

**TASAPAINON YHTEYS NUORTEN URHEILIJOIDEN AKUUTTIEN
ALARAAJAVAMMOJEN ILMAANTUVUUTEEN**
Prospektiivinen seurantatutkimus

Milla Lähdeniemi

Fysioterapian pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

Lähdeniemi, M. 2018. Tasapainon yhteys nuorten urheilijoiden akuuttien alaraajavammojen ilmaantuvuuteen. Prospektiivinen seurantatutkimus. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Fysioterapian Pro gradu -tutkielma, 41 s.

Urheiluvammojen määrä on jatkuvassa kasvussa ja jopa neljännes urheiluvammoista sattuu nilkkaan tai polveen. Urheiluvammojen ennaltaehkäisyyn kannalta on tärkeä selvittää riskitekijöitä urheiluvammojen taustalla erityisesti nuorilla urheilijoilla. Nuorten urheilijoiden vammojen ennaltaehkäisyyn tulisi kiinnittää huomiota ennen kuin he ovat korkean urheiluvammariskin ryhmässä, sillä eniten urheiluvammoja sattuu 20-24 -vuotiaille. Tasapaino on yksi paljon tutkittu mahdollinen riskitekijä urheiluvammojen taustalla ja tasapainon yhteyttä alaraajavammoihin on tutkittu sekä polven että nilkan vammojen osalta. Tutkimuksissa tasapainon yhteys alaraajavammoihin vaihtelee suuresti. Tämän Pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää, onko seurannan aikana nilkka- tai polvivamman saaneiden nuorten koripallon ja salibandyn pelaajien alkutesteissä mitatussa staattisessa tasapainossa eroa verrattuna terveisiin urheilijoihin ja löytyykö samojen ryhmien väliltä eroa tarkasteltaessa tasapainoa sukupuolittain tai urheilulajeittain.

Tämä prospektiivinen seurantatutkimus oli osa laajempaa UKK-instituutissa tehtävää Urheilijan liiketaidot, lihaskunto ja terveys -tutkimusta (PROFITS-study: Predictors of Lower Extremity Injuries in Team Sports). Tutkittavat osallistuivat tasapainotestiin vuosina 2011-2013 ja jokaista tasapainomittausta seurasi 12 kuukauden prospektiivinen seuranta, jolloin strukturoidun vammakyselyn avulla kerättiin tiedot urheilijoiden ilman kontaktia sattuneista traumaattisista polvi- ja nilkkavammoista. Tutkimukseen osallistui kaikkiaan 348 nuorta urheilijaa (ka 16 vuotta, SD 1.8), joista 53 % oli poikia ja 47 % tyttöjä. Urheilijoista 49 % oli salibandyn pelaajia ja 51 % koripallon pelaajia. Urheilijoiden tasapainoa testattiin yhden jalan tasapainotestillä Good Balance -voimalevyllä mitattuna (Good Balance®, Metitur, Jyväskylä) ja analyyseihin valittiin kolme eri huojuntamuuttujaa (x- ja y- suuntaisen huojuntamatkan nopeus sekä vauhtimomentti). Ryhmien välisiä mahdollisia eroja tarkasteltiin riippumattomien otosten t-testillä.

Polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä ei havaittu eroa tasapainotestin huojuntamuuttujissa. Nilkkavamman saaneiden sivuttaissuuntainen huojunta (x-akseli) oli keskimäärin 0.02 mm/s (SD 0.04) nopeampaa verrattuna terveiden urheilijoiden huojuntaan ($p=0.040$). Sama sivuttaissuuntaisen huojunnan nopeuden ero 0.02 mm/s (SD 0.04) havaittiin terveiden ja nilkkavamman saaneiden salibandyn pelaajien välillä ($p=0.039$). Muissa huojuntamuuttujissa (eteen-taakse -suuntainen huojunta sekä vauhtimomentti) ei havaittu eroa alaraajavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä. Eroja ei myöskään havaittu tarkasteltaessa tuloksia sukupuolittain tai urheilulajeittain.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta, ettei staattinen tasapaino ole yhteydessä polvivammojen määrään. Tulosten perusteella ei voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä staattisen tasapainon ja nilkkavammojen yhteyden välillä. Tämän vuoksi luotettavaa tutkimustietoa tarvitaan lisää juuri staattisen tasapainon yhteydestä nilkkavammoihin.

Avainsanat: Tasapaino, asentohuojunta, alaraajavamma, riskitekijä, salibandy, koripallo

ABSTRACT

Lähdeniemi, M. 2018. Association between static balance and young athletes' acute injuries in lower extremities: Prospective Follow-up Study. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Physiotherapy Master's thesis, 41 pp.

The number of sport injuries has been increasing throughout the years and 25 % of the injuries involve the lower extremities. In terms of sport injury prevention, it is important to investigate the risk factors behind the injuries. Generality of the sport injuries happen to young athletes between 20 and 24 years, therefore attention should be paid in preventing sport injuries before young athletes are in high-risk age group. Balance is one of the most researched risk factor for sport injuries and the association between balance and ankle or knee injuries has been largely researched. However, the association between balance and sport injuries in lower extremities varies in known research. The aim of this prospective follow-up study was to investigate whether, there are differences in baseline static balance test results between healthy athletes and athletes, who sustained an ankle or knee injury, during the follow-up.

This prospective follow-up study was part of large PROFITS-study (Predictors of Lower Extremity Injuries in Team Sports) carried out in UKK institute (Tampere, Finland). The participants of this study took part in balance tests in May/2011, April-May/2012 or April-May/2013. After each balance test a 12-month prospective follow-up was conducted, during which all time-loss non-contact traumatic injuries were recorded with a structured questionnaire. 348 young athletes (mean age 16 ± 1.8 , 53 % boys, 47 % girls) participated in the follow-up study. 49 % of the participants played floorball and 51 % basketball. Postural sway was measured during single leg stance on Good Balance –force platform (Good Balance®, Metitur, Jyväskylä). Three different variables were selected for analysis: speed of COP in medio-lateral and anterior-posterior directions (mm/s) and for 95% percentile areal (mm^2/s). Differences between groups were examined with independent samples t-test.

When comparing balance test results between knee-injured and uninjured athletes none of the variables were significantly different between the groups. Ankle-injured athletes' medio-lateral postural sway was an average 0.02 mm/s (SD 0.04) faster compared to uninjured athletes' ($p=0.040$). Similar difference in medio-lateral postural sway speed (0.02 mm/s, SD 0.04) was found between ankle-injured and uninjured athletes who played floorball ($p=0.039$). There were no differences in other postural sway variables between basketball and floorball players or between sexes.

In conclusion, this study suggests that the static balance is not related to knee injuries. In turn, ankle injuries may be related with faster medio-lateral sway, however, this finding is not sufficient to make generalized conclusions between the static balance and the ankle injury relationship. Therefore, more reliable study is needed about the relationship of static balance and ankle injuries in the future.

Keywords: balance, postural sway, lower extremity injury, risk factor, basketball, floorball

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	URHEILUVAMMOJEN YLEISYYS	3
	2.1 Urheiluvammojen luokittelu	4
	2.2 Urheiluvammojen riskitekijät	7
	2.3 Urheiluvammojen ennaltaehkäisy.....	8
3	TASAPAINO	10
	3.1 Asentohuojunnan mittaus voimalevyllä.....	10
	3.2 Tasapainoharjoittelu urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä.....	13
	3.3 Tasapainon yhteys alaraajavammoihin	14
4	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	17
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	18
	5.1 Tutkittavat.....	18
	5.2 Mittausmenetelmät.....	19
	5.3 Tutkimuksen eettisyys	20
	5.4 Tilastolliset menetelmät	21
6	TULOKSET	22
7	POHDINTA.....	27
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET	33

KÄYTETYT LYHENTEET

AC	Acromioclavicular joint, olkalisäke-solislunivel
ACL	Anterior cruciate ligament, polven eturistiside
BMI	Body mass index, kehon painoindeksi
COG	Center of gravity, painopiste
COM	Center of mass, massakeskipiste
COP	Center of pressure, painekeskipiste
EPESE	Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly Battery of Tests
ICC	Intraclass Correlation Coefficient, sisäinen korrelaatio
KA	Keskiarvo
LV	Luottamusväli
NHANES	National Health and Nutrition Examination Surveys
OR	Odds ratio, vetosuhde
RD	Risk difference, riskien ero
RR	Relative risk, suhteellinen riski
SD	Standard deviation, keskihajonta
SEBT	Star Excursion Balance Test

1 JOHDANTO

Liikunta- ja urheiluvammat aiheuttavat suurimman osan suomalaisista tapaturmaperäisistä vammoista ja määrä on jatkuvassa kasvussa (Parkkari ym. 2004). Tiirikaisen ym. (2008) mukaan vuosien 1988 ja 2003 välillä vammojen määrä nousi 49 %:lla. Sattuneista vammoista urheiluvammoja oli 64 % ja kotona sattuneita tai muita vapaa-ajan vammoja yhteensä 35 %. Urheiluvammoista 25 % tapahtui jalkapallon tai salibandyn aikana (Tiirikainen ym. 2008). Ikä vaikuttaa vammojen yleisyyteen: eniten vammoja on 20-24 –vuotiailla ja vähiten lapsilla (alle 15-vuotiailla) (Kujala ym. 2003).

Vuonna 2001 urheilu- ja liikuntavammojen välitön kustannus oli 200 miljoonaa euroa ja urheilu- ja liikuntavammojen aiheuttama tuotannonmenetys oli 100 miljoonaa euroa (Parkkari ym. 2005). Urheiluvammojen hoitaminen on usein kallista, vaikeaa ja aikaa vievää, ja siksi urheiluvammojen ennaltaehkäisyyn ja riskitekijöiden selvittämiseen tulisi kiinnittää huomiota niin taloudellisesta kuin lääketieteellisestä näkökulmasta (Parkkari ym. 2001). Urheiluvammojen ennaltaehkäisyn tutkimus kehittyi jatkuvasti. 2000-luvulla urheiluvammojen ennaltaehkäisyyn keskittyvässä tutkimuksessa suojarahusteiden tutkimusten määrä on laskenut huomasti (62 %:lla), kun taas erilaisten harjoitusohjelmiin keskittyvien tutkimusten määrä on yli kaksinkertaistunut (213 %:lla) (McBain ym. 2012). Neljännes urheiluvammoista kohdistuu nilkkaan tai polveen (Parkkari ym. 2004), joten on luonnollista, että alaraajojen urheiluvammojen ennaltaehkäisyä tutkitaan kaikista eniten (92 %) verrattuna sijainniltaan muihin urheiluvammoihin (McBain ym. 2012).

Urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä vammamekanismin ja riskitekijöiden ymmärtäminen on tärkeää (Bahr & Krosshaug 2005). Tasapaino on yksi paljon tutkittu riskitekijä urheiluvammojen taustalla ja tasapainon yhteyttä nuorten urheilijoiden alaraajavammoihin on tutkittu sekä polven että nilkan vammojen osalta. Tutkimuksissa tasapainon yhteys alaraajavammoihin vaihtelee suuresti. Huono tasapaino on ollut useassa tutkimuksessa yhteydessä suurentuneeseen nilkkavamman (Tropp ym. 1984; McGuine ym. 2000; Hrysonallis 2007; Witchalls ym. 2012) tai alaraajavamman (Onate ym. 2015) riskiin nuorilla urheilijoilla. Söderman ym. (2001) saivat kuitenkin tutkimuksessaan päinvastaisia tuloksia, sillä mitä pienempi asentohuojunta nuorella (ka 21 vuotta) urheilijalla oli, sitä suurempi riski hänellä oli saada alaraajavamma. Beynnon ym. (2001) eivät puolestaan löytäneet yhteyttä 18-23 –vuotiaiden urheilijoiden nilkkavamman ja tasapainon välillä.

Viitteitä tasapainon yhteydestä urheiluvammariskiinkin antaa urheiluvammoihin keskittyneissä katsauksissa ilmennyt urheiluvammojen määrän väheneminen tasapainoharjoittelun myötä (Aaltonen ym. 2007; Hübscher ym. 2010; Leppänen ym. 2014). Steffen ym. (2017) tuoreessa prospektiivisessä käsipallon ja jalkapallon naispelaajien (ka 21-vuotta) ACL-vammoihin keskittyneessä tutkimuksessa ei kuitenkaan löytynyt yhteyttä dynaamisen tai staattisen tasapainon ja ilman kontaktia syntyneiden ACL-vammojen välillä (Steffen ym. 2017). Tasapainon yhteys nuorten urheilijoiden alaraajavammoihin vaihtelee eri tutkimuksissa. Tämän Pro gradu -tutkielman tavoitteena oli selvittää, onko nuorten urheilijoiden tasapainon ja prospektiivisen seurannan aikana sattuneiden akuuttien ilman kontaktia syntyneiden alaraajavammojen välillä yhteys ja löytyykö tasapainon ja alaraajavamman ilmaantuvuuden välillä eroja tarkasteltaessa tyttöjen ja poikien sekä eri lajien tasapainotestin tuloksia.

