

# **Ylemmän nilkkanivelen funktionaalisen dorsifleksioliikkuvuuden yhteys alaraajan liikehallintaan kenialaisilla ja suomalaisilla kestävyysjuoksijoilla**

Henri Manninen  
Katri Niemistö

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2018  
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala  
Fysioterapeutti (AMK), Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Manninen, Henri Niemi, Katri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2018
	Sivumäärä 54	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Ylemmän nilkkanivelen funktionaalisen dorsifleksioliikkuvuuden vaikutus alaraajan liikehallintaan kenialaisilla ja suomalaisilla kestävyysjuoksijoilla</b>		
Tutkinto-ohjelma Fysioterapian tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Helminen, Eeva; Natunen, Pekka		
Toimeksiantaja(t)		
Tiivistelmä <p>Kenialaiset kestävyysjuoksijat ovat maailman parhaita laajasti kaikilla kestävyysmatkoilla. Kuitenkaan heidän hengitys- ja verenkiertoelimistössä ei ole todettu olevan länsimaalaisia parempi. Suoraviivainen ja hallittu askel on paitsi tehokas, myös taloudellinen ja näin ollen se vaikuttaa suorituskäyttöön.</p> <p>Mobilisoivien lihasten ollessa kireitä nivelten liikelajit voivat rajoittua. Nivelen rajoittunut liikelajitus aiheuttaa kompensatioliikkeitä muissa nivelissä heikentäen liikehallintaa. Heikentynyt liikehallinta voi aiheuttaa virhelinjauksia ja rasitusvammoja varsinkin kestävyysjuoksussa, jossa rasitus on pitkäkestoista ja yksipuolista.</p> <p>Tavoitteena oli selvittää ylemmän nilkkanivelen vaadittu funktionaalinen dorsifleksioliikerata, jotta liikehallinta voi säilyä hyvänä juoksun keskitukivaiheen aikana. Lisäksi vertailtiin kenialaisten ja suomalaisten kestävyysjuoksijoiden eroavaisuuksia liikehallinnassa ja lihaskireyksissä.</p> <p>Taustatiedon hankinnan ja tutkimussuunnitelman laatimisen jälkeen toteutettiin tutkimus, johon osallistui 12 kenialaista kansainvälisen tason kestävyysjuoksijaa ja 12 suomalaista kansallisen tason kestävyysjuoksijaa. Puolet tutkimukseen osallistuneista juoksijoista oli miehiä ja puolet naisia. Mittaukset suoritettiin Suomessa joulukuussa 2017 ja helmikuussa 2018 ja Keniassa tammikuussa 2018. Tutkimukseen osallistuneet juoksijat suorittivat lihaskireystestejä ja liikehallinnan testinä yhdenjalan minikyykyn. Ylemmän nilkkanivelen dorsifleksioliikkuvuuden funktionaalisen liikkuvuustestinä oli ”ankle lunge test”. Myös ylemmän nilkkanivelen aktiiviset liikkuvuudet mitattiin. Juoksua kuvannettiin juoksun keskitukivaiheen aikaisen ylemmän nilkkanivelen dorsifleksioliikeradan mittaamiseksi ja juoksun keskitukivaiheen aikaisen liikehallinnan arvioimiseksi.</p> <p>Kenialaisten naisten liikehallinta oli selkeästi suomalaisia naisjuoksijoita heikompaa. Sen sijaan miesten tutkimusryhmissä liikehallinta oli melko samalla tasolla. Myös takareisien, lonkankoukistajien ja etureisien lihaskireyksissä todettiin eroja kenialaisten ja suomalaisten välillä. Kun nilkan funktionaalinen dorsifleksio oli ankle lunge testissä 21° tai alle ja senttimetreissä mitattuna ensimmäisen varpaan etäisyys seinästä 8,3 cm tai alle, juoksun keskitukivaiheen aikainen liikehallinta heikkeni koehenkilöillä merkittävästi.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) juoksu, ylempi nilkkanivel, lihasten elastisuus, liikehallinta, liikkuvuus		
Muut tiedot		

Author(s) Manninen, Henri Niemiistö, Katri	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2018
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 54	Permission for web publication: x
Title of publication <b>The impact of the dorsiflexion range of motion of the talocrural joint on the kinetic control of the lower limbs in Kenyan and Finnish long-distance runners</b>		
Degree programme Degree Programme in Physiotherapy		
Supervisor(s) Helminen, Eeva; Natunen, Pekka		
Assigned by		
<p>Abstract</p> <p>Kenyan long-distance runners are the best in the world in all distances. However, their cardiovascular and respiratory systems do not appear to be better than those in the Western runners. A linear and controlled running technique is not only effective but also economic so that it has an effect on performance.</p> <p>When the mobilizing muscles are stiff, it might limit the range of motion in joints. The limited range of motion in one joint may cause compensatory movements in other joints creating uncontrolled movement. Uncontrolled movement can cause incorrect alignments and cause repetitive strain injuries. This might happen especially in long-distance running because the strain is long-lasting and monotonous.</p> <p>The aim of the study was to examine the required functional dorsiflexion range of motion in the talocrural joint so that controlled movement could be sustained during the mid-stance phase of running. The kinetic control of the lower limb and certain muscle tensions were also compared between Kenyan and Finnish long-distance runners.</p> <p>After searching background information and making a research plan, the study was implemented. The research group consisted of 12 Kenyan international level long-distance runners and 12 Finnish national level long-distance runners. Half of them were men and half were women. The measurements were conducted in Finland in December 2017 and February 2018 and in Kenya in January 2018. The tests included one leg mini squat, flexibility and muscle stiffness tests and an "ankle lunge test". Active movements of the talocrural joint were measured and running was filmed for later analysis.</p> <p>Kenyan female runners had more problems in the kinetic control of the lower limb than Finnish female runners. The kinetic control in the lower limb was quite similar when the Kenyan men and Finnish men were compared. There were differences in the muscle stiffness and mobility of the hamstring, rectus femoris and hip flexor between the Kenyan and Finnish runners. If the functional dorsiflexion angle was less than 21° or the distance from the wall of the 1<sup>st</sup> toe was less than 8.3 cm in the ankle lunge test, there were more uncontrolled movement in the lower limb during the mid-stance phase in running.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) running, talocrural joint, muscle elasticity, kinetic control, mobility		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1 Johdanto .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Termistö .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Teoreettinen viitekehys .....</b>	<b>6</b>
3.1 Juoksun toiminnallinen anatomia .....	6
3.2 Ylemmän nilkkanivelen sekä pohjelihasten anatomia ja toiminta .....	9
3.3 Liikehallinta ja liikehallinnan arviointi .....	9
3.4 Lihaskireyksien ja nivelliikkuvuuksien vaikutus liikehallintaan .....	10
<b>4 Tarkoitus ja tavoitteet .....</b>	<b>10</b>
<b>5 Tutkimuksen kohderyhmä ja otos .....</b>	<b>12</b>
<b>6 Menetelmät .....</b>	<b>13</b>
6.1 Liikkuvuuden mittaus .....	13
6.2 Lihaskireyksien arviointi .....	15
6.3 Liikkumisen mittaus .....	17
6.4 Yhdenjalan minikyykky .....	17
6.5 Juoksun videointi .....	18
<b>7 Aineiston analysointi .....</b>	<b>19</b>
7.1 Liikkuvuuden analysointi .....	19
7.2 Lihaskireyksien analysointi .....	20
7.3 Yhdenjalan minikyykyn analysointi .....	20
7.4 Juoksun analysointi .....	22
<b>8 Tutkimuksen toteutus .....</b>	<b>22</b>
<b>9 Tulokset .....</b>	<b>24</b>
9.1 Liikehallinta ja lihaskireydet .....	25
9.1.1 Liikehallinta .....	25

9.1.2	Lihaskireydet.....	28
9.2	Ylemmän nilkkanivelen funktionaalinen dorsifleksioliikkuvuus.....	29
<b>10</b>	<b>Johtopäätökset .....</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>Pohdinta .....</b>	<b>35</b>
11.1	Onnistumiset .....	36
11.2	Tulosten luotettavuus.....	37
11.3	Johtopäätösten luotettavuus .....	39
11.4	Juoksun videoinnin puutteet .....	41
11.5	Kulttuurierot ja kielimuuri .....	42
11.6	Tulosten ja johtopäätösten hyödyntäminen .....	42
11.7	Jatkotutkimusaiheet .....	43
11.8	Loppusanat .....	43
	<b>Lähteet.....</b>	<b>44</b>
	<b>Liitteet .....</b>	<b>46</b>
Liite 1.	Tutkimuksen saatekirje (Suomi) .....	46
Liite 2.	Tutkimussuostumus (Suomi) .....	48
Liite 3.	Tutkimuksen saatekirje (Swahili) .....	49
Liite 4.	Tutkimussuostumus (Swahili) .....	50
Liite 5.	Tutkimuksen saatekirje (Englanti) .....	51
Liite 6.	Tutkimussuostumus (Englanti) .....	52
Liite 7.	Mittauslomake.....	53
	<b>Kuviot</b>	
Kuvio 1.	Nilkan liikkuvuusmittaukset käynnissä .....	14
Kuvio 2.	Thomas test .....	15
Kuvio 3.	Ely's test.....	16

Kuvio 4. 90-90 test.....	16
Kuvio 5. "Ankle lunge test" .....	20
Kuvio 6. Yhden jalan minikyykky suoritus "0", "1" ja "2" .....	21
Kuvio 7. Naisten tulokset "Ankle lunge test":ssä senttimetreissä.....	30
Kuvio 8. Naisten tulokset "Ankle lunge test":ssä asteissa .....	31
Kuvio 9. Miesten tulokset "Ankle lunge test":ssä senttimetreissä.....	32
Kuvio 10. Miesten tulokset "Ankle lunge test":ssä asteissa .....	32
Kuvio 11. Kaikkien tutkittavien tulokset "Ankle lunge test":ssä (cm) ja yhdenjalan minikyykyn liikehallinnan tulokset .....	34
Kuvio 12. Kaikkien tutkittavien tulokset "Ankle lunge test":ssä (cm) ja juoksun liikehallinnan tulokset .....	35

## **Taulukot**

Taulukko 1. Minikyykyn liikehallinta naiset.....	26
Taulukko 2. Juoksun liikehallinta naiset .....	26
Taulukko 3. Minikyykyn liikehallinta miehet .....	27
Taulukko 4. Juoksun liikehallinta miehet.....	27
Taulukko 5. Lihaskireydet naiset .....	28
Taulukko 6. Lihaskireydet miehet.....	29
Taulukko 7. Naisten tulosten keskiarvot ankle lunge testissä .....	31
Taulukko 8. Miesten tulosten keskiarvot ankle lunge testissä .....	33

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe on nilkan liikkuvuuden ja alaraajojen liikehallinnan eroavaisuudet kansainvälisen tason kenialaisjuoksijoiden ja kansallisen tason suomalaisten juoksijoiden välillä. Opinnäytetyö käsitteli lisäksi ylemmän nilkkanivelen liikkuvuuden yhteyksiä alaraajojen muiden nivelten liikehallintaan yhdenjalan minikyykyssä ja juoksun kuormitusvaiheen aikana.

Työn tarkoituksena oli verrata kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden alavartalon liikehallintaa, lihasten kireyksiä ja nilkan liikkuvuuksia. Lisäksi tarkoituksena oli pohdita, miten ylemmän nilkkanivelen liikelaajuudet vaikuttavat liikehallintaan lantiossa, polvessa ja alemmassa nilkkanivelessä juoksun keskitukivaiheessa. Opinnäytetyön tekijöiden tavoitteena oli tehdä kansainvälistä yhteistyötä kenialaisten juoksijoiden kanssa ja tutustua erilaisiin toiminta- ja harjoittelukulttuureihin sekä niiden eroavaisuuksiin.

Kenialaiset kestävyysjuoksijat olivat erityisen mielenkiinnon kohteena, sillä he ovat selkeästi suomalaisia kestävyysjuoksijoita parempia ja maailmantilaston parhaimmistoa. Tästä kertoo se, että jopa 335 kenialaista juoksijaa juoksivat suomenennätystä paremman tuloksen vuonna 2017 5000 m, 10000 m, puolimaratonin tai maratonin mittaisilla kilpailumatkoilla.

Tutkimuksessa mitattiin 12 suomalaisen kestävyysjuoksijan ja 12 kenialaisen kestävyysjuoksijan ylemmän nilkkanivelen funktionaalista ja aktiivista liikkuvuutta, alaraajan lihasten kireyksiä ja alaraajojen liikehallintaa. Ylemmän nilkkanivelen funktionaalisen dorsifleksioliikkuvuuden testiksi valittiin ”ankle lunge test”. Liikehallintaa arvioitiin yhdenjalan minikyykytestillä ja juoksun kuormitusvaiheen videoanalyysillä. Lihaskireyksiä arvioitiin lonkankoukistajissa, etureisissä ja takareisissä. Nilkkojen liikkuvuuksien vertailuun käytetyt tutkimusmenetelmät olivat määrällisiä ja liikehallintaa ja lihasten elastisuutta arvioitiin laadullisin menetelmin.

## 2 Termistö

Oheisen termistön tarkoituksena on helpottaa lukijaa ymmärtämään opinnäytetyön tekstiä.

Käsite	Selitys
Anteriorinen	Vartalon etupuoleinen
Distaalinen	Kauempana vartalosta
Dorsifleksio	Nilkan koukistusliike jalkapöydän suuntaan ("Varpaat säärtä kohti")
Eksentrisen lihastyö	Jarruttava lihastyö
Ekstensio	Ojennus
Eversio	Jalkaterän sisäsyvän lasku
Fleksio	Koukistus
Funktionaalinen	Toiminnallinen
Inversio	Jalkaterän sisäsyvän nousu
Konsentrisen lihastyö	Lihastyö, jossa lihaksen pituus lyhenee
Kontraktuura	Rajoittunut passiivinen liikerata nivelessä
Lateraalinen	Kauempana vartalon keskilinjasta
Mediaalinen	Lähempänä vartalon keskilinjasta
Myofaskiaalinen järjestelmä	Lihasten, jänteiden ja lihaskalvojen muodostama kokonaisuus
Plantaarifleksio	Nilkan koukistusliike jalkapohjan suuntaan
Proksimaalinen	Lähempänä vartaloa
Pronaatio	Kantaluun kallistuminen sisäänpäin
Proprioseptiikka	Asentotunto
Supinaatio	Kantaluun kallistuminen ulospäin



### 3 Teoreettinen viitekehys

Ihminen on monimutkainen kokonaisuus, jossa kehon eri toiminnot vaikuttavat toisiinsa. Liikuntaelimistö koostuu myofaskiaalisesta järjestelmästä, proprioseptiikasta, luustosta ja luiden välisistä nivelistä, hermostosta ja sidekudoksista. Myös psykososiaaliset tekijät vaikuttavat liikuntaelimistön toimintaan. (Comerford & Mottram 2014, 4.) Ihmisen liikkeet tapahtuvat kineettisessä ketjussa, jossa yhden nivelen toiminta vaikuttaa muiden nivelten toimintaan. Esimerkiksi nilkan hallinnan ongelmat heijastuvat myös lonkkanivelen liikeratoihin. Tutkimuksessa otetaan huomioon, että esimerkiksi lihaskireydet, -heikkoudet, yliliikkuvuus, liikerajoitukset ja vammatausta voivat muuttaa juoksun liikeratoja. (Saarikoski ym. 2012.) Liikeratojen muuttuminen voi vaikuttaa juoksun taloudellisuuteen ja nopeuteen. Tämä tarkoittaa sitä, että muut taustamuuttujat voivat vaikuttaa nilkan toimintaan, joka on tutkimuksen keskiössä.

Seuraavassa kerrotaan lyhyesti ylemmän nilkkanivelen ja pohjelihasten anatomiasta ja toiminnasta. Kappaleissa syvennyttään myös juoksun toiminnalliseen anatomiaan sekä lihasten elastisuuden ja nivelliikkuvuuksien vaikutuksiin liikehallintaan.

