetyön teoriaosuuden rajaaminen oli haastavaa, koska koin monen asian linkittyvän toisiinsa ja luovan pohjaa otsikon osoittamalle aiheelle. Polvinivelen toiminta ja rakenne pohjustavat eturistisiteen kokonaismerkitystä polvelle ja perustelevat sen kuntoutukseen panostamisen tärkeyttä. Lisäksi operaatiolla on omat vaikutuksensa nivelen toimintaan ja jännesiirteen paranemiseen, jotka ovat myös tärkeitä asioita huomioida kuntoutuksessa. Teoria osuus kuitenkin kasvoi prosessin edetessä hyvin laajaksi ja olisi ollut hyvä tiivistää ja rajata aihetta paremmin.

Mielestäni opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus pysyivät prosessin aikana hyvin mielessä. Pyrin pitämään tarkasti tutkimuskysymykset esillä tutkimusten seulonnassa ja prosessin edetessä. Tutkimusten seulonta oli työlästä ja aikaa vievää. Tutkimusten täyden version hankintaprosessi oli haastavaa ja monen tutkimuksen sisällyttäminen karsiutui täyden version puutteellisuuteen.

Isokineettinen dynamometri on maailmalla paljon käytetty, mutta itselleni aihe aukeni vasta toimeksiantajallani tekemän harjoittelujakson aikana. Kiinnostukseni aiheeseen heräsi oman kokemuksen kautta sekä kotimaisen laitteen kehittäjän jakamien kliinisten kokemusten myötä. Myös asiakkaat ovat kertoneet positiivisia



kokemuksia liittyen lihasvoiman mittaukseen ja harjoitteluun, kertoen menetelmän olevan mieluisa sekä kivuton.

Theseuksesta, eli ammattikorkeakoulujen opinnäytetyö ja julkaisu verkkotilasta, haettaessa julkaisuja hakutermillä ”isokineettinen” ei löydy yhtäkään aikaisemmin tehtyä opinnäytetyötä, joka varsinaisesti keskittyisi isokineettisen dynamometrin käyttöön. Tästä syystä pidin tärkeänä tuoda tarkasti esille isokineettisen dynamometrin idea ja toimintaperiaate, jotta ymmärretään sen menetelmän perusteet hyvin.

Opinnäytetyöni lopputulokselta odotin hieman vahvempaa näyttöä valittujen tutkimusten osalta. Käyttämilläni hakutermeillä löytyi paljon hyviä osumia käyttämistäni tietokannoista, mutta näissä ongelmaksi muodostui tutkimusartikkelien täysien versioiden lukuoikeudet. Hyvällä osumalla tarkoitan omaa tutkimusten arviointiani perustuen tutkimusten abstrakteihin ja tuoreuteen. Tutkimusten karsinnassa myös poissulkukriteerit olivat merkittävät. Tiedonhakuprosessi todisti, että tutkittua materiaalia on paljon aiheeseen liittyen. Tutkimusten laatuun ja luotettavuuteen olisi voitu vaikuttaa vielä paremmin jos tekijöitä olisi ollut useampi. Tällöin tutkimukset olisivat menneet vielä tarkemman seulonnan ja niiden arviointi olisi tapahtunut useamman henkilön toimesta.

Lähdekirjallisuuden löytäminen isokineettisestä dynamometristä ei myöskään tapahtunut vaivatta. Lähdekirjallisuuteen löysin kaksi perusteosta, jotka ovat 1990-luvulta. Tuoreempaa lähdekirjallisuutta ei löytynyt, poikkeuksen Kaurasen teokset joissa isokineettisen dynamometrin käyttöä ja käytettävyyttä kuvattiin pääpiirteittäin.

## **10.1 Johtopäätökset**

Kirjallisuuskatsaukseen perustuen voidaan todeta isokineettisen lihasvoimamittauksen olevan hyödyllinen kuntoutuksen seurannassa. Menetelmä mahdollistaa kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tulosten tarkastelun, joka laajentaa tulosten tulkintamahdollisuuksia. Sisällyttämässäni tutkimuksissa käytetyimmät kulmanopeudet olivat 60°/s ja 180°/s. Lisäksi mittauksissa käytettiin 120°/s, 240°/s,

50, 100, 150, 200 ja 250°/s kulmanopeuksia. Mittauksia tehtiin sekä konsentrisesti että eksentrisesti. Lihasvoimamittauksen mahdollisuuksia on laaja skaala, joka mahdollistaa vaillinaisen suorituskyvyn puutteellisen osa-alueen löytämisen ja siihen puuttumisen. Lisäksi tänä päivänä halutaan entistä enemmän tarkempaa tutkimustietoa ja dataa, jolla voidaan suorittaa seuranta. Tähän isokineettinen menetelmä on ainoa laatuaan.

Isokineettinen liike on saanut kritiikkiä sen ei-fysiologisen liikkeen takia.

Isokineettinen liike ei ole esimerkiksi yhdistettävissä lajinomaisuuteen, koska luonnolliset liikenopeudet ylittävät dynamometrien kulmanopeussäädöt.

Valmistajasta riippuen kulmanopeuden spektri voi olla 500°/s asti. Perrinin (1993) mukaan juoksussa polven kulmanopeus ylittää 500°/s. Otzel ym. (2013) mainitsevat kuitenkin tutkimuksessaan menetelmän säilyvän paljon käytettynä sen objektiivisuuden vuoksi. Lisäksi sillä saadaan spesifisti tutkittua haluttujen lihasten voimaa eristämällä muut nivelet. (Otzel ym. 2013, 26.) Isokineettisen dynamometrin kritiikkiin on myös luettu sen olevan aikaa vievä. Isokineettisellä laitteella tehdyt mittaukset ja harjoittelu on suoritettava aina ammattilaisen valvonnassa, joka taas vaatii paljon perehtymistä ja osaamista työntekijältä. Laitteet ovat myös kalliita, eikä niitä ole laajasti käytettävissä. (Spencer-Wimpenny 2010.)

Lihasvoimaharjoittelusta hyvin dokumentoituja tutkimuksia oli yksi. Fabis (2007) totesi quadriceps ja hamstring lihasten huippu vääntömomentin kasvaneen noin 20 % 12 viikon isokineettisen harjoittelujaksolla. Tutkimuksessa saadut tulokset ovat merkittäviä. Lisäksi Golik-Peric ym. totesivat neljän viikon isokineettisen harjoittelun tuottaneen paremmat voimalisäysarvot kuin neljän viikon isotooninen harjoittelu. Golik-Pericin ym. tutkimusjoukko koostui urheilijoista, joten tulos ei ole täysin relevantti opinnäytetyöni tutkimuskysymykselle. Yhden tai kahden tutkimuksen perusteella ei voida tehdä suosituksia, mutta isokineettisen dynamometrin kanssa suoritettun lihasvoimaharjoittelun on ainakin pienessä määrin todettu saavan aikaan merkittäviä tuloksia. Voidaan kuitenkin päätellä, että kuntoutuksen alkuvaiheessa suuremmilla kulmanopeuksilla aloitettava harjoittelu on turvallista, eikä vaaranna jännesiirrettä.

Tulevaisuudessa olisi hyvä lisää tutkimusta liittyen lihasvoimaharjoitteluun isokineettisellä dynamometrillä ja tutkia menetelmän vaikuttavuutta lihasvoiman

lisäyksessä. Isokineettinen laiteharjoittelu soveltuu hyvin kuntoutukseen, koska sillä saadaan tarkasti kohdennetut harjoitusasetukset, jolloin saadaan harjoitus kehittämään juuri sitä mitä halutaan.

## **11 OPINNÄYTETYÖPROSESSI**

Opinnäytetyöprosessi on ollut hyvin pitkäkestoinen. Aiheeseen tutustumisesta opinnäytetyön aihe-ehdotukseksi meni reilu vuosi. Tutustuin aiheeseen käytännön harjoittelukentällä, josta opinnäytetyölle löytyi myös toimeksiantaja. Lisäksi pääsin keskustelemaan kotimaisen laitevalmistajan kanssa hänen saamistaan kliinisistä kokemuksista ja tuloksista sekä pääsin myös tutustumaan hänen kattavaan analyysiaineistoon. Tämän jälkeen alkoi pohdinta kuinka opinnäytetyön aihe tulisi kohdentaa ja minkälaiseen toimintaan isokineettisen dynamometrin käyttö tulisi rajata.

Aihe muotoutui aihe-ehdotukseksi syksyllä 2014, jonka jälkeen aihetta vielä tarkennettiin. Opinnäytetyön luomisprosessi on ollut pitkä, itse kirjoitusvaihe on kestänyt yli puoli vuotta.

Kirjallisuuskatsauksena toteutettu opinnäytetyö aiheutti jo muotoseikkojensa kanssa töitä. En ole aikaisemmin tehnyt kirjallisuuskatsausta ja perehtymisessä sen asettamiin vaatimuksiin oli omat haasteensa. Kuten olen jo aikaisemmin maininnut, niin kirjallisuus katsauksia on erilaisia ja niistä työlleni sopivin oli integroitu katsaus. Integroitu katsaus mahdollisti erimenetelmin tehtyjen tutkimusten sisällyttämisen opinnäytetyöhön, joka oli työn kokoamisen kannalta tärkeä seikka. Toisaalta tämä myös hankaloitti tutkimusten vertailua keskenään.

Projekti on ollut itselleni opettava kokemus alusta loppuun. Olen oppinut lisää tiedonhankinnasta, sen prosessoinnista ja tutkimusten arvioinnista. Opinnäytetyöni aihe kiinnostaa minua ja jatkossa tulen perehtymään aiheeseen vielä lisää. Toivottavasti pääsen myös vahvistamaan tekemiäni johtopäätöksiä ja tuomaan niitä käytäntöön. Tämä vaatii itseltäni edelleen syvempää perehtymistä aiheeseen ja käytännön tekemisen harjoittelua.

## 12 LÄHTEET

Almosnino S., Stevenson JM., Day AG., Bardana DD., Diaconescu ED. & Dvir Z. 2011. Differentiating types and levels of isokinetic knee musculature efforts. *J Electromyogr Kinesiol* (2011), doi:10.1016/j.jelekin.2011.08.010

Arokoski J.A. 2009. Lonkan ja polven sairaudet. *Terveysportti*.  
[http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/tyt/koti?p\\_artikkeli=fys00013&p\\_haku=acl](http://www.terveysportti.fi.ezproxy.jamk.fi:2048/dtk/tyt/koti?p_artikkeli=fys00013&p_haku=acl) [Viitattu 28.4.2015.]

Baltaci G., Yilmaz G. & Atay. AÖ. 2012. The outcomes of anterior cruciate ligament reconstructed and rehabilitated knees versus healthy knees: a functional comparison. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2012; 46(3):186-195  
doi:10.3944/AOTT.2012.2366.

Cameron M.H. & Monroe L.G. 2007. *Physical rehabilitation. Evidence-Based Examination, Evaluation, and Intervention*. Saunders Elsevier. Canada.

Davies G.J. 1992. *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*. 4.th.ed.

Dragicevic Cvjetkovic D., Bijeljic S., Palija S., Talic G., Radulovic T. N., Kosanovic M. G. & Manojlovic S. 2015. Isokinetic Testing in Evaluation Rehabilitation Outcome After ACL Reconstruction. *Med Arch*. 2015 Feb; 69(1): 21–23.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4384850/> [Viitattu 6.5.2015.]

Earls J. & Myer T. 2010. *Fascia vapaaksi – keho tasapainoon*. Vk-kustannus.

Fabis J. 2007. The impact of isokinetic training program on the peak torque of the quadriceps and knee flexors after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2007 Sep-Oct;9(5):527-31.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18026072> [Viitattu 10.5.2015.]

Golik-Peric D., Drapsin M., Obradovic B. & Drid P. 2011. Short-Term Isokinetic Training Versus Isotonic Training: Effects on Asymmetry in Strength of Thigh Muscles. *J Hum Kinet*. 2011 Dec; 30: 29–35.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3588637/#b31-jhk-30-29> [Viitattu 6.5.2015]

Gray. H & Vandyke Carter H. *Terveysportti - Henry Gray ja Henry Vandyke Carter*  
[http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg\\_kuvasto.koti/](http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg_kuvasto.koti/)

Gulick DT. & Yoder H. 2002. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Clinical outcomes of patella tendon and hamstring tendon grafts. *Journal of Sports Science and Medicine* (2002) 1, 63-71.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3967431/>. [Viitattu 4.5.2015.]

Hiemstra L. A., Webber S., MacDonald P. B. ja Kriellaars D. J. 2000. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol 32, No. 8, pp. 1472-1479, 2000.

Johansson, K. 2007. Kirjallisuuskatsaukset: huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Teoksessa *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen*

- tekeminen. Toim. Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R-L. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja. A51.
- Julin. M. & Rissanen. P. 2012. Eturistisidevamman kuntoutus leikkauksen jälkeen. Fysioterapia 4/12. 59.VS. 10-14.
- Kallio T. 2010. Polven ristisidevammat urheilijalla.  
[http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_action=1&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo98601](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&viewType=viewArticle&tunnus=duo98601) [Viitattu 16.4.2015]
- Kapandji I. A. 1987. The Physiology of the Joints. Volume Two Lower Limb. 5th.ed. Churchill Livingstone.
- Kapandji I. A. 1997. Kinesiologia II. Alaraajojen nivelten toiminta.
- Kauranen K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja harjoittelu. Tampere. Liikuntatieteellinen seura.
- Kauranen K. & Nurkka N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Tampere. Liikuntatieteellinen seura.
- Komi P., Silén L. & Jungman T. 1978. Voimavalmennus. Suomen valtakunnan urheiluliitto. Hanko.
- Lee J-C., Kim JY. & Park GD. 2013. Effect of 12 Weeks of Accelerated Rehabilitation Exercise on Muscle Function of Patients with ACL Reconstruction of the Knee Joint. J Phys Ther Sci. 2013 Dec; 25(12): 1595–1599.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3885847/> [Viitattu 4.5.2015]
- Leppäluoto J., Kettunen R., Rintamäki H., Vakkuri O., Vierimaa H. ja Lätti S. 2007. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. 1.p. 2008. WSOY Oppimateriaalit.
- Liddane S. 2013. Injury Prevention: Supplementary Strength Training – Quadriceps. <https://sarahliddanephysiotherapy.wordpress.com/tag/quadriceps-femoris/> [Viitattu 30.4.2015.]
- Magee D. 2008. Orthopedic physical assessment. 5th.ed. Saunders Elsevier. Canada.
- Mattacola, Perrin, Gansneder, Gieck, Saliba & McCue. 2002. Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. J Athl Train. 2002 Jul-Sep; 37(3): 262–268.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164354/>. [Viitattu 6.5.2015.]
- Neumann D.A. 2002. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation. Mosby. The United States of America.
- Otzel DM., Chow JW. & Tillman MD. 2013. Long-term deficits in quadriceps strength and activation following anterior cruciate ligament reconstruction. Physical therapy in sport. Volume 16, Issue 1, February 2015, Pages 22–28.  
doi:10.1016/j.ptsp.2014.02.003.
- Perrin D.H. 1993. Isokinetic exercise and assessment. Human Kinetics Publishers. The United States of America.
- Plazer W. 2009. Color Atlas of Human Anatomy. Locomotor System. 6th.ed. Thieme.

Pöyhönen T. Polven nivelrikko/tekonivelleikkaus ja eturistiside leikkaus – testauksen perusteita. [www.lts.fi/sites/.../demo-polven\\_funktion\\_testaaminen-poyhonen.pdf](http://www.lts.fi/sites/.../demo-polven_funktion_testaaminen-poyhonen.pdf) [Viitattu 16.4.2015.]

Reichert B. 2005. Käytännön anatomia – ylä- ja alaraajan tutkiminen palpaation keinoin. VK-kustannus. Gummerus Kirjapaino. Jyväskylä.

Risberg MA., Holm I., Myklebust G. & Engebretsen L. 2007. Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. *PHYS THER* 2007; 87:737-750. Originally published online April 18, 2007. doi: 10.2522/ptj.20060041

Sato N., Higuchi H., Terauchi M ja Takagishi K. 2005. Quantitative evaluation of anterior tibial translation during isokinetic motion in knees with ACL reconstruction using either patellar or hamstring tendon grafts. *International Orthopaedics (SICOT)* (2005) 29: 385–389 DOI 10.1007/s00264-005-0011-9.

Spencer-Wimpenny P. 2010. History of Isokinetics. <http://www.isokinetics.net/isokinetics/history-of-isokinetics.html>. [Viitattu 16.1.15.]

Suomalainen P., Sillanpää P. & Järvelä T. 2014. Eturistisiderepeämän hoito. *Terveysportti*. [http://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=duo11538&p\\_haku=eturistiside\\_repeamat](http://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=duo11538&p_haku=eturistiside_repeamat). [Viitattu 6.5.2015]

Thomas AC., Villwock M., Edward M. Wojtys EM. & Palmieri-Smith RM. 2013. Lower Extremity Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Injury and Reconstruction. *J Athl Train*. 2013 Sep-Oct; 48(5): 610–620. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3784362/> [Viitattu 6.5.2015.]

van Grinsven S., van Cingel R. E. H., Holla C. J. M. & van Loon C. J. M. 2010. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2010) 18:1128–1144 DOI 10.1007/s00167-009-1027-2.

Waldeyer Polven koukistajat  
([http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg\\_kuvasto.koti](http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg_kuvasto.koti))

Waldeyer Anatomie des Menschen. Polven luut ja nivelsiteitä I. [http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg\\_kuvasto.koti](http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg_kuvasto.koti). [Viitattu 4.5.2015.]

Waldeyer Anatomie des Menschen. Polven luut ja nivelsiteitä II. [http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg\\_kuvasto.koti](http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg_kuvasto.koti). [Viitattu 4.5.2015]

Waldeyer Anatomie des Menschen. Reiden lihaksia II. [http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg\\_kuvasto.koti](http://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg_kuvasto.koti). [Viitattu 4.5.2015]

Walker B. 2014. Urheiluvammat – ennaltaehkäisy, hoito, kuntoutus ja kinesioteippaus. 1.painos. Vk- Kustannus. Saarijärvi.

Yong-Hao P., Bryant A. L., Steele J. R., Newton R. U. ja Wrigley T. 2008. Isokinetic dynamometry in anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Ann Acad Med*

Singapore 37:330-40. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18461219>. [Viitattu 6.5.2015]





## LIITE 2. Postoperatiivisen kuntoutuksen eteneminen. (Julin & Rissanen 2012)

| Vaiheet  | Ajoitus         | Kriteerit tähän vaiheeseen siirtymiseen   | Vaiheen tavoitteet  | Harjoittelu   | Muut aktiviteetit   |
|--|-----------------|---|---|---|---|
| <b>Vaihe 1</b>   | 0 - 2 viikkoa   |   | - kivun, turvotuksen ja tulehduksen minimointi<br>- liikelaaajuuden palauttaminen<br>-> täysi ekstensio<br>-> 0 - 90° viikko 1<br>-> 0 - 120° viikko 2  | - isometriset jännitysharjoitukset<br>- painonsiirtoharjoitukset<br>- passiivinen ekstension harjoittaminen<br>- täyspainovaraus ilman keppejä 10 päivän jälkeen  | - kylmä- ja kipuhoidot<br>- patellan mobilisointi                               |
| <b>Vaihe 2</b><br>(Kävelyvaihe)                                  | 3 - 4 viikkoa   | - kipu (VAS) sama tai vähemmän kuin ennen leikkausta<br>- liikelaaajuus 0 - 90°<br>- kyykistyminen ilman sauvoja (30° fleksio)<br>- kävely ilman sauvoja (normaali kävelysykli)   | - kivun, turvotuksen ja tulehduksen minimointi<br>- liikelaaajuuden ylläpito (myös patellan)<br>- kävelysyklin normalisointi (juoksumatolla kävely viikosta 3 alkaen)<br>- lihasvoiman kestävyyyden asteittainen lisääminen | - kävelyharjoitukset<br>- yksinkertaiset harjoitukset (liikkuvuus ja tasapaino)<br>- isometriset voimaharjoitukset<br>- dynaaminen harjoittelu omalla painolla ja rajoitetulla fleksiolla (0 - 60°)<br>- terveen jalan harjoitukset   | - kylmä- ja kipuhoidot<br>- patellan mobilisointi (tarvittaessa)                |
| <b>Vaihe 3</b><br>(Tasapainon ja dynaamisen stabiliteetin vaihe) | 5 - 8 viikkoa   | - vähäinen kipu VAS-janalla mitattuna<br>- täysi ekstensio ja vähintään 130° fleksio<br>- hyvä patellan liikkuvuus<br>- riittävä quadricepsin kontrolli<br>- normaali kävelysykli<br>- ohjelman mukaisen harjoittelun toteutuminen  | - kivun, turvotuksen ja tulehduksen minimointi<br>- ylläpitää liikelaaajuus ja lisää fleksiosuunnan liikelaaajuutta (myös patella)<br>- kävelysyklin normalisointi<br>- lihasvoiman kestävyyyden asteittainen lisääminen    | - kävelyharjoitusten tehostaminen<br>- voimaharjoittelun tehostaminen asteittain esim. polven ojennus 90°<br>- 40° kulmalla aloitettuna ja ojennuskulman asteittainen lisäys<br>- staattiset ja dynaamiset tasapainoharjoitukset  | - liikkuvuusharjoitteet<br>- aerobinen harjoittelu<br>- kylmähoito tarvittaessa |
| <b>Vaihe 4</b><br>(Lihassoiman ja juoksun vaihe)                 | 9 - 16 viikkoa  | - polvessa ei kipua eikä turvotusta<br>- täydet liikelaaajuudet<br>- hyvä neuromuskulaarinen kontrolli polvessa, lantiossa ja vartalossa<br>- polven ekstensori- ja fleksorilihasten voima 75 % ei-teroidun jalan voimista<br>- quadricepsin ja hamstringin välinen suhde-ero < 15 % ei-teroiduun jalkaan verrattuna<br>- hyvä hyppy- ja laskeutumistekniikka | - pitää kipu, turvotus ja tulehdus pois<br>- täysi liikelaaajuus<br>- parantaa polven neuromuskulaarista hallintaa<br>- kävely- / juoksu- ja ylläpito<br>- lihasvoimaharjoittelun tehostaminen                              | - lihasvoimaharjoittelu 0 - 90° kulmilla<br>- voimaharjoittelussa huomio myös hamstringin lihasten aktivoimiseen<br>- juoksumatolla juoksu viikosta 13 alkaen<br>- tasapainoharjoittelun vaikeuttaminen<br>- hyppelyharjoitukset<br>- vartalon stabiliteetti- ja voimaharjoittelu | - vesijuoksu (kestävyyssuoritus harjoittelu)                                    |
| <b>Vaihe 5</b><br>(Plyometrin vaihe)                             | 17 - 24 viikkoa | - polvessa ei kipua eikä turvotusta<br>- symmetriset liikelaaajuudet<br>- polven ekstensori- ja fleksorilihasten voima > 85 % ei-teroidun jalan voimista<br>- hyppyindeksi > 80 % ei-teroidusta jalasta<br>- optimaalinen lajispesifinen neuromuskulaarinen kontrolli   | - ylläpitää liikkuvuus ja tehostaa voimaharjoittelua<br>- normalisoida juoksu- ja lisää juoksunopeutta<br>- asteittainen paluu aiempiin aktiviteetteihin (ei kontaktilajeja, vielä rajoitettua harjoittelua)                | - lihasvoimaharjoittelussa siirrytään lihaksen massaa kasvattaviin harjoituksiin ja puutteellisiin ominaisuuksiin<br>- neuromuskulaarisessa harjoittelussa erilaiset juoksu- ja hyppelyharjoitukset esim. korokkeelle ja trampoliinilla<br>- lajinomaiset harjoitukset            |   |
| <b>Vaihe 6</b><br>(Paluu urheilukäytännöihin)                    | 24 -> viikkoa   | - polvessa ei kipua eikä turvotusta<br>- symmetriset liikelaaajuudet<br>- optimaalinen lajispesifinen neuromuskulaarinen kontrolli<br>- polven ekstensori- ja fleksorilihasten voima > 95 % ei-teroidun jalan voimista<br>- hyppyindeksi > 90 % ei-teroidusta jalasta   | - urheilijan valmistaminen lajiinsa   | - lajinomainen harjoittelu  |   |

Taulukko 1. Kuntoutuksen eri vaiheet eturistisideleikkauksen jälkeen. (10, 11)