

Matti Kyllönen & Jukka Matinen

NIVELTEN PASSIIVISTEN LIIKELAA- JUUKSIEN JA LIHASTEN TOIMINNAL- LISTEN PITUUKSIEN YHTEYS PIKA- JUOKSUN MEKANIikkaAN, NOPEUS- VOIMAOMINAISUUKSIIN JA JUOKSUN RENTOUTEEN

Opinnäytetyö

NAPRAPATIAN KOULUTUSOHJELMA



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Matti Kyllönen Jukka Matinen	Naprapaatti AMK	Toukokuu 2016
Opinnäytetyön nimi		
Nivelten passiivisten liikelaajuuksien ja lihasten toiminnallisten pituuksien yhteys pikajuoksun mekaniikkaan, nopeusvoimaominaisuuksiin ja juoksun rentouteen		49 sivua 5 liitesivua
Toimeksiantaja		
Haverinen Marko, Tutkimuspäällikkö, Varalan Urheiluopisto.		
Ohjaaja		
Frilander-Paavilainen Eeva-Liisa, Yliopettaja, KT.		
Koski Petteri, luennoitsija. D.N.		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia nivelliikkuvuuksien ja lihasten toiminnallisten pituuksien merkitystä pikajuoksun mekaniikkaan, nopeusvoimaominaisuuksiin ja juoksun rentouteen. Vaikka pikajuoksu on maailman suosituimpia lajeja, tutkimustyötä tämän kaltaisesta korrelaatiosta ei ole tehty. Testit tehtiin sm-tason 7-ottelijoilla Tampereella ja Hämeenlinnassa keväällä 2015. Tutkimuksessa yhdistettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun naprapatian opiskelijoiden tekemät nivelliikkuvuus-, sekä lihasten toiminnallisten pituuksien ja Jyväskylän liikuntatieteellisessä tiedekunnassa opiskelevien tekemät pikajuoksun mekaniikkaa, nopeusvoimaominaisuuksia ja juoksun rentoutta mittaavat testit.</p>		
<p>Tämä tutkimus tehtiin kvantitatiivisella tutkimusmenetelmällä ja mittausten luotettavuus huomioitiin luomalla testipatteristo testausmetodeista ja mittalaitteista, joita käytetään maailmanlaajuisesti ja joista on olemassa luotettavaa tutkittua tietoa. Mittauslaitteina käytettiin goniometriä, myrinin goniometriä sekä mittanauhaa. Testattavia oli 7 henkilöä ja korrelaatioiden tutkimisessa käytettiin SPSS-ohjelmaa.</p>		
<p>Lonkan fleksiolla, polven ekstensiolla ja m. rectus femoriilla havaittiin olevan yhteys juoksun mekaniikkaan maksiminopeuden vaiheessa ja nilkan dorsifleksiolla olevan yhteys alaraajojen nopeusvoimaominaisuuksiin. Nilkan plantaarifleksiolla ja m. gastrocnemiuksella oli yhteys juoksun rentouteen maksiminopeuden vaiheessa.</p>		
<p>Opinnäytetyön tutkimustulokset sopivat hyvin tulevien tutkimusten aihepiirien kartoittamiseen. Tutkimusaiheen laajuuden ja pienen tutkimusryhmän takia tutkimustulokset ovat suuntaa antavia. Lisätutkimuksia aiheesta tulisi tehdä tulevaisuudessa.</p>		
Asiasanat		
nivelliikkuvuudet, lihasten toiminnalliset pituudet, pikajuoksu, mekaniikka, voimanopeusominaisuudet, juoksun rentous		

Author (authors)	Degree	Time
Matti Kyllönen Jukka Matinen	Bachelor of Naprathopathy	May 2016
Thesis Title		
The Influence of Joint Range of Motion and Functional Muscle Length Between Sprinting Mechanics, Explosive Power Quality and Relaxation During Running		49 pages 5 pages of appendices
Commissioned by		
Marko Haverinen, Director of Testing Lab at Varala Sports Institute.		
Supervisor		
Frilander-Paavilainen Eeva-Liisa, Principal Lecturer, PhD. Koski Petteri, Lecturer, Naprathopathy D.N.		
Abstract		
<p>The purpose of this study was to explore the influence of joint range of motion and functional muscle length between sprinting mechanics, explosive power quality and relaxation during running. Even though sprint running is one of the most popular sports in the world, studies about correlations between these qualities have not been done. Tests were conducted with top Finnish heptathlon athletes in Tampere and Hämeenlinna in the spring of 2015. This study combined the joint range of motion and functional muscle length test results conducted by naprathopathy students at Kymenlaakso University of Applied Sciences and the sprinting mechanics, explosive power quality and relaxation of running test results conducted by students of University of Jyväskylä, Faculty of Sport and Health.</p> <p>This study was made by the quantitative research method, and the tests are standardized and used widely all over the world. Measurement devices were goniometers and a measuring tape. The tests included 7 athletes, and correlations between tests were analyzed with the SPSS software.</p> <p>Hip flexion, knee extension and the functional length of m. rectus femoris were demonstrated to have connections with the mechanics of sprint running in the phase of maximum speed, and ankle dorsiflexion had a connection with explosive power qualities. Plantar flexion of the ankle and the functional length of m. gastrocnemius had connections with relaxation during running in the phase of maximum speed.</p> <p>The results of this study are well suitable as a base study for future studies. Due to the extensive topic and small study group, the study is mainly directional. Therefore, affirmative conclusions cannot be made and further studies should be conducted in the future.</p>		
Keywords		
joint range of motions, functional muscle lengths, sprinting, mechanics, explosive power qualities, relaxation during running		

SISÄLLYS

1	TAUSTA JA TARKOITUS.....	6
2	ANATOMIA.....	7
2.1	Nivelen anatomia.....	7
2.2	Lihaksen anatomia.....	7
3	LIKKUVUUS.....	8
3.1	Aktiivinen ja passiivinen liikkuvuus.....	9
3.2	Nivelen ja lihaksen eri osien vaikutus liikkuvuuteen.....	9
3.3	Fysiologisten tekijöiden vaikutus liikkuvuuteen.....	11
3.4	Psykologiset tekijät.....	12
3.4	Muut liikkuvuuteen vaikuttavat tekijät.....	13
4	JUOKSUN BIOMEKANIikka.....	13
5	OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	16
6	MITTAUSTEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	16
6.1	KVANTITATIIVINEN TUTKIMUS.....	16
6.2	KOHDERYHMÄ JA OTANTA.....	17
6.3	AINEISTON KERUU.....	17
6.4	LUOTETTAVUUSTEKIJÄT.....	18
7	LIKKUVUUDEN MITTAAMINEN.....	19
7.1	Liikkuvuuden mittaamiseen käytettävät laitteet ja mittarit.....	19
8	LIKKUVUUTTA MITTAAVAT TESTIT.....	20
8.1	Rinta- ja lannerangan liikkuvuustestit.....	20
8.2	Lonkan liikkuvuustestit.....	23
8.3	Polven liikkuvuustestit.....	25
8.4	Nilkan liikkuvuustestit.....	26
8.5	Lihaksien toiminnallisia pituuksia mittaavat testit ja lihasten toiminnalliset pituudet	
	28	
9	JUOKSUN BIOMEKANIikka MITTAAVAT TESTIT.....	31
10	AINEISTON KÄSITTELY JA ANALYYSI.....	31
11	TULOKSET.....	33

11.1	TULOKSET – TUTKIMUS 1.....	33
11.2	TULOKSET – TUTKIMUS 2.....	41
11.3	TULOKSET – TUTKIMUKSET 1 ja 2.....	42
12	POHDINTA	45
12.1	Luotettavuuden toteutuminen	45
12.2	Tulosten analyysi	46
	LÄHTEET.....	49

LIITTEET

Liite 1. Mittausten testilomake

Liite 2. Tutkimus 2:n testit

1 TAUSTA JA TARKOITUS

Jo antiikin kreikassa kilpailtiin siitä, kuka oli nopein juoksija lyhyillä juoksumatkoilla. Sieltä tähän päivään asti ihmisiä on kiinnostanut, kuka on nopein ja kuinka suurta vauhtia ihminen pystyy juoksemaan. Yleisurheilu on yksi maailman suosituimmista ja seuratuimmista urheilulajeista. Lontoon 2012 olympialaisia katsoi televisioista yhteensä 3,6 miljardia ihmistä, mikä on yli puolet koko maapallon väestöstä. Pikajuoksua pidetään yleisesti yleisurheilun kuninkuuslajeina ja miesten 100 m juoksu onkin arvokisojen odotetuin ja seuratuin tapahtuma.

Pikajuoksuna pidetään ulkoradoilla 100 m, 200 m ja 400 m matkoja. Sisäradoilla kilpaillaan myös 60 m matkalla. Seitsenottelussa juoksumatkoina ovat 100 m aidat, 200 m ja 800 m. Tämän tutkimuksen tutkimusryhmä koostuikin Seitsenottelun sm-tason kilpailijoista.

Juoksun biomekaniikkaa on tutkittu jo pitkään, mutta tutkimusta, jossa juoksun biomekaniikan muutoksia korreloidaan nivelten liikkuvuuksiin ja lihasten toiminnallisiin pituuksiin ei ole aiemmin tehty ja tähän tämä opinnäytetyö keskittyy. Aiempien juoksun biomekaniikkaa käsittelevien tutkimusten pohjalta pyrimme luomaan teoreettisen pohjan tärkeimpiin fysiologisiin seikkoihin, liikkuvuuteen ja juoksun biomekaniikkaan, joiden pohjalta teemme tutkimuksemme.

Tämä opinnäytetyö koostuu kahdesta tutkimuksesta. Tutkimus 1 on naprapatian opiskelijoiden tekemä, ja se pitää sisällään nivelten liikkuvuuksia ja lihasten toiminnallisia pituuksia mittaavat testit. Tutkimus 2 on tehty Jyväskylän liikuntatieteellisessä tiedekunnassa, ja se pitää sisällään älypuvun avulla tehdyt nopeusvoimaominaisuuksia, juoksun mekaniikkaa, sekä juoksun rentoutta mittaavat testit. Tutkimusta 1 ja tutkimusta 2 keskenään korreloimalla selvitimme, miten nivelten liikkuvuudet ja lihasten toiminnalliset pituudet ovat yhteydessä juoksun yllämainittuihin pikajuoksun ominaisuuksiin. Molemmissa tutkimuksissa oli käytössä sama ryhmä sm-tason 7-ottelijoita.

2 ANATOMIA

2.1 Nivelen anatomia

Nivelet sijaitsevat kahden eri luun välillä liitoksena. Nivelet voidaan jakaa sidekudos-, rusto- ja synoviaaliliitoksiin (Gray's anatomy 2008, 97 – 99). Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan synoviaaliliitoksien liikettä alaraajoissa.

Nivelet voidaan jaotella sarana-, tappi-, kierto-sarana-, ellipsoidi-, satula- ja palloniveliin (Kauranen 2010, 48 – 49).

Nivelen ympärillä on nivelpussi, jossa sijaitsee luontaisesti sidekudoksia rakenteita nivelen stabiloimiseksi ja usein myös joko eksternaalisesti tai internaalisesti nivelen liikettä rajoittavia nivelsiteitä. Luiden suojana on rustokudos, jonka paksuuden ja lujuuden määrittää nivelkohtaisesti käyttötarpeen mukainen rakenne. Rustojen välisen kontaktin minimoimiseksi nivel sisältää nivelnestettä, synoviaalimestettä, joka toimii liukasteena nivelpintojen välisen liikkeen mahdollisimman vähäisen kitkan saavuttamiseksi.

Rustokudos koostuu hyaliinirustosta, joka on kovapintaista, hieman joustavaa, liukupintaista, nivelnesteen avulla vähäkitkaista kudosta, jonka tarkoituksena on sallia nivelen mahdollisimman hyvälaatuinen liike suojaten luukudoksia. (Gray's anatomy 2008, 99; Palastanga 1994, 20).

2.2 Lihaksen anatomia

Lihakset jaotellaan rakenteellisten ja fysiologisten ominaisuuksien pohjalta poikkijuovaiseen-, sileään- tai sydänlihaskudokseen (Kauranen 2010, 112).

Tässä tutkimuksessa tutkitaan poikkijuovaisten lihasten vaikutuksia.

Luusto- tai luurankolihakset rakentuvat lihassykimpuista (fasciculus), jotka muodostuvat lihassyistä (lihassolu). Lihaskudoksen perusyksikkö, lihassy, rakentuu lihassäikeistä (myofibrilla) ja lihassäikeet koostuu lihasfilamenteista (myofilamentum). Nämä lihakset suorittavat hermoston ohjaamana lihassupistuksen, jonka vaikutuksesta liike tapahtuu lähentämällä luita toisiinsa nähden. Lihakset kiinnittyvät kahden eri luun välillä joko yhden tai useamman nivelen yli jänteellä. Jänteen tehtävänä on välittää lihaksen voima luhin sekä antaa

jänne-lihasjännekompleksille venyvyyttä ja elastisuutta. (Kauranen 2010, 113 – 15.)

3 LIIKKUVUUS

Liikkuvuus ominaisuutena on vuorovaikutuksessa monen eri motorisen ominaisuuden kanssa. Ihmisen liikkumismahdollisuudet perustuvat ruumiin passiivisten ja aktiivisten osien yhteistyöhön. Passiivisilla osilla tarkoitetaan luustoa, rustoja ja sidekudoksia ja lihakset muodostavat aktiivisen osan. Teos esittää liikkuvuuden määräytyvän nivelen, lihaksen, jänteen, nivelsiteiden ja neurofysiologisten ohjausprosessien mukaan. Neurofysiologisia ohjausprosesseja voitaneen pitää aktiivisina osina ja lihaksia, sekä jännettä passiivisina osina. Kirjallisuudessa liikkuvuuteen vaikuttavat tekijät jaetaan yleisesti anatomisiin, fysiologisiin, psykologisiin ja muihin tekijöihin, jotka eivät selkeästi kuulu mihinkään edellä mainituista. (Kausto 1993, 17.) Liikkuvuudessa voi olla suuriakin yksilöllisiä eroja riippuen iästä, sukupuolesta, kehon rakenteesta, ammatista, harrastuksista, kulttuuritekijöistä sekä onko kyse aktiivisesta vai passiivisesta liikkuvuudesta (Norkin 2009, 12; Kauranen 2010, 25).

Alan kirjallisuudessa liikkuvuus on määritelty monella eri tavalla rajauksesta riippuen. Kausto mainitsee määritelmän perusteella liikkuvuuden jaettavan joko suppeisiin tai laajoihin määritelmiin rajauksesta riippuen. Liikkuvuuden mittana yleisesti käytetään määritelmästä riippumatta tietyn nivelen maksimaalista liikelaajuutta. Liikkuvuutta mitataan lineaarisina mittoina tai nivelkulmina. Suppeat liikkuvuuden määritelmät rajaavat nivelien liikkuvuuksien mekaanisten tekijöiden mukaan rakenteesta johtuen. Laajassa määritelmässä liikkuvuuteen otetaan mukaan nivelen rakenteen lisäksi lihasfysiologiasta ja neurofysiologiasta koostuvat rakenteet ja toiminnot. (Kausto 1993, 2.)

Arkikielessä liikkuvuuden synonyymeinä käytetään usein termejä notkeus, elastisuus, venymiskyky ja nivelliikkuvuus. Maehl esittää Kauston teoksessa termistön selventämiseksi käytettävän liikkuvuutta yläkäsitteenä ja nivelliikkuvuus, sekä venyvyys käytettävän alakäsitteenä (Kausto 1994, 2 – 3). Tämän opinnäytetyön tekemisessä käytetään Maehlin esittämää liikkuvuuden jaottelea: nivelliikkuvuus ja venyvyys eli lihasten toiminnalliset pituudet.

Artrokinematiikalla tarkoitetaan nivelpintojen liikettä toisiinsa nähden. Näiden liikkuvuuksien tutkiminen on vaikeaa, koska liikkeen määrä on hyvin pieni ja

näin ollen sitä ei voi mitata goniometrillä.

Osteokinematiikalla tarkoitetaan luiden liikettä kolmeen päätasoon nähden: sagittaali-, frontaali- ja horisontaalitasoon. (Norkin & White 2009, 4 – 5.)

3.1 Aktiivinen ja passiivinen liikkuvuus

Suoritustavasta riippuen liikkuvuus jaetaan aktiivisiin -, passiivisiin -, sekä liukumisliikkeisiin. Aktiivinen liikkuvuus määräytyy nivelen ympärillä olevien lihasryhmien voiman avulla saavutetun liikelaajuuden mukaan. Aktiivisessa liikkuvuudessa on siis kyse nivelliikkuvuudesta joka saavutetaan agonistilihasten supistumisella ja antagonistilihasten samanaikaisella venymisellä ilman ulkoisen voiman tai painovoiman vaikutusta. Passiivinen liikkuvuus vastaa nivelen anatomista rakennetta ja määräytyy ulkoisten voimien aikaansaaman liikelaajuuden mukaan. Liikelaajuus saadaan aikaan joko itse muita kuin primääristi niveltä liikuttavien lihasten avustuksella tai toisen henkilön avustamana. Passiivisen liikkuvuuden arvot ovat aina suurempia kuin aktiivisen liikkuvuuden arvot ja niiden välille jäävää erotusta kutsutaan liikkuvuusreserviksi. Liukumisliikkeet ovat kontrolloimattomia nivelen normaaleja liikkeitä liikkumisen aikana. Liukumisliike tapahtuu vastuksen kohdistuessa niveleen tai niveltä passiivisesti mobilisoidessa. (Kauranen 2010, 24 – 25; Kausto 1993, 4.)

Aktiivisella liikkuvuudella voidaan tarkastella tutkittavan halua liikkua, koordinaatiokykyä, lihasvoimaa ja nivelliikkuvuutta. Passiivisella liikkuvuudella saadaan informaatiota nivelpintojen liikkeestä, nivelkapselistä, niveltä ympäröivistä nivelsiteistä, lihaksista, fasciasta ja ihosta. (Norkin & White 2009, 8.)

3.2 Nivelen ja lihaksen eri osien vaikutus liikkuvuuteen

Nivelen liikkuvuuteen vaikuttaa suurimmaksi osaksi perintötekijät, joista johdun luustollinen rakenne, vastakkaisten nivelpintojen välinen yhteensopivuus sekä muoto, etenkin vastakkaisten rustopintojen muoto on jokaisella yksilöllisiä ja pääosin synnyttäisiä. Myös se, miten niveltä rasitetaan, muokkaa nivelen muotoa. Nivelen hyvän liikkuvuuden edellytyksenä on vastakkaisten nivelpintojen hyvä liikkuvuus, joka on mahdollista silloin, kun vastakkaiset nivelpinnat ovat toisiinsa nähden yhteensopivia. Liikkuvimmilla nivelillä, kuten olkanivelessä, nivel on pallomainen, jolloin liikkuminen on mahdollista kolmessa avaruussuunnassa, tätä kutsutaan kolmiakseliseksi niveleksi. Mikäli liikkumi-

nen on mahdollista vain kahdessa avaruussuunnassa, tätä kutsutaan kaksiakseliseksi. Nivelen akselien määrä ei kerro nivelen liikelaajuudesta, vaan ainoastaan kuinka moneen suuntaan nivelen liike on mahdollista. Nivelen liikkeeseen vaikuttavat myös lihasten ja nivelen rakenteen lisäksi nivelkapselit ja nivelsiteet. Liikelaajuus määräytyy pitkälti nivelsiteiden järjestyksen ja nivelkapselin leveyden mukaan. Näiden yksilöllisten rakenteiden tehtävä ei ole ainoastaan liikkeen aikaansaaminen vaan nivelen tukeminen ja liiallisen liikkeen estäminen. Nivelsiteiden rakenne on luja, ja ne ovat rajoitetusti venymiskykyisiä, tästä syystä nivelen liikelaajuuteen vaikuttaa nivelkapselin venymiskyvyn lisääntyminen. (Kausto 1993, 23 – 25.)

Nivelsiteiden pääasiallisen rakennusaineen ollessa tyyppi-1 -kollageenia riippuu nivelsiteiden vetolujuus kollageenisäikeiden paksuudesta, pituudesta ja yhdensuuntaisuudesta. Kollageeni on taipuisaa, mutta venyvyys vähäistä. Nivelside katkeaa totaalisesti, kun se on venynyt noin 8 % lepopituudestaan. Nivelen yliliikkuvuutta voi aiheuttaa tyyppi-1 -kollageenin geenivirhe, jolloin nivelside ei rajoita nivelen liikettä vaan sallii normaalin liikeradan ylittävän liikkeen. (Kauranen 2010, 52 – 53.)

Rustokudos voi rikkoutua joko äkillisen trauman seurauksena tai degeneratiivisen prosessin seurauksena. Kovan niveleen kohdistuvan iskun tai painevaikutuksen seurauksena nivelpinnalta voi irrota rustokudoksen palasia. Tästä voi aiheutua nivelen lukkiutumista liikettä rajoittaen, kun rustosta irtoava osa jää nivelpintojen väliin. Nivelrikon seurauksena rustokudos ohenee merkittävästi ja sen alainen luukudos tiivistyy muuttaen muotoaan. Nivelen reunoille usein syntyy rustokudoksen puuttuessa osteofyyttejä, jotka rajoittavat yleensä voimakkaasti nivelen liikeratoja. (Kauranen 2010, 50 – 51.)

Liikkuvuuteen vaikuttavat geneettiset tekijät, jotka muodostavat pohjan sidekudosten venyvyydelle. Ne vaikuttavat liikkuvuuteen usealla tavalla kuten sidekudoksen rakenteeseen, koostumukseen, kokoon ja muotoon, kuten myös nivelpintojen kokoon ja muotoon. Nivelen liikkuvuuteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin. Sisäisiin tekijöihin kuuluvat nivelkapseli, luisien rakenteiden muoto nivelessä sekä niitä suojaava rustokerros. Joissain nivelissä sisäisinä rakenteina on myös jänne (esim. olkanivelessä hauislihaksen

jänne), syyrustoinen nivellevy (esim. leukanivel), nivelkierukoita sekä nivelsiteitä (esim. ristsiteet polvinivelessä). (Ylinen 2010, 16 – 17.) Nivelen liikelaajuus määräytyy voimakkaasti nivelen rakenteesta, joka yksilöiden välillä voi vaihdella suurestikin. Erityisesti passiivinen liikkuvuus määräytyy nivelen rakenteen mukaisesti ja vastaa nivelen anatomista rakennetta liikelaajuudessaan. Ennen kaikkea nivelen liikkeeseen vaikuttavat vastakkaisten nivelpintojen muoto ja niveltä tukevat nivelsiteet, lihakset sekä nivelkapseli. Nivelessä tapahtuva liike on joko liukumista tai ”rullaamista” nivelpintojen välillä. (Kausto 1993, 22; Palastanga 1994, 20.)

Lihaksen rakenteen vaikutus liikkuvuuteen on epäselvää. Lihaksen vaikutukset nivelen liikelaajuuteen voivat olla mekaanisia tai lihaksen fysiologisesta toiminnasta johtuvia. Lihaksen suuren pinta-alan vaikutus on minimaalinen, jos ollenkaan, nivelen liikkeeseen. Liikkuvuuteen vaikuttavia fysiologisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi lihaksen sisäinen kitka ja lihaksessa kulloinkin vaikuttava tonus. Tonuksella tarkoitetaan lihaksen jatkuvaa heikkoa supistustilaa, jota vaaditaan esimerkiksi selän ja vatsan lihaksissa pystyasennon säilyttämiseksi. Nivelen aktiivinen liikkuvuus vaatii niveltä ympäröivien lihasten voimalla saavutetun liikkeen. (Kausto 1993, 17 - 18.)

Lihaksen venyttämisen ja sen vaikutusmekanismi nivelen liikkeeseen on epäselvää, joskin akuutti vaste lihasvenytykseen ja nivelen suurempaan liikkeeseen selitetään neurofysiologisilla ja mekaanisilla tekijöillä. Venytys mahdollisesti vaikuttaa inhiboivasti refleksien toimintaan ja täten parantaa nivelliikkuvuutta. (Magnusson, Simonsen, Aagaard, Sorensen & Kjaer, 1996.)

3.3 Fysiologisten tekijöiden vaikutus liikkuvuuteen

Hermosto jakautuu itsenäisesti toimivaan autonomiseen hermostoon ja tahdonalaiseen somaattiseen hermostoon. Somaattinen hermosto muodostuu aivojen ja selkäytimen osalta keskushermostoon, sekä selkäydinhermoston muodostama ääreishermosto. (Kauranen 2010, 55.)

Lihaksen kulloinenkin tila vaihtelee tilanteesta riippuen. Lihaksen tila määräytyy pitkälti keskushermoston johdosta. Tällä tarkoitetaan aivojen, hermosolujen ja lihasten yhteistyötä, jota keskushermosto säätelee. Lihaksissa sijaitsee runsaasti tuntoelimiä, jotka reagoivat lihaksen tilassa tapahtuviin ulkoisiin muutoksiin, kuten esimerkiksi passiiviseen venytykseen. Yksi tärkeimmistä

muutoksia aistivista elimistä ovat lihassukkulat, jotka ovat venytyksen määrää aistivia reseptoreja. Lihassukkuloilla on myös lihasta suojaava tehtävä. Mitä enemmän lihasta venytetään, sitä tiheämmin lihassukkulat lähettävät ärsykeitä keskushermostolle. Kun tietty raja lihaksen venytyksessä ylitetään, venytettävä lihas ja mahdollisesti myös synergistilihakset supistuvat keskushermoston säätelyn käskystä. (Kausto 1993, 19 - 21.)

Liikkuvuuteen vaikuttavina fysiologisina tekijöinä voidaan pitää niveleen vaikuttavan lihas-hermojärjestelmän toimintaa (Kausto 1993, 17). Mohr ym. osoittivat EMG-kokeilla staattisen venyttelyn aiheuttavan vähäistä lihasaktivaatiota, osoittaen venytykseen liittyvän myös neuraalista säätelyä (Mohr, Pink, Elsner & Kvitne, 1998).

Nivelpussin seinämissä ja nivelsiteissä olevat Ruffini-tyyppiset hermopäätteet välittävät tietoa nivelkapselin venytyksestä ja samalla nivelen asennoista ja liikkeistä. Nivelpussin syvemmissä osissa olevat Vater-Pacini-tyyppiset päätteet myös reagoivat liikkeeseen ja paineen muutoksiin. Nivelpussin sisä- ja ulkopinnalla sijaitsevat Golgin jänne-elinten kaltaiset sensorit aiheuttavat refleksikaaren kautta lihasaktivaation laskua nivelkapselin ylivenytyessä. Golgin jänne-elimen tarkoituksena on estää lihaksen tai jänteen vauriota. (Kauranen 2010, 48; Kraemer & Fleck 2004, 61.)

3.4 Psykologiset tekijät

Lihaskontraktiivisuus on pitkälti erilaisten neurofysiologisten ohjausprosessien kontrolloima. Kauston mukaan psykologisista syistä johtuvien kuntokoordinaatiivisten tekijöiden toteutuminen tai hyödyntäminen olevan riippuvaista erilaisista psyykkisistä tekijöistä kuten tahto, motivaatio, itseluottamus, halu, ilo, aggressio, tunteet ja temperamentti. Lihaskontraktiivisuus, psyykkinen jännitys ja vegetatiivinen hermosto toimivat yhteistyössä vaikuttaen toisiinsa. Voimakas psyykkinen jännitys voi kovettaa lihasta tai heikentää sen rentoutumiskykyä ja täten vaikuttaa liikkuvuuteen. Kauston teoksen mukaan myös sopiva jännitys, kuten starttikuumee voi lisätä lihaksen suorituskykyä ja sitä kautta lisätä nivelen liikelaajuutta. (Kausto 1993, 25 - 26.)

3.4 Muut liikkuvuuteen vaikuttavat tekijät

Kaikella liikuntaharjoittelulla on vaikutusta liikkuvuuteen joko parantavasti tai heikentävästi, sekä hetkellisiä tai pitkäaikaisia. Hetkelliseen liikkuvuuden parantamiseen päästään verryttelyn avulla. Pitkäaikaiseen liikkuvuuden parantamiseen vaaditaan lihaksen rakenteellisia, biokemiallisia ja mekaanisten ominaisuuksien muutoksia. (Kausto 1993, 26.)

Liikkuvuus on suurimmillaan ja parhaiten kehitettävissä ikävuosina 6 – 18. Nuorena lihas ei ole vielä kehittynyt täysin, joten lihas ei rajoita liikkuvuutta. Lisäksi muut kudokset ovat vielä pehmeitä ja muokattavissa. Iän myötä liikkuvuus heikkenee vanhenemiseen kuuluvien jäykistävien prosessien vaikutuksesta. Solujen määrä ja veden osuus jänteissä ja nivelsiteissä vähenee, jolloin kudoksen vetolujuus vahvistuu ja venymiskyky heikkenee. Naisten lihakset ja jänteet ovat kaikissa kehitysvaiheissa miehiin verrattuna elastisempia. Tämä selittyy hormonaalisilla eroilla, sekä naisten suuremmalla suhteellisen rasvakudoksen määrällä, jolloin kudosten nestepitoisuus on korkeampi. Lihaksen että ulkoisen lämpötilan lämmittävällä vaikutuksella on liikkuvuutta parantava vaikutus. Vuorokauden ajalla on merkittävämpi vaikutus liikkuvuuteen kuin muihin kuntotekijöihin. Lihassukkulat ovat aamuisin herkempiä aistimaan venytystä, jolloin venytystä vastustavat reaktiot käynnistyvät herkemmin. (Kausto 1993, 29 - 31.)

Iän myötä rinta- ja lannerangan liikkuvuuden on todettu vähenevän fleksio-, ekstensio- ja lateraalifleksiosuunnissa (Norkin & White 2009, 13). Tässä tutkimuksessa kyseessä oli nuoria (alle 31 -vuotiaita), jolloin nivelliikkuvuudet rinta- ja lannerangassa ovat vielä vaiheessa, jolloin liikkuvuuden ei ole vielä todettu vähenevän.

4 JUOKSUN BIOMEKANIikka

Askelsykli pitää sisällään kaksi askelta, yhden molemmilla jaloilla. Yksi askel taas pitää sisällään kaksi vaihetta, lento- ja tukivaiheen. (Cavanga 1971.) Koko juoksuaskeleen kesto on lentovaiheen ja tukivaiheen kestoajan summa. Huippujuoksijan eräänä tunnusmerkkinä on lyhyt tukivaihe. (Mero, Peltola & Saarela 1987, 144.)

Tukivaihe koostuu jarruttavasta ja työntävästä vaiheesta. Jarruttavalla vaiheella tarkoitetaan sitä vaihetta, kun jalka osuu maahan ja tekee työtä horisontaalista voimaa vastaan, eli jarruttaa, näin ollen horisontaalinen reaktiivoima on negatiivinen, samalla vartalon painopiste pyrkii vertikaalisesti alaspäin. Jarruttava vaihe vaihtuu työntäväksi vaiheeksi horisontaalisen reaktiivoiman muuttuessa positiiviseksi jolloin jalka alkaa tehdä työntävää työtä. Tällöin vartalon painopiste pyrkii vertikaalisesti ylöspäin. Juoksu on siis syklistä, pomppivaa askellusta. Jarrutusvaiheessa juoksuvauhti luonnollisesti hidastuu, samoin todennäköisesti myös lentovaiheen aikana ja vastaavasti kasvaa työntövaiheen aikana (Mero ym. 1987, 142). Cavanga kertoo nopeutta lisäävää työtä olevan mahdollista tehdä vain tukivaiheessa, lentovaiheessa ilmanvastuksen hidastaessa vauhtia (Cavanga 1971).

Juoksunopeus on askelpituuden ja askelfrekvenssin tulo (Cavanga 1971). Juoksuvauhtia voi siis kasvattaa lisäämällä jompaakumpaa tai molempia osatekijöistä. Huippujuoksijoilla askeltiheydellä näyttäisi olevan suurempi merkitys juoksunopeuden kasvaessa. (Mero ym. 1987, 127, 143; Dorn, Schache & Pandy 2012.) Meron mukaan miesten ja naisten välinen nopeusero on taas selitettävissä askelpituuden erolla (Mero ym. 1987, 197).

Lonkan ekstension suuruus toe off-vaiheen jälkeen korreloi juoksuaskeleen pituuteen pidentämällä askelta (Williams, Cavanagh & Ziff, 1987). Mahdollisesti lonkan suurempi fleksiokulma nostaa juoksunopeutta tuottamalla pitemmän juoksuaskeleen (T.F. Novacheck, 1998). Deshon ja Nelson totesivat lentovaiheen aikaisen lonkan fleksiokulman laajemman liikkeen korreloivan merkittävästi askelpituuteen (Deshon & Nelson. 1964).

Sadan metrin juoksu jaetaan yleisesti kolmeen eri vaiheeseen, kiihdytysvaihe, maksimaalisen nopeuden vaihe ja nopeuden vähenemisen vaihe. Kiihdytysvaihe kestää normaalisti 5 - 6 sekuntia, jonka jälkeen ollaan maksiminopeuden vaiheessa, juoksijakohtaisia eroja toki on. Maksiminopeuden vaihe kestää 10 – 20 m ajan juoksijasta riippuen, jonka jälkeen alkaa nopeuden vähenemisen vaihe, missä askeltiheys hidastuu ja askelpituus kasvaa. (Mero ym. 1987, 127.)

Huippujuoksijan tekniikka-analyysin mukaan maksimaalisen nopeuden vaiheessa lentovaihe kestää 0,10 - 0,12 s ja jarrutusvaiheen kesto on 0,015 –

0,020s. Jarrutusvaiheessa tukipisteen etäisyyden kehon painopisteestä tulisi olla 15 – 20 cm tukivaiheen alussa, eli silloin kuin päkiä osuu maahan, tällöin säären kulman tulisi olla 90 astetta. Säären kulman ollessa alle 90 astetta, on jalka jarruttavassa asennossa ja säären ollessa yli 90 asteen, jää elastisuutta hyödyntämättä. Koko tukivaihe kestää 0,070 – 0,090 s. Tukivaiheessa nilkkakulma on 100 - 110 astetta, polvikulma on 150 - 160 astetta ja lonkkakulman muutos 150 - 200 astetta. (Mero ym. 1987, 147.)

Juoksijan optimaalinen asento jarrutusvaiheen alussa tulisi Meron ym. mukaan olla seuraavanlainen: tukijalka iskeytyy maahan 20 cm vartalon painopisteen eteen säärikulman ollessa 90 astetta ja vartalon ollessa hieman etunojassa 80 asteen kulmassa. Vartalon tulee olla melko pystyssä, etunojan aiheuttaessa ylimääräistä lihastyötä. (Mero. ym 1987, 145 – 146.)

Pikajuoksussa lihastyötä tekevät pääasiallisesti tukivaiheessa m. gluteus maximus, m. biceps femoris, m. vastus lateralis ja m. gastrocnemius. M. rectus femoris ojentaa säärtä ja koukistaa reittä heilahdusvaiheessa (Mero ym. 1987, 155 – 156). Dorn ym. tutkimus tukee myös ylläolevaa tietoa mainiten m. iliopsoaksen, gluteusryhmän, hamstringryhmän, m. rectus femoriin ja m. gastrocnemiuksen EMG-aktiivisuuden lisääntyvän juoksunopeuden kasvaessa (Dorn ym. 2012).

400 m:n juoksussa erona 100 m:n juoksuun on pitempi voimantuottovaihe, tämä näkyy pitempänä askeleena mikä on tyypillistä 400 m:n juoksussa. 400 m:n juoksijoilla tukivaiheen kestot loppusuoralla ovat miehillä 0,121±/ 0,011 s ja naisilla 0,120 ±/ 0,000 s. (Mero ym. 1987 197 – 198.) Lihaskäyttötoimet toimivat pikajuoksun peruskaavan mukaan, mutta jälkimmäisessä kaarteessa apulihasten aktiivisuus lisääntyy (Mero ym. 1987, 198).

Juoksun lentovaiheen aikana lanneranka ekstensoituu ja lantioirenkaassa tapahtuu anterior tilt. Tukivaiheen alussa lanneranka hieman fleksoituu ja lantioirenkaassa tapahtuu posterior tilt. Askeleen ollessa midstance-vaiheessa lanneranka alkaa ekstensoitumaan ja lantioireenkaan anterior tilt alkaa. Lannerangan ekstensoituminen alkaa tukivaiheen lopun ja lentovaiheen alun vaihdossa.

Askeleen (oikea jalka) kontaktivaiheessa ensimmäisenä tapahtuu lannerangan lateraalifleksio oikealle ja lantioirengas on kallistuneena vasemmalle.

Kuorman vastareaktion aikana lanneranka jatkaa lateraalifleksoitumistaan samalla kun lantioengas jatkaa kallistumistaan vasemmalle. Toe off -vaiheen jälkeen lanneranka lateraalifleksoituu vasemmalle ja lantioengas elevoituu. Tämä sykli toistuu juoksussa puolelta toiselle. (Schache, Blanch, Rath, Wrigley & Bennell, 2002.)

Yli 10 m/s sprinttijuoksuvauhtisissa analysoiduissa tutkimuksissa lonkkanive-
len maksimaalinen ekstensio oli 18 astetta ja fleksio 96 astetta (Mann & Hagy, 1980; Moran, Mann, Dougherty & Moran, 1988.)

5 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSKYSYMYKSET

Vastaamme seuraaviin tutkimuskysymyksiin itse tekemämme (tutkimus 1) ja Jyväskylän liikuntatieteellisessä tiedekunnassa tehdyssä tutkimuksen (tutkimus 2) avulla. Tutkimusta 1 käytetään kokonaisuudessaan jokaisessa tutkimuskysymyksessä ja tutkimus 2 on jaettu tutkimuskysymyksittäin, jotka avataan tarkemmin kappaleessa 10.

1. Miten nivelten passiiviset liikelaajuudet ja lihasten toimintapituudet ovat yhteydessä pikajuoksun mekaniikkaan maksiminopeuden vaiheessa?
2. Miten nivelten passiiviset liikelaajuudet ja lihasten toimintapituudet ovat yhteydessä alaraajojen nopeusvoimaominaisuuksiin?
3. Miten nivelten passiiviset liikelaajuudet ja lihasten toimintapituudet ovat yhteydessä juoksun rentouteen?

6 MITTAUSTEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Käytimme tässä opinnäytetyössä kvantitatiivista tutkimusmenetelmää, jota varten loimme mittarin. Mittarilla tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan testipatteristoa, jonka tarkoitus on tuottaa tietoa tutkittavalta alueelta (ks. Liite 1, Metsämuuronen 2006, 59). Tutkimuskysymykset ja tutkimusryhmä oli osoitettu meille jo valmiiksi toimeksiantajan puolelta.

6.1 KVANTITATIIVINEN TUTKIMUS

Kvantitatiivisella eli määrällisellä tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jolla mittaustuloksina saatua aineistoa käsitellään sekä esitetään tilastollisin menetelmin (Kananen 2008, 10). Sillä haetaan vastauksia kysymyksiin kuinka paljon tai miten usein. Tutkimuksessa pyritään objektiivisuuteen, mikä tarkoittaa sitä, että tutkimuksen tulos on tukijasta riippumaton. Asiaa tai kohdetta, josta

halutaan tietoa, kutsutaan muuttujaksi, joka voi olla esimerkiksi mielipide, käden liike, sukupuoli, ikä (Vilkkä 2005, 13 - 14). Tässä tutkimuksessa me ne ovat nivelten liikkuvuudet ja lihasten toiminnalliset pituudet.

Tämä opinnäytetyö toteutetaan käyttämällä systemaattista havainnointia ja siihen suunniteltua strukturoitua lomaketta. Systemaattisen havainnoinnin avulla voidaan tutkia mitä tahansa laadullista aineistoa, joka on määrällisesti riittävä ja antaa tietoa asiaongelmasta (Vilkkä 2005, 29).

6.2 KOHDERYHMÄ JA OTANTA

Kohderyhmänä toimi Pirkanmaan alueelta sm-tason seitsenottelijoita, yhteensä seitsemän henkilöä. Perusjoukon ollessa pieni (7 henkilöä) käytimme kokonaisotantaa eli kaikille ryhmän kuuluville suoritettiin mittaukset. Pienen perusjoukkoon kokonaisotanta on hyvin soveltuva. Heikkilä määrittelee pieneksi perusjoukon, kun se on määrältään alle sata (Heikkilä 2008, 44).

Metsämuurosen mukaan kolme on jo määrä, jota voidaan analysoida määrällisin menetelmin (Metsämuuronen 2006, 889). Tämän tutkimuksen 7 koehenkilöt testit voidaan analysoida ja analysoidaan määrällisin menetelmin.

6.3 AINEISTON KERUU

Mittaukset toteutettiin 26.3 2015 Tampereella Pirkkahallissa aamupäivällä ja Hämeenlinnassa Pullerin hallissa iltapäivällä. Valmentajien kanssa olimme käyneet seuraavia asioita läpi mittaustilanteesta. Erillisen tilan tarve mittauksia varten rauhallisen ja yksityisyyttä suojaavan ympäristön takaamiseksi, testaus pitää sisällään nivelten liikkuvuuden ja lihasten toiminnallisten pituuksien mittaukset, urheilijoiden tulisi pukeutua mittauksiin sopiviin vaatteisiin esim. urheilutoppi ja trikoot, sekä mittauksiin menisi aikaa noin 30 minuuttia mitattavaa kohden. Mittauksia varten olimme luoneet mittausprotokollan, jonka mukaan suoritimme mittaukset. Teimme mittaukset kokonaisuudessaan yhdelle mitattavalle kerrallaan, samassa järjestyksessä ja samoja ennalta sovittuja sekä harjoiteltuja käytännön rooleja mittaustilanteessa käyttäen jokaisessa mittauksessa jokaisen mitattavan kohdalla. Emme olleet mitattaviin henkilökohtaisesti olleet yhteydessä ennen mittausten alkua, joten kerroimme jokaiselle mitattavalle ennen mittausta kyseessä olevan lihasten toiminnallisten pituuksien ja

nivelliikkuvuuksien mittausta, jokainen mittausta selitettiin ja ohjeistettiin vielä erikseen ennen mittaukseen ryhtymistä ja mittaustulos kirjattiin ylös sitä varten strukturoituun lomakkeeseen.

Yksityisyyden turvaamiseksi merkitsimme mitattavat urheilijat ainoastaan numeroina lomakkeisiin. Lomake oli numeron avulla yhdistettävissä kyseiseen urheiliijaan, joiden tiedot meille oli lähetetty 7-ottelijoiden valmentajien toimesta. Tällä varmistimme, että jos lomake joutuisi ulkopuolisiin käsiin, ei se paljastaisi yksityisiä tietoja, jotka voitaisiin yhdistää tiettyyn henkilöön.

6.4 LUOTETTAVUUSTEKIJÄT

Ensimmäinen edellytys luotettavuudelle on, että tutkimus on tehty tieteelliselle tutkimukselle asetettujen kriteerien mukaan. Onnistunutta tutkimusta voidaan mitata validiteetin ja reliabiliteetin mukaan. Validiteetti kuvaa, missä määrin onnistuttu mitata sitä, mitä on pitänytkin mitata. Reliabiliteetti määrittää kyvyksi tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Reliabiliteetti voidaan jakaa sisäiseen reliabiliteettiin, joka voidaan todeta mittaamalla sama tilastoyksikkö useampaan kertaan, sekä ulkoiseen reliabiliteettiin, jolla tarkoitetaan sitä, että mitaukset ovat toistettavissa myös muissa tutkimuksissa ja tilanteissa. (Heikkilä 2008, 185 - 187.)

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta on tärkeää että otos on edustava ja tarpeeksi suuri. (Heikkilä 2008, 188.) Mittausten suunnittelussa noudatimme hyvän tutkimuksen perusvaatimuksia joita ovat: validiteetti (pätevyys), reliabiliteetti (luotettavuus), objektiivisuus (puolueettomuus), tehokkuus ja taloudellisuus, avoimuus, tietosuoja, hyödyllisyys ja käyttökelpoisuus, sopiva aikataulu, sekä mitattavien muuttujien ja käytettyjen testimenetelmien tulee olla tarkoitukseen sopivia. (Heikkilä 2008, 32; Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004, 14.)

Testipatteristo luotiin valmiiksi testausmetodeista ja mittalaitteista, joista oli jo olemassa olevaa luotettavaa tutkittua tietoa. Tämä opinnäytetyö tehtiin käyttäen pohjana Reesen ja Bandy teosta nivelliikkuvuuksien ja lihasten toiminnallisten pituuksien mittaamisesta (Reese & Bandy, 2002). Tällä pyrimme varmistamaan mittarin luotettavuuden. Eri vaihtoehtoiset mittaustavat testasimme etukäteen tutkimuksen ulkopuolisilla henkilöillä, tuloksia verrattiin aikaisem-

pien tutkimusten normiarvoihin sekä mitattiin tutkimuksen kesto, näin patteristoon valikoituivat testit, jotka olivat kustannustehokkaita, ajankäytöllisesti järkeviä, helposti toistettavissa ja luotettavia.

Testit suoritettiin samanlaisissa olosuhteissa. Testattavat eivät olleet harjoitelleet kyseisenä päivänä ennen testejä, eivätkä he tehneet alkuverryttelyä. Kaikki testit tehtiin jokaiselle erikseen, kullekin testattavalle yhdellä kerralla samaa testausprotokollaa noudattaen. Testaajien roolit olivat samat jokaisessa testissä, sisältäen teknisesti tehdyn työn ja havainnoinnin jaettuna rooleihin (ks. Liikkuvuutta mittaavat testit). Testien tuloksia verrattiin aikaisempien tutkimusten viitearvoihin ja toistettiin tarvittaessa. Tulokset kirjattiin saman tien ylös strukturoituun lomakkeeseen.

7 LIKKUVUUDEN MITTAAMINEN

7.1 Liikkuvuuden mittaamiseen käytettävät laitteet ja mittarit

Nivelliikkuvuuksien ja lihasten toiminnallisten pituuksien mittaamiseen käytettävät mittauslaitteet jaetaan primaaristi kolmeen ryhmään: goniometri ja sen sovellukset, sekä lineaariseen mittaamiseen käytettävät laitteet, kuten mittanauha. Goniometrillä mitataan nivelen liikkeitä nivelen ja luisten maamerkkien avulla. (Norkin 2009, 3; Reese & Bandy 2002, 15.) Mittaamiseen käytettäviä laitteita edellä mainittujen lisäksi ovat elektroninen goniometri, valokuvaus, videokuvaus ja röntgenkuvaus. Kultainen standardi, johon muita mittaamiseen käytettyjä mittauslaitteita verrataan, on nivelliikkuvuuksia mittaava röntgenkuvaus. Tätä ei kuitenkaan suositella käytettäväksi rutiinisti menetelmän kalleuden ja terveystarpeen, jonka säteily aiheuttaa, vuoksi. (Reese & Bandy 2002, 12.)

Goniometrejä valmistetaan erikokoisia ja muotoisia käyttötarkoituksen mukaisesti. Yleisimmin goniometri valmistetaan läpinäkyvästä muovista tai metallista. Goniometri sisältää puoli- tai kokoympyrän muotoisen keskusosan, johon kiinnittyy kaksi vartta, joista toinen on kiinteä keskusosaan kiinnittyen (staattinen varsi), sekä liikkuva varsi, joka liikkuu vapaasti keskusosaan nähden. Keskusosassa on kiinteä kulma-asteikko, joka on merkitty 1 asteen tarkkuudella 0 – 180 asteen kulmilla. (Reese & Bandy 2002, 15 – 16.) Tässä tutkimuksessa käytetään muovista läpinäkyvää goniometriä.

Inclinometrejä valmistetaan mekaanisina ja elektronisina. Mittalaite sisältää nesteellä täytetyn kulma-asteikolla varustetun kehän, jossa on suuntaneula (painovoiman mukaisesti tapahtuva mittaus) tai ilmakupla (vaakatason mukaisesti tapahtuva mittaus) osoittamaan mitta-asteita. Mitan osoittamiseksi yleisin malli inclinometreistä on kalibroitu painovoiman mukaan, joten mittaaminen voidaan suorittaa toistetuksi ja tarkasti. (Reese & Bandy 2002, 18.)

8 LIKKUVUUTTA MITTAAVAT TESTIT

Liikkuvuutta mittaavat testit muodostavat tutkimuksen 1. Alla pyrimme avaamaan kokonaisuudessaan miten testit on tehty, jotta ne olisit mahdollisimman hyvin toistettavissa.

8.1 Rinta- ja lannerangan liikkuvuustestit

Rinta- ja lannerangan liikkuvuudesta mitattiin fleksio, ekstensio, rotaatio ja lateraalifleksio. Rinta- ja lannerangan testejä varten mitattavan selkään laitetaan merkit seuraaviin kohtiin: processus spinosus C7, Th12 ja S1, PSIS -väli, ja PSIS -välistä 15 cm kraniaalisesti.

Rinta- ja lannerangan fleksio mitataan tape measure-metodilla. Testattava ohjeistetaan seisomaan jalat hartioiden leveydellä ja taivuttamaan polvet suorana eteenpäin käsien liukuessa reisien etupintaa pitkin lattiaa kohti. Aluksi tehdään harjoitussuoritus, jolla varmistetaan mitattavan ymmärtäneen ohjeistuksen. Varsinaisessa mittauksessa mitataan ensin mittanauhalla PSIS-välin ja C7:n välimatka sentteinä seisoma-asennossa, joka kirjataan ylös. Tämän jälkeen testattavaa pyydetään taivuttamaan eteenpäin samalla tavalla kuin harjoituskerralla. PSIS-väli ja C7:n välimatka mitataan uudestaan ja kirjataan ylös. Itse fleksion määrä on näiden kahden mittauksen erotus sentteinä ja tulos kirjataan ylös. (Reese & Bandy 2002, 176 – 177.)

Käytännön roolit mittauksen toteutuksessa: mittaaja 1 suoritti mittauksen ja ohjeistuksen, mittaaja 2 seurasi ryhtiä, eteentaivutuksen puhtautta, polvien suoruutta ja sitä, että mittaaja 1 käyttää oikeita merkkejä. Mittaaja 2 kirjasi tulokset ylös.

Rintarangan rotaatio, lannerangan rotaatio ja rinta- sekä lannerangan yhdistetty rotaatio mitataan myrinin goniometrillä. Tutkittava ohjeistetaan istumaan

tutkimuspöydälle kädet ristiin laitettuna olkapäille, minkä jälkeen pyydetään kiertämään ylävartaloaan kertaalleen molempiin suuntiin ilman eteen- tai taakse taivutusta. Tämän jälkeen suoritetaan varsinaiset mittaukset.

Ensin fiksoidaan mittausväline S1-merkin kohdalle nolla-asentoon ja pyydetään tutkittavaa kiertämään ylävartaloa harjoituskerran kaltaisesti ensin oikealle, mittausvälineen lukema ääriasennossa kirjataan ylös. Sama toistetaan vasemmalle kiertäen. Ensimmäisen mittauksen tulos kertoo kuinka paljon rotaatiota tulee muualta, kuin tutkittavista rangan osista.

Seuraavaksi mittausväline fiksoidaan käsin Th12-merkin kohdalle nolla-asennossa ja mitataan edelliseen tapaan molempien suuntien rotaatio ääriasennossa ja kirjataan ne ylös. Viimeisenä mittausväline fiksoidaan Th1-merkin kohdalle nolla-asennossa ja mitataan edelliseen tapaan rotaatio ääriasennossa molempiin suuntiin ja kirjataan ylös.

Lannerangan rotaation tulos on puolikohtaisesti Th12-merkin mittaustuloksen ja S1-merkin mittaustuloksen erotus. Rintarangan rotaation tulos on puolikohtaisesti Th1-merkin mittaustuloksen Th12-merkin mittaustuloksen erotus. Lanne- ja rintarangan yhdistetyn rotaation tulos on puolikohtaisesti Th1-merkin mittaustuloksen ja S1-merkin mittaustuloksen välinen erotus.

Käytännön roolit mittauksen toteutuksessa: mittaaja 1 ohjeistaa tutkittavan, suorittaa mittauksen ja lukee tuloksen. Mittaaja 2 seuraa tutkittavan liikkeen puhtautta, esiintyykö eteen/taakse taivutusta, varmistaa että mittaaja 1 käyttää oikeita merkkejä sekä kirjaa tulokset ylös. (Reese & Bandy 2002, 207.)

Lannerangan fleksion mittaaminen mittanauha-metodilla. Ohjeistetaan olemaan jalat hartioiden leveydellä ja taivuttamaan polvet suorana eteenpäin käsien liukuessa reisin etupintaa pitkin lattiaa kohti. Aluksi tehdään harjoitus suoritus jolla varmistetaan mitattavan ymmärtäneen ohjeistuksen. Ennen varsinaista mittausta varmistetaan, että PSIS-välin ja siitä kraniaalisesti sijaitsevan merkin välimatka on 15 cm. Mittauksessa tutkittavaa pyydetään taivuttamaan harjoituskerran kaltaisesti eteenpäin, PSIS-välin ja sama kraniaalisesti sijaitsevan merkin välinen matka mitataan mittanauhalla ja kirjataan ylös. Lannerangan fleksion määrä on mittaustulos vähennettynä 15 cm.

Käytännön roolit mittauksen toteutuksessa: mittaaja 1 suoritti mittauksen ja ohjeistuksen, mittaaja 2 seurasi ryhtiä, eteen taivutuksen puhtautta, polvien suoruutta ja sitä, että mittaaja 1 käyttää oikeita merkkejä. Mittaaja 2 kirjasi tuloksen ylös. (Reese & Bandy 2002, 174 – 175.)

Lannerangan ekstension mittaaminen mittanauha-metodilla. Tutkittava ohjeistetaan olemaan jalat hartioiden leveydellä ja taivuttamaan polvet suorana taaksepäin. Aluksi tehdään harjoitus suoritus millä varmistetaan mitattavan ymmärtäneen ohjeistuksen. Ennen varsinaista mittausta varmistetaan, että PSIS-välin ja siitä kraniaalisesti sijaitsevan merkin välimatka on 15 cm. Mittauksessa tutkittavaa pyydetään taivuttamaan harjoituskerran kaltaisesti taaksepäin, PSIS-välin ja saman kraniaalisesti sijaitsevan merkin väli mitataan mittanauhalla ja kirjataan ylös. Lannerangan ekstension määrä on 15 cm vähennettynä mitaustulos. (Reese & Bandy 2002, 184 – 185.)

Käytännön roolit mittauksen toteutuksessa: mittaaja 1 suoritti mittauksen ja ohjeistuksen, mittaaja 2 seurasi ryhtiä, taakse taivutuksen puhtautta, polvien suoruutta ja sitä, että mittaaja 1 käyttää oikeita merkkejä. Mittaaja 2 kirjasi tuloksen ylös.

Rinta- ja lannerangan lateraalifleksio mitataan mittanauha-metodilla. Tutkittava ohjeistetaan seisomaan mittauksen perusasennossa selkä seinää vasten jalat hartian levyisessä asennossa ja kädet vartalon sivuilla kämmenet reisiä vasten, jonka jälkeen pyydetään taivuttamaan ensin oikealle ja sitten vasemmalle vieden sormia reittä pitkin alaspäin, selän ja lantion pysyessä seinässä kiinni ja polvien pysyessä suorina. Varsinaista mittausta ennen tutkittavan seistessä mittauksen perusasennossa merkataan molempiin reisiin keskisormen pään kohta, jonka jälkeen pyydetään suorittamaan ensin oikealle taivutus, ääriasennossa keskisormen kärjen kohta merkitään uudestaan ja merkkien välinen matka mitataan. Sama toistetaan vasemmalle. Merkkien välinen matka on puolikohtainen lateraalifleksion tulos. (Reese & Bandy 2002, 194 – 195.)

Käytännön roolit mittauksen toteutuksessa ovat: Mittaaja 1 ohjeistaa ja suorittaa merkkauksen, mittauksen ja lukee tuloksen. Mittaaja 2 seuraa tutkittavan liikkeen puhtautta, että selkä, hartiat ja lantio pysyvät seinässä kiinni eikä tule epäsuotuisia taivutuksia. Mittaaja 2 myös seuraa että mittaaja 1 merkitsee ja mittaa oikein ja lopuksi mittaaja 2 kirjaa tulokset ylös.

8.2 Lonkan liikkuvuustestit

Lonkan liikkuvuuksista mitattiin lonkan fleksio, ekstensio, abduktio, adduktio, sisä- ja ulkorotaatio. Käytännön roolit lonkan liikkuvuuksien mittauksien toteutuksissa ovat: Mittaaja 1 ohjeistaa sekä suorittaa liikkeen ja mittaaja 2 lukee tuloksen. Mittaaja 1 kirjaa tulokset ylös.

Lonkan fleksio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa hoitopöydällä selinmakuulla lonkka sekä polvet ojennettuina anatomisessa nolla-asennossa. Palpoidaan tutkittavan ASIS tutkittavalta puolelta ja stabiloidaan lantio yhdellä kädellä, toisella kädellä ote polvesta kaudaalisesti tibian ympäriltä. Kokeillaan passiivisesti lonkan fleksio ja palautetaan alkuasentoon. Polvinivelen annetaan fleksoitua. Palpoidaan trochanter major ja femurin lateraalikondyyli. Testaaja tekee lonkan fleksion, kunnes lonkan liike on suurimmillaan samalla palpoiden ASIS ja pysäyttäen liikkeen, kunnes ASIS alkaa liikkua superiorisesti. Tarkastetaan asento ja asetetaan goniometri vartalon suuntaisesti akseli trochanter majorin kohdalle ja varsi kohden femurin lateraalikondyyliä. Tarkastetaan goniometrin asento ja otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 288 – 289.)

Lonkan ekstensio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa vatsamakuulla lonkka sekä polvet ojennettuina anatomisessa nolla-asennossa. Palpoidaan tutkittavan ASIS tutkittavalta puolelta, sekä posterolateraalinen puoli lonkasta yhdellä kädellä, toisella kädellä ote polven kraniaalipuolelta. Tutkittavan puolen polvinivel pidetään ekstensiossa kireän m. rectus femoriksen vaikutuksen minimoimiseksi. Kokeillaan passiivisesti lonkan ekstensio ja palautetaan alkuasentoon. Palpoidaan trochanter major ja femurin lateraalikondyyli. Testaaja tekee lonkan ekstension, kunnes lonkan liike on suurimmillaan samalla palpoiden ASIS ja pysäyttäen liikkeen, kunnes ASIS alkaa liikkua inferiorisesti. Tarkastetaan asento ja goniometrin paikka. Otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 290 – 291.)

Lonkan abduktio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa selinmakuulla lonkka sekä polvet ojennettuina anatomisessa nolla-asennossa. Palpoidaan tutkittavan ASIS ipsilateraali- ja kontralateraalipuolelta. Kokeillaan passiivisesti lonkan abduktio sekä vältetään lonkan rotaatio-suuntaista liikettä. Palautetaan alkuasentoon. Palpoidaan ASIS ipsilateraali- ja

kontralateraalipuolelta, sekä patellan keskilinja. Testaaja tekee lonkan abduktion, kunnes lonkan liike on suurimmillaan samalla palpoiden ipsilateraalipuolen ASIS ja pysäyttämällä liikkeen, kunnes lantion lateraalitilt alkaa. Tarkastetaan asento ja goniometrin paikka. Otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 292 – 293.)



Kuva 1. Lonkan abduktion mittaaminen.

Lonkan adduktio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa selinmakuulla lonkka sekä polvet ojennettuina anatomisessa nollassennossa. Kontralateraalipuoli abduktiossa. Palpoidaan tutkittavan ASIS ipsilateraali- ja kontralateraalipuolelta. Kokeillaan passiivisesti lonkan adduktio sekä vältetään lonkan rotaatiosuuntaista liikettä. Palautetaan alkuasentoon. Palpoidaan ASIS ipsilateraali- ja kontralateraalipuolelta, sekä patellan keskilinja. Testaaja tekee lonkan adduktion, kunnes lonkan liike on suurimmillaan samalla palpoiden ipsilateraalipuolen ASIS ja pysäyttämällä liikkeen, kunnes lantion lateraalitilt alkaa. Tarkastetaan asento ja goniometrin paikka. Otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 294 – 295.)

Lonkan sisärotaatio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava istuu hoitopöydän päädyssä lonkka ja polvet 90 asteen fleksiossa. Asetetaan pyyhe tutkittavan reiden alle, kunnes reisiluu on horisontaalisesti. Potilas istuu tasapainoisessa asennossa painon ollessa jakautunut molempien tuber ischiin päälle. Goniometri asetetaan proksimaalisesti tibiaan ja asetetaan nollassentoon. Kokeillaan passiivisesti lonkan sisärotaatio. Palautetaan alkuasentoon.

Tarkistetaan goniometri ja tehdään lonkan sisärotaatio, kunnes ipsilateraali-puolen lonkan sisärotaatio on suurimmillaan. Tarkastetaan asento ja goniometrin lukema. Otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 298 – 299.)

Lonkan ulkorotaatio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava istuu hoitopöydän päädyssä lonkka ja polvet 90 asteen fleksiossa. Asetetaan pyyhe tutkittavan reiden alle, kunnes reisiluu on horisontaalisesti. Tutkittava istuu tasapainoisessa asennossa painon ollessa jakautunut molempien tuber ischiin päälle. Goniometri asetetaan proksimaalisesti tibiaan ja asetetaan nolla-asentoon. Kokeillaan passiivisesti lonkan ulkorotaatio. Palautetaan alkuasentoon. Tarkastetaan goniometri ja tehdään lonkan ulkorotaatio, kunnes ipsilateraalipuolen lonkan ulkorotaatio on suurimmillaan. Tarkastetaan asento ja goniometrin lukema. Otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 296 – 297.)

8.3 Polven liikkuvuustestit

Polven liikkuvuuksista mitattiin fleksio ja ekstensio. Käytännön roolit polven liikkuvuuksien mittauksien toteutuksissa ovat: Mittaaja 1 ohjeistaa sekä suorittaa liikkeen ja mittaja 2 lukee tuloksen. Mittaaja 1 kirjaa tulokset ylös.

Polven ekstensio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa selinmakuulla pyyhe ipsilateraalipuolen kantapään alla varmistaen polven täyden ekstension. Palpoidaan potilaan ipsilateraalipuolen trochanter major, femurin lateraalikondyyli, sekä lateraalimalleoli. Kokeillaan passiivisesti polven ekstensio. Palpoidaan ipsilateraalipuolen trochanter major, femurin lateraalikondyyli, sekä lateraalimalleoli ja testaaja tekee polven ekstension, kunnes liike pysähtyy. Tarkastetaan asento ja goniometrin paikka. Otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 304 – 305.)

Polven fleksio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa selinmakuulla pyyhe ipsilateraalipuolen kantapään alla varmistaen polven täyden ekstension. Palpoidaan tutkittavan ipsilateraalipuolen trochanter major, femurin lateraalikondyyli, sekä lateraalimalleoli. Kokeillaan passiivisesti polven fleksio. Palpoidaan ipsilateraalipuolen trochanter major, femurin lateraalikon-

dyyli, sekä lateraalimalleoli ja testaja tekee polven fleksion, kunnes liike pysähtyy. Tarkastetaan asento ja goniometrinen paikka. Otetaan asteluku ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 302 – 303.)



Kuva 2. Polven fleksion mittaaminen.

8.4 Nilkan liikkuvuustestit

Nilkan liikkuvuuksista mitattiin dorsi- ja plantaarifleksio. Käytännön roolit nilkan liikkuvuuksien mittauksien toteutuksissa ovat: Mittaaja 1 ohjeistaa sekä suorittaa liikkeen ja mittaja 2 lukee tuloksen. Mittaaja 1 kirjaa tulokset ylös.

Nilkan dorsifleksio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa selinmakuulla polvi 30 asteen fleksiossa, nilkka anatomisessa nollassa. Palpoidaan tutkittavan ipsilateraalipuolen fibulan distaalipää, lateraalimalleoli, sekä lateraalinen keskilinja viidennestä metatarsaalista. Kokeillaan passiivisesti nilkan dorsifleksio. Palpoidaan ipsilateraalipuolen fibulan distaalipää, lateraalimalleoli, sekä lateraalinen keskilinja viidennestä metatarsaalista. Testaja tekee nilkan dorsifleksion kontaktipisteen ollessa ollessa metatarsaali 4:n ja 5:n distaalipäässä. Tarkastetaan asento ja goniometrinen paikka. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 314 – 315.)



Kuva 3. Nilkan dorsifleksion mittaaminen.

Nilkan plantaarifleksio mitataan passiivisella goniometrinenetelmällä. Tutkittava makaa selinmakuulla polvi 30 asteen fleksiossa, nilkka anatomisessa nolla-asennossa. Palpoidaan tutkittavan ipsilateraalipuolen fibulan distaalipää, lateraalimalleoli sekä lateraalinen keskilinja viidennestä metatarsaalista. Kokeillaan passiivisesti nilkan plantaarifleksio. Palpoidaan ipsilateraalipuolen fibulan distaalipää, lateraalimalleoli sekä lateraalinen keskilinja viidennestä metatarsaalista. Testaaja tekee nilkan plantaarifleksion. Tarkastetaan asento ja goniometrin paikka. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 231-313.)



Kuva 4. Nilkan plantaarifleksion mittaaminen.

8.5 Lihaksien toiminnallisia pituuksia mittaavat testit ja lihasten toiminnalliset pituudet

Lihaksen toiminnallisista pituuksista mitattiin m. iliopsoas, m. rectus femoris, m. tensor fascia latae, hamstring-lihakset, SLR ja m. gastrocnemius. Käytännön roolit lihasten toiminnallisten pituuksien mittauksien toteutuksissa ovat: Mittaaja 1 ohjeistaa sekä suorittaa liikkeen ja mittaaja 2 lukee tuloksen. Mittaaja 1 kirjaa tulokset ylös.

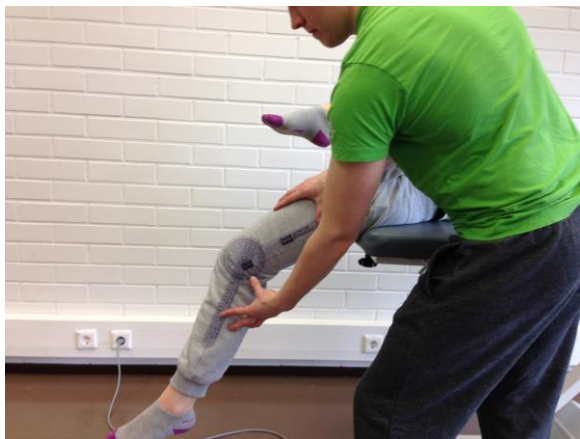
M. iliopsoas mitataan Thomasin testillä. Tutkittava makaa selinmakuulla. Pakarat ovat hoitopöydän reunalla tutkittavan puolen lonkka ekstensiossa. Vastapuolen lonkka fleksoidaan viemällä polvi kohti rintaa tutkittavan pitäessä molemmilla käsillä polven alapuolelta kiinni, kunnes lannerangan lordoosi oikeenee. Polven annetaan fleksoitua. Tutkittava pitää asennon vakaana niin, että lanneranka pysyy kiinni hoitopöydässä. Goniometri asetetaan vartalon lateraalisen keskilinjan mukaisesti akselin ollessa femurin trochanter majorin kohdalla ja varsi femurin lateraalilinjan suuntaisesti kohti epicondylus lateraalista. Lue-taan tulos ja kirjataan ylös lonkan fleksio- tai ekstensiokulma. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 344 – 345.)



Kuva 5. M. iliopsoaksen mittaaminen.

M. rectus femoris mitataan Thomasin testillä. Tutkittava makaa selinmakuulla. Pakarat ovat hoitopöydän reunalla tutkittavan puolen lonkka ekstensiossa. Vastapuolen lonkka fleksoidaan viemällä polvi kohti rintaa tutkittavan pitäessä molemmilla käsillä polven alapuolelta kiinni, kunnes lannerangan lordoosi oikeenee. Polven annetaan fleksoitua. Tutkittava pitää asennon vakaana niin, että lanneranka pysyy kiinni hoitopöydässä. Goniometri asetetaan kohden femurin trochanter majoria reiden suuntaisesti akselin ollessa femurin lateraa-

likondyylin kohdalla varren osoittaessa lateraalimalleolia kohden. Luetaan tulos ja kirjataan ylös polven fleksiokulma. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 348 – 349.)



Kuva 6. M. rectus femoriin mittaaminen.

M. tensor fascia latae mitataan Oberin testillä. Tutkittava makaa kylkiasennossa alemman raajan lonkan ja polven ollessa 45 asteen fleksiossa lantion stabiloimiseksi. Toisella kädellä stabiloidaan ipsilateraalipuolelta lantio ja toisella kädellä otetaan ote polven alapuolelta. Tuodaan tutkittavan puolen lonkka abduktioon ja ekstensioon tensor fascia lataen noustessa horisontaalitasossa trochanter majorin yläpuolelle. Varmistetaan, että lonkka ei ole fleksiossa tai sisärotaatiossa.

Testiin ei ole kirjallisuudessa määritelty asteikkoa, joten tulos määritellään positiiviseksi, jos tensor fascia latae ja ITB (iliotibial band) on kireä, ja negatiiviseksi, jos tensor fascia latae ja ITB todetaan normaalisti liikkuvaksi. Puolia verrataan toisiinsa puolierojen toteamiseksi. (Reese & Bandy 2002, 356 – 357.)

Hamstring-lihakset mitataan polven ekstensiotestillä. Tutkittava makaa selinmakuulla kontralateraalipuolen raajan ollessa hoitopöytää vasten polvi ekstensoituna. Tutkittavan puolen raajan lonkka asetellaan 90 asteen fleksioon. Tutkija ottaa toisella kädellä reiden ympäriltä otteen ja toisella kädellä ote säären keskeltä pitäen lonkan fleksion 90 asteessa. Goniometri asetetaan femurin trochanter majoria kohden akselin ollessa femurin lateraalikondyylin kohdalla ja varsi kohden lateraalimalleolia. Tehdään polven ekstensio, kunnes kova lihasvastus pysäyttää liikkeen. Luetaan tulos ja kirjataan lukema ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 354 – 355.)



Kuva 7. Hamstring-lihaksien mittaaminen.

Suoran jalan nostotesti mitataan SLR-testillä. Tutkittava makaa selinmakuulla kontralateraalipuolen raajan ollessa hoitopöytää vasten. Tutkija ottaa toisella kädellä reiden etupuolelta otteen ja toisella kädellä säären takaa, sekä pitää polvinivelen ekstensioituna koko liikkeen ajan. Goniometri asetetaan vartalon lateraalisen keskilinjan mukaisesti, akseli femurin trochanter majorin kohdalle ja varsi kohden femurin lateraalikondyyliä. Tehdään lonkan fleksio, kunnes kova lihasvastus pysäyttää liikkeen. Luetaan tulos ja kirjataan lukema ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 352 – 353.)



Kuva 8. SLR:n testaaminen.

M. gastrocnemiuksen toiminnallisen pituuden mittaaminen. Tutkittava makaa hoitopöydällä lonkka ja polvi ekstensiossa. Tutkija ottaa toisella kädellä säären etupuolelta otteen ja toisella kädellä ote jalkapohjasta. Polvi pidetään ekstensiossa. Goniometri asetetaan kohti fibulan proksimaalipäätä, akseli lateraalimalleolin kohdalle ja varsi viidennen metatarsaalin tasalle. Tehdään nilkan

dorsifleksio, kunnes kova lihasvastus pysäyttää liikkeen. Luetaan tulos ja kirjataan lukema ylös. Molemmat puolet testataan. (Reese & Bandy 2002, 360 – 361.)

9 JUOKSUN BIOMEKANIikkaa MITTAAVAT TESTIT

Jyväskylän liikuntatieteellisessä tiedekunnassa tehdyt juoksun biomekaniikkaa kuvaavat testit muodostavat tutkimuksen 2. Tässä kappaleessa avaamme tutkimuksen 2 testeistä ne, jotka osoittautuivat opinnäytetyömme lopputulosten kannalta merkittävimmiksi. Loput tutkimuksen 2 testeistä avaamme lyhyesti liitteessä 2.

Pikajuoksun mekaniikkatesteistä juoksun maksiminopeuden vaiheessa merkittävimpiä olivat jalan jäykkyyttä askeleen tukivaiheessa kuvaava testi, josta käytetään lyhennettä jalkastiff, sekä juoksun lentoaikaa kuvaava testi, josta käytetään lyhennettä lentoaika.

Pikajuoksun nopeusvoimaominaisuustesteistä merkittävimpiä olivat absoluuttista maksimivoimaa kuvaava testi, jossa testattiin jalkojen isometristä ojennusvoimaa jalkaprässilaitteessa 90 asteen polvikulmassa, josta käytetään lyhennettä absmaxvoima, sekä saman testin tulos suhteutettuna kehonpainoon, josta käytetään lyhennettä suhtmaxvoima.

Pikajuoksun rentoutta kuvaavista testeistä juoksun maksiminopeuden vaiheen aikana merkittävimpiä olivat takareisien yhteenlasketun lihasaktiivisuuden suhde kaikkien lihasten yhteenlaskettuun aktiivisuuteen, josta käytetään lyhennettä akttakareisi. Takareisien yhteenlasketun lihasaktiivisuuden suhde etureisien yhteenlaskettuun lihasaktiivisuuteen, josta käytetään lyhennettä taka/etu, sekä kaikkien lihasryhmien yhteenlaskettu kumulatiivinen lihasaktiivisuus, josta käytetään lyhennettä kokonaisakt.

10 AINEISTON KÄSITTELY JA ANALYYSI

Saatuamme molempien tutkimusten tulokset tuli meidän verrata löytyykö tutkimusten muuttujien välillä riippuvuutta eli korrelaatiota. Tavallisimpia tapoja esittää kahden muuttujan välinen korrelaatio on korrelaatiokerroin ja useimmiten käytetty on ns. pearsonin korrelaatiokerroin, joka esittää korrelaation lineaarisuutta, eli sitä kuinka riippuvaisia muuttujat ovat toisiinsa nähden. Korre-

laatiokertoimet ovat normeerattu välille -1 ja 1. Mitä lähempänä ääripäitä ollaan, sitä suurempi yhteys muuttujilla on toisiinsa nähden. Korrelaatiokertoimen ollessa negatiivinen toinen muuttujista pienenee toisen kasvaessa positiivinen korrelaatiokerroin tarkoittaa sitä, että toisen muuttujan kasvaessa toisenkin muuttuja kasvaa. Korrelaatiokertoimen ollessa 0 ei muuttujien välillä ole minkäänlaista lineaarista riippuvuutta. (Heikkilä 2008, 203 – 204; Saastamoinen-Olkkonen 2012, 65; Metsämuuronen 2000, 56; Holopainen-Pulkkinen 2014, 233 – 234.)

Analysoidessa tuloksia ei kuitenkaan riitä, että löytää muuttujien välisiä korrelaatioita. Korrelaation tulee olla myös tilastollisesti merkittävä, eli kuinka suuri riski on, että saatu riippuvuus johtuu sattumasta. Merkittävyydestä käytetään lyhennettä p ja korrelaatiokertoimesta lyhennettä r . Yleisesti opinnäytöissä riittävänä tasona käytetty raja on 0,05, eli merkittävyydestä on 5 %. (Heikkilä 2008, 194 – 195.)

Testatun eron tai riippuvuuden sanotaan olevan:

tilastollisesti erittäin merkitsevä, jos p on alle 0,001

tilastollisesti merkitsevä, jos p on välillä 0,001-0,01

tilastollisesti melkein merkitsevä, jos p on välillä 0,01-0,05

tilastollisesti suuntaa antava, jos p on välillä 0,05-0,1.

(Heikkilä 2008, 195).

Tämän tutkimuksen kaltaisen kvantitatiivisen tutkimuksen tulosten analysointia varten on suunniteltu SPSS-ohjelmisto (Statistical Package for Social Sciences) (Metsämuuronen 2000, 3). SPSS tulostaa korrelaatiokertoimista ns. korrelaatiomatriisin, jossa näkyvät muuttujapareittain korrelaatiokertoimet ja merkittävyydet (Saastamoinen-Olkkonen 2012, 66).

Syötimme molempien tutkimusten tulokset SPSS-ohjelmaan, jonka avulla saimme korrelaatiomatriisin. Testien laajuudesta johtuen muuttujapareja kertyi matriisiin 1833, joten poimimme tuloksiin vain tilastollisesti merkitsevät bilateriaaliset yhteydet, joista toisen puolen tuli olla tilastollisesti merkitsevä tasolla $p < 0,01$ ja toisen puolen vähintään tasolla $p < 0,05$. Tällä pois suljimme mahdollisesti lajitekniikoista syntyneet toispuoliset yhteydet.

Tarkistimme nämä tilastollisesti merkittävät muuttujaparit vielä erikseen varmistaksemme, ettei niistä löytyisi poikkeavaa havaintoa, joka saattaisi vääristää tulosta (ks. Heikkilä 2008, 205). Nämä tilastollisesti merkittävät muuttujaparit esittelemme ja raportoimme luvussa yhdistetyt tulokset.

11 TULOKSET

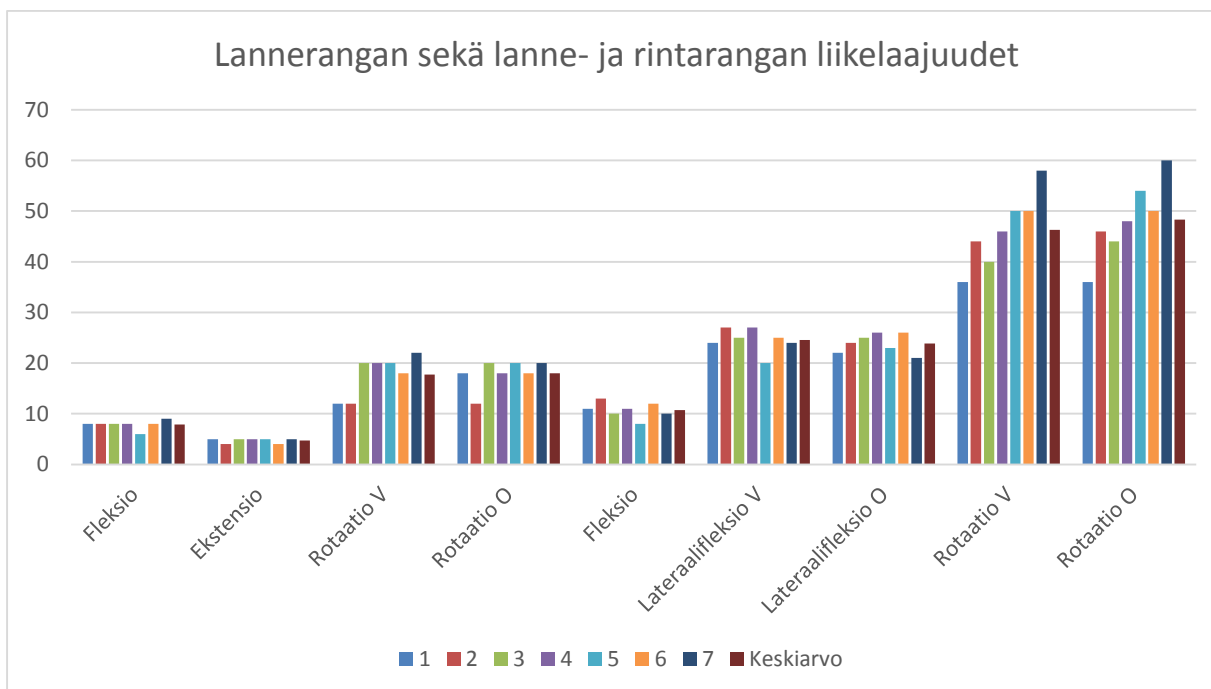
11.1 TULOKSET – TUTKIMUS 1

Rinta- ja lannerangan liikkuvuus

Rinta- ja lannerangan liikkuvuustestien tulokset esitettynä taulukossa 1 ja kuvassa 9.

Taulukko 1. Rinta- ja lannerangan liikkuvuuksien tulokset.

Tutkimushenkilö	Lanneranka				Rinta- ja lanneranka				
	Fleksio	Ekstensio	Rotaatio V	Rotaatio O	Fleksio	Lateraalifleksio V	Lateraalifleksio O	Rotaatio V	Rotaatio O
1	8	5	12	18	11	24	22	36	36
2	8	4	12	12	13	27	24	44	46
3	8	5	20	20	10	25	25	40	44
4	8	5	20	18	11	27	26	46	48
5	6	5	20	20	8	20	23	50	54
6	8	4	18	18	12	25	26	50	50
7	9	5	22	20	10	24	21	58	60
Keskiarvo	7,9	5	17,7	18	10,7	24,6	23,9	46,3	48,3



Kuva 9. Lannerangan sekä lanne- ja rintarangan liikkuvuuksien tulokset.

Rinta- ja lannerangan fleksion tulokset vaihtelivat 8 – 13 cm:n välillä, keskiarvo oli 10,7 cm. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 5 – 7 cm ± 1 cm (Reese & Bandy 2002, 412).

Rinta- ja lannerangan rotaation tulokset vaihtelivat 36 – 58 astetta (vasen) ja 36 – 60 astetta (oikea), keskiarvo oli 46,3 astetta (vasen) ja 48,3 astetta (oikea). Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 29 astetta ± 8 astetta (Reese & Bandy 2002, 413).

Rinta- ja lannerangan lateraalifleksion tulokset vaihtelivat 20 – 27 cm:n (vasen) ja 21 – 26 cm:n (oikea) välillä, keskiarvo oli 24,6 astetta (vasen) ja 23,9 astetta (oikea). Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 23 cm ± 3 cm (Reese & Bandy 2002, 413).

Lannerangan rotaation tulokset saatiin kahden asteen tarkkuudella. Tulokset vaihtelivat 12 – 22 asteen (vasen) ja 12 – 20 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 17,7 astetta (vasen) ja 18 astetta (oikea). Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 8 astetta ± 6 astetta (Reese & Bandy 2002, 413).

Lannerangan fleksion tulokset saatiin 1 cm:n tarkkuudella. Tulokset vaihtelivat 8 – 9 cm:n välillä keskiarvo oli 7,9 cm. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 5 – 7 ± 1 cm (Reese & Bandy 2002, 412).

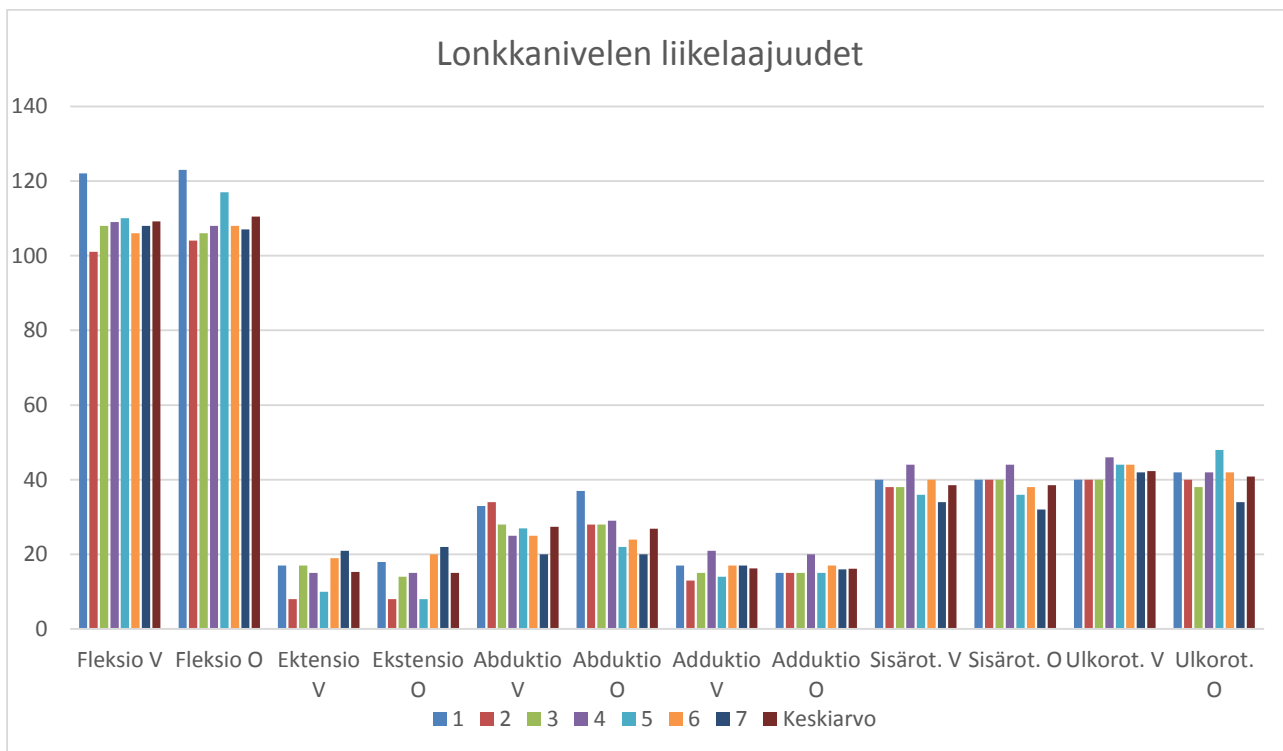
Lannerangan ekstension tulokset saatiin 1 cm:n tarkkuudella. Tulokset vaihtelivat 4 – 5 cm:n välillä, keskiarvo oli 5 cm. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 0.58 – 2 cm ± 0 – 1 cm (Reese & Bandy 2002, 412).

Lonkan liikkuvuustestit

Lonkan liikkuvuustestien tulokset esitettynä taulukossa 2 ja kuvassa 10.

Taulukko 2. Lonkan liikkuvuuksien tulokset

Tutkimushenkilö	Lonkkanivel											
	Fleksio V	Fleksio O	Ekstensio V	Ekstensio O	Abduktio V	Abduktio O	Adduktio V	Adduktio O	Sisärot. V	Sisärot. O	Ulkorot. V	Ulkorot. O
1	122	123	17	18	33	37	17	15	40	40	40	42
2	101	104	8	8	34	28	13	15	38	40	40	40
3	108	106	17	14	28	28	15	15	38	40	40	38
4	109	108	15	15	25	29	21	20	44	44	46	42
5	110	117	10	8	27	22	14	15	36	36	44	48
6	106	108	19	20	25	24	17	17	40	38	44	42
7	108	107	21	22	20	20	17	16	34	32	42	34
Keskiarvo	109	110	15	15	27	27	16	16	39	39	42	41



Kuva 10. Lonkkanivelen liikkuvuuksien tulokset.

Lonkan fleksion tulokset vaihtelivat 106 – 122 asteen (vasen) ja 104 – 123 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 109 astetta (vasen) ja 110 astetta (oikea). Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 120 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

Lonkan ekstension tulokset vaihtelivat 8 – 21 asteen (vasen) ja 8 – 22 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 15 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 20 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

Lonkan abduktion tulokset vaihtelivat 20 – 34 asteen (vasen) ja 20 – 37 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 27 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 40 – 45 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

Lonkan adduktion mittausten tulokset vaihtelivat 13 – 21 asteen (vasen) ja 15 – 20 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 16 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 25 – 30 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

Lonkan sisärotaation mittausten tulokset vaihtelivat 34 – 44 asteen (vasen) ja 32 – 44 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 39 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 35 – 40 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

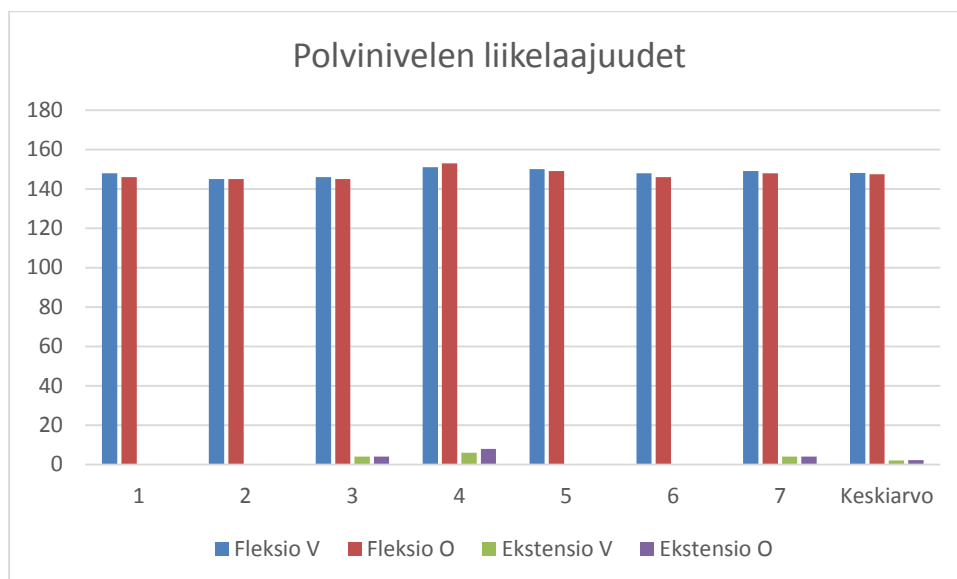
Lonkan ulkorotaation mittausten tulokset vaihtelivat 40 – 46 asteen (vasen) ja 34 – 48 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 42 astetta (vasen) ja 41 astetta (oikea). Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 35 – 40 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

Polven liikkuvuustestit

Polven liikkuvuustestien tulokset esitettyinä taulukossa 3 ja kuvassa 11.

Taulukko 3. Polvinivelen liikkuvuuksien tulokset.

	Polvinivel			
Tutkimushenkilö	Fleksio V	Fleksio O	Ekstensio V	Ekstensio O
1	148	146	0	0
2	145	145	0	0
3	146	145	4	4
4	151	153	6	8
5	150	149	0	0
6	148	146	0	0
7	149	148	4	4
Keskiarvo	148	147	2	2



Kuva 11. Polvinivelen liikkuvuuksien tulokset.

Polven fleksion mittausten tulokset vaihtelivat 145 – 151 asteen (vasen) ja 145 – 153 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 148 astetta (vasen) ja 147 astetta (oikea). Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 140 – 145 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

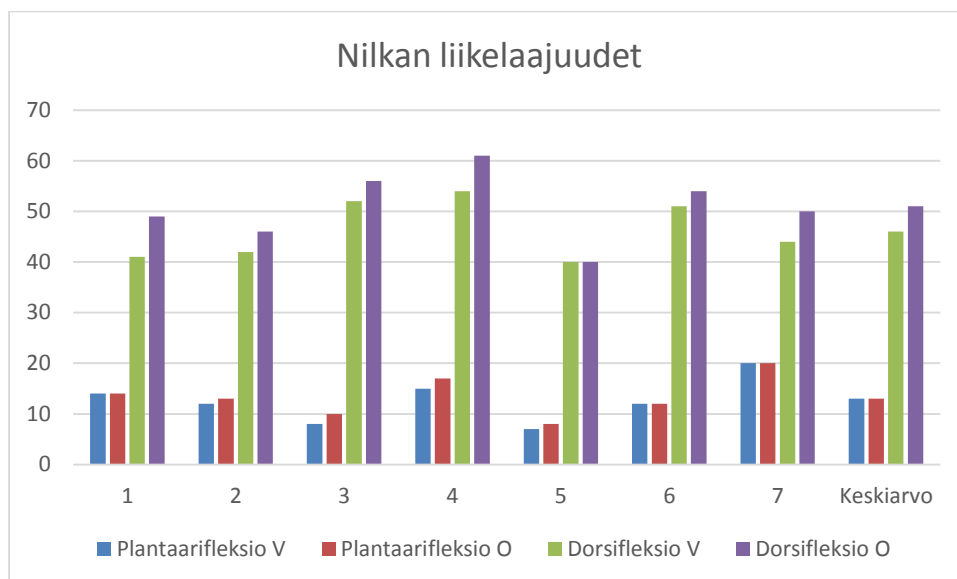
Polven ekstension mittausten tulokset vaihtelivat 0 – 6 asteen (vasen) ja 0 – 8 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 2 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 0 astetta (Reese & Bandy 2002, 409). Tässä tuloksessa asteluku, joka on suurempi kuin 0 astetta, tarkoittaa polvinivelen hyperekstensiossa esiintyvää astelukua.

Nilkan liikkuvuustestit

Nilkan liikkuvuustestien tulokset esitettynä taulukossa 4 ja kuvassa 12.

Taulukko 4. Nilkanivelen liikkuvuuksien tulokset.

	Nilkka			
Tutkimushenkilö	Plantaarifleksio V	Plantaarifleksio O	Dorsifleksio V	Dorsifleksio O
1	14	14	41	49
2	12	13	42	46
3	8	10	52	56
4	15	17	54	61
5	7	8	40	40
6	12	12	51	54
7	20	20	44	50
Keskiarvo	13	13	46	51



Kuva 12. Nilkanivelen liikkuvuuksien tulokset.

Nilkan plantaarifleksion tulokset vaihtelivat 40 – 54 asteen (vasen) ja 40 – 61 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 46 astetta (vasen) ja 51 astetta (oikea). Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 40 – 50 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

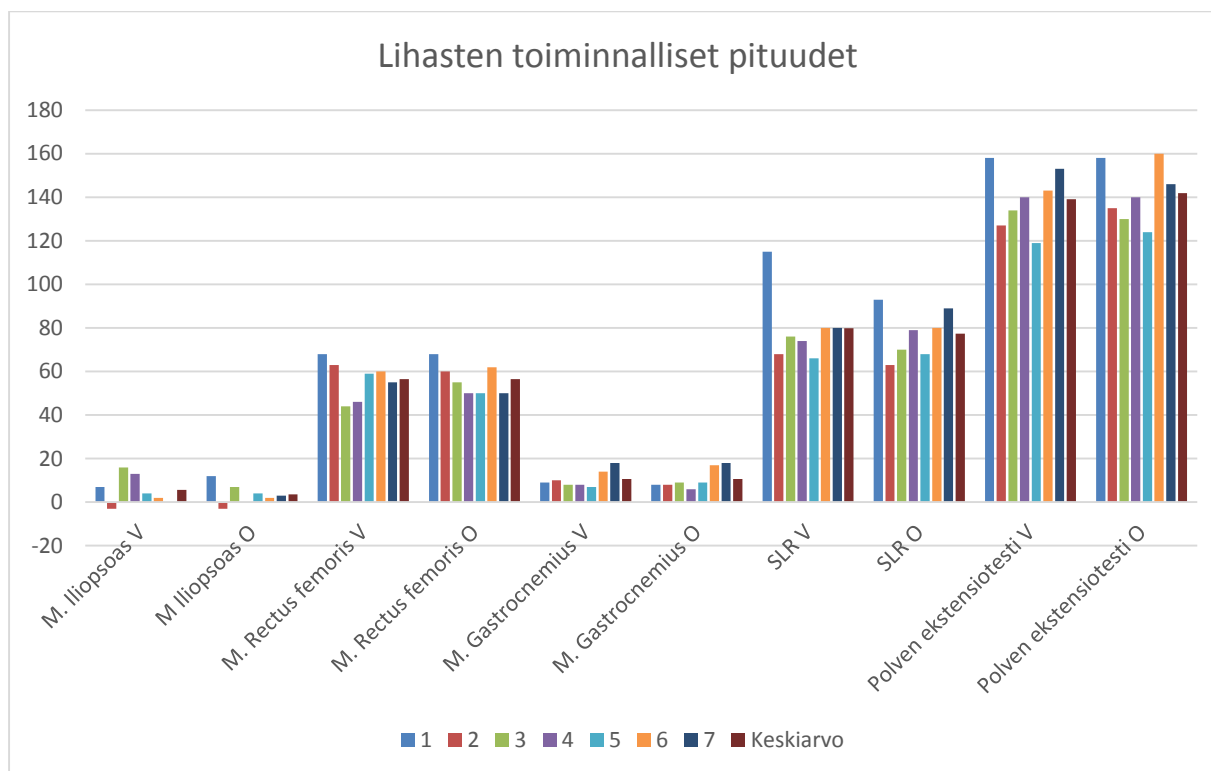
Nilkan dorsifleksion mittausten tulokset vaihtelivat 7 - 20 asteen (vasen) ja 8 – 20 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 13 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy esittävät normiarvoksi 15 – 20 astetta (Reese & Bandy 2002, 409).

Lihasten toiminnalliset pituudet

Lihasten toiminnallisten pituuksien tulokset esitettynä taulukossa 5 ja kuvassa 13.

Taulukko 5. Lihasten toiminnallisten pituuksien tulokset.

Tutkimushenkilö	Lihasten toiminnalliset pituudet				TFL		M. Gastrocnemius V		M. Gastrocnemius O		SLR		Polven ekstensiotesti	
	M. Iliopsoas V	M Iliopsoas O	M. Rectus femoris V	M. Rectus femoris O	TFL V	TFL O	M. Gastrocnemius V	M. Gastrocnemius O	SLR V	SLR O	Polven ekstensiotesti V	Polven ekstensiotesti O		
1	7	12	68	68	NORM	NORM	9	8	115	93	158	158		
2	-3	-3	63	60	NORM	NORM	10	8	68	63	127	135		
3	16	7	44	55	NORM	NORM	8	9	76	70	134	130		
4	13	0	46	50	NORM	NORM	8	6	74	79	140	140		
5	4	4	59	50	NORM	NORM	7	9	66	68	119	124		
6	2	2	60	62	NORM	NORM	14	17	80	80	143	160		
7	0	3	55	50	NORM	NORM	18	18	80	89	153	146		
Keskiarvo	6	4	56	56			11	11	80	77	139	142		



Kuva 13. Lihasten toiminnallisten pituuksien tulokset.

M. iliopsoaksen toiminnallisten pituuksien testitulokset vaihtelivat -3 – 16 asteen (vasen) ja -3 – 12 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 6 astetta vasemmalla ja 4 astetta oikealla. Miinusmerkkinen tulos tarkoittaa lonkan nivelkulman olleen fleksiossa ja muuten lonkan nivelkulman olleen ekstensiossa. Reese & Bandy esittävät m. iliopsoaksen normaaliksi pituudeksi 0 astetta Thomasin testiasennossa (Reese & Bandy 2002, 345). Jos lonkan nivelkulma on fleksiossa, voidaan tulkita iliopsoaslihaksen olevan normaalia kireämpi, jos taas lonkan nivelkulma on ekstensiossa, voidaan tulkita iliopsoaslihaksen olevan normaalia pitempi.

M. rectus femoriksen toiminnallisten pituuksien testitulokset vaihtelivat 44 – 68 asteen (vasen) ja 50 – 68 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 56 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy esittävät m. rectus femoriin normaaliksi pituudeksi polvikulman ollessa 90 astetta Thomasin testiasennossa (Reese & Bandy 2002, 349).

Tensor fascia lataen mittaamiseksi ei esitetä normiarvoa. Tulokset perustuivat mittaajien silmämääräiseen toteamiseen ja puolierojen havaitsemiseen. Tutkitavilla ei havaittu kireän oloista TFL:ää, eikä puolieroja ollut raajojen välillä. Katso kohta 9.5.

M. gastrocnemiuksen toiminnallisten pituuksien testitulokset vaihtelivat 7 – 18 asteen (vasen) ja 6 – 8 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 11 astetta sekä vasemmassa että oikeassa. Reese & Bandy ei esitä lihaksen toiminnallisen pituuden normiarvoa.

SLR:n mittaustulokset vaihtelivat 66 – 118 asteen (vasen) ja 63 – 93 (oikea) välillä, keskiarvo oli 80 astetta vasemmassa ja 77 astetta oikeassa. Reese & Bandy (2002) ei esitä SLR:n normiarvoa.

Polven ekstensiotestin tulokset vaihtelivat 119 – 158 asteen (vasen) ja 124 – 160 asteen (oikea) välillä, keskiarvo oli 139 astetta vasemmassa ja 142 astetta oikeassa. Reese & Bandy (2002) ei esitä testille normiarvoa. Asteluku on mitattu goniometrin varren reidenmyötäisestä asettelusta, jonka lähtöaste on nolla.

11.2 TULOKSET – TUTKIMUS 2

Jyväskylän liikuntatieteellisessä tiedekunnassa tehdyn tutkimuksen 2 tulokset kokonaisuudessaan esitettyinä taulukossa 6.

Taulukko 6. Juoksun mekaniikkaa, nopeusvoimaominaisuuksia ja juoksun rentoutta mittavien testien tulokset.

testihlö		1	2	3	4	5	6	7	Keskiarvo	Keskihajonta
päivämäärä	(pp.kk.vvvv)	26.3.2015	26.3.2015	26.3.2015	26.3.2015	26.3.2015	26.3.2015	26.3.2015		
pituus	(cm)	179,0	176,5	172,0	179,1	174,5	176,2	167,0	174,9	4,3
paino	(kg)	65,9	70,6	61,3	68,2	62,7	60,6	58,4	64,0	4,4
jalanpituus	(m)	0,95	0,94	0,91	0,95	0,92	0,93	0,89	0,93	0,02
kevennys	(cm)	41,3	37,8	41,1	42,7	40,4	37,1	37,2	39,7	2,3
staattinen	(cm)	35,2	35,2	40,6	42	39,9	35,8	33,3	37,4	3,3
elastisuus-%	(%)	17,3	7,4	1,2	1,7	1,3	3,6	11,7	6,3	6,2
absmaxvoima	(kg)	194	202	153	158	234	150	170	180	31
suhtmaxvoima	(kg/kg)	2,94	2,86	2,50	2,32	3,73	2,48	2,91	2,82	0,47
reaktkon	(ms)	141	158	156	192	174	162	155	162	16
reaktlen	(ms)	603	545	569	591	606	567	587	581	22
reaktkork	(cm)	44,6	36,4	39,6	42,8	45,0	39,4	42,3	41,4	3,1
reakttheo	(W/kg)	62,0	45,4	50,0	43,8	50,9	47,7	53,5	50,5	6,1
20mlentävä	(s)	2,41	2,46	2,41	2,34	2,32	2,50	2,30	2,39	0,07
maxnopeus	(m/s)	8,29	8,14	8,32	8,55	8,61	8,00	8,71	8,37	0,26
askeltiheys	(Hz)	3,90	3,94	4,31	3,97	4,16	4,00	4,40	4,10	0,20
askelpituus	(m)	2,11	2,06	1,92	2,13	2,06	1,99	1,98	2,04	0,08
suhtaskpit	(m/m)	1,18	1,17	1,12	1,19	1,18	1,13	1,19	1,16	0,03
kontaktiaika	(ms)	120	130	121	121	115	124	111	120	6
lentoaika	(ms)	136	124	111	111	125	126	116	121	9
askelaika	(ms)	256	254	232	232	240	250	227	242	12
suhtkontaika	(%)	46,9	51,2	52,2	52,2	47,9	49,6	48,9	49,8	2,1
teho-%	(%)	13,3	-4,6	-8,3	-8,3	8,7	1,6	4,5	1,0	8,4
indeksi	(cm/ms)	1,76	1,58	1,59	1,76	1,79	1,60	1,78	1,70	0,10
abspystyvoima	(N)	2166	2126	1811	2015	2016	1883	1840	1980	139
suhtpystyvoima	(N/BW)	3,35	3,07	3,01	3,01	3,28	3,17	3,21	3,16	0,13
ppvajoama	(cm)	6,6	7,2	6,2	6,2	5,9	6,7	5,4	6,3	0,6
pystystiff	(kN/m)	33,0	29,4	29,3	32,6	34,0	28,0	33,8	31,4	2,5
jalpituutos	(cm)	20,6	23,6	21,3	21,5	20,3	21,0	19,8	21,2	1,2
jalkastiff	(kN/m)	10,5	9,0	8,5	9,4	9,9	9,0	9,3	9,4	0,7
aktvas%	(%)	52,5	50,3	48,2	52,2	55,5	52,3	55,2	52,3	2,6
aktoik%	(%)	47,5	49,7	51,8	47,8	44,5	47,5	44,8	47,7	2,6
aktpuoliero	(%)	5,0	0,6	-3,6	4,4	11,0	4,8	10,4	4,7	5,1
aktvasetu	(%)	23,1	21,9	16,6	22,7	19,7	22,3	24,6	21,6	2,6
aktoiketü	(%)	18	21,4	20,9	21,6	16,1	15,7	20,2	19,1	2,5
aktvastaka	(%)	29,4	28,5	31,6	29,6	35,8	30,2	30,5	30,8	2,4
aktoiktaka	(%)	29,5	28,3	31	26,1	28,4	31,8	24,6	28,5	2,6
aktetureisi	(%)	41,1	43,3	37,5	44,3	35,8	38	44,8	40,7	3,6
akttakareisi	(%)	58,9	56,8	62,6	55,7	64,2	62	55,1	59,3	3,6
vastaka/etu		1,27	1,30	1,90	1,30	1,82	1,35	1,24	1,46	0,28
oiktaka/etu		1,64	1,32	1,48	1,21	1,76	2,03	1,22	1,52	0,30
taka/etu		1,43	1,31	1,67	1,26	1,79	1,63	1,23	1,48	0,22
vasetumax	(uV)	278	320	214	319	217	379	529	322	109
oiketumax	(uV)	233	319	253	313	169	270	460	288	91
vastakamax	(uV)	421	444	562	448	478	579	700	519	100
oiktakamax	(uV)	471	367	562	370	326	658	625	483	134
vaseturelax	(uV)	8	2	1	2	5	6	3	4	3
oiketurelax	(uV)	4	8	7	10	12	8	9	8	2
vastakarelax	(uV)	6	6	4	10	14	5	13	8	4
oiktakarelax	(uV)	4	9	6	10	10	3	6	7	3
kokonaisakt	(uV)	2850	3015	2830	2965	2323	3584	4151	3103	592

11.3 TULOKSET – TUTKIMUKSET 1 ja 2

Korreloimalla tutkimusten 1 ja 2 tuloksia keskenään vastaamme tutkimuskysymyksiin seuraavalla tavalla.

1. Miten nivelten passiiviset liikelaajuudet ja lihasten toimintapituudet ovat yhteydessä pikajuoksun mekaniikkaan maksiminopeuden vaiheessa?

Lonkan fleksion yhteys on tilastollisesti merkitsevä keskimääräiseen jalan jäykkyyteen tukivaiheessa maksiminopeustestin (jalkastiff) aikana oikean jalan puolella, $r = 0,918$, $n = 7$, $p = 0,004$ ja tilastollisesti melkein merkitsevä vasemman jalan puolella, $r = 0,803$, $n = 7$, $p = 0,03$. Lonkan fleksion määrällä on siis yhteys jalan kykyyn vastustaa alaspäin suuntautuvaa vertikaalista voimaa jalan iskeytyessä maahan juoksun maksiminopeuden vaiheen aikana. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 14.

		Lonkan fleksio V	Lonkan fleksio O
Jalan jäykkyys	r	0,803	0,918
	n	7	7
	p	0,03	0,004

Kuva 14. Jalan jäykkyyden ja lonkan fleksion yhteys.

Polven ekstension yhteys on tilastollisesti negatiivisesti merkitsevä keskimääräiseen lentoaikaan (lentoaika) vasemman jalan puolella, $r = -0,877$, $n = 7$, $p = 0,009$, sekä tilastollisesti negatiivisesti melkein merkitsevä oikean jalan puolella, $r = -0,839$, $n = 7$, $p = 0,018$. Polven ekstension määrällä on siis negatiivinen yhteys askeleen lentoajan keston juoksun maksiminopeuden vaiheen aikana. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 15.

		Polven ekstensio V	Polven ekstensio O
Lentoaika	r	-0,887	-0,839
	n	7	7
	p	0,009	0,018

Kuva 15. Lentoajan ja polven ekstension yhteys.

M. Rectus femoriin toiminnallisen pituuden yhteys on tilastollisesti merkitsevä lentoaikaan (lentoaika) vasemman jalan puolella, $r = 0,952$, $n = 7$, $p = 0,001$, ja tilastollisesti melkein merkitsevä oikean jalan puolella, $r = 0,763$, $n = 7$, $p =$

0,046. M. Rectus femoriin toiminnallisen pituuden määrällä on siis yhteys askeleen lentoajan kestoon juoksun maksiminopeuden vaiheen aikana. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 16.

	M. Rectus femoris V	M. Rectus femoris O
Lentoaika r	0,952	0,763
n	7	7
p	0,001	0,046

Kuva 16. Lentoajan ja M. rectus femoriin yhteys.

2. Miten nivelten passiiviset liikelaajuudet ja lihasten toimintapituudet ovat yhteydessä alaraajojen nopeusvoimaominaisuuksiin?

Nilkan dorsifleksion yhteys on tilastollisesti negatiivisesti merkitsevä absoluuttiseen maksimivoimaan (absmaxvoima) oikean jalan puolella, $r = -0,907$, $n = 7$, $p = 0,005$ ja tilastollisesti melkein merkitsevä vasemman jalan puolella, $r = -0,870$, $n = 7$, $p = 0,011$. Nilkan dorsifleksion määrällä on siis negatiivinen yhteys jalkojen isometriseen ojennusvoimaan. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 17.

	Nilkan dorsifleksio V	Nilkan dorsifleksio O
Absoluuttinen maksimivoima r	-0,870	-0,907
n	7	7
p	0,011	0,005

Kuva 17. Absoluuttisen maksimivoiman ja nilkan dorsifleksion yhteys.

Nilkan dorsifleksion yhteys on tilastollisesti negatiivisesti merkitsevä suhteelliseen maksimivoimaan (suhtmaxvoima) oikean jalan puolella, $r = -0,936$, $n = 7$, $p = 0,002$ ja tilastollisesti melkein merkitsevä vasemman jalan puolella, $r = -0,851$, $n = 7$, $p = 0,015$. Nilkan dorsifleksion määrällä on siis negatiivinen yhteys jalkojen isometriseen kehon painoon suhteutettuun ojennusvoimaan. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 18.

	Nilkan dorsifleksio V	Nilkan dorsifleksio O
Suhteellinen maksimivoima r	-0,851	-0,936
n	7	7
p	0,015	0,002

Kuva 18. Suhteellisen maksimivoiman ja nilkan dorsifleksion yhteys.

3. Miten nivelten passiiviset liikelaajuudet ja lihasten toimintapituudet ovat yhteydessä juoksun rentouteen?

Nilkan plantaarifleksion yhteys on tilastollisesti negatiivisesti merkitsevä takareisien yhdistettyyn lihasaktiivisuuteen (akttakareisi), oikean jalan puolella, $r = -0,916$, $n = 7$, $p = 0,004$ ja tilastollisesti negatiivisesti melkein merkitsevä vasemman jalan puolella, $r = -0,867$, $n = 7$, $p = 0,011$. Nilkan plantaarifleksion määrällä on siis negatiivinen yhteys takareisien lihasten kokonaisaktiivisuuteen muihin lihasryhmiin nähden juoksun rentoutta analysoitaessa. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 19.

		Nilkan plantaarifleksio V	Nilkan plantaarifleksio O
Takareisien lihasaktiivisuus	r	-0,867	-0,916
kokonaisaktiivisuudesta	n	7	7
	p	0,011	0,004

Kuva 19. Takareisien lihasaktiivisuus kokonaisaktiivisuudesta ja nilkan plantaarifleksion yhteys.

Nilkan plantaarifleksion yhteys on tilastollisesti negatiivisesti merkitsevä molempien takareisien lihasaktiivisuuteen suhteutettuna molempien etureisien lihasaktiivisuuteen (taka/etu) oikean jalan puolella, $r = -0,907$, $n = 7$, $p = 0,005$ ja tilastollisesti negatiivisesti melkein merkitsevä vasemman jalan puolella, $r = -0,861$, $n = 7$, $p = 0,013$. Nilkan plantaarifleksiolla on siis yhteys takareisien lihasaktiivisuuteen suhteutettuna etureisien lihasaktiivisuuteen juoksun rentoutta analysoitaessa. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 20.

		Nilkan plantaarifleksio V	Nilkan plantaarifleksio O
Takareisien lihasaktiivisuus	r	-0,861	-0,907
suhteutettuna etureisien	n	7	7
lihasaktiivisuuksiin	p	0,013	0,005

Kuva 20. Takareiden lihasaktiivisuus suhteutettuna etureisien lihasaktiivisuuksiin ja nilkan plantaarifleksion yhteys.

M. gastrocnemiuksen yhteys on tilastollisesti erittäin merkitsevä kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuuteen (kokonaisakt) vasemman jalan puolella, $r = 0,967$, $n = 7$, $p > 0,0005$ ja melkein merkitsevä oikean jalan puolella, $r = 0,832$, $n = 7$, $p = 0,020$. M. gastrocnemiuksen toiminnallisella pituudella on siis vahva yhteys kaikkien lihasryhmien lihasaktiivisuuteen juoksun rentoutta analysoitaessa. Tilastollinen yhteys nähtävissä kuvassa 21.

		M. Gastrocnemius V	M. gastrocnemius O
Kaikkien lihasryhmien	r	0,967	0,832
kokonaisaktiivisuus	n	7	7
	p	0,000	0,020

Kuva 21. Kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuuden ja M. gastrocnemiuksen yhteys.

12 POHDINTA

12.1 Luotettavuuden toteutuminen

Tämän opinnäytetyön luotettavuutta arvioitaessa keskeisiä asioita ovat reliabiliteetti ja validiteetti. Eli kuinka luotettavia mittaustuloksemme olivat ja mitta-simme ko sitä mitä oli tarkoitus mitata. Sisäisellä reliabiliteetilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessamme käyttämiämme mittausvälineitä ja mittaustekniikoita, ulkoisella reliabiliteetilla tarkoitetaan meidän tutkijoiden kykyä toistaa mittaukset mahdollisimman identtisesti. Validiteetillä tutkimuksessamme tarkoitetaan sitä olemmeko onnistuneet mittaamaan asioita joita meidän tuli mitata. Tutkimusvälineet ja tutkimusmenetelmät perustuivat tutkittuun tietoon ja olivat luotettavia. Mittaukset suoritimme ennalta harjoitellulla roolijaolla joka toistettiin identtisesti jokaisen testattavan kohdalla. Näin onnistuimme suorittamaan testimme luotettavasti. Validiteetti toteutui hyvin, kyseessä oli tilaustyö jossa oli ennalta määrätty mitattavat asiat, joihin löytyi tutkittu mittausmetodi ja mittausvälineistö.

Luotettavuutta heikentävinä asioina voidaan pitää tutkijoiden kokemattomuutta. Kyseessä oli tutkijoiden ensimmäinen tieteellinen tutkimus. Myös ennalta rajallinen teoreettinen tietämys juoksun biomekaniikasta tutkimuksen alussa hidasti tutkimuksen etenemistä. Kahden tutkijan ryhmä kuitenkin mahdollisti vastuualueiden jakamisen, tätä kautta työn eri osa-alueiden hahmottuminen helpottui. Tutkimusryhmän pieni koko (7) ei myöskään ole riittävä tarkempia tulkintoja tehtäessä.

Tutkimusryhmä koostui sm-tason 7-ottelijoista. Ryhmä edusti suomen huipputason yleisurheilijoita, mikä on tämän kaltaiselle tutkimukselle edullista. Lajin vaatimat toispuoliset lajitekniikat pituushypyssä, korkeushypyssä, kuulantönnössä, 100 m:n aitajuoksussa ja keihäänheitossa todennäköisesti aiheutti-

vat toispuolisia tilastollisesti merkittäviäkin korrelaatioita, jotka jouduimme hylkäämään lopullisista tuloksista tutkimuksen koskiessa vain pikajuoksun analysointia.

12.2 Tulosten analyysi

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mahdollisia nivelliikkuvuuk-sien ja lihasten toiminnallisten pituuksien yhteyttä pikajuoksun mekaniikkaan, nopeusvoimaominaisuuksiin ja rentouteen. Aiempia vastaavia tutkimuksia ei ole tehty, joten tämän tutkimuksen tekijöillä ei ollut vertailukelpoisia tuloksia. Tämän tutkimuksen tutkijoiden asiantuntijuus liittyy nivelten ja lihasten toiminnallisten pituuksien mittaamiseen ja tulkitsemiseen. Lähteiden rajallisesta saamisesta, sekä aihetta käsittelevien tutkimusten puutteista johtuen tulosten pohdinta on myös tulkinnanvaraista.

Käsitlemme tulosten pohdintaa meidän asiantuntijuuden perusteella mikä vaikuttaa, mihin vaikuttaa, sekä jatkotutkimuksien tarvetta. Avaamme pohdinnassa tutkimusten 1 ja 2 yhdistetyt tulokset, eli ne yhteydet joiden avulla vastasimme tutkimuskysymyksiin. Käytämme näistä yhteyksistä kuvausta selkeä yhteys. Otamme myös kantaa tuloksiin joilla näyttäisi olevan yhteyttä juoksun biomekaniikkaan, mutta vaativat lisätutkimuksia.

Havaitsimme lonkan fleksiolla olevan selkeä yhteys jalan jäykkyyteen askeleen tukivaiheessa. Johtopäätöksenä voