

# **Tukijalan linjaus 90 asteen suunnan- muutoksen aikana amerikkalaisessa jalkapallossa**

Jonna Tuovinen  
Oskari Ojaniemi

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2019  
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala  
Fysioterapeutti (AMK), Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Ojaniemi, Oskari Tuovinen, Jonna	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2019
	Sivumäärä 54	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Tukijalan linjaus 90 asteen suunnanmuutoksen aikana amerikkalaisessa jalkapallossa		
Tutkinto-ohjelma Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Pekka Natunen, Tiina Kuukkanen		
Toimeksiantaja(t) Suomen Amerikkalaisen Jalkapallon Liitto Ry		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Amerikkalainen jalkapallo on joukkueurheilulaji, joka vaatii pelaajalta voimaa, nopeutta, ketteryyttä, räjähtävyyttä ja taitoa. Loukkaantumisilta ei voida vauhdikkaassa lajissa täysin välttyä. Tutkimusten mukaan suurin osa lajissa sattuneista urheiluvammoista kohdistui alaraajaan ja 17,1% polviniveleen. Osa vammoista on peräisin kontaktitilanteista, mutta osa tapahtuu ilman kontaktia alaraajan linjauksen pettäessä esimerkiksi suunnanmuutoksen yhteydessä.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli lisätä valmentajien tietoisuutta alaraajan linjauksesta ja lajille tyypillisten suunnanmuutosten kohdistamasta rasituksesta polvinivelen eri rakenteisiin, kun linjaus poikkeaa neutraalista. Tutkimustehtävänä oli selvittää, millainen on tutkimukseen osallistuneiden takakentän pelaajien tukijalan linjaus takaperinjuoksusta tehtävän 90 asteen suunnanmuutoksen tukivaiheen aikana. Tutkimus toteutettiin videoanalyysinä Hudl Technique -ohjelmistoa hyödyntäen.</p> <p>Suoritusten aikana pelaajien tukijalan linjaus poikkesi neutraalista 0-23 astetta enimmäkseen valgus-suuntaan. Tukijalan polvikulma vaihteli 107-163 asteen välillä. Tuloksista pääteltiin yksittäisten suoritusten ja pelaajien välillä olevan suurta vaihtelua. Tutkimustulosten perusteella pelaajien voimatasoja sekä puolieroja olisi suositeltavaa tutkia tarkemmin, jotta harjoittelu tukisi turvallisia suunnanmuutoksia.</p>		
Avainsanat Alaraajan linjaus, amerikkalainen jalkapallo, polvinivel, suunnanmuutos		
Muut tiedot		

## Description

Author(s) Ojaniemi, Oskari Tuovinen, Jonna	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2019
		Language of publication:
	Number of pages 54	Permission for web publication: x
Title of publication The alignment of the supportive leg during 90-degree change of direction in backpedal		
Degree programme Bachelor's Degree in Physiotherapy		
Supervisor(s) Natunen Pekka, Kuukkanen Tiina		
Assigned by Suomen Amerikkalaisen Jalkapallon Liitto Ry		
Abstract  <p>American football is a team sport which requires many physical qualities: power, speed, agility, explosivity and skill. In this fast-phased sport, injuries cannot always be avoided. Some of the injuries happen in contact situations and some without any contact. Injuries without contact come usually from force requiring the change of direction. These injuries may occur when the alignment of the supportive leg fails due to the lack of control. The aim of the study was to increase coaches' awareness of the alignment of the lower limb and sport-specific stress on the knee joint during a failure in the control of the supportive leg.</p> <p>The study was participated by a few backfield players, and the purpose was to determine the participating players' alignment of the supportive leg during a 90-degree change of direction in a backpedalling phase of the game. The research method used was video analysis. The Hudl Technique application was used in the analysis.</p> <p>During the performances, the alignment of the supportive leg differed from the neutral position by 0 and 23 degrees mostly to the valgus-position. The knee angle of the supportive leg changed between 107 and 163 degrees. There was variation between single performances and between the participating players. There was also asymmetry between changing direction to the left and right. According to the results it would be recommended to study more about participating players force levels and asymmetries in order to make their training support proper alignment of the supportive leg during the change of the direction.</p>		
Keywords/tags American football, change of direction, knee joint, lower limb alignment		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>Taulukot</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Johdanto</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Polvinivelen toiminnallinen anatomia ja linjaus</b> .....	<b>7</b>
2.1 Polven liikkeet ja rajoittavat nivelsiteet .....	9
2.2 Alaraajan neutraali linjaus .....	16
2.3 Edellytykset hyvälle linjaukselle .....	17
2.4 Linjauspoikkeamia .....	20
<b>3 Amerikkalainen jalkapallo</b> .....	<b>24</b>
<b>4 Liikeanalyysi</b> .....	<b>29</b>
4.1 Takaperinjuoksu .....	29
4.2 Suunnanmuutos.....	30
<b>5 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite</b> .....	<b>33</b>
<b>6 Tutkimuksen toteutus</b> .....	<b>34</b>
6.1 Kohderyhmä ja rajaus.....	34
6.2 Aineistonkeruu ja analysointi .....	34
<b>7 Tukijalan linjaus 90 asteen suunnanmuutoksen aikana</b> .....	<b>37</b>
<b>8 Johtopäätökset</b> .....	<b>43</b>
<b>9 Pohdinta</b> .....	<b>44</b>
<b>Lähteet</b> .....	<b>49</b>
<b>LIITE 1</b> .....	<b>53</b>
<b>LIITE 2</b> .....	<b>55</b>
<b>Kuviot</b>	
Kuvio 1. Edellytykset ihanteelliselle alaraajan linjaukselle .....	18
Kuvio 2. Panjabin kliinisen instabiliteetin malli.....	19
Kuvio 3. Suunnanmuutoksen 3 päävaihetta .....	31
Kuvio 4. Suunnanmuutoksen vaiheet tarkemmin eriteltynä .....	32

Kuvio 5. Havainnollistettu tutkimustilanne.....	35
---	----

## **Kuvat**

Kuva 1. Polvinivelen luiset rakenteet edestä .....	7
Kuva 2. Polvinivelen nivelsiteet ja kierukat sisä sivulta/edestä .....	8
Kuva 3. Polven ristsiteet ja kierukat sisäpinnalta kuvattuna .....	8
Kuva 4. Polven liikettä rajoittavat rakenteet .....	11
Kuva 5. ACL rajoittaa sääriluun anteriorista liikettä suhteessa reisiluuhun .....	12
Kuva 6. PCL rajoittaa sääriluun posteriorista liikettä suhteessa reisiluuhun .....	13
Kuva 7. MCL rajoittaa polvinivelen liikettä mediaalisuuntaan.....	14
Kuva 8. LCL rajoittaa polvinivelen liikettä lateraalisuuntaan .....	15
Kuva 9. Alaraajan neutraali linjaus edestä .....	16
Kuva 10. Alaraajan neutraali linjaus sivulta .....	17
Kuva 11. Genu valgum-asento .....	21
Kuva 12. ACL vaurioituu usein polven valgus-asennon ja sääriluun mediaali- tai lateraalirotaation aikana tuotetun voimantuoton seurauksena .....	22
Kuva 13. Genu varum .....	23
Kuva 14. Genu recurvatum.....	24
Kuva 15. Takakentän puolustajan peliasento .....	28
Kuva 16. Polven lateraalisivun kulman mittaus edestä .....	36
Kuva 17. Polven fleksion mittaus sivulta .....	37

## **Taulukot**

Taulukko 1. Pelaaja A tulokset, etukamera.....	38
Taulukko 2. Pelaaja A tulokset, sivukamera.....	39
Taulukko 3. Pelaajan B tulokset, etukamera .....	40
Taulukko 4. Pelaaja B tulokset, sivukamera .....	40
Taulukko 5. Pelaajan C tulokset, etukamera .....	41
Taulukko 6. Pelaaja C tulokset, sivukamera .....	42
Taulukko 7. Kaikkien pelaajien tulokset, kooste .....	43

# 1 Johdanto

Amerikkalainen jalkapallo on viihdyttävä, vauhdikas ja tapahtumarikas laji. Se on yksi kotimaansa USA:n suosituimmista urheilulajeista. (Rothenberg, Grau, Keplan & Baraga 2016.) Suomessa lajia on pelattu 1970-luvun puolesta välistä lähtien, ja lajiliitto Suomen Amerikkalaisen Jalkapallon liitto Ry perustettiin vuonna 1979 (SAJL Laji-info: Historia, n.d.). Pelissä kentällä on kummaltakin joukkueelta 11 pelaajaa, jotka koostuvat toisen joukkueen hyökkääjistä ja toisen joukkueen puolustajista. Hyökkäyksen tehtävänä on kuljettaa soikean muotoinen peliväline vastustajan maalialueelle puolustuksen yrittäessä estää heitä. Koko matkaa ei tarvitse edetä kerralla, vaan hyökkäyksellä on 4 yritystä edetä 10 jaardia. Mikäli he onnistuvat siinä, he saavat uudet 4 yritystä; muuten hyökkäysvuoro vaihtuu vastustajalle. Eniten pisteitä tehnyt joukkue voittaa. (SAJL Laji-info, n.d.)

Laji on fyysisesti äärimmäisen haastava. Siinä missä muissakaan urheilulajeissa, ei amerikkalaisessa jalkapallossakaan loukkaantumisilta voida aina välttyä. NCAA:n (National Collegiate Athletic Association) julkaiseman raportin mukaan 8,1 pelaajaa tuhannesta pelaajasta loukkaantui amerikkalaisen jalkapallon harjoituksissa tai peleissä high school tasolla vuosien 2004–2008 aikana. Puolet loukkaantumisista kohdistui alaraajaan ja 17,1 % polviniveleen. Yleisin vamma oli polven sisäivusiteen tai nilkan ulkositeiden vaurio. (NCAA Sport Injury Fact Sheet: Football injuries, 2009.) Amerikkalaisessa jalkapallossa loukkaantumiset liittyvät usein kontaktitilanteisiin: esimerkiksi eturistisiteiden (ACL) vammoista 55-60 % on peräisin kontaktitilanteista kuten taklattavana olemisesta tai blokkamisesta (Rothenberg ym. 2016.)

Kun tutkitaan kaikkia urheilulajeja yhteisesti, suurin osa polvinivelen urheiluvammoista on peräisin kontaktittomista tilanteista kuten suunnanmuutoksista. Tutkimuksissa on huomattu, että suurikulmaisissa suunnanmuutoksissa (> 90°) urheilijoiden polven fleksio pienenee ja valgus-kulma suurenee (Dos'Santos, Thomas, Comfort & Jones 2018.) Val-

gus-asennon on todettu myös ennustavan ei-kontaktiperäistä eturistisidevammaa nuorilla naisjalkapalloilijoilla (Jones, Herrington, Graham-Smith 2015.) Tutkimustulokset ovat siitä merkittäviä, että ojentunut polven asento ja suurempi valgus-kulma ovat riskitekijöitä erityisesti ACL-vamman syntymiselle (Dos'Santos ym. 2018.)

Opinnäytetyön tarkoitus on lisätä tietoisuutta alaraajan linjauksesta ja lajityypillisen suunnanmuutoksen tuottamasta rasituksesta polven eri rakenteisiin linjauksen poike-  
tessa neutraalista liikkeen aikana. Tutkimuksessa tarkastellaan naisten Vaahteraliiga-joukkue Tampere Saintsin takakentän pelaajien 90 asteen suunnanmuutosta ja pyritään selvittämään, millainen alaraajan linjaus tutkimukseen osallistuvilla pelaajilla on suunnanmuutoksen aikana. Tutkimus on nykytilannetta kartoittava ja sen perusteella voidaan teoreettisesti arvioida pelaajan suurentunutta loukkaantumisriskiä. Suoria johtopäätöksiä tutkimuksesta ei voida tehdä, sillä loukkaantumisriskiin vaikuttaa useita tekijöitä. Pelaajien, joiden alaraajan linjauksen hallinta lajityypillisessä suunnanmuutoksessa on heikko, kannattaa kuitenkin erityisesti panostaa lihasvoimaa, hallintaa ja suunnanmuutostekniikkaa kehittäviin harjoituksiin.

## 2 Polvinivelen toiminnallinen anatomia ja linjaus

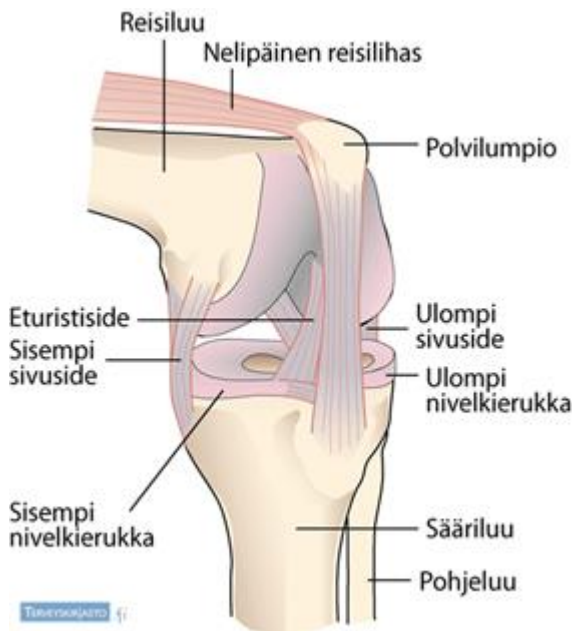
Polvinivel on ihmiskehon suurin ja biomekaanisesti monimutkaisin nivel. Sen tarkoitus on luoda alaraajalle edellytykset toimia stabiilina vartena ja samanaikaisesti tuottaa tarvittava liike ja liikkuvuus. (Reichert 2014, 134-135.) Polvinivel koostuu kolmesta luisesta rakenteesta, jotka ovat reisiluu, sääriluu ja polvilumpio (kuva 1). Pohjeluu ei varsinaisesti ole osa polviniveltä, mutta toimii nivelsiteiden ja lihasten kiinnityskohtana. Polviniveleen kuuluu kaksi niveltä, joista sääri-reisiluunivel on sarananivel ja polvilumpionivel liukunivel. Sääri-pohjeluunivelen ei katsota olevan osa polviniveltä.



Kuva 1. Polvinivelen luiset rakenteet edestä (Terveysportti 2019)

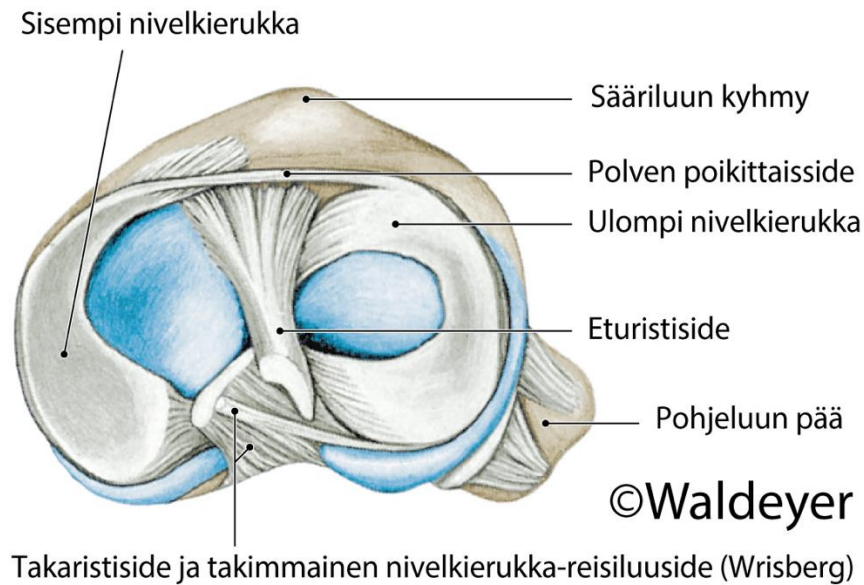
Kierukat (mediaalinen & lateraalinen) sijaitsevat sääriluun niveltävän pinnan ja reisiluun nivelnastojen välissä (kuva 2 ja 3). Ne sovittavat sääriluun koveran ja reisiluun kuperan pinnan paremmin toisiinsa. Samalla ne toimivat iskunvaimentajina ja painon jakajina polveen kohdistuvissa voimissa.





Kuva 2. Polvinivelen nivelsiteet ja kierukat sisäsivulta/edestä (Terveysportti 2019)

Polvinivelen sisällä on kaksi nivelsidettä, etu- ja takaristiside, sekä sivuilla sisempi ja ulompi sivuside (kuvat 2 ja 3). Lisäksi kierukat kiinnittyvät sääriluuhun, reisiluuhun ja toisiinsa nivelsiteiden välityksellä. Polvinivelen ympäröi nivelkapseli, joka tukee polviniveltä yhdessä lihasten ja nivelsiteiden kanssa. Polvinivelen etuosassa polvilumpio kiinnittyy polvilumpiojanteeseen. Kaikkia nivelpintoja peittää nivelrusto. (Neumann 2002, 435-443; Magee, Zachazewski & Quillen 2008, 531; Magee 2014, 765-767; Polvinivelen rakenne, 2012.)



Kuva 3. Polven ristisiteet ja kierukat sisäpinnalta kuvattuna (Terveysportti 2019)

## 2.1 Polven liikkeet ja rajoittavat nivelsiteet

Polvinivelen aktiiviset liikkeet ovat 160° fleksio, 5° ekstensio sekä 90°:n polvikulmassa 45°:n lateraalirotaatio ja 15°:n mediaalirotaatio. Passiiviset liikkeet ovat 5°-10° enemmän aktiivisista liikkeistä. (Kaltenborn 2014, 291.) Liikeradan ylittäessä edellä mainitut asteluvut, puhutaan yliikkuvuudesta eli hypermobilitetista; liikeratojen ollessa vajaita, puhutaan aliliikkuvuudesta eli hypomobilitetista (Kaltenborn 2014, 326.) Esimerkiksi hypermobilitetti ei kuitenkaan itsessään aiheuta ongelmaa, jos lihasten koordinaatio ja liikekontrolli on kunnossa. Koska liikekontrollia pystytään tutkimaan ja siihen pystytään vaikuttamaan, tulisi yliikkuvuuden sijaan keskittyä liikkeen laadun tarkastelemiseen (Luomajoki 2018, 43.)

### Ekstensio

Polvinivelen normaali liikelaajuus ekstensioon on aktiivisesti 5° (Kaltenborn 2014, 291). Polven ekstension tuottavat reiden etuosan lihakset: suora reisilihas, ulompi reisilihas, sisempi reisilihas ja keskimäinen reisilihas. Ne muodostavat yhdessä nelipäisen reisilihaksen. Liitteessä 1 on esitelty polven ekstensiota tuottavien lihasten lähtö- ja kiinnityskohdat, toiminta ja hermotus. Polven ekstensiota rajoittavia nivelsiteitä ovat ACL, PCL,

LCL ja MCL. Ekstensiossa kiristyvät ACL:n posterolateraalinen osa, PCL:n posteromediaalinen osa sekä nivelkapselin takaosat (Magee ym. 2008, 529-533.)

Asentoa, jossa nivelpintojen kontakti on maksimaalinen ja nivelkapseli- ja nivelsiteet äärimmäisessä venytyksessä, kutsutaan nivelen close-packed-asennoksi. (Kaltenborn 2014, 18.) Polvinivelen close-packed asento on täysi ekstensio yhdessä sääriluun lateraalirotaation kanssa (Kaltenborn 2014, 290; Magee 2014, 765.) Moni polven alueen vamma liittyy tästä syystä polven yhtäaikaiseen ekstensioon ja rotaatioon (Magee 2014, 758-769.)

### **Fleksio**

Polven normaali liikelaajuus fleksioon on aktiivisesti 160° ja passiivisesti 165-170° (Kaltenborn 2014, 291). Liikkeen tuottavat pääasiassa reiden takapuolella sijaitsevat hamstring-lihakset, joihin kuuluvat kaksipäinen reisilihas, puolijännteinen ja puolikalvoinen lihas. Avustavina lihaksina toimivat kaksoiskantalihas säären takapuolella ja polvitaivelihas polven takataipeessa (Watkins 2010, 369, 374.) Liitteessä 1 on esitelty polven fleksiota tuottavat lihakset tarkemmin.

Kierukat liikkuvat polven fleksion ja ekstension aikana anteriorisesti ja posteriorisesti. Lateraalinen kierukka on tässä suunnassa liikkuvampi kuin mediaalinen, jonka myötä sen vaurioituminen on mediaalista kierukkaa harvinaisempaa. Liikkuvuuden ero johtuu siitä, että mediaalinen kierukka kiinnittyy sivusiteisiin toisin kuin lateraalinen kierukka (Magee ym. 2008, 531.)

Polven fleksiota rajoittavia nivelsiteitä ovat ACL ja PCL. Fleksiossa kiristyvät ACL:n anteromediaalinen osa ja PCL:n anterolateraalinen osa (Magee ym. 2008, 529-533). Polven hyperfleksio tai suora isku sääriluuhun polven ollessa fleksiossa voi johtaa PCL-vaurioon (Rothenberg 2016, 4.)

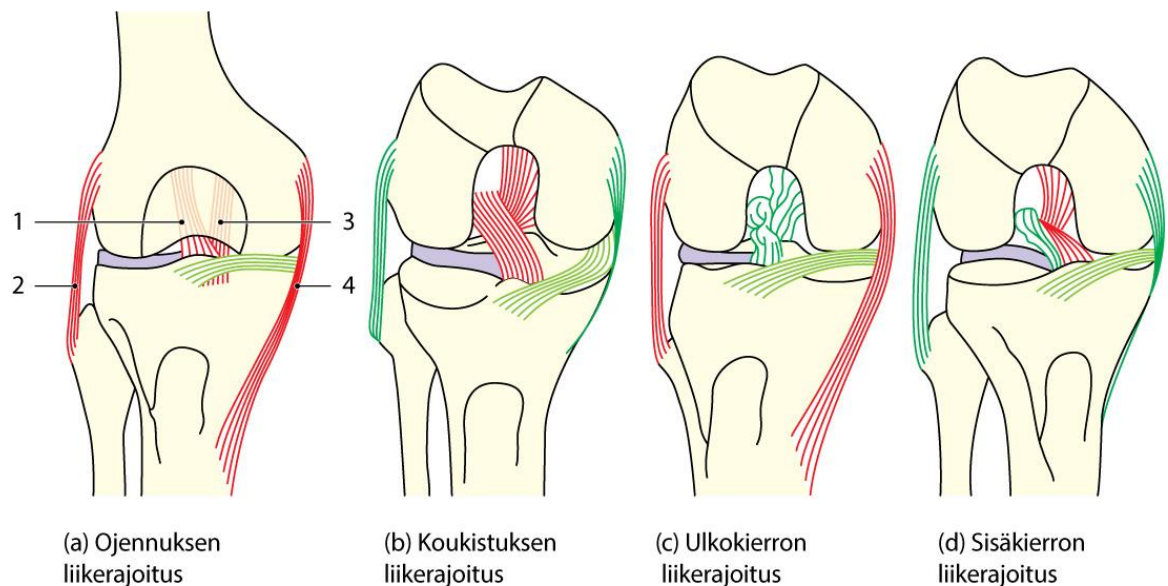
### **Rotaatiot**

Polvinivel ei kierry suorana, mutta 90°:n kulmassa mahdollistuu 45°:n lateraalirotaatio ja

15°:n mediaalirotaatio (Kaltenborn 2014, 291). Kaksipäinen reisilihas tuottaa polven fleksion lisäksi myös lateraalirotaatiota. Mediaalirotaation tuottavia lihaksia ovat puolijänneinen lihas, puolikalvoinen lihas, räätälinlihas, hoikkalihas ja polvitaivelihas. Rotaatiota tuottavat lihakset on esitelty tarkemmin liitteessä 1.

Lateraalisesta rotaatiosta aikana mediaalinen kierukka liikkuu posteriorisesti suhteessa sääriluun mediaaliseen niveltävään pintaan, kun taas lateraalinen kierukka liikkuu anteriorisesti suhteessa sääriluun lateraaliseen niveltävään pintaan. Mediaalirotaation aikana kierukat liikkuvat päinvastaisesti. Jos kierukat vaurioituvat tai ne joudutaan poistamaan, polven nivelpinnat liikkuvat toisiaan vasten ja ovat vaarassa rappeutua ajan mittaan (Magee ym. 2008, 531.)

Lateraalirotaatiota rajoittavat molemmat sivusiteet MCL ja LCL. Vastaavasti mediaalirotaatiota rajoittavat PCL ja ACL yhdessä MFL:n kanssa. (Magee ym. 2008, 533.) Kuvassa 4 on esitelty polven eri liikesuuntia rajoittavat nivelsiteet punaisella värillä.



©Waldeyer

Kuva 4. Polven liikettä rajoittavat rakenteet:

(a) 1: ACL 2: LCL 3: PCL 4: MCL

(b) ACL ja PCL

(c) LCL ja MCL

(d) PCL ja ACL:n anteromediaalinen osa (Terveysportti 2019)

### **Anterior Cruciate Ligament (=ACL, eturistiside)**

Eturistiside lähtee reisiluun lateraalisen nivelnastan takaseinästä, josta se kulkee anteriorisesti, mediaalisesti ja distaalisesti sääriluun nivelnastojen väliseen kyhmyyn. Eturistiside koostuu kahdesta kierteisestä osasta, anteromediaalisesta ja posterolateraalista osasta. Eturistiside on nivelsiteistä primäärinen rajoittaja sääriluun anterioriselle liukumiselle suhteessa reisiluuhun (kuva 5). (Magee ym. 2008, 530; Rothenberg ym. 2016, 1.) Se rajoittaa 85 % liukumisesta. Loppu 15% tuki syntyy sivusiteistä, nivelkapselista ja leveästä peitinkalvosta (Magee ym. 2008, 532.)



Kuva 5. ACL rajoittaa sääriluun anteriorista liikettä suhteessa reisiluuhun

### **Posterior Cruciate Ligament (=PCL, takaristiside)**

Takaristiside lähtee sääriluun takareunasta ja kulkee superiorisesti, anteriorisesti ja mediaalisesti kiinnittyen reisiluun mediaalisen nivelnastan lateraaliseinään. Kuten eturistiside, koostuu myös takaristiside kahdesta osasta: anterolateraalista ja posteromedialista osasta. Takaristiside on primäärinen rajoittaja sääriluun posterioriselle liukumiselle suhteessa reisiluuhun (kuva 6), rajoittaen 85-95 % liikkeestä. Jäljelle jäävä 5-15 % nivelsiteiden antamasta tuesta tulee sivusiteistä, nivelkapselista ja polvitaivelihaksen jänteestä. (Magee ym. 2008, 530-533.)

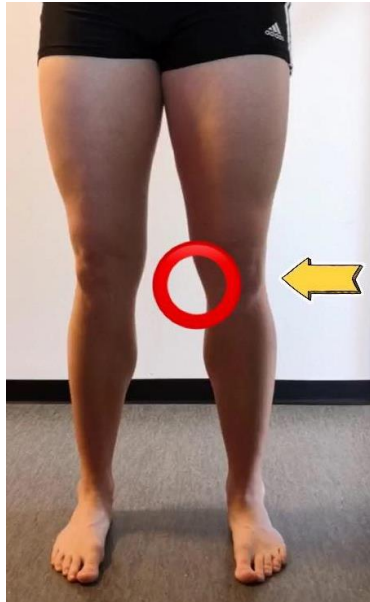


Kuva 6. PCL rajoittaa sääriluun posteriorista liikettä suhteessa reisiluuhun

### **Medial Collateral Ligament (=MCL, sisäsivuside)**

Sisäsivuside kulkee reisiluun mediaalisesta sivunastasta polvinivelen yli 2-3 sormen leveyttä polvinivelen keskilinjan alapuolelle sääriluun mediaalireunaan. Sisäsivuside on jaettu pinnalliseen ja syvään osaan: syvät säikeet sijaitsevat kiinni mediaalisessa kierukassa ja sisältävät nivelkierukka-sääriluu-siteet; pinnalliset säikeet sen sijaan kulkevat reisiluun mediaalisesta nivelnastasta sääriluun mediaalipinnalle. Pinnallisia säikeitä kutsutaan myös sääriluu-reisiluusiteiksi (Magee ym. 2008, 529-530; Rothenberg ym. 2016, 2.) Sisäsivuside on primäärinen rajoittaja polven valgus-asennossa (kuva 7), mutta sen

lisäksi liikesuuntaa rajoittavat sekundäärisesti myös eturistiside ja takaristiside. Polven ollessa täysin ekstensiossa, nivelkapselin takaosasta tulee merkittävä liikkeen rajoittaja valgus-suuntaan (Magee ym. 2008, 532.)



Kuva 7. MCL rajoittaa polvinivelen liikettä mediaalisuuntaan

### **Lateral Collateral Ligament (=LCL, ulompi sivuside)**

Ulompi sivuside kulkee reisiluun lateraalista sivunastasta pohjeluun päähän. Toisin kuin sisäsivuside, ulompi sivuside ei ole yhteydessä kierukoihin vaan niitä erottaa popliteus-jänne. Tämä osittain selittää lateraalisen kierukan suurempaa liikkuvuutta verrattuna mediaaliseen. Ulompi sivuside on primäärinen polven liikkeen rajoittaja varus-asentoon (kuva 8). Sekundäärisen tuen tuottavat etu- ja takaristisiteet. Nivelkapselin takaosa rajoittaa liikettä polven ollessa täydessä ekstensiossa. Molemmat sivusiteet rajoittavat polven liikettä lateraalirotaatioissa (Magee ym. 2008, 530-533.)