#### 3.1 Juoksun toiminnallinen anatomia

Juoksun biomekaniikan parametreja ovat askelpituus ja askeltiheys. Kun kävely muuttuu juoksuksi, askelpituus kasvaa ja askellus tihenee ja sen seurauksena etenemisvauhti on nopeampi. Kuitenkin juoksun askelsyklistä tukivaihe on huomattavasti kävelyn tukivaihetta lyhyempi ja kaksoistukivaihe puuttuu juoksusta kokonaan. Tukivaiheen osuus on kävelyssä noin 65 %, kun se on juoksussa vain 40 %. Kävelyn kaksoistukivaiheen sijasta juoksussa on ilmalentovaihe, jonka osuus juoksun askelsyklistä on yhteensä 30 %. (Magee 2014, 984.) Tukivaiheen ollessa juostessa kävelyn tukivaihetta lyhyempi, nilkkaniveltä plantaarifleksioon liikuttavien lihasten konsentrisen työn juoksun työntövaiheessa on suurempi. Kävelyssä työntövaihe on pidempi, joten vaihe vaatii lihaksistolta enemmän stabiloivaa työtä. (Peltokallio 2003, 73–74.) Heilahdusvaiheen osuus juoksusyklistä on 30 % ja kävelysyklistä 35 %. Heilahdusvaiheen osuudessa ei siis ole yhtä merkittävää eroavaisuutta juoksun ja kävelyn välillä kuin tukivaiheen osuudella. (Magee 2014, 984.)

Yksi juoksun parametreista on askelleveys. Kävelyssä askeleet ovat leveämmällä pohjalla, kun taas juostessa askelkontakti on lähempänä kulkulinjan keskiviivaa. (Peltokallio 2003, 74.) Toinen eroavuus juoksun ja kävelyn välillä on sen kuormittavuus. Kävellessä maakosketuksen reaktiiviset voimat ovat noin 1,3–1,5 kertaiset verrattuna ruumiin painoon. Juoksussa puolestaan reaktiiviset voimat ovat 2–4 kertaa ruumiinpainon. (Peltokallio 2003, 73.)

Juoksun vaiheet voidaan jakaa kuormitusvaiheeseen, ponnistusvaiheeseen, eteenpäin heilahdusvaiheeseen ja jalan laskeutumisvaiheeseen. Kuormitusvaihe voidaan edelleen jakaa jalan maahantulovaiheeseen, keskijaksoon ja työntövaiheeseen. Jalan maahantulovaihetta kutsutaan myös kontaktivaiheeksi ja silloin kuormitus on suurimmillaan. Novacheekin (1998, 90–91) mukaan suurimmalla osalla (80 %) kestävyysjuoksijoista askelkontakti tapahtuu jalan takaosalla ja loput juoksijat askeltavat jalan keskiosalla. Kontaktivaiheessa nilkka on suorassa kulmassa tai hieman dorsifleksiossa (Peltokallio 2003, 69–74). Nilkan dorsifleksiota ylläpitää m. tibialis anteriorin ja varpaiden pitkien ojentajalihasten konsentrisen lihastyö. Kontaktivaiheessa jalkaterän asento on inversiossa ja nilkassa tapahtuu pronaatiota 40 % kuormitusvaiheen keston. Kontaktivaiheessa alaraajan liike on ekstensio suuntaista, joten lonkan ojentajat muun muassa m. gluteus maximus ja m. biceps femoris tekevät konsentrista lihastyötä. Kontaktivaiheessa m. quadriceps femoriksen aktiivisuus vaimentaa alaraajan kohdistuvaa tärähdystä. (Novacheck 1998, 80–82, 90–91.)

Jalkaterän rullatessa alustalla nilkan ojennus on aluksi passiivista, johtuen säären työnnöstä (Peltokallio 2003, 69–74). Tällöin m. tibialis anteriorin lihastyö on eksentristä sen jarruttaessa jalkaterän laskeutumista alustalle. Keskivaiheessa jalkapohja rullaa koko pinnallaan alustaan ja askelkontaktin keston edetessä 40 prosentista 70 prosenttiin nilkassa tapahtuu supinaatiota. Kontaktivaiheen saavuttaessa 70 % kokonaiskestostaan jalkaterän asento on neutraali. (Novacheck 1998, 80–82, 90–91.) Kehon paino on samaan aikaan jakautunut jalkaholvin varaan, joka mataloituu. Säären ollessa kohtisuorassa jalkaterän yläpuolella, jalkaterän tukipinta-ala on suurimmillaan. Vartalo ylittää tukevan jalan vertikaalilinjan ja keskitukivaiheen lopussa vartalo on vertikaalilinjan etupuolella. (Peltokallio 2003, 69–74.) Keskijakson eli keskitukivaiheen aikana alaraajan liike on edelleen ekstensiosuuntaista eli lonkan ojentajalihakset työskentelevät konsentrisesti. Tukivaiheen keskijaksossa myös lantion alueen

stabiloivien lihasten (mm. m. gluteus medius ja m. transversus abdominis) työskentely korostuu ryhdikkään juoksuasennon ylläpitämisessä. (Novacheck 1998, 80–82.)

Propulsio eli työntövaihe alkaa, kun vartalon painopiste on siirtynyt tukijalan jalkaterän etupuolelle. Nilkan neutraaliasento aiheuttaa transversaalisen tarsaalinivelen ”lukkiutumisen”, joka puolestaan saa aikaan nilkassa varvastyöntöä voimistavan supinaatioliikkeen. Nilkan plantaarifleksorit muun muassa m. gastrocnemius ja m. soleus, sekä m. triceps surae supistuvat ja aiheuttavat nilkassa ojennussuuntaisen liikkeen. Ojennus saa aikaan kantapään nousun alustasta sekä vartalon ylöspäin suuntautuvan ja anteriorisen liikkeen. Seuraavaksi työntöliikkeen viimeistelevät varpaiden koukistajalihakset m. flexor hallucis longus ja m. flexor digitorum longus. Työntövaiheen lopussa painopiste siirtyy mediaalisesti ja jalan irrotessa maasta jalan painopiste on 1–2 varpaiden kohdalla. (Peltokallio 2003, 69–74; Novacheck 1998, 80–82, 90–91.)

Heilahdusvaihe voidaan jakaa alku-, keski- ja loppuheilahdukseen. Alkuheilahduksessa nilkka-, lonkka- ja polvinivelessä alkaa tapahtua fleksiosuuntaista liikettä. Lihaksista konsentrista lihastyötä tekevät muun muassa lonkankoukistajat m. iliopsoas, polvea koukistavat m. biceps femoris ja m. semimembranosus, sekä nilkan dorsifleksori m. tibialis anterior yhdessä varpaiden pitkien ojentajalihashen m. extensor digitorum longuksen ja m. extensor hallucis longuksen kanssa. (Peltokallio. 2003, 69–74; Novacheck 79, 82–84).

Novacheckin (1998, 79,82–84) mukaan heilahdusvaihe etenee keskiheilahdukseen, kun liike polvi- ja lonkkanivelessä muuttuu ojennussuuntaiseksi. Vaihe alkaa polvinivelen saavutettua juoksussa suurimman fleksioasentonsa. Juoksussa polven fleksioliikkeen laajuus vaihtelee 90°–130° juoksuvauhdista riippuen. M. gluteus maximus ja takareiden lihakset saavat konsentrisella lihastyöllä aikaan alaraajan ekstension. Ojennuksen myötä askelsykli etenee viimeiseen vaiheeseen eli loppuheilahdukseen, jossa jalkaterä laskeutuu alustaa kohti. M. quadriceps femoriksen lihakset aktivoituvat jo hieman ennen askelkontaktia vastaanottaakseen kontaktivaiheen tärähdyksen.

### 3.2 Ylemmän nilkkanivelen sekä pohjelihasten anatomia ja toiminta

Ylempinilikka nivel eli art. talocruralis on säären luiden, os tibia ja os fibula ja telaluun os. talus välillä. Ylempi nilkkanivel on yksiakselinen sarananivel, jota tukevat nivelsiiteet ovat vahvat. (Magee 2014, 888) Nivelen liikelaajuudet ovat lähteestä riippuen plantaarifleksio 30–50° ja dorsifleksio 20–30° (Kaltenborn 2011, 241; Palastanga ym. 2006, 411). Ylemmän nilkkanivelen plantaarifleksoreita ovat m. soleus, m. gastrocnemius, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus, m. tibialis posterior ja m. plantaris, sekä m. peroneus longus ja m. peroneus brevis. Dorsifleksioon osallistuvat puolestaan m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus ja m. extensor digitorum longus. (Gilroy ym. 2009, 420–423.)

### 3.3 Liikehallinta ja liikehallinnan arviointi

Optimaaliset liikemallit ja hyvä liikehallinta mahdollistavat tehokkaan toimimisen ja asennonhallinnan. Lisäksi optimaalinen liikehallinta minimoi tuki- ja liikuntaelimiin kohdistuvan kuormituksen päivittäisessä elämässä ja liikuntasuoritusten aikana. Liikehallinnan puutteet ja hallitsematon liike voi aiheutua nivelten, myofaskiaalisen järjestelmän eli lihasten, jänteiden ja lihaskalvojen muodostaman kokonaisuuden, hermoston tai sidekudosten toiminnan poikkeavuudesta. Puutteet liikehallinnassa voivat aiheuttaa kompensatioliikettä muissa nivelissä ja kudoksissa. Huono liikehallinta altistaa rasitusvammoille ja kivulle. (Comerford & Mottram 2014, 3–5, 45.)

Liikehallintaa arvioitaessa tulee aluksi määrittää liikekontrollihäiriön paikka ja suunta. Näiden arvioimiseen on kehitetty lukuisia spesifejä liikehallintatestiliikkeitä. Kliinisessä työssä liikekontrollihäiriön paikka ja suunta tulee suhteuttaa oirekuvaan ja vamman laatuun. Löydösten perusteella tehdään suunnitelma optimaalisen liikemallin uudelleen opettelemiseen ja vamman kuntouttamiseen. (Comerford & Mottram 2014, 10–12.) Tässä opinnäytetyössä arvioitiin vain liikekontrollihäiriön paikkaa ja suuntaa, sillä ne olivat tutkimuksen kannalta olennaisia tekijöitä.

### 3.4 Lihaskireyksien ja nivelliikkuvuuksien vaikutus liikehallintaan

Lihasten kireyteen ja nivelliikkuvuuksiin vaikuttavat oleellisesti yksilölliset erot ja perintötekijät. Lihaskireydet liittyvät lihasten elastisen komponentin toimintaan. Kun lihas ei ole kireä vaan elastinen se mahdollistaa nivelten hyvät liikelaajuudet ja lihasten venyvyyden. Elastisessa lihaksessa on kireää lihasta parempi aineenvaihdunta. (Ylinen 2010, 7.) Lihaksen venyvyyttä ja elastisuutta voidaan lisätä liikkuvuusharjoittelulla. Liikkuvuusharjoittelulla on tutkitusti myönteisiä vaikutuksia kuormituksen sietokykyyn ja kuona-aineiden poistumisen helpottumiseen. (Kalaja 2016, 313). Lisääntynyt lihasten elastisuus tutkitusti myös ehkäisee vammoja ja parantaa suorituskykyä. (Ylinen 2010,7). Aktiiviseen liikkuvuuteen, mitä juoksussakin tarvitaan, vaikuttavat sekä vaikuttajalihasten voimaominaisuudet että vastavaikuttajien elastisuusominaisuudet. Kun vastavaikuttajalihakset ovat kireät, joutuvat vaikuttajalihakset työskentelemään kireää lihasta vastaan. (Kalaja 2016, 313).

Mobilisoivien lihasten kireys aiheuttaa liikeradan pienenemisen nivelessä. Mobilisoivia lihaksia ovat lihakset, jotka ulottuvat useiden nivelten yli ja vaikuttavat liikkeen laajuuteen ja nopeuteen. Yhden nivelen liikeradan rajoittuminen puolestaan saa aikaan kompensatioliikettä jossakin toisessa nivelessä, joka ilmenee liikehallinnan puutteena ja voi aiheuttaa rasitusvammoja. (Comerford & Mottram 2014, 45.) Tässä tutkimuksessa erityisen mielenkiinnon kohteena ovat ylemmän nilkkanivelen liikkuvuus ja pohjelihasten kireydet, sekä niiden vaikutus alaraajan nivelten (lantion, polven ja alemman nilkkanivelen) liikehallintaan. Comerfordin ja Mottramin esittämää tietoa käytäntöön sovellettaessa siis pohjelihasten kireys voisi aiheuttaa nilkkanivelen dorsifleksioliikeradan rajoittumisen, joka voi ilmetä juoksussa muiden nivelten liikehallinnan puutteena.

## 4 Tarkoitus ja tavoitteet

Kestävyysjuoksijoilla esiintyy eniten rasitusvammoja alaraajoissa. Hyvällä liikehallinnalla ja liikkuvuudella, sekä optimaalisilla linjauksilla voidaan ennaltaehkäistä rasitusperäisiä vammoja. (Van Mechelem 1992, 321.) Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää kestävyysjuoksijoille tavoitearvot ”ankle lunge test”:llä, joita voidaan hyödyntää osana viikoittaista harjoitusseurantaa vammojen ennaltaehkäisemiseksi. Lisäksi

opinnäytetyön tekijät halusivat saada tietoa kansainvälisen tason kenialaisjuoksijoiden nilkantoiminnasta ja alavartalon liikehallinnasta ja selvittää eroavatko kyseiset ominaisuudet merkittävästi suomalaisjuoksijoiden ominaisuuksista. Kenialaisjuoksijat olivat mielenkiinnon kohteena, sillä he ovat ylivoimaisesti maailman parhaita kestävyysmatkoilla. Tutkimusten mukaan kenialaisten sydän- ja verenkiertoelimistö ei kuitenkaan ole sen vahvempi kuin länsimaalaisillakaan. (Larsen ym. 2015, 1.)

Opinnäytetyön tarkoitus oli verrata kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden alavartalon liikehallintaa ja lihaskireyksiä takareisissä, etureisissä ja lonkankoukistajissa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaisia eroavaisuuksia kenialaisten ja suomalaisten kestävyysjuoksijoiden ylemmän nilkkanivelen liikkuvuudessa on. Lisäksi tarkoituksena oli pohtia, miten ylemmän nilkkanivelen liikelaajuudet vaikuttavat liikehallintaan lantion, polven ja alemman nilkkanivelen alueella.

Tutkimuksen tulosten perusteella pyrittiin päättämään, mikä on riittävä ylemmän nilkkanivelen funktionaalinen dorsifleksioliikelaajuus, jotta muiden alaraajan nivelten (lantion alueen, polvi- ja alemman nilkkanivelen) liikehallinta voi säilyä hyvänä juoksun tukivaiheen aikana, erityisesti keskitukivaiheessa.

Tutkimuskysymyksiksi muodostuivat:

1. Millaisia eroavaisuuksia kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden välillä on lonkankoukistajien, etureisien ja takareisien liikkuvuudessa, sekä alaraajojen liikehallinnassa?
2. Millaisia eroavaisuuksia kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden välillä on ylemmän nilkkanivelen liikelaajuudessa?
3. Millaisia yhteyksiä on ylemmän nilkkanivelen funktionaalisella dorsifleksioliikkuvuudella ja alaraajan liikehallinnalla?

Tavoitteena oli, että tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää kilpaurheilijoiden harjoittelussa rasitusvammojen ennaltaehkäisemiseksi ja kuntoutustyössä muun muassa urheilijoiden motivoimiseen.

Opinnäytetyön parissa työntekijöiden tavoitteena oli harjaantua mittausten tekemisessä ja tarkastella syvällisesti nilkan ja pohkeen toimintaa ja juoksun toiminnallista

anatomiaa. Opinnäytetyö tarjosi mahdollisuuden kehittää monikulttuurisuustaitoja kansainvälisessä ilmapiirissä.

## 5 Tutkimuksen kohderyhmä ja otos

Tutkimuksen kohderyhmänä olivat suomalaiset täysi-ikäiset kestävyysjuoksijat, jotka olivat oman päämatkansa 20 parhaan joukossa kesällä 2017 ja kenialaiset täysi-ikäiset kestävyysjuoksijat, joiden ennätys oli Suomen ennätystä parempi kesällä 2017. Tutkimuksen kohderyhmä koostui 104 suomalaisesta kestävyysjuoksijasta ja 335 kenialaisesta kestävyysjuoksijasta.

Tutkimuksen otos oli kaksitoista täysi-ikäistä kenialaisesta kansainvälisen kestävyysjuoksijaa ja kaksitoista täysi-ikäistä suomalaista kansallisen tason kestävyysjuoksijaa. Tutkimusotoksessa oli kuusi naista ja kuusi miestä kummastakin maasta. Mittauksiin osallistuneiden juoksijoiden kilpailumatkat olivat 5000 m ja maratonin välillä. Suomalaiset tutkimukseen osallistuneet olivat Suomen top 20 joukossa omalla päämatkallaan kesän 2017 tilastossa. Kaikkien kenialaisten tutkimushenkilöiden ennätykset olivat parempia kuin tutkimushetkellä voimassa olleet maratonin ja puolimaratonin Suomen ennätykset.

Tutkimuksen otokseen valittiin suomalaisia juoksijoita, joista useat kilpailevat monilla eri matkoilla 5000 m ja maratonin välillä. Osa tutkimukseen osallistuneista suomalaisista juoksijoista kuuluvat 20 parhaan joukkoon useammalla kuin yhdellä edellä mainituista matkoista. Tutkimukseen osallistuneista suomalaisista kestävyysjuoksijoista osa juoksee vain pitkiä maantiematkoja (puolimaraton ja maraton). Heidät valittiin mukaan, koska tutkimuksen suunnitteluvaiheessa ei ollut tarkkaa tietoa, kuinka monilla eri matkoilla tutkimusotokseen kuuluneet kenialaisjuoksijat kilpailevat.

Otokseen kenialaisista kestävyysjuoksijoista valittiin pitkiä maantiematkoja (puolimaraton-maraton) juoksevia urheilijoita, joiden ennätys oli parempi kuin Suomen ennätys. Tutkimusotokseen kuului hyvin vähän ratamatkoilla (5000 m–10000 m) kilpailevia kenialaisia juoksijoita osittain olosuhteiden takia. Itenissä, jossa mittaukset suoritettiin, suurin osa juoksijoista kilpailee pitkällä maantiematkoilla.

## 6 Menetelmät

Tutkimusmenetelmiksi valittiin lihaskireyksien mittaaminen, juoksun ja yhdenjalan minikyykyn videointi ja ylemmän nilkkanivelen liikkuvuuden mittaaminen. Tutkimuksen aineistonhankintamenetelmät olivat pääasiassa määrällisiä, mutta liikehallintaa ja lihaskireyksiä arvioitiin laadullisin menetelmin. Laadullisilla menetelmillä saadut tulokset muunnettiin numeraaliseen muotoon tulosten analysointivaiheessa. Tutkimuksessa arvioitiin ylemmän nilkkanivelen liikkuvuutta kahdella eri mittarilla. Goniometrillä mitattava liikkuvuusmittaus suoritettiin niin aktiivisesti kuin funktionaalistekin, mutta mittanauhalla mitattiin vain funktionaalista liikkuvuutta. Liikkuvuustestien lisäksi hyödynnettiin juoksun videointia, jossa tarkasteltiin ylemmän nilkkanivelen dorsifleksiota ja plantaarifleksiota juoksun kuormitusvaiheen aikana. Valitut testit eroavat toisistaan suoritustavassa siten, että goniometrillä ja mittanauhalla mitattava liikkuvuustesti on staattinen suoritus, kun taas juokseminen vaatii dynaamista lihastyötä.

### 6.1 Liikkuvuuden mittaus

Ylemmän nilkkanivelen liikkuvuus fleksio/ekstensio -suunnassa mitattiin goniometrillä. Goniometrin napa asetettiin nilkan lateraalisen malleolin alapuolelle ja goniometrin toinen varsi asetettiin 5. metatarsaaliluun suuntaisesti ja toinen varsi kohti pohjeluun päätä. (Norkin 2003, 255.) Ylemmän nilkkanivelen nolla-asento on polvi- ja nilkkanivelen ollessa suorassa kulmassa. (Ylinen 2010, 362). Normaali liikkuvuus dorsifleksioon on 20–30° ja plantaarifleksioon 30–50°. (Kaltenborn 2011, 241; Palastanga ym. 2006, 411). Mittaus suoritettiin aktiivisesti sekä dorsifleksio, että plantaarifleksio liikesuuntiin. Aktiivinen nilkan dorsifleksiomittaus suoritettiin testattavan istuessa hoitopöydän reunalla, sääret vapaasti pöydän reunan yli roikkuen. Testattavaa pyydettiin vetämään nilkka niin koukkuun kuin mahdollista ja aktiivinen koukistuskulma mitataan goniometrillä. Testattavaa pyydettiin myös ojentamaan nilkkansa mahdollisimman ojentuneeksi ja jälleen nilkan kulman asteluku mitattiin goniometrillä. Goniometri valittiin mittariksi, koska sen luotettavuus on hyvä. (Konor ym. 2012.)



Kuvio 1. Nilkan liikkuvuusmittaukset käynnissä

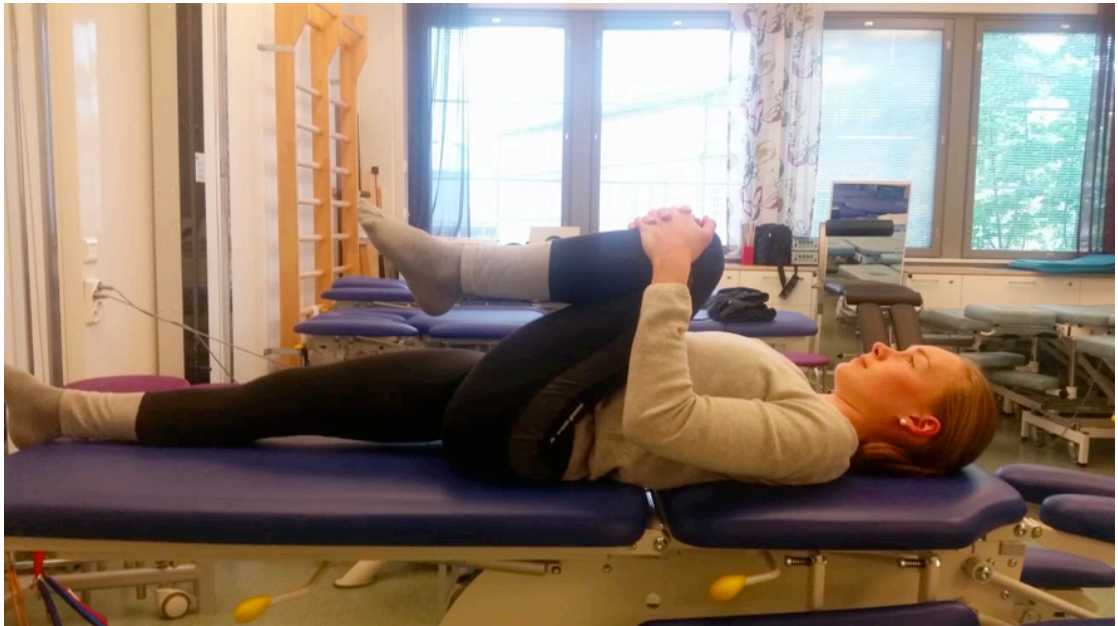


Funktionaalinen liikerata dorsifleksioon mitattiin painon ollessa varattuna mitattavalle jalalle. Funktionaalisen liikkuvuuden testinä hyödynnettiin ”ankle lunge test”:iä. Testissä testattava asetti jalkansa kaukaisimmalle etäisyydelle seinästä, josta hän sai polven seinään koko jalkapohjan pysyessä lattialla. Jalkaterän linjausten oli säilyttävä suoraviivaisina testisuorituksen ajan. ensimmäisen varpaan etäisyys seinästä mitattiin mittanauhalla. (Magee 2014, 915.) Lisäksi dorsifleksioliikkeen liikerata mitattiin goniometrillä. ”Ankle lunge test” valittiin tutkimukseen, sillä se on helppo toteuttaa ja terapiakäytössä sen avulla on helppoa seurata kehitystä. Testi on hyvin visuaalinen myös testattavalle itselleen. Lisäksi ”ankle lunge test” suoritetaan painon ollessa varattuna suorittavalle jalalle. Testitilanne siis vastasi paremmin minikyykkyä ja juoksun kuormitusvaihetta, kuin ylemmän nilkanivelen koukistustesti, joka suoritetaan ilman painon varaamista. Konor ym. (2012) mukaan myös mittanauha on luotettava väline nilkan koukistus liikkuvuuden mittaamiseen.

## 6.2 Lihaskireyksien arviointi

Lonkankoukistajien liikkuvuus testattiin Thomas testillä. Thomas testiä käytetään lonkan koukistussuuntaisten kontraktuurien arviointiin, mutta tässä tutkimuksessa sitä käytettiin lihaskireyksien mittarina. Testissä testattava makaa selällään alustalla ja koukistaa toisen jalan polven ja lonkan toisen alaraajan ollessa suorana. Koukistetun alaraajan polvea tuodaan rintakehää kohti. Suorana olevan jalan polven nousu alustasta kertoo lonkan fleksiosuuntaisesta kireydestä. Mikäli tässä asennossa end feel eli loppujousto ei joustaa, on kyse lonkan fleksiokontraktuurasta. (Magee 2014, 729.) Tutkimuksessa tulkittiin, että end feelin jouduttaessa kireyttä ilmeni lonkan alueen elastisissa kudoksissa, erityisesti lonkankoukistajalihaksissa.

Kuvio 2. Thomas test



Etäreisien (m. rectus femoris) lihaskireys testattiin Ely's testillä. Testissä testattava on vatsamakuulla ja toisen alaraajan polvea viedään koukkuun passiivisesti. Testi on positiivinen ja kertoo lihaskireyksistä, mikäli lantiossa tapahtuu fleksiota. (Magee 2014, 723.)

Kuvio 3. Ely's test



Takareiden lihasten kireydet tutkitaan 90–90 testillä, jota voidaan hyödyntää takareisien fleksiokontraktuurien tai hermojuurioireiden todentamiseen tai takareisien lihaskireyksien mittaamiseen. Testissä testattava on selinmakuulla lonkat 90 asteen kulmassa ja polvet koukistettuna. Testattava ojentaa polviaan vuorotellen. Mikäli polvi ei ojennu vähintään  $160^\circ$  ( $20^\circ$ ) on testi positiivinen ja se kertoo takareisien lihaskireyksistä tai fleksiokontraktuurasta. Mikäli testin end feel on joustava, voidaan todeta, että kireyksiä ilmenee takareisissä. (Magee 2014, 724.)

Kuvio 4. 90-90 test



### 6.3 Liikkumisen mittaus

Liikkeen mittauksella pyritään mallintamaan tai mittaamaan ihmisen liikkumista. Liikkumisen mittaamisessa oleellista on liikkeiden vapausaste, jolla tarkoitetaan liikutettavan nivelen mahdollisia liiketasoja. Tutkimuksessa arvioitiin ylemmän nilkkanivelen liikettä juoksun aikana. Ylempi nilkkanivel on yksiakselinen sarananivel, eli liikkeen vapausasteita on teoriassa yksi. Kuitenkin ylempi nilkkanivel on alaraajan distaaliosan nivel, joten proksimaalinivelten (lonkka ja polvi) liike vaikuttaa nilkan liikkeisiin kolmiulotteisessa avaruudessa. Proksimaalinivelten liike siis vaikuttaa videolle tallentuvaan nilkan liikkeeseen. Käytännössä siis kineettiset ketjut hankaloittavat analysointia ja täysin oikean mittaustuloksen saaminen voi olla mahdotonta. (Kauranen ym. 2014, 370-371.)

Tutkimuksessa hyödynnettiin videointia juoksun ja alaraajan liikehallinnan arviointiin. Liikehallintaa arvioitaessa analyysin lähestymistapa oli fysiologinen, sillä fysiologinen lähestymistapa keskittyy muun muassa liikkeen kestoon ja hallintaan. Liikehallintaa arvioidessa biomekaaninen analyysi oli laadullista. Juoksun videoinnissa lähestymistapa oli anatominen, sillä analyysissä keskitytään alaraajan rakenteen vaikutukseen liikkeeseen. Juoksun videokuvasta määritettiin nilkan koukistuksen ja ojennuksen astelukuja tietystä liikkeen vaiheesta, joten biomekaaninen analyysi oli määrällistä. (Kauranen ym. 2014, 370-372.) Suoritukset kuvattiin Casio exilim ex-zr200 kameralla.

### 6.4 Yhdenjalan minikyykky

Yhden jalan minikyykky valittiin liikehallinnan testiksi tutkimukseen, sillä se on yksinkertainen toteuttaa ja sen avulla voidaan arvioida kehon liikehallintaa hyvin monipuolisesti. Yhdellä jalalla suoritettuna ja melko pienellä polven fleksioliikkeellä (30°) testi vastaa jokseenkin juoksun keskitukivaihetta. Minikyykyssä tarkkailtiin keskivartalon ja nilkka-polvilinjan hallintaa. Lantion sivuttainen siirtymä ja polven linjauksen kääntyminen 2. varpaan linjan sisäpuolelle saattoi kertoa lonkan ulkokiertymien heikkoudesta ja tarkkailemalla nilkan liikkeitä supinaatio ja pronaatio suunnassa ja jalkaterän holvikaaria arvioitiin nilkan hallintaa. (Comerford & Mottram 2014, 116, 459.)

Tutkimuksessa minikyykyn vakioinnissa hyödynnettiin goniometriä, jolla varmistettiin, että polvikulma kyykyssä on 30°. Suorituksen aikana vapaan jalan polvi oli 90°

fleksiossa ja kädet vyötäröllä. (Crossley ym. 2011.) Jokainen tutkittava sai suorittaa testiliikkeen kaksi kertaa.

Minikykykkysuoritukset videoitiin myöhempää analysointia varten. Minikykykky kuvattiin sekä edestä että sivulta. Sivulta kuvatusta voitiin varmistaa kyykyn olevan riittävän syvä, sillä tutkimuksessa minikykykyn polvikulma vakioitiin goniometrillä 30°. Kuvattavasta suorituksesta tehtiin laadullinen analyysi liikehallinnasta. Liikehallintaa arvioitaessa markkerit asetettiin suoliluun harjanteisiin (spina iliaca anterior superior), jotta voitiin arvioida lantion mahdollista kallistumista suorituksen aikana. Minikykyssä analyysin kannalta oleellista oli kuvata suoritus kohtisuoraan edestäpäin ja sopivalta etäisyydeltä, jotta koko alaraaja näkyi otoksessa. Juoksun kuvantamiseen verrattuna kuvakulman valinta ei ollut yhtä tarkkaa, sillä analyysi oli laadullista eikä analyysissä pyritty määrittämään tarkkoja astelukuja. (Kauranen ym. 2014, 371-375.)

## 6.5 Juoksun videointi

Tutkimuksessa hyödynnettiin perinteistä videokuvasta, joka on käytännössä hyödynnettävissä vain nivelten liikelaajuuksien määrittämiseen. Juoksun videoinnilla kerättiin määrällistä tietoa nivelkulmia mittaamalla ja laadullista tietoa liikehallintaa arvioimalla. Laadullinen tieto muutettiin numeraaliseen muotoon. Jotta analyysi olisi mahdollisimman luotettavaa videokuvauksessa huomioitiin kuvakulma ja markkereiden huolellinen asettelu. (Kauranen ym. 2014, 372–373; Cheze 2014, 17–18.)

Tutkimuksessa juoksua kuvattiin edestä ja kummaltakin sivulta. Juoksua kuvattiin edestäpäin juoksun aikaisen liikehallinnan laadullista analyysiä varten ja sivusta kuvaamalla kerättiin aineistoa liikkuvuuden määrälliseen analyysiin. Määrällistä tietoa kerättäessä kuvakulman tuli olla mahdollisimman kohtisuorassa suoritettavaan liiketasoon nähden ja liikkeen tuli tapahtua mahdollisimman keskellä kuvauskenttää. Tästä syystä juoksun kuvantaminen pyrittiin suorittamaan juoksumatolla. (Kauranen ym. 2014, 374–375.)

