

Anu Riksman & Matias Savinainen

**ACL-vammojen ennaltaehkäisy
käsipallossa**
Opas käsipallovalmentajille

Opinnäytetyö
Fysioterapeutti AMK

2019



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Anu Riksman ja Matias Savinainen	Fysioterapeutti (AMK)	Toukokuu 2019
Opinnäytetyön nimi		61 sivua 4 liitesivua
ACL-vammojen ennaltaehkäisy käsipallossa Opas käsipallovalmentajille		
Toimeksiantaja		
Suomen Käsipalloliitto		
Ohjaajat		
Pia Kraft-Oksala ja Suvi Lamberg		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää mitkä riskitekijät käsipallossa ovat polven eturistiside eli ACL-vammojen (<i>anterior cruciate ligament</i>) synnyn taustalla, kuinka ACL-vammat syntyvät ja miten ACL-vammoja ennaltaehkäistään. Opinnäytetyö on tuotekehitysprosessi, jonka pohjalta tuotettiin opas, johon kerättiin kattava informaatio ACL-vammojen ennaltaehkäisystä käsipallossa. Opas rakentuu tutkimustietoon pohjautuvasta teoriaosuudesta ja harjoitteista. Oppaan tavoite on lisätä käsipallovalmentajien tietoisuutta ACL-vammoista sekä ymmärrystä ennaltaehkäisevän harjoittelun merkityksestä ja ottamaan harjoitteet osaksi harjoitusrutiineja.</p> <p>Suomessa ACL-vammojen määrää käsipallossa ei ole tilastoitu, mutta Böckelmanin (2014) teettämän kyselytutkimuksen mukaan erityisesti naisilla ACL-vammat ovat yleisiä. Maailmalla tehtyjen tutkimuksien mukaan käsipallossa ACL-vammoja pystytään vähentämään ennaltaehkäisevällä harjoittelulla noin 50 prosentilla.</p> <p>ACL-vammojen yleisyyteen käsipallossa vaikuttavat lajinomaiset vaatimukset, mihin liittyvät korkean riskin liikkeiksi luokitellut yhden jalan alastulo, sivusuunnan leikkaava liike ja pivotliike. Nämä kolme tekijää on katsottu olevan vammamekanismin aiheuttajia. Vammamekanismiin liittyy polven valgusasento, joka äärimmillään ollessa pingottaa ACL:n ja kuormituksen sietokyvyn ylittyessä kudokset repeytyvät. Vamman synty on kuitenkin usein moniulotteisempi ja siihen liittyy sisäisiä ja ulkoisia riskitekijöitä. Vaikka kyseessä onkin fyysinen kontaktitilanne, ACL-vammoista noin 90 % tapahtuu ilman kontaktia.</p> <p>Tutkitun tiedon pohjalta ennaltaehkäisy perustuu hermolihasjärjestelmä- ja tekniikkaharjoitteluun. Harjoittelulla ja valmentajien riittävällä valvonnalla pystytään vaikuttamaan oikeaan biomekaniikan suoritustekniikkaan suotuisasti ja näin välttämään ACL-vammalle altistavia asentoja ja liikemalleja. Harjoitteilla on myös positiivisia vaikutuksia pelaajan suorituskykyyn, nopeuteen, voimatasoon ja koordinaatioon.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja Suomen Käsipalloliitto koki oppaan hyvänä ratkaisuna aiheen tietoisuuden lisäämiseksi. Opas on tarkoitettu jakaa mahdollisimman laajasti Suomen Käsipalloliiton toimesta. Opasta hyödynnetään osana valmentajakoulutuksen tasoa 1.</p>		
Asiasanat		
ACL-vamma, riski, mekanismi, ennaltaehkäisy, käsipallo		

Author (authors)	Degree	Time
Anu Riksman and Matias Savinainen	Bachelor of Health Care	May 2019
Thesis title		
Prevention of ACL injuries in handball Instruction manual for handball coaches		61 pages 4 pages of appendices
Commissioned by		
Finnish Handball Federation		
Supervisor		
Pia Kraft-Oksala and Suvi Lamberg		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis was to find out what the risk factors of anterior cruciate ligament injuries are, how they arise and how to prevent them in handball. This thesis was a product development process and the outcome is an extensive information guide book of how to prevent ACL injuries in handball. The purpose of the guide book is to help the handball coaches to increase their knowledge of ACL injuries and their understanding of the relevance of prevention exercises in handball. It also guides them to make these exercises a part of the daily practice routine.</p> <p>There are no statistics on the number of the ACL injuries occurring in handball in Finland, but according to the survey made by Böckelman (2014) these injuries have shown to be common especially among female players. International studies have shown that ACL injuries can be cut down approximately 50 percent by incorporating preventive exercises.</p> <p>The frequency of ACL injuries in handball is affected by technical demands such as one leg landing, cutting movement and pivot movement which can all be categorized as a high risk movements. These three factors have been regarded as causes of the injury mechanism. The genesis of the injury is often multidimensional and includes both internal and external risk factors. Even though handball is a physical contact sport, 90 percent of all ACL injuries occur without any contact.</p> <p>Based on previous research the prevention of ACL injuries is founded on the neuromuscular and technique exercises. A significant impact on the correct biomechanical technique and prevention of the positions and movements that expose knees to ACL injuries can be made by the supervision of the coaches and by performing preventive exercises. It also has a positive impact on player performance, speed, strength and coordination.</p> <p>The Finnish Handball Federation saw this guide book as a good solution for increasing the knowledge of the subject. The guide book is intended to be distributed as widely as possible in Finland by the Handball Federation and it will also be used as a part of the coach training system level one.</p>		
Keywords		
ACL, injury, risk, mechanism, prevention, handball		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	OPINNÄYTETYÖN YHTEISTYÖKUMPPANI	8
3	KÄSIPALLO LAJINA.....	8
4	ACL-VAMMOJEN YLEISYYS KÄSIPALLOSSA	10
5	POLVINIVEL – ARTICULATIO GENUS	13
5.1	Polvinivelen liikkeet ja kuormitus	15
5.2	ACL – Anterior cruciate ligament	19
5.3	Polviniveleen vaikuttavat lihakset	20
6	ACL-VAMMAN SYNTYMEKANISMI JA RISKITEKIJÄT	22
6.1	Syntymekanismi.....	22
6.2	Sisäiset riskitekijät	25
6.3	Ulkoiset riskitekijät	29
7	ACL-VAMMOJEN ENNALTAEHKÄISY	29
7.1	Ennaltaehkäisevän harjoittelun peruseriaatteen	30
7.2	Harjoitteet	31
8	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	37
9	TUOTEKEHITYSPROSESSI.....	37
9.1	Ideavaihe	38
9.2	Luonnosteluvaihe.....	39
9.3	Kehittelyvaihe	42
9.4	Tuotteen esitestaus ja viimeistely	44
10	VALMIS OPAS	44
11	POHDINTA.....	46
11.1	Luotettavuus ja eettisyys	48
11.2	Jatkotutkimusehdotukset	49
	LÄHTEET.....	51
	KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO.....	56

LIITTEET

Liite 1. Sijainnin, suunnan ja tason ilmaiseminen ihmisen anatomiassa

Liite 2. Valokuvauslupa

Liite 3. Palautelomake

1 JOHDANTO

Käsipallo lajina on nopeatempoinen, harhautuksia ja kontaktia sisältävä laji, jolloin myös loukkaantumiset ovat mahdollisia. Käsipallossa alaraajaloukkaantumiset, erityisesti polveen kohdistuneet, ovat tutkimusten mukaan määrällisesti suurimpia ja näistä polvivammoista polven ACL-vammat (eturistisidevammat) vammoista vakavimpia. (Landreau ym. 2018, 261; Luig 2010; Luig & Henke 2011, 80.) ACL-vammat ovat useimmiten täydellisiä repeämiä, joiden yhteydessä usein tapahtuu polven rakenteissa muitakin vaurioita (Seil ym. 2018, 279). Näitä vammoja voidaan ehkäistä ja minimoida oikeanlaisella harjoittelulla. Urheiluvammojen taustalla on usein biomekaanisesti väärä suoritusmekaniikka ja kudoksen kuormituskyvyn ylittyminen. Oikealla suoritusmekaniikalla ja harjoittelulla pystytään välttämään valtaosa tarpeettoman kuormituksen aiheuttamista ongelmista eri kehon osissa ja kudoksissa. (Kauranen & Nurkka 2010, 29.)

Tutkimusten mukaan ilman kontaktia syntyneitä ACL-vammoja voidaan ennaltaehkäistä keskittymällä polven kontrolli-, tasapaino-, mekaniikka- ja voimaharjoitteluun (Krosshaug & Bahr 2015, 98). Jotta saavutettaisiin paras tulos ACL-vammojen ehkäisyssä, on tärkeää ymmärtää, *mitkä ovat riskitekijät, kuinka ACL-vamma syntyy ja mikä siihen johti*. Näin pystytään kehittämään paras strategia kohdennettuun riskien hoitoon. (Hewett ym. 2016.)

Tiedonhakumme perusteella ACL-vammojen yleisyys urheilussa on nykyään maailmanlaajuisesti pinnalla ja laajasti tutkittua. Viimeisen viiden vuoden aikana hakupalvelusta PubMed ja National Library Of Medicine löytyy julkaisuja hakusanalla "ACL injury" 4 199 kappaletta ja "ACL injury preventio" 582 kappaletta. Vaikka ACL-vammat ja ennaltaehkäisevät ohjelmat ovat laajasti tutkittuja ja ohjelmien käyttö todettu tehokkaana keinona vähentää ACL-vammoja, ovat ACL-vammojen korjausleikkaukset lisääntyneet erityisesti alle 20-vuotiaiden urheilijoiden ja naispelaajien keskuudessa (Hewett ym. 2017).

Tutkimusten mukaan naisurheilijoilla on käsipallossa jopa 2–5 kertaa suurempi ACL-vamman riski kuin miehillä (Landreau ym. 2018, 262; Seil ym. 2018, 280; Skadefri 2018). ACL-vammasta kuntoutuminen on fyysisesti ja

henkisesti pitkä prosessi, erityisesti kontakti- ja pivot-liikkeitä (yhden jalan varassa tehtävä käännös) sisältävän urheilun pariin. ACL-vammasta kuntoutuminen voi usein viedä jopa 12 kuukautta (Järvelä ym. 2016, 198; Skadefri 2018) ja tutkimusten mukaan vammat, jotka syntyvät ilman kontaktia, ovat yleisesti kuntoutumisajaltaan pidempiä kuin kontaktivammat (Laver ym. 2018, 144).

Opinnäytetyömme tarkoitus on ACL-vammoja ennaltaehkäisevän oppaan tuoteistaminen Suomen käsipallovalmentajille. Keskitymme työssämme ACL-vammojen syntyyn ei-kontaktitilanteissa. Käsipallo lajina on meille tuttu pelihistoriamme myötä ja sen kautta myös itse kokemamme loukkaantumiset lajin parissa.

Carolina Böckelman (2014) teki Suomen Käsipalloliitolle opinnäytetyön ACL-vammojen esiintyvyydestä naisten SM-sarjassa pelanneilla kaudella 2014–2015 huolestuttavin tuloksin. Opinnäytetyön yksi tavoitteista oli, että tutkimustuloksia voitaisiin käyttää ennaltaehkäisevän harjoitusohjelman suunnitteluun ja tämä toimi yhtenä kimmokkeena opinnäytetyömme aiheen valintaan. Suomen Käsipalloliitto kiinnostui ideastamme ja on opinnäytetyömme toimeksiantaja.

Suomen Käsipalloliitto näkee oppaan tarpeellisena ja osana valmentajakoulutuksen kehittämistä. Valmentajille pystytään jakamaan konkreettista materiaalia, jota käyttämällä voidaan vähentää mahdollisia ja pidempiaikaisia loukkaantumisia. Pitkän kuntoutuksen vuoksi katsomme tärkeäksi ACL-vammojen ehkäisyn ja oppaamme tavoite onkin vähentää kyseisten vammojen syntyä Suomessa pelaavilla käsipalloilijoilla. Aiheestamme ei Suomessa ole aikaisemmin tehty tuotekehitystä käsipallon saralla.

Opinnäytetyömme syventää fysioterapeuttista osaamistamme ACL-vammojen synnyn sekä ennaltaehkäisevän harjoittelun osalta. Työmme kautta vahvistamme ammattitaitoamme, tiedon jakamista ja yhteistyötä eri tahojen kanssa. Opinnäyte toimii myös tietopakettina fysioterapiaopiskelijoille ja mahdollistaa heitä soveltamaan materiaaliamme omaan käyttöön.

2 OPINNÄYTETYÖN YHTEISTYÖKUMPPANI

Opinnäytetyömme toimeksiantajana on Suomen Käsipalloliitto. Suomen Käsipalloliitto perustettiin vuonna 1941, ja sen painopistealueita ovat tavoitteellisuus urheilussa, jatkuvuus ja ammattimaisuus (Finnhandball 2018a; Finnhandball 2018b, 3).

Käsipalloliiton strategisia hankkeita 2018 ovat olleet seuratoiminnan kehitys, harrastekäsipallon edistäminen ja ohjaajakoulutuksen tehostaminen. Käsipalloliitto tekee yhteistyötä Valmennuskeskus Kisakallion kanssa pitkäjänteisen valmennuksen kehittämiseksi, Käsipalloliiton sekä yläkoulutoiminnan saralla. Käsipallon harrastajapohjan kasvattaminen on yksi liiton toiminnan kulmakivistä. School Tour -toiminta on ollut tässä tärkein pelaajarekrytoinnin työkalu. (Finnhandball 2018a; Finnhandball 2018b, 3.)

Liiton valmentajakoulutusjärjestelmä sisältää viisi tasoa: starttikoulutuksen, valmentajakoulutuksen tasot 1–3 ja European Handball Federation Master Coach koulutuksen. (Finnhandball 2018c.) Tuottamamme opas olisi osa Käsipalloliiton valmentajakoulutusta tasoa 1.

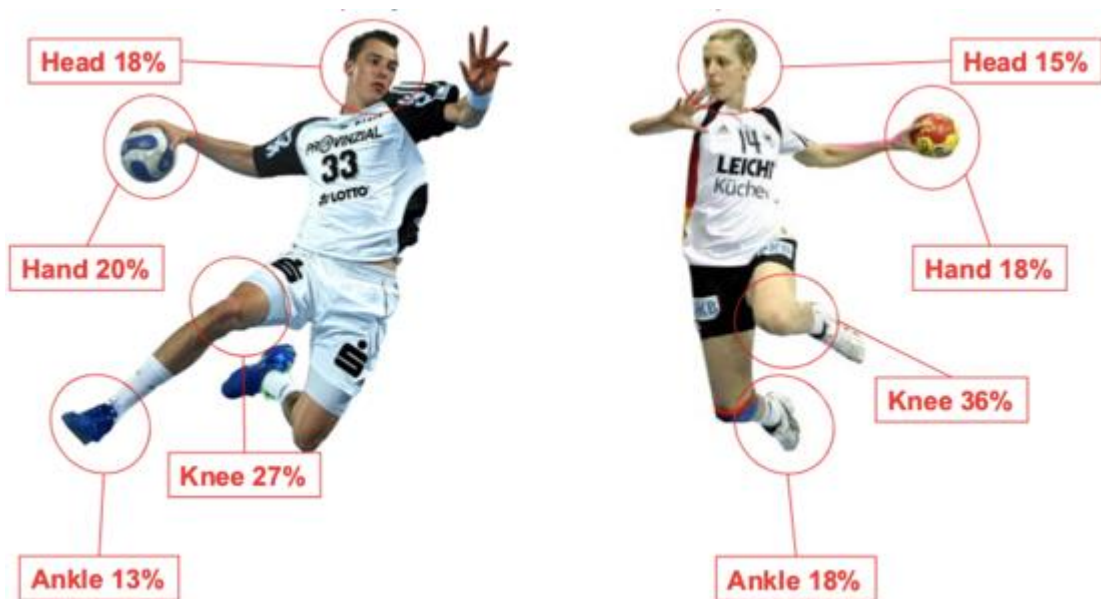
3 KÄSIPALLO LAJINA

Käsipallo on maailmanlaajuisesti pelattu vauhdikas ja monipuolinen pallolaji. Sitä pelataan pääsääntöisesti sisähalleissa, ruoholla tai hiekalla pelattavia ulkoturnauksia lukuun ottamatta. Käsipallosta tuli olympialaji miehillä vuonna 1972 ja naisilla 1976. Kansainvälinen käsipalloliitto International Handball Federation perustettiin vuonna 1946 ja Euroopan käsipalloliitto European Handball Federation vuonna 1991. (Finnhandball 2018d; Olympic 2018.) Euroopan käsipalloliitossa on tällä hetkellä 52 jäsenmaata (EHF 2018a).

Käsipallo on joukkuelaji, jossa enemmän maaleja tehnyt joukkue voittaa. Pelin aikana joukkueesta on kentällä kuusi kenttäpelaajaa ja maalivahti. Pelaajavaihtoja saa pelin aikana tehdä halutun määrän läpi ottelun. Peliaika on kaksi kertaa 30 minuuttia yhdellä 10 minuutin erätauolla. Palloa kuljetetaan pomputtamalla ja syöttelemällä. Maali syntyy heittämällä pallo maaliin kuuden metrin maalivahdin alueen ulkopuolelta tai hypäten ilmaan sen sisäpuolelle. (EHF 2018b.)

Käsipalloilijan tulee omata monipuolisesti erilaisia fyysisiä ominaisuuksia, koska laji sisältää paljon kiihdytyksiä, hidastuksia, suuntamuutoksia, harhautuksia, hyppyjä, laskeutumisia, erilaisia pallon heittotapoja, kiinniottoja, kuljetuksia ja kontaktia. (Luig & Henke 2011, 78.)

Euroopan Käsipalloliiton Top Coaches -seminaarissa Patrick Luig (2010) esitti tutkimuksensa tuloksia ja kuvan 1, jossa on eritelty kehon eri osien loukkaantumisia ammattikäsi­pall­o­il­jo­il­la. Ammattiurheilijoiden loukkaantumisriski pe­leissä nousi kymmenkertaiseksi ja 2–3 kertaa korkeammaksi kuin amatööriurheilijoiden. Kaikista loukkaantumisista alaraajoihin kohdistuneet loukkaantumiset olivat miehillä 50 % ja naisilla jopa 60 %. Näistä vammoista polviin kohdistuneet vammat olivat miehillä 27 % ja naisilla 36 %. Pääasiallisesti alaraajojen loukkaantumiset syntyivät ei-kontakti tilanteissa.



Kuva 1. Vammojen jakaantuminen kehon eri osissa ammattikäsi­pall­o­il­jo­il­la (Luig 2010)

Luig (2010) eritteli tutkimuksessaan pelipaikka kohtaisesti loukkaantumisalttiit kehon osat; laitapelaajilla nilkka-, polvi- sekä käsivammat, takapelaajilla polvi- ja nilkkavammat, viivapelaajilla pää- ja polvivammat ja maalivahdeilla polvi- sekä nilkkavammat. Käsipallon osalta on tehty myös muita tutkimuksia pelipaikkakohtaisista loukkaantumisista, ja riski polven ACL-vammaan on suurin takapelaajilla sekä laitapelaajilla. Takapelaajien suurta loukkaantumisriskiä voidaan perustella heidän peliroolillaan. Takapelaajat rakentavat hyökkäyksen

käyttäen paljon vauhtimuutoksia, hyppyheittoja ja sivusuunnan leikkaavia liikkeitä, kuten harhautusta. Heihin myös kohdistuu enemmän aggressiivista kon-taktia. (Laver ym. 2018, 157.)

Patrick Luigin ja Thomas Henkenin (2011, 80) Saksan Ruhr-Universität Bochumissa kootussa teoksessa päästiin samoihin tuloksiin kehon eri osiin kohdistuneista loukkaantumisista. Tällöinkin alaraajat olivat loukkaantumisal-tein kehon osa. Teoksessa analysoitiin 8520:n 14–45 -vuotiaan käsipalloilijan loukkaantumista. Ylävartalosta päähän kohdistuneita vammoja miehillä oli 17,4 % ja naisilla 13,2 %, käsi- ja rannevammoja miehillä 19,8 % ja naisilla 19,6 %. Alaraajoihin kohdistuneet polvivammat jakautuivat miehillä 23 % ja naisilla 31,7 % sekä nilkkavammoihin miehillä 18,6 % ja naisilla 22,1 %.