Kuva 8. LCL rajoittaa polvinivelen liikettä lateraalisuuntaan

### **Menisocofemoral ligaments (posterior & anterior)**

(=MFL, nivelkierukka-reisiluu-siteet)

Nivelkierukka-reisiluu-siteet kulkevat takaristisiteen kanssa samassa suunnassa lähtien lateraalisen kierukan posteriorisesta sarvesta kulkien superiorisesti ja mediaalisesti kiinnittyen reisiluun mediaalisen nivelnastan lateraaliseen seinään takaristisiteen etu- ja takapuolelle (Magee ym. 2008, 531.) Tutkimuksissa on huomattu, ettei kaikista polvista löydy molempia MFL-siteitä: kuitenkin 93 %:ssa polvista esiintyy ainakin yksi MFL-side ja 50 %:a esiintyy molemmat (Amis, Gupte, Bull & Edwards 2005.) Nivelkierukka-reisiluu-siteet kiristyvät sääriluun mediaalirotaation aikana (Magee ym. 2008, 531). MFL-siteet rajoittavat sääriluun posteriorista liikettä yhdessä PCL:n kanssa (kuva 6). Aiemmin MFL-siteitä pidettiin jokseenkin merkityksettöminä, mutta nykyään niiden tuomat mahdollisuudet muun muassa yksin esiintyvän PCL-vamman konservatiiviseen kuntoutukseen ymmärretään paremmin (Amis ym. 2005.)

### **Medial patellofemoral ligament (=MPFL, polvilumpion sisäsyrjän nivelside)**

Polvilumpion sisäsyrjän nivelside lähtee reisiluun mediaalisesta nivelnastasta ja kiinnittyy polvilumpioon. Se on tärkein polvilumpiota stabiloiva nivelside ja primäärinen rajoittaja

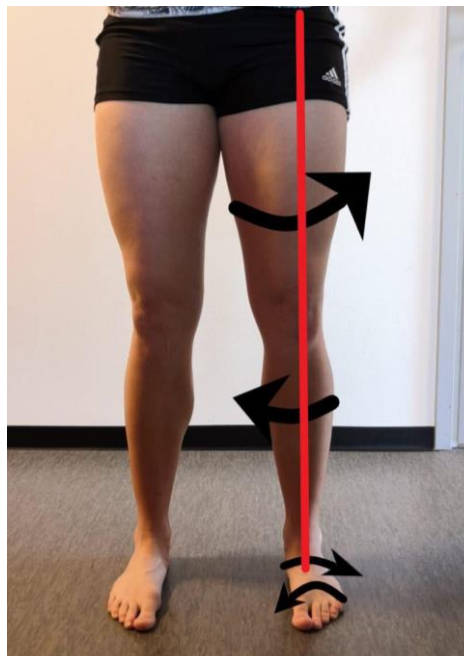


polvilumpion lateraaliselle liukumiselle polvinivelen 20° fleksioon asti. Polvilumpion sisäsyryn nivelsiteen lisäksi polvilumpiota stabiloivat myös luiset rakenteet ja lihakset (Rothenberg 2016, 3.)

## 2.2 Alaraajan neutraali linjaus

### Edestä

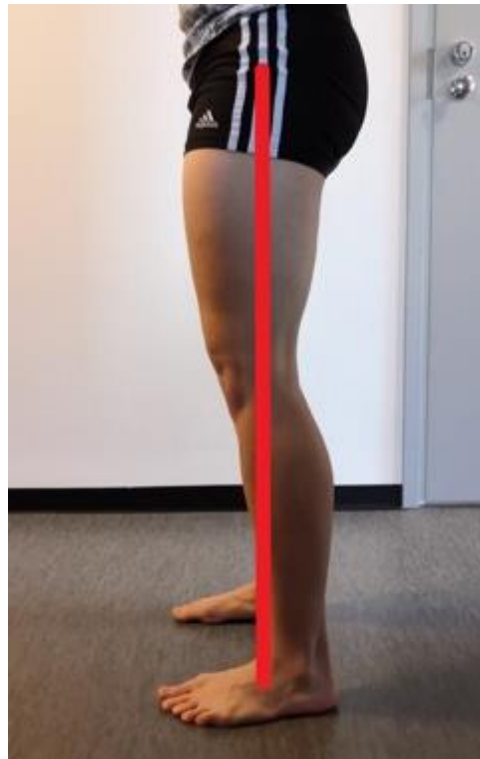
Edestä katsottuna alaraajan neutraali linjaus (kuva 9) kulkee suoliluun etuyläkärjestä polvilumpion keskiosan kautta toisen varvasluun kohdalle. (Luomajoki 2018, 272.) Luiden neutraalit asennot ovat lonkkien ulkokierto, sääriluiden sisäkierto ja jalkapöydän luiden vastakkaiskierto. Kantaluu on supinaatiossa ja jalan etuosa pronaatiossa (Saarikoski, 2016b.) Kaikki alaraajojen toiminta kävelystä juoksuun ja pyöräilyyn pyrkii toteuttamaan tätä kuormituslinjaa (Sandström & Ahonen 2011, 278). Comerford ja Mottram (2013, 456) tarkentavat alaraajan neutraalin linjan kulkevan edellä kuvattujen pisteiden kautta, mutta 10° sagittaalitasosta lateraaliseen suuntaan. 10° mitataan kantapään ja 2. varvasluun välille syntyvästä kulmasta (kuva 10). Sekä reisi- että sääriluun tulisi molempien olla samassa linjassa keskenään. (Comerford & Mottram 2013, 456.)



Kuva 9. Alaraajan neutraali linjaus edestä

## Sivulta

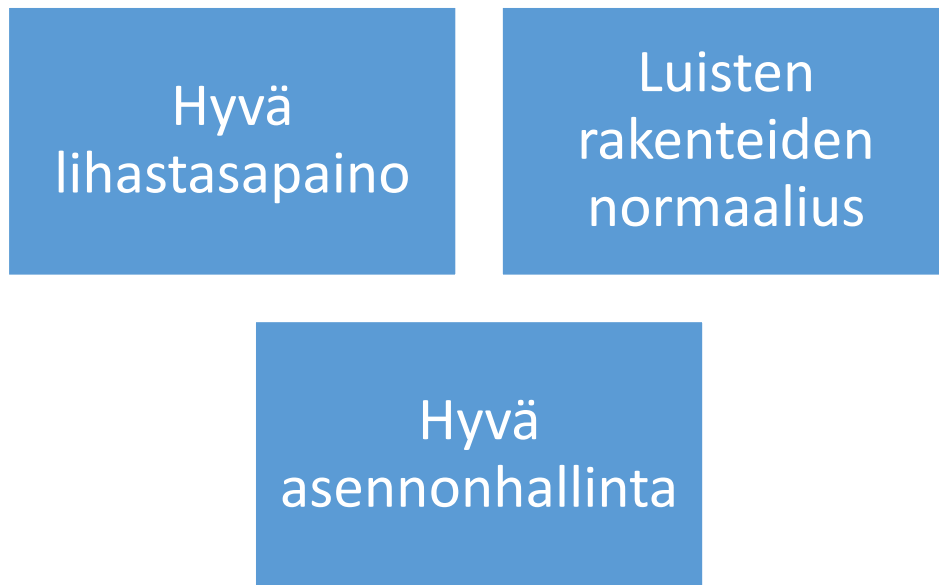
Alaraajojen linjausta voidaan arvioida myös sivuttaissuunnasta. Tällöin neutraali linjaus (kuva 10) kulkee reisiluun isosta sarvennoisesta polvien nivelraon kautta lateraalisen ulkokehräksen etupuolelle telaluun ja veneluun välisen nivelen kohdalle (Liukkonen & Saarikoski 2004, 109, 127-128). Sivuttaissuunnasta tarkasteltua linjausta voidaan arvioida ainoastaan anatomisessa perusasennossa, sillä sen kuuluukin muuttua liikkeen aikana.



Kuva 10. Alaraajan neutraali linjaus sivulta

## 2.3 Edellytykset hyvälle linjaukselle

Ihanteellisen linjauksen edellytyksinä ovat alaraajoille luisten rakenteiden normaalius, hyvä lihastasapaino ja hyvä asennon hallinta (kuvio 1; Saarikoski 2016a). Normaaleissa-kin luisissa rakenteissa on paljon variaatioita. Esimerkiksi naisille tyypillinen leveä lantio aiheuttaa reisiluulle jyrkemmän mediaalisen kulman kuin kapeampi lantio. Tämän takia naisilla polvien valgus-asento on miehiä yleisempää. (Magee 2014, 765-766.)



Kuvio 1. Edellytykset ihanteelliselle alaraajan linjaukselle

### **Lihastasapaino**

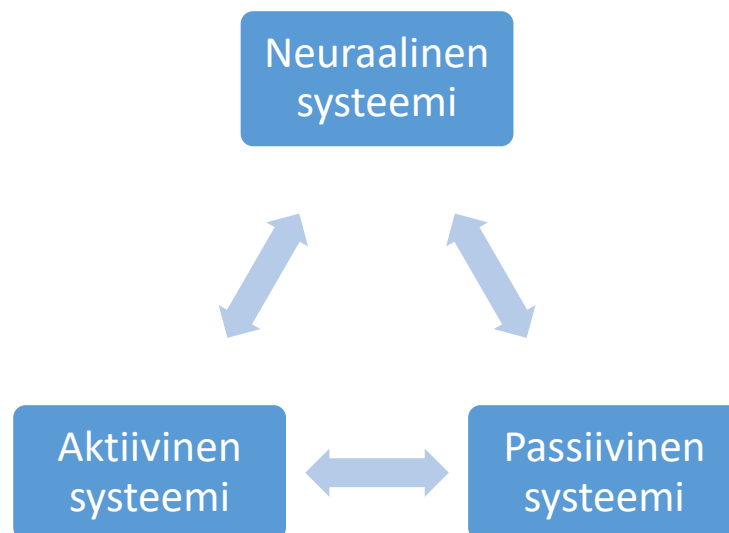
Jalkojen lihasten toimiessa epätasapainossa jalkojen linjaus muuttuu (Saarikoski 2016a). Esimerkiksi leveän peitinkalvon jännittäjälihaksen yliaktivoituminen ja keskimmäisen pakaralihaksen heikko aktivointi voi johtaa lonkkanivelen mediaalirotaation liiketoimintahäiriöön. (Comerford & Mottram 2013, 456-458.) Epätasapaino voi syntyä esimerkiksi, jos antagonisti- ja agonistilihaksia käytetään eri suhteessa päivittäisessä toiminnassa tai harjoittelussa. Tästä voi aiheutua eroja voiman lisäksi myös lihasryhmien venyvyyteen. Yhdessä lihasepätasapaino ja venyvyyden eroavaisuudet aiheuttavat toiminnallisen epätasapainon liikkeen suoritukseen, mikä voi johtaa loukkaantumisiin. Jos lihaksen kestävyys, voima ja venyvyys paranevat, loukkaantumisriski tutkitusti pienenee. (Watkins 2010, 350-351.)

### **Asennonhallinta (staattinen ja dynaaminen)**

Lihasten tehtäviin kuuluu suojella niveliä tarjoamalla niille riittävä stabiliteetti lähellä nivelten keskiasentoja, mutta varsinkin liikkeiden lopussa. Liikkeen kasvaessa suureksi lii-

keradan lopulla lihasten tulee olla valmiita pysäyttämään liike ennen kuin nivelten tukirakenteet menevät ylivenytykseen ja ovat vaarassa vaurioitua (Sandström & Ahonen 2011, 184.) Aktiivisella lihastyöllä on mahdollista kompensoida passiivisen tuen pettämistä. (Luomajoki 2018, 42.)

Luomajoki (2018, 41) nostaa kirjassaan Liikkeen ja liikekontrollin häiriöt esille Panjabin mallin kliinisestä instabiliateetista. Panjabin mallissa hyvä stabiliteetti muodostuu kolmesta osa-alueesta: passiiviset struktuurit, paikalliset lihakset ja neuraalinen kontrolli. Passiiviset rakenteet kuten nivelsiteet ja nivelkapselit antavat nivelelle anatomisen tuen, lihakset stabiloivat nivelen liikkeessä ja neuraalinen systeemi johtaa ja kontrolloi aktiivisesti toimivien lihasten rekrytointia, hermotusta ja koordinaatiota (kuvio 2). Myös Comerford & Mottram (2013, 3) korostavat usean lihashermoston elementin yhteistoimintaa liikkeenhallinnassa. Neuraalisella toiminnalla kuten sensorisella palautteella, keskushermoston toiminnalla ja motorisella koordinaatiolla on heidän mukaansa suuri merkitys asennon- ja liikkeenhallinnassa.



Kuvio 2. Panjabin kliinisen instabiliateetin malli (Luomajoki 2018, 41)

## 2.4 Linjauspoikkeamia

Pienetkin poikkeamat alaraajan linjauksessa voivat aiheuttaa ongelmia. (Luomajoki 2019, 306.) Linjauspoikkeama on joko rakenteellinen tai toiminnallinen ongelma tai näiden yhdistelmä. Poikkeamat voivat johtua reisiluun tai sääriluun linjauksesta tai molemmista. (Comerford & Mottram 2013, 456.) Alaraajan linjausta on tyypillisesti tarkasteltu lantio-polvi-nilkka-kulmaan perustuen ja luokiteltu linjaus varus-neutraali-valgus -asentoihin. Jaottelu ei kuitenkaan ota huomioon epäsuhtaa reisiluun ja sääriluun linjauksessa erillisinä komponentteina. (Yu-Hsien, Feng-Shuo, Kun-Hui, Kui-Chou, Cuo-Chih 2018.) Sekä Comerford & Mottram (2013) että Yu-Hsien ja muut (2018) tarkastelevat linjausta ottaen huomioon reisi- ja sääriluun erilaiset kulmat omina tekijöinä osana koko alaraajan linjausta.

Vaikka poikkeama näkyy polvinivelen asennossa, syyt voivat olla moninaisia eivätkä liity ainoastaan polvinivelen hallintaan. Esimerkiksi lantion hallinnan ollessa heikkoa, lonkkanivel kiertyy herkästi sisäänpäin aiheuttaen reisiluulle mediaalisemmän kulman, josta seuraa polven päätyminen valgus-asentoon. Polven kääntäminen suoraan linjaan tästä asennosta on syystäkin haastavaa. (Luomajoki 2019, 306.) Reisiluun ja sääriluun linjauksen muuttuminen aiheuttaa muutoksia myös jalkaterän asentoon. Tyypillisesti jalkaterän taka- tai keskiosan stabilisaatio heikkenee ja mediaalinen pitkittäiskaari painuu sisään vaikuttaen askelluksen kautta koko alaraajan toimintaan. (Comerford & Mottram 2013, 456-458.)