2 URHEILUVAMMOJEN YLEISYYS

Bahrin ym. (2003) mukaan urheiluvammalla tarkoitetaan kaikkia vammoja, jotka tapahtuvat urheilu- tai liikuntasuorituksen aikana. Urheilun myötä riski akuuteille vammoille ja rasisitusvammoille kasvaa. Fyysisellä aktiivisuudella ja liikunnalla on paljon positiivisia vaikutuksia ja näitä vaikutuksia on tärkeä verrata liikunnan nostamaan vammariskiin (Bahr ym. 2003). Parkkarin ym. (2004) tutkimuksen mukaan liikuntavammat aiheuttavat suurimman osan suomalaisista tapaturmaperäisistä vammoista. Liikuntavammoista suurin vammariski on kunto- ja kilpaurheilussa (3.1 vammaa/1000 harrastettua liikuntatuntia). Huomattavasti vähemmän vammoja sattuu harrasteliikunnassa (0.7 vammaa/1000 harrastettua liikuntatuntia) ja asiointi- ja työmatkaliikunnassa (0.3 vammaa/1000 harrastettua liikuntatuntia) (Parkkari ym. 2004).

Parkkarin ym. (2004) tutkimuksessa liikunnan aikana sattuvat akuutit urheiluvammat ovat yleisempiä kuin rasisitusperäiset vammat. Lähes puolet liikunnassa sattuvista vammoista on venähdyksiä, ruhjevammoja tai nyrjähdyskiä. Vakavampia vammoja, kuten murtumia on vain harvoin. Neljännes urheiluvammoista kohdistuu nilkkaan tai polveen (Parkkari ym. 2004). Samanlaisia tuloksia on havaittu myös salibandyn naispelaajien keskuudessa yhden vuoden seurannan aikana: 70% traumaattisia vammoja ja suurin osa vammoista kohdistui alaraajoihin (77%) (Pasanen ym. 2008). Nilkkavammoista nilkkanyrjähdykset ja polvivammoista ACL-sekä kierukkavammat ovat tyypillisimpiä urheiluvammoja (Karlsson ym. 2003). Lairdin (2015) mukaan jalkaterän vammat ovat yleisiä urheilijoilla. Varpaiden vammoista yleisimpiä ovat murtumat ja kynnenalainen verenvuoto. Jalkapöydän murtumia ilmenee usein urheilussa, samoin jalkapöydänluun ja varpaan tyviluun välisen nivelen yliojennus tai –koukistusvammoja (Laird 2015). Penikkatauti, iliotibiaalisyndrooma ja rasisitusmurtumat ovat alaraajojen urheiluvammoista yleisempiä rasisitusvammoja (Fullem 2015).

Kujalan ym. (1995) urheiluvammojen esiintyvyyteen keskittyvän katsauksen mukaan urheiluvammoja on eniten 20–24 vuoden iässä ja vähiten alle 15-vuotiailla. Katsaus keskittyi jalkapallon, jääkiekon, lentopallon, koripallon, judon ja karaten harrastajiin. Urheiluvammoja oli eniten kontaktilajeissa. Useimmiten vammoja oli alaraajoissa: jalkapallossa (67 %), lentopallossa (57 %) ja koripallossa (56 %). Yläraajavammat olivat yleisimpiä judossa (38 %). Murtumia ja suuvammoja oli vähiten lentopallon pelaajien keskuudessa, mutta ne olivat yleisempiä jääkiekossa ja karatessa (Kujala ym. 1995). Politesin ym. (2014) 16 vuotta

kestäneen jääkiekkovammatutkimuksen aikana urheiluvammoista yleisimpiä olivat raajoihin kohdistuneet vammat (45 %), joista yleisimpiä olivat murtumat. Seuraavaksi yleisempiä olivat päähän kohdistuneet vammat (23 %) ja seuraavana kasvovammat ja selkärankaan kohdistuneet vammat (12 %) (Polites ym. 2014).

Kujalan ym. (1995) katsauksessa ei ollut merkittävää eroa urheiluvammojen esiintyvyydessä eri sukupuolten välillä, vain 20–24 –vuotiailla miehillä oli enemmän urheiluvammoja verrattuna saman ikäisiin naisiin (Kujala ym. 1995). Edouardin ym. (2015) kansainvälisen tutkimuksen mukaan urheiluvammoja esiintyi miehillä naisia enemmän. Miehillä oli naisia enemmän alaraajojen urheiluvammoja, lihasvenähdyksiä ja lihaskrampeja, kun taas naisilla oli miehiä enemmän rasisurmurtumia. Sukupuolien välillä ei ilmennyt eroa vamman syiden tai vakavuusasteiden välillä (Edouard ym. 2015). Van der Worp ym. (2015) juoksijoiden vammoihin keskittyvän katsauksen mukaan naisilla oli pienempi riski juoksuvammoihin kuin miehillä (Van der Worp ym. 2015). Olsenin ym. (2003) löysivät suurentuneen ACL-vammariskin naispuolisilla käsipallon pelaajilla, joten urheiluvammojen esiintyvyys ja riski sukupuolien välillä ei ole täysin yksiselitteistä ja nämä vaihtelevat paljolti vammakohtaisesti (Olsen ym. 2003).

2.1 Urheiluvammojen luokittelu

Arnason ym. (2004) määrittelevät akuutin urheiluvamman vammaksi, joka tapahtuu harjoittelun tai kilpailun aikana ja on seurausta selvästä traumasta esimerkiksi taklauksen, potkun tai sprintin seurauksena (Arnason ym. 2004). Brukner ja Khan (2006) mukaan trauman tyypillisiä seurauksia ovat murtumat, nivelruston vauriot ja nivelten osittaisen sijoiltaanmenot. Akuuteista vammoista tyypillisempiä ovat ihon, lihasten ja nivelsiteiden vammat. Ihovammat ovat yleisempiä kontaktilajeissa. Lihastasolla yleisempiä ovat venähdykset, repeämät, krampit ja ruhjeet. Nivelsiteiden vammat vaihtelevat muutamien säikeiden lievestä repeämistä totaalisiin repeämiin (Brukner & Khan 2006). Akuutti vamma aiheuttaa vähintään yhden päivän harjoittelu- tai kilpailutauon (Arnason ym. 2004).

Sandon ja McCambridgen (2013) mukaan rasisurvamma voi ilmetä ilman edeltävää traumaattista tapahtumaa ja tämänlaisia vammoja ovat mm. rasisurmurtumat, polvilumpion kipuoireyhtymä, osteokondriitti, tendinopatiat ja bursiitit. Rasisurvamman syynä on toistuva submaksimaalinen rasitus, joka häiritsee kudosten normaalia paranemisprosessia (Sando &

McCambridge 2013). Toistuvan luuhun, lihakseen tai jänteeseen kohdistuvan rasituksen myötä rakenteisiin syntyy mikrotraumoja, jotka ovat rasitusvammojen kehittymisen taustalla (Hoang & Mortazavi 2012). Lyhyt palautumisaika yhdistettynä korkeaan harjoittelumäärään ovat riskitekijöitä rasitusvammoille erityisesti kestävyysharjoittelussa (Ristolainen ym. 2014). Roosin ja Marshallin (2014) systemaattisen katsauksen mukaan rasitusvamma-sanaa käytetään usein synonyymina sanoille krooninen, asteittain alkava ja toistuvasta rasituksesta aiheutuva. Rasitusvammaa käytetään usein vastakohtana kontaktivammoille, jotka luokitellaan akuuteiksi vammoiksi (Roos & Marshall 2014). Urheiluvammat voidaan luokitella siis myös sen mukaan, ovatko ne sattuneet kontaktin kanssa vai ilman kontaktia (Olsen ym. 2003, Gonell ym. 2015).

Flintin ym. (2014) katsauksen mukaan tutkimuksissa käytetyt termit *akuutti* ja *krooninen* vaihtelevat paljon ja niiden käyttö tulisi aina huomioida vammakohtaisesti. Katsauksessa akuutiksi vammaksi laskettiin akillesjänteen repeämissä < 1 viikko, hauiksen tai ison rintalihaksen jänteen sekä ACL:n repeämissä < 6 viikkoa, olkapään etuosan instabiliteetissa < 2 viikkoa, AC-nivelen dislokaatiossa < 3 viikkoa. Krooniseksi taas laskettiin akillesjänteen repeämissä > 4 viikkoa, hauiksen jänteen repeämissä > 12 viikkoa, ison rintalihaksen jänteen ja ACL:n repeämissä sekä AC-nivelen dislokaatiossa > 6 viikkoa, sekä olkapään etuosan instabiliteetissa > 6 kuukautta (Flint ym. 2014). Akuutin ja kroonisen vamman määrittely eroaa siis paljolti eri vammojen välillä.

Urheiluvammat voidaan akuuttien ja rasitusvammojen lisäksi jakaa rakenteiden, vamma-alueiden ja -tyyppien mukaan (Brukner & Khan 2006). Urheiluvammojen luokittelu on tarkemmin esitelty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Urheiluvammojen luokittelu Brukner & Khan (2006) mukaan.

Rakenne	Akuutti vamma	Rasitusvamma
Luu	Murtuma Luukalvon kontuusio	Rasitusmurtuma Luumuutos rasituksen seurauksena Luun/luukalvon tulehdus Apofysiitti (luuhaarakkeen tulehdus)
Nivelrusto	Osteokondraalinen murtuma Kondraalinen murtuma Pieni osteokondraalinen vamma	Konropatiat (esim. ruston pehmeneminen, kondromalasia)
Nivel	Sijoiltaanmeno Osittainen sijoiltaanmeno	Nivelkalvon tulehdus Nivelrikko
Nivelside	Nyrjähdys / Repeämä (aste I-III)	Tulehdus
Lihäs	Nyrjähdys / Repeämä (aste I-III) Ruhje Kramppi Akuutti lihasaitio oireyhtymä	Krooninen lihasaitio-oireyhtymä Viivästynyt lihasen kipeytyminen Paikallinen kudoksen paksuuntuminen / fibroosi
Jänne	Repeämä (Osittainen / Totaalinen)	Tendinopatia
Limapussi	Traumaattinen limapussin tulehdus	Limapussin tulehdus
Hermo	Neurapraksia	Hermopinne Pieni hermovamma/hermoärsytys Haitallinen hermon venyntyminen
Iho	Haava / ruhje Hiertymä Pistohaava	Rakko Känsä Kovettuma

2.2 Urheiluvammojen riskitekijät

Bahr ym. (2003) jakavat Meeuwissen (1994) mallin mukaan urheiluvammojen riskitekijät kahteen pääryhmään: henkilön sisäisiin riskitekijöihin ja ympäristön aiheuttamiin ulkoisiin riskitekijöihin. Sisäiset tekijät altistavat urheiluvammoille, mutta eivät välttämättä ole yksinään riittäviä aiheuttamaan vammaa. Ulkoiset riskitekijät mahdollistavat ja helpottavat urheiluvamman ilmenemistä. Sisäiset ja ulkoiset riskitekijät yhdistettynä vammamekanismiin aiheuttavat yleensä urheiluvamman syntymisen eli kyseessä on usean tekijän summa, josta on vaikea erottaa pelkästään yhtä tekijää (Bahr ym. 2003).

Griffin ym. (2006) määrittelevät sisäiset riskitekijät henkilön ominaisuuksiksi kuten ikä, sukupuoli, kehonkoostumus, terveys, fyysinen kunto, taitotaso ja psykologiset tekijät. Ulkoisilla tekijöillä tarkoitetaan yksilöstä riippumattomia tekijöitä kuten urheilulaji ja siihen käytetty aika, urheilualusta ja -välineet, säännöt sekä ympäristö (Griffin ym. 2006). Hägglundin ym. (2013) tutkimuksessa sisäisistä tekijöistä erityisesti aikaisemmat vammat, ikääntyminen ja dominoiva jalka lisäsivät urheiluvammojen määrää jalkapalloilijoilla (Hägglund ym. 2013). Jalkapallossa syntyviin vammoihin keskittyvässä tutkimuksessa ikä lisäsi urheiluvammariskiä merkittävästi (OR = 1.1 ikävuotta kohti, $p = 0.05$) (Arnason ym. 2004).

Bahrin ja Krosshaugen (2005) mukaan vammamekanismin ymmärtäminen on tärkeä osa urheiluvammojen ennaltaehkäisyä. Vammamekanismit voidaan jakaa seitsemän pääluokkaan, joiden mukaan vamma olisi seurausta iskusta, dynaamisesta kuormituksesta, yllärituksesta, rakenteellisesta heikkoudesta tai joustamattomuudesta sekä liiallisesta kasvusta tai lihasepätasapainosta (Bahr & Krosshaug 2005).

Urheiluvammojen riskitekijät vaihtelevat luonnollisesti urheiluvammasta riippuen. Tuoreessa kohorttitutkimuksessa Leppänen ym. (2017) löysivät yhteyden vakavien polvivammojen (ACL-vammat) ja kahden jalan pudotushyppy -testin tulosten välillä. Ne nuoret salibandyn ja koripallon pelaajat, jotka eivät pudotushyppytestissä keventäneet alastuloaan polvista, olivat suuremmassa riskissä saada polvivamma verrattuna pelaajiin, jotka kevensivät laskeutumistaan polvista (Leppänen ym. 2017).