Markkereilla merkattiin analysoinnin kannalta oleelliset rakenteet. Ylemmän nilkanivelen liikettä mitatessa markkerit asetettiin nivelraon kohdalle lateraaliseen malleolin alapuolelle, jalkaterän ulkoreunalle 5. metatarsaaliluun päähän ja fibulan proksimaalipäähän. Lisäksi tutkimuksessa asetettiin markkeri reisiluun throchanter majo-

rin kohdalle. Markkereina käytetään yleensä heijastavia puolipalloja, jotka teipataan ihoon. Tässä tutkimuksessa markkereina hyödynnettiin kirkkaan värisiä kinesioiteipin paloja. Markkereiden koko tulee suhteuttaa mitattavan rakenteen kokoon ja kameran etäisyyteen. Nilkkanivelen mittaamisessa oleelliset rakenteet (esimerkiksi 5. metatarsaalin pää) olivat melko pieniä, joten myös tutkimuksessa käytetyt markerit olivat pieniä, mutta kuitenkin riittävän suuria näkyäkseen kamerakuvassa. Juoksua kuvantaessa markerit kiinnitettiin kenkään, sillä kengillä juostessa tutkimusasetelma oli lähempänä kilpailuasetelmaa kuin paljailla jaloilla juostessa. (Kauranen ym. 2014, 375-376; Cheze 2014, 17-18.)

## **7 Aineiston analysointi**

Aineiston analysoinnissa käytettiin määrällisiä menetelmiä, sillä ylemmän nilkkanivelen dorsifleksio liikuvuuksien maakohtaiset keskiarvot ja tutkimusjoukkojen keskihajonnat laskettiin hyödyntäen Excel-taulukointiohjelmaa. Liikehallinnan ja lihaskireyksiä arvioitiin laadullisesti.

### **7.1 Liikkuvuuden analysointi**

Liikkuvuusmittausten tulokset kerättiin Excel-taulukkoon. Jokaisen tutkimusryhmän kaikki tulokset taulukoitiin erikseen. Lisäksi jokaisella eri mittausmenetelmällä saadut tulokset taulukoitiin omiin sarakkeisiinsa. Taulukoinnin jälkeen laskettiin jokaisen tutkimusryhmän tuloksista keskiarvo ja keskihajonta. Suomalaisten naisjuoksijoiden tuloksia verrattiin kenialaisten naisjuoksijoiden tuloksiin ja suomalaisten miesjuoksijoiden tuloksia verrattiin kenialaisten miesjuoksijoiden tuloksiin. Tulosten hajontaa tarkastelemalla arvioitiin tulosten luotettavuutta.



Kuvio 5. "Ankle lunge test"



## 7.2 Lihaskireyksien analysointi

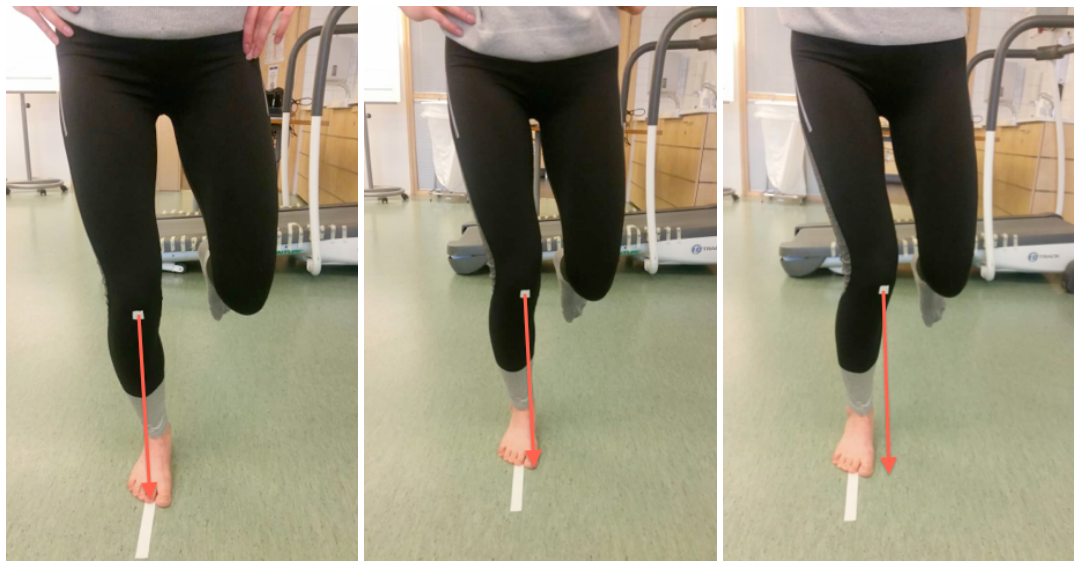
Lihaskireyksiä arvioitiin laadullisesti, mutta tulokset muunnettiin numeraaliseen muotoon. Arviointi asteikko oli 0 = ei kireyksiä, "1" = lievää kireyttä ja "2" = merkittävä lihaskireys. Kolmen lihaskireytestin, Thomas test, Ely's test ja 90–90-test, kaikki tulokset taulukoitiin omaan Excel-tiedostoonsa. Jokaisen testin tulokset kirjattiin omaan sarakkeeseensa. Jälleen kenialaisten miesjuoksijoiden tuloksia verrattiin suomalaisten miesjuoksijoiden tuloksiin ja kenialaisten naisjuoksijoiden tuloksia verrattiin suomalaisten naisjuoksijoiden tuloksiin.

## 7.3 Yhdenjalan minikyykyn analysointi

Yhdenjalan minikyykyn analyysi oli laadullista, mutta tulokset muunnettiin numeraaliseksi. Videokuvasta havainnoitiin, esiintyikö suorituksissa lantion siirtymää tai kontrolloimatonta, ei haluttua liikettä polven tai alemman nilkkanivelen linjauksessa. Analysoinnissa käytettiin kolmiportaista asteikkoa, jossa "0" on hallittu ja tyylipuhdas suoritus, "1" merkitsee lievää hallinnan puutetta ja "2" merkittävää hallinnan puutetta.

Lantion siirtymää arvioitaessa urheilija sai tuloksen "0", mikäli suoliluun harjanteet (spina iliaca anterior superior) pysyivät samalla tasolla koko suorituksen ajan. Urheilija sai tuloksen "1", jos toinen suoliluun harjanne siirtyi hieman alemmas testisuorituksen aikana. Tulos "2" annettiin juoksijoille, joiden suoliluun harjanteet olivat selkeästi eri tasolla testiä suoritettaessa. Polven linjaus arvioitiin "0", kun polvi oli linjassa 2. varpaaseen. Urheilija sai tuloksen "1", jos polvi oli linjassa 1. varpaaseen ja tulokseksi arvioitiin "2", kun polven linjaus oli 1. varpaan mediaali puolella. Alemman nilkkanivelen hallinta arvioitiin puhtaaksi "0", kun jalkaterässä ei tapahtunut inversiota tai eversiota testin aikana. Urheilija sai tuloksen "1", mikäli jalkaterässä tapahtui pientä liikettä inversio- tai eversiosuuntaan, tai jalkaterän pitkittäisholvissa tapahtui madaltumista. Tulos "2" arvioitiin, kun liike inversio-/eversiosuunnassa oli selkeää, tai jalkaterän pitkittäisholvi madaltui merkittävästi testiä suoritettaessa.

Kuvio 6. Yhden jalan minikyky suoritus "0", "1" ja "2"



Tulokset kerättiin omaan Excel-taulukkoonsa ja jokaisen havainnoinnin kohteena olleen nivelen linjaustulokset kirjattiin omaan sarakkeeseensa. Kenialaisten miesjuoksijoiden tuloksia verrattiin suomalaisten miesjuoksijoiden tuloksiin ja kenialaisten naisjuoksijoiden tuloksia verrattiin suomalaisten naisjuoksijoiden tuloksiin. Lisäksi pohdittiin ylemmän nilkkanivelen liikkuvuuden mahdollisia yhteyksiä yhdenjalan minikykyyn liikehallintaan.



## 7.4 Juoksun analysointi

Juoksusta kuvatun videomateriaalin analysointiin hyödynnettiin netistä ladattavissa olevaa Kinovea videoanalyysiohjelmaa. Ohjelma mahdollisti videomateriaalin hidastamisen ja nivelkulmien mittaamisen siihen tarkoitettulla videotyökalulla. (kinovea.org N.d.) Juoksusta kerättiin määrällistä tietoa, mittaamalla nivelkulmia juoksun tukivaiheen aikana. Lisäksi kerättiin laadullista tietoa arvioimalla juoksun tukivaiheen aikaista liikehallintaa. Juoksun havainnoinnissa kerätty laadullinen tieto muutettiin numeraaliseen muotoon taulukointia ja analysointia varten.

Edestäpäin kuvatusta materiaalista analysoitiin alaraajan liikehallintaa, joten analyysi oli laadullista. Suorituksesta arvioitiin lantion sivuttaista siirtymää (SIAS linja) ja polven linjausta. Alemman nilkkanivelen liikekontrollia ei arvioitu juoksumateriaalista, sillä tutkittavilla oli kengät jalassaan. Mikäli tutkittava käytti pronaatiotuettua juoksukenkää, ei pronaation arviointi olisi ollut luotettavaa. Pitkittäisholveissa tapahtuvaa madaltumista ei voi arvioida kengät jalassa. Arvioinnissa käytettiin samaa asteikkoa ja arviointikriteerejä kuin yhdenjalan minikykyyn arvioinnissa. ”0” = hallittu suoritus, ”1” = lievää hallinnan puutetta ja ”2” = merkittävää hallinnan puutetta. Tulokset kirjattiin Excel-taulukoon ja jälleen naisten tuloksia verrattiin keskenään ja miesten tuloksia verrattiin keskenään. Lisäksi pohdittiin ylemmän nilkkanivelen funktionaalisen liikkuvuustestin tuloksien yhteyttä juoksun aikaiseen liikehallintaan.

Sivulta kuvatusta materiaalista kerättiin määrällistä tietoa, eli määritettiin ylemmän nilkkanivelen nivelkulma askelkontaktin aikana ja sen lopussa. Askelkontaktin aikana määritettiin pienin dorsifleksiokulma ennen kuin kantapää alkoi nousta alustasta ja lopputyönnöstä määritettiin suurin plantaariflexiokulma. Juoksusta mitatut nivelkulmat taulukoitiin Excel-taulukointiohjelmalla. Näitä tuloksia ei kuitenkaan hyödynnetty tutkimuksen lopullisissa tuloksissa tai johtopäätöksissä.

## 8 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen suunnittelu aloitettiin toukokuussa 2017. Elokuuhun 2017 mennessä tutkimussuunnitelma oli valmis. Kohderyhmä ja mittarit oli valittu ja aihe oli rajattu.

Tutkimuksen työstäminen jatkui marraskuussa 2017 tutkimusmittausten pilottikokeiluilla ja suomalaisten kestävyysjuoksijoiden kutsumisella tutkimukseen. Tutkittaville lähetettiin tutkimuksen saatekirje (liite 1) ja heidän kanssaan sovittiin mittausajan kohdasta. Mittaukset suoritettiin Suomessa pääasiassa joulukuussa 2017, mutta muutamia mittauksia suoritettiin vielä helmikuussa 2018.

Keniaan matkustettiin 9.1.2018 ja kenialaisten kestävyysjuoksijoiden mittaukset aloitettiin samalla viikolla. Kaikki kenialaisten kestävyysjuoksijoiden mittaukset suoritettiin 9.1.–3.2.2018 välisenä aikana. Kenialaiset kestävyysjuoksijat rekrytoitiin mukaan tutkimukseen keskustelemalla juoksijoiden kanssa yhteisissä juoksu- ja lihaskuntoharjoituksissa. Kenialaiset kestävyysjuoksijat saivat tutustua tutkimukseen saatekirjeen perusteella, joka oli käännetty sekä englanniksi, että swahiliksi (liite 3 ja liite 5). Kenialaisille juoksijoille annettiin palkkiona tutkimukseen osallistumisesta juoksukenkä, juoksusukat ja t-paita. Tutkimuksen palkkio oli hyvä, joten sana tutkimuksesta kiiri Itenin kylässä niin sanotun puskaradion kautta. Loppujen lopuksi tutkimushenkilöiden rekrytointi oli helppoa.

Mittaukset suoritettiin joko levänneenä tai kevyen harjoituksen jälkeen, joka oli alle 15km mittainen. Mittaustilanteen aluksi tutkittava allekirjoitti tutkimusluvan (Liite 2 tai liite 4 tai liite 6) ja tutkimusprotokolla käytiin läpi ja tutkittava sai esittää kysymyksiä niin halutessaan. Mittaustilanteen alussa keskustellessa myös kartoitettiin tutkitavan säären, nilkan ja jalkaterän alueen vammahistoria viimeisen 12kk ajalta. Mittaukset aloitettiin toiminnallisella testillä eli yhdenjalan minikyykkyllä. Seuraavaksi tutkittiin nilkkanivelen funktionaalinen liikkuvuus ”ankle lunge test”:illä ja aktiivinen liikkuvuus goniometrillä. Lihaskireydet tutkittiin Thomas test, Ely’s ja 90–90 testeillä. Lopuksi juoksua kuvattiin videolle videoanalyysiä varten.

Testiprotokolla:

1. Yhdenjalan minikyykky
2. ”Ankle lunge test”
3. Ylemmän nilkkanivelen aktiivisen liikkuvuuden mittaaminen
4. Thomas test
5. 90–90 test

6. Ely's test
7. Juoksun kuvantaminen

Tutkimustulosten analysointi ja taulukointi tehtiin helmi-maaliskuussa 2018. Samaan aikaan aloitettiin lopullisen tuotoksen kirjoittaminen. Lopullisessa työssä esitettävät tulokset ja niistä tehdyt johtopäätökset valittiin toukokuussa 2018 ja työ kirjoitettiin lopulliseen muotoonsa touko-kesäkuussa 2018.

## 9 Tulokset

Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden välillä oli hieman eroavaisuuksia lihaskireyksissä. Lihaskireytestien löydösten perusteella kenialaisilla naisilla oli enemmän lonkankoukistajien kireyksiä, kuin suomalaisilla naisilla. Miesten testiryhmissä kenialaisilla miehillä oli enemmän lihaskireyksiä etureisissä ja lonkankoukistajissa, kun suomalaisilla miehillä puolestaan takareidet olivat keskimäärin kenialaisten miesten takareisiä kireämpiä. Testitulosten perusteella naisten lihasten elastiset ominaisuudet olivat miesten lihasten elastisia ominaisuuksia parempia. Tutkimuksessa selvisi myös, että suomalaisten juoksijoiden liikehallinta on huomattavasti kenialaisten juoksijoiden liikehallintaa parempi. Heikointa liikehallinta oli kenialaisilla naisilla.

Kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden välillä oli keskimäärin melko suuri ero ylemmän nilkkanivelen dorsifleksioliikelaajuudessa. Sama tulos saatiin sekä mittanauhalla, että goniometrillä mitattuna. Kenialaisilla naisilla dorsifleksioliikkuvuus oli goniometrillä mitattuna keskimäärin n.  $14,83^\circ$  suomalaisten naisten tuloksia pienempi ja miehillä vastaava ero oli  $8,08^\circ$ . Mittanauhalla mitattuna kenialaisten naisten tulokset olivat keskimäärin 4,51 cm vähemmän kuin suomalaisten naisten ja kenialaisten miesten tulokset puolestaan 3,32 cm vähemmän kuin suomalaisten miesten.

## 9.1 Liikehallinta ja lihaskireydet

Mittauksissa ilmeni, että suomalaisten juoksijoiden liikehallinta on selkeästi paremmalla tasolla kuin kenialaisilla juoksijoilla. Syynä tähän voisi olla mahdollisesti suomalaisjuoksijoiden järjestelmällinen voimaharjoittelu ja ylipäänsä tieto huoltavan harjoittelun merkityksestä vammojen ennaltaehkäisyssä. Mittauksissa käytyjen keskustelujen perusteella vaikuttaa myös, että kenialaisten juoksijoiden tietämys liikkuvuus- ja voimaharjoittelusta, sekä juoksutekniikasta saattaa olla puutteellista, kun taas suomalaiset juoksijat ovat kyseisiin asioihin perehtyneet. Liikehallinnan testinä toimi yhdenjalan minikyykky ja hallintaa arvioitiin myös juoksun videoanalyysiä hyödyntäen. Liikehallintaa arvioitiin kolmiportaisella asteikolla, jossa ”0” tarkoittaa puhdasta suoritusta, ”1” lievää hallinnan puutetta ja ”2” merkittävää hallinnanpuutetta. Samaa asteikkoa käytettiin myös liikkuvuuden arvioinnissa: ”0” hyvä liikkuvuus, ”1” lievää kireyttä ja ”2” merkittäviä lihaskireyksiä. Lihaskireyksiä arvioitiin lonkankoukistajien Thomas –testillä, etureisien Ely’s –testillä ja takareisien kireyksien arviointiin tarkoitettulla 90–90 –testillä.