Suurin osa, noin 90 %, vammoista tapahtuu yhden jalan alastulossa, kuten hyppyheiton jälkeen tai sivusuunnan leikkaavan liikkeen tai pivot-liikkeen ai-kana. Nämä toiminnot ovat luokiteltu **korkean riskin liikkeiksi**. Polven valgu-sasento, missä polven asento romahtaa sisäänpäin, liittyy aina ACL-vamman syntymekanismiin. (Hewett ym. 2016; Laver ym. 2018, 158; Myklebust ym. 2018, 404).

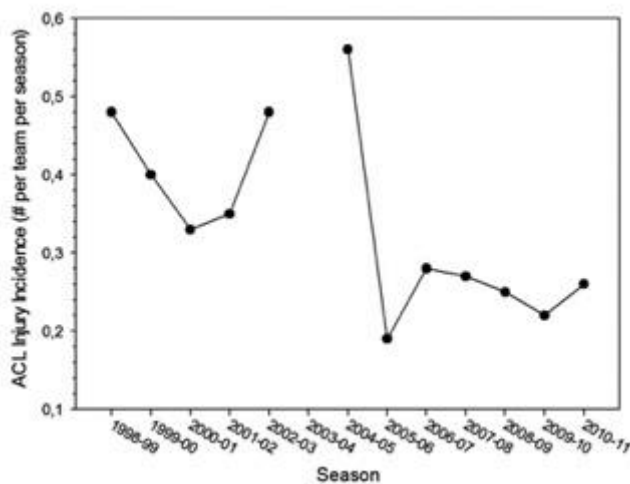
4 ACL-VAMMOJEN YLEISYYS KÄSIPALLOSSA

Böckelman (2014) fysioterapeutin opinnäytetyössään kartoitti kyselytutkimuk- sessaan ACL-vammojen yleisyyttä naisten SM-sarjassa. Kyselyyn vastasi 203 pelaajaa, joista 50 pelaajaa olivat kärsineet ACL-vammasta ja kahdeksan heistä jopa kahdesti tai useammin. Suurin osa naisista oli loukkaantuessaan 18–19 -vuotiaita. Loukkaantumisista 67 % tapahtui ottelun aikana. Kuntoutu- minen pelikuntoiseksi kesti lähes 40 %:lla 9–12 kuukautta.

Norjassa vuonna 1998 Myklebust ym. (2013) aloittivat laajan tutkimuksen naiskäsipalloilijoiden ACL-vammojen esiintyvyydestä. Tutkimuksessa kerättiin tietoa ACL-vammoja ennaltaehkäisevään ACL Injury Preventing Program -oh- jelmaa varten. Ohjelma toteutettiin yhteistyössä Norjan kolmen parhaimman sarjatason naiskäsipallojoukkueiden kanssa. Kartoituskaudella 1998–1999 haastateltiin 60 joukkuetta ja sen kauden aikana tapahtui 29 ACL-vammaa (0,48 pelaajaa per joukkue).

Ensimmäisellä kaudella 1999–2000 ohjelman vetovastuu oli valmentajilla ja sen toteutus jäi alhaiseksi. Tästä huolimatta ACL-vammojen määrä putosi 0,40 pelaajaan per joukkue. Seuraavalla kaudella vetovastuu siirtyi fysioterapeuteille ja loukkaantumisten määrä väheni entisestään, kuten taulukko 1 ilmentää. (Myklebust ym. 2013.)

Taulukko 1. ACL-vammojen esiintyvyys naiskäsipalloilijoilla Norjassa (Myklebust ym. 2013)



Kauden 2000–2001 jälkeen ohjelman määrätietoinen ohjaaminen lopetettiin. Joukkueet kuitenkin saivat pitää ohjelman harjoitusvälineet: tasapainomatot ja -laudat sekä harjoitusohjelman DVD:n. Vastuu ennaltaehkäisevästä harjoittelusta jäi valmentajille ja pelaajille itselleen. Tällöin vuoteen 2005 mennessä ACL-vammojen määrä kasvoi vähintään yhtä suureksi kuin tutkimuksen aloitusvuonna 1998. Tutkijat korostavatkin valmentajien roolin olevan keskeisessä osassa ennaltaehkäisevässä harjoittelussa. (Myklebust ym. 2013.)

ACL-vammojen kasvun myötä vuonna 2005 julkaistiin uusi DVD lisäämään tietoisuutta ja kehittämään valmentajien suhtautumista ACL-vamman ennaltaehkäisystä. Keskeisenä asiana oli korostaa ennaltaehkäisyn merkitystä ja harjoitteiden vaikutusta suorituskykyyn. Kaudella 2005–2006 loukkaantumisien määrä putosikin koko tutkimusjakson alhaisimmaksi: 88 joukkuetta ja 17 ACL-vammaa (0,19 pelaajaa per joukkue). Tutkimuksien perusteella ACL-vammojen määrää on mahdollista pitää alhaisena ennaltaehkäisevällä oma-aloitteisuudella. (Myklebust ym. 2013.)

Olsen ym. (2005) kehitti yhteistyössä Oslo Sport Trauma Research Centerin (OSTRC) ja Norjan käsipalloliiton valmentajien kanssa strukturoidun lämmittelyohjelman ehkäisemään polvi- ja nilkkavammoja urheilussa. 15–20 minuutin ohjelma suunniteltiin lisäämään tietoisuutta ja parantamaan hermolihaskäytännön kontrollia, tasapainoa, polven ja nilkan voimaa sekä juoksun, leikkaavan liikkeen ja hypyn jälkeisen alastulon tekniikkaa. Ohjelma sisälsi neljä eri harjoitusta: lämmittely, tekniikka, tasapaino ja voima, jossa jokainen harjoitus käsitti neljä eri vaikeusastetta.

Kauden 2002–2003 aikana tutkimukseen osallistui Keski- ja Itä-Norjasta 958 pelaajaa (808 naista ja 150 miestä) interventioryhmässä ja kontrolliryhmässä 879 pelaajaa (778 naista ja 101 miestä) iältään 15–17-vuotta. Interventioryhmä sai teoreettisen ja käytännön koulutuksen ohjelmaa varten sekä käyttöönsä manuaalisen oppaan, viisi tasapainolautaa ja viisi tasapainomattoa. Valmentajia pyydettiin käyttämään ohjelmaa jokaisen käsipalloharjoituksen alussa, 15 harjoituskertaa peräkkäin, ja sen jälkeen kerran viikossa koko loppukauden ajan. Kontrolliryhmää pyydettiin harjoittelemaan tavalliseen tapaan, mutta saivat strukturoidun lämmittelyohjelman käyttöönsä seuraavan kauden alussa. (Olsen ym. 2005.)

Kauden aikana interventioryhmässä esiintyi merkittävästi vähemmän alaraajojen vammoja sekä akuutteja polvi- ja nilkkavammoja kuin kontrolliryhmässä. Näistä vammoista ACL-vammoja oli interventioryhmässä 3 kappaletta ja kontrolliryhmässä 10. (Olsen ym. 2005.)

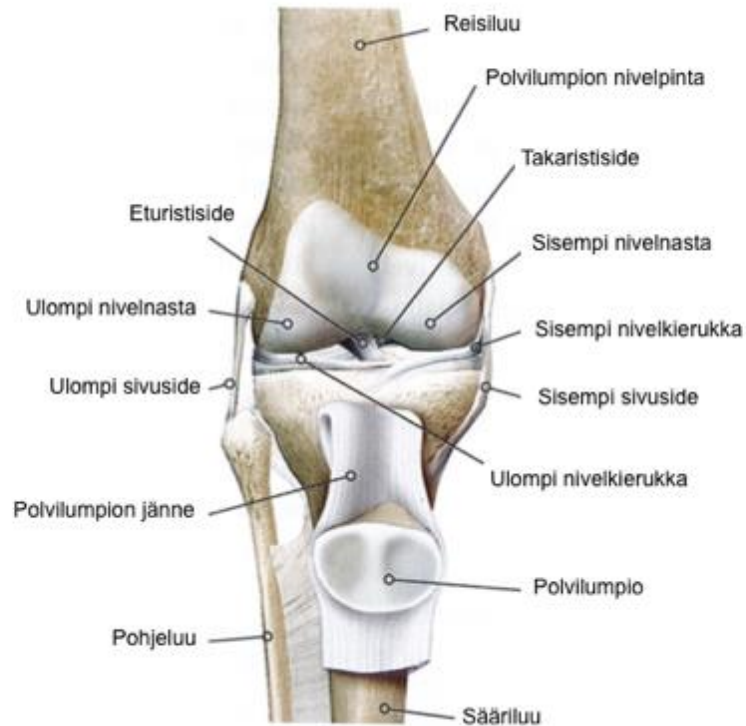
Petersen ym. (2005) tekivät tutkimuksen ennaltaehkäisevän harjoitusohjelman vaikutuksesta kymmenelle naisten käsipallojoukkueelle (134 pelaajaa) Euroopassa. Tutkimuksessa verrattiin interventioryhmän alaraajaloukkaantumisten määrää kymmeneen muuhun joukkueeseen (142 pelaajaa), jotka harjoittelivat kauden normaalisti ilman suunniteltua ennaltaehkäisevää harjoitusohjelmaa. Interventioryhmä sai informaatiota vammamekanismeista sekä tasapainolautaharjoitteita ja hyppyharjoitteita. Harjoitusohjelman kesto oli 10 minuuttia, ja sitä toteutettiin kolme kertaa viikossa alkukauden ajan ja kilpakaudella kerran viikossa. ACL-vammojen määrä kymmenessä muussa joukkueessa oli viisi, kun interventioryhmässä ACL-vammoja esiintyi yksi. (Sugimoto & Myer 2017, 172.)

ACL-vammojen ehkäisystä on tehty samankaltaisia tutkimuksia eri lajien parissa, kuten Steffenin ym. (2008) tutkimus jalkapalloon suunnitellun ”The 11” -ohjelman vaikuttavuudesta. Tutkimuksessa käytetty ”The 11” on alkulämmittelyohjelma, kestoltaan 15 minuuttia sisältäen keskivartalon stabiiliharjoituksia, tasapaino-, plyometrisiä- ja hamstringlihasryhmän voimaharjoitteita. Neljän vuoden jälkeen loukkaantumisten määrä oli 11 % ja harjoituksissa 25 % matalampi kuin joukkueiden jotka eivät ennaltaehkäisevää ”The 11” -ohjelmaa toteuttaneet. (Myklebust ym. 2013; Sugimoto & Myer 2015, 172.)

5 POLVINIVEL – ARTICULATIO GENUS

Polvinivel (*articulatio genus*) on nivelpintojensa pinta-alan mukaan elimistön suurin nivel. Se on biomekaanisesti monimutkainen nivel ja vastaa vartalon monista liikkeistä ja painon kannattelusta lonkkanivelen ja nilkan kanssa. Polvinivelen kautta siirtyvät painopisteet eri liikkeiden aikana ja siihen kohdistuu suuri rasitus laajoja liikeratoja tehdessä. (Drake ym. 2010, 517; Kiviranta & Järvinen 2012, 54; Kauranen 2018, 205.)

Kuva 2 ilmentää, että polvinivelessä niveltyy kolme luuta: reisiluu (*os. femur*), sääriluu (*os. tibia*) ja polvilumpio (*os. patella*). Pohjeluu (*os. fibula*) niveltyy sääriluuhun yläosasta (proksimaalisesti), polvinivelen alapuolella, eikä sen katsota kuuluvan polviniveleen. Polvinivelen nivelkapselin sisällä muodostuu siis kaksi erillistä niveltä: sääri-reisiluunivel eli tibiofemoraalinivel (*articulatio femorotibialis*) ja polvilumpionivel eli patellafemoraalinivel (*articulatio femoropatellaris*). Tibiofemoraalinivel on sarananivel ja patellafemoraalinivel liukunivel polvilumpion ja reisiluun välillä. (Kauranen 2018, 205.)



Kuva 2. Polven rakenneosat (mukaan Leppäluoto 2017, 88)

Polvilumpio sijaitsee nelipäisen reisilihaksen (*m. quadriceps femoris*) jänteen alla polvinivelen etupuolella. Se estää nelipäisen reisilihaksen ääriliikkeet ja mahdollistaa polven ojentumisen lihaksen jännittyessä. Liikkeen aikana polvilumpio muuttaa nelipäisen reisilihaksen jänteen kiinnityskulmaa sääriluussa. (Kauranen 2018, 206; Leppäluoto ym. 2017, 89.)

Reisiluun alaosassa (distaalipäässä) nivelkapselin sisällä ovat ulompi eli lateraalinen ja sisempi eli mediaalinen **nivelnasta** (*condylus lateralis femoris* ja *condylus medialis femoris*). Ne nivELYvät sääriluun yläosassa vastaaviin nivelnastoihin, *condylus lateralis tibiae* ja *condylus medialis tibiae*. Näiden nivelnastojen välissä ovat **nivelkierukat** eli meniscit, jotka vähentävät nivelpintoihin kohdistuvaa kuormitusta ja parantavat nivelpintojen yhteensopivuutta. Nivelkierukat ovat rakenteeltaan C-kirjaimen muotoisia rustolevyjä ohentuen polvinivelen keskikohtaa kohden. Ne ovat kiinni sääriluun nivelpinnassa joutaen kuormituksessa ja tukien niveltä liikkeiden aikana. (Kiviranta & Järvinen 2012, 14; Leppäluoto ym. 2017, 87-88; Kauranen 2018, 205-206.) Polvinivelessä on myös useita **limapusseja** (*bursa*) vähentämässä polven rakenteiden välistä kitkaa (Kauranen 2018, 206).

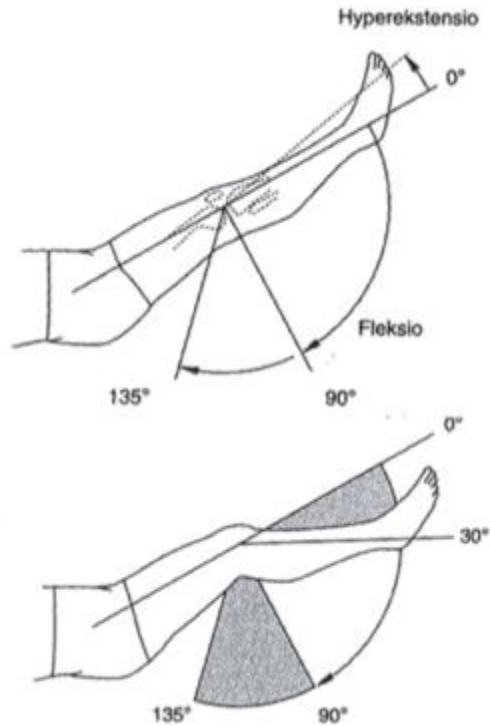
Polven **nivelsiteiden** tehtävä on tukea ja ohjata polvinivelen liikettä (Kiviranta & Järvinen 2012, 14). Nivelkapselin ulkopuoliset **sivusiteet** ulompi ja sisempi sivuside (*ligament collaterale laterale* ja *ligament collaterale mediale*) vakauttavat polven liikettä sivuttaissuunnassa. Sisempi sivuside estää polven taipumisen sisäänpäin (*genum valgus*) ja ulompi sivuside estää polven taipumista ulospäin (*genum varus*). Polvinivelen **ristisiteet** sijaitsevat polven nivelkapselin sisällä. Ne on nimetty sääriluun kiinnittymisen mukaan etummaiseksi (*ligament cruciatum anterior*) ja takimmaiseksi ristisiteeksi (*ligament cruciatum posterior*). Ristisiteiden päätehtävänä on stabiloida polviniveltä eteen ja taakse suunnassa. (Kauranen & Nurkka 2010, 51-52.; Kauranen 2018, 206.)

Nivelkapselin sisällä olevien rakenteiden aineenvaihdunta ja kudostarvitseminen tapahtuu **nivelneste**n kautta. Nivelneste toimii myös liukasteena nivelpintojen kitkan vähentämiseksi. (Kiviranta & Järvinen 2012, 22; Kauranen 2018, 205-206.)

Polven nivelkapselissa ja nivelsiteissä olevat **proprioseptiiviset hermopäätteet** aistivat nivelen asentoa paikallaan ja liikkeessä (Kiviranta & Järvinen 2012, 14). Vamman sattuessa proprioseptiset hermopäätteet aistivat tilanteesta johtuvan kemiallisen ärsytyksen, mitkä viestittävät aivoille muutoksen kudoksessa. Aivot prosessoivat tilanteen vakavuuden ja määrittävät mm. kivun asteen. (Moseley 2017, 57-60.)

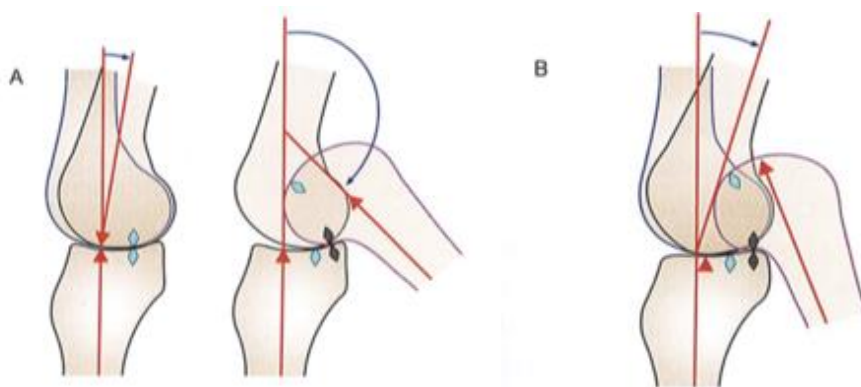
5.1 Polvinivelen liikkeet ja kuormitus

Polvinivel on liuku-sarananivel. Kuva 3 ilmentää polvinivelen mobiliteettia, joka on pääasiassa koukistus (fleksio) ja ojennus (ekstensio), mutta nivel kääntyy ja kiertyy hieman kaikilla kolmella tasolla, jotka ovat sagittaali, frontaali ja horisontaali (ks. liite 1). Polvinivel taipuu normaalisti 0–15° yliojennukseen (hyperkstensio) ja 130–140° koukistuskulmaan (Kiviranta & Järvinen 2012, 55).



Kuva 3. Polvinivelen ekstensio- ja fleksioliikesuunnat ja asteluvut (Ylinen 2010, 362)

Koukistuksen alussa reisiluun nivelnastat aluksi kiertyvät, kuten kuvassa 4 nähdään. Polven ollessa 10–15° koukistuksessa mediaalinen nivelnasta alkaa liukumaan. Lateraalinen nivelnasta kiertyy 20° koukistukseen asti ja koukistumisen loppuksi nivelpinnat vain liukuvat. (Kiviranta & Järvinen 2012, 55.)



Kuva 4. Reisiluun ja sääriluun kiertyminen ja liukuminen koukistuksen aikana A. mediaalisesti B. lateraalisesti (mukaillen Kiviranta & Järvinen 2012, 55)

Polvinivelessä tapahtuu myös kiertoliikettä (rotaatiota) polven ollessa 20–130° koukussa. (Drake ym. 2010, 517; Kauranen & Nurkka 2010, 49; Hewett ym. 2016.) Koukistusliikkeen lopulla polvinivel sallii myös sääriluun vähäisen kier-

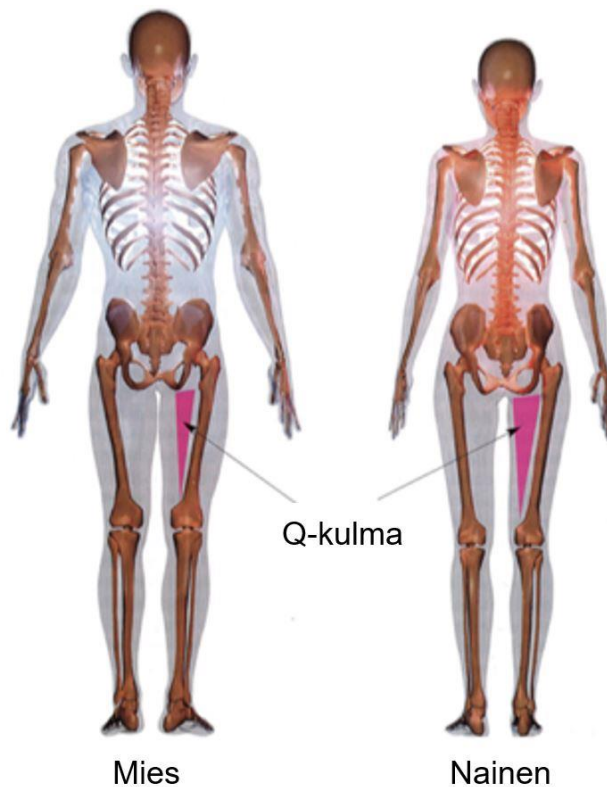
ron reisiluuhun nähden. Sääriluu kiertyy noin 30° sisärotaatioon ja maksimaalissa ojennuksessa 5° ulkorotaatioon. (Drake ym. 2010, 517; Kiviranta & Järvinen 2012, 55.)