2.3 Urheiluvammojen ennaltaehkäisy

Van Mechelenin ym. (1992) mukaan urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä on neljä porrasta. Ensimmäisellä portaalla täytyy osoittaa vamman laajuus esiintyvyyden ja vakavuuden näkökulmasta. Toisella portaalla tunnistetaan urheiluvammojen etiologia ja vammamekanismit, jotka vaikuttavat urheiluvammojen ilmaantumiseen. Kolmannella portaalla esitetään keinot, joilla pyritään vähentämään urheiluvammojen riskiä tai vaikuttamaan urheiluvammojen vaikeusasteeseen. Keinot, joilla pyritään vähentämään urheiluvammariskiä, tulisi olla yhteydessä toisella portaalla oleviin urheiluvammojen esiintyvyyteen vaikuttaviin tekijöihin ja mekanismeihin. Neljänneltä portaalta palataan takaisin ensimmäiselle portaalle katsomaan, onko valitut keinot vaikuttavia vähentämään urheiluvammojen määrää tai riskiä (Van Mechelen ym. 1992).

Urheiluvammojen ennaltaehkäisyä tulee tarkastella eri näkökulmista ja urheiluvammatutkimus on kehittynyt vuosien varrella. McBainin ym. (2012) urheiluvammatutkimuskatsauksen mukaan 2000-luvulla urheiluvammojen ehkäisyssä käytettävien suojarusteiden tutkimus on laskenut huomasti (62 %:lla), kun taas erilaisiin harjoitusohjelmiin keskittyvien tutkimuksien määrä on kasvanut yli kaksinkertaisesti (213 %:lla). Alaraajojen urheiluvammojen ennaltaehkäisyä tutkitaan kaikista eniten (92 %) verrattuna muihin urheiluvammoihin (McBain ym. 2012). Urheiluvammojen ennaltaehkäisyn tutkimuksessa tarkastellaan pääsääntöisesti ilman kontaktia syntyneitä urheiluvammoja, koska niiden taustalla ovat yleensä sisäiset tekijät (Gonell ym. 2015).

Pohjallisia ja nivelen ulkoisia niveltukia käytetään urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä ja niillä on vaikutusta urheiluvammojen määrään. Leppäsen ym. (2014) meta-analyysin mukaan pohjallisten käyttö vähentää urheiluvammojen määrää tilastollisesti merkitsevästi. Aaltosen ym. (2007) katsauksessa pohjalliset vähensivät urheiluvammariskiä vähintään 30 %:lla. Leppäsen ym. (2014) mukaan ulkoiset niveltuet vähentävät urheiluvammariskiä. Eniten näyttöä ulkoisista niveltuista oli sekä kengän alle, että päälle asetettavista nilkkatuista, jotka vähensivät tilastollisesti merkitsevästi nilkkavammojen riskiä (Leppänen ym. 2014). Myös ravintolisillä on roolinsa urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä, sillä 2000 mg:n kalsiumlisä yhdistettynä 800 IU:n d-vitamiinilisään vähentää rasitusperäisiä murtumien riskiä (Lappe ym. 2008).

Harjoitusohjelmien on todettu vähentävän urheiluvammoja, sillä Lauersen ym. (2014) mukaan sekä proprioseptinen harjoittelu että voimaharjoittelu vähentävät niin akuutteja kuin ylirasitusvammojakin. Myös spesifit harjoitusohjelmat ja alaraajojen voimaharjoittelu ovat tehokkaita urheiluvammojen vähentämisessä (Leppänen ym. 2014). Erityisesti voimaharjoittelun yhdistäminen plyometriseen harjoitteluun, tasapainoharjoitteluun ja tekniikoiden monitorointiin vähentää ACL-vammojen määrää (Michaelidis & Koumantakis 2013). ACL-vammojen ennaltaehkäisyyn tulisi harjoitusohjelmien lisäksi sisällyttää urheilijan tietämyksen lisäämistä oikeanlaisesta hyppyjen alastulosta sekä palautetta hänen suoritustekniikoistaan (Acevedo ym. 2014), koska keventämättömän alastulon on todettu olevan yhteydessä ACL-vammoihin (Leppänen ym. 2017).

Harjoitusohjelmien lisäksi urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä käytetään lämmittelyjä ja venyttelyjä, mutta niillä ei kuitenkaan näyttäisi olevan yhtä suurta merkitystä urheiluvammojen määrään. Lämmittelyohjelmilla on taipumusta vähentää urheiluvammariskiä (Leppänen ym. 2014). Venyttelyllä ei ole vaikutusta urheiluvammojen määrään (Aaltonen ym. 2007; Leppänen ym. 2014).

3 TASAPAINO

Tasapaino ja asennonhallinta kulkevat kirjallisuudessa käsi kädessä ja tasapainon hallinta erilaisissa asennoissa on perusedellytys kaikelle toiminnalle (Shumway-Cook & Woollacott 2012). Asennonhallinnalla tarkoitetaan kaikkea toimintaa, jolla pyritään ylläpitämään, saavuttamaan tai säilyttämään tasapaino erilaisten asentojen tai toimien aikana (Pollock ym. 2000). Winterin (1995) mukaan asennonhallinta on kehon painekeskipisteen (COP) pitämistä mahdollisimman lähellä vartalon tukipinnan keskipistettä. Tasapainolla tarkoitetaan siis tilaa, jolla pyritään estämään vartalon kaatuminen. Kaatuminen on yleensä seurausta kehon painopisteen (COG) siirtymisestä liian kauaksi tukipinnan keskipisteestä (Winter 1995). Pollock ym. (2000) mukaan tasapainon ylläpitoon vaikuttavat vartalon painekeskipisteen (COP), massakeskipisteen (COM) ja painopisteen (COG) muutokset. COP kuvaa kehoon vaikuttavien yksittäisten pystysuuntaisten voimien keskipistettä suhteessa tukipintaan: jos ihminen seisoo yhdellä jalalla, on tukipinta yhden jalkapohjan kokoinen ja painekeskipiste kulkee suhteessa tuohon tukipintaan. Kahdella jalalla seistessä tukipinta on suurempi ja painekeskipiste kulkee jalkaterien välistä. Massakeskipiste kuvaa sitä pistettä, johon koko kehon massa on keskittynyt (Pollock ym. 2000).

COP, COG, COM -termien avulla kuvataan kehon huojunnan suuruutta eri asennoissa: seisoma-asennon aikana vartalo huojuu niin eteen-taakse- kuin sivuttaissuunnassakin ja vartalo pyrkii asennonhallintaan mahdollisimman vähäisellä huojunnalla eri strategioiden avulla (nilkka-, lonkka- ja askellusstrategiat) (Pollock ym. 2000). Bendan ym. (1994) mukaan painekeskipisteen liike riippuu massakeskipisteen ja painopisteen liikkeistä. Kehon painekeskipisteen liike on suurempaa verrattuna massakeskipisteen ja painopisteen liikkeisiin ja tämän vuoksi se soveltuu paremmin kuvaamaan asentohuojuntaa (Benda ym. 1994).

3.1 Asentohuojunnan mittaus voimalevyllä

Tasapainon mittaaminen perustuu pääsääntöisesti kehon huojunnan suuruuden mittaamiseen ja sen mittaamiseen käytetään useimmiten voimalevymittausta. Voimalevymittaus on yksi luotettavimmista testimenetelmistä asentohuojunnan mittarina ja COP:n liikkeen mittaaminen voimalevyn avulla on saavuttanut kultaisen standardin kriteerit (Goldie ym. 1989; Hrysomallis 2011). Valkeinen ym. (2014) määrittelevät: ”Kultainen standardi on ulkoinen

kriteeri, joka viittaa kunkin aihealueen parhaaseen mahdolliseen käytettävissä olevaan arviointimenetelmään ja joka antaa tarkimman ja luotettavimman tuloksen”. Tästä syystä voimalevyä käytetään usein tasapainotutkimuksissa verrokkina muihin mittareihin mitattaessa COP:n muutosta (Haas & Burden 2000; Clark ym. 2010; Heebner 2015).

Hrysomallisin (2011) mukaan voimalevyn avulla mitataan vartalon COP:n muutosta, joka on seurausta vartalon massakeskipisteen sijainnin horisontaalisista muutoksista ja lihasaktivaation aiheuttamista reaktiovoimista seisoma-asennon ylläpitämisen aikana. Voimalevymittarin analyysiohjelmat määrittävät COP:n avulla mittauksen aikana tapahtuvan liikkeen ja painekeskipseeseen kohdistuvat voimat, joista lasketaan tasapainon stabiiliteetista kertovat parametrit. Tyypillisimmät määritettävät parametrit ovat COP:n sijainnin muutos sivuttain sekä eteen-taakse –suunnassa, nopeus ja pinta-ala (Hrysomallis 2011). Vauhtimomentti on luotettavin muuttuja mittaamaan massakeskipisteen sijainnin muutosta ja mittauksia tulisi suorittaa vähintään kahdesti, jotta tulos olisi luotettava (Lafond ym. 2004). Paras reliabiliteetti saavutetaan, kun mittaukset ovat kestoltaan 20–30 sekuntia (Le Clair & Riach 1996). Mitä suurempia lukemia mitattava saa mitattavissa parametreissa, sitä huonommaksi voidaan tulkita henkilön tasapaino (Hrysomallis 2011).

Voimalevymittauksen etuna on sen tarkkuus ja toistettavuus. Valkeinen ym. (2014) mukaan toistettavuuden arvioimiseen käytetään yleisesti tilastollisesti ICC-arvoa (Intraclass Correlation Coefficient), jota käytetään kahden tai useamman mittauksen toistettavuuden kuvaamiseen. Mitä lähempänä ICC-arvo on ykköstä, sitä pysyvämpiä ovat tutkittavien tulokset eri mittauksen välillä eli sitä parempi on mittarin toistettavuus. ICC-arvoja tulkittaessa ICC-arvon ollessa ≥ 0.80 = hyvä toistettavuus, < 0.80 ja ≥ 0.60 = kohtalainen toistettavuus ja < 0.60 = heikko toistettavuus (Valkeinen ym. 2014). Eran ym. (2006) tutkimuksessa voimalevyllä neljässä eri mittaussuunnassa toteutettujen mittauksen toistettavuus todettiin hyväksi: sivuttaissuuntaisen huojunnan ICC-arvo oli 0.63-0.83 ja eteen-taaksepäin –suuntaisen huojunnan ICC-arvo oli 0.51-0.74 (Era ym. 2006). Voimalevyllä suoritettu yhden jalan tasapainotesti soveltuu hyvin tutkimuskäyttöön ja toistomittauksiin (Goldie ym. 1992). Testi on todettu reliabiliteetiltaan hyväksi (ICC-arvo 0.90 silmät auki ja 0.77 silmät kiinni) (Sell 2012). Testi on helppo toteuttaa ja sen on todettu soveltuvan erityisryhmillekin: lievästi tai kohtalaisesti älyllisesti kehitysvammaisilla testin ICC-arvo pysyi yli 0.80 (Blomqvist ym. 2012). Silmien kiinnipitäminen tasapainotestin aikana tekee testistä haastavamman (Hu ym. 1996) jolloin se soveltuu urheilijoille paremmin.

Tutkimuskäytössä olevat voimalevyt ovat isoja ja huonosti liikuteltavia ja tämän vuoksi markkinoille on tullut kevyempiä vaihtoehtoja. Huurnink ym. (2013) tutkimuksessa Nintendo Wii –tasapainolauta antoi luotettavaa tietoa COP:n liikkeistä verrattuna voimalevyyn. Nintendo Wii –tasapainolauta on laboratorioissa käytettäviin voimalevyihin nähden edullisempi ja saatavissa suurelle joukolle ja tämän vuoksi se soveltuu kliiniseen työhön asentohuojunnan mittariksi hyvin (Clark ym. 2010). Golriz ym. (2012) tutkimuksessa kahden muun edullisemmän ja liikuteltavan voimalevyn (MPSA-mittari, the Midot Posture Scale Analyzer, Midot Medical Technology, Shekel Electronic Scale, Israel ja Accugait-mittari Advanced Mechanical Technology Inc., Watertown, MA, USA) validiteetit osoittautuivat heikoksi eikä tutkimustulosten perusteella kyseisiä mittareita voi suositella käytettäväksi tutkimuskäytössä (Golriz 2012).

Voimalevyantureilla suoritettun asentohuojunnan mittaus soveltuu nuorille urheilijoille (Quatman-Yates ym. 2013) sekä terveille mutta vähän liikkuville nuorille aikuisille (Akkaya 2015). Tässä tutkimuksessa käytetyn Good Balance –voimalevymittarin soveltuvuudesta nuorilla löytyy tietoa vähän, sillä mittarin luotettavuutta on tutkittu enemmän ikääntyneillä ja erikoisryhmillä. Swanenburg ym. (2008) mukaan voimalevymittauksen reliabiliteetti on hyvä mitattaessa ikääntyneiden asentohuojuntaa. Pajalan ym. (2007) tutkimuksessa Good Balance –voimalevyllä saadut tasapainotestin tulokset soveltuivat kaatumisriskin arviointiin, sillä mittarilla mitatut suuret massakeskipisteen liikkeet ennustivat iäkkäillä kaksin- ja osalla jopa nelinkertaista kaatumisriskiä verrattuna niihin, joilla massakeskipisteen liike oli vähäisempää (Pajala ym. 2007). Ha ym. (2014) tutkimuksessa Good Balance –voimalevymittauksen todettiin soveltuvan hyvin halvauspotilaiden asentohuojunnan mittaukseen.