### **Genu valgum**

Genu valgum eli valgus-virheasennossa (kuva 12) polvet ovat kääntyneet toisiaan kohti. Linjauksen poikkeamaa kutsutaan myös pihtipolvisuudeksi. Rakenteellisen valgus-asennon voi havaita asettamalla jalat seisoma-asennossa mahdollisimman lähelle toisiaan niin, että sisäkehräset koskevat toisiaan. Jos polvet koskevat toisiinsa, mutta sisäkehräset eivät, viittaa löydös genu valgum-asentoon. 9-10 cm välimatkaa pidetään voimakkaana valgus-asentona. (Magee 2014, 770-773.)



Kuva 11. Genu valgum-asento

MCL on polvinivelen primäärinen rajoittaja valgus-asennossa. Se on ensimmäinen vaurioituva rakenne, mikäli polviniveleen kohdistuu liian suuri voima lateraalisuunnasta mediaalisuuntaan. (Magee ym. 2008, 529-532; Rothenberg ym. 2016, 2.) MCL:n lisäksi valgus-suuntaa rajoittavat sekundäärisesti myös ACL ja PCL. 95 %:a MCL-vaurion yhteydessä esiintyvistä muista nivelsidevammoista on ACL-vaurioita. Vakavimman tyypin MCL vammat esiintyvät vain harvoin yksistään. (Rothenberg ym. 2016, 2-3.) Valgus-asento aiheuttaa paineen ulompaan nivelkierukkaan. (Magee ym. 2008, 529-532.)

ACL vaurioituu tyypillisesti voimantuotossa polven linjauksen ollessa valgus-asennossa, polvi lähes suoristuneena yhdistettynä sääriluun mediaali- tai lateraalirotaatioon (kuva 13). Liitännäisvauriot nivelsiteissä, rustoissa ja kierukoissa ovat tavallisia. Valtaosa urheiluun liittyvistä ACL-vaurioista tapahtuu suunnanmuutoksessa ilman kontaktia. (Neumann 2002, 451; Rothenberg ym. 2016, 1.) Amerikkalaisessa jalkapallossa 55-60 % ACL-vammoista johtuu kontaktitilanteista, joissa ulkopuolinen voima vie polviniveltä voimakkaaseen valgus-asentoon. (Rothenberg ym 2016, 1.)



Kuva 12. ACL vaurioituu usein polven valgus-asennon ja sääriluun mediaali- tai lateraali-rotaation aikana tuotetun voimantuoton seurauksena

Polvilumpion sijoiltaanmeno tapahtuu yleensä yhtäaikaisessa valgus-asennossa ja noin 20° fleksiassa. Yleensä polvilumpio käy paikoiltaan kontaktittomassa urheilutilanteessa, mutta amerikkalaisessa jalkapallossa 63 % sijoiltaanmenoista on peräisin kontaktitilanteista. Akuutti polvilumpion sijoiltaanmeno vaurioittaa lähes aina MPFL-siteitä, mutta uusiutuivissa sijoiltaanmenoissa MPFL-vaurio on yli puolet harvinaisempi. Traumaperäisiin polvilumpion sijoiltaanmenoihin liittyy noin 95 % tapauksista rustovaurioita ja 58-76% tapauksista luuvaurioita. (Rothenberg ym. 2016, 3-4.)

### **Genu varum**

Genu varum eli varus-asennossa (kuva 14) polvet ovat kääntyneet neutraalista linjasta ulospäin. Virheasentoa kutsutaan myös länkisäärisyydeksi. Rakenteellisen länkisäärisyyden voi tunnistaa seisoma-asennosta, jossa jalat viedään mahdollisimman lähelle toisiinsa. Jos sisäkehräset koskettavat toisiaan, mutta polvet eivät, viittaa löydös länkisäärisyyteen. Jos polvien väliin mahtuu 2 tai enemmän sormia, pidetään virheasentoa voi-

makkaana. (Magee 2014, 770-773.) Polven lateraalisen sivun kulmaa mittaamalla saadaan selville varus-kulman suuruus. Neutraalissa linjauksessa kulma on 170-175° jolloin yli 170° kulma viittaa varus-asentoon. (Neumann 2002, 541.)



Kuva 13. Genu varum

Jos polveen kohdistuu paine varus-suuntaan, LCL on primäärisenä liikesuunnan rajoittajana suurimmassa vaarassa vaurioitua. Myös sekundäärisen tuen tuottavat ACL ja PCL voivat vaurioitua. Varus-asento aiheuttaa painetta sisempään nivelkierukkaan. (Magee ym. 2008, 529-533.)

### **Genu recurvatum**

Polven ekstension ollessa suurempi kuin 5° puhutaan polvinivelen yliojentumisesta eli genu recurvatumista (kuva 15). Yliojentumista esiintyy etenkin lapsilla ja iäkkäämmillä naisilla. Lapsilla yliojennuksen tulisi hävitä viiden-kuuden vuoden iässä, kun polven nivelsiteet alkavat vahvistua. (Liukkonen & Saarikoski 2004, 92-93, 205-207.) Polven close-packed asento on täysi ekstensio yhdistettynä lateraalirotaation, joten yliojentuminen suunnanmuutoksen aikana on suuri riskitekijä polven rakenteille. (Kaltenborn 2014, 290; Magee 2014, 765.)





Kuva 14. Genu recurvatum

### 3 Amerikkalainen jalkapallo

#### **Pelin eteneminen**

Peli alkaa aloituspotkulla, jossa puolustava joukkue pyrkii potkaisemaan pallon mahdollisimman kauas omasta päädyistä. Hyökkäävä joukkue yrittää palauttaa potkun niin pitkälle kuin pystyy. Hyökkäävä joukkue aloittaa oman hyökkäysvuoronsa siitä pisteestä, mihin potkua palauttava pelaaja taklataan. Aloituspotku suoritetaan molempien puoliaikojen alussa sekä pistesuorituksen jälkeen. (SAJL: Laji-info, n.d.)

Kentällä on kerrallaan kummaltakin joukkueelta 11 pelaajaa, toisen joukkueen hyökkäys ja toisen joukkueen puolustus. Lisäksi erikoistilanteissa, esimerkiksi aloituspotkussa tai

puntissa kentälle tuodaan erikoisjoukkue. Pelissä joukkueella on 4 yritystä edetä 10 jaardin matka kentällä. Jos hyökkäys etenee 10 jaardia tai enemmän, saavat he uudet neljä yritystä. (Mts.)

Yritys eli down alkaa aloitussyötöllä, joka tulee tehdä taaksepäin ja se päättyy joko taklaukseen, epäonnistuneeseen heittoon tai maaliin. Mikäli hyökkäävä joukkue ei onnistu etenemään vaadittua 10 jaardia neljällä yrittämällä, vaihtuu hyökkäysvuoro vastustajalle. Yleensä hyökkäys luopuu pallosta lentopotkulla, mikäli kolme yritystä ei ole tuottanut toivottua tulosta. Näin pyritään saamaan vastustavan joukkueen hyökkäysvuoro alkamaan mahdollisimman kaukaa maalialueesta. Vastustaja saa yrittää palauttaa potkaisuun pallon niin pitkälle kuin pystyy. (Mts.)

Hyökkäys voi edetä joko heittämällä tai juoksemalla. Juoksupelissä pelinrakentaja antaa pallon toiselle hyökkääjälle, joka yrittää juosta sen kanssa kohti vastustajan maalialuetta muiden tehdessä hänelle tilaa. Pelinrakentaja voi myös pitää pallon itse. Heittopelissä pelinrakentaja heittää pallon aloitussyötön jälkeen toiselle hyökkääjälle, useimmiten laitahyökkääjälle. Jos vastaanottaja ei saa palloa kiinni, on heittopeli epäonnistunut ja seuraava yritys lähtee samasta paikasta kuin edellinen yritys. (Mts.)

Puolustuksen tehtävä on estää hyökkäystä etenemästä ja tekemästä maaleja. Puolustuksen pelaajat pyrkivät taklaamaan pallonkantajan mahdollisimman lähellä yrityksen aloituskohtaa. Heittopelissä puolustaja voi lyödä pallon maahan, jolloin heittopeli epäonnistuu, tai ottaa syötönkatkon, jolloin hyökkäysvuoro vaihtuu. Syötönkatkon ottanut pelaaja saa lähteä saman tien kuljettamaan palloa kohti vastustajan maalialuetta. Toinen tapa hankkia hyökkäysvuoro omalle joukkueelle on peittää hyökkäyksen pelitilanteessa tiputtama pallo. (Mts.)

Pisteitä amerikkalaisessa jalkapallossa voi tehdä neljällä eri tavalla: Touchdown eli maali syntyy, kun pelaaja kuljettaa pallon vastustajan maalialueelle. Touchdownista saa 6 pistettä. Potkumaali syntyy, kun pallo potkaistaan läpi maalihaarukasta. Potkumaalista saa

3 pistettä. Safety eli oma maali syntyy, kun pallonkantaja taklataan tämän omalla maalialueella. Safetystä saa 2 pistettä. Lisäpiste syntyy touchdownin jälkeen, mikäli joukkue pystyy kuljettamaan yhdellä yrittämällä pallon maalialueelle 3 jaardin päästä maaliviivasta (2 pistettä) tai potkaisemaan pallon läpi maalihaarukasta (1 piste).

Rangaistukset lajissa annetaan viemällä joukkuetta 5, 10 tai 15 jaardia taaksepäin. Tuomarit heittävät rikkeen merkiksi kentälle keltaisen liinan. Joukkue, jota on rikottu, voi valita joko hyväksyä tai hylätä rangaistuksen. Mikäli rangaistus hylätään, pelattu yritys jää voimaan. Joskus rikottu joukkue on voinut rikkeestä huolimatta saada pelillä paremman aseman kuin mitä rangaistus heille tuottaisi. (Mts.)

Loukkaantumisia amerikkalaisessa jalkapallossa sattui NCAA:n (2009) koosteen mukaan eniten yleisissä pelitilanteissa (23,9%), juoksupeleissä hyökkäyksen osalta 18% ja puolustuksen osalta 15,65% ja heittopeleissä hyökkäyksen osalta 14,9% ja puolustuksen osalta 9,2%. Erikoistilanteissa kuten puntissa, puntin palautuksessa ja aloituspotkussa sattui 13,6% loukkaantumisista. Useimmiten loukkaantuminen sattui kontaktittomassa tilanteessa (24,1%), josta seuraavaksi yleisimpiä tilanteita ovat taklaaminen, taklattavana oleminen ja blokkaukset. Pelipaikoista tukimiehet loukkaantuvat eniten (13,5%). Seuraavaksi eniten loukkaantumisia raportoivat pallonkantajat ja kiinniottajat, kummatkin 11%. 13% raportoiduista loukkaantumisista oli vanhan urheiluvamman uusiutumisia. 7,5% loukkaantumisista johti kirurgiseen toimenpiteeseen. (NCAA Sport Injury Fact Sheet: Football injuries, 2009.)

### **Suoritus aika ja lepo**

Amerikkalainen jalkapallo sisältää nopeita kiihdytyksiä, pysähdyksiä, syöksyjä, hyppyjä ja ponnistuksia. (Pincivero & Bompia 1997, 248.) Suoritukset toistuvat lyhyinä ja maksimaalisina. Peli koostuu yrityksistä, joiden kesto vaihtelee kahdesta 15 sekuntiin, keskiarvon ollessa 5,23s +- 1,6s. Yritysten välissä on maksimissaan 25s tauko. Tosiasiassa pelikello ei ole koko ajan käynnissä, mikä tekee suoritusten välisestä lepoajasta usein hieman tätä pidemmän, keskiarvoltaan 46,9+- 34,3s. Pidennettyjen taukojen kuten loukkaantumisten

ja aikalisien poistamisen jälkeen keskiarvoksi lepoajalle jää 36,09s +- 6,71s. (Iosia & Bishop 2008, 332-335.) Pääsääntöisesti, jopa 90% ajasta, energia tuotetaan välittömistä energianlähteistä. Suoritukset ovat tällöin anaerobisia. (Hoffman 2008, 387; Iosia & Bishop 2008, 332.) Kestävyysominaisuuksia ei juuri painoteta harjoittelussa tästä syystä. Aerobisen kunnan kehittämistä ja rasvaprosentin pienentämisestä voisi kuitenkin pelaajalle olla etua paitsi pelisuorituksessa, myös loukkaantumisten ennaltaehkäisyssä. (Pincivero & Bompa 1997, 247-248, 250.)

Amerikkalainen jalkapallo on asyklinen laji, jossa pelaaja suorittaa useita liikesuorituksia peräjälkeen muodostaen isomman kokonaissuorituksen. Esimerkiksi takakentän puolustaja voi ensin juosta takaperin, tehdä useita suunnanmuutoksia ja lopulta taklata hyökkäyksen pelaajan. Sykliseksi suoritukseksi sen sijaan kutsuttaisiin samankaltaisena toistuvaa suoritusta, kuten juoksemista tai pyöräilyä. (Pincivero & Bompa 1997, 249.)

### **Lajitaidot ja pelipaikat**

Amerikkalaisen jalkapallon peruslajitaitoja ovat pallon kiinniottaminen ja heittäminen, etuperin- ja takaperinjuoksu, suunnanmuutokset, blokkaminen ja taklaaminen. Eri pelipaikoilla vaaditaan erilaisia lajitaitoja, ja lajissa keskitytäänkin erikoistumaan omaan pelipaikkaan. (Pincivero & Bompa 1997, 251.) Blokkamisella tarkoitetaan yritystä raivata tietä pallonkantajalle työntämällä puolustavaa pelaajaa pelistä pois päin. Mikäli puolustava pelaaja pääsee kuitenkin pallonkantajaan käsiksi, pyrkii hän taklaamaan eli kaatamaan pallonkantajan maahan käyttämällä olkapäitään ja käsivarsiaan. (Goodell 2013, 5, 14.)

Amerikkalaisen jalkapallon lähtöasento voi olla pelipaikan mukaan kaksi-, kolmi- tai nelipisteasento. Kaksipisteasento saa nimensä siitä, että maahan on kontaktissa kaksi raajaa eli kummatkin alaraajat, kun taas kolmi- ja nelipisteasentoissa maahan on kontaktissa myös yläraaja tai yläraajat. Takakentän puolustajat lähtevät liikkeelle kaksipisteasennosta (kuva 15). Tällöin jalat ovat hartioiden leveydellä tai pelaajan mieltymyksen mukaan hieman leveämmällä toisistaan. Toinen jalka on 15-30 senttiä toista taaempaan,

mikä mahdollistaa nopeamman liikkeellelähdon, taakse jäävän jalan määrittää ryhmityksen sijainti ja suunta. Polvet ovat hieman koukussa ja vartalo on taivutettu sen verran eteen, että hartiat ovat polvien yläpuolella ja sormet roikkuvat heti polvien alapuolella. Tässä lähtöasennossa paino on siirretty päkiöille ja kantapäät ovat hieman irti maasta. Asennosta on helppo lähteä takapuolustajalle tyypilliseen takaperinjuoksuun. (Pinomaa 1987, 96, 156, 164.)



Kuva 15. Takakentän puolustajan peliasento. (Kuva: Jari Mäkikuutti)

Jokaisella pelipaikalla on oma vastuualueensa, ja eri pelipaikkojen vaatimukset pelaajan fysiikalta ovat hyvin erilaisia. (Hoffman 2008, 387-388.) Esimerkiksi hyökkäyksen ja puolustuksen linjapelaajat ovat amerikkalaisen jalkapallon voimakkaimpia ja isokokoisimpia pelaajia, kun taas pienemmät ja nopeammat pelaajat sijoittuvat taitopelipaikoille keskushyökkääjiksi, laitahyökkääjiksi ja takakentän puolustajiksi. (Pincivero & Bompa 1997, 248.)

Linjapelaajien tulokset hyppytesteissä, sprinteissä ja suunnanmuutostesteissä ovat keskimäärin pelipaikkojen heikoimpia. Vastaavasti ylävartalon voimatestien tulokset ovat pelipaikkojen vahvimpia. Päinvastoin taas takakentän puolustajien testituloksissa ylävartalon voima on heikoin ja nopeutta ja ketteryyttä vaativat testit ovat pelaajien vahvuus. Karkeasti voidaan todeta, että pelipaikkojen pelaajat, jotka pelaavat tyypillisesti vastakkain (puolustuksen ja hyökkäyksen linja, keskushyökkääjät ja tukimiehet sekä laitahyökkääjät ja takakentän puolustajat) vastaavat fyysisiltä ominaisuuksiltaan eniten toisiaan. Robbinsin tutkimuskatsauksen (2011) mukaan testitulokset erosivat suorassa vertailussa pelipaikkojen välillä säännönmukaisesti puolustuksen eduksi. Erot eivät silti olleet aina tilastollisesti merkittäviä. (Robbins 2011, 265.)

Puolustuksen takakentän pelaajien tehtävänä on ensisijaisesti pysäyttää heittopelit, mutta heiltä tarvitaan apuja myös juoksupelien puolustamiseen. Takakentän pelaajat jaetaan kulmapuolustajiin (cornerbacks) ja takapuolustajiin (safety). Takakenttää puolustetaan joko alue- tai miespuolustuksena eri variaatioineen. Yleensä takakentän pelaajat saavat vastaan hyökkäyksen nopeat laitahyökkääjät, joiden mukana on pysyttävä ja joiden liikkeisiin puolustaja joutuu reagoimaan nopeasti. (McEntire & Wentworth 2000, 6 - 7.)

## **4 Liikeanalyysi**

### **4.1 Takaperinjuoksu**

Juoksu on pääasiallisesti etenemisliikettä, mutta siihen sisältyy myös pyörimisliikettä. Etenemisliikkeellä tarkoitetaan kappaleen siirtymää pisteestä A pisteeseen B. Pyörimis- eli rotaatioliikkeessä kappale pyörii kiinteän akselin ympäri. Esimerkiksi nivelen liike on siten pyörimisliikettä. (Kauranen & Nurkka 2010, 182-183, 193.) Takaperinjuoksu on

etenemisliikettä, joka suuntautuu taaksepäin ja se sisältää pyörimisliikettä nivelten liikkuessa.

Takakentän pelaajat juoksevat takaperin, koska heidän tulee nähdä hyökkäyksen toiminta ja reagoida peliin sen mukaisesti. Takaperinjuoksussa painopiste tulee pitää alhaalla ja jalat hartioiden leveydellä, jotta pelaajan tasapaino liikkeen aikana on hyvä ja hän pystyy helpommin tekemään suunnanmuutoksia. Paino pidetään päkiöillä, ja ala- ja yläraajat liikkuvat luonnollisesti mukana aivan kuten etuperin juostessa. Usein takaperinjuoksua valmennetaan tehtäväksi kontrolloidusti, koska peli voi millä tahansa hetkellä vaatia äkkinäistä liikettä mihin tahansa suuntaan. Täydestä vauhdista reagoiminen ja suunnanmuutokset ovat haastavampia suorittaa. (Pinomaa 1987, 96, 156, 164.)

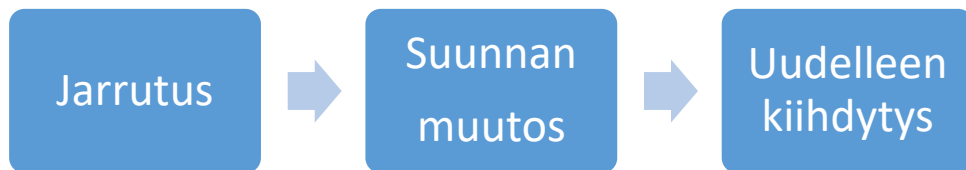
Takaperinjuoksusta tehtävään suunnanmuutokseen vaikuttavat painovoima, kitkavoima, väliaineen vastus ja tukivoima. Suunnanmuutoksessa käytetään lihaksen kaikkia kolmea tapaa tuottaa voimaa: konsentrista, eksentristä ja isometristä. (Kauranen & Nurkka 2010, 218-219.) Takaperinjuoksun aikana eksentristä voimantuottoa käytetään pohjelihaksen supistuessa ja pidentyessä sen jarruttaessa kantapäähän lähentymistä kohti maata. Suunnanmuutoksessa tuotetaan tukijalassa konsentrista voimaa, kun käännös on tehty ja halutaan jatkaa liikettä käännettyyn suuntaan. Tukijalalla tehdään isometristä voimantuottoa suunnanmuutoksessa lähes koko käännöksen ajan nivelten stabiloimiseksi. Isometristä voimaa tuotetaan osittain myös etenemissuunnan kääntämiseen siihen asti, kunnes saadaan tuotettua tarpeeksi voimaa suunnan muuttamiseen, jolloin voimantuotto muuttuu jälleen konsentriseksi.

## 4.2 Suunnanmuutos

Suunnanmuutoksella tarkoitetaan taitoa muuttaa tehokkaasti sekä suuntaa että nopeutta. Suunnanmuutos voi tapahtua joko staattisesta asennosta reaktiivisesti, staattisesta asennosta suunnitellusti tai dynaamisesta liikkeestä reaktiivisesti. Kun suunnanmuutos toteutetaan liikkeestä, edeltää sitä vauhdin jarruttaminen, jota seuraa käännös

ja maksimaalinen kiihdytys uuteen suuntaan. Suunnanmuutostekniikoita on useita, ja niiden käyttö riippuu tehtävästä, ympäristöstä sekä yksilöllisistä ominaisuuksista. (Clarke, Aspe, Sargent, Hughes & Mundy 2018.)

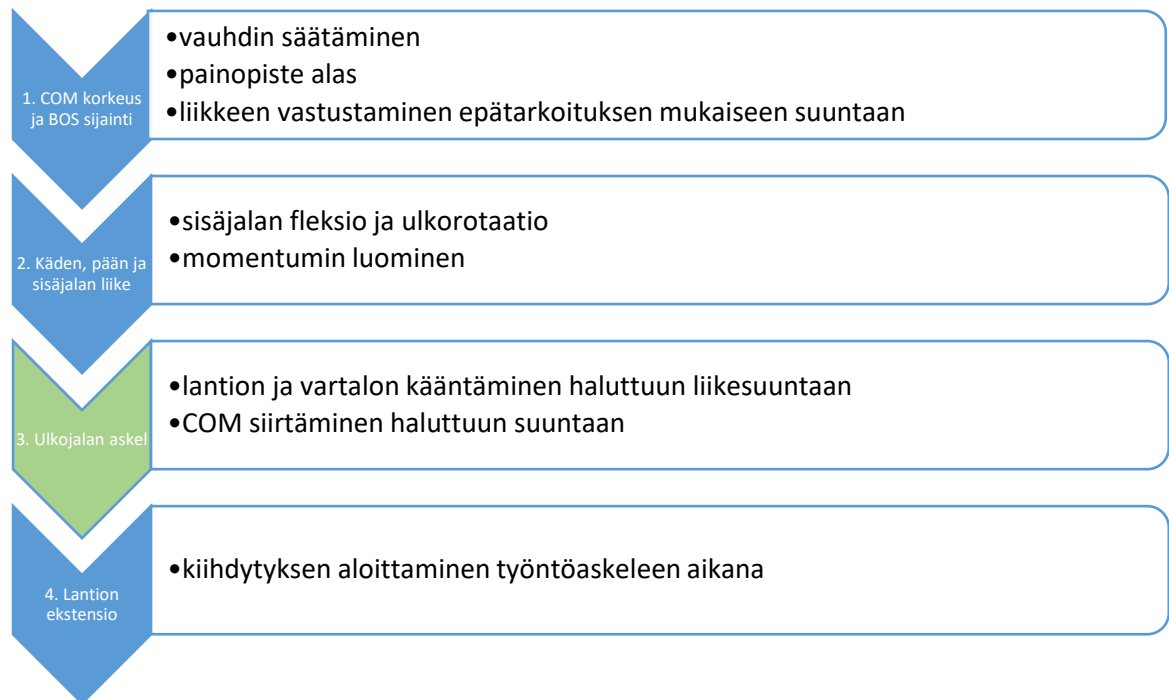
Kineettiset tekijät suunnanmuutoksessa jaetaan kolmeen päävaiheeseen (kuvio 3), jotka ovat jarrutusaskel eli suunnanmuutosta edeltävä jalan kontakti; suunnanmuutosaskel eli kontakti, jolla muutetaan massakeskipiste toivottuun suuntaan ja voimantuottoaskel eli kontakti, jolla alkaa uudelleenkiihdytys. (mts.)



Kuvio 3. Suunnanmuutoksen 3 päävaihetta (Clarke ym. 2018)

Suunnanmuutos (kuvio 4) alkaa säätämällä vauhti suunnanmuutokselle sopivaksi ja viemällä kehon massakeskipiste (COM, center of mass) alas. Liike suunnanmuutosta edeltävään suuntaan pyritään minimoimaan. Tukipinta-alaa (BOS, base of support) voidaan suunnanmuutoksessa uudelleenasemoida niin, että COM saadaan suuntautumaan haluttuun liikesuuntaan. Kun suunnanmuutos tapahtuu liikkeestä, BOS ja COM pyritään muuttamaan suunnanmuutosta edeltävällä askeleella suotuisaksi.





Kuvio 4. Suunnanmuutoksen vaiheet tarkemmin eriteltynä (Clarke ym. 2018)

Ensimmäisenä haluttuun suuntaan kääntyvät katse, käsi ja sisäjalka. Ne luovat yhdessä momentumin, joka helpottaa seuraavan vaiheen lantion avausta ja vartalon rotaatiota. On mahdollista, että pelitilanne ei mahdollista katseen ja ylävartalon täydellistä siirtämistä kohti suunnanmuutosta ja rotaatio jää vajaaksi. Tällöin lantion ojennusta ja voimantuottoa kiihdytysliikkeeseen ei päästä tuottamaan suoraan sagittaalitasossa, vaan se tapahtuu frontaalitasossa. Sagittaalitason voimantuotto on paitsi tehokkaampaa, aiheuttaa myös frontaalitason voimantuottoa pienemmän paineen ACL:ään. Frontaalitason voimantuotto voi kuitenkin olla väistämätön pelitilanteessa, joissa katse täytyy pitää pelissä; suunnanmuutosta seuraa välittömästi toinen suunnanmuutos; tai jos tilannopeus on ollut liian suuri, eikä mahdollista BOSiin uudelleenasetointia. (mts.)

## 5 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoitus on lisätä valmentajien tietoisuutta alaraajan linjauksesta ja lajille tyypillisten suunnanmuutosten kohdistamasta rasituksesta polvinivelen eri rakenteisiin, kun linjaus poikkeaa neutraalista. Tavoitteena on selvittää, millainen on takakentän pelaajien tukijalan linjaus takaperinjuoksusta tehtävän 90 asteen suunnanmuutoksen aikana.

Tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Kuinka paljon polvilumpion keskikohta poikkeaa liikkeen aikana alaraajan neutraalista linjasta?
- 2) Mikä on pelaajan pienin polvikulma tukivaiheen aikana?

Kartoituksen perusteella voidaan arvioida pelaajien teoreettista loukkaantumisriskiä suunnanmuutoksessa: mitä suurempi poikkeama alaraajan linjauksessa esiintyy, sitä suurempi voima suunnanmuutoksessa kohdistuu polven rakenteisiin. Yhä edelleen, mitä korkeampi pelaajan peliasento on, sitä lähempänä tämä on polvinivelen close-packed-asentoa suunnanmuutoksen aikana. Tutkimuksen toimeksiantajana toimii Suomen Amerikkalaisen jalkapallon liitto Ry.

## 6 Tutkimuksen toteutus

### 6.1 Kohderyhmä ja rajaus

Tutkimuksen kohderyhmä on naisten amerikkalaisen jalkapallon Vaahteraliiga-tasolla pelaavat takakentän puolustajat Tampere Saints-joukkueesta. Pelipaikan edustajia on tutkimushetkellä joukkueessa kahdeksan. Kohderyhmä valittiin siksi, että reaktiiviset, nopeat suunnanmuutokset ovat tälle pelipaikalle tyypillisiä ja toistuvia tilanteita amerikkalaisessa jalkapallossa. Tutkimukseen osallistuneiden pelaajien tuli olla terveitä ja pelikykyisiä tutkimuksen testauspäivänä. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista.

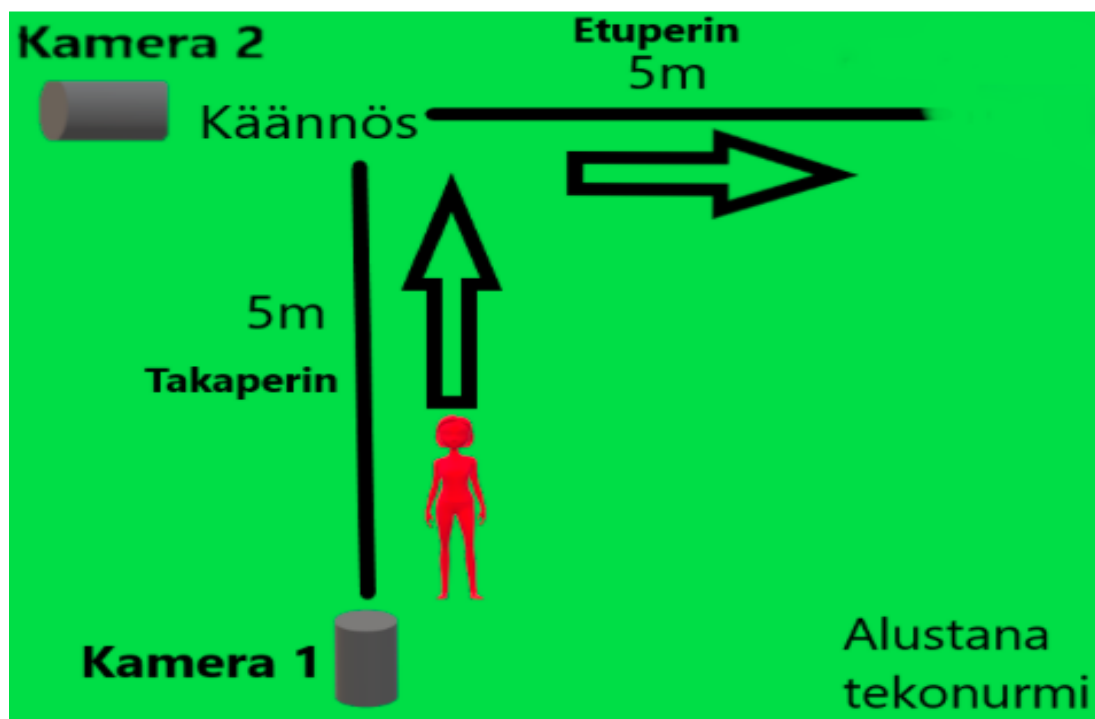
Tutkimus rajataan koskemaan ainoastaan tukijalan linjausta ja kulmaa suunnanmuutoksen tukivaiheen aikana. Tutkimuksessa ei analysoida syy-seuraus-suhteita. Tutkimustuloksien avulla voidaan arvioida teoreettista loukkaantumisriskiä joissain määrin. Suoria johtopäätöksiä niistä ei voida vetää, sillä linjaus ei ole ainoa vaikuttava tekijä tapaturman sattuessa.

### 6.2 Aineistonkeruu ja analysointi

Tutkimusta varten kuvattiin kunkin pelaajan käännökset (kuva 16) kahdella videokameralla kolme kertaa oikealle ja kolme kertaa vasemmalle suoritettuna. Kuvausvälineistönä toimi Panasonic Lumix DC-GH5-järjestelmäkamerat, jotka lainattiin Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimusyksiköltä KIHU:ltä. Kameroista toinen sijoitettiin pelaajan lähtöpisteeseen kuvaamaan mediaali-lateraalisuunnan muutoksia ja toinen käännöksen vastaiselle sivulle kuvaamaan polven fleksion muutosta. Aineiston kuvausta varten suoritettiin harjoituskuvaus, jotta laitteisto ja kuvauksen toteutus oli tutkijoille tuttua ennen varsinaista kuvaus-tilannetta.

Kuvauksia varten pelaajat pukeutuivat ihonmyötäisiin vaatteisiin. Pelaajiin kiinnitettiin merkit kinesiotapeilla suoliluun etuyläkäärkeen, polvilumpioon ja toisen varvasluun koh-

dalle helpottamaan videoiden analysointia. Samoin sivusuunnassa tapahtuvaa analysointia varten kiinnitettiin merkit ulkokehräsen, polven nivelraon ja reisiluun isosarvennoisen kohdalle. Pelaajilta kerättiin ennen kuvausta taustatiedot (nimi, ikä, pelivuodet, loukkaantumiset, pelipaikka). Taustatietolomake löytyy liitteestä 2. Kuvaukset suoritettiin lajiharjoitusten jälkeen, joten pelaajat olivat lämmitelleet yhdessä joukkueen kanssa. Suoritusalue oli tekonurmi. He saivat harjoitella suoritusta muutamia kertoja ennen kuvausta löytääkseen sopivan askelmäärän käännöstä varten suhteessa kameroihin. Suorituksia kuvattiin viisi per suunta. Tavoitteena oli saada tutkimukseen mukaan kolme hyväksyttyä suoritusta kummastakin suunnanmuutossuunnasta. Mikäli kolme suoritusta saatiin talteen ensimmäisillä kolmella suorituksilla, enempää suorituksia ei kuvattu. Useamman suorituksen kuvaamisella pyritään kartoittamaan suoritusten tasalaatuisuutta. Suunnanmuutosten kuvaaminen sekä oikealle että vasemmalle tehtynä paljastaa mahdollisia puolieroja. Suoritukset, jotka sisälsivät ylimääräisiä hyppyaskelia tai joissa teippi-merkit eivät olleet näkyvissä, hylättiin, koska niitä ei voitu käytössä olevilla tutkimusmenetelmillä analysoida.



Kuvio 5. Havainnollistettu tutkimustilanne

Aineisto analysoitiin Hudl technique-sovelluksella. Analyysissä arvioitiin edestä päin polvilumpion keskikohdan sijaintia suhteessa suoliluun etuyläkäärkeen ja toiseen varvasluuhun mittaamalla polven lateraalisivun kulmaa (kuva 12). Mitä pienempi kulma pelaajalta mitattiin suorituksen aikana, sitä mediaalisemmin polvilumpio sijaitsee suhteessa neutraaliin linjaan.

Polven frontaalitason linjausta arvioitiin mittaamalla lateraalisivun kulman suuruus (kuva 12) suunnanmuutoksen tukivaiheen alussa sekä polvinivelen ääriasennossa. Neutraalissa linjassa lateraalisivun kulma on 170-175°, valgus-asennossa alle 170° ja varus-asennossa yli 175° (Neumann 2002, 541). Fysioterapiatieteissä tutummin käytetty valguksen tai varuksen astemäärä laskettiin neutraalin kulman ja pelaajalta mitatun lateraalisen kulman erotuksesta.



Kuva 16. Polven lateraalisivun kulman mittaus edestä

Sivusuunnasta analysoitiin polven kulmaa suorituksen tukivaiheen aikana. Kulma mitattiin isonsarvennoisen, polvinivelen nivelraon ja ulkokehräsen väliltä (kuva 18). Polvikul-

masta laskettiin polvinivelen fleksion määrä vähentämällä luku 180 asteesta. Mitä pienempi polvikulma ja mitä suurempi polvinivelen fleksio pelaajalta mitattiin, sitä matalammassa asennossa hän suoritti suunnanmuutoksen.



Kuva 17. Polven fleksion mittaaminen sivulta

## 7 Tukijalan linjaus 90 asteen suunnanmuutoksen aikana

### Pelaaja A

Pelaaja A:lla on pelikokemusta 2,5v ja hänen pelipaikkansa on kulmapuolustaja. Hänellä ei ole historiaa alaraajan leikkaushoitoa vaativista loukkaantumisista. Pelaajalta A saatiin kuvattua kolme hyväksyttyä suoritusta suunnanmuutoksesta vasemmalle ja kaksi oikealle. Yksi suoritus jäi uupumaan, sillä pelaaja otti suoritusyrityksien aikana ylimääräisen

askeleen, jolla käänsi tukijalan valmiiksi menosuuntaan. Tutkimussuunnitelman mukaisesti kyseiset suoritukset jouduttiin hylkäämään. Pelaajan A tulokset frontaalitason mittauksista on koottu Taulukkoon 1 ja polven fleksion mittauksista Taulukkoon 2.

Taulukko 1. Pelaaja A tulokset, etukamera

Pelaaja A	Kulma	Kulma	Valgus°	Valgus°
Suoritus	Tukivaiheen alussa	Ääriasennossa	Tukivaiheen alussa	Ääriasennossa
<b>Käännös 90° vasen</b>				
1.	167	154	3	16
2.	165	165	5	5
3.	178	161	-3	9
<b>Käännös 90° oikea</b>				
1.	165	163	5	7
2.	156	153	14	17
<b>Ei suoritusta</b>				
<b>Keskiarvo</b>	166	159	5	11
<b>Vaihtelu</b>	22	12	22	12

Pelaajan A:n tukijalan valgusaste vaihteli tukivaiheen alussa 3° varuksesta 14° valgukseen. Vaihtelua suoritusten välillä oli 17°. Tukivaiheen ääriasennon valgusaste vaihteli 5-17° välillä. Vaihtelua parhaan ja heikoimman suorituksen välillä oli 12°. Parhaaksi suoritukseksi lasketaan lähimmäksi neutraalia saatu tulos. Keskiarvo kulma Pelaajan A polven lateraalille kulmalle tukivaiheen alussa oli 166° ja ääriasennossa 159°. Keskiarvo pelaajan valgus-asteelle tukivaiheen alussa oli 5° ja ääriasennossa 11°.

Kolmannesta suorituksesta vasemmalle kääntyessä saatiin mittaustulokseksi varusasteita. Pelaajan tukijalan lateraalinen kulma oli tukivaiheen alussa 178°, joka asettuu hie-man neutraalin rajojen (170-175°) ulkopuolelle. Tästä johtuen taulukon luku -3° varusuuntaan vaikuttaa suoritusten välisen vaihtelun laskentaan tosiasiaassa 8° verran, koska neutraalille alueelle jäävä 5° jää taulukon esitystavassa piiloon. Vaihteluväli on laskettu suurimman arvon 178° ja pienimmän arvon 156° erotuksesta.

Taulukko 2. Pelaaja A tulokset, sivukamera

Pelaaja A	Sivukamera	
Käännös 90° vasen	Polvikulma	Polven fleksio
1.	121	59
2.	115	65
3.	121	59
Käännös 90° oikea		
1.	163	17
2.	134	46
3.	ei suoritusta	ei suoritusta
<b>KA</b>	<b>131</b>	<b>49</b>
<b>Vaihtelu</b>	<b>48</b>	<b>48</b>

Pelaajan A pienin polvikulma 90° suunnanmuutoksen tukivaiheen aikana oli vasemmalle kääntyessä 115° ja oikealle kääntyessä 134°. Heikoimmissa suorituksissa pienin polvikulma oli vasemmalle kääntyessä 121° ja oikealle kääntyessä 163°. Heikoimmaksi suoritukseksi katsottiin korkein peliasento, koska polvinivelen ekstensiota tulisi suunnanmuutoksen aikana välttää. Vaihtelua polvikulmien suuruudessa kaikkien suoritusten kesken oli 48°. Keskiarvo kaikista suorituksista oli 131°. Polvinivelen fleksio vaihteli 17-65° välillä ja fleksion keskiarvo oli 49°.

### Pelaaja B

Pelaaja B:lla on pelikokemusta 5,5v ja hänen pelipaikkansa on kulmapuolustaja. Hänellä ei ole historiaa alaraajan leikkaushoitoa vaativista loukkaantumisista. Pelaajalta B saatiin kuvattua kolme hyväksyttyä suoritusta suunnanmuutoksesta vasemmalle ja kolme oikealle. Pelaajan B tulokset frontaalitason mittauksista on koottu Taulukkoon 3 ja polven fleksion mittauksista Taulukkoon 4.



Taulukko 3. Pelaajan B tulokset, etukamera

Pelaaja B	Kulma	Kulma	Valgus°	Valgus°
Suoritus	Tukivaiheen alussa	Ääriasennossa	Tukivaiheen alussa	Ääriasennossa
<b>Käännös 90° vasen</b>				
1.	164	156	6	14
2.	160	147	10	23
3.	165	162	5	8
<b>Käännös 90° oikea</b>				
1.	164	158	6	12
2.	158	153	12	17
3.	162	152	8	18
<b>Keskiarvo</b>	162	155	8	15
<b>Vaihtelu</b>	7	15	7	15

Pelaajan B:n tukijalan valgusaste vaihteli tukivaiheen alussa 5°-12° (valgus). Vaihtelua suoritusten välillä oli 7°. Tukivaiheen ääriasennon valgusaste vaihteli 8-23° välillä. Vaihtelua parhaan ja heikoimman suorituksen välillä oli 15°. Keskiarvo kulma Pelaajan B polven lateraaliseen kulmalle tukivaiheen alussa oli 162° ja ääriasennossa 155°. Keskiarvo pelaajan valgus-asteelle tukivaiheen alussa oli 8° ja ääriasennossa 15°.

Taulukko 4. Pelaaja B tulokset, sivukamera

Pelaaja B	Sivukamera	
Käännös 90° vasen	Polvikulma	Polven fleksio
1.	115	65
2.	113	67
3.	107	73
<b>Käännös 90° oikea</b>		
1.	120	60
2.	114	66
3.	112	68
<b>KA</b>	<b>114</b>	<b>67</b>
<b>Vaihtelu</b>	<b>13</b>	<b>13</b>

Pelaajan B pienin polvikulma 90° suunnanmuutoksen tukivaiheen aikana oli vasemmalle kääntyessä 107° ja oikealle kääntyessä 112°. Heikoimmissa suorituksissa pienin polvi-

kulma oli vasemmalle kääntyessä 115° ja oikealle kääntyessä 120°. Vaihtelua polvikulmien suuruudessa kaikkien suoritusten kesken oli 13°. Keskiarvo kaikista suorituksista oli 114°. Polvinivelen fleksio vaihteli 60-73° välillä ja fleksion keskiarvo oli 67°.

### Pelaaja C

Pelaaja C:lla on pelikokemusta 3,5v ja hänen pelipaikkansa on kulmapuolustaja. Hänellä ei ole historiaa alaraajan leikkaushoitoa vaativista loukkaantumisista. Pelaajalta C saatiin kuvattua kolme hyväksyttyä suoritusta suunnanmuutoksesta vasemmalle ja kolme oikealle. Pelaajan C tulokset on koottu Taulukkoon 4.

Taulukko 5. Pelaajan C tulokset, etukamera

Pelaaja C	Kulma	Kulma	Valgus°	Valgus°
Suoritus	Tukivaiheen alussa	Ääriasennossa	Tukivaiheen alussa	Ääriasennossa
<b>Käännös 90° vasen</b>				
1.	164	158	6	12
2.	158	156	12	14
3.	163	162	7	8
<b>Käännös 90° oikea</b>				
1.	174	163	0	7
2.	161	158	9	12
3.	159	155	11	15
<b>Keskiarvo</b>	163	159	8	11
<b>Vaihtelu</b>	16	8	16	8

Pelaajan C:n tukijalan valgusaste vaihteli tukivaiheen alussa neutraalista 12° valgukseen. Vaihtelua suoritusten välillä oli 16°. Tukivaiheen ääriasennon valgusaste vaihteli 7-15° välillä. Vaihtelua parhaan ja heikoimman suorituksen välillä oli 8°. Keskiarvo kulma Pelaajan C polven lateraaliseksi kulmalle tukivaiheen alussa oli 163° ja ääriasennossa 159°. Keskiarvo pelaajan valgus-asteelle tukivaiheen alussa oli 8° ja ääriasennossa 11°.

Tukivaiheen aloituskulman mittauksesta saatiin ensimmäisellä suorituksella oikealle tulokseksi 174°, joka asettuu neutraalien arvojen (170-175°) sisäpuolelle. Suorituksen tukivaiheen valgusaste on siis 0, vaikka vaihteluväliä tulos lisää 4° verran. Vaihteluväli on laskettu suurimman arvon 174° ja pienimmän arvon 158° erotuksesta.

Taulukko 6. Pelaaja C tulokset, sivukamera

Pelaaja C	Sivukamera	
Käännös 90° vasen	Polvikulma	Polven fleksio
1.	133	47
2.	134	46
3.	135	45
Käännös 90° oikea		
1.	143	37
2.	128	52
3.	135	45
KA	135	45
Vaihtelu	15	15

Pelaajan C pienin polvikulma 90° suunnanmuutoksen tukivaiheen aikana oli vasemmalle kääntyessä 133° ja oikealle kääntyessä 128°. Heikoimmissa suorituksissa pienin polvikulma oli vasemmalle kääntyessä 135° ja oikealle kääntyessä 143°. Vaihtelua polvikulmien suuruudessa kaikkien suoritusten kesken oli 15°. Keskiarvo kaikista suorituksista oli 135°. Polvinivelen fleksio vaihteli 37-52° välillä ja fleksion keskiarvo oli 45°.

### Yhteenveto

Pelaajien polvinivelen valgus-aste tukivaiheen alussa vaihteli -3° varuksesta 14° valgukseen. Ääriasennossa polvi oli 5-23° valguksessa. Kaikkien pelaajien keskiarvoksi polven poikkeamalle neutraalista linjasta saatiin tukivaiheen alussa 7° valgus-suuntaan ja ääriasennossa 13° valgus-suuntaan.

Taulukko 7. Kaikkien pelaajien tulokset, kooste

Mitattu asia	Pelaaja A	Pelaaja B	Pelaaja C
Valgus-aste tukivaiheen alussa	-3 -14	5-12	0-12
KA	5	8	8
Vaihtelu suoritusten välillä	22	7	16
Valgus-aste ääriasennossa	5-17	8-23	7-15
KA	11	15	11
Vaihtelu suoritusten välillä	12	15	8
Polvikulma	115-163	107-120	128-143
KA	131	114	135
Vaihtelu suoritusten välillä	48	13	15
Polven fleksio	17-65	60-73	37-52
KA	49	67	45

## 8 Johtopäätökset

Pelaajalle A oli haastavampaa tehdä 90°:n suunnanmuutos oikealle käyttäen tukijalkana vasenta jalkaa. Yrityksistä huolimatta yksi suoritus oikealle jäi puuttumaan. Pelaaja suoritti suunnanmuutoksen huomattavasti pystymmässä asennossa oikealle kuin vasemmalle. Pelaaja A ei pystynyt testisuorituksissa pitämään polvea neutraalissa linjassa tukivaiheen alussa, vaan polvi oli joko varus- tai valgus-asennossa. Pääsääntöisesti polvi linjautui neutraalia mediaalisemmin. Pelaajan A polven ääriasennon suuruus vaihteli huomattavasti suoritusten välillä. Polven linjauksessa ei kuitenkaan ollut juuri eroa oikealle eikä vasemmalle suoritettujen suunnanmuutoksen välillä. Peliasennon keskiarvon korkeutta nosti selvästi oikealle kääntymisen haastavuus, sillä peliasento oli tasaisempi ja matalampi vasemmalle kääntyessä. Pelaajalla voidaan todeta huomattava puoliero suoritusten ja alaraajan hallinnan suhteen, mikä saattaa altistaa hänet suuremmalle loukkautumisriskille harjoitus- tai pelitilanteessa.

Pelaaja B ei pysty testisuorituksissa pitämään polvea neutraalissa linjassa tukivaiheen alussa, vaan polven linjaus oli valmiiksi neutraalia mediaalisempi. Huomattavaa on, että tästä huolimatta vaihtelu suoritusten välillä oli pieni verrattuna muiden pelaajien suoritukseen. Polven ääriasennon suuruus vaihteli suoritusten välillä paljon. Vaihteluväli ääriasennon määrässä oli kaikista pelaajista suurin. Polven ääriasennon linjauksessa oli enemmän vaihtelua vasemmalle kuin oikealle kääntyessä, mutta tukivaiheen alun linjauksessa ei ollut juurikaan puolieroja. Pelaajalla B oli kaikkein matalin peliasento ja muutos peliasennon korkeudessa vähäisin. Pelaajalla B oli pisin lajikokemus, joka voi selittää matalan peliasennon harjaantumista. Pelaajan loukkaantumisriski saattaa olla jonkin verran suurentunut, sillä suoritukset eivät olleet tasalaatuisia.

Pelaaja C pystyi pitämään polven neutraalissa linjassa tukivaiheen alussa, mutta pääsääntöisesti polvi oli linjautunut jo tässä vaiheessa neutraalia mediaalisemmin. Ääriasennossa linjaus vaihteli suoritusten välillä, mutta tulokset olivat kaikista pelaajista tasaisimpia. Linjauksessa ei ollut merkittävää vaihtelua oikean ja vasemman puolen suunnanmuutosten välillä. Pelaajalla C oli korkein peliasento, mutta muutos suoritusten välillä oli vähäistä. Vasemmalle kääntyessä suoritukset olivat tasaisia ja oikealle kääntyessä peliasennon korkeudessa oli nähtävissä pientä vaihtelua. Pelaajan peliasennon korkeus saattaa vaikuttaa loukkaantumisriskiin harjoitus- ja pelitilanteissa.

## 9 Pohdinta

Pelaajan A suorituksissa näkyi selkeimpänä piirteenä puoliero tukijalkojen suhteen. Pelitilanteessa puoliero voi altistaa pelaajan suuremmalle loukkaantumisriskille, koska suunnanmuutoksia ja käännöksiä tehdään pelitilanteen mukaan molempiin suuntiin. Pelaaja ei siis voi valita, kumpaa tukijalkaa hän hyödyntää. Testisuorituksessa puolieron ilmene-

miseen saattoi vaikuttaa haluttu käänös ennalta määrättyssä kohdassa. Koska pelitilanteessa käännökset ovat reaktiivisia, ei otettujen askelten määrää tarvitse takaperinjuoksuissa normaalisti miettiä. Pelaaja A suosi lähtöasennossa etujalkana aina vasenta jalkaa, mikä vaikuttaa tukijalan osumiseen taakse halutussa käänöskohdassa. Etu- ja takajalan vaihtaminen aloitusasennossa ei kuitenkaan korjannut suoritusta, vaikka helpotti sitä. Pelaajan A kannattaa selvittää, onko alaraajojen voimatasoissa puolieroja ja pyrkiä kaivantamaan niitä. Hyvään alaraajojen linjaukseen vaikuttaa hyvä lihastasapaino (Saarikoski 2016a; Watkins 2010, 350-351.)

Pelaajan B suorituksissa peliasento pysyi matalana, mutta vaihtelu alaraajan linjauksen suhteen oli suuri. Suuri vaihteluväli saattaa kertoa heikommasta lihashallinnasta tai suoritustekniikasta. Pelaajan tulisi pystyä suorittamaan suunnanmuutos mahdollisimman tasalaatuisena ennalta tiedetyssä tehtävässä, koska pelitilanteissa suoritusnopeus ja ennalta-arvaamattomuus tekevät tilanteesta testitilannetta haastavamman. Pelaaja B:llä oli pisin pelikokemus, mikä saattaa selittää tasaista peliasennon korkeuden hallintaa. Oletettavasti matalan peliasennon ansiosta suunnanmuutos tuo kuitenkin vähemmän kuormitusta polviniveleen verrattuna yhtä suureen linjausvaihteluun korkeammassa peliasennossa. Pelaajan B kannattaa kiinnittää huomiota suoritustekniikan ja lihasvoiman kehittämiseen, koska ne ovat hyvän liikkeenhallinnan perusta. (Comeford & Mottram 2013, 3; Kauranen & Nurkka 2010, 218-219; Luomajoki 2018, 41; Saarikoski 2016a.)

Pelaajan C suorituksissa oli muita pelaajia vähäisempi vaihtelu niin alaraajan linjauksen kuin peliasennon korkeuden osalta. Voidaan olettaa, että pelaajan liikkeenhallinta pysyy hyvin samanlaisena suoritusten välillä, vaikka linjauksessa onkin poikkeamaa. Koska tarjolla ei ole viitearvoja sille, mikä tukijalan linjauksen poikkeama saisi 90° suunnanmuutoksen aikana korkeintaan olla, emme voi arvioida onko esiin tullut poikkeama täysin normaali nivelen liike kyseiseen suoritukseen. Pelaaja C voisi harjoittelussaan pyrkiä vieämään peliasentoa matalammaksi. Pystympi peliasento voi johtaa äkillisessä tilanteessa herkemmin polven ekstensio-rotatio-liikeyhdistelmään, jonka tiedetään aiheuttavan

suuren osan polvinivelen vammoista. (Neumann 2002, 451; Rothenberg ym. 2016, 1, 3-4; Kaltenborn 2014, 290; Magee 2014, 765; Magee ym. 2008, 529-533; Clarke ym. 2018.)

### **Validiteetti ja reliabiliteetti**

Validiteetilla tarkoitetaan valittujen tutkimusmenetelmien kykyä mitata tutkittavaa asiaa. (Hirsjärvi ym. 2010, 231-233.) Tukijalan linjauksen luotettava tutkiminen lajinomaisessa liikkeessä on mahdollista ainoastaan videoanalyysin avulla. Liikkeen hallintaa voidaan arvioida myös erilaisin standardoiduin testein, mutta ne eivät kerro hallinnasta lajinomaisen liikkeen aikana. Tarkkojen astelukujen saaminen vaatii aina suorituksen taltiointimisen videolle myöhempää tarkastelua ja analysointia varten. Videoanalyysin voidaan todeta olevan validi mittari tutkittavalle aiheelle.

Tutkimuksen reliabiliteetilla tarkoitetaan mittaustulosten toistettavuutta. Hyvän reliabiliteetin tutkimustulokset toistuisivat samansuuntaisina, mikäli joku tekisi samalla asetelmalla tutkimuksen uudestaan. Vastaavasti reliabiliteetin ollessa huono, tutkimustulokset ovat sattumanvaraisia. (Hirsjärvi ym. 2010, 231-232.) Tutkimuksen reliabiliteetti pyrittiin varmistamaan huolellisella tutkimussuunnitelmalla ja tutkimuksen toteutuksen kuvaamisella niin, että tutkimus voitaisiin toistaa myöhemmin uudelleen. Tutkimuksen reliabiliteettia laski tutkijoiden kokemattomuus videoanalyysin käytöstä tutkimusmenetelmänä. Kokemattomuuden vaikutusta pyrittiin vähentämään tutustumalla huolellisesti kuvauslaitteistoon yhdessä Kihun ammattilaisten kanssa, ottamalla videolle koesuorituksia ja harjoittelemalla analysointiohjelman käyttöä ennen todellista tutkimustilannetta. Aikaisempi kokemus vastaavasta tutkimuksesta ja koulun aktiivisempi ohjaus opinnäytetyön aikana olisivat auttaneet suunnitelman tarkemmassa laatimisessa. Viitearvojen puuttuminen vaikeutti tutkimustulosten tarkkaa analysointia, sillä nyt tuloksia pystyttiin vertaamaan ainoastaan neutraaliin linjaan. Mikäli tutkimus toistettaisiin, taustatiedoissa voitaisiin kiinnittää huomiota myös pelaajan antropometriin ominaisuuksiin ja niiden mahdollisiin vaikutuksiin. Lisätutkimuksia tarvittaisiin selvittämään myös, miten suuri valgusaste suunnanmuutosten aikana on hyväksyttävä tulos ja vastaavasti missä menee suurentuneen loukkaantumisriskin raja.

Tutkimuksen otanta jäi haluttua pienemmäksi: kahdeksasta takakentän pelaajasta tutkimukseen saatiin mukaan kolme. Syynä tähän olivat muun muassa aikataululliset haasteet kameroiden, kuvauspaikan, tutkijoiden ja tutkimukseen osallistuvien kesken sekä pelikauden aikaiset loukkaantumiset. Luotettavien tulosten saamiseksi yhdeltä pelaajalta olisi pitänyt kuvata suurempi määrä suorituksia, jolloin yksittäisen suorituksen vaikutus tutkimuksessa olisi vähäisempi. Opinnäytetyön puitteissa resurssit tähän olivat rajalliset, mutta osallistujamäärän laskettua kolmeen suoritusten lukumäärää olisi voitu hyvin kasvattaa käytössä olevien resurssien puitteissa.

Tutkimustulosten tarkkuuteen vaikutti myös tutkimuksen toteutukseen liittyvät yksityiskohdat, kuten kinesioiteipistä tehtyjen merkkien liikkuminen vaatteiden päällä suorituksen aikana. Osa suorituksista jouduttiin hylkäämään, koska merkkipisteet eivät olleet näkyvissä. Samoin pelaajien taipumus kääntää tukijalka etukäteen menosuuntaan vaikeutti tutkimuksen toteutusta, sillä frontaalitaso ei tuolloin ollut enää nähtävissä suunnitellusta kuvauspaikasta. Suoritustekniikat vaihtelivat odotettua enemmän. Lisähaasteen pelaajille toi käännöksen toteutus sivukameran kohdalla, mikä vaati askelluksen testaamista etukäteen kameran sopivan kuvauspaikan valitsemiseksi. Testisuoritus oli siis ennen kaikkea suunniteltu ja hallittu, eikä vastaa siltä osin pelitilanteiden nopeita ja reaktiivisia suunnanmuutoksia. Aiemmissa tutkimuksissa (Dos'Santos ym. 2018) onkin huomattu, ettei tutkimustilanteen suoritusvauhti yleensä riitä paljastamaan vaarillisia liikemalleja, joita urheilijalla saattaa esiintyä kilpailutilanteissa.

### **Eettisyys**

Opinnäytetyössä noudatettiin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa -ohjetta, jota suomalaiset ammattikorkeakoulut ovat sitoutuneet noudattamaan. Tutkimuksen eettisiä periaatteita ovat tutkittavan itsemääräämisoikeuksien kunnioittaminen, vahingoittamisen välttäminen sekä yksityisyys ja tietosuojat. (Kettunen ym. 2017.) Opinnäytetyössä noudatettiin eettisiä periaatteita. Jokaiselta tutkimukseen osallistuneelta saatiin kirjallinen suos-



tumus tutkimukseen osallistumisesta. Tutkittavat saivat missä tahansa vaiheessa kieltäytyä tutkimuksesta tai jättää sen kesken. Kuvauspaikka oli tarkoituksenmukainen ja alusta lajille tyypillinen. Ylimääräiset henkilöt pidettiin poissa kuvausalueelta. Kuvauspaikalla oli EA-välineistö ja EA-taitoiset tutkijat. Tutkimuksessa saatuja tietoja käytettiin ainoastaan tähän tutkimukseen ja työn valmistuttua kyseiset tiedot hävitetään asianmukaisesti. Henkilötietolakia (523/1999) ja EU:n yleinen tietosuoja-asetusta (2018) noudatettiin ja tutkimusta varten laadittiin tietosuojaseloste. Tietoja ei tallennettu pilvipalveluihin, eikä niitä luovuttu kolmansille osapuolille. Opinnäytetyö on julkinen, mutta tutkimukseen osallistuneet pelaajat pysyvät anonyymeinä.

Amerikkalainen jalkapallo on niin kutsuttu late entry -laji, jossa harrastaminen aloitetaan usein vasta aikuisiällä. Osalla lajin tulokkaista on vahva urheilutausta, mutta se ei ole vaatimus lajin aloittamiselle. Fyysiset vaatimukset sen sijaan ovat kentällä niin kokeneille kuin tulokkaillekin täysin samat. Etenkin voimatasoiltaan heikompia urheilijoita ja lajin tulokkaita tulisi pystyä entistä paremmin valmistelemaan pelin vaatimukseen. Opinnäytetyön kartoituksen pohjalta on jatkossa mahdollista lähteä kehittämään lihasvoimaa, hallintaa ja suunnanmuutostekniikkaa parantava harjoitusohjelma ennaltaehkäisemään polven alueen urheiluvammoja amerikkalaisessa jalkapallossa. Mikäli tutkimukseen osallistuneet pelaajat noudattaisivat tällaista harjoitusohjelmaa, tutkimus voitaisiin toistaa myöhemmin ja seurata pelaajien kehitystä. Pelaajien tulosten vertaaminen on mielekästä pääasiassa heidän omiin suorituksiinsa nähden, mutta saman pelipaikan edustajien vertaaminen keskenään voi auttaa huomaamaan yksittäisen pelaajan suurimmat kehityskohdat. Tutkimustuloksia ei voida yleistää suuremmalle joukolle.

## Lähteet

Amis, A., Gupte, C., Bull, A. & Edwards, A. 2005. Anatomy of the posterior cruciate ligament and the meniscofemoral ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14: 257–263. Viitattu 20.10.2019 [http://henriquetateixeira.com.br/up\\_artigo/anatomy\\_of\\_the\\_posterior\\_cruciate\\_ligament\\_ve3ru4.pdf](http://henriquetateixeira.com.br/up_artigo/anatomy_of_the_posterior_cruciate_ligament_ve3ru4.pdf).

Anh-Dung, N., Shultz, S. 2009. Identifying Relationships Among Lower Extremity Alignment Characteristics. *Journal of athletic training*. NCBI. Viitattu 20.10.2019. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2742461/>

Clarke, R., Aspe, R., Sargent, D., Hughes, J., Mundy, P. 2018. Technical models for changing direction: biomechanical principles. *Professional strength and conditioning*, 9/2018. Viitattu 21.20.2019 [https://www.researchgate.net/publication/328561167\\_Change\\_of\\_Direction\\_Technical\\_Models\\_Biomechanical\\_Principles](https://www.researchgate.net/publication/328561167_Change_of_Direction_Technical_Models_Biomechanical_Principles).

Comerford, M., Mottram, S. 2013. *Kinetic Control: the Management of Uncontrolled Movement*. Elsevier.

Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., Jones, P. 2018. The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off. *Sports Med*. NCBI. Viitattu 24.20.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6132493/>

Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2010. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.

Hoffman, J. R. 2008. The Applied Physiology of American Football. *International Journal of Sports and Performance*. 3, 387 - 392. Viitattu 23.7.2019 [https://www.researchgate.net/publication/24003033\\_The\\_Applied\\_Physiology\\_of\\_American\\_Football](https://www.researchgate.net/publication/24003033_The_Applied_Physiology_of_American_Football).

Iosia, M.F. & Bishop, P.A. 2008. Analysis of exercise-to-rest ratios during division IA tele-vised football competition. USA. *Journal of strength and conditioning research*. 22, 2, 332 - 340. Viitattu 23.7.2019 [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2008/03000/Analysis\\_of\\_Exercise\\_to\\_Rest\\_Ratios\\_During.3.aspx#pdf-link](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2008/03000/Analysis_of_Exercise_to_Rest_Ratios_During.3.aspx#pdf-link).

Jones, PA., Herrington, LC., Graham-Smith, P. 2015. Technique determinants of knee joint loads during cutting in female soccer players. Viitattu 26.20.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26057866>.

Kaltenborn, F. 2014. *Manual mobilization of the joints – The extremities*. Oslo: Norli.

- Kauranen, K., Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Tampere: Liikuntatieteellinen seura ry.
- Kettunen, J., Kärki, A., Näreaho, S., Päällysaho, S. 2017. Ammattikorkeakoulujen opin-  
näytetöiden eettiset suositukset. Viitattu 19.3.2019 <https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/Ammattikorkeakoulujen%20opin%C3%A4ytet%C3%B6iden%20eettiset%20suositukset.pdf>.
- Liukkonen, I., Saarikoski, R. 2004. Jalat ja terveys. Helsinki: Duodecim.
- Luomajoki, H. 2018. Liikkeen ja liikekontrollin häiriöt: Testit ja harjoitteet selän, niskan, olkapään sekä alaraajan toiminnallisiin ongelmiin. VK-Kustannus.
- Magee, D., Zachazewski, J. & Quillen, W. 2008. Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation. 1st edition. Saunders.
- Magee, D. 2014. Orthopedic physical assessment. Canada: Elsevier Saunders.
- McEntire, C. & Wentworth, J. 2000. Defensive football strategies. American football coach's association. 1st Edition. Human Kinetics.
- Neumann, D. 2002. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation. 1<sup>st</sup> Edition. Elsevier.
- NCAA Sport Injury fact sheet: Football Injuries. Data from the 2004/05-2008/09 Seasons. Viitattu 15.10.2019 [https://www.ncaa.org/sites/default/files/NCAA\\_Football\\_Injury\\_WEB.pdf](https://www.ncaa.org/sites/default/files/NCAA_Football_Injury_WEB.pdf).
- Pincivero, D. & Bompas, T. 1997. A Physiological Review of American Football. Sport Medicine. 23, 4, 247 - 260. Viitattu 24.7.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub-med/9160481.janet.finna>.
- Pinomaa, J. 1987. Amerikkalainen jalkapallo katsojan ja pelaajan käsikirja. Helsinki: Painokaari
- Polvinivelen rakenne, 2012. Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 15.10.2019 [https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=ldk00537](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=ldk00537).

Reichert, B. 2014. Käytännön anatomia 1 – ylä- ja alaraajan tutkiminen palpaation keinoin. Saarijärvi: VK-Kustannus oy.

Robbins, D.W. 2011. Positional Physical Characteristics of Players Drafted Into the National Football League. Journal of Strength and Conditioning Research. 10/2011. Viitattu 23.7.2019 [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2011/10000/Positional\\_Physical\\_Characteristics\\_of\\_Players.4.aspx#pdf-link](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2011/10000/Positional_Physical_Characteristics_of_Players.4.aspx#pdf-link).

Rothenberg, P., Grau, L., Kaplan, L. & Baraga, M., 2016. The American Journal of Orthopedics Sept/Oct. 2016: Knee Injuries in American Football: An Epidemiological Review. Viitattu 15.10.2019 [https://pdfs.semanticscholar.org/54f2/baa546489442acd7f9d11633ea8c3ae1891b.pdf?\\_ga=2.195383471.2074448999.1571070344-572487706.1571070344](https://pdfs.semanticscholar.org/54f2/baa546489442acd7f9d11633ea8c3ae1891b.pdf?_ga=2.195383471.2074448999.1571070344-572487706.1571070344).

Saarikoski, R. 2016a. Terveyskirjaston artikkeli. Alaraajojen lihastasapainon ja linjausten ylläpito. Viitattu 15.10.2019 [https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=tju00204&p\\_hakusana=alaraajan%20linjaus](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=tju00204&p_hakusana=alaraajan%20linjaus).

Saarikoski, R. 2016b. Terveyskirjaston artikkeli. Alaraajojen kunnan yhteys pystyasentoon ja kehon hallintaan. Viitattu 15.10.2019. [https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=tju00202&p\\_hakusana=alaraajan%20linjaus](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=tju00202&p_hakusana=alaraajan%20linjaus).

SAJL Laji-info, N.d. Viitattu 26.4.2019 <https://www.sajl.fi/laji-info/>

SAJL Laji-info: Historia, N.d. Viitattu 26.4.2019 <https://www.sajl.fi/laji-info/historia/>

SAJL: Turvalliset varusteet, N.d. viitattu 24.7.2019 <https://www.sajl.fi/koulutus/terveyskirjasto/turvalliset-varusteet/>

Sandström, M., Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – Aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Keuruu: VK-Kustannus Oy

Terveysportti. 2019. Duodecim. Viitattu 15.10.2019 [https://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg\\_kuvasto.koti](https://www.terveysportti.fi/terveysportti/diagnoosi.dg_kuvasto.koti).

Watkins, J. 2010. Structure and function of the musculoskeletal system. Wales: Swansea university.

Ylinen, J. 2010. Venytystekniikat Lihas-jännesysteemi. Muurame: Medirehabook kustannus Oy.

Yu-Chin, L., Feng.Shuo, C., Kun-Hui, C., Kui-Chou, H., Kuo-Chih, S. 2018. Mismatch between femur and tibia coronal alignment in the knee joint: classification of five lower limb types according to femoral and tibial mechanical alignment. NCBI. Viitattu 20.10.2019 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6260902/>

## LIITE 1

Polven ekstensiota tuottavat lihakset (Magee 2014, 787; Ylinen 2010, 297-335.)

Lihäs	Insertio	Origo	Toiminta	Hermotus
Rectus femoris	Anterior inferior iliac spine ja acetabulumin yläpuoleinen uurre	Patella jänteen välityksellä tuberositas tibiae	Polven extensio, myös lonkan fleksio	Femoral nerve (L02-L04)
Vastus lateralis	Lateraalin linea aspera ja trochanter major	Patella jänteen välityksellä tuberositas tibiae	Polven extensio	Femoral nerve (L02-L04)
Vastus medialis	Mediaalinen linea aspera ja femurin spiral line	Patella jänteen välityksellä tuberositas tibiae	Polven extensio	Femoral nerve (L02-L04)
Vastus intermedius	2/3 femurin etuylä-pinnasta	Patella jänteen välityksellä tuberositas tibiae	Polven extensio	Femoral nerve (L02-L04)

Polven fleksiota ja rotaatiota tuottavat lihakset (Magee 2014, 787; Ylinen 2010, 297-335.)

Lihäs	Origo	Insertio	Toiminta	Hermotus
Biceps femoris a) caput longum b) caput breve	a) Tuberositas ischiadicum b) Linea aspera	a) & b) Caput fibulae, lateraalinen pinta & Tibian lateraalisen condylin postero-lateraalinen pinta	a) Polven fleksio, myös lonkan extensio ja polven lateraalirotaatio b) Polven fleksio, myös polven lateraali rotaatio	Tibial nerve (S01-S03) & Peroneal nerve (L05, S01, S02)
Semitendinosus	Tuberositas ischiadicum	Tibian antero-mediaalinen pinta mediaalicondylin alapuolella, common tendon pes anserius	Polven fleksio, myös lonkan extensiota ja polven mediaalirotaatiota	Tibial nerve (L05-S02)
Semimembranosus	Tuberositas ischiadicum	Tibian mediaali condylin posteriorinen pinta	Polven fleksio, myös lonkan extensiota ja polven mediaalirotaatiota	Tibial nerve (L05-S02)
Gastrocnemius/ Triceps surae-osa	a) Mediaalinen pää: Femurin mediaalicondylin yläpinta b) Lateraalinen pää: Femurin lateraalicondylin yläpinta	Akillesjänteen yläosa, jonka välityksellä calcaneuksen ylempi takapuolisko	Polven fleksio, nilkan plantaarifleksio	Tibial nerve (S01-S02)
Popliteus	Femurin lateraalicondylin posteriorinen yläpinta	Tibian postero-mediaalinen yläpinta	Polven fleksio, myös polven mediaalirotaatio	Tibial nerve (L04, S01)
Gracilis	Pubic symphysis alempi puolikas ja pubic arch ylempi puolikas	Tibian antero-mediaalinen pinta mediaalicondylin alapuolella, common tendon pes anserius	Lonkan adduktio, myös polven fleksio ja mediaalirotaatio	Obturator nerve (L03-L04)
Sartorius	Anterior superior iliac spine	Tibian antero-mediaalinen pinta mediaalicondylin alapuolella, common tendon pes anserius	Lonkan fleksio, abduktio ja lateraalirotaatio, myös polven fleksio ja mediaalirotaatio	Femoral nerve (L02-L03)

## LIITE 2

### **Suostumus tutkimukseen ja taustatiedot**

Olet osallistumassa Jyväskylän ammattikorkeakoulun Fysioterapeutin koulutusohjelman opinnäytetyötutkimukseen. Tutkimuksessa kartoitetaan amerikkalaisen jalkapallon takakentän pelaajien tukijalan linjausta backpedalista tehdyn 90 asteen suunnanmuutoksen aikana. Tutkimuksen toimeksiantaja on Suomen Amerikkalaisen jalkapallon Liitto Ry SAJL ja toteuttajina fysioterapeuttiopiskelijat Jonna Tuovinen ja Oskari Ojaniemi. Tutkimuksen tarkoitus on tuottaa lajiliitolle tietoa alaraajan linjauksesta sekä lajille tyypillisten suunnanmuutosten kohdistamasta rasituksesta polviniveleen. Tavoitteena on kartoittaa takakentän pelaajien alaraajan linjauksen hallintaa takaperinjuoksusta tehdyn suunnanmuutoksen aikana.

Tutkimus toteutetaan videoanalyysin avulla ja se edellyttää suorituksen kuvaamista kahdella videokameralla. Tutkimusta varten kerätään taustatiedot tutkimukseen osallistuvista pelaajista. Kerättyjä tietoja käytetään ainoastaan tähän tutkimukseen ja tutkimuksen jälkeen tiedot hävitetään asianmukaisesti. Aineistoa käsittelevät ainoastaan opinnäytetyön tekijät. Henkilötietolakia (523/1999) ja EU:n yleinen tietosuojasetusta (2018) noudatetaan. Opinnäytetyö on julkinen, mutta pelaajat pysyvät anonyymeinä. Videoita ei julkaista. Lopullinen opinnäytetyö julkaistaan Theseus.fi sivustolla.

Sinulla on missä vaiheessa tahansa mahdollisuus kieltäytyä tutkimuksesta tai jättää se kesken. Sinulla on oikeus kerättyihin tietoihin ja pyynnöstä kaikki tiedot hävitetään eikä niitä hyödynnetä tutkimuksen tarkoituksiin.



**TAUSTATIEDOT**

Nimi:

Ikä:

Pelipaikka:

Pelikokemus vuosina:

Loukkaantumishistoria:

(alaraajan kirurgisia toimenpiteitä vaatineet loukkaantumiset)

Annan suostumukseni tutkimukseen:

---

Allekirjoitus, nimenselvennys, päivämäärä ja paikka