Kuvassa 5 on Q-kulma, joka on suoliluun etukärjestä (*spina iliaca anterior superior*) polvilumpion keskipisteeseen piirretyn suoran ja sääriluun kyhmystä (*tuberositas tibiae*) polvilumpion keskipisteeseen piirretyn suoran välinen kulma (Kiviranta & Järvinen 2012, 405).



Kuva 5. Q-kulma (Kiviranta & Järvinen 2012, 405)

Naisilla Q-kulma on miehiä suurempi lantion leveämmän anatomisen rakenteen vuoksi, kuten kuva 6 näyttää. Q-kulman tulisi olla naisilla alle 20° ja miehillä alle 15° . Q-kulman kasvaessa lisääntyy polvinivelen lateraalisuuntaan vetävä voima ja polven valgusasento. Naisilla on tutkitusti suuremman Q-kulman vuoksi suurempi riski altistua ACL-vammoille. (Kiviranta & Järvinen 2012; Bennet 2015, 81.)



Kuva 6. Q-kulman ero miehillä ja naisilla (mukaillen Bennett 2015, 82)

Kävellessä ihmiseen kohdistuu yhtä suuri mutta suunnaltaan vastakkainen voima, kun ihmisruumis astuu alustaan alaraajan kautta. Tasapainoisen liikku-
misen onnistumiseksi pystysuuntaisen voiman lisäksi ihmiseen kohdistuu
myös sivuttaissuuntaisia voimia. Nämä voimat ovat suuruudeltaan vain 10 %
ruumiin painosta. Kävelynopeuden kasvaessa vastavoima alustasta kehoon
kasvaa ja tällöin myös kehon nivelten kuormitus. Kävelyn aikana jalan ollessa
kontaktissa maahan polvinivelen sisäreunaan kohdistuu suurempi kuormitus
kuin nivelten ulkoreunaan. (Kiviranta & Järvinen 2012, 47, 51.)

Nopeassa nivelkuormituksessa, kuten hyppyissä, kudossjäykkyys kasvaa yli 10-
kertaiseksi verrattuna seisomiseen paikallaan. Kudossjäykkyys suojaa rustoku-
dosta polven rakenteiden rikkoontumiselta. Juoksun aikana polvinivelen **kuor-
mitus** vastaa 7–8 kertaista ruumiin painoa ja tuolloin reisi- ja sääriluun kontak-
tipaine nivelpintojen välillä voi vastata yli 100 kg kuormaa neliösenttimetriä
kohden. Ristisiteen repeämä tai muu polvinivelen vamma voi aiheuttaa muu-
toksia niveleen kohdistuvassa kuormituksessa ja näin lisätä nivelvaurion ris-
kiä. (Kiviranta & Järvinen 2012, 14.)

5.2 ACL – Anterior cruciate ligament

ACL on yksi polven neljästä päänivelsiteestä. Sen tehtävä on tukea polviniiveltä ja estää erityisesti sääriluun eteenpäin suuntautuva liike, jossa lähes 90 % voimista kohdistuu eturistisiteeseen. (Frobell ym. 2017, 737.) ACL estää polven yliojentumisen ja sen tärkeitä lisätehtäviä ovat polven varus- ja valgus-suuntaisten vääntövoimien vastustaminen. ACL vastustaa myös sääriluun siäkiertoa. (Kiviranta & Järvinen 2012, 59.) ACL:n kiinnitys reisiluussa on lateralisesti sen nivelnastojen välissä (*lateral intercondylaris*) ja sääriluussa oleva kiinnitys anteriorisesti sääriluun nivelnastojen välissä. (Frobell ym. 2017, 737.)

ACL kuvataan muodostuvan useimmiten kahdesta säiekimpusta kuvassa 7. Ne on nimetty niiden kiinnityskohtien mukaan: anteromediaalinen eli AM ja posterolateraalinen eli PL. AM-säiekimpun lähtökohta on edessä ja sisempänä, kun taas PL-kimpun lähtökohta on taaempana ja ulompana. Kimppujen säikeet ovat erityyppisiä: AM:n säikeet ovat isometriset, kun taas PL:n säikeet ovat anti-isometriset. Tämä tarkoittaa, että säikeiden pituus vaihtelee koukistusojoennus liikkeissä. (Frobell ym. 2017, 737.) AM säiekimppu aktivoituu koukistuksessa ja PL säiekimppu polven suoristuessa (Järvelä ym. 2016, 198).



Kuva 7. ACL säikeet polven koukistuksen aikana (mukailten Frobell ym. 2017, 737)

Koukistuksen aikana PL-kimppu kietoutuu AM-kimppun ympärille reisiluun kiinnityskohdassa. AM:n säikeet ovat vähemmän kireät 0° ja 30°, mikä mahdollistaa polven täyden ojennuksen. 30°–130° koukistuksessa AM on jatkuvassa jännityksessä. Taaemmat säikeet PL:sta ovat vähiten isometriset ja ovat jatkuvassa jännityksessä polvinivelen ollessa ojennettuna. Polven koukistuessa nollasta 90°:een samat säikeet asteittain rentoutuvat ja jännittyvät uudelleen polven koukistuessa yli 90°:een. PL-kimppulla näyttää olevan suurempi rooli sääriluun rotaation tukemisessa, koska sen kiinnitys on sääriluussa verrattain lateraalisesti. (Frobell ym. 2017, 737.)

Ehjä ACL stabiloi reisi- ja sääriluuta, estää sääriluun eteenpäin suuntautuvaa erkaantumista sekä rotaation ketteryyttä vaativissa harjoitteissa, hyppyissä, hidastaessa liikettä ja nopeissa suunnan muutoksissa. (Frobell ym. 2017, 737.)

5.3 Polviniveleen vaikuttavat lihakset

Polvinivelen liikkeisiin osallistuvat monet lihakset, jotka on esitelty taulukossa 2. Pääasiallista liikettä aikaan saavia lihaksia kutsutaan agonisteiksi ja liikettä avustavia lihaksia synergisteiksi. Vastakkaista liikettä aikaan saavia lihaksia nimetään antagonisteiksi. Lihaksen tai lihasryhmän supistuminen johtaa aina vastakkaisen liikkeen aikaan saavien lihasten venymiseen. (Kiviranta & Järvinen 2012, 35; Leppäluoto 2017, 109.)

Polvinivelen koukistusliikkeen (taulukko 2) sagittaalitasolla saavat aikaan takareiden hamstring-lihasryhmä; *m. biceps femoris*, *m. semimembranosus* ja *m. semitendinosus*. Liikkeessä avustavat *m. gracilis*, *m. sartorius*, *m. popliteus*, *m. gastrocnemius*, *m. plantaris* ja *m. tensor fascia latae*. (Kauranen 2018, 207.)

Nivelen sagittaalitasossa tapahtuvan ojennuksen pääasiallinen lihasryhmä on *musculus quadriceps femoris*, eli etureiden lihakset; *m. rectus femoris*, *m. vastus medialis*, *m. vastus intermedius* ja *m. vastus lateralis*. Avustavana lihaksena toimii *m. tensor fasciae latae*. (Kauranen 2018, 207.)

Polvinivelen sisärotaatio saavat aikaan polvinivelen ollessa 90° koukussa ilman painoa *m. popliteus*, *m. semimembranosus*, *m. semitendinosus* ja avustavana *m. sartorius* sekä *m. gracilis*. Samassa asennossa polvinivelen ulkorotaatioon osallistuu *m. biceps femoris*. (Kauranen 2018, 207.)

Taulukko 2. Polvinivelen liikkeisiin osallistuvat lihakset (mukaillen Ylinen 2010, 306, 312-327, 334-335 ja Kauranen 2018, 289)

Liike	Liikkeeseen osallistuvat lihakset A = agonisti S = synergisti
Polvinivelen koukistus sagittaalitasossa (fleksio)	Kaksipäinen reisilihas <i>m. biceps femoris</i> (a) Puolikalvoinen lihas <i>m. semimembranosus</i> (a) Puolijänteinen lihas <i>m. semitendinosus</i> (a) Räätälinlihas <i>m. sartorius</i> (s) Hoikkalihas <i>m. gracilis</i> (s) Polvitaivelihas <i>m. popliteus</i> (s) Kaksoiskantalihas <i>m. gastrocnemius</i> (s) Hoikka kantalihas <i>m. plantaris</i> (s) Leveän peitinkalvon jännittäjälihas <i>m. tensor fascia latae</i> (s)
Polvinivelen ojennus sagittaalitasossa (ekstensio)	Suora reisilihas <i>m. rectus femoris</i> (a) Sisempi reisilihas <i>m. vastus medialis</i> (a) Keskimmäinen reisilihas <i>m. vastus intermedius</i> (a) Ulompi reisilihas <i>m. vastus lateralis</i> (a) Leveän peitinkalvon jännittäjälihas <i>m. tensor fascia latae</i> (s)
Polvinivelen sisäkierto (Nivel 90° koukussa ilman painoa)	Polvitaivelihas <i>m. popliteus</i> (a) Puolikalvoinen lihas <i>m. semimembranosus</i> (a) Puolijänteinen lihas <i>m. semitendinosus</i> (a) Räätälinlihas <i>m. sartorius</i> (s) Hoikkalihas <i>m. gracilis</i> (s)
Polvinivelen ulkorotaatio (Polvinivel 90° koukussa ilman painoa)	Kaksipäinen reisilihas <i>m. biceps femoris</i> (a)

Luustolihakset tukevat niveliä ja ovat kahden tai useamman luun ja nivelen liikkuttajia. Monet polviniveltä liikuttavat lihakset kulkevat kahden nivelen yli, jolloin ne vaikuttavat muun muassa myös lonkkanivelen toimintaan. (Leppäluoto 2017, 108-109.)

6 ACL-VAMMAN SYNTYMEKANISMI JA RISKITEKIJÄT

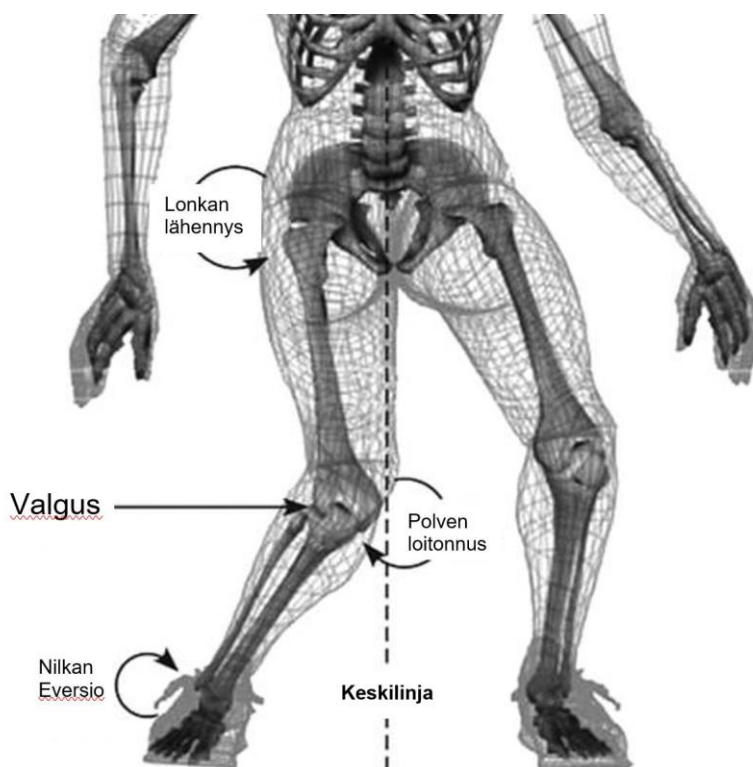
Nivelsidevammat jaetaan venähdyksiin (*distensio*), nyrjähdysiksi (*distorsio*) ja repeämään (*ruptura*). Voimakkaan vääntö- tai kiertovoiman kohdistuessa nivelen voi nivelside vioittua. Tällöin nivelen normaaliasento poikkeaa voimakkaasti, tuottaen nivelsiteelle sen venymiskyvyn ja vetolujuuden ylittävän voiman ja seurauksena on nivelsiteen osittainen tai kokonaisvaltainen repeämä. (Kauranen & Nurkka 2010, 53.) ACL-vammat ovat useimmiten täydellisiä repeämiä, joiden yhteydessä polvinivelessä usein syntyy muitakin vaurioita (Seil ym. 2018, 279).

Pallourheilussa on havaittu kaksi yleistä aiheuttajaa ACL repeämiselle; sivusuunnan leikkaava liike ja yhden jalan alastulo. Käsipallossa mukaan voidaan laskea myös pivot-liike (Myklebust ym. 2018, 404). Kyseisiä liikkeitä urheilijat kuitenkin toistavat useita kertoja uransa aikana ja siksi usein kysytään, miksi loukkaantuminen tapahtuu useasti toistetuissa tilanteissa ja liikkeissä. (Frobell ym. 2017, 737-738; Seil ym. 2018, 280.)

Loukkaantumistilanteeseen vaikuttavat monet eri tekijät. Ne voidaan jakaa ulkoihin ja sisäisiin riskitekijöihin, kuten törmäyksen varominen, urheilijan huono asento, väsyminen tai huono keskittyminen. (Hewett ym. 2016; Frobell 2017, 738.) Kuitenkaan edellä mainitut tekijät eivät suuresta riskistä huolimatta aina johda ACL-vamman syntyyn, vaan sen syntyyn tarvitaan ACL-vamman syntymekanismi (Hewett ym. 2016). Käsipallossa noin 90 % ACL-vammoista on ei-kontaktivammoja (Myklebust ym. 2018, 404).

6.1 Syntymekanismi

ACL-vamman aiheuttamat syntymekanismit ovat laajasti keskusteltu aihe. Syntymekanismeissa keskitymme Hewettin ym. (2016) ja Frobellin ym. (2017) tekemiin teorioihin ACL-vamman synnystä yleisesti palloilulajeissa ja käsipalloon liittyen Norjalaistutkijoiden hypoteesiin aiheesta. Yhteistä teorioilla on ACL-vamman moninaisuus ja siihen liittyvä polven valgusasento havainnointuna kuvassa 8. (Myklebust ym. 2018, 404; Seil ym. 2018, 280.)



Kuva 8. Valgusasento (mukaillen Hewett ym. 2010)

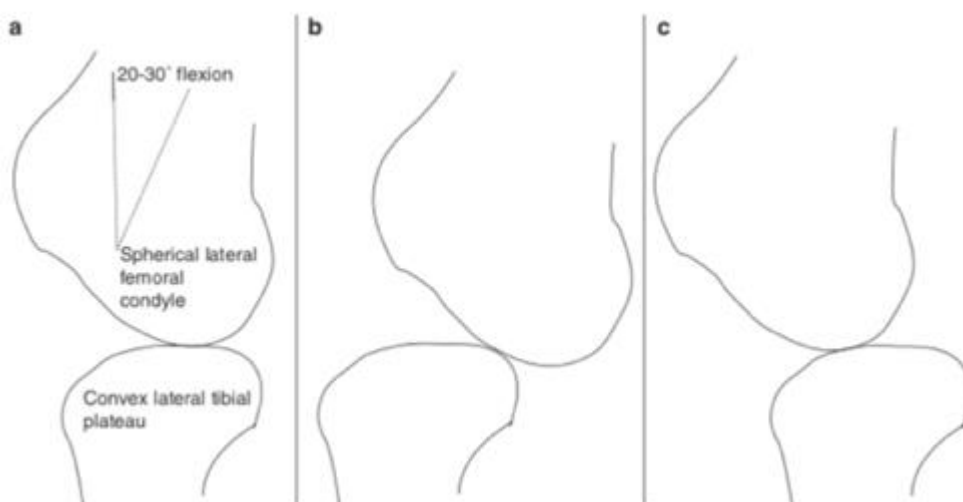
Kuvassa 9 nähdään sivusuunnan leikkaava liike, jolloin polvessa tapahtuvat varus-valgus- ja sisärotaatiosuunnan liikkeet yhdistettynä liikkeen hidastumiseen. Tyypillisesti ACL-vamma vaatii polven ulkorotaation (reisiluun sisärotaation ja sääriluun ulkorotaation), jolloin polvi on 10–30°:een koukussa ja valguksessa, samalla kun urheilija ponnistaa kyseisellä alaraajalla ja liikuttaa ylävartaloa sisäkiertoon tehdäkseen nopean suunnanmuutoksen. (Frobell ym. 2017, 737-738.) Tässä tilanteessa maasta tuleva reaktiovoima kohdistuu polven mediaaliosaan, jolloin jo jännittyneeseen eturistisiteeseen kohdistuva lisävoima saattaa aiheuttaa ACL:n pettämisen. Samalla tavalla alastulovammoissa polvi on lähellä täyttä ojennusta (10–30°). (Frobell ym. 2017, 738.)



Kuva 9. Polven turvallinen asento ja ACL-vammaan johtava asento (mukaillen Frobell ym. 2017, 739)

Hewett ym. (2016) kuvaa ACL-vamman syntymekanismia osittain eri sanoin kuin Frobell ym. (2017). Hewettin ym. (2016) mukaan kyseessä on vartalon ulospäin suuntautuva liike, suurempi polven loitonusliike (abduktio), lättäjalka-asento ensimmäisessä kontaktissa alustaan ja kasvanut lonkan koukistus. He myös nostavat esille naisilla ja miehillä löydettyjä huomattavia eroja ACL-vamman syntymekanismissa. Yhtenäistä vamman syntymekanismissa on polven romahtaminen valgukseen, mutta naisilla on useimmiten tällöin merkittävästi suurempi polven ja lonkan koukistus. He havaitsivat myös yleiseksi tekijäksi naisilla ei-kontaktitilanteet. Lisäksi vartalon odottamaton häiriö on yleinen tekijä ACL-vamman synnyssä.

Norjalaiset tutkijat ovat tehneet hypoteesin videoanalyysin perusteella sivusuunnan leikkaavan liikkeen aikana tapahtuneesta ACL-vammasta. Polveen kohdistuu valgusvoima polven ollessa 20–30° koukussa. Tämä aiheuttaa kompression reiden ulomman nivelnastan ja säären ulomman nivelnastan välillä, jota kuva 10a ilmentää. (Seil ym. 2018, 281.)



Kuva 10. Sagittaalitason kuva polvinivelestä valgusromahduksen aikana (Seil ym. 2018, 281)

Näiden kahden nivelpinnan koskettaessa valmiiksi toisiaan, jalka koskettaa lisäksi alustaa, jolloin reiden ulompi nivelnasta lähtee liukumaan posteriorisesti säären ulompaan nivelnastaan nähden, jota kuva 10b havainnoi. Normaalisti reiden nivelnastat liukuvat anteriorisesti. Sillä hetkellä, n. 40 millisekunnin alustakontaktin jälkeen, ACL-repeämä on syntynyt. Polven lateraalsiin osiin kohdistuu 3,2 kertaa oman painon suuruinen kompressiovoima. ACL:n repeämisen jälkeen polven koukistusliikkeen jatkuessa reiden nivelnastan solmu osuu säären nivelpinnan kulmaan posterolateraalisesti (takaulkosyrjän puoleisesti). Tämä pakottaa sääriluun sisäkiertoon reisiluuhun nähden ja palautuu nopeasti, refleksinomaisesti normaaliin asentoon, kuten kuva 10c esittää. (Seil ym. 2018, 280-281.)

6.2 Sisäiset riskitekijät

ACL-vamman sisäisiin riskitekijöihin voidaan luetella kuuluvaksi mm. ikä, sukupuoli, kehon koostumus ja rakenteelliset tekijät, vammahistoria, nivelen epästabiilitetti, fyysinen kunto, taitotaso sekä psykologiset tekijät. (Krosshaug & Bahr 2017, 98.) Riskitekijöissä keskitymme miesten ja naisten anatomisiin, biomekaanisiin, hormonaalisiin ja hermolihasjärjestelmän kontrollin eroihin ACL-vamman synnyssä.

Ennen murrosikää ACL-vammat ovat verrattain harvinaisia urheilijoilla. Sukupuoliset erot anatomiasa, hormonaalisissa tekijöissä ja hermolihasjärjestelmässä näkyvät vasta murrosiän alkamisen jälkeen. (Hewett ym. 2016.) Nämä

poikkeamat aiheuttavat eron sukupuolten välillä, minkä takia käsipallossa naisurheilijoilla on jopa 2–5 kertaa suurempi riski altistua ACL-vammalle. (Landreau ym. 2018, 262; Seil ym. 2018, 280.)

Murrosiän alkamisen jälkeen merkittävä ero sukupuolien välillä on **hormonaaliset tekijät**. On esitetty, että kuukautiskierron aikana tapahtuva hormonaalinen heilahtelu voi vaikuttaa ACL:n mekaanisiin ominaisuuksiin. Kirjallisuuskatsaukset vahvistavat myös, että kuukautiskierto voitaisiin yhdistää polven löysyyden lisääntymiseen ja näin ACL-vamman syntyyn. Polven löysyyden on katsottu olevan murrosiän jälkeen yleisempää naisilla kuin miehillä, mikä kasvattaa riskiä polvivammoille, etenkin ei-kontakti tilanteissa syntyneille ACL-vammoille. (Hewett ym. 2016; Landreau ym. 2018, 262.) Kuitenkin tällä hetkellä naishormonien vaikuttavat tekijät ACL-vamman syntyyn ovat epäselviä. (Hewett ym. 2016.)

Ikä on myös merkittävä riskitekijä ja nuorilla naisilla 15–20 vuotiailla on tutkittu olevan noin 33 % suurempi riski ACL-vammaan. Iän on katsottu vaikuttavan biomekaanisiin tekijöihin. (Myklebust ym. 2018, 404; Seil ym. 2018, 281.) Murrosiän aikana tapahtuva kasvupyrähdys lisää pituutta alaraajoihin ja kehonpainoa lyhyessä ajassa. Kaikki nämä muutokset vaikuttavat biomekaniikkaan ja hermolihasjärjestelmän toimintaan. (Hewett ym. 2016.)

Kuvassa 11 havainnoidaan ACL-vamman riskitekijöitä. Zebis ja Bencke (2018, 65) pitävät alhaista polvikulmaa yhtenä merkittävänä seikkana **biomekaanisissa** riskitekijöissä. Alhainen polvikulma altistaa muille biomekaanisille riskitekijöille, kuten polveen anteriorisesti jakautuville voimille ja valgusliikkeelle. Nämä tekijät aiheuttavat kuormaa ACL:lle alastulon ja sivusuunnan leikkaavan liikkeen aikana. Altistavia tekijöitä voivat olla myös esim. takareiden lihasten heikko toiminta. (Bencke ym. 2018.)



Kuva 11. ACL-vamman riskitekijät naisurheilijoilla (mukaiillen Bencke ym. 2018)

Hewett ym. (2016) työryhmä jakaa biomekaniikkaan vaikuttavat **hermolihaskäijestelmän** toiminnan puutteet neljään pääkategoriaan: ligament dominance ”nivelsidedominanssi”, quodiceps dominance ”etureisidominanssi”, leg dominance ”alaraajadominanssi” ja trunk dominance tai core dominance ”keskivartalodominanssi”.

Nivelsidedominointi ”ligament dominance” on yksi hermolihaskäijestelmän toimintahäiriöistä, joka voi aiheuttaa epätasapainoa hermolihaskäijestelmän ja nivelsiteiden toiminnan välillä polvinivelen vakauttamisessa liikkeen aikana. Juuri tämän toimintahäiriön on katsottu aiheuttavan kyvyttömyyttä hallita alaraajan alemman tason eli sääriluun eteenpäin suuntautuvaa liikettä alastulon ja sivusuunnan leikkaavan liikkeen aikana. (Hewett ym. 2016.)

Toinen hermolihaskäijestelmän toimintahäiriö, joka on naisilla yleisempi, on nelipäisen reisilihaksen dominointi ”quodiceps dominance”. Tämä toimintahäiriö voi aiheuttaa epätasapainoa polven ekstensio- ja fleksiosuuntien voimassa, lihasten rekrytoinnissa ja koordinaatiossa. Hypyn jälkeisessä alastulossa naiset tuottavat suuremmat voimat ja kuormitusvoimien kasvaessa naiset usein suosivat korkeampaa etureiden lihasten aktivaatiota. Tällöin takareiden ja pakaralihaksen aktivaatio on alhaisempi. Tämä hermolihaskäijestelmän muutos

voi aiheuttaa polven epäsuotuisan ojennuskulman, jonka takia voimat kohdistuvat polviniveleen anteriorisesti, kasvattaen frontaalitasossa tapahtuvaa polven valgusliikettä. (Hewett ym. 2016; Bencke ym. 2018.)

Kolmantena hermolihaksjärjestelmän toimintahäiriönä naisurheilijoilla huomattiin olevan useimmiten dominoiva alaraaja ”leg dominance”. Se voi aiheuttaa epätasapainoa alaraajojen välillä, voimassa, koordinaatiossa ja hallinnassa. (Hewett ym. 2016.)

Neljäntenä pääasiassa naisurheilijoilla havaittu hermolihaksjärjestelmän toimintahäiriö on vartalon dominointi, ”trunk dominance” tai keskivartalon toimintahäiriö ”core dysfunction”. Se näkyy mahdollisesti epätasapainona eri tilanteissa vartalon toimettomuudessa, hallinnassa ja koordinaatiossa. Toimintahäiriöt keskivartalon alueella tekevät vaikeaksi estää ulkoisia riskitekijöitä, vartalon liiallista eteenpäin siirtymistä, polviniveleen kohdistuvaa valgussuunnan kuormaa sekä riittävää alastulon vaimentamista. Lisäksi keskivartalon alueen hermolihaksjärjestelmän heikko toiminta voi johtaa alaraajojen hermolihaksjärjestelmän yliaktiivisuuteen, mikä saattaa kasvattaa polvinivelien valgussuunnan kuormaa. (Hewett ym. 2016.)

ACL-vamman riskiä lisäävät polven **rakenteelliset tekijät**, kuten reisiluun sisemmän nivelnastan koko ja nivelkierukan eheys. Näistä tekijöistä pystytään tunnistamaan mahdollinen vamman aiheuttaja. Leikkaus on kuitenkin ainoa, millä rakenteellisiin tekijöihin pystytään vaikuttamaan. Reiden sisemmän nivelnastan lovi voi olla liian kapea ja rotaation aikana ACL luiskahtaa lovesta. Tätä nivelnastan loven kapeutta tavataan erityisesti naisilla. Nivelkierukan syvyys ja eheys helpottavat nivelnastan liikettä, kun reisiluu ylläpitää kontaktin kuormittujen liikkeiden aikana, kuten koukistuksessa ja rotaatiossa. Nivelkierukan repeämä voi muuttaa reiden nivelnastojen erkaumaa sääriluun päällä ja kuormittaa ACL:ää sivusuunnan liikkeissä tai hypyissä. (Nessler ym. 2017.)

Muut passiiviset tuet, kuten nivelkapseli ja nivelsiderakenteet (esim. ulommat sivusiteet) kontrolloivat dynaamista liikettä ja avustavat polven stabiloimisessa. Vaurio mihin tahansa polven passiiviseen tukirakenteeseen voi muut-

taa polven toiminnallista biomekaniikkaa ja lisätä ACL-vamman riskiä. Sääriluun kallistuminen on tunnistettu riskitekijänä ja on hyvä huomioida rakenteellisenä riskitekijänä. (Nessler ym. 2017.)

6.3 Ulkoiset riskitekijät

Pelitulaneloukkaantumisia, verrattuna harjoituksissa tapahtuneisiin loukkaantumisiin, tapahtuu huomattavasti enemmän (Landreau ym. 2018, 263). Käsipallossa sallitaan suuri määrä kontaktia pelin aikana. Kontaktin saaminen ilmassa muuttaa pelaajan tasapainoa lisäten loukkaantumisriskiä epätasapainoisen alastulon vuoksi, kuten myös kontaktin väistäminen. Pelaajan pelipaikalla on myös merkitystä loukkaantumisriskille. (Laver ym. 2018, 156-157.)

Lattian ja kenkien välinen kitka on tärkeässä roolissa pelin laatua ajatellen, mutta sillä on myös merkitys loukkaantumisissa. Kitkan kasvaessa on katsottu myös loukkaantumisriskin kasvavan. Nykypäivänä halleissa on keinotekoinen tai parkettipelialusta. Keinotekoinen pinta on useimmiten pitävämpi, aiheuttaen suuremman kitkan. Suositeltavaa olisikin, että pelaajat käyttäisivät hiekan liukkaampia kenkiä keinotekoisella alustalla ja pitävämpiä parkettialustalla. (Landreau ym. 2018, 263; Myklebust ym. 2018, 404-405.)

Käsipalloharjoitusten tulisi sisältää monipuolisia ja lajinomaisia harjoitteita huomioiden pelaajan yksilöllinen fyysinen kapasiteetti sekä yksilöllinen palautuminen harjoittelusta (Michalsik 2018, 29). Harjoituskuorman ja yksilön sietokyvyn välinen epätasapaino voi johtaa ali- tai ylikuormitukseen (Eliakim & Nemet 2018, 35). Valmentajan ymmärrys lajitekniikasta, liikuntavammojen biomekaanisista taustoista sekä elimistön fysiologiasta kuormituksen ja levon aikana voi ennaltaehkäistä ylikuormitusta (Kauranen & Nurkka 2010, 27, 29).

7 ACL-VAMMOJEN ENNALTAEHKÄISY

ACL-vammojen korjausleikkaukset ovat kasvaneet vuosien varrella erityisesti alle 20-vuotiailla sekä naispelaajilla. Ehkäisevät harjoitteet on todettu tehokkaaksi keinoksi vähentää ACL-vammoja. Ennaltaehkäisyohjelmat tulisi kohdistaa erityisesti niille pelaajille, jotka todennäköisimmin kärsivät ACL-vammasta. (Olsen ym. 2005; Hewett ym. 2017.)

Hermolihasjärjestelmän ja biomekaniikan vaikuttavuutta ACL-vamman riskitekijöinä on tutkittu Hewettin ym. (2016) työryhmän toimesta laaja-alaisesti yli 15 vuoden ajan. Kasvuikä on kriittinen vaihe hermolihasjärjestelmän toiminnan kehittämisessä, jolloin lapsi tai nuori mahdollisesti ylitse pääsee tietyistä puutteista tai kehittää uusia. Jos tilanteeseen ei puututa kasvuiässä voivat puutteet jatkua aikuisiällä ja kasvattaa urheilijoiden ACL-vamman riskiä. (Hewett ym. 2016.)

Lihassoima, lihasten aktivaatio ja koordinaatio ovat tärkeitä yleisesti hermolihasjärjestelmän toiminnan kannalta. Nämä tekijät voivat herkistää proprioseptiikkaa (asento- ja liikeaistia) ja parantaa suorituskkyä. Ne ovat tärkeitä tekijöitä suunniteltaessa ACL-vammaa ennaltaehkäiseviä keinoja. (Hewett ym. 2016.) Yksinkertaiset sivusuunnan leikkausliikkeet ja hyppyharjoitteet kehittävät hermolihasjärjestelmää turvallisesti ja ennaltaehkäisee polvinivelen valgusasentoa (Frobell 2018, 738). Ilman kontaktia tapahtuva ACL-vamma syntyy noin 40 ms jalan ensikosketuksesta lattiaan liikkeen aikana, jolloin turvallinen vaimennus ja tehokas lihasten oikea-aikainen aktivoituminen ovat välttämättömiä vamman estämiseksi. (Hewett ym. 2016; Seil ym. 2018, 280.)

7.1 Ennaltaehkäisevän harjoittelun peruseriaatteet

Ikä on keskeinen tekijä, sillä nuorella iällä aloitettu ennaltaehkäiseväharjoittelu on vähentänyt loukkaantumisriskiä enemmän, kuin vanhemmalla iällä aloitaneilla (Nessler ym. 2017). Kasvuikä aikana lapsen ja nuoren hermolihasjärjestelmän kehittyessä epäsuotuisat biomekaaniset muutokset ovat mahdollisia. Hermolihasjärjestelmän harjoittelulla on kuitenkin pystytty ennaltaehkäisemään näitä muutoksia. (Otsuki ym. 2014; Hewett ym. 2016.)

Myklebustin ym. (2013) tutkimus osoitti, kuinka tärkeää on saada **valmentajat** käyttämään ennaltaehkäiseviä harjoitusohjelmia, jotta tuloksia syntyisi. Tietoisuuden lisääminen ja asenteiden muuttaminen valmentajien sekä joukkueenjohtojen keskuudessa vähensivät merkittävästi ACL-vammoja Norjassa 2005. Myönteisyys pelaajien keskuudessa on myös tärkeää ja vaikuttaa merkittävästi harjoittelun vaikuttavuuteen (Nessler ym. 2017). Tärkeää olisikin ennalta-

ehkäiseviä harjoitteita esiteltäessä kertoa niiden peruseriaatteen ja antaa valmentajille mahdollisuus vaihtaa harjoitteita ja olla luovia. Tämä voisi lisätä valmentajien ja pelaajien motivaatiota käyttää harjoitteita. (Møller ym. 2018, 417.)

Ennaltaehkäiseviin harjoitteisiin käytetty **aika ja määrä** vaihtelevat kohderyhmän mukaan, mutta riittävä toistojen määrä viikossa tuottaa tutkitusti tulosta (Møller ym. 2018, 416-417). Kappaleessamme 4, ACL-vammojen yleisyys käsipallossa mainittujen tutkimusten harjoitusohjelmat ovat kestoltaan 10–20 minuuttia. Alkukaudella ohjelmia toteutettiin joka harjoituksissa tai vähintään kolme kertaa viikossa, jonka jälkeen kilpakaudella ohjelmaa toteutettiin kerran viikossa.

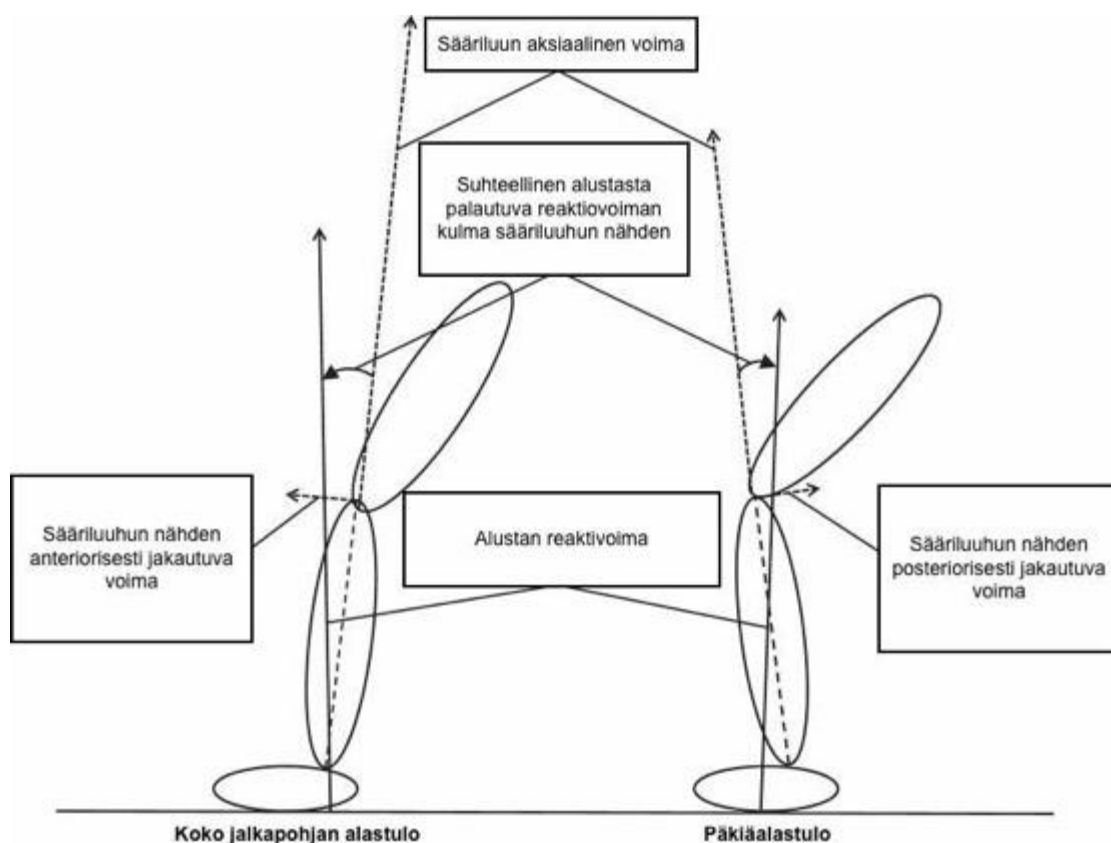
Polven ennaltaehkäisevässä harjoittelussa tärkeässä roolissa on **biomekaanisten virheiden korjaaminen** riskiliikkeissä. Tämän takia harjoitteiden valvominen ja palautteen antaminen on tärkeää. (Hewett ym. 2017.) Tapoja palautteen antamiseen on useita, kuten videopalaute ja sanallinen palaute harjoitteita tehdessä on tutkitusti parantanut liikkeen hallintaa. (Benjaminse ym. 2017; Møller ym. 2018, 417.)

7.2 Harjoitteet

Biomekaniikka- ja tekniikkaharjoituksilla pystytään ennaltaehkäisemään vamman riskitekijöitä. Lisäksi oikealla tekniikalla ja biomekaanisesti oikein suoritettulla liikkeellä säästetään energiaa ja mahdollistetaan liikkeen nopeampi suorittaminen. Painopisteiden muutokset, nivelten riittävä kulma, liikkeessä keskeisten lihasten aktivoituminen ja riittävä voimantuotto ovat harjoittelussa huomioitavia asioita. (Kauranen & Nurkka 2010, 27-29.)

Yoshidan ym. (2016) tutkimus päkiäaskelluksen ja kantaaskelluksen erosta alaraajan lihasten aktivoitumisesta sivusuunnan leikkaavassa liikkeessä osoittaa kuinka biomekaniikkaan vaikuttamalla pystytään vaikuttamaan tiettyjen lihasten aktivoitumiseen. Päkiäaskellus sivusuunnan leikkaavassa liikkeessä tuotti suuremman takareiden aktivaation, sekä pienemmän polven valguskulman, verrattuna kantaaskellukseen. Päkiäaskelluksessa takareiden aktivoituminen oli myös nopeampaa alustaan kohdistuneen kontaktin jälkeen.

Shimokochi ym. (2016) tutkimus tukee päkiäalastulon hyötyä. Kuva 12 kuvaa koko jalkapohjan alastuloa ja päkiäalastuloa. Yhdenjalan alastulossa päkiäalastulo on polveen kohdistuvien voimien kannalta suotuisampi. Verrattuna koko jalkapohjan alastuloon päkiäalastulossa polvikulma on suurempi, polveen kohdistuvat voimat pienemmät ja voimat jakautuvat sääriluuhun nähden posteriorisesti. Päkiäalastulon jälkeisen kontaktin huippuvoima tulee 72 ms kontaktin jälkeen, kun taas koko jalkapohjan alastulossa 40 ms kontaktin jälkeen.



Kuva 12. Koko jalkapohjan alastulo ja päkiäalastulo (mukaiillen Shimokochi ym. 2016)

Koko jalkapohjan alastulo tuottaa suuremmat voimat ja ne kohdistuvat epäsuotuisasti sääriluuhun nähden anteriorisesti. (Shimokochi ym. 2016.) Tämä altistaa reisiluun posteriorisen liukumisen sääriluuhun nähden (Seil ym. 2018, 280-281).



Kuva 13. Sivusuunnan leikkaavaliike kapealla ja leveämmällä alaraajojen asennolla (Myklebust ym. 2018)

Kristianlundin ym. (2014) tutkimus käsipalloilijoilla osoitti sivusuunnan leikkaavan liikkeen tekniikkaharjoittelun kapeammalla alaraajojen asennolla vähentävän polviniveliin kohdistuvaa valgusvoimaa. Kuva 13 havainnollistaa alaraajojen asennon merkitystä. Tämän lisäksi valgusasentoa ennaltaehkäisevässä harjoittelussa tulisi huomioida päkiäalastulo ja polvi varpaiden päällä –asento. (Myklebust ym. 2018, 404.) Muissa urheilulajeissa tutkimukset osoittavat myös vartalon hallinnan ja painon siirtymisen estämisen leikkaavan alaraajan päälle ehkäisevän polven valgusliikettä. (Zebis & Bencke 2018, 64.)

Taulukko 3 kokoaa yhteen kanta-askelluksen, koko jalkapohjan alastulon ja leveän alaraajojen asennon sivusuunnan leikkaavan liikkeen haitat ja hyödyt sekä näiden vammamekanismien osatekijöiden kohdennetut tekniikkaharjoitteet.

Taulukko 3. Kanta-askelluksen, koko jalan alastulon ja leveän alaraajojen asennon haitat ja niiden harjoittaminen (mukaiillen Yoshidan ym. 2016, Shimokochi ym. 2016, Kristianlund ym. 2014, Myklebust ym. 2018, 404 ja Zebis & Bencke 2018, 64)

Vammamekanismin osatekijä	Haitat	Kohdennettu tekniikkaharjoitteet	Hyödyt
Kanta-askellus	<ul style="list-style-type: none"> - heikompi takareisien lihasaktivaatio - suurempi polven valguskulma 	<ul style="list-style-type: none"> - kehittää päkiäaskellusta sivusuunnan leikkaavassa liikkeessä 	<ul style="list-style-type: none"> - päkiäaskellus tuottaa suuremman ja nopeamman takareiden lihasaktivaation - pienempi polven valguskulma
Koko jalkapohjan alastulo	<ul style="list-style-type: none"> - polvikulma pienempi - tuottaa suuremmat voimat sääriluuhun anteriorisesti 	<ul style="list-style-type: none"> - kehittää päkiäalastuloa 	<ul style="list-style-type: none"> - päkiäalastulo suotuisampi polveen kohdistuneille voimille - polvikulma suurempi - voimat jakaantuvat sääriluuhun posteriorisesti
Leveä alaraajojen asento sivusuunnan leikkaavassa liikkeessä	<ul style="list-style-type: none"> - suurempi valgusvoima - vartalon hallinta hankalampaa - paino leikkaavan jalan päällä 	<ul style="list-style-type: none"> - kehittää kapeaa alaraajojen asentoa sivusuunnan leikkaavassa liikkeessä ja polvet varpaiden päällä –asentoa - kehittää polven ojentajalihasten kontrollia ja voimaa - kehittää takareiden sisäosan lihaksia; semitendinosus ja semimembranosus - lonkan lihasten ulkokiertäjien harjoittelu 	<ul style="list-style-type: none"> - vähentää polvinivelen valgusvoimaa - polven koukistuskulma riittävä ojentajalihasten voiman riittäessä - ehkäisee polven liiallista loitonussuunnan liikettä - estää polven lähennysliikettä

Taulukko 4 esittää hermolihasjärjestelmän puutteita ja hyötyjä. **Hermolihasjärjestelmän harjoittamisen** hyödyistä on selviä todisteita, eikä vain vammojen ennaltaehkäisyssä. Ne voivat parantaa urheilijan suorituskykyä voimata-

sojen, tehon ja koordinaation kehittymisen myötä sekä vähentää hermolihasjärjestelmän toiminnan puutteita. Hermolihasjärjestelmän harjoittaminen pitää sisällä **lihasvoima, tasapaino/ koordinaatio, plyometrisiä** (iskuttava, kehonpainolla tehty nopeusvoimaharjoittelu) ja **keskivartalon harjoitteita**. Kaikki harjoitteet yhdessä lisäävät lihasvoimaa, asennon hallintaa ja koordinaatiota korkean riskin liikkeissä (sivusuunnan leikkaava liike, yhden jalan alastulo ja pivot-liike). Hermolihasjärjestelmän harjoittelulla on tutkitusti pystytty vähentämään naisurheilijoilla ACL-vamman riskiä noin 50 %. (Hewett ym. 2016; Nessler ym. 2017; Myklebust ym. 2018, 406.)

Taulukko 4. Hermolihasjärjestelmän puutteet ja hyödyt (mukaillen Setuain ym. 2018, 497)

Vammamekanismin osatekijät	Taustalla oleva hermolihasjärjestelmän epätasapaino	Kohdennetut hermolihasjärjestelmän harjoitteet	Hyödyt
Polven valgusliike alastulon aikana	- nivelsidedominanssi	- kehittää alastulotekniikkaa - keskivartaloharjoitteet	- keskivartalon harjoittelu ennaltaehkäisee nivelsidedominanssia
Polven pieni koukistuskulma (10-30°) alastulossa	- etureisidominanssi	- vahvistaa alaraajan takaketjun lihaksia - plyometriset harjoitteet	- takareiden lihasaktivaation kehittyminen - vähentää alustasta palautuvaa reaktivoimaa
Epäsymmetriset alastulot	- alaraajadominanssi	- kehittää alaraajojen symmetriaa - plyometrisetharjoitteet - yhden jalan- ja tasapainoharjoitteet - keskivartaloharjoitteet	- ennaltaehkäisee alaraajadominanssia
Kyvyttömyys kontrolloida keskivartaloa	- keskivartalodominanssi	- keskivartalon stabiiliteettiharjoitteet ja häirintäharjoittelua	- keskivartalon harjoittelu ennaltaehkäisee keskivartalodominanssia » ehkäisee polven valgusliikettä

Käsipallossa sivusuunnan leikkaavan liikkeen biomekaniikkaan liittyvissä tutkimuksissa on todettu polven ojentajalihaksilta tarvittavan hyvää kontrollia ja riittävää lihasvoimaa, jotta suorituksen aikana polven koukistuskulma olisi sagittaalitasolla riittävä. Frontaalitasolla tapahtuvaa polven valgussuunnan liikettä vastustaa biomekaanisesti todennäköisimmin polven koukistajalihasten sisäosa, *m. semitendinosus* ja *m. semimembranosus*. Horisontaalitasolla tapahtuvaa polven kiertoa estävät parhaiten vahvat ja aktiiviset polven koukistajalihakset, ja lonkkanivelen sisäkiertoa estää ja näin ollen myös polven lähennystä ehkäisevät lonkan ulkokiertäjät. Lisäksi tutkimukset osoittivat vahvojen ja aktiivisten lonkan ulkokiertäjien stabiloivan lonkkaniveltä. (Bencke ym. 2018.) Takareiden lihaksien voima yhdessä etureiden lihasten kanssa taas stabiloivat polviniveltä. **Lihaskuntoharjoittelu** olisikin hyvä kohdentaa erityisesti takareiden lihaksille ja lonkan ulkokiertäjille. (Møller ym. 2018, 416-417.) Eksentrisiä takareiden harjoitteita käytetään yleisesti polvivammojen ennaltaehkäisyssä, kuten ”russian hamstring curl” tai ”nordic hamstring” liikkeet. (Pappas ym. 2017; Skadefri 2018.)

Yhden jalan **plyometriset harjoitteet** ovat vähentäneet hermolihasjärjestelmän neljästä riskitekijästä alaraajan ja etureiden dominanssia. Takareiden lihakset aktivoituvat näissä harjoitteissa, etenkin syvässä polven ja lonkan koukistuskulmassa. Plyometrisellä harjoittelulla pystytään vähentämään alustasta palautuvaa reaktivoimaa alastulojen aikana. (Setuain ym. 2018, 499.) Hyväksi todettu harjoite alaraajan dominanssin ehkäisemiseksi on yhden jalan harjoitteet, kuten **tasapainoharjoitteet** visuaalisella palautteella (Pappas ym. 2017).

Keskivartalo ja lonkan alueen monipuolisilla hermolihasjärjestelmän harjoitteilla on saatu merkittävää parannusta keskivartalon ja lonkan liikkeiden hallinnassa ja biomekaniikassa. Tämä on vähentänyt polven valgussuunnassa tapahtuvaa kuormitusta (Hewett ym. 2017). Keskivartalonlihasten aktivointi ja ulkopuolisen häiriötekijän, kuten tönäisyn, käyttäminen harjoittelussa on katsottu ennaltaehkäisevän keskivartalo-, alaraaja- ja nivelsidedominanssia. Lisäksi harjoitteiden aikana pelaaja on saanut välitöntä palautetta polven asennosta. (Pappas ym. 2017.)

8 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, mitkä riskitekijät käsipallossa ovat ACL-vamman synnyn taustalla, kuinka ACL-vammat syntyvät ja miten ACL-vammoja ennaltaehkäistään sekä tuottaa ACL-vammoja ennaltaehkäiseviä harjoitteita sisältävä opas Suomen käsipallovalmentajien käyttöön. Opas sisältää harjoitteiden ohella yleistietoa polven anatomiasta ja ACL-vammoista, niiden vaikuttavuudesta, syntymekanismista sekä ehkäisystä.

Opinnäytetyömme tavoitteena on luoda valmentajille mahdollisuus ehkäistä ACL-vammojen syntyä käsipalloilijoilla. Oppaan tavoite on lisätä käsipallovalmentajien tietoisuutta ACL-vammoista sekä ymmärrystä ennaltaehkäisevän harjoittelun merkityksestä ja ottamaan harjoitteet osaksi harjoitusrutiineja. Toimeksiantajan toivomus oli saada käyttöönsä opas ACL-vammojen ennaltaehkäisyyn käsipallossa.

9 TUOTEKEHITYSPROSESSI

Tuotekehitysprosessilla pystytään tuottamaan elinkaareltaan pitkäikäinen, kilpailukykyinen ja laadukas tuote. Tuote voi olla täysin uusi tai jo olemassa oleva kehittämistä vaativa tuote. Tuotteella tarkoitetaan tavaran, palvelun tai näiden kahden yhdistelmää. Sen tulee olla selkeästi rajattavissa, hinnoiteltavissa ja sisällöltään täsmennettävissä. Uuden tuotteen kehittäminen ja saattaminen markkinointikelpoiseksi vaatii uusimman tiedon hyödyntämistä, ja sen lähtökohtana on aina asiakas. (Jämsä & Manninen 2000, 8, 13-18.) Tärkeää on, että tutkittua tietoa pystytään soveltamaan toiminnassa ja perustelemaan näkemyksiä tiedon avulla. Sosiaali- ja terveysalan tuotteen tarkoitus on edistää asiakkaan terveyttä, hyvinvointia ja elämänhallintaa. (Jämsä & Manninen 2000, 23-24.)

Tuotteen kehittäminen alkaa kehittämistarpeen tunnistamisella. Tuotekehitysprosessi jäsentyy tuotekehityksen perusvaiheiden mukaisesti ja sen tavoitteet ja aikaansaannokset määräytyvät hankekohtaisesti. Tuotekehityksen ensimmäinen vaihe on **ongelman tai kehittämistarpeen tunnistaminen**. Keskeisintä on tällöin selvittää ongelman laajuus eli kuinka yleinen ongelma on ja ketä se koskettaa. Tämän jälkeen tulee **ideavaihe** ratkaisun löytämiseksi,

tuotteen luonnostelu, kehittäminen ja lopuksi sen **viimeistely**. Tuotekehitysprosessin vaiheet eivät edellytä aikaisemman vaiheen päättymistä. (Jämsä & Manninen 2000, 28, 31.)

Opinnäytetyö on tieteellinen työ ja siihen kuuluu teoreettinen viitekehys. Teoreettinen viitekehys pitää sisältää aikaisempia teorioita, malleja ja tutkimuksia jotka liittyvät tutkittavaan ilmiöön. Teoreettinen viitekehys osoittaa kirjoittajan perehtyneisyyden ja lukeneisuuden aiheeseen. (Kananen 2010, 21, 44.)

9.1 Ideavaihe

Ideavaiheessa etsitään vaihtoehtoja kehittämistarpeelle, kun päätöstä ratkaisukeinoista ei vielä ole. Olemassa olevan tuotteen uudistamisessa tämä vaihe voi olla lyhyt, mutta uuden tuotteen kehittämisessä ongelman ratkaisussa voidaan käyttää erilaisia lähestymistapoja, kuten luovaa toimintaa ja ongelmanratkaisumenetelmiä. Näille menetelmille on ominaista, että sallivalla ja avoimella työotteella pyritään löytämään ratkaisuja millainen tuote vastaa olemassa olevan tahon tarpeisiin ja auttaa esille nousseen ongelman ratkaisussa. (Jämsä & Manninen 2000, 35.)

Erilaisia lähestymis- ja työtapoja on monia ja niistä valitaan menetelmä, jolla voidaan tuottaa haluttu tuote. Menetelmien tavoitteena on löytää ja valita parhaat ideat ja etsiä yhteinen ratkaisumalli. Uusia ideoita ei tulisi pelätä tai kokea uhkana. Tämä edellyttää luovuuden käyttöä ja vapautta ennakkokäsityksiä kohtaan. Ideointia arvioivat kehittäjät itse, toimeksiantaja ja muut tuoteprosessiin osallistuvat tahot. Ongelman ratkaisuksi valittu lopullinen tuote tai palvelu synnyttää tuotekonseptin. (mts. 35-40.)

Opinnäytetyön ideoimisen aloitimme maaliskuussa 2018 ja ideaperi hyväksyttiin kesäkuussa. Syyskuussa allekirjoitimme opinnäytetyön sopimuksen Suomen Käsipalloliiton kanssa. Opinnäytetyön suunnitelma hyväksyttiin tammikuussa 2019, jolloin myös pidimme työn suunnitelman esitysseminaarin. Tämän jälkeen aloitimme oppaan kokoamisen.

Idea ACL-vammoja ennaltaehkäisevästä harjoitteluoppaasta syntyi omakoh-
taisista kokemuksistamme ACL-vammaan liittyen sekä tiedossamme olevien

kaudella 2017–2018 syntyneistä ACL-vammoista naisten sarjassa Suomessa. Alustavasti lähdimme tarkastelemaan, onko aiheeseen liittyen tehty opinnäyte-työtä ja löysimme Böckelmanin (2014) tekemän kyselytutkimuksen ACL-vam- mojen yleisyydestä naisten SM-sarjassa. Tutkimuksen tulokset ja Böckelma- nin kehitysidea luoda ennaltaehkäisevä harjoitteluopas vahvisti päätöstämme lähteä tekemään aiheeseen liittyvä opas.

Halusimme luoda oppaan, jonka avulla valmentajien on mahdollisimman vai- vatonta sisällyttää ehkäisevät harjoitteet osaksi harjoittelurutiineja ja saattaa oppaan antama hyöty mahdollisimman monelle pelaajalle. Halusimme op- paalla vahvistaa valmentajien positiivista näkemystä ennaltaehkäisevästä har- joittelusta sekä nostaa esille heidän roolinsa tärkeyden vammojen ehkäisyssä. Tällä tavoin saataisiin ACL-vammojen esiintyvyyttä vähennettyä Suomessa pelaavilla käsipalloilijoilla.

Suomen Käsipalloliitto vaikutti luonnollisesti hyvältä toimeksiantajalta, koska sitä kautta saisimme oppaan laajempaan jakoon Suomessa oleville käsipallo- seuroille. Otimme yhteyttä liittoon ja kerroimme ideamme. Käsipalloliitossa ol- tiin hyvin kiinnostuneita ja halukkaita myös hyödyntämään opasta heidän jär- jestämissään valmentajakoulutuksissa. Käsipalloliitto ei kuitenkaan sisällytä uusia aiheita valmentajakoulutuksiinsa kesken kauden.

9.2 Luonnosteluvaihe

Luonnosteluvaihe käynnistyy, kun on tehty päätös toteutettavasta tuotteesta tai palvelusta. Seuraavat osa-alueet ohjaavat tuotteen luonnostelua, ja ne on selvitettävä tuotekehityksen luonnosteluvaiheessa: tuotteen asiasisältö, palve- lujen tuottaja, rahoitusvaihtoehdot, asiantuntijatieto, arvot ja periaatteet, toi- mintaympäristö, säädökset ja ohjeet, sidosryhmät sekä asiakasprofiili. Näillä tuotekehityksen luonnosteluvaiheiden osa-alueilla turvataan tuotteen laatu. (Jämsä & Manninen 2000, 43.) Jämsän ja Mannisen (2000, 44-45) mukaan te- hokkaimmin asiakkaita palvelee tuote, jossa on huomioitu käyttäjäryhmän on- gelmat, tarpeet, kyvyt ja muut ominaisuudet. Tämän lisäksi on kuitenkin tär- keää selvittää myös palveluntuottajien ja muiden yhteistyötahojen näkökulmat, koska asiakkaat eivät aina ole tuotteen ensisijaisia käyttäjiä ja hyödynsaajia. Näin tuote ja sen asiasisältö vastaavat tarkoitustaan.

Tuotteen suunnittelussa tietyn organisaation tai toimintayksikön käyttöön on tarpeen tuntea organisaation toimintaa ohjaavia säädöksiä, ohjeita, lakipykälää ja toimintaohjelmia. Tämä lisäksi tutustuminen varsinaiseen toimintaympäristöön on tarpeellista. Luonnosteluvaiheessa myös ratkaistaan tuotekehityksen kustannuksiin vaikuttavat asiat. (mts. 45-51.)

Luonnosteluvaiheessa etsitään erilaisia ratkaisuja kehitettävälle tuotteelle ja siihen kuuluu ongelmien ratkaisu. Ratkaisun työvaiheisiin kuuluvat ongelman tunnistaminen ja analysointi, tietojen hankinta, vaatimusten ja tavoitteiden laatiminen, ratkaisuideoiden etsiminen ja niiden karsiminen sekä arvioiminen, valittujen ratkaisujen testaus ja lopuksi päätöksen tekeminen. (Jokinen 2010, 21.)

Tutkimusten mukaan ACL-vammojen korjausleikkaukset ovat edelleen kasvussa (Hewett ym. 2017). On myös tiedossa, että Suomen käsipallossa esille nousseiden ACL-vammojen määrä on viime kauden aikana 2017–2018 ollut runsas. Tämä on ongelma, mihin halusimme vaikuttaa oppaallamme.

Oppaan harjoitteet valikoitiin käsipallossa vaadittavia ominaisuuksia huomioiden ja harjoitteita voidaan käyttää ikäluokasta riippumatta. Oppaaseen valittiin liikkeitä, jotka pystytään toteuttamaan ilman suurempia välinehankintoja. Tämä mahdollistaa oppaan monipuolisen käytön välineistöön tai tilaan katsomatta. Oppaan tarkoituksena on lisätä valmentajien tietoisuutta ja ymmärrystä harjoitteiden vaikuttavuudesta sekä ACL-vamman syntymekanismista ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Kaikilla valmentajilla ei kuitenkaan ole anatomian tuntemusta tai pelihistoriaa lajin parissa, joten oppaamme asiasisältö on selkokielinen, mitä Käsipalloliittokin toivoi.

Suomen Käsipalloliitto tarjoutui antamaan käyttöömme kuvauspaikan sekä välineistön oppaan sisällön rakentamiseksi. Rahoitusta opinnäytetyömme ei saanut, joten hyödynsimme ilmaiseksi saatavilla olevia materiaaleja ja välineistöä.

Keräsimme tietoa oppaaseen ACL-vammoista käsipallossa ja ennaltaehkäisevistä harjoitteista viimeisimpään kirjallisuuteen ja luotettaviin tutkimuksiin viitaten. Olimme tietoisia, että maailmalla käytetään erilaisia ennaltaehkäiseviä

harjoitteluoppaita ja niiden vaikuttavuudesta on tehty tutkimuksia. Mahdollisuuksien mukaan hyödynsimme olemassa olevaa tietoa toimivien oppaiden rakenteesta ja niiden käyttötavoista parhaimman hyödyn saamiseksi.

Verkossa tehtävässä haussa käytimme tietokantoja PubMed, Pedro, OSTRC ja Finna. Hakukoneena oli käytössä Google Scholar. Hakuehtoina olivat julkaisut lähtien 2013 vuodesta tuoreempiin, ilmainen koko teksti, englanninkielisessä sisällössä piti olla ACL-vamman syntymekanismi ja/tai riskit ja/tai ennaltaehkäisy. OSTRC:n hakuun ei pystynyt lisäämään ehtoja.

Haimme mahdollisimman korkean tason (Level I-II) tutkimuksia (systemaattiset kirjallisuuskatsaukset ja meta-analyysit) ACL-vamman syntymekanismiin, riskitekijöihin ja ennaltaehkäisyyn liittyen. Hakusanoina käytettiin seuraavia: ACL, injury, non-contact, risk, mechanism, prevention, exercise, program, biomechanical factors ja handball. Taulukossa 5 listataan hakusanojen avulla tehtyjä verkkohakuja.

Taulukko 5. Verkkohakuja

Tietokannat	Hakusanat, hakulausekkeet	Osumat	Tiivistelmien perusteella valitut	Valitut
PubMed	ACL AND prevention AND handball	30	2	0
PubMed	ACL AND prevention	205	16	6
PubMed	Non-contact ACL Injuries	111	0	0
PubMed	ACL injury AND handball	4	2	2
Google Scholar	ACL injury prevention	16 700 (2014-)	0	0
Google Scholar	ACL injury prevention AND handball	2190 (2013-)	0	0
Ostrc	ACL AND prevention	490	2	1
Pedro	ACL injury	38	0	0
BMJ	ACL injury OR ACL injuries AND prevention	21	0	0
PubMed	acl prevention exercise program	20	6	1
PubMed	biomechanical risk factors AND ACL	68	5	1

Opinnäytetyömme rajaamiseen vaikuttivat luotettavimmat tutkimukset ACL-vammoista, käsipallon lajiominaisuudet, ACL-vamman riskit ja syntymekanismi, ilman kontaktia tapahtuva vammautuminen ja oppaan suuntaaminen käsipallovalmentajille.

Hakujen rajaus tuotti haasteita, koska tutkimuksia ja muuta materiaalia oli tarjolla ACL-vammaan liittyen runsaasti. Tämän vuoksi hyödynsimme pääasiassa käsipallossa tehtyjä tutkimuksia tai käsipalloon tehtyä materiaalia. Tarvittaessa täydensimme tietoa muissa palloilulajeissa tehdyillä tutkimuksilla.

9.3 Kehittelyvaihe

Kehittelyvaiheessa suunnitellaan tuotteen yksityiskohdat ja saadaan aikaan tuotteen mallikappale. Kehittelyvaiheen aluksi on hyvä kerrata tuotteelle asetetut vaatimukset ja tavoitteet (Jokinen 2010, 89). Tuotteen kehittämisessä päästään tuotteen konkreettiseen tekemisvaiheeseen ja se etenee luonnosteluvaiheessa nousseiden ratkaisujen perusteella. Kehittelyvaiheessa pyritään heikkojen kohtien poistamiseen esitestauksen ja arviointitiedon hankintaa käyttäen. Vaadittaville kehitystarpeille etsitään ratkaisuvaihtoehtoja. (Jokinen 2010, 90; Jämsä & Manninen 2000, 54).

Ohjelehtiset, esitteet ja painotuotteet kuuluvat yleisimpiin informaation välittämisen muotoihin. Informaation välittämiseen kehitetyllä tuotteella pyritään kertomaan mahdollisimman täsmällisesti, ymmärrettävästi ja asiakkaan tarpeet huomioiden sen keskeinen sisältö. Tekstin tulee avautua lukijalle ensilukemalla ja tekstin ydinajatuksen tulee olla selkeä. Sen mahdollistamiseen tuotteen kehittäjän tulisi pystyä eläytymään tiedon vastaanottajan asemaan. Varsinaisessa tekovaiheessa tehdään painotuotteiden lopulliset sisältöä ja ulkoasua koskevat valinnat. Tuotteen tekstin tyyliin, jäsentelyyn, otsikointiin ja ulkoasuun kannattaa käyttää aikaa, jotta viestin vastaanottaminen on mahdollisimman helppoa. (Jämsä & Manninen 2000, 54-57.)

Informaation välittämiseen voidaan käyttää muitakin tapoja, kuten videon valmistaminen, ohjaus- ja neuvontatilaisuuksien suunnittelu sekä WWW-sivujen ja interaktiivisen kommunikaation kehittäminen. Erilaisten elektronisten tuotteiden julkaiseminen on yleensä taloudellisinta. Sisäiset ja ulkoiset häiriötekijät, kuten

epäselvä sisältö tai laitteiden toimintahäiriöt, voivat hankaloittaa sisällön vastaanottamista. (Jämsä & Manninen 2000, 56-66.)

Oppaamme on internetistä ladattavassa PDF-tiedostomuodossa ja sen voi halutessaan tulostaa käyttöönsä paperiversiona. Oppaan julkaisun jälkeen on se vapaasti katsottavissa Käsipalloliiton internetsivuilla.

Kokosimme oppaan ennaltaehkäisevät liikkeet aikaisemmin käsipalloon tehtyjen ACL-vammojen ehkäisyohjelmiin ja ACL-vammojen tutkimuksiin pohjaten. Valitsimme liikkeitä viiteen pääkategoriaan: juoksuharjoitteet, plyo- ja hyppyharjoitteet, tasapainoharjoitteet, tekniikkaharjoitteet ja lihasvoimaharjoitteet. Näihin kategorioihin löytyy liikevaihtoehtoja, joista valmentajat itse pystyvät valitsemaan ja soveltamaan sopivat liikkeet muun harjoittelun tueksi. Liikkeet jaettiin väreillä suuntaa antavasti vaatavuuskategorioihin. Loimme valmentajille raamit, jonka pohjalta he valitsevat tietyn määrän liikkeitä jokaisesta pääkategorista. Valmentajat itse tietävät parhaiten pelaajiensa taitotason ja puitteet harjoittelua varten, joten näin ollen he pystyvät halutessaan valitsemaan haastavampia liikkeitä mitkä onnistuvat kyseisen tilan ja välineiden puitteissa. Harjoitteissa on huomioitu mahdollisuus suorittaa harjoitteita joukkueena, yksilönä sekä pareittain.

Oppaaseen kuvattiin Suomen naisten- ja miesten käsipallomaajoukkueen pelaajista kahta pelaajaa. Päätöksellämme valita kuviin maajoukkueen pelaajia pyrimme lisäämään myös pelaajien huomiota ja kiinnostusta ennaltaehkäisevän harjoittelun tärkeydestä pelisarjasta ja iästä riippumatta. Kuvauksia varten pelaajat allekirjoittivat valokuvausluvan (ks. liite 2). Opas kuvattiin Käsipalloliiton yhteistyökumppanin Kisakallion tiloissa. Oppaan valmistumisen jälkeen pidimme tapaamisen Käsipalloliiton kanssa. Kävimme oppaan läpi ja teimme siihen toimeksiantajan haluamat muutokset sekä sovimme joukkueista joilla opas esitettiin.

Millaiset sitten ovat **hyvän oppaan kriteerit**? Ei ole yhtä ja oikeaa tapaa tehdä opasta. Hyvä opas palvelee oppaan suunniteltua kohderyhmää ja muita käyttäjiä, jakaa heille neuvoja ja ohjeistusta kohderyhmälle soveltuvalla kielellä. Opas puhuttelee kohderyhmää, niin että ensivilkaisulla kohderyhmä ymmärtää oppaan olevan tarkoitettu heille. Potilasohjeissa lähtökohtana on kaksi

asiaa: laitoksen tarve ohjata potilasta toimimaan ”oikein” ja potilaan tarve saada oleellista informaatiota. (Torkkola ym. 2002, 34-35.) Potilasohjeissa käytettyä lähtökohtaa voidaan soveltaa täysin samoin periaattein oppaassamme: Käsipalloliiton tarve ohjata liitonalaisten seurojen valmentajia toimimaan ”oikein” ja antaa tarvittava tieto heille.

9.4 Tuotteen esitestaus ja viimeistely

Läpi tuotekehitysprosessin tuotetta tulee arvioida ja esitestata valmisteluvaiheessa. Esitestaus kannattaa suorittaa tuotteen loppukäyttäjillä, jotka eivät tunne kehiteltävää tuotetta ennestään. Esitestauksilanteen tulisi olla mahdollisimman todenmukainen. (Jämsä & Manninen 2000, 80.) Viimeistelyvaiheen jälkeen voidaan tehdä lopullinen päätös tuotteen aloittamisesta (Jokinen 2010, 17).

Viimeistelyvaihe käynnistyy saatujen palautteiden ja esitestauksen kritiikin pohjalta. Viimeistelyvaiheessa mm. hienosäädetään tuotteen yksityiskohtia, laaditaan käyttö- ja toteutusohjeita sekä suunnitellaan tuotteen jakelua ja markkinointi. Viimeistelyvaiheessa syntyy käyttövalmis tuote. (Jämsä & Manninen 2000, 80-81.)

Oppaamme esitestauksesta olemme keskustelleet toimeksiantajan kanssa sekä vaihtoehtoista keillä oppaan harjoitteita testataan. Vaihtoehtoiksi liitto tarjosin mm. juniori-, miesten ja naisten maajoukkueita sekä käsipallolukion opiskelijoita. Käsipalloliitto otti tehtäväkseen koordinoida oppaan esitestauksen. Opas esitestattiin viikolla 14. Esitestaukseen osallistuneet valmentajat pääsivät antamaan palautetta mm. oppaan rakenteesta, ulkoasusta ja ymmärrettävyydestä palautelomakkeen välityksellä (ks. liite 3). Kuitenkaan emme saaneet palautteita määräaikaan mennessä, mutta Käsipalloliiton antamat muutokset sekä kommentit huomioitiin oppaan viimeistelyvaiheessa.

10 VALMIS OPAS


Oppaamme rakentuu kansilehdestä, sisällysluettelosta, kahdeksan sivun teoriaosuudesta ja 52 sivuisesta harjoitteluosuudesta. Teoriaosuuteen keräsimme oleellisimpia asioita polvinivelen anatomiasta, ACL-vamman synty-

mekanismista ja sen riskitekijöistä. Pyrimme tekemään teoriaosuudesta mahdollisimman helppolukuisen, tiivistämällä oleellimmat asiat lyhyesti teksti-muotoon. Kuvilla ja taulukoilla täydensimme tekstiä ja havainnollistimme sana-maa, kuten kuvat 14 ja 15 ilmentävät.

POLVINIVEL

Polvinivel on nivelpintojensa pinta-alan mukaan elimistön suurin nivel. Se on biomekaanisesti monimutkainen nivel ja vastaa vartalon monista liikkeistä ja painon kannattelusta lonkanivelen ja nilkan kanssa. Polvinivelen kautta siirtyvät painopisteet eri liikkeiden aikana ja siihen kohdistuu suuri rasitus laajoja liikeratoja tehdessä.³

Polvinivel on liuku-sarananivel. Sen mobiiliteetti on pääasiassa koukistus ja ojennus, mutta nivel kääntyy ja kiertyy hieman kaikilla kolmella tasolla, jotka ovat sagittaali, frontaali ja horisontaali. Polvinivel taipuu normaalisti 0-15° ylijännnykseen ja 130-140° koukistuskulmaan. Polvinivelessä tapahtuu myös kiertoliikettä polven ollessa 20-130° koukistuksessa. Koukistusliikkeen lopulla polvinivel sallii myös säärluun vähäisen kierron reisiuuhun nähden. Säärluu kiertyy noin 30° sisärotaatioon ja maksimaalisessa ojennuksessa 5° ulkoroataatioon.³



NIVELSITEET

Polven **nivelsiteiden** tehtävä on tukea ja ohjata polvinivelen liikettä. Nivelkapselin ulkopuoliset **sivusiteet** ulompi ja sisempi sivuside vakauttavat polven liikettä sivuttaisuunnassa. Polvinivelen **ristisiteet** sijaitsevat polven nivelkapselin sisällä. Ne on nimetty säärluun kiinnittymisen mukaan etummaisiksi ja takimmaisiksi ristisiteiksi (ACL ja PCL). Ristisiteiden päätehtävänä on stabiloida polviniveltä eteen (ACL) ja taakse (PCL) suunnassa.⁷

³ Drake ym. 2010, 517; Kiviranta & Järvinen 2012, 54; Kauranen 2018, 205
⁴ Drake ym. 2010, 517; Kauranen & Nurkka 2010, 49; Kiviranta & Järvinen 2012, 55
⁷ Kauranen & Nurkka 2010, 51-52.; Kauranen 2018, 206

POLVINIVELEEN VAIKUTTAVAT LIHAKSET

Lihasten tehtävä on liikuttaa ja tukea polviniveltä. Kaikkien polveen vaikuttavien lihasten tulee toimia yhdessä. Kun joku lihaksista ei toimi normaalla tavalla, saattaa se aiheuttaa epäsuotuisia biomekaanisia muutoksia polvinivelen toiminnassa sekä heikentää lihasten tukea.

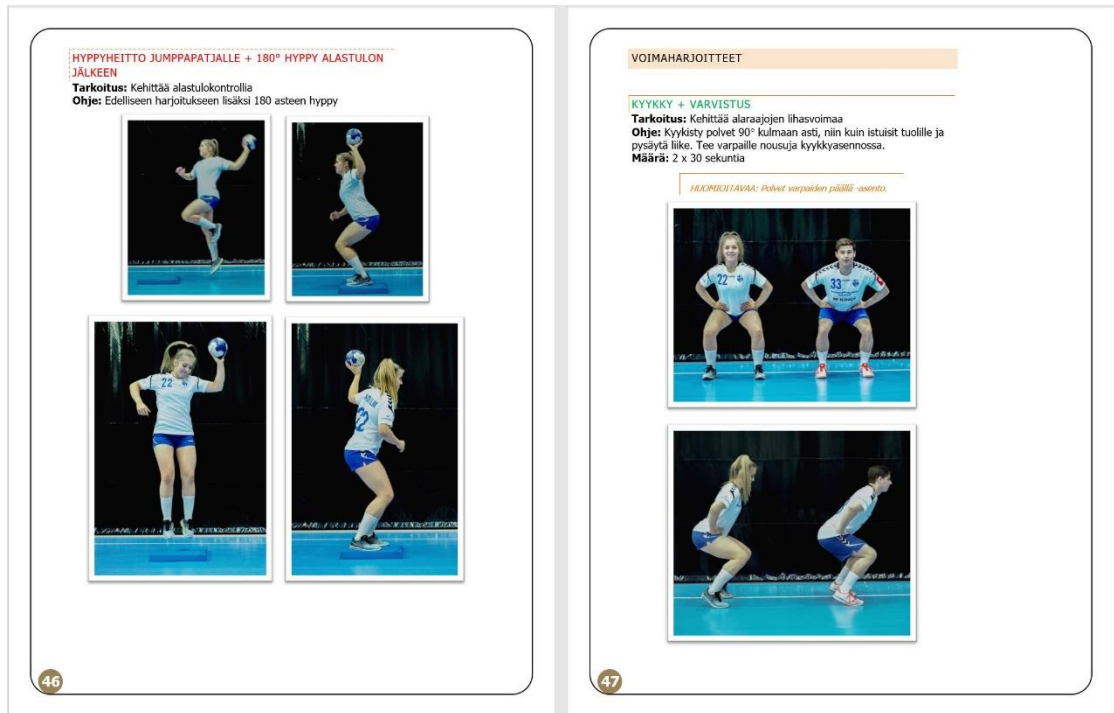
Polvinivelen koukistus (flexio)	Polvinivelen ojennus (ekstensio)	Polvinivelen säätö (Nivel 90° koukussa: nivel eteen)	Polvinivelen ulkoroataatio (Nivel 90° koukussa: nivel taakse)
<ul style="list-style-type: none"> • Kaksipäinen reisihas m. biceps femoris (2) • Puolikasainen lihas m. semitendinosus (2) • Puolikasainen lihas m. semimembranosus (2) • Kaksipäinen m. gastrocnemius (2) • Heikkohalkas m. gracilis (1) • Puolikasainen m. popliteus (2) • Kaksiosakarantalhas m. gastrocnemius (2) • Heikkohalkas m. plantaris (1) • Levän peltolihaksen jännittäjälihas m. tensor fasciae latae (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Suora reisihas m. rectus femoris (2) • Ompeluse reisihas m. vastus medialis (2) • Keskireisihas m. vastus intermedius (2) • Ulompi reisihas m. vastus lateralis (2) • Levän peltolihaksen jännittäjälihas m. tensor fasciae latae (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Polvitavallias m. popliteus (2) • Puolikasainen lihas m. semitendinosus (2) • Puolikasainen lihas m. semimembranosus (2) • Kaksipäinen m. gastrocnemius (2) • Heikkohalkas m. gracilis (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaksipäinen reisihas m. biceps femoris (2)

Polviniveltä tukevat ja liikuttavat lihakset:
A= agonisti, pääasiallisesti liikkeen aikaan saava lihas
S= synergisti, liikettä avustava lihas⁸

⁸ Finelli ym. 2017, 737; Kiviranta & Järvinen 2012, 59
⁸ Mäkelä ym. 2010, 306, 312-327, 334-335; Kauranen 2018, 289

Kuva 14. Osa valmiin oppaan teoriaosuudesta

Teoriaosuuden jälkeen on opastus liikkeiden valintaan ja kuinka se suositellaan koostettavan sekä oma sisällysluettelo harjoitteisiin. Harjoitteet aseteltiin oppaaseen yksi tai kaksi harjoitetta per sivu, jotta liikkeiden kuvat pysyvät kooltaan selkeinä. Harjoitteet jaettiin viiteen pääkategoriaan: juoksu-, plyo- ja hyppy-, tasapaino-, tekniikka- ja voimaharjoitteet. Harjoitteisiin määriteltiin liikkeen tarkoitus, ohje, määrä ja huomioitavia seikkoja, mitä valmentajan tulisi tarkkailla ja ohjata. Osa harjoitteista on variaatioita tai progressioita, jolloin tarkoitus, ohje, määrä tai huomiot eivät välttämättä muutu. Näin ollen otsikko on merkitty alaotsikkona ja edellä mainittuja asioita ei ole määritelty, jos niissä ei tapahdu muutoksia.



Kuva 15. Osa valmiin oppaan ennaltaehkäisevistä harjoitteista

Oppaan harjoitteet koottiin opinnäytetyön teoreettiseen viitekehykseen pohjautuen. Harjoitteita valittaessa huomioimme käsipallon lajivaatimukset ja pyrimme tuomaan ne harjoitteisiin.

Oppaan loppuun kokosimme sanastosivun ja kiitokset oppaan prosessiin osallistuneille ja tukijoille. Lähdemerkinnät ovat tämän jälkeen. Kaiken kaikkiaan oppaalle tuli sivuja 66 kansilehtineen.

11 POHDINTA

Opinnäytetyömme oli tuotekehitysprosessi ja sen lopputuloksena tuotimme ACL-vammoja ennaltaehkäisevän oppaan käsipallovalmentajien käyttöön. Pyrimme tekemään oppaasta käytännönläheisen ja lajinomaisen. Opinnäytetyön tekeminen ACL-vammaan liittyen lisäsi ja vahvisti tietoutta polven rakenteesta ja toiminnasta sekä ymmärrystä ACL-vammamekanismeista ja siihen altistavista tekijöistä. Näiden asioiden ymmärtäminen luonnollisesti helpotti käsittämään ennaltaehkäisevien harjoitteiden tarkoitusta ja vaikuttavuutta.

Tutkimuksissa esille nousi valmentajien roolin tärkeys ennaltaehkäisevässä harjoittelussa. Koemme, ettei valmentajien roolin tärkeyttä voi painottaa liikaa

ja pyrimmekin korostamaan sitä oppaassamme. Opasta rakentaessa pohdimme paljon, onko valmentajille kuinka merkityksellistä tietää polven rakenteesta ja polviniveleen vaikuttavista lihaksista, saatikka Hewettin ym. (2016) työryhmän tutkimista biomekaniikkaan vaikuttavista hermolihaskäytännön toiminnan puutteista. Tämä tietopohja ei nimittäin vaikuta valmentajan tekemiin valintoihin oppaan liikkeistä ja niiden teettämistä, koska liikkeet on jo suunniteltu ja valittu tutkimustietoon pohjautuen. Hermolihaskäytännön toiminnan puutteiden ymmärtäminen toki mahdollistaa yksilöllisemmän ennaltaehkäisevän harjoittelun suunnittelemisen, mutta mielestämme se ei kuitenkaan poista muiden osa-alueiden harjoittelun tarpeellisuutta. Oppaamme teoriaisuus antaa ymmärryksen perusteista ja mahdollisuuden syventää tietoutta omatoimisesti opasta apuna käyttäen. Kokonaiskuvan hahmottaminen helpottaa yksittäisten ennaltaehkäisevien harjoitteiden merkityksen ymmärtämistä ja näin harjoittelukokonaisuuden rakentamista.

Käsipallossa naisurheilijoilla on jopa 2–5 kertaa suurempi riski altistua ACL-vammoille (Landreau ym. 2018, 262; Seil ym. 2018, 280). Naisurheilijoiden suuremman loukkaantumisen riskin vuoksi myös tutkimukset ovat kohdennettu naisille. Naisten suurempaan riskiin altistua ACL-vammoille vaikuttavat sukupuoliset erot anatomiassa, hormonaalisissa tekijöissä ja hermolihaskäytännössä (Hewett ym. 2016). Opinnäytetyömme *Sisäiset riskitekijät* -kappalessa keskityimme näihin naisten ja miesten välisiin eroihin. Kuitenkin oppaassamme emme halunneet korostaa sukupuolisia eroja liiaksi, jottei syntyisi mielikuvaa, etteikö miehet hyötyisi harjoittelusta.

Opinnäytetyön rajaaminen tuntui alussa hankalalta, koska aiheesta on lähteitä runsaasti. Lähteinä käytimme myös vieraskielisiä lähteitä, jolloin ammattisanaston käyttö ja lähteiden suomentaminen oli alussa työlästä. Pyrimme ettei oma pelihistoriamme ja tämänhetkinen roolimme valmentajina estä objektiivista näkökulmaa opinnäytetyön teossa ja koemme onnistuneen tässä hyvin.

Opinnäytetyön teko oli haastavaa ja mielenkiintoista. Opinnäytetyö prosessina vastasi ennakkokäsityksiämme. Mielialat prosessin aikana ja sen etenemisen suhteen vaihtelivat suuresti. Ajoittain piti muistuttaa itseään ja paria kuinka isosta prosessista on kyse ja kuinka kokonaisuus lähtee rakentumaan palape-

lin tavoin, pala kerrallaan. Tämän ymmärrettyämme loimme eri vaiheissa pienempiä päivä- tai viikkotavoitteita ja iloitsimme niiden saavuttamisesta. Tämän jälkeen oli helpompaa hahmottaa seuraava vaihe ja yleisesti koko opinnäytetyön kokonaisuus.

Parin kanssa toteutettu opinnäytetyö vaatii mielestämme tiimityöskentely- ja yhteistyötaitoja. Tämä prosessi on kehittänyt kommunikointi- ja kuuntelutaitojamme sekä kompromissien tekemistä. Olimme jo opintojen aikana tehneet yhdessä kouluprojekteja onnistuneesti ja uskalsimme näin lähteä työstämään myös opinnäytettä yhdessä. Asumme eri paikkakunnilla, joten tiedonkulun tärkeys ja joustavuus korostuivat työskentelyssä. Tapasimme 1–4 kertaa kuussa ja tämän lisäksi käytimme puheluita ja viestejä yhteydenpidon välineinä.

Oppaan tekeminen oli mielekästä ja liikkeiden kuvaaminen onnistui yhden päivän kuvausession aikana. Kuvauspäivä oli hektinen, koska kuvaustila oli käytössä vain tietyn ajan, eikä meillä ollut aikaisempaa kokemusta paljonko harjoitteiden kuvaaminen veisi aikaa. Loppujen lopuksi yli 1200 kuvasta valitsimme käyttöömme 90 kuvaa.

11.1 Luotettavuus ja eettisyys

Fysioterapeutin eettisiä ohjeita voidaan käyttää opinnäytetyön tekemisen tukena ja lisätä näin opinnäytetyön luotettavuutta. Fysioterapeutin tehtävänä on terveyden, liikkumisen, toiminta- ja työkyvyn edistäminen ja ylläpitäminen. Ammatillisen tiedon ja osaamisen sekä arvojen ja elämäkokemuksen sisäistämällä fysioterapeutti pystyy eettiseen pohdintaan, päätöksentekoon ja oman toimintansa kriittiseen arviointiin. Fysioterapeutti korostaa näyttöön perustuvaa toimintaa ja sitoutuu noudattamaan tutkimuseettisiä periaatteita ja hyvää tieteellistä käytäntöä. (Kulju ym. 2014.)

Opinnäytetyön luotettavuuskysymykset tulee huomioida jo työn suunnitteluvaiheessa. Opinnäytetyön tulosten pitää olla luotettavia, eli tutkimustulosten tulee olla oikeita. Oma työtä tulee reflektoida läpi opinnäytetyöprosessin. Opinnäytetyön luotettavuutta lisää tuoreiden tutkimusten käyttö, jotka ovat mahdollisesti vertaisarvioituja. (Kananen 2015, 342-343.) Opinnäytetyön argumentointi perustuu tarkoin selvitettyyn tietoperustaan (Vilkkä & Airaksinen 2004, 33).

Opinnäytetyötä tehdessä tulee olla tietoisesti tutkiva ja kehittävä työote sekä tehtyjä valintoja ja ratkaisuja tulee perustella. Omaa toimintaa tulee arvioida jatkuvasti. (Vilkkä & Airaksinen 2004, 33.) Opinnäytettä tehdessä opiskelija osoittaa itsenäistä osaamista, yhteistyökykyä ja neuvottelutaitoja opinnäytetyöprosessin eri tahojen kanssa. (Vilkkä & Airaksinen 2004, 8).

Opinnäytetyössämme käytettiin tutkimuksia ja kirjallisuutta monipuolisesti ja käytetyt lähteet olivat mahdollisimman tuoreita. Vertasimme mahdollisimman objektiivisesti tutkimustuloksia toisiinsa pyrkien tulkitsemaan niitä oikein. Olimme lähdekriittisiä ja pyrimme käyttämään ensisijaisia lähteitä. Kävimme keskustelua ja perustelimme opinnäytetyötämme koskevia valintoja ja teimme päätökset yhdessä.

Oppaan esitestausvaiheessa pyysimme valmentajia kertomaan mielipiteensä oppaan ensivaikutelmasta, ymmärrettävyydestä ja selkeydestä palautelomakkeen välityksellä. Valitettavasti emme saaneet palautteita aikamääräeseen mennessä, joten oppaaseen ei tehty muutoksia toimeksiantajan tapaamisen jälkeen. Oppaan kuvattavat allekirjoittivat valokuvausluvan ja antoivat luvan käyttää nimiään oppaan kiitos-osuudessa.

Aiheemme on ajankohtainen ja oppaalle tarve. Opas on rakennettu fysioterapeutin eettisiä ohjeita noudattaen edistämään ja ylläpitämään terveyttä sekä liikkumis- ja toimintakykyä.

11.2 Jatkotutkimusehdotukset

Ehdotamme jatkotutkimukseksi oppaan vaikuttavuuden seuraamista. Tässä tarkasteltaisiin, kuinka valmentajat ovat ottaneet oppaan käyttöön, millaisia lyhyen ja pidemmän aikavälin vaikutuksia oppaalla saadaan ja nouseeko esille oppaan mahdollisia puutteita ja kehitystarpeita pidemmällä aikavälillä käytettynä. Näiden tietojen pohjalta olisi hyvä rakentaa ennaltaehkäiseviä harjoitusoppaita myös muille yleisille ja merkittävää haittaa aiheuttaville vammoille käsipallossa. Jatkotutkimus mahdollistaisi ACL-vammojen ja sukupuolisten erojen merkittävimpien syiden tarkemman kokoamisen sekä kuinka valmentajien tulisi huomioida ne harjoituksia suunniteltaessa.

Mielenkiintoista olisi tietää onko patteristoilla, mittareilla tai testeillä mahdollista ennustaa ACL-vammojen riskiä sekä pystytäänkö niitä seuraamalla määrittämään ennaltaehkäisevän harjoitteluoppaan vaikuttavuutta. Tällainen tutkimus voisi toimia myös omana jatkotutkimuksena.

LÄHTEET

- Barton, C., Collins, N. & Crossley, K. 2017. Introduction to clinical biomechanics. Teoksessa Brukner & Khan's (toim.) *Clinical sports medicine: injuries / Peter Brukner*. 5. painos. Sidney: McGraw-Hill Education Pty Ltd. 85–120.
- Bencke, J., Aagaard, P. & Zebis, M. 2018. Muscle activation during acl injury risk movements in young female athletes: A Narrative Review. *Frontiers in Physiology*. Vsk. 9, 445. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5962681/> [viitattu 7.1.2019].
- Benjaminse, A., Postman, W., Janssen, I. & Otten, E. 2017. Video feedback and 2-dimensional landing kinematics in elite female handball players. *Journal of Athletic Training*. Vsk. 52 (11), 993–1001. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5737049/> [viitattu 10.1.2019].
- Bennett, R. 2015. *Injury Prevention and Rehabilitation in Sport*. Ramsbury: The Crowood Press Ltd.
- Böckelman, C. 2014. Frekvensen samt uppkomsten av främre korsbandsskador bland kvinnliga handbollsspelare i Finland. Arcada: Fysioterapian koulutusohjelma. Opinnäytetyö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/handle/10024/86250> [viitattu 5.9.2018].
- Drake, R.L., Vogl, A.W. & Mitchell, A.W.M. 2010. *Gray's Anatomy for Students*. 2. painos. Churchill Livingstone: Elsevier Inc.
- Eliakim, A. & Nemet, D. 2018. Injury Prevention in Handball. *Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport*. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 5.1.2019].
- European Handball Federation. 2018a. EHF member federation. Saatavissa: <http://eurohandball.com/federations> [viitattu 20.10.2018].
- European Handball Federation. 2018b. Handball basics. Saatavissa: <http://eurohandball.com/ehf/handballbasics> [viitattu 20.10.2018].
- Finnhandball. 2018a. Suomen Käsipalloliitto ry, Toimintasuunnitelma 2018. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://finnhandball.net/wp-content/uploads/2018/03/SKPL_Toimintasuunnitelma_2018.pdf [viitattu 21.10.2018].
- Finnhandball. 2018b. Historia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://finnhandball.net/suomen-kasipalloliitto/historia/> [viitattu 20.10.2018].
- Finnhandball. 2018c. Valmentaja- ja ohjaajakoulutus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://finnhandball.net/valmennus-ja-koulutus/> [viitattu 21.10.2018].
- Finnhandball. 2018d. Tule pelaamaan käsipalloa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://finnhandball.net/tule-mukaan-kasipalloon/> [viitattu 20.10.2018].

Frobell, R., Cooper, R., Morris, H. & Hutchinson, M. 2017. Acute knee injuries. Teoksessa Brukner & Khan's (toim.) *Clinical sports medicine: injuries* / Peter Brukner. 5. painos. Sidney: McGraw-Hill Education Pty Ltd. 713–768.

Hewett, T., Ford, K., Hoogenboom, B. & Myer, D. 2010. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. Vsk. 5 (4), 234–251. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3096145/> [viitattu 5.2.2019].

Hewett, T., Myer, D., Ford, K., Paterno, M. & Quotman, C. 2016. Mechanisms, prediction, and prevention of acl injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *Journal of Orthopaedic Research*. Vsk. 34 (11), 1843–1855. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5505503/> [viitattu 15.1.2019].

Hewett, T., Ford, K., Xu, Y., Khoury, J. & Myer, D. 2017. Effectiveness of neuromuscular training based on the neuromuscular risk profile. *The American Journal of Sports Medicine*. Vsk. 45 (9), 2142–2147. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5513747/> [viitattu 17.12.2018].

Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. E-kirja. 6. korjattu painos. Aalto yliopisto. Teknillinen korkeakoulu. Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf> [viitattu 26.10.2018].

Jämsä, K. & Manninen, E. 2000. Osaamisen tuotteistaminen sosiaali- ja terveysalalla. Helsinki. Tammi.

Järvelä, S., Kiekara, T. & Järvelä, T. 2016. Tuplasiirre versus yksössiirreteknikka polven eturistisiteen 198 rekonstruktiossa: randomoitu, prospektiivinen tutkimus – 10 v seurannan tulokset. *Suomen Ortopedia ja Traumatologia*. Vsk. 39 (2) 198–204. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://www.soy.fi/files/soy_39_2_2016_web.pdf [viitattu 2.10.2018].

Kananen, J. 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 111.

Kananen J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen opas. Miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 212.

Kauranen, K. 2018. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Tampere: Tammerprint Oy.

Kiviranta, I. & Järvinen M. 2012. Ortopedia. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Korsshaug, T. & Bahr, R. 2015. Video analysis of acl injuries in sports. *Sports Injuries and Prevention*. E-kirja. Japani: Springer. Saatavissa: <https://www.springer.com/de/book/9784431553175#reviews> [viitattu 5.12.2018].

- Kristianslund, E., Faul, O., Bahr, R., Myklebust, G & Krosshaug, T. 2014. Sidestep cutting technique and knee abduction loading: implications for acl prevention exercises. *British journal of sports medicine*. Vsk. 48, 778–783. E-artikkeli. Saatavissa: <https://bjsm.bmj.com/content/48/9/779.full> [viitattu 15.1.2019].
- Kulju, K., Lähteenmäki, M-L., Mesiäinen, H., Myyryläinen, R., & Rautonen, A. 2014. Fysioterapeuttien eettiset ohjeet. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.suomenfysioterapeutit.fi/wp-content/uploads/2018/01/Fysioterapeutin Eettiset Ohjeet 2014.pdf](https://www.suomenfysioterapeutit.fi/wp-content/uploads/2018/01/Fysioterapeutin_Eettiset_Ohjeet_2014.pdf) [viitattu 26.10.2018].
- Landreau, P., Laver, L. & Seil, R. 2018. Knee Injuries in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 29.12.2018].
- Laver, L., Luig, P., Achenbach, L., Myklebust, G & Karlsson, J. 2018. Injury Prevention in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 5.12.2018].
- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2017. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Luig, P. 2010. Handball injuries. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://activities.eurohandball.com/ehfcan/9823> [viitattu 20.10.2018].
- Luig, P. & Henke, T. 2011. Acute injuries in handball. European Handball Federation (EHF). Scientific Conference 2011. Science and Analytical Expertise in Handball (Scientific and practical approaches). Wien 18–19.11.2011. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://ebook.eurohandball.com/EHF%20Scientific%20Conference%202011/downloads/livebook.pdf> [viitattu 20.10.2018].
- Michalsik, L.B. 2018. Injury Prevention in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 5.1.2019].
- Moseley, L. 2017. Pain: why and how does it hurt? Teoksessa Brukner & Khan's (toim.) Clinical sports medicine: injuries / Peter Brukner. 5. painos. Sidney: McGraw-Hill Education Pty Ltd. 55–63.
- Myklebust, G., Zebis, M. & Andersson S. 2018. Injury Prevention in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 15.1.2019].
- Myklebust, G., Skjøberg, A. & Bhar, R. 2013. ACL injury incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: important lessons learned. E-artikkeli. Saatavissa: <https://pdfs.semanticscholar.org/0963/89f4704fc1da9485e2534627ad95b68f38a6.pdf?ga=2.138259312.1746009516.1539514856-1698676606.1539514856> [viitattu 8.1.2019].

Møller, M., Ageberg, E., Bencke, J., Zebis, M. & Myklebust, G. 2018. Injury Prevention in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 8.1.2019].

Nessler, T., Denney, L. & Sampley, J. 2017. Acl injury prevention: what does research tell us?. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. Vsk. 10 (3), 281–288. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5577417/> [viitattu 8.1.2019].

Olsen, OE., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I. & Bahr R. 2005. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*. Vsk. 330 (7489) 449. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.bmj.com/content/330/7489/449.long> [viitattu 8.1.2019].

Olympic. 2018. International Handball Federation. Saatavissa: <https://www.olympic.org/international-handball-federation> [viitattu 20.10.2018].

Otsuki, R., Kuramochi, R. & Fukubayashi, T. 2014. Effect of injury prevention training on knee mechanics in female adolescents during puberty. *International Journal of Sports Physical Therapy*. Vsk. 9 (2), 149–156. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4004120/> [viitattu 17.12.2018].

Pappas, E., Shiyko, M., Ford, K., Myer, G. & Hewett, T. 2016. Biomechanical deficit profiles associated with acl injury risk in female athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vsk 48 (1), 107–113. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4681676/> [viitattu 12.1.2019].

Seil, R., Sensorski, E. Landreau, P., Engebretsen, L., Menetrey, J. & Samuelson, K. 2018. Management of ACL Injuries in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 29.12.2018].

Setuain, I. Bencke, J., Alfaro-Adrián, J. & Izquierdo, M. 2018. Management of ACL Injuries in Handball. Handball Sports Medicine : Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 8.1.2019].

Shimokochi, Y., Ambegaongar, J. & Meyer, E. 2016. Changing sagittal-plane landing styles to modulate impact and tibiofemoral force magnitude and directions relative to the tibia. *Journal of Athletic Training*. Vsk. 51 (9), 669–681. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5139783/#attr-51-10-15-box01> [viitattu 27.12.2018].

Skadefri. 2018. Knee. Are you familiar with the most common knee injuries? WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://fittoplay.org/body-parts/knee/overview-knee-injuries/> [viitattu 5.11.2018].

Sugimoto, D. & Myer, G.D. 2015. Prevention of anterior cruciate ligament (acl) injury. Sports Injuries and Prevention. E-kirja. Japani: Springer. Saatavissa: <https://www.springer.com/de/book/9784431553175#reviews> [viitattu 5.1.2019].

Torkkola, S., Heikkinen, H. & Tiainen, S. 2002. Potilasohjeet ymmärrettäväksi, opas potilasohjeiden tekijöille. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilka, H. & Airaksinen T. 2004. Toiminnallinen opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Ylinen, J. 2010. Venytystekniikat: Lihas-jännesteemi. Muurame: Medireha-book kustannus Oy.

Yoshida, N., Kunugi, S., Mashimo, S., Okuma, Y., Masunari, A., Miyazaki, S., Hisajima, T. & Miyakawa, S. 2016. Effect of forefoot strike on lower extremity muscle activity and knee joint angle during cutting in female team handball players. *Sports Medicine – Open*. Vsk. 2, 32. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4985532/> [viitattu 16.12.2018].

Zebis, M. & Bencke, J. 2018. Biomechanical Aspects in Handball: Lower Limb. *Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport*. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 29.12.2018].

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Vammojen jakaantuminen kehon eri osissa ammattikäsi- ja amatööripalloilijoilla. Luig, P. 2010. Handball injuries. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://activities.eurohandball.com/ehfcan/9823> [viitattu 10.1.2019].

Kuva 2. Polven rakenneosat. Mukailen Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2017. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy. [viitattu 12.1.2019].

Kuva 3. Polvinivelen ekstensio- ja fleksioliikesuunnat ja asteluvut. Ylinen, J. 2010. Venytystekniikat: Lihas-jännesytemi. Muurame: Medirehabook kustannus Oy. [viitattu 15.1.2019].

Kuva 4. Reisiluun ja sääriluun kiertyminen ja liukuminen koukistuksen aikana A. mediaalisesti B. lateraalisesti. Mukailen Kiviranta, I. & Järvinen M. 2012. Ortopedia. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. [viitattu 13.1.2019].

Kuva 5. Q-kulma. Kiviranta, I. & Järvinen M. 2012. Ortopedia. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. [viitattu 10.1.2019].

Kuva 6. Q-kulman ero miehillä ja naisilla. Mukailen Bennett, R. Injury Prevention and Rehabilitation in Sport. 2015. Ramsbury: The Crowood Press Ltd. [viitattu 10.1.2019].

Kuva 7. ACL-säikeet polven koukistuksen aikana. Mukailen Frobell, R., Cooper, R., Morris, H. & Hutchinson, M. 2017. Acute knee injuries. Teoksessa Brukner & Khan's (toim.) Clinical sports medicine: injuries / Peter Brukner. 5. painos. Sidney: McGraw-Hill Education Pty Ltd. 713–768. [viitattu 13.1.2019].

Kuva 8. Valgusasento. Mukailen Hewett, T., Ford, K., Hoogenboom, B. & Myer, D. 2010. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. Vsk. 5 (4), 234–251. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3096145/> [viitattu 5.2.2019].

Kuva 9. Polven turvallinen asento ja ACL-vammaan johtava asento. Mukailen Frobell, R., Cooper, R., Morris, H. & Hutchinson, M. 2017. Acute knee injuries. Teoksessa Brukner & Khan's (toim.) Clinical sports medicine: injuries / Peter Brukner. 5. painos. Sidney: McGraw-Hill Education Pty Ltd. 713–768. [viitattu 13.1.2019].

Kuva 10. Sagittaalitason kuva polvinivelestä valgusromahduksen aikana. Seil, R., Senorski, E. Landreau, P., Engebretsen, L., Menetrey, J. & Samuelsson, K. 2018. Management of ACL Injuries in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 13.1.2019].

Kuva 11. ACL-vamman riskitekijät naisurheilijoilla. Mukailen Bencke, J., Aagaard, P. & Zebis, M. 2018. Muscle activation during acl injury risk movements in young female athletes: A Narrative Review. *Frontiers in Physiology* 9, 445.

E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5962681/> [viitattu 10.1.2019].

Kuva 12. Yhden jalan alastulossa syntyvät voimat. Mukailen Shimokochi, Y., Ambegaongar, J. & Meyer, E. 2016. Changing sagittal-plane landing styles to modulate impact and tibiofemoral force magnitude and directions relative to the tibia. *Journal of Athletic Training*. Vsk. 51 (9), 669–681. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5139783/#attr-51-10-15-box01> [viitattu 10.1.2019].

Kuva 13. Sivusuunnan leikkaavaliike kapealla ja leveämmällä alaraajojen asennolla. Myklebust, G., Zebis, M. & Andersson S. 2018. Injury Prevention in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 13.1.2019].

Kuva 14. Osa valmiin oppaan teoriaosuudesta. Kuvakaappaus. Opas käsipallovalmentajille. [viitattu 29.3.2019].

Kuva 15. Osa valmiin oppaan ennaltaehkäisevistä harjoitteista. Kuvakaappaus. Opas käsipallovalmentajille. [viitattu 29.3.2019].

Taulukko 1. ACL-vammojen esiintyvyys naiskäsipalloilijoilla Norjassa. Myklebust, G., Skjøberg, A. & Bhar, R. 2013. ACL injury incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: important lessons learned. E-artikkeli. Saatavissa: https://pdfs.semanticscholar.org/0963/89f4704fc1da9485e2534627ad95b68f38a6.pdf?_ga=2.138259312.1746009516.1539514856-1698676606.1539514856 [viitattu 30.11.2018].

Taulukko 2. Polvinivelen liikkeisiin osallistuvat lihakset. Mukailen Ylinen, J. 2010. Venytystekniikat: Lihäs-jännesysteemi. Muurame: Medirehabook kustannus Oy; Kauranen, K. 2018. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy. [viitattu 2.12.2018].

Taulukko 3. Kanta-askelluksen, koko jalan alastulon ja leveän alaraajojen asennon haitat ja niiden harjoittaminen. Mukailen Yoshida, N., Kunugi, S., Mashimo, S., Okuma, Y., Masunari, A., Miyazaki, S., Hisajima, T. & Miyakawa, S. 2016. Effect of forefoot strike on lower extremity muscle activity and knee joint angle during cutting in female team handball players. *Sports Medicine – Open*. Vsk. 2, 32. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4985532/>; Shimokochi, Y., Ambegaongar, J. & Meyer, E. 2016. Changing sagittal-plane landing styles to modulate impact and tibiofemoral force magnitude and directions relative to the tibia. *Journal of Athletic Training*. Vsk. 51 (9), 669–681. E-artikkeli. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5139783/#attr-51-10-15-box01>; Kristianslund, E., Faul, O., Bahr, R., Myklebust, G & Krosshaug, T. 2014. Sidestep cutting technique and knee abduction loading: implications for acl prevention exercises. *British journal of sports medicine*. Vsk. 48, 778–783. E-artikkeli. Saatavissa: <https://bjsm.bmj.com/content/48/9/779.full>; Myklebust, G., Zebis, M. & Andersson S. 2018. Injury Prevention in Handball. Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib>; Zebis, M. & Bencke, J. 2018. Biomechanical Aspects in Handball: Lower Limb.

Handball Sports Medicine: Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 29.12.2018].

Taulukko 4. Hermolihasjärjestelmän puutteet ja hyödyt. Mukailten Setuain, I. Bencke, J., Alfaro-Adrián, J. & Izquierdo, M. 2018. Management of ACL Injuries in Handball. Handball Sports Medicine : Basic Science, Injury Management and Return to Sport. E-kirja. Berlin: Springer. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib> [viitattu 29.12.2018].

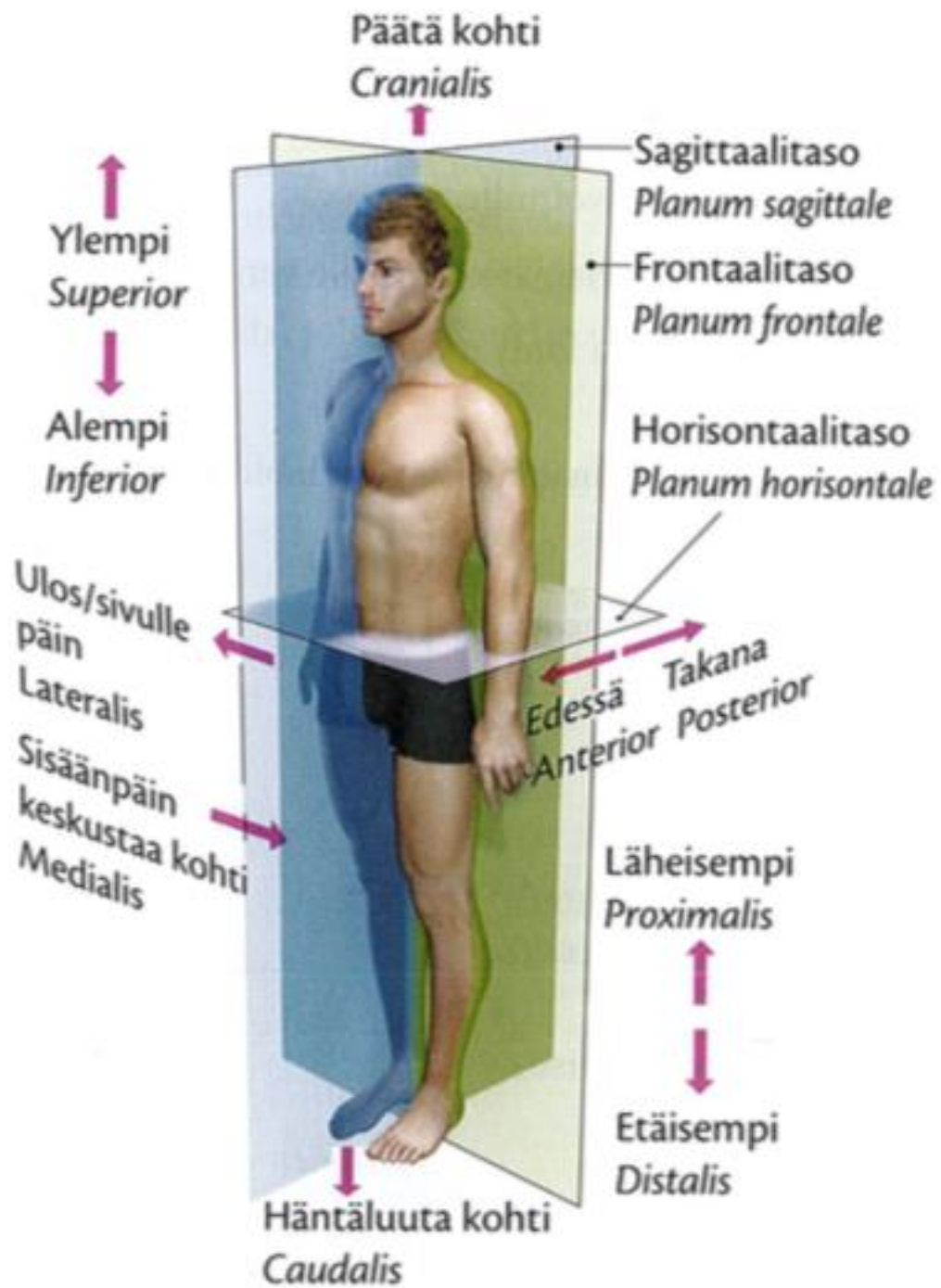
Taulukko 5. Verkkohakuja. [viitattu 4.1.2019].

Tutkimustaulukko

Tutkimuksen bibliografiset tiedot	Tutkimuskohde ja tutkimuskysymykset	Otoskoko ja menetelmät	Keskeiset tulokset tiiviisti	Oma kiinnostus
Benjaminse, A., Postman, W., Janssen, I. & Otten, E. 2017. Video Feedback and 2-Dimensional Landing Kinematics in Elite Female Handball Players. <i>J Athl Train.</i> 52, 993–1001. E-artikkeli.	Tarkoitus testata video palautteen toimivuutta alastulotekniikassa, eliitti käsipalloilijoilla.	Tutkimukseen valittiin 16 eliitti tasolla pelaavaa naiskäsipalloilijaa. Kontrolliryhmässä kahdeksan keskiarvoltaan 17,61 vuotta ($\pm 1,34$ v.), pituus 173 cm (± 3 cm) ja paino 69,55 kg ($\pm 4,29$ kg). Videoryhmässä kahdeksan 17,81 v. ($\pm 0,86$ v.), pituus 171cm (± 3 cm) ja paino 64,28 kg ($\pm 6,29$ kg). Molemmat hyppäsivät ennen harjoittelua kaksi testihyppyä, sen jälkeen kaksi harjoitteluhyppyä, jonka jälkeen kaksi harjoittelun jälkeistä testihyppyä. Videoryhmä sai harjoittelukertojen 1 ja 2 välissä videopalautetta, missä oli kaksi siluettia päällekkäin, esimerkin optimaalinen suoritus ja heidän oma suorituksen. Kontrolliryhmä ei taas saanut videopalautetta.	Päällekkäiskuvan visuaalinen palaute on toimiva tapa kehittää alastulon kinematiikkaa lajin omaisessa hyppyyteissä. Näin ollen alastulo hyppyyteistä turvallisempaa.	Videopalautteen hyödyntäminen ennaltaehkäisevässä harjoittelussa.
Yoshida, N., Kunugi, S., Mashimo, S., Okuma, Y., Masunari, A., Miyazaki, S., Hisajima, T. & Miyakawa, S. 2016. Effect of Forefoot Strike on Lower Extremity Muscle Activity and Knee Joint Angle During Cutting in Female Team Handball Players. E-artikkeli.	Tarkoituksen tutkia askelluksen vaikutusta sivusuunnan liikkeessä polvinivelen kulmaa ja lihasten aktivaatioon.	11 naiskäsipalloilijaa, ikä 21,5 vuotta ($\pm 0,9$ v.), pituus 163,1 cm ($\pm 5,2$ cm.), paino 57,8 kg ($\pm 3,8$ kg.). Lihasaktiivatiota mitattiin EMG:llä ja siihen synkronoidulla voimalevyllä. Polvinivelen kulmaa mitattiin 3D liikeanalyysillä.	Päkiäaskelluksessa takareiden lihasten aktivaatio parempi ja valgus kulma pienempi, verrattuna kanta askellukseen.	Biomekaniikan vaikuttavuus lihasaktivaatioon ja sitä kautta polvinivelen kulmaan.
Hewett, T., Ford, K., Xu, Y., Khoury, J. & Myer, D. 2017. Effectiveness of Neuromuscular Training Based on the Neuromuscular Risk Profile. <i>The American Journal of Sports Medicine</i> 45, 2142–2147. E-artikkeli.	Tarkoituksena ollut tutkia keskivartaloon ja lantioon kohdistettujen hermolihasjärjestelmä harjoitteiden (TNMT – targeted neuromuscular training) vaikuttavuutta keskivartalon hallintaa ja lantion voimaan. Hypoteesit: (1)	Tutkimukseen osallistui 624 naisurheilijaa, joiden lajivaatimuksiin kuuluu hyppy, sivuttaisliikkeet ja yhden jalan varassa kääntymiset. Urheilijoille teetettiin kolme erilaista tehtävää (1. drop vertical jump, 2. single-leg drop ja 3.	TNMT paransi merkittävästi lantion alueen biomekaniikkaa tehtävien aikana; lonkan ulkokierto ja reaktiivoima kasvoivat, vartalon koukistu suunnan liike kas-	Keskivartalon ja lantion alueen hermolihasjärjestelmän harjoittelun vaikuttavuus ACL-vammoihin.

	TNMT alentaa biomekaanisia ja hermolihaskäytännöllisiä ACL-vamman riskitekijöitä ja (2) TNMT alentaa näitä biomekaanisia ja hermolihaskäytännöllisiä riskitekijöitä suuremmissa mittakaavassa, kun urheilijalla on tunnistettu korkean riskin ACL-vammojen loukkaantumisen riski.	single-leg cross drop) ennen ja jälkeen TNMT-ohjelman. 3D-menetelmää hyödyntäen tehtävät analysoitiin ja sen perusteella heidät jaettiin kolmeen riskiluokkaan. Lopulta 375 urheilijan tulokset analysoitiin, TNMT-ryhmä 222 ja kontrolliryhmä 148.	voit ja ojennus väheni. TNMT keskittyi erityisesti alaraajan proksimaalisen osan ja vartalon riskitekijöihin, nämä eivät kuitenkaan vähentäneet polvinivelen eteenpäin suuntautuvaa kuormitusta. Biomekaaniset hyödyt kasvoivat, mitä korkeampi riskiluokka oli kyseessä.	
Otsuki, R., Kuramochi, R. & Fukubayashi, T. 2014. EFFECT OF INJURY PREVENTION TRAINING ON KNEE MECHANICS IN FEMALE ADOLESCENTS DURING PUBERTY. <i>International Journal of Sports Physical Therapy</i> 9, 149–156. E-artikkeli.	Tutkimuksen tarkoitus oli arvioida loukkaantumista ennaltaehkäisevän harjoitteluohjelman vaikuttavuutta polven linjaukseen dynaamiseen liikkeen aikana murrosikäisillä koripalloa pelaavilla tytöillä, kun polven mekaniikka on muuttumassa.	Tutkimukseen osallistui 60 pelaajaa 13,1 vuotiaasta ($\pm 0,8$ v.). Heidät jaettiin harjoitteluryhmään (n=32) ja kontrolliryhmään (n=28). Harjoitteluryhmä toteutti 6kk harjoitusohjelmaa, joka sisälsi erilaisia kyykkyjä, hyppyjä, alastuloja ja sivuttaissuunnan liikkeitä. Kontrolliryhmä jatkoi normaaleja harjoitusrutiineja. Osallistuneilta mitattiin polven valgus kulma ja koukistus drop vertical jump-testissä. Lisäksi mahdollista polven loitonnuksen liikettä arvioitiin.	Harjoitteluohjelma oli toimiva ehkäisemään polven mekaanisia muutoksia murrosiän aikana. Kontrolliryhmän polven valgus liikkuvuus kasvoi, mutta harjoitteluryhmän pysyi muuttumattomana. Myös polven koukistus kulma väheni kontrolliryhmällä, kun taas harjoitteluryhmän pysyi muuttumattomana. Arvio polven loitonnuksen liikkeestä kasvoi kontrolliryhmällä, kun taas harjoitteluryhmällä pysyi samana.	Loukkaantumista ennaltaehkäisevän harjoitteluohjelman vaikuttavuus polven mekaniikan muutoksiin murrosiän aikana.
Shimokochi, Y., Ambegaongar, J. & Meyer, E. 2016. Changing Sagittal-Plane Landing Styles to Modulate Impact and Tibiofemoral Force Magnitude and Directions Relative to the Tibia. <i>Journal of Athletic Training</i> 51, 669-681. E-artikkeli.	Tutkimuksessa tarkasteltiin sagittaalitasoon muutoksien vaikuttavuutta yhdenjalan alastulon voimiin ja voimien suuntaan.	Tutkimukseen osallistui 20 liikunnallisesti aktiivista aikuista, 10 miestä ja 10 naista. Tutkimus suoritettiin laboratoriossa mitaten kinematiikkaa ja kinetiikkaa voimalaudalla, 3D-kuvantamisella ja liikemontori ohjelmalla. Naiset pudottautuivat 30 cm laatikon päältä yhdelle jalalle ja miehet 45 cm. Kolme tapaa: itsevalittu yhden jalan alastulo tekniikka (SSL), päkiä alastulo (LFL) ja "flat foot landing" (URL).	Alastulo URL tuotti suuremman voimat kohdistuksen anteriorisesti sääriluuhun nähden, vähemmän polven koukistuskulman, sekä sääriluun akseliin kohdistuva maksivoimaan meni 40 ms. Nämä kinematiikat ja kinetiikat voivat johtaa suurempaan sääriluun akselin maksivoimaan ja anteriorisesti jakautuviin voimiin, kasvattaen riskiä	Kinematiikan ja kinetiikan vaikuttavuus voimien suuruuteen ja suuntaan.

			<p>ACL:n vahingoittumiselle. LFL tuotti, verrattaen URL-alastuloon, vähäisemmät voimat kohdistuen ne posterorisesti sääriluuhun nähden, suuremman polven koukistuskulman, sekä 1,8 kertaista pidemmän ajan ennen sääriluun akseliin kohdistuvaa maksimivoimaa. Tulokset vahvistavat, että muuttamalla sagittaalisolla kinematiikkaa ja kinetiikkaa, kuten lisäämällä polven koukistuskulmaa voidaan alastulossa muodostuvia voimia kohdistaa polven rakenteille suotuisammaksi ja näin ollen myös ehkäistä ACL-vammaa.</p>	
--	--	--	--	--



Liite 1. Sijainnin, suunnan ja tason ilmaiseminen ihmisen anatomiassa (Kauranen 2018, 35).

VALOKUVAUSLUPA

- Annan suostumukseni toimia kuvattavana Xamkin fysioterapeuttiopiskelijoiden Anu Riksmanin ja Matias Savinaisen opinnäytetyötä koskevissa kuvauksissa.
- Annan heille valtuuden käyttää kuvia opinnäytetyössä sekä kyseiseen opinnäytetyöhön kuuluvassa oppaassa.
- Annan suostumukseni oppaan julkiseen jakamiseen.

Kuvia käytetään vain opinnäytetyössä sekä oppaassa, eikä materiaaleissa käytetä kuvattavien henkilöllisyystietoja. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Suomen Käsipalloliitto.

Aika ja paikka

Allekirjoitus

Nimenselvennys

PALAUTELOMAKE

1. Ensivaikutelmasi oppaasta (ulkonäkö ja sisältö):

Mitä muuttaisit?

2. Onko teoriaosuus ymmärrettävä (helppolukuinen / epäselvyyksiä)?
Muuttaisitko tai jäitkö kaipaamaan jotain?

3. Onko ohjeistus liikkeiden valintaan ja kokoamiseen selkeä / jäin kaipaamaan jotain? Kommentteja, lisäyksiä tai muutosehdotuksia:

4. Oliko harjoitteiden ohjeistus selkeää ja tukivatko kuvat harjoitteiden ja liikkeiden ohjaamista?

Juoksuharjoitteet	KYLLÄ / EI
Plyo- ja hyppyharjoitteet	KYLLÄ / EI
Tasapainoharjoitteet	KYLLÄ / EI
Tekniikkaharjoitteet	KYLLÄ / EI
Voimaharjoitteet	KYLLÄ / EI

Jos vastasit EI, mitä muuttaisit?

5. Tuletko hyödyntämään opasta jatkossa? KYLLÄ / EN

6. Muuta palautetta?

Kiitoksia!