### 9.1.1 Liikehallinta

Erityisesti kenialaisilla naisjuoksijoilla ilmeni haasteita liikehallinnassa minikyykyssä, jonka liikerata oli melko pieni (30° polven koukistus). Liikehallinnan puutteet voivat johtaa rasitusvammoihin. (Comerford & Mottram 2014, 45.) Vähäistä lantionhallinnan puutetta, joka ilmeni lantion kippaamisena sivuttaissuunnassa minikyykyn aikana, ilmeni kaikilla kenialaisnaisilla, kun taas suomalaisista vastaavia ongelmia oli vain n. 17 % tutkittavista. Suoraviivaisen polvilinjan säilyttämisessä vähäisiä ongelmia oli 50 % kenialaisnaisista ja noin 17 % suomalaisnaisista. Merkittäviä ongelmia polvilinjan säilyttämisessä ei ollut kenelläkään suomalaisella naisjuoksijalla, mutta n. 33 % kenialaisista naisista polvilinja kiertyi sisäänpäin merkittävästi. Kenialaisista naisista n. 33 %:lla ilmeni vähäistä kontrolloimatonta liikettä alemmassa nilkkanivelessä minikyykyn suorituksen aikana. Suomalaisten suoritukset arvioitiin alemman nilkkaniveleen hallinnan osalta tyylipuhtaiksi.

Taulukko 1. Minikyykyn liikehallinta naiset

	0	1	2
Kenialaiset naiset polven hallinta	17 %	50 %	33 %
Suomalaiset naiset polven hallinta	83 %	17 %	0 %
Kenialaiset naiset lantion hallinta	0 %	100 %	0 %
Suomalaiset naiset lantion hallinta	83 %	17 %	0 %
Kenialaiset naiset nilkan hallinta	67 %	33 %	0 %
Suomalaiset naiset nilkan hallinta	100 %	0 %	0 %

Juostessa liikehallinnan ongelmat olivat pääpiirteittäin vastaavia kuin minikyykyssä. Juoksun keskitukivaiheessa lantion hallinnan vähäisiä ongelmia ilmeni 50 %:lla kenialaisista naisista ja n. 33 %:lla suomalaisista naisista. Merkittäviä lantionhallinnan ongelmia esiintyi 33 %:lla kenialaisista naisjuoksijoista. Kenialaisista naisjuoksijoista n. 67 %:lla oli vähäisiä ongelmia polvien linjauksissa juoksun tukivaiheen aikana ja merkittäviä ongelmia polvien linjausten säilyttämisessä ilmeni n. 33 %:lla. Suomalaisnaisilla polven hallinta juoksun aikana arvioitiin hyväksi.

Taulukko 2. Juoksun liikehallinta naiset

	0	1	2
Kenialaiset naiset polven hallinta	0 %	67 %	33 %
Suomalaiset naiset polven hallinta	100 %	0 %	0 %
Kenialaiset naiset lantion hallinta	17 %	50 %	33 %
Suomalaiset naiset lantion hallinta	67 %	33 %	0 %

Sekä kenialaisten miesjuoksijoiden että suomalaisten miesjuoksijoiden liikehallinta oli pääpiirteittäin hyvää ja miesten osalta testiryhmien eroavaisuudet olivat melko olemattomia. Minikyykyssä lantionhallinnan vähäisiä puutteita ilmeni n. 33 %:lla kenialaismiehistä ja vain n. 17 %:lla suomalaismiehistä. Merkittäviä lantionhallinnan puut-

teita oli 17 %:lla kenialaisista miesjuoksijoista. Suomalaisilla miehillä polvilinjan ja alemman nilkkanivelen liikehallinta minikyykyssä oli pääpiirteittäin hyvää, vähistä hallitsematonta liikettä ilmeni vain 17 %:lla. Kenialaisilla miehillä ongelmia polvilinjan hallinnassa oli vain n. 33 %:lla ja alemman nilkkanivelen kontrolloimatonta liikettä ilmeni n. 17 %:lla.

Taulukko 3. Minikyykyn liikehallinta miehet

	0	1	2
Kenialaiset miehet polven hallinta	67 %	33 %	0 %
Suomalaiset miehet polven hallinta	83 %	17 %	0 %
Kenialaiset miehet lantion hallinta	50 %	33 %	17 %
Suomalaiset miehet lantion hallinta	83 %	17 %	0 %
Kenialaiset miehet nilkan hallinta	83 %	17 %	0 %
Suomalaiset miehet nilkan hallinta	83 %	17 %	0 %

Juoksussa liikehallinnan ongelmia esiintyi kenialaisilla ja suomalaisilla miehillä lähinnä lantionhallintaan liittyen. Lieviä lantionhallinnan ongelmia esiintyi kenialaisista miesjuoksijoista n. 33 %:lla ja suomalaisista n. 17 %:lla. Merkittäviä lantionhallinnan ongelmia esiintyi vain n. 17 %:lla kenialaisista miehistä.

Taulukko 4. Juoksun liikehallinta miehet

	0	1	2
Kenialaiset miehet polven hallinta	100 %	0 %	0 %
Suomalaiset miehet polven hallinta	100 %	0 %	0 %
Kenialaiset miehet lantion hallinta	50 %	33 %	17 %
Suomalaiset miehet lantion hallinta	83 %	17 %	0 %

### 9.1.2 Lihaskireydet

Kenialaisten ja suomalaisten naisten lihaskireydet olivat miltei toisiaan vastaavalla tasolla. Pääpiirteittäin lihasten elastisuus olivat melko hyvää sekä suomalaisilla, että kenialaisilla naiskoehenkilöillä, eikä merkittäviä kireyksiä ollut lainkaan. Kuitenkin kenialaisilla naisilla ilmeni enemmän kireyksiä lonkankoukistajissa sillä n. 67 %:lla oli todettavissa hieman kireyttä, kun taas suomalaisista lieviä kireyksiä oli vain n. 33 %:lla. Kummassakin naisten tutkimusryhmässä 50 %:lla juoksijoista oli hieman kireyksiä etureisissä. Takareisien kireyksiä ei ollut havaittavissa naisjuoksijoilla.

Taulukko 5. Lihaskireydet naiset

	0	1	2
Kenialaiset naiset etureiden kireys (Ely's test)	50 %	50 %	0 %
Suomalaiset naiset etureiden kireys (Ely's test)	50 %	50 %	0 %
Kenialaiset naiset takareiden kireys (90–90)	100 %	0 %	0 %
Suomalaiset naiset takareiden kireys (90–90)	100 %	0 %	0 %
Kenialaiset naiset lonkankoukistajien kireys (Thomas test)	33 %	67 %	0 %
Suomalaiset naiset lonkankoukistajien kireys (Thomas test)	67 %	33 %	0 %

Vaikka miesjuoksijoiden liikehallinta olikin keskimäärin naisjuoksijoita parempaa, sekä kenialaisilla että suomalaisilla miehillä oli puutteita lihasten elastisuudessa. Kummassakin testiryhmässä ilmeni kireyttä lonkankoukistajissa. Kenialaisilla miehillä merkittäviä lonkankoukistajien kireyksiä oli jopa 50 %:lla tutkittavista ja suomalaisilla n. 16 %:lla. Lieviä kireyksiä lonkankoukistajissa oli n. 17 %:lla kenialaisista ja n. 67 %:lla suomalaisista miehistä. Kenialaisjuoksijoiden takareisien elastisuus oli suomalaisia parempi, sillä liikerajoituksia oli kenialaisista vain n. 17 %:lla ja suomalaismiehillä 33 %:lla. Etureidet puolestaan olivat kenialaisilla miehillä keskimääräisesti kireämmät kuin suomalaisilla, sillä lievää lihaskireyttä etureisissä oli noin 67 %:lla ja etureiden

kireydet olivat merkittäviä 17 %:lla. Suomalaisilla juoksijamiehillä etureisien lieviä kireyksiä oli 33 %:lla ja 34 %:lla kireydet olivat merkittäviä.

Taulukko 6. Lihaskireydet miehet

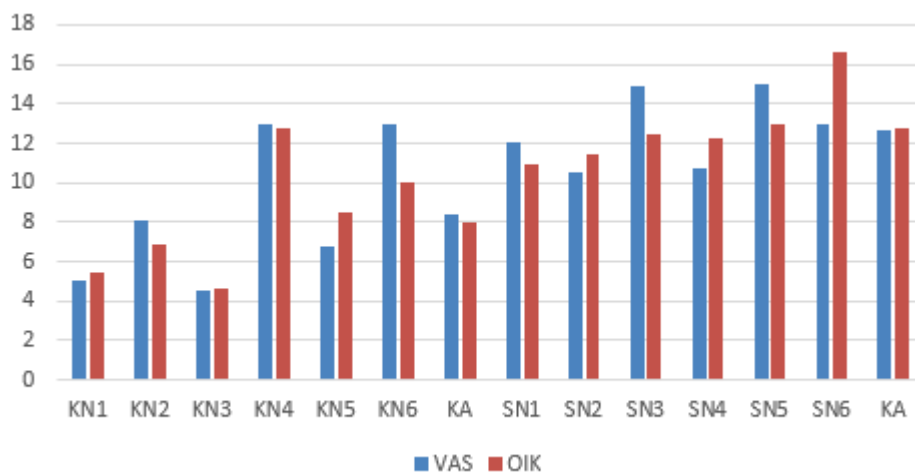
	0	1	2
Kenialaiset miehet etureiden kireys (Ely's test)	16 %	67 %	17 %
Suomalaiset miehet etureiden kireys (Ely's test)	33 %	33 %	34 %
Kenialaiset miehet takareiden kireys (90–90)	83 %	0 %	17 %
Suomalaiset miehet takareiden kireys (90–90)	67 %	33 %	0 %
Kenialaiset miehet lonkankoukistajien kireys (Thomas test)	33 %	17 %	50 %
Suomalaiset miehet lonkankoukistajien kireys (Thomas test)	17 %	67 %	16 %

## 9.2 Ylemmän nilkkanivelen funktionaalinen dorsifleksioliikkuvuus

Funktionaalisessa dorsifleksioliikkuvuustestissä (ankle lunge test) kenialaisten juoksijoiden ylemmän nilkkanivelen liikkuvuus oli huomattavasti suomalaisia heikompi. Vaihteluväli oli tuloksissa todella suuri. Kenialaisten naisten tulosten keskiarvo (8,22 cm) oli 4,51 cm vähemmän kuin suomalaisten naisten (12,73 cm). Tulosten vaihteluväli oli kummassakin tutkimusryhmässä suuri. Kenialaisilla naisilla tulokset vaihtelivat 4,5 cm ja 13 cm välillä ja suomalaisilla 10,5 cm ja 16,6 cm välillä. Tulosten vaihteluvälin ollessa suuri, myös keskihajonta oli melko suurta. Kenialaisten naisten tulosten keskihajonta ”ankle lunge test”:ssä n. 3,29, kun taas suomalaisilla keksihajonta oli pienempi n. 1,91.

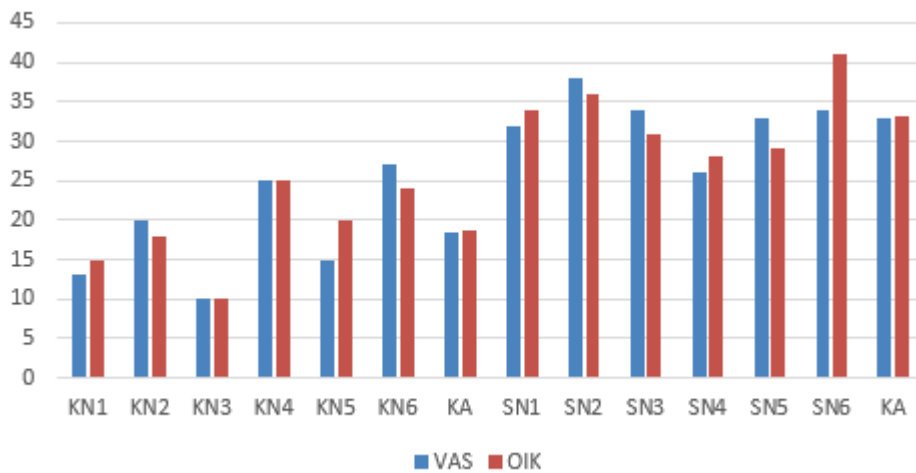


Kuvio 7. Naisten tulokset "Ankle lunge test":ssä senttimetreissä



Kenialaisten naisten nilkan funktionaalisen dorsifleksion liikeradan keskiarvo goniometrillä mitattuna oli noin  $18,50^\circ$ . Suomalaisilla naisilla vastaava keskiarvo oli n.  $33,33^\circ$ . Keskiarvot laskettiin huomioiden kaikki tulokset, sekä vasen että oikea jalka kultakin tutkimushenkilöltä. Goniometrillä suoritettujen mittausten perusteella kummassakin ryhmässä keskimääräinen liikkuvuus oli hyvin lähellä normaaliarvoja. Kenialaisilla naisilla ylemmän nilkkanivelen dorsifleksioliikerata on keskimäärin hieman normaalia pienempi ja suomalaisilla naisilla puolestaan ylempi nilkkanivel oli hieman yliliikkuva dorsifleksioon, ajatellen että normaali liikkuvuus on  $20\text{--}30^\circ$ . Kenialaisten naisten dorsifleksiokulmien vaihteluväli oli  $10\text{--}27^\circ$  ja suomalaisilla naisilla arvot sijoittuivat  $26\text{--}41^\circ$  välille. Kummassakin ryhmässä vaihtelu oli siis hyvin suurta. Goniometrillä mitatun dorsifleksiokulman tulosten keskihajonta asettui kenialaisilla naisilla n. 5.96 ja suomalaisilla n. 4.29. Keskihajontojen arvot kertovat suuresta tuloksien vaihtelusta tutkimusryhmän sisällä ja osaltaan myös tutkimusryhmän pienestä koosta. Sekä mittanauhalla, että goniometrillä saadut tulokset viittaavat siihen, että kenialaisilla naisilla saattaa olla enemmän kireyksiä akillesjänteissä ja pohjelihaksissa kuin suomalaisilla. On myös mahdollista, että rajallisempi liikerata liittyy ylemmän nilkkanivelen rakenteeseen.

Kuvio 8. Naisten tulokset "Ankle lunge test":ssä asteissa

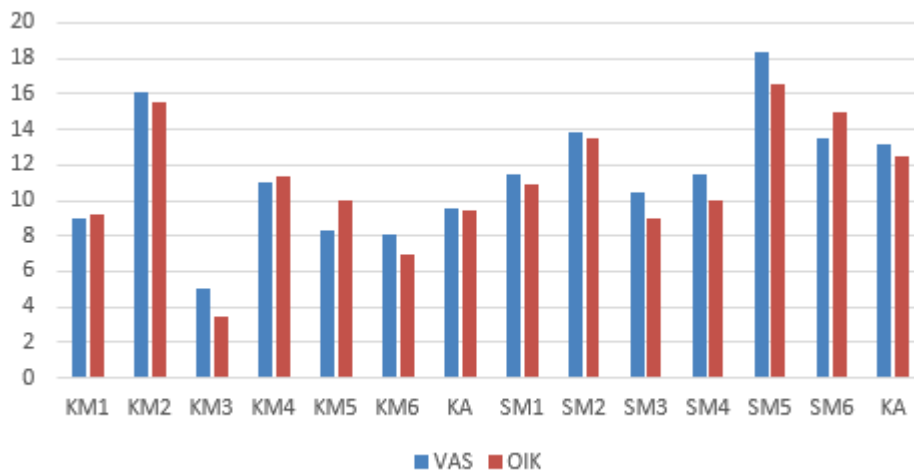


Taulukko 7. Naisten tulosten keskiarvot ankle lunge testissä

	Kenialaiset naiset	Suomalaiset naiset
1. varpaan etäisyys seinästä (KA)	8,22 cm	12,73 cm
Nilkan dorsifleksion kulmamuutos ° (KA)	18,50°	33,33°

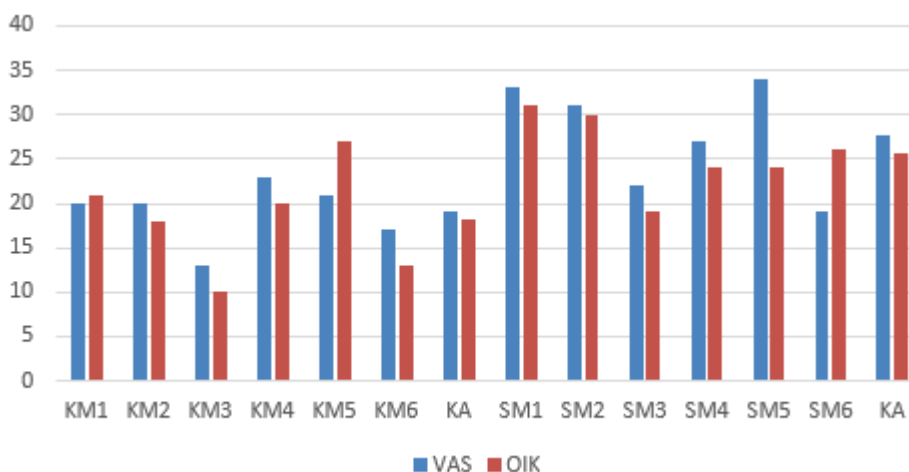
Kenialaisten miesten ja suomalaisten miesten kuormitetussa asennossa suoritettua ylemmän nilkkanivelen passiivista dorsifleksiota ankle lunge test:illä verratessa havaittiin vastaavia tuloksia kuin naisten tulosvertailussa. Suomalaisen miesten 1. varpaan etäisyys seinästä oli keskimäärin 3,32 cm pidempi kuin kenialaisilla miehillä. Vaihteluvälit miesten tuloksissa olivat niin ikään suuria. Kenialaisilla miehillä tulokset vaihtelivat 3,5 cm–16,1 cm välillä ja suomalaisilla 9,0 cm–18,4 cm välillä. Tulosten keskihajonta oli kenialaisilla miehillä n. 3,70 ja suomalaisilla n. 2,81.

Kuvio 9. Miesten tulokset "Ankle lunge test":ssä senttimetreissä



Funktionaalisen dorsifleksioliikeradan keskiarvoksi muodostui kenialaisilla miehillä noin  $18,59^\circ$ , kun taas suomalaisilla miehillä vastaava arvo oli noin  $26,67^\circ$ . Kenialaisten miesten tulosten vaihteluväli oli  $13\text{--}27^\circ$  ja suomalaisilla miehillä se oli puolestaan  $19\text{--}33^\circ$ . Kenialaisten miesten tulosten keskihajonta oli suurta aivan kuten naisillakin ja keskihajonta oli n. 4.74, kun taas suomalaisilla miehillä tulosten keskihajonta oli noin 5.19. Tulokset viittaavat keskimäärin melko normaaliin ylemmän nilkkanivelen liikkuvuuteen kummassakin tutkimusryhmässä, vaikkakin tutkimusryhmien välinen ero oli huomattava. Kenialaisilla miehillä liikkuvuus jäi keskimäärin  $1,41^\circ$  alle normaalin arvon, eli  $20^\circ$ .

Kuvio 10. Miesten tulokset "Ankle lunge test":ssä asteissa



Taulukko 8. Miesten tulosten keskiarvot ankle lunge testissä

	Kenialaiset miehet	Suomalaiset miehet
1. varpaan etäisyys seinästä (KA)	9,51 cm	12,83 cm
Nilkan dorsifleksion kulmamuutos ° (KA)	18,59°	26,67°

## 10 Johtopäätökset

Tutkimuksessa tavoitteena oli hahmotella ylemmän nilkkanivelen liikelaajuuksien riittävyttä, jotta juoksun aikainen liikehallinta säilyisi hyvänä. Tutkimuksen tulosten perusteella kenialaisten naisten liikehallinta oli heikompaa kuin suomalaisilla naisilla. Kenialaisilla ja suomalaisilla miehillä liikehallinta oli melko tasavertaista.

Kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden välillä oli keskimäärin melko suuria eroavaisuuksia ylemmän nilkkanivelen funktionaalisessa dorsifleksioliikelaaajuudessa. Tulokset olivat samansuuntaisia sekä mittanauhalla että goniometrillä mitattuna. Kenialaisilla naisilla dorsifleksioliikkuvuus oli goniometrillä mitattuna keskimäärin n. 14,83° suomalaisten naisten tuloksia pienempi ja miehillä vastaava ero oli 8,08°. Mittanauhalla mitattuna kenialaisten naisten 1. varpaan etäisyys seinästä oli keskimäärin 4,51 cm vähemmän kuin suomalaisten naisten ja kenialaisilla miehillä puolestaan 3,32 cm vähemmän kuin suomalaisilla miehillä.

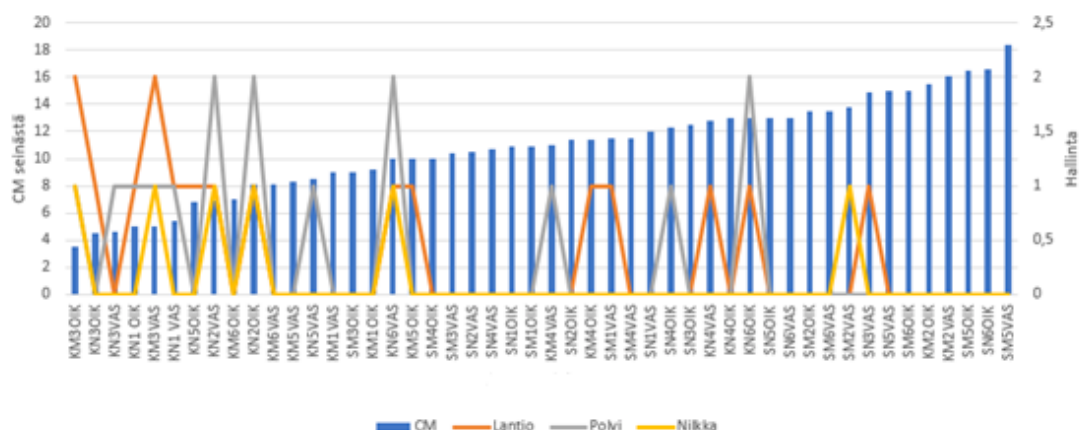
Kuten jo aiemmin mainittiin, pohjelihasten kireys voi aiheuttaa ylemmän nilkkanivelen dorsifleksioliikeradan rajoittumisen. Nivelen rajoittunut liikerata puolestaan voi aiheuttaa kompensatioliikkeitä muissa alaraajan nivelissä, mikä ilmenee liikehallinnan puutteena lantionalueella ja polvi- ja alemman nilkkanivelen linjauksissa. (Comerford & Mottram 2014, 45)

Tutkimusryhmän sisäiset vaihtelut ”ankle lunge test”:n tuloksissa olivat hämmästyttävän suuria. Varpaiden etäisyys seinästä vaihteli naisilla 4,5 cm–16,6 cm välillä ja miehillä 3,5 cm–18,4 cm välillä. Sekä naisissa, että miehissä oli nähtävissä, että minikykyyn liikehallinnassa tulokset heikkenivät huomattavasti, mikäli juoksijan ylemmän nilkkanivelen funktionaalinen dorsifleksioliikerata oli niin rajoittunut, että ensimmäisen varpaan etäisyys seinästä oli 8,1 cm tai alle sen. Samoilla tutkimushenkilöillä,

joilla etäisyys seinästä oli 8,1 cm tai alle, nilkan funktionaalinen liikkuvuus dorsifleksiosuuntaan oli 17° tai alle goniometrillä mitattuna. Kaikista tutkimukseen osallistuneista henkilöistä 25 % 1. varpaan etäisyys seinästä testiä suorittaessa oli 8,1 cm tai alle. Juoksijoista, joiden ylemmän nilkkanivelen funktionaalinen liikerata mahdollisti yli 8,1 cm etäisyyden seinästä 8,3 %:lla oli merkittäviä haasteita minikykyyn liikehallinnassa.

Juoksijoilla, joilla nilkkanivelen funktionaalinen liikerata oli heikko (tulos 8,1 cm tai alle tai 17° tai alle) oli liikehallinnan ongelmia sekä minikykyssä, että juostessa. Merkittäviä juoksun aikaisia liikehallinnan ongelmia esiintyi kuitenkin myös monilla muilla juoksijoilla. Juoksun aikainen liikehallinta oli heikointa Kenialaisilla naisjuoksijoilla, joista lähes kaikilla oli liikehallinnan puutteita joko polven tai lantion linjauksissa. Ylipäänsä suurimmat juoksun liikehallinnan haasteet ilmenivät lantion hallinnassa ja polven linjauksissa, johon toki vaikuttaa tosiasia, että tutkimukseen osallistuneilla juoksijoilla oli eniten kireyksiä lonkankoukistajissa ja etureisissä. Lonkankoukistajien ja etureisien kireys saattaa vaikuttaa heikentävästi lantion ojentamiseen juoksun aikana ja lantion ojennuksen vajaa liikerata voi puolestaan aiheuttaa haasteita polven linjauksen ja lantion hallinnassa.

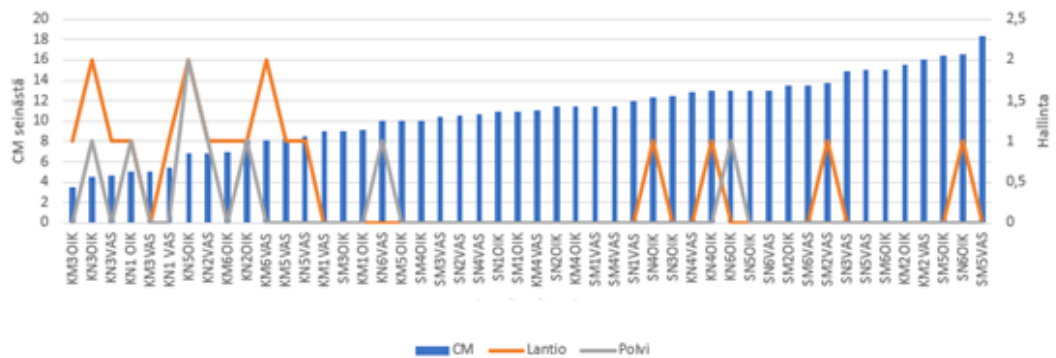
Kuvio 11. Kaikkien tutkittavien tulokset "Ankle lunge test":ssä (cm) ja yhdenjalan minikykyyn liikehallinnan tulokset



Juoksunaikainen liikehallinta keskitukivaiheessa heikkeni merkittävästi, mikäli juoksijan 1. varpaan etäisyys seinästä oli 8,3 cm tai alle sen. 8,3 %:lla koehenkilöistä, joiden 1. varpaan etäisyys seinästä "ankle lunge test":ssä oli alle 8,3 cm nilkan funktionaalinen dorsifleksioliikkuvuus oli goniometrillä mitattuna 21°, joka on lähellä nilkan liikkuvuuden normaaliarvoa 20°. (Kaltenborn 2011, 241). On siis hyvin mahdollista, että

juoksun tukivaiheessa ilmenevät liikehallinnan ongelmat ovat riippuvaisia muista tekijöistä kyseisillä tutkimushenkilöillä. Lisäksi havaittiin, että osalla juoksijoista joiden nilkkanivelen liikelaajuus oli melko suuri, liikehallinnassa ilmeni haasteita. Kuitenkin osalla juoksijoista joiden nilkan funktionaalinen dorsifleksioliikkuvuus oli suuri, liikehallinta säilyi hyvänä. Tutkimuksessa selvitettiin videoanalyysin avulla juoksun kuormitusvaiheen aikainen ylemmän nilkkanivelen maksimaalinen dorsifleksio. Videomateriaalista määritetyt ylemmän nilkkanivelen dorsifleksiokulmat olivat kuitenkin hyvin epätarkkoja, joten kuormitusvaiheen aikaisen dorsifleksioliikkeen ja juoksun liikehallinnan välillä ei kyetty selvittämään yhteyksiä.

Kuvio 12. Kaikkien tutkittavien tulokset "Ankle lunge test":ssä (cm) ja juoksun liikehallinnan tulokset



kanivelen liikehallintaan yhden jalan minikyykyssä ja juoksun keskitukivaiheen aikana. Tutkimuksen tavoitteena olikin löytää vastaukset kolmeen kysymykseen:

1. Millaisia eroavaisuuksia kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden välillä on lonkan-koukistajien, etureisien ja takareisien liikkuvuudessa, sekä alaraajojen liikehallinnassa?
2. Millaisia eroavaisuuksia kenialaisten ja suomalaisten juoksijoiden välillä on ylemmän nilkkanivelen liikelaajuudessa?
3. Millaisia yhteyksiä on ylemmän nilkkanivelen funktionaalisella dorsifleksioliikkuvuudella ja alaraajan liikehallinnalla?

Tutkimuskysymykset muovautuivat ja tulivat realistisemmiksi tutkimuslaitteiston varmistumisen myötä. Osana tutkimusta pohdittiin myös juoksun keskitukivaiheen aikaisen nilkan dorsifleksion yhteyttä juoksun keskitukivaiheen aikaiseen alaraajan liikehallintaan. Luotettavaa tutkimustulosta yhteydestä juoksun tukivaiheen aikaisen nilkan dorsifleksioliikeradan ja alaraajan liikehallinnan välillä ei kyetty muodostamaan, sillä saadut tulokset eivät olleet tarpeeksi tarkkoja. Lopullisiin tutkimuskysymyksiin löydettiin ratkaisut.

Tutkimuskysymyksiin vastaamisen lisäksi opinnäytetyön tekijöiden tavoitteena oli harjaantua mittausten tekemisessä, päästä tekemään monikulttuurista yhteistyötä ja syventyä ylemmän nilkkanivelen ja pohkeen toimintaan, sekä juoksun toiminnalliseen anatomiaan. Opinnäytetyön tekijät halusivat myös harjoitella konkreettisen tutkimuksen tekemistä. Edellä mainitut tavoitteet täyttyivät. Mittaustilanteista tuli tutkimusprosessin myötä sujuvia ja mittausten suorittaminen rutinoitui. Opinnäytetyön parissa työntekijät saivat useita kansainvälisiä kontakteja ja tutustuivat uuteen kulttuuriin.

### 11.1 Onnistumiset

Työtä tehdessä opinnäytetyön tekijät kokivat lukuisia onnistumisia ja elämyksiä. Tutkimusjoukon kerääminen oli helppoa ja tutkittavat olivat aidosti kiinnostuneita tutkimuksen aiheesta. Mittaustilanteet etenivät sujuvasti ja mittauspäivien aikataulutus oli onnistunut. Tutkimuksen mittaustilanteet olivat rentoja, mutta kuitenkin ammat-

timaisesti toteutettuja. Tutkimuksen suunnitteluvaiheessa opinnäytetyön tekijöitä arvelutti kielimuuri ja kenialaisten innokkuus tutkimukseen osallistumiseen. Todellisuudessa erityisesti kenialaisia juoksijoita jotka halusivat mukaan tutkimukseen, oli enemmän kuin tutkimukseen oli mahdollista ottaa.

Tutkimus onnistuttiin toteuttamaan eettisesti. Opinnäytetyön tekijät pitivät huolen, että tutkimusryhmät pysyivät anonymeinä ja tutkittavista ei julkistettu muita tietoja kuin juoksijoiden taso ja sukupuoli. Tutkimuksessa ei käsitelty ollenkaan arkaluontoisia tai henkilökohtaisia tietoja ja tutkimukseen osallistuminen oli täysin vapaaehtoista. Tuloksista ilmoitettiin tutkittaville heidän niin halutessaan ja heidän oli mahdollista saada esimerkiksi heistä kuvattu videomateriaali omaan käyttöönsä.

Suunnitteluvaiheessa valittiin todella paljon mittareita ja tutkittavien juoksijoiden liikehallinnasta ja liikkuvuuksista kerättiin laajasti tietoa. Lopullisen opinnäytetyön tulosten analysointiin tarvittiin lopuksi vain osa kaikista testituloksista. Mittarit valittiin useista luotettavista lähteistä koostuvan tietopohjan perusteella. Runsas, monipuolinen ja laadukas lähdemateriaali kuuluu opinnäytetyön vahvuuksiin. Tutkimuksen aiheeseen liittyen oli saatavilla paljon tutkimusartikkeleita ja tietokirjallisuutta.

## 11.2 Tulosten luotettavuus

Liikehallintatestien tulosten perusteella kenialaisilla naisilla oli huomattavasti enemmän haasteita alaraajan liikehallinnassa suomalaisiin naisjuoksijoihin verrattuna. Juoksun keskitukivaiheessa liikehallinnan ongelmia ilmeni enemmän kuin minikyykysä kummassakin tutkimusryhmässä. Yleisimmin liikehallinnan puutteita ilmeni lantion ja polven linjauksissa. Miesten liikehallinta oli kokonaiskuvaa tarkasteltaessa parempaa kuin naisjuoksijoilla. Miesten tutkimusryhmien väliset eroavaisuudet liikehallinnan osalta olivat hyvin pieniä. Aivan kuten naisillakin lantion ja polven linjausten haasteet olivat yleisimpiä.

Tutkimuksessa saatujen liikehallinnan tulosten luotettavuutta heikentää se, että testeissä ei eroteltu rakenteellisia virhelinjauksia toiminnallisista liikekontrollihäiriöistä. Testituloksiin vaikuttavia rakenteellisia tekijöitä ovat muun muassa reisiluunpään ja -rungon välinen kulma (coxa valga tai coxa vara) ja q-kulma, eli nelipäisen reisilihaksen (m. quadriceps femoris) ja patellajänteen välinen kulma, joka vaikuttaa polvien ra-



kenteelliseen linjaukseen, muun muassa aiheuttaen pihtipolvisuutta tai länkisääri-syyttä (genu varus tai genu valgus). Jalkaterän, polven ja lantion linjauksiin voi vaikuttaa myös lonkan rakenteellinen ulko- tai sisäkiertoasento (anteversio tai retroversio) tai sääriluun ulko- tai sisäkiertoasento (torsio). (Magee 2014, 721, 848–849).

Lihaskireyksien testien tulosten luotettavuuteen vaikuttaa oleellisesti lämpötilan erot, sillä Suomessa ulkolämpötila oli mittaushetkellä alle 0°C ja Keniassa puolestaan yli 20°C. Lämpötilalla voi olla merkittävä vaikutus kuormituksesta palautumiseen. Lisäksi tuloksissa ilmenneitä eroavaisuuksia suomalaisten ja kenialaisten lihaskireyksien välillä voidaan selittää liikkuvuusharjoittelun eroavaisuuksilla ja erilaisilla harjoittelumaastoilla. Kenialaisten harjoittelumaastot olivat huomattavasti mäkisempiä ja vaativampia kuin suomalaisten juoksijoiden. Esimerkiksi alamäkijuoksu kuormittaa etureisiä eksentrisesti.

Lihaskireyksien testien tulosten luotettavuutta heikentää arviointi menetelmän subjektiivisuus. Tarkempien ja luotettavampien tulosten saamiseksi arviointiasteikko olisi pitänyt vakioda. Kuitenkin lihaskireydet olivat tutkimuksessa enemmän taustamuut-tujen roolissa, joten mitta-asteikon vakiointi ei ollut yhtä tärkeää, kuin esimerkiksi liikehallinnan mitta-asteikon.

Tutkimuksessa huomioitiin vammahistoria. Tutkimuksessa selvitettiin, mikäli tutkitta-villa oli ollut rasitus- tai traumaperäisiä vammoja säären, nilkan tai jalkaterän alueella viimeisen 12 kuukauden aikana. Kokonaisvaltaisemman ja luotettavamman tuloksen saamiseksi olisi kuitenkin pitänyt kartoittaa kaikki tuki- ja liikuntaelin vammat, mielel-lään pidemmältä aikajänteeltä kuin 12 kuukautta. Säären, nilkan ja jalkaterän vammo-jen lisäksi muilla tuki- ja liikuntaelinvammoilla on nimittäin vaikutuksensa liikkuvuuksiin ja alaraajan liikehallintaan. Opinnäytetyön tekijät pitivät kuitenkin lopullista vammojen kartoituksen rajausta sopivana, sillä laajempi vammahistorian tarkastelu olisi lisännyt työmäärää merkittävästi ja muuttanut työn näkökulmaa.

Ylemmän nilkkanivelen funktionaalisessa dorsifleksioliikkuvuudessa oli merkittäviä eroavaisuuksia kenialaisten ja suomalaisten välillä. ”Ankle lunge test”:ssä kenialaisten naisten tulokset senttimetreissä olivat keskimäärin 4,51 cm suomalaisia naisia vä-hemmän. Goniometrillä mitattuna kenialaisten naisten nilkan funktionaalinen dorsi-fleksio liikkuvuus oli keskimäärin 14,83° vähemmän kuin suomalaisilla. Miehillä ”an-

kle lunge test”:n tulosten perusteella tehdyt löydökset olivat vastaavia. Senttimetreissä mitattuna suomalaisten miesten 1. varpaan etäisyys seinästä oli keskimäärin 3,32 cm pitempi kuin kenialaisilla miehillä. Asteluvuissa suomalaisten miesten nilkan funktionaalinen dorsifleksioliikerata oli keskimäärin 8,08° suurempi kuin kenialaisilla miehillä.

Ylemmän nilkkanivelen funktionaalisen dorsifleksioliikeradan mittaustulosten luotettavuuteen vaikuttavat mahdolliset mittavirheet. Megan M. Konor, Sam Morton, Joan M. Eckerson ja Terry L. Grindstaff (2012) mukaan goniometrillä, digitaalisella inclinometrillä ja mittanauhalla saadut liikkuvuustulokset ovat luotettavia. Goniometrillä eli nivelkulmamittarilla suoritettavaan mittaukseen liittyy kuitenkin aina mittaajakohtainen virhemarginaali, joka pyrittiin minimoimaan siten, että sama mittaaja suoritti kaikkien tutkittavien mittaukset goniometrillä. Mittaajakohtaisen virhemarginaalin lisäksi mittavirheet voivat johtua myös markkereiden asettelusta tai testattavien virheellisistä suoritustekniikoista. Opinnäytetyöntekijät pyrkivät erityiseen huolellisuuteen ja tarkkuuteen edellä mainittujen virheiden välttämiseksi. ”Ankle lunge test”:ssä mittaustulosten hämmästyttävän suuri keskihajonta sai opinnäytetyöntekijät pohtimaan, ymmärsivätkö kaikki kenialaiset tutkimushenkilöt ohjeistuksen täysin oikein. Osalla kenialaisista tutkimushenkilöistä oli melko heikko kielitaito. Keskihajonnan suuruuteen vaikuttaa toki oleellisesti myös tutkimusryhmän pieni koko. Keskihajonta oli suurempaa kenialaisten juoksijoiden tuloksissa kuin suomalaisten juoksijoiden tuloksissa.

### 11.3 Johtopäätösten luotettavuus

Tutkimuksessa tehtyjen löydösten perusteella alaraajan liikehallinta yhden jalan minikykyssä lantion, polven ja alemman nilkkanivelen alueella heikkeni merkittävästi, mikäli tutkittavan tulos ”ankle lunge test”:ssä oli 8,1 cm tai alle tai dorsifleksioliikerata asteissa 17° tai alle. Juoksun keskitukivaiheen aikainen liikehallinta puolestaan heikkeni huomattavasti, mikäli koehenkilön tulos ”ankle lunge test”:ssä oli 8,3 cm tai alle ja nilkan funktionaalinen dorsifleksio oli 21° tai alle. Tutkimuksessa käytettiin kahta mittaria saman liikelaajuuden mittaamiseen ja tulokset olivat kummallakin mitaustavalla samansuuntaisia. Tämä lisää tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkimuksen luotettavuutta heikentää tulosten suuri hajonta nilkan funktionaalisen dorsifleksiomittauksen tuloksissa. Mahdollisia syitä tulosten suureen hajontaan pohdittiin tekstissä aiemmin. Lisäksi tulokseen vaikuttaa tutkimusjoukon pieni koko (24 juoksijaa). Kuten jo aiemmin liikehallintatestien pohdinnassa todettiin, tuloksen luotettavuutta heikentää tosiasia, että tutkimuksessa ei eroteltu rakenteellisia ja toiminnallisia virhelinjauksia eikä nivelten yliliikkuvuuksien vaikutusta liikehallintaan. Tutkimuksessa ei mitattu lainkaan esimerkiksi pakaralihasten kireyksiä, jotka vaikuttavat merkittävästi lantiokorin toimintaan. Lisäksi tutkimukseen osallistuneiden juoksijoiden vammahistoriaa kartoitettiin melko suppeasti.

Merkittäviä ongelmia juoksun keskitukivaiheen liikehallinnassa ilmeni myös tutkimushenkilöillä, joiden ylemmän nilkkanivelen funktionaalinen dorsifleksioliikerata oli normaalin alarajalla  $21^\circ$ . Tämä voi viitata siihen, että liikehallinnan ongelmat johtuivat jostain muusta, kuin ylemmän nilkkanivelen liikelaajuudesta. Liikehallinnan ongelmat voivat hyvin johtua esimerkiksi lonkankoukistajien kireyksistä tai lantionalueen stabiloivien lihasten heikkouksista. Luotettavamman tutkimustuloksen saamiseksi olisi pitänyt testata erikseen stabiloivia lihaksia esimerkiksi manuaalisella lihastes-  
tauksella ja teettää yhden jalan minikyykyn lisäksi muita liikekontrollihäiriöiden testiliikkeitä. Ylipäänsä taustamuuttujia olisi pitänyt kartoittaa laajemmin ja monipuolisemmin luotettavan tuloksen saamiseksi. Toki laajemmat mittaukset olisivat taas lisänneet työmäärää huomattavasti.

Mittaustilanteissa käytyjen keskustelujen perusteella suomalaisten juoksijoiden tietämys voima- ja liikkuvuusharjoittelusta ja niiden vaikutuksesta oli paljon parempaa kuin kenialaisilla juoksijoilla. Tutkimuslöydökset viittaisivat siihen, että suomalaisten voima- ja liikkuvuusharjoittelu on paljon järjestelmällisempää, kun taas kenialaisilla oli selkeitä puutteita erityisesti liikehallinnassa. Olisi ollut mielenkiintoista tarkastella syvemmin liikkuvuus- ja liikehallintamittausten tuloksia ja peilata niitä harjoitteluun. Jotta harjoittelun vaikutuksia liikehallintaan ja liikkuvuuteen olisi voitu pohtia syvällisemmin olisi harjoittelutottumuksia pitänyt kartoittaa esimerkiksi kyselyn avulla. Harjoittelun ja mittaustulosten yhteyden pohdinta jäi hyvin pinnalliseksi, sillä tieto tutkimukseen osallistujien harjoittelusta ei ollut tarpeeksi syvällistä.

## 11.4 Juoksun videoinnin puutteet

Kuten aiemmin mainittiin, osana tutkimusta oli tarkoitus tutkia nilkkanivelen dorsifleksioliikerataa juoksun keskitukivaiheen aikana hyödyntäen videoanalyysiä. Opin- näytetyöntekijät ottivat selvää videoanalyysiin liittyvistä tekijöistä ja tekivät yhteis- työtä Kilpa- ja huippu-urheilun kehittämis- ja tutkimuskeskuksen (KIHU) videoinnista ja editoinnista vastaavan asiantuntijan kanssa. Mahdollisimman tarkkojen kvantitatiiv- isten numeeristen analyysien saavuttamiseksi olisi pitänyt käyttää liikeanalysointi- laitteistoja, jotka ovat kalibroituja. Ilman kalibrointia perspektiiviset mittavääris- tymät ovat hyvin todennäköisiä. Tässä tutkimuksessa kyseisiä laitteistoja ei ollut käy- tettävissä resurssisyistä. (Kauranen ym. 2014, 372-373; Cheze 2014, 17-18).

Kihun ammattilaisilta saatujen neuvojen perusteella videoanalyysiä tehdessä kiinni- tettiin erityistä huomiota kameran valotusaikaan, kuvakulmiin, taustaan ja markke- reiden asetteluun. Tarkoituksena oli videoida juoksua juoksumatolla, jotta välttyttiin linssinkuperuudesta johtuvista mittavirheistä. Kaikkia juoksukuvantamisia ei kyetty tekemään juoksumatolla Keniassa lukuisten sähkökatkosten vuoksi. Juoksun videoanalyysistä mitatut nilkan koukistuskulmat olivat liian epätarkkoja, jotta niiden perusteella olisi voinut tehdä johtopäätöksiä ja pohtia mahdollisia yhteyksiä alaraa- jan liikehallintaan. Jotta videoanalyysistä olisi saatu luotettavampia ja käyttökelpoi- sempia tuloksia, olisi kameran pitänyt olla tarkempi ja valotusajan vielä lyhyempi. Kaikki juoksukuvantamiset olisi pitänyt pystyä tekemään juoksumatolla ja mittauslait- teiston kalibrointiin olisi pitänyt kiinnittää enemmän huomiota.

Jotta videoanalyysissä olisi voitu tehdä luotettavia löydöksiä nilkan dorsifleksioliike- radasta juoksun tukivaiheen aikana, olisi juoksuvauhti pitänyt vakioida paremmin. Juoksua kuvannettaessa juoksija sai itse määrittää juoksuvauhdin omaa kilpailuvauh- tiaan vastaavaksi. Juoksuvauhdilla saattaa olla vaikutusta askeltiheyteen ja juoksu- tekniikkaan ja sitä kautta juoksun tukivaiheen aikaiseen alaraajan liikehallintaan. Vauhdin vakiointi olisi kuitenkin ollut haastavaa, sillä tutkimukseen osallistuneiden suomalais- ja kenialaisjuoksijoiden tasoerot olivat suuria. Jotta mittaustilanne olisi ollut mahdollisimman vakioitu, olisi alkuverryttelyn pitänyt noudattaa samaa proto- kollaa kaikilla juoksijoilla. Tutkimuksessa juoksijat saivat suorittaa sellaisen alkuver- ryyttelyn kuin tunsivat tarvitsevänsä.

## 11.5 Kulttuurierot ja kielimuuri

Juoksun kuvantamiseen liittyen esiintyi myös muita haasteita, joita opinnäytetyöntekijät eivät olleet osanneet odottaa. Tarkoituksena oli kuvantaa juoksua kengät jalassa, mutta osalla kenialaisista tutkimukseen osallistujista ei ollut tutkimukseen saapessaan mukanaan juoksuun sopivia jalkineita. Tutkimushenkilöitä tutkimukseen kutsuessaan opinnäytetyöntekijät painottivat tutkittaville, että mittaustilanteessa tulisi olla urheiluun sopivat jalkineet ja vaatetus. Opinnäytetyöntekijöitä jäi arveluttamaan, johtuiko sopimattomien jalkineiden valinta kielimuurista ja väärinymmärryksistä. Monet kenialaiset olivat hyvin kiitollisia mahdollisuudesta osallistua tutkimukseen ja kunnioittivat tutkimusta kutsumalla opinnäytetyöntekijät kotiinsa vieraisiksi ja pukeutumalla mittauksiin juhlavasti. Osalla oli päällään niin sanotusti pyhävaatteet. Siististä vaatetuksesta ei ollut haittaa liikkuvuus- ja liikehallintamittauksissa, koska vaatteet olivat kuitenkin joustavia. Joillekin kenialaisille tutkimushenkilöille opinnäytetyöntekijät lainasivat joustavimmat vaatteet mittauksen ajaksi.

Osa kenialaisten juoksun kuvantamisesta jouduttiin tekemään paljain jaloin, koska tutkimushenkilöillä ei ollut sopivia jalkineita mukanaan. Paljain jaloin tehdyt kuvantamiset eivät ole täysin vertailukelpoisia kengät jalassa kuvannettuihin suorituksiin. Opinnäytetyön tekijät pohtivat olisiko jalkineiden suhteen pitänyt olla tarkempi ja tiukempi. Osa tutkittavista kuitenkin saapuivat mittauksiin melko kaukaa, joten heidän jättämisensä tutkimuksen ulkopuolelle olisi ollut epäkohteliasta. Opinnäytetyön tekijät pyrkivät kunnioittamaan maan kulttuuria ja käytäntöjä.

## 11.6 Tulosten ja johtopäätösten hyödyntäminen

Kilpaurheilijat ja juoksun harrastajat voivat hyödyntää tutkimuksen tuloksia rasitusvammojen ennaltaehkäisyssä. Arend ym. (2017) mukaan viikoittainen ”ankle lunge test”:n seuranta voisi ennaltaehkäistä yleisurheilijoiden nilkkavammoja. Opinnäytetutkimuksessa saatujen tulosten perusteella juoksijoiden tulisi pyrkiä vähintään 8,3 cm tulokseen ”ankle lunge test”:ssä rasitusvammoille altistavien liikekontrollihäiriöiden ehkäisemiseksi. Tulosten perusteella opinnäytetyön tekijät suosittelevat juoksijoiden pyrkivän vähintään 21° dorsifleksioliikerataan ylemmässä nilkkanivelessä. ”Ankle lunge test” on hyvin yksinkertainen suorittaa ja siksi se soveltuu hyvin osaksi

juoksijan omaa säännöllistä seuranta ja harjoittelua. Juoksijoiden nilkkavammojen kuntoutustyössä tutkimuksen tuloksia voi hyödyntää motivointiin.

Tutkimukseen osallistuneet suomalaiset saivat omat testituloksensa harjoittelun tueksi. Halukkaat saivat myös juoksusta kuvatun videomateriaalin omaan käyttöönsä. Useat juoksijat sanoivat, että oman juoksun näkeminen videolta oli hyvin antoisaa ja mielenkiintoista. Mittaustilanteiden yhteydessä juoksua ja yhden jalan minikyykyn suoritusta tarkasteltiin yhdessä videolta ja joidenkin juoksijoiden kanssa pohdittiin mahdollisia kehityskohteita visuaalisen videopalautteen pohjalta. Lisäksi juoksijoille kerrottiin liikkuvuustesteillä tavoitelluista liikeradoista, joten halutessaan juoksijat voivat hyödyntää liikkuvuustestejä osana omaa harjoitteluaan ja lihaskireyksen seuranta.

### 11.7 Jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyöprosessin aikana opinnäytetyöntekijät saivat useita jatkokehitysideoita. Mielenkiintoinen tutkimuksen aihe olisi muun muassa liikehallinnan puutteiden vaikutukset juoksun taloudellisuuteen. Saattaa olla, että liikehallinnan ongelmat heikentävät juoksun taloudellisuutta, jos askel ei vie suoraviivaisesti eteenpäin. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin vain juoksun keskitukivaihetta. Olisi mielenkiintoista, jos vastaava tutkimusta tehtäisiin myös juoksusyklin muihin vaiheisiin liittyen. Toki opinnäytetyöntekijöitä jäi kiinnostamaan, myös millainen yhteys juoksun keskitukivaiheen aikaisella ylemmän nilkkanivelen dorsifleksioliikeradalla on juoksun keskitukivaiheen liikehallintaan. Kysymys oli opinnäytetyön tekijöiden mielenkiinnonkohteena, mutta siihen ei saatu tulosta. Tutkimusta voisi kehittää eteenpäin myös koostamalla liikehallinta- ja liikkuvuusoppaan juoksijoille avuksi omatoimiseen liikkuvuuksien ja liikehallinnan seurantaan ja harjoitteluun.

### 11.8 Loppusanat

Tätä opinnäytetyötä alkoivat tehdä kaksi kestävyysjuoksufanaatikkoa. Työn aihe syntyi uteliaisuudesta tietää, miksi kenialaiset kestävyysjuoksijat ovat maailman eliittiä. Kysymykseen ei ole löydetty ratkaisua, vaikka aiheeseen liittyen on tehty lukuisia tutkimuksia. Tiedonhankintaa tehdessään opinnäytetyöntekijät törmäsivät tutkimuk-

siin kenialaisten verenkierto- ja hengityselimistön toiminnoista, elintavoista ja jopa pohkeiden tilavuuksista ja nilkkojen ympärystä. Tässä opinnäytetyötutkimuksessa ei löydetty syytä kenialaisten paremmuuteen, mutta matka Keniaan avasi opinnäytetyöntekijöiden näkökulmaa.

Kuukausi Keniassa sai opinnäytetyöntekijät ymmärtämään, että yksi avaimista kenialaisten juoksumenestykseen on suuri juoksijoiden määrä. Opinnäytetyöntekijöille kerrottiin, että Itenin kylässä (jonka asukasluku on noin 42300) on yli 3000 kilpailevaa kestävyysjuoksijaa. Kenialaisen urheilun lajikirjo ei ole yhtä suuri kuin Suomessa ja urheilussa motivoivat eri tekijät. Elintason eroavaisuudet ovat yksi merkittävimmistä tekijöistä, jotka vaikuttavat urheilijoiden motivaatioon. Keniassa urheilijan on helpompaa keskittyä pelkkään urheiluun, sillä elinkustannukset ovat miltei olemattomat. Suomessa puolestaan urheilijan on useimmiten turvattava toimeentulonsa tekemällä töitä ja opiskelemalla ammattiin. Koska elintaso on Keniassa matala, juoksu tarjoaa uskottavan mahdollisuuden elintason nostamiseen. Esimerkiksi menestymisen yhdellä kansainvälisellä maratonilla tarjoaa toimeentulon kenialaiselle juoksijalle ja hänen perheelleen koko loppuelämäksi.

Kenialaiset juoksijat hyötyvät ihanteellisesta harjoitteluympäristöstä. Juoksijat asuvat vuoristossa yli 2000 m korkeudessa, harjoittelevat yhdessä ja tukevat toisiaan. Myös kenialaisten elintavat ovat hyvin urheilullisia, sillä korkean elintason tarjoamia epäterveellisiä hyödykkeitä (esimerkiksi roskaruoka, makeiset ja päihteet) ei ole varaa ostaa.

Opinnäytetyön tekijät jäävät mielenkiinnolla seuraamaan tulevia tutkimuksia aiheeseen liittyen.

## Lähteet

- Arend, M., Kalev, M. & Mäestu, J. 2017. Weekly ankle lunge test screening might help prevent ankle injuries. *British Journal of Sports Medicine*. Feb 2017, Vol 51(4) s. 287.
- Cheze, L. 2014. *Kinematic Analysis of Human Movement*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Crossley, KM., Zhang, WJ., Schache, AG., Bryant, A. & Cowan, SM. 2011. Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function. *PubMed*. NCBI. Viitattu 8.2.2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21335344>.

- Gilroy, A.M., MacPherson, B.R. & Ross, L.M. 2009. Atlas of Anatomy. Thieme. Stuttgart.
- Glaim, G.W. & McHugh, M.P. 1997. Flexibility and Its Effect on Sports Injury and Performance. Sports Med. 1997. Nov. 24 (5).
- Hansen, J.T. 2014. Netter's anatomy coloring book. Elsevier. Philadelphia.
- Häkkinen, K. Huippu-urheiluvalmennus. VK-Kustannus Oy. Lahti.
- Kalaja, S. 2016. Liikkuvuuden harjoittelu. Teoksessa Mero A., Nummela A., Kalaja S., Häkkinen, K. Huippu-urheiluvalmennus. VK-Kustannus Oy. Lahti.
- Kaltenborn, F.M. 2011. Manual Mobilisation of the Joints -The Extremities. OPTP. Minneapolis.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Liikuntatieteellinen seura ry. Tampere
- Konor, M., Morton, S., Eckerson, J. & Grindstaff, T. 2012. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. Viitattu 21.7.2017.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3362988/>.
- Larsen, H.B. & Sheel, A.W. 2015. The Kenyan Runners. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.
- Liite Ry. 1998. Kuntotestauksen perusteet. Helsinki.
- Magee, D. 2014. Orthopedic Physical Assessment. Elsevier. St. Louis
- Norkin, C.C. & White, D.J. 1995. Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry. F. A. Davis company. Philadelphia.
- Novacheck, T. 1998. The biomechanics of running. Teoksessa Gait and posture. Elsevier. Minnesota. USA.
- Palastanga, N., Field, D. & Soames, R. 2006. Anatomy and Human Movement: Structure and Function. Elsevier.
- Peltokallio, P. 2003. Tyypilliset urheiluvammat –Osa 1. Medipel Oy. Vammala.
- Saarikoski, R., Stolt, M. & Liukkonen, I. 2012. Liikeketju. Terveyskirjasto, Duodecim. Viitattu 17.7.2017.  
[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=jal00030](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=jal00030).
- Van Mechelem, W. 1992. Running Injuries. A Review of the Epidemiological Literature. University of Amsterdam. Sports Medicine. Vol. 14. Issue 5.
- Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus
- [www.kinovea.org](http://www.kinovea.org). N.d.
- Ylinen, J. 2010. Venytystekniikat –Lihas-jännestesysteemi. Medirehabook kustannus Oy. Muurame.



## Liitteet

### Liite 1. Tutkimuksen saatekirje (Suomi)

Hyvä juoksija,

Opiskelemme Jyväskylän Ammattikorkeakoulussa fysioterapian koulutusohjelmassa. Teemme opinnäytetyötutkielmaa juoksijoiden nilkan toimintaan liittyen. Pyydämme sinua osallistumaan tutkimukseemme. Osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja voit halutessasi jättäytyä pois missä tahansa tutkimuksen vaiheessa.

Opinnäytetyön aihe on nilkan liikkuvuuden ja pohkeen elastisuuden eroavaisuudet kansainvälisen tason kenialaisjuoksijoiden ja Suomen huippujuoksijoiden välillä. Näillä anatomisilla ominaisuuksilla on vaikutusta kestävyysjuoksun taloudellisuuteen ja siten myös suorituskykyyn. Työn tavoitteena on tuottaa viitearvoja, joita voidaan hyödyntää urheilufysioterapiassa ja valmennuksessa, jotta harjoittelu olisi mahdollisimman tehokasta myös nilkan toiminnan osalta.

Tutkimuksessa arvioidaan nilkkanivelen liikkuvuutta ja pohkeen toimintaa kahdella eri mittarilla. Tämän lisäksi testejä suoritetaan taustamuuttujiin, eli alaraajojen lihas-kireyksiin ja liikehallintaan liittyen. Testien suorittaminen vie noin 30 minuuttia. Testit suoritetaan kevyenä harjoituspäivänä kevyen lenkin jälkeen.

Testiprotokolla:

1. Yhdenjalan minikyykky
2. Ankle lunge test
3. Ylemmän nilkkanivelen aktiivisen liikkuvuuden mittaaminen
4. Thomas test
5. 90–90 test
6. Ely's test
7. Juoksun kuvantaminen

Mittausten suoritusajankohta sovitaan erikseen ja tutkimukseen osallistuminen vaatii tutkittavalta ainoastaan mittauksiin osallistumisen. Tutkittavat saavat halutessaan omat mittaustuloksensa ja kokonaisen lopputyön luettavakseen. Mittaustuloksia käsitellään luottamuksellisesti.

Kiitos etukäteen yhteistyöstä! Terveisin,

Katri Niemistö ja Henri Manninen

## Liite 2. Tutkimussuostumus (Suomi)

### Suostumus

Minua on pyydetty osallistumaan tutkimukseen, jossa vertaillaan kansainvälisen tason kenialaisjuoksijoiden ja Suomen juoksijoiden parhaimmiston nilkan liikkuvuuksia ja pohkeen toimintaa.

Olen lukenut saatekirjeen ja ymmärrän tutkimuksen sisällön, mittausten suorituksen ja tietojen keräämisen, sekä käsittelyn luotettavuuden. Olen saanut mahdollisuuden esittää kysymyksiä tutkimukseen liittyen ja kysymyksiini on vastattu. Selvitykset antoi Henri / Katri (ympyröi).

Ymmärrän kyseiseen tutkimukseen osallistumisen olevan vapaaehtoista.

Voin milloin tahansa tutkimuksen aikana keskeyttää tutkimukseen osallistuminen tai peruuttaa suostumukseni tutkimukseen.

**Allekirjoituksellani vahvistan, että osallistun tutkimukseen ja suostun vapaaehtoisesti tutkittavaksi. Annan luvan mittausten suorittamiseen ja niiden tulosten analysointiin. Annan myös luvan hyödyntää mittaustuloksiani tutkimusmateriaalina.**

---

*Allekirjoitus*

---

*Päiväys*

---

*Nimen selvennys*

---

*Syntymäaika tai  
henkilötunnus*

Liite 3. Tutkimuksen saatekirje (Swahili)

Barua ya Jalada Mwanariadha Mpendwa,

Sisi ni wanafunzi wa physiotherapia kutoka Chuo Kikuu cha Jyväskylä ya Sayansi yaani JAMK. Tunafanya utafiti kuhusu kifundo cha mguu cha wakimbaji.

Wazo kuu la utafiti huu ni kulinganisha uhamaji wa kifundo cha mguu, unyooshaji na udhibiti wa kinetic kati ya wakimbizi wa Kenya na Kifini. Lengo la utafiti ni kupata maadili ya kumbukumbu kuhusu uhamaji wa kifundo cha mguu na ambao unaweza kutumika katika kufundisha michezo na physiotherapia ya michezo.

Itifaki ya utafiti huu inajumuisha mitihani wa vipimo vya uhamaji wa kifundo cha mguu na udhibiti wa harakati na kuchukua filamu kuhusu mbinu ya kukimbia Muda wa mitihani itachukua dakika thelathini. Matokeo ya mtihani ni ya siri kabisa.

Asante sana kwa kushirikiana nasi!

Katri Niemistö na Henri Manninen

#### Liite 4. Tutkimussuostumus (Swahili)

##### Idhini ya Ridhaa

Nimeulizwa kushiriki katika utafiti kuhusu kifundo cha mguu cha wakimbiaji na tofauti za udhibiti wa harakati kati ya wakimbizi wa Kenya na Kifini.

Nimesoma barua ya jalada cha utafiti huu na ninaelewa yaliyomo katika utafiti huu na sheria zinazoambatana. Matokeo yangu yote ya utafiti hii ni ya siri. Nimekuwa na nafasi ya kuuliza maswali kuhusu utafiti na maswali yangu yote yamejibiwa.

Ninaelewa kwamba ushiriki ni kwa hiari. Ninaweza kuacha kushiriki katika utafiti wakati wowote.

Kwa kutia saina hati hii ninakubali kushiriki katika utafiti huu. Ninatoa idhini ya kwamba matokeo yangu yataweza kuchambuliwa na matokeo kuweza kutumiwa kama vifaa vya mafunzo.

---

Sahihi

---

Tarehe

Liite 5. Tutkimuksen saatekirje (Englanti)

Dear Runner,

We are physiotherapy students from University of Applied Sciences of Jyväskylä, JAMK. We are working on a study about runners' ankle mobility.

The main idea of the study is to compare ankle mobility, elasticity and kinetic control between Kenyan and Finnish runners. The aim of the study is to produce reference values about ankle mobility that can be used in running coaching and sports physiotherapy.

The test protocol includes ankle mobility and movement control tests and filming running technique. The test takes approximately 30minutes. The test results are completely confidential.

Thank you for co-operation!

Best regards Katri Niemistö and Henri Manninen

## Liite 6. Tutkimussuostumus (Englanti)

### Consent

I have been asked to participate to a study about runners' ankle mobility and movement control differences between Kenyan and Finnish runners.

I have read the cover letter of the study and I understand the contents of the study and the test protocol. All my test results are confidential. I have had a chance to ask questions about the study and my questions have been answered.

I understand that participation is voluntary. I can stop participating to the research at any point.

By signing this document I agree to participate to the study. I give permission to analyze and use my test results as study material.

---

Signature

---

Date

## Liite 7. Mittauslomake

Mittauslomake	Sarake1	Sarake2	Sarake3	Sarake4	Sarake5	Sarake6	Sarake7
<u>Yhdenjalan minikyky 30 astetta</u>					Huomiot		
Trendelenburgin oire							
Polvilinja							
Lantion kallistus							
Jalkaterän asento							
<u>Passiivinen nilkan liikkuvuus seinäävasten</u>					Huomiot		
Oik. cm seinästä							
Oik. nilkkakulma							
Vas. Cm seinästä							
Vas. Nilkkakulma							
<u>Aktiivinen nilkan liikkuvuus</u>					Huomiot	Kulmamuuutos	
Oik lähtökulma							
Oik dorsifleksio							
Oik plantaarifleksio							
Vas. Lähtökulma							
Vas. Dorsiflex							
Vas. Plantaariflex							
<u>Juoksu</u>							
Nilkan dorsifleksio heilahdusvaiheen lopussa							
Nilkan dorsifleksio ponnistusvaiheessa							
<u>Liikkuvuus</u>							
Thomas							
90-90							
Ely							