Good Balance –voimalevymittari on todettu riittävän haasteelliseksi terveillekin tutkittaville. Ceria-Ulep ym. (2011) tutkimuksessa Good Balance –voimalevymittaria verrattiin EPESE –tasapainotestistöön sekä NHANES –tasapainotestiin. Kaksi muuta tasapainotestistöä todettiin liian helpoiksi terveille aikuisille. Good Balance -voimalevymittarin reliabiliteetti todettiin sitä paremmaksi, mitä vaikeampi testi sillä suoritettiin (Ceria-Ulep ym. 2011). Lisähaastetta tasapainomittaukseen saa mm. sulkemalla silmät tai asettamalla mittarin päälle tasapainotyynyn. Good Balance –voimalevyllä mitattujen testien tulokset tulisi suhteuttaa tutkittavien pituuteen (Ceria-Ulep ym. 2011), sillä pidemmällä tutkittavilla massakeskipiste on korkeammalla verrattuna lyhyisiin ja tämän vuoksi massakeskipisteen liikkeet ovat suurempia, vaikka itse nilkassa tapahtuisi liikettä vähemmän (Era ym. 2006).

Good Balance –voimalevy mittarin soveltuvuudesta urheilijoille löytyy tietoa vähän. Mononen ym. (2007) tutkivat Good Balance –voimalevy mittarin avulla kivääriampujien tasapainon yhteyttä ampumatarkkuuteen todeten tasapainon olevan tärkeässä asemassa urheilusuorituksessa (Mononen ym. 2007). Era ym. (2006) tutkivat Good Balance –voimalevy mittarin ja toiminnallisempien kenttätestien avulla suomalaisten aikuisten tasapainoa ja eroja ikäryhmien sekä sukupuolten välillä. Sukupuolten väliltä löytyi merkittävimmät erot erityisesti COP:n nopeudessa sekä vauhtimomentissa, joissa molemmissa suomalaiset miehet saivat naisia suurempia arvoja. Erot olivat merkittävämpiä vanhemmilla ikäryhmillä. Voimalevy mittausta oli herkempi mittaamaan sukupuolten välistä eroa verrattuna kenttätesteihin (Era ym. 2006).

3.2 Tasapainoharjoittelu urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä

Tasapainon ja urheiluvammojen yhteyden puolesta puhuu tasapainoharjoittelun positiiviset vaikutukset urheiluvammariskiin interventiotutkimuksissa. Erityisesti tasapainoharjoittelua sisältävillä neuromuskulaarisilla multi-interventioilla on saatu hyviä tuloksia urheiluvammojen ennaltaehkäisyssä (Olsen ym. 2005; Pasanen ym. 2008; Emery & Meeuwisse 2010; Waldén ym. 2012). Multi-interventiolla oli suojaava vaikutus polvivammoihin nuorilla urheilijoilla (Olsen ym. 2005). Erityisesti ACL-vammojen ennaltaehkäisyyn neuromuskulaarisella multi-intervention avulla on hyvää näyttöä (Wingfield 2013). Pasanen ym. (2008) sekä Emery ja Meeuwissen (2010) tutkimuksissa multi-interventiolla oli suojaava vaikutus akuuttien urheiluvammojen ennaltaehkäisyyn. Multi-interventiotutkimuksissa on kuitenkin vaikea erottaa, mikä on seurausta mistäkin eli multi-intervention pohjalta ei voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä yksinomaan tasapainoharjoittelun vaikutuksista urheiluvammojen määrään (Pasanen ym. 2008; Emery & Meeuwisse 2010).

Leppäsen ym. (2014) katsauksen mukaan tasapainolautaharjoittelu vähentää merkittävästi urheiluvammojen määrää interventioryhmässä verrattuna kontrolliryhmään. Samanlaisia tuloksia saivat Hübscher ym. (2010) katsauksessaan: tasapainoharjoittelu vähensi nilkkanyrjähdysten riskiä merkittävästi (RR=0.64; 95% LV: 0.46 - 0.9, p=0.01). Aaltosen ym. (2007) katsauksessa saatiin myös lupaavia, mutta ristiriitaisia tuloksia tasapainolautaharjoittelun vaikutuksista urheiluvammojen määrään. Katsauksen tuloksiin

vaikutti muun muassa tutkimusten heterogeenisyys. Tasapainolautaharjoittelu voi olla vaikuttavaa nilkkavammojen ennaltaehkäisyssä, mutta polvivammojen ennaltaehkäisyssä siitä ei ole tarpeeksi näyttöä (Aaltonen ym. 2007).

Tulokset pelkän tasapainoharjoittelun vaikutuksesta urheiluvammariskiinkin ovat rohkaisevia, sillä tasapainoharjoittelu ilmeisesti vähentää urheiluvammoja ja vammariskiä. Caraffan ym. (1996) tutkimuksessa saatiin hyviä tuloksia proprioseptisestä harjoittelusta tasapainolaudalla ACL-vammojen ennaltaehkäisyssä jalkapalloilijoilla. Kyseessä ei ollut satunnaistettu tutkimus, joten tuloksista ei voi tehdä yleistettäviä päätelmiä, mutta tulokset olivat lupaavia ja tasapainolautaharjoitteluintervention jälkeen interventioryhmällä havaittiin merkitsevästi vähemmän ACL-vammoja, 0.15 vammaa joukkuetta kohden yhden kilpailukauden aikana, verrattuna kontrolliryhmään (1.15) (Caraffa ym. 1996). Emeryn ym. (2007) tasapainointervention sisältäneessä tutkimuksessa tasapainoharjoittelulla oli suojaava vaikutus (RR=0.71; 95% LV: 0.5 - 0.99, p=0.047) akuutteihin vammoihin. Samanlaisia tuloksia saivat myös Wedderkopp ym. (2003) tutkimuksessaan, jossa tasapainoharjoittelu vähensi vammariskiä interventioryhmällä. McGuinen ja Keenen (2006) tutkimuksessa tasapainoharjoittelu vaikutti erittäin suojaavasti nilkkanyrjähdysten määrään ja vähensi nilkkanyrjähdysriskiä. Ero oli tilastollisesti merkitsevä (RR=0.56; 95% LV: 0.33 – 0.95, p=0.045), kun taas Verhagenin ym. (2004) tutkimuksessa ero oli selkeä (RD=0.4; 95 % LV: 0.1 - 0.7) (Verhagen ym. 2004; McGuine & Keene 2006). Emeryn ym. (2005) tutkimuksessa tasapainoharjoittelu vähensi alaraajavammariskiä interventioryhmän eduksi ja ero oli tilastollisesti merkitsevä (RR=0.2; 95% LV: 0.05 - 0.88) (Emery ym. 2005). Koska tulokset tasapainointervention vaikutuksista urheiluvammariskin pienemiseen ovat olleet rohkaisevia, on tärkeää selvittää, voisiko huono tasapaino olla yksi urheiluvammojen riskitekijöistä.

3.3 Tasapainon yhteys alaraajavammoihin

Tasapainon yhteyttä nuorien urheilijoiden alaraajavammoihin on tutkittu sekä polven että nilkan vammojen osalta ja tutkimuksissa tasapainon yhteys alaraajavammoihin vaihtelee suuresti. Onaten ym. (2015) nuorten urheilijoiden alaraajavammojen riskitekijöihin keskittyvässä systemaattisessa katsauksessa huono tasapaino ennusti tilastollisesti merkitsevästi alaraajavammaa (OR 3.0; LV 1.5 - 6.1). Samanlaisia tuloksia löysivät

katsauksessaan Witchalls ym. (2012) suuren asentohuojunnan ja nilkkavamman riskin välillä. Katsauksiin mukaan valituissa tutkimuksissa käsiteltiin niin staattista kuin dynaamistakin tasapainoa ja mittaustavat vaihtelivat. Söderman ym. (2001) saivat tutkimuksessaan kuitenkin päinvastaisia tuloksia, sillä hyvä tasapaino lisäsi traumaattisten alaraajavammojen riskiä tilastollisesti merkitsevästi (OR=0.46, p=0.04) (Söderman ym. 2001).

Nuorten urheilijoiden staattista tasapainoa suositellaan mitattavaksi voimalevyillä (Quatman-Yates ym. 2013). Steffen ym. (2017) mittasivatkin tutkimuksessaan tasapainoa voimalevyn avulla ja saivat aikaisempiin tutkimuksiin nähden ristiriitaista tietoa huonon tasapainon yhteydestä polvivammoihin, sillä heidän tuoreessa prospektiivisessä käsipallon ja jalkapallon naispelaajien ACL-vammoihin keskittyneessä tutkimuksessa ei löytynyt yhteyttä huonon tasapainon ja ilman kontaktia syntyneiden ACL-vammojen ilmaantuvuuden välillä (Steffen ym. 2017). Yhteneviä tuloksia saivat Hrysomallis ym. (2007) nuoriin australialaisen jalkapallon pelaajiin keskittyvässä tutkimuksessa, jossa voimalevyllä mitattuna huono staattinen tasapaino ei ollut yhteydessä polvivammojen ilmaantuvuuteen. Tasapainoa tärkeämmäksi selittäväksi tekijäksi nousi jalkapalloilijan pituus, joka oli ainoa merkitsevä tekijä ennustamaan polven ligamenttivammoja (Hrysomallis ym. 2007).

Nilkkavammojen kohdalla voimalevyllä mitattu molempien alaraajojen tasapainon keskiarvo nousi merkittäväksi yksittäiseksi tekijäksi ennustamaan nilkan ligamenttivammoja kauden aikana australialaista jalkapalloa pelaavilla (Hrysomallis ym. 2007). Tulokset ovat yhteneväisiä jo vuonna 1984 tehdyn urheiluvammatutkimuksen kanssa, jossa voimalevyllä mitatun huonon tasapainon omaavilla jalkapalloilijoilla oli lähes nelinkertainen määrä nilkkavammoja hyvän tasapainoin omaaviin urheilijoihin (Tropp ym. 1984). Samanlaisia tuloksia saivat McGuine ym. (2000) tutkimuksessaan, sillä kauden aikana nilkkavamman saaneilla nuorilla koripallon pelaajilla oli ennen kauden alkua suurempi asentohuojunta (=huonompi tasapaino) voimalevyllä mitattuna ja heillä oli seitsemänkertaisesti (p<0.001) nilkkavammoja verrattuna hyvän tasapainon omaaviin (McGuine ym. 2000). Wang ym. (2006) löysivät myös yhteyden koripallon pelaajien nilkkavammojen ja suurentuneen asentohuojunnan välillä voimalevyllä mitattuna (OR 1.22, p=0.001) (Wang ym. 2006). Nuorten jalkapallon, haavipallon ja maahockeyn pelaajien tasapainon ja nilkkavammojen välillä ei kuitenkaan löytynyt yhteyttä voimalevymittarilla viidessä eri mittausasennossa tarkasteltuna (Beynon ym. 2001).

Tasapainon yhteyttä alaraajavammoihin on tutkittu voimalevyjen lisäksi myös muilla mittareilla. Steffenin ym. (2017) tutkimuksessa mitattiin sekä staattista tasapainoa voimalevyllä että dynaamista tasapainoa SEBT-testillä (Star Excursion Balance Test). Tutkimuksessa SEBT-testinkään tulokset eivät olleet yhteydessä ACL-vammojen ilmaantuvuuteen (Steffen ym. 2017). Nilkkavammojen kohdalla huono dynaaminen tasapaino näyttäisi kuitenkin olevan yhteydessä nuorten urheilijoiden nilkkavammoihin erityisesti SEBT-testillä mitattuna, sillä Pliskyn ym. (2006), Noronhan ym. (2013), Gribblen ym. (2016) ja Attenboroughin ym. (2017) tutkimuksissa nuorten urheilijoiden (tutkittavien ka 21 vuotta tai alle) huono tulos kyseisessä tasapainotestissä oli ennustavana tekijänä nilkkanyrjähdykselle vuoden seurannan aikana.

Voimalevyjen ja SEBT-testin lisäksi on olemassa myös muita tapoja mitata tasapainoa. Troijan ja McKeagin (2005) tutkimuksessa huono tulos karkeassa (ei voimalevyanturilla suoritettussa) yhden jalan tasapainotestissä lisäsi nilkkanyrjähdysten suhteellista riskiä 2.54 -kertaisesti (95% LV: 1.02 - 6.03). Urheiluvammojen riskitekijöihin keskittyvässä tutkimuksessa Henry ym. (2016) testasivat urheilijoiden staattista tasapainoa yhden jalan testin sijaan kahden jalan testillä, erityisesti testin nopeuden vuoksi. Mittaus tehtiin tasapainolaudan päällä ja tutkimuksessa huono tasapainotulos lisäsi ilman kontaktia sattuvan nilkkavamman riskiä (OR 0.43, 95% LV: 0.21 - 0.89) (Henry ym. 2016). McHugh ym. (2006) korostavat tasapainomittauksissa mittarin sensitiivisyyttä, sillä he eivät löytäneet tasapainolaudalla mitattuna yhteyttä ilman kontaktia sattuneiden nilkkavammojen ja huonon tasapainon välillä tasapainolaudalla mitattuna. Voimalevyllä mitattuna asentohuojunnasta saadaan hienovaraisempia lukemia (McHugh ym. 2006). Tasapainon yhteyttä nuorien urheilijoiden nilkka- ja polvivammoihin on siis tutkittu paljon, mutta yhteys vaihtelee suuresti urheilulajista, vammasta ja mittaustavasta riippuen. Tämän vuoksi kaivataan lisää laadukasta tutkimustietoa tasapainon yhteydestä nuorten urheilijoiden alaraajavammoihin.

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän prospektiivisen seurantatutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko tasapainolla yhteyttä alaraajavammoihin nuorilla (12-21 –vuotiailla) koripallon ja salibandyn pelaajilla ja eroaako eri urheilulajien edustajien tasapainon ja alaraajavammojen välinen yhteys. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, eroavatko tyttöjen ja poikien tasapainon ja alaraajavammojen välinen yhteys.

Tutkimuskysymykset olivat:

- Selittävätkö Good Balance –voimalevymittarilla tehdyn yhden jalan tasapainotestin tulokset nuorten urheilijoiden **akuutteja ilman kontaktia** syntyneiden polvi- ja nilkkavammojen määrää?
- Löytyykö eri urheilulajien ja/tai eri sukupuolien väliltä eroja tasapainon ja alaraajavammojen välisessä yhteydessä?

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämä prospektiivinen seurantatutkimus oli osa laajempaa UKK-instituutissa tehtävää Urheilijan liiketaidot, lihaskunto ja terveys –tutkimusta (PROFITS-study: Predictors of Lower Extremity Injuries in Team Sports), joka oli 4,5 -vuotinen prospektiivinen kohorttitutkimus. Tutkimuksen aineisto kerättiin vuosina 2011–2015 ja päämuuttujana tutkimuksessa olivat traumaattiset ilman kontaktia sattuvat alaraajavammat. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia kyseisten urheiluvammojen riskitekijöitä nuorilla joukkueurheilijoilla. Laajemman tutkimuksen yksityiskohdat on kuvattu PROFITS-tutkimusprotokollassa (Pasanen ym. 2015).

Tämä prospektiivinen seurantatutkimus keskittyi tasapaino-osioon, jossa tutkittavien tasapainoa mitattiin Good Balance –voimalevyn avulla (Good Balance®, Metitur, Jyväskylä). Tämä seurantatutkimus keskittyy yhden jalan staattisen tasapainotestin tuloksien ja alaraajavammojen ilmaantuvuuden yhteyteen. Tutkimuksessa käytettyjen mittareiden ja kyselylomakkeiden validiteetti ja reliabiliteetti osoitettiin hyväksi UKK-instituutissa tehdyssä pilottitutkimuksessa vuonna 2010 (Pasanen ym. 2015). Tutkittavat (n=348) osallistuivat tasapainotesteihin toukokuussa 2011, huhti-toukokuussa 2012 tai huhti-toukokuussa 2013. Tutkittavat saivat valita minä vuonna he osallistuivat testeihin. Heitä kuitenkin rohkaistiin osallistumaan mittauksiin jokaisena kolmena vuotena. Mittauksia seurasi 12 kuukauden prospektiivinen seuranta, jolloin kerättiin strukturoidun vammakyselyn avulla tiedot sattuneista alaraajavammoista.

5.1 Tutkittavat

Tutkittavat rekrytoitiin laajempaan tutkimukseen 27 joukkueesta, joiden lajeina oli koripallo, salibandy, lentopallo, käsipallo ja jääkiekko (noin 650 urheilijaa). Vuoden 2011 alussa kaikkien joukkueiden valmentajat kutsuttiin informaatiotapaamiseen, jossa käytiin läpi tutkimusprotokolla. Tapaamisessa joukkueita rohkaistiin osallistumaan mittauksiin vuosina 2011, 2012 ja 2013 sekä joulukuuhun 2015 kestävään seurantaan. Yhteensä 22:n joukkueen valmentajat suostuivat mukaan tutkimukseen. Lopullinen tutkimukseen osallistuminen varmistettiin vielä kirjallisesti erikseen jokaiselta urheilijalta ja alaikäisten urheilijoiden kohdalla suostumus varmistettiin myös heidän huoltajaltaan (Pasanen ym. 2015).

Tämä prospektiivinen seurantatutkimus keskittyi 12-21 –vuotiaisiin salibandyn ja koripallon pelaajiin (n=348) kuudesta eri urheiluseurasta. Mukaan valittujen pelaajien joukkueiden tuli pelata kahdella korkeimmalla sarjatasolla ja pelaajien tuli olla mukaan osallistuneiden joukkueiden virallisia jäseniä. Analyyseista jätettiin pois aikuispelaajat (yli 21-vuotiaat), vaikka he olisivat olleet tutkimukseen mukaan tullessaan junioripelaajia. Aikuispelaajilla on usein vanhoja vammoja sekoittavana tekijänä ja nämä vanhat vammat ovat merkittävin riskitekijä uusille vammoille. Analyyseissä tutkittavat jaettiin ryhmiin sen mukaan, olivatko he terveitä vai saaneet prospektiivisen seurannan aikana nilkka- tai polvivamman.

5.2 Mittausmenetelmät

Taustatiedot. Urheilijoiden taustatiedot kerättiin perustietokyselyllä, jokaisen mittausvuoden alussa. Perustietokyselyssä kysyttiin tiedot urheilijoiden iästä, sukupuolesta, pituudesta, painosta sekä urheilijoiden edustama urheilulaji (Pasanen ym. 2015).

Harjoitus- ja pelipäiväkirjat. Joukkueiden valmentajat keräsivät tiedot pelaajien osallistumisesta harjoituksiin ja peleihin sekä pitivät kirjaa loukkaantumisista. Harjoitus- ja pelitiedot palautettiin kuukausittain tutkimusryhmälle. Jokaisen urheilijan kohdalla kirjattiin ylös osallistuminen harjoituksiin (kyllä/ei), harjoituksen kesto (h) sekä harjoituksen sisältö (lajiharjoitus/oheisharjoitus) ja osallistuminen peleihin (kyllä/ei) (Pasanen ym. 2015). Kolmen vuoden datan keräämisen jälkeen kaikki osallistujat saivat internet-pohjaisen kyselyn, jolla varmistettiin, että kaikki vammatiedot oli rekisteröity oikein (Pasanen ym. 2015).

Tasapainotesti. Urheilijoiden tasapainoa testattiin yhden jalan tasapainotestillä Good Balance –voimalevyllä (Good Balance®, Metitur, Jyväskylä). Testissä urheilija seiso i yhdellä jalalla Good Balance -voimalevyn päälle asetetulla Airex –tasapainotyynyllä (Airex® Balance Pad Elite, 48cm x 40cm x 6cm, Alcan Airex, Sins, Switzerland). Ennen tasapainotestiä testattavat suorittivat 5 minuutin lämmittelyn kuntopyörällä. Urheilijat saivat harjoitella tasapainotestiä yhden kerran ennen varsinaisia suorituksia (Pasanen ym. 2015). Testitilanteessa urheilijaa ohjeistettiin välttämään reisien koskettamista toisiinsa sekä toisen jalan kosketusta tasapainotyynyyn. Kädet ohjeistettiin pitämään rennossa asennossa vartalon edessä ja katse ohjeistettiin pitämään eteenpäin. Molemmille jaloille mitattiin yhteensä kolme 20 sekunnin suoritusta.

Analyyzeihin valittiin kolmen mittauksen keskiarvo (x- ja y- suuntainen huojuntamatkan nopeus (mm/s) sekä vauhtimomentti (mm²/s)). Analyyzeihin otettiin mukaan jokaisen urheilijan ensimmäisen tasapainotestin mittauskerta. Jos tutkittavalle oli sattunut alaraajavamman toisena tai kolmantena vuotena, niin silloin mukaan otettiin poikkeuksellisesti ensimmäisen mittauskerran sijaan tämän vuoden mittauskerta. Analyyzeissa käytettiin urheiluvamman saaneiden urheilijoiden osalta tämän jalan tasapainotestin tulosta ja terveiltä urheilijoilta analyyzeihin valittiin oikean jalan tulos. Tutkittavien tasapainotestin tulokset suhteutettiin heidän pituuteensa.

Strukturoitu urheiluvammakysely. Tutkimuslääkäri oli yhteydessä joukkueiden valmentajiin viikoittain urheiluvammadatan keräämiseksi ja uuden urheiluvamman ilmettyä kyseinen urheilija haastateltiin strukturoidun vammakyselyn avulla. Urheilijoiden traumaattisista ja rasitusvammoista kerättiin tiedot niiden ilmaantumisaikasta- ja paikasta, syystä, sijainnista sekä vakavuudesta. Lisäksi vammoista kirjattiin ylös sattuivatko ne kontaktitilanteessa vai ilman kontaktia sekä oliko kyseessä urheilijan ensimmäinen vamma vai oliko urheilijalla ollut sama vamma aikaisemmin (uusiutuva vamma). Urheiluvammakyselyssä käytetyt kysymykset pohjautuivat aikaisemmissa urheiluvammatutkimuksissa validoituihin kysymyksiin (Pasanen ym. 2015). Urheiluvamma määriteltiin vammaksi, joka esti urheilijan osallistumisen peliin tai harjoitukseen seuraavan 24 tunnin aikana. Analyyzeihin valittiin mukaan ilman kontaktia syntyneet nilkan- ja polven akuutit vammat.

5.3 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimus on osa laajempaa tutkimusta, jolle on myönnetty Pirkanmaan sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan lausunto (ETL-koodi R10169). UKK-instituutti on kerännyt tutkimusaineiston ja säilyttää omistus-, hallinta- ja tekijänoikeutensa kaikkeen käytettäväksi luovuttamaansa aineistoon. Aineisto palautetaan käytön jälkeen UKK-instituutille ja se hävitetään Pro Gradu -tutkielman tekijän omilta tallennusvälineiltä. Tutkimusaineisto on anonyymi osallistujien suhteen eikä yksittäisiä tutkittavia ole mahdollista tunnistaa aineistosta. Tutkimus on kokonaisuudessaan toteutettu eettisten periaatteiden mukaisesti ja hyvää tutkimuskäytäntöä noudattaen.

5.4 Tilastolliset menetelmät

Aineisto koodattiin analysoitavaan muotoon Microsoft Excel -ohjelmalla ja aineisto siirrettiin SPSS-ohjelmaan analysointia varten. Tutkittavien pituuden ja painon avulla laskettiin heidän painoindeksinsä (BMI). Ryhmien välistä eroa taustatietojen (ikä, sukupuoli, pituus, paino, BMI, peli- ja harjoitustunnit sekä laji, jota he edustivat) suhteen tarkasteltiin riippumattomien otosten t-testillä. Tutkittavien Good Balance -voimalevyn yhden jalan -tasapainotestin tulokset (x- ja y -suuntaisten huojuntamatkojen nopeus sekä vauhtimomentti) suhteutettiin urheilijan pituuteen. Nilkka- ja polvivamman saaneiden urheilijoiden tuloksia verrattiin terveiden urheilijoiden tuloksiin riippumattomien otosten t-testin avulla. Tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin p-arvoa < 0.05 .

6 TULOKSET

Analyyseihin saatiin yhteensä 348 urheilijaa. Tutkittavat jaettiin ryhmiin sen mukaan, olivatko he saaneet prospektiivisen seurannan aikana nilkka- tai polvivamman vai ei. Urheilijoiden kuvailevat tiedot (ikä, pituus, paino, BMI, harjoitus- ja pelitunnit seurannan aikana, sukupuoli ja heidän edustamansa laji) on kuvattu tarkemmin taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Nilkkavamman saaneiden pelaajien (n=54) ja terveiden pelaajien taustatiedot (n=294) sekä polvivamman saaneiden (n=18) ja terveiden urheilijoiden taustatiedot (n=330). Tulokset on esitetty keskiarvoina (keskihajonta) sekä prosenttiosuuksina.

	Nilkkavamma (n=54)	Terve (n=294)	p-arvo ^a	Polvivamma (n=18)	Terve (n=330)	p-arvo ^a
Ikä (vuosia)	16.8 (1.8)	15.7 (1.8)	.129	15.6 (1.6)	15.8 (1.8)	.670
Pituus (cm)	170.8 (8.0)	173.8 (9.0)	.027	171.0 (6.7)	173.4 (9.0)	.261
Paino (kg)	64.8 (8.1)	65.4 (10.9)	.688	67.9 (12.5)	65.2 (10.5)	.287
BMI (kg/m ²)	22.2 (2.1)	21.6 (2.8)	.157	23.1 (3.1)	21.6 (2.7)	.025
Harj.- ja pelitunnit*	258.3 (110.0)	220.8 (121.9)	.036	202.2 (114.9)	228.0 (121.1)	.379
Sukupuoli p/t (%)	37.0/63.0	55.8/44.2	.012	27.8/72.2	54.2/45.8	.029
Koripallo/ Salibandy(%)	35.2/64.8	54.1/45.9	.010	55.6/44.4	50.9/49.1	.702

^a Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä

*seurannan aikana

Nilkkavamman saaneet urheilijat olivat keskimäärin 3.0 cm lyhyempiä kuin terveet urheilijat (p=0.027) ja heidän harjoitus- ja pelituntien määrä seurannan aikana oli terveitä urheilijoita suurempi (ryhmien keskiarvojen ero 37.5 tuntia, p=0.036). Nilkkavamman saaneissa oli vähemmän koripallon pelaajia ja enemmän salibandyn pelaajia (p=0.010). Ryhmien välillä oli eroa sukupuolen suhteen: nilkka- tai polvivamman saaneissa urheilijoissa tyttöjä oli enemmän, kun taas terveiden ryhmissä poikia oli enemmän (p=0.012 ja p=0.029). Polvivamman saaneiden urheilijoiden BMI oli terveitä urheilijoita isompi (ryhmien keskiarvojen ero 1.5 kg/m², p=0.025).

Nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden tasapainotestin tulokset on eritelty tarkemmin taulukossa 3. Nilkkavamman saaneiden urheilijoiden sivuttaissuuntaisen huojunnan nopeus (x-akseli) oli 0.02 mm/s (SD 0.04, p=0.040) nopeampaa verrattuna terveisiin urheilijoihin. Muissa huojuntamuuttujissa ei ollut eroa nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä.

TAULUKKO 3. Good Balance -yhden jalan tasapainotestin tulokset keskiarvoina (keskihajonta) suhteutettuna pelaajien pituuteen. Erot nilkkavamman saaneiden (n=54) ja terveiden (n=294) urheilijoiden välillä.

	Nilkkavamma (n=54)	Terve (n=294)	Ryhmien välinen ero (95% LV)	p-arvo ^a
x-nopeus*	0.17 (0.04)	0.19 (0.05)	0.02 (0.00 - 0.03)	.040
y-nopeus*	0.16 (0.03)	0.17 (0.04)	0.01 (-0.00 - 0.02)	.072
Vauhtimomentti**	0.90 (0.28)	1.08 (1.41)	0.17 (-0.21 - 0.55)	.370

^a Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä

* yksikkö=mm/s; ** yksikkö=mm²/s

Polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden tasapainotestin tulokset on eritelty tarkemmin taulukossa 4. Polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä ei havaittu eroa missään huojuntamuuttujissa.

TAULUKKO 4. Good Balance -yhden jalan tasapainotestin tulokset keskiarvoina (keskihajonta) suhteutettuna pelaajien pituuteen. Erot polvivamman saaneiden (n=18) ja terveiden (n=330) urheilijoiden välillä.

	Polvivamma (n=18)	Terve (n=330)	Ryhmien välinen ero (95% LV)	p-arvo ^a
x-nopeus*	0.17 (0.04)	0.19 (0.05)	0.02 (-0.01 - 0.04)	.162
y-nopeus*	0.15 (0.04)	0.17 (0.04)	0.01 (-0.01 - 0.03)	.196
Vauhtimomentti**	0.84 (0.39)	1.07 (1.33)	0.23 (-0.39 - 0.85)	.474

^a Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä

* yksikkö=mm/s; ** yksikkö=mm²/s

Tyttöjen ja poikien tasapainotestin tulokset nilkkavamman saaneiden sekä terveiden urheilijoiden välillä on eritelty tarkemmin taulukossa 5. Tyttöjen ja poikien tasapainotestin tuloksia tarkasteltaessa ei havaittu eroa nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä missään huojuntamuuttujassa.

TAULUKKO 5. Tyttöjen ja poikien Good Balance -yhden jalan tasapainotestin tulokset keskiarvoina (keskihajonta) suhteutettuna pelaajien pituuteen. Erot nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä.

		Nilkkavamma	Terve	Ryhmiä välinen ero (95% LV)	p-arvo ^a
		(n=34)	(n=130)		
Työtöt	x-nopeus*	0.17 (0.05)	0.18 (0.04)	0.00 (-0.01 - 0.02)	.631
	y-nopeus*	0.16 (0.03)	0.16 (0.04)	0.00 (-0.01 - 0.01)	.997
	Vauhtimomentti**	0.88 (0.30)	0.89 (0.34)	0.01 (-0.11 - 0.14)	.839
		(n=20)	(n=164)		
Poijat	x-nopeus*	0.17 (0.03)	0.19 (0.06)	0.03 (-0.00 - 0.05)	.057
	y-nopeus*	0.16 (0.03)	0.18 (0.05)	0.01 (-0.01 - 0.04)	.212
	Vauhtimomentti**	0.95 (0.25)	1.22 (1.85)	0.28 (-0.54 - 1.09)	.508

^a Ryhmiä väliiset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä

* yksikkö=mm/s; ** yksikkö=mm²/s

Tyttöjen ja poikien tasapainotestin tulokset polvivamman saaneiden sekä terveiden urheilijoiden välillä on eritelty tarkemmin taulukossa 6. Tarkasteltaessa eri sukupuolten tasapainotestien mittausten tuloksia ei löydetty eroa polvivamman ja terveiden urheilijoiden välillä missään huojuntamuuttujassa.

TAULUKKO 6. Tyttöjen ja poikien Good Balance -yhden jalan tasapainotestin tulokset keskiarvoina (keskihajonta) suhteutettuna pelaajien pituuteen. Erot polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä.

		Polvivamma	Terve	Ryhmien välinen ero (95% LV)	p-arvo ^a
		(n=13)	(n=151)		
Tytöt	x-nopeus*	0.16 (0.03)	0.18 (0.04)	0.02 (-0.00 - 0.04)	.095
	y-nopeus*	0.15 (0.04)	0.16 (0.04)	0.01 (-0.01 - 0.03)	.259
	Vauhtimomentti**	0.74 (0.27)	0.91 (0.34)	0.17 (-0.02 - 0.36)	.082
		(n=5)	(n=179)		
Pojat	x-nopeus*	0.20 (0.06)	0.19 (0.06)	-0.01 (-0.06 - 0.04)	.810
	y-nopeus*	0.17 (0.05)	0.18 (0.05)	0.00 (-0.04 - 0.04)	.935
	Vauhtimomentti**	1.10 (0.56)	1.20 (1.77)	0.10 (-1.47 - 1.67)	.902

^a Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä

* yksikkö=mm/s; ** yksikkö=mm²/s

Koripallon ja salibandyn pelaajien tasapainotestin tuloksien erot nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä on esitetty tarkemmin taulukossa 7. Yhden jalan tasapainotestin sivuttaissuuntaisen huojunnan (x-akseli) nopeus oli 0.02 mm/s (p=0.039) nopeampaa nilkkavamman saaneiden salibandyn pelaajilla verrattuna terveiden urheilijoiden huojuntaan.

TAULUKKO 7. Koripallon ja salibandyn pelaajien Good Balance -yhden jalan tasapainotestin tulokset keskiarvoina (keskihajonta) suhteutettuna pelaajien pituuteen. Erot nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä.

		Nilkka- vamma	Terve	Ryhmien välinen ero (95% LV)	p- arvo ^a
		(n=19)	(n=159)		
Koripallo	x-nopeus*	0.18 (0.04)	0.19 (0.05)	0.01 (-0.01 - 0.03)	.542
	y-nopeus*	0.17 (0.02)	0.17 (0.05)	0.00 (-0.01 - 0.02)	.408
	Vauhtimomentti**	0.99 (0.27)	1.05 (0.46)	0.05 (-0.09 - 0.20)	.460
		(n=35)	(n=135)		
Salibandy	x-nopeus*	0.17 (0.04)	0.19 (0.05)	0.02 (0.00 - 0.04)	.039
	y-nopeus*	0.16 (0.04)	0.16 (0.04)	0.01 (-0.01 - 0.02)	.242
	Vauhtimomentti**	0.86 (0.28)	1.11 (2.02)	0.26 (-0.41 - 0.93)	.458

^a Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä

* yksikkö=mm/s; ** yksikkö=mm²/s

Koripallon ja salibandyn pelaajien tasapainotestin tuloksien erot polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä on esitetty tarkemmin taulukossa 8. Salibandyn ja koripallon pelaajien tasapainotestien tuloksien väliltä ei havaittu eroa polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä missään huojuntamuuttujassa.

TAULUKKO 8. Koripallon ja salibandyn pelaajien Good Balance -yhden jalan tasapainotestin tulokset keskiarvoina (keskihajonta) suhteutettuna pelaajien pituuteen. Erot polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden välillä.

		Polvi- vamma	Terve	Ryhmien välinen ero (95% LV)	p-arvo ^a
		(n=10)	(n=168)		
Koripallo	x-nopeus*	0.17 (0.05)	0.19 (0.05)	0.01 (-0.02 - 0.04)	.436
	y-nopeus*	0.16 (0.04)	0.17 (0.04)	0.01 (-0.01 - 0.04)	.304
	Vauhtimomentti**	0.89 (0.44)	1.05 (0.44)	0.16 (-0.23 - 0.45)	.270
		(n=8)	(n=162)		
Salibandy	x-nopeus*	0.16 (0.04)	0.18 (0.05)	0.02 (-0.01 - 0.06)	.222
	y-nopeus*	0.15 (0.05)	0.16 (0.04)	0.01 (-0.02 - 0.04)	.403
	Vauhtimomentti**	0.78 (0.35)	1.08 (1.85)	0.30 (-0.99 - 1.60)	.644

^a Ryhmien väliset erot testattu riippumattomien otosten t-testillä

* yksikkö=mm/s; ** yksikkö=mm²/s

7 POHDINTA

Tämä pro gradu -tutkielma tarkasteli nuorten salibandyn ja koripallon pelaajien Good Balance -voimalevyllä tehdyn yhden jalan tasapainotestin tuloksien yhteyttä alaraajavammojen ilmaantuvuuteen prospektiivisen seurannan aikana. Tutkimuksessa ei löytynyt selkeää yhteyttä tasapainon ja alaraajavammojen ilmaantuvuuden välillä, sillä polvivamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden staattisen tasapainon välillä ei ollut eroa. Nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden ryhmien väliltä löydettiin tilastollisesti merkitsevä ero vain yhdessä kolmesta huojuntamuuttujasta, sillä nilkkavamman saaneiden sivuttaissuuntainen huojunta oli nopeampaa verrattuna terveisiin urheilijoihin. Sama sivuttaissuuntaisen huojunnan nopeuden ero löytyi terveiden ja nilkkavamman saaneiden salibandyn pelaajien välillä.

Koripallon pelaajien sivuttaissuuntaisessa huojuntamuuttujassa ei ollut eroa verrattuna terveisiin urheilijoihin. Tämä voi osittain selittyä otoskoiden pienuudella tarkasteltaessa tasapainotuloksia urheilulajeittain. Salibandyn pelaajille sattui seurannan aikana lähes tuplasti enemmän nilkkavammoja kuin koripallon pelaajille. Urheiluvammojen määrää saattoi laskea aikuispelaajien poisjätö analyyseistä, vaikka he olisivatkin olleet tutkimukseen mukaan tullessaan junioripelaajia. Aikuispelaajilla on usein vanhoja vammoja sekoittavana tekijänä. On osoitettu, että aikaisempi vamma on riski uudelle vammalle (McHugh ym. 2006). Lisäksi analyyseissä käytettiin urheilijoiden seurannan aikana ensimmäisenä loukkaantuneen jalan tasapainotulosta ja verrattiin sitä terveillä urheilijoilla oikeaan jalkaan. Jokaiselta urheilijalta otettiin mukaan analyyseihin vain yhden jalan tasapainotestin tulos, vaikka seurannan aikana olisikin sattunut vamma toiseen alaraajaan.

Tutkimuksen heikkoutena ovatkin juuri nuo pienehköt otoskoot, erityisesti tehtäessä vertailuja eri urheilulajien ja eri sukupuolten tasapainotuloksia. Toisena heikkoutena on urheilijoiden aikaisempien nilkka- ja polvivammojen huomiotta jättäminen analyysejä tehtäessä. Toisaalta, Huurninkin ym. (2014) tutkimuksessa nilkkavamman saaneiden ja terveiden urheilijoiden tasapaino ei eronnut 3.6 kuukautta vamman sattumisen jälkeen. Näyttäisi siis siltä, että aikaisempi vamma ei vaikuta urheilijan tasapainoon ja tämän vuoksi aikaisempia urheiluvammoja ei tässä tutkimuksessa huomioitu.

Koripallo ja salibandy ovat nopean suunnanmuutoksen lajeja, joissa tapaturmaan johtavat tilanteet sattuvat nopeasti. Tämä herättää kysymyksen staattisen tasapainon mittaamisesta yhden jalan tasapainotestin avulla dynaamisen tasapainon sijaan. Dynaamisen tasapainoa mittaavalla SEBT-testillä on todettu yhteys huonon tasapainon ja nilkkavammojen välillä (Pliskyn ym. 2006; Noronhan ym. 2013; Gribblen ym. 2016; Attenboroughin ym. 2017). Sell (2012) suosittelee dynaamisen tasapainon testien käyttöä terveillä urheilijoilla alaraajavammojen riskeihin liittyvissä tutkimuksissa. Tämän tutkimuksen heikkoudeksi voidaan laskea vain yhden tasapainotestin käyttö analyseissa. SEBT-testi mittaa tasapainon lisäksi kuitenkin myös alaraajojen lihasvoimaa, liikkuvuutta ja koordinaatiota ja voi osittain tämän vuoksi olla sensitiivisempi testi ennustamaan urheiluvammoja nuorilla urheilijoilla (Plisky ym. 2006). Yhden jalan tasapainotestiä käytettäessä sekoittavia tekijöitä on dynaamisen tasapainon testiä vähemmän ja tasapainon yhteyttä alaraajavammoihin on helpompi selvittää sekä vetää johtopäätöksiä saaduista tuloksista. Vaikka tutkimuksen heikkoutena on vain yhden testin käyttö analyseissä, voidaan kuitenkin todeta, että kyseisen testin tekeminen voimalevymittarilla on yksi tutkimuksen vahvuuksista. Käytetty mittari on todettu validiksi ja yhden jalan tasapainotesti voimalevyn avulla on todettu soveltuvan hyvin toistomittauksiin tutkimuskäytössä (Goldie ym. 1992) ja sen reliabiliteetti on myös todettu hyväksi (Sell 2012).

Käytetyn mittarin luotettavuuden lisäksi tutkimuksen vahvuutena on prospektiivinen tiedonkeruu alaraajavammojen osalta. Jungen ja Dvorakin (2000) jalkapalloilijoiden urheiluvammoihin liittyvässä tutkimuksessa verrattiin yhden vuoden aikana prospektiivista tiedonkeruuta retrospektiiviseen ja lähes kaksi kolmasosaa urheiluvammoista jäi raportoimatta retrospektiivisen tiedonkeruun kyselyissä. Prospektiivisessä tiedonkeruussa tieto kerätään säännöllisesti tietyin väliajoin ja näin tieto urheiluvammasta saadaan nopeasti sen tapahduttua. Tässä tutkimuksessa joukkueisiin otettiin yhteyttä viikoittain urheiluvammadatan keräämiseksi ja uuden urheiluvamman ilmetyä kyseinen urheilija haastateltiin strukturoidun vammakyselyn avulla, jossa käytetyt kysymykset pohjautuivat aikaisemmissa urheiluvammatutkimuksissa validoituihin kysymyksiin.

Tässä tutkimuksessa havaittu ero terveiden ja nilkkavamman saaneiden urheilijoiden tasapainotulosten sivuttaissuuntaisessa huojunnassa ei ehkä ole riittävä luomaan yhteyttä huonontuneen tasapainon ja nilkkavammojen määrän välille, sillä Lafond ym. (2004) toteavat vauhtimomentin olevan luotettavin muuttuja mittaamaan massakeskipisteen sijainnin

muutosta. Tämän tutkimuksen tuloksissa vauhtimomentissa ei ollut eroja minkään analysoidun ryhmän välillä. Toisaalta tutkimuksen tulos mukailee Noronhan ym. (2013) tutkimuksessa saatuja viitteitä siitä, että sivuttaissuuntaisella huojunnalla on merkitystä: huono tulos SEBT-tasapainotestissä juuri taakse-sivulle –suunnassa oli ennustavana tekijänä nilkkanyrjähdykselle vuoden seurannan aikana.

Era ym. (2006) painottavat tutkittavien pituuserojen tärkeyttä huojuntatulosten analysoinnissa, sillä pidemmällä tutkittavilla massakeskipiste on korkeammalla verrattuna lyhyisiin ja tämän vuoksi massakeskipisteen liikkeet voivat olla todellisuutta suurempia eli tasapaino voi näyttäytyä pidemmällä tutkittavilla huonompana. Myös Ceria-Ulep ym. (2011) suosittelevat Good Balance –voimalevyllä mitattujen tulosten suhteuttamista tutkittavien pituuteen. Hrysomallis ym. (2007) tutkimuksessa tasapainoa tärkeämmäksi selittäväksi tekijäksi nousi urheilijoiden pituus, joka oli ainoa merkitsevä tekijä polvivammoja ennustettaessa. Pidemmällä urheilijoilla polvivammojen riski oli suurempi. Tämä voi osittain selittyä pitkien urheilijoiden raajojen pituudella – mitä pidempi raaja, sitä pidempi vipuvarsi ja siksi vammariski voi olla suurempi (Hrysomallis ym. 2007). Tässä tutkimuksessa nilkkavamman saaneet urheilijat olivat kuitenkin lyhyempiä kuin terveet urheilijat.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat ristiriidassa Södermanin ym. (2001) tutkimuksen tulosten kanssa, jossa hyvä tasapaino lisäsi alaraajavammariskiä. Södermanin ym. (2001) mukaan hyvän tasapainon omaavat urheilijat saattavat olla taitavampia ja rohkeampia kuin huonon tasapainon omaavat ja tämän vuoksi alttiimpia vammoille. Tutkimuksessa tasapainoa mitattiin kuitenkin hieman eri tavalla ja eri mittarin (KAT 2000 –mittari) avulla. Tämän Pro Gradun tulokset vahvistavat Steffen ym. (2017) saamia tuloksia, joiden mukaan voimalevyllä mitatulla yhden jalan tasapainotestin tuloksella ei ollut yhteyttä ilman kontaktia syntyneisiin ACL-vammoihin. Tutkimukset ovat hyvin homogeenisiä keskenään. Tulokset ovat yhtenäisiä myös Hrysomallis ym. (2007) tutkimuksen kanssa, jossa ei löytynyt yhteyttä tasapainon ja polvivammojen välillä. Tutkimuksessa kuitenkin käytettiin molempien jalkojen tasapainotulosten keskiarvoja, jolloin vahvempi jalka saattaa kompensoida heikomman jalan tuloksia. Hrysomallis ym. (2007) eivät myöskään raportoi oliko alaraajavammat syntyneet kontaktin kanssa vai ilman. Aikaisemman tutkimustiedon ja tämän tutkimusten tulosten pohjalta voidaan siis todeta, ettei staattinen tasapaino ole yhteydessä polvivammojen määrään.

Vaikka tässä tutkimuksessa löydetty ero terveiden ja nilkkavamman saaneiden urheilijoiden sivuttaissuuntaisessa huojunnassa ei ole riittävä luomaan yleistettäviä johtopäätöksiä huonontuneen tasapainon ja nilkkavammojen määrän välille, antaa se kuitenkin viitteitä siitä, että staattisella tasapainolla saattaisi olla yhteys nilkkavammoihin. Aikaisemman tutkimustiedon perusteella huono tulos staattisen tasapainon testissä on yhteydessä nilkkavammoihin (Tropp ym. 1984; McGuine ym. 2000; Wang ym. 2006; Hrysomallis ym. 2007). Koska tässä tutkimuksessa yhteys löytyi vain yhdessä huojuntamuuttujassa, tutkimus mukailee paremmin Beynnon ym. (2001) tutkimuksen tuloksia, joiden mukaan tasapainon ja nilkkavammojen välillä ei ollut yhteyttä.

Urheiluvammoja on eniten 20-24 -vuotiailla (Kujala ym. 2003) ja tämän vuoksi nuorten urheilijoiden vammojen ennaltaehkäisyyn tulisi kiinnittää huomiota ennen korkean riskin ikävuosia. Tämän tutkimuksen tutkittavat edustavat juuri tuota ikäryhmää ja urheiluvammojen riskitekijöiden selvittämisen edetessä heidän ikäluokilleen olisi edullista kehittää seulontatyökalu tunnistamaan urheiluvammariskissä olevat urheilijat. Seulontatyökalun sisällön kehittämisessä vaaditaan syvempää ymmärrystä urheiluvammojen riskitekijöistä. Tasapainolla on tärkeä rooli neuromuskulaarisen kontrollin kannalta ja tämä selittää, miksi huono tasapaino voisi olla yksi urheiluvammoihin johtavista henkilön sisäisistä riskitekijöistä (Cortes ym. 2014). Viitteitä tasapainon yhteydestä urheiluvammariskiin antaa urheiluvammoihin keskittyneissä katsauksissa ilmennyt urheiluvammojen määrän väheneminen tasapainoharjoittelun myötä (Aaltonen ym. 2007; Hübscher ym. 2010; Leppänen ym. 2014).

Tulevaisuudessa tulisi tehdä lisää laadukasta ja luotettavaa tutkimusta tasapainon yhteydestä alaraajavammoihin. Huomioiden tämän tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet, voidaan todeta, että tasapainotutkimuksissa olisi hyvä käyttää myös muita tasapainotestejä, huomioiden kuitenkin useamman testin käytön myötä lisääntyvä muuttujien määrät. Liialliset muuttujat hankaloittavat johtopäätösten tekemistä, jonka vuoksi päämuuttujia tulisi olla vamma-riskiä selvitettäessä vain muutamia. Tasapainotutkimukset tulisi mahdollisuuksien mukaan tehdä suuremmalla otoskoollla, jolloin analyysiin voitaisiin ottaa vain terveitä urheilijoita ja aikaisemmin polvi- tai nilkkavamman saaneet voitaisiin sulkea ulkopuolelle. Tasapainon mittaaminen voimalevyllä on todettu validiksi ja tämän vuoksi tasapainotestit on hyvä tehdä kyseisellä mittarilla. Tässä tutkimuksessa silmät olivat mittaushetkellä auki, kun taas silmien

pitäminen kiinni lisää tutkittavien asentohuojuntaa jopa 2-3 -kertaisesti (Era & Heikkinen 1985). Tämän vuoksi vaativampi tasapainotesti voisi tuoda suurempia eroja mitattavien tulosten välille ja näin ollen soveltua paremmin erottelemaan urheiluvammariskissä olevat urheilijat.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätöksenä tämän tutkimuksen tuloksista voidaan todeta, ettei staattinen tasapaino ole yhteydessä polvivammojen määrään. Tulosten perusteella ei voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä staattisen tasapainon ja nilkkavammojen yhteyden välillä. Tämän vuoksi luotettavaa tutkimustietoa tarvitaan lisää juuri staattisen tasapainon yhteydestä nilkkavammoihin. Tässä tutkimuksessa tutkittavat olivat hyväkuntoisia nuoria urheilijoilta kahdelta korkeimmalta sarjatasolta ja tämä tekee tutkimustulosten yleistettävyyden hankalaksi suurempaan väestöön ja vähemmän aktiivisille nuorille.

LÄHTEET

- Aaltonen, S., Karjalainen, H., Heinonen, A., Parkkari, J., Kujala, U. 2007. Prevention of sports injuries: systematic review of randomized controlled trials. *Archives of Internal Medicine* 167 (15), 1585-1592.
- Acevedo, R., Rivera-Vega, A., Miranda, G. & Micheo, W. 2014. Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies. *Current sports medicine reports* 13 (3), 186-191.
- Akkaya, N., Doğanlar, N., Çelik, E., Aysşe, S. E., Akkaya, S., Güngör, H. R. & Şahin, F. 2015. Test-retest Reliability of Tetrax® Static Posturography System in Young adults with low physical activity Level. *International journal of sports physical therapy* 10 (6), 893.
- Arnason, A., Sigurdsson, S., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr, R. 2004. Risk factors for injuries in football. *The American Journal of Sports Medicine* 32 (1), 5-16.
- Attenborough, A., Sinclair, P., Sharp, T., Greene, A., Stuelcken, M., Smith, R. & Hiller, C. 2017. The identification of risk factors for ankle sprains sustained during netball participation. *Physical Therapy in Sport* 23, 31-36.
- Bahr, R., Kannus, P. & Mechelen, M. 2003. Epidemiology and prevention of sports injuries. Teoksessa M. Jaer, M. Korgsgaard, P. Magnusson, L. Engebretsen, H. Roos, T. Takala & S. Woo (toim.) *Textbook of Sports Medicine*. Malden: Blackwell Science Ltd, 299-314.
- Bahr, R. & Krosshaug, T. 2005. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sport Medicine* 39 (6), 324-329.
- Benda, B., Riley, P. & Krebs, D. 1994. Biomechanical relationship between center of gravity and center of pressure during standing. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 2 (1), 3-10.
- Beynon, B., Renström, P., Alosa, D., Baumhauer, J. & Vacek, P. 2001. Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. *Journal of Orthopaedic Research* 19 (2), 213-220.
- Blomqvist, S., Wester, A., Sundelin, G. & Rehn, B. 2012. Test–retest reliability, smallest real difference and concurrent validity of six different balance tests on young people with mild to moderate intellectual disability. *Physiotherapy* 98 (4), 313-319.

- Brukner, P. & Khan, K. Sports injuries. Teoksessa P. Brukner & K. Khan. (toim.) *Clinical Sports Medicine*. 3. painos. McCraw-Hill Australia 2006, 8-39.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Proietti, M., Aisa, G. & Rizzo, A. 1996. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 4 (1), 19-21.
- Ceria-Ulep, C., Grove, J., Chen, R., Masaki, K., Rodriguez, B., Donlon, T. & Curb, J. 2011. Physical aspects of healthy aging: assessments of three measures of balance for studies in middle-aged and older adults. *Current gerontology and geriatrics research*: 849761. doi:10.1155/2010/849761.
- Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K. & Hunt, M. 2010. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & posture*, 31 (3), 307-310.
- Cortes, N., Porter, L., Ambegaonkar, J. & Caswell, S. 2014. Postural stability does not differ among female sports with high risk of anterior cruciate ligament injury. *Medical problems of performing artists*, 29 (4), 216-220.
- Edouard, P., Feddermann-Demont, N., Alonso, JM., Branco, P. & Junge, A. 2015. Sex differences in injury during top-level international athletics championships: surveillance data from 14 championships between 2007 and 2014. *British Journal of Sport Medicine* 49 (7), 472–477.
- Emery, CA., Cassidy, J., Klassen, T., Rosychuk, R. & Rowe, B. 2005. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Canadian Medical Association journal* 172 (6), 749-754.
- Emery, CA., Rose, M., McAllister, J. & Meeuwisse, W. 2007. A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: a cluster randomized controlled trial. *Clinical Journal of Sport Medicine* 17 (1), 17-24.
- Emery, CA., Meeuwisse, W. 2010. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine* 44 (8), 555-562.
- Era, P. & Heikkinen, E. 1985. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *Journal of Gerontology*, 40 (3), 287-295.

- Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M. and Aromaa, A. 2006 Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology* 52 (4), 204-213.
- Flint, J., Wade, A., Giuliani, J. & Rue, J. 2014. Defining the terms acute and chronic in orthopaedic sports injuries: a systematic review. *American Journal of Sports Medicine* 42 (1), 235–241.
- Fullem, BW. 2015. Overuse Lower Extremity Injuries in Sports. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery* 32 (2), 239–251.
- Goldie, P., Bach, T. & Evans, O. 1989. Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 70 (7), 510-517.
- Goldie, P., Evans, O. & Bach, T. 1992. Steadiness in one-legged stance: development of a reliable force-platform testing procedure. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 73 (4), 348-354.
- Golriz, S., Hebert, J., Foreman, K. & Walker, B. 2012. The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. *Chiropractic & manual therapies* 20 (1), 15-21.
- Gonell, A., Romero, J. & Soler, L. 2015. Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International journal of sports physical therapy*, 10 (7), 955-966.
- Gribble, P., Terada, M., Beard, M., Kosik, K., Lepley, A., McCann, R., Pietrisimone, B. & Thomas, A. 2016. Prediction of lateral ankle sprains in football players based on clinical tests and body mass index. *The American journal of sports medicine* 44 (2), 460-467.
- Griffin, L., Albohm, M., Arendt, E., Bahr, R., Beynnon, B., Demaio, M., Dick, R., Engebretsen, L., Garrett, W., Hannafin, J., Hewett, T., Huston, L., Ireland, M., Johnson, R., Lephart, S., Mandelbaum, B., Mann, B., Marks, P., Marshall, S., Myklebust, G., Noyes, F., Powers, C., Shields, C., Shultz, S., Silvers, H., Slauterbeck, J., Taylor, D., Teitz, C., Wojtys, E. & Yu, B. 2006. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *The American Journal of Sports Medicine* 34 (9), 1512-1532.
- Ha, H., Cho, K. & Lee, W. 2014. Reliability of the good balance system (®) for postural sway measurement in poststroke patients. *Journal of Physical Therapy Science* 26 (1), 121-124.

- Haas, B. & Burden, A. 2000. Validity of weight distribution and sway measurements of Balance Performance Monitor. *Physiotherapy Research International* 5 (1), 19-32.
- Heebner, N., Akins, J., Lephart, S. & Sell, T. 2015. Reliability and validity of an accelerometry based measure of static and dynamic postural stability in healthy and active individuals. *Gait & posture* 41 (2), 535-539.
- Henry, T., Evans, K., Snodgrass, S. J., Miller, A. & Callister, R. 2016. Risk Factors for Noncontact Ankle Injuries in Amateur Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. *Clinical Journal of Sport Medicine* 26 (3), 251-258.
- Hoang, Q. & Mortazavi, M. 2012. Pediatric Overuse Injuries in Sports. *Advanced in Pediatrics* 59 (1), 359–382.
- Hrysomallis, C. 2011. Balance ability and athletic performance. *Sports medicine* 41 (3), 221-232.
- Hrysomallis, C., McLaughlin, P. & Goodman, C. 2007. Balance and injury in elite Australian footballers. *International journal of sports medicine* 28 (10), 844-847.
- Hu, M., Hung, Y., Huang, Y., Peng, C. & Shen, S. 1996. Validity of force platform measures for stance stability under varying sensory conditions. *Proceedings-National Science Council Republic of China part b Life Sciences* 20 (3), 78-86.
- Huurnink, A., Fransz, D., Kingma, I. & Van Dieën, J. 2013. Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *Journal of biomechanics* 46 (7), 1392-1395.
- Huurnink, A., Fransz, D., Kingma, I., Verhagen, E. & Van Dieën, J. 2014. Postural stability and ankle sprain history in athletes compared to uninjured controls. *Clinical Biomechanics* 29 (2), 183-188.
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L. & Banzer, W. 2010. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42 (3), 413-421.
- Häggglund, M., Waldén, M., Ekstrand, J. 2013. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. *The American Journal of Sports Medicine* 41 (2), 327-335.
- Junge, A. & Dvorak, J. 2000. Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in football. *The American Journal of Sports Medicine* 28 (5), 40-46.
- Karlsson, J., Rolf, C. & Orava, S. 2003. Lower leg, Ankle and Foot. Teoksessa M. Jaer, M. Korgsgaard, P. Magnusson, L. Engebretsen, H. Roos, T. Takala & S. Woo (toim.) *Textbook of Sports Medicine*. Malden: Blackwell Science Ltd, 529-560.

- Kujala, U., Taimela, S., Antti-Poika, I., Orava, S., Tuominen, R. & Myllynen, P. 1995. Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. *British Medical Journal* 311 (7018), 1465-1468.
- Kujala, U., Orava, S., Parkkari, J., Kaprio, J. & Sarna, S. 2003. Sports career-related musculoskeletal injuries: long-term health effects on former athletes. *Sports Medicine* 33 (12), 869-875.
- Lafond, D., Corriveau, H., Hébert, R. & Prince, F. 2004. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85 (6), 896-901.
- Laird, RC. 2015. Acute Forefoot and Midfoot Injuries. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery* 32 (2), 231–238.
- Lappe, J., Cullen, D., Haynatzki, G., Recker, R., Ahlf, R. & Thompson, K. 2008. Calcium and vitamin d supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *Journal of Bone and Mineral Research* 23 (5), 741-749.
- Lauersen, J., Bertelsen, D. & Andersen, L. 2014. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine* 48 (11), 871-877.
- Le Clair, K. & Riach, C. 1996. Postural stability measures: what to measure and for how long. *Clinical Biomechanics* 11 (3), 176-178.
- Leppänen, M., Aaltonen, S., Parkkari, J., Heinonen, A. & Kujala UM. 2014. Interventions to prevent sports related injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine* 44 (4), 473–486.
- Leppänen, M., Pasanen, K., Kujala, U. M., Vasankari, T., Kannus, P., Äyrämö, S., Krosshaug, T., Bahr, R., Avela, J., Perttunen, J. & Parkkari, J. 2017. Stiff landings are associated with increased ACL injury risk in young female basketball and floorball players. *The American journal of sports medicine* 45 (2), 386-393.
- McBain, K., Shrier, I., Shultz, R., Meeuwisse, W., Klügl, M., Garza, D. & Matheson, G. O. 2012. Prevention of sports injury I: a systematic review of applied biomechanics and physiology outcomes research. *British Journal of Sports Medicine* 46 (3), 169-173.
- McGuine, T., Greene, J., Best, T. & Levenson, G. 2000. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine* 10 (4), 239-244.

- McGuine, T. & Keene, J. 2006. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 34 (7), 1103-1111.
- McHugh, M., Tyler, T., Tetro, D., Mullaney, M. & Nicholas, S. 2006. Risk factors for noncontact ankle sprains in high school athletes. *The American journal of sports medicine* 34 (3), 464-470.
- Michaelidis, M. & Koumantakis, G. 2013. Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: a systematic review. *Physical Therapy in Sport* 15 (3), 200–210.
- Mononen, K., Konttinen, N., Viitasalo, J. and Era, P. 2007. Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 17 (2), 180-185.
- Noronha, M., Franca, L., Hauptenthal, A. & Nunes, G. 2013. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 23 (5), 541-547.
- Olsen, O., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I. & Bahr, R. 2003. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 13 (5), 299–304.
- Olsen, O., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I. & Bahr, R. 2005. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomized controlled trial. *British Medical Journal* 330 (7489), 449.
- Onate, J., Everhart, J., Clifton, D., Best, T., Borchers, J. & Chaudhari, A. 2015. Physical Exam Risk Factors for Lower Extremity Injury in High School Athletes: A Systematic Review. *Clinical journal of sport medicine* 26 (6), 435-444.
- Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Törmäkangas, T. & Rantanen, T. 2007. Force Platform Balance Measures as Predictors of Indoor and Outdoor Falls in Community-Dwelling Women Aged 63–76 Years. *The Journals of Gerontology* 63a (2), 171-178.
- Parkkari, J., Kujala, U. & Kannus, P. 2001. Is it Possible to Prevent Sports Injuries? Review of Controlled Clinical Trials and Recommendations for Future Work. *Sport Medicine* 31 (14), 985-995.
- Parkkari, J., Kannus, P. & Fogelholm, M. 2004 Liikuntavammat – suurin tapaturmaluokka Suomessa. *Suomen lääkirilehti* 41, 3889–3895.
- Parkkari, J. 2005. Liikuntatapaturmat. Teoksessa I. Vuori, S. Taimela & U. Kujala (toim.) *Liikuntalääketiede*. 3. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim: 567-579.

- Pasanen, K., Ekola, T., Vasankari, T., Kannus, P., Heinonen, A., Kujala, U. M. & Parkkari, J. 2017. High ankle injury rate in adolescent basketball: A 3-year prospective follow-up study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 27 (6), 643-649.
- Pasanen, K., Parkkari, J., Kannus, P., Rossi, L., Palvanen, M., Natri, A. & Järvinen, M. 2008. Injury risk in female floorball: a prospective one-season follow-up. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 18 (1), 49-54.
- Pasanen, K., Parkkari, J., Pasanen, M., Hiilloskorpi, H., Mäkinen, T., Järvinen, M. & Kannus, P. 2008. Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *British Medical Journal* 337 (7661), 295.
- Pasanen, K., Rossi, M., Parkkari, J., Heinonen, A., Steffen, K., Myklebust, G., Krosshaug, T., Vasankari, T., Avela, J., Kulmala, J-P, Perttunen, J., Kujala, U. & Bahr. 2015. Predictors of lower extremity injuries in team sports (PROFITS-study): a study protocol. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*: e000076. doi: 10.1136/bmjsem2015-000076.
- Plisky, P., Rauh, M., Kaminski, T. & Underwood, F. 2006. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 36 (12), 911-919.
- Polites, S., Sebastian, A., Habermann, E., Iqbal, C., Stuart, M. & Ishitani, M. 2014. Youth ice hockey injuries over 16 years at a pediatric trauma center. *Pediatrics* 133 (6), 1601–1607.
- Pollock, A., Durward, B., Rowe, P. & Paul, J. 2000. What is balance?. *Clinical rehabilitation* 14 (4), 402-406.
- Quatman-Yates, C., Lee, A., Hugentobler, J., Kurowski, B., Myer, G. & Riley, M. 2013. Test-retest consistency of a postural sway assessment protocol for adolescent athletes measured with a force plate. *International journal of sports physical therapy* 8 (6), 741-748.
- Ristolainen, L., Kettunen, J., Waller, B., Heinonen, A. & Kujala, UM. 2014. Training-related risk factors in the etiology of overuse injuries in endurance sports. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 54 (1), 78–87.
- Roos, K. & Marshall, S. 2014. Definition and usage of the term "overuse injury" in the US high school and collegiate sport epidemiology literature: a systematic review. *Sports Medicine* 44 (3), 405–421.
- Sando, J. & McCambridge, T. 2013. Nontraumatic Sport injuries to the Lower Extremity. *Clinical Pediatric Emergency Medicine* 14 (4), 327-339.

- Sell, T. 2012. An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adults. *Physical Therapy in Sport* 13 (2), 80-86.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. 2012. *Motor Control, Translating Research into Clinical Practice*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Steffen, K., Nilstad, A., Krosshaug, T., Pasanen, K., Killingmo, A. & Bahr, R. 2017. No association between static and dynamic postural control and ACL injury risk among female elite handball and football players: a prospective study of 838 players. *British Journal of Sports Medicine* 51 (4), 253-259.
- Swanenburg, J., Bruin, E., Favero, K., Uebelhart, D. & Mulder T. 2008. The reliability of postural balance measures in single and dual tasking in elderly fallers and non-fallers. *BMC Musculoskeletal Disord* 9 (1), 162.
- Söderman, K., Alfredson, H., Pietilä, T. & Werner, S. 2001. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one outdoor season. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 9 (5), 313 – 321.
- Tiirikainen, K., Lounamaa, A., Paavola, M., Kumpula, H. & Parkkari, J. 2008. Trend in sports injuries among young people in Finland. *International Journal of Sports Medicine* 29 (6), 529-536.
- Trojjan, T. & McKeag D. 2006. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine* 40 (7), 610-613.
- Tropp, H., Ekstrand, J. & Gillquist, J. 1984. Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 16 (1), 64 – 66.
- Valkeinen, H., Anttila, H. & Paltamaa, J. 2014. Opas toimintakyvyn mittarin arviointiin TOIMIA-verkostossa (1.0). viitattu 15.9.2017. <https://www.thl.fi/fi/web/toimintakyky/etusivu/toimia-tietokanta/opas-toimintakykymittareiden-arviointiin>
- Van der Worp, MP., Ten Haaf, DS., Van Cingel, R., De Wijer, A., Nijhuis-van der Sanden, MW. & Staal, JB. 2015. Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. *PLoS One* 10 (2), 1-18.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H. & Kemper, HC. 1992. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Medicine* 14 (2), 82–99.

- Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R. & Van Mechelen, W. 2004. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine* 32 (6), 1385-1393.
- Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P. & Häggglund, M. 2012. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal* (344): e3042. doi:10.1136/bmj.e3042.
- Wang, H., Chen, C., Shiang, T., Jan, M. & Lin, K. 2006. Risk-factor analysis of high school basketball-player ankle injuries: A prospective controlled cohort study evaluating postural sway, ankle strength, and flexibility. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 87 (6), 821-825.
- Wingfield, K. 2013 Neuromuscular training to prevent knee injuries in adolescent female soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine* 23 (5), 407-408.
- Winter, D. 1995. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture* 3 (4), 193-214.
- Witchalls, J., Blanch, P., Waddington, G. & Adams, R. 2012. Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* 46 (7), 515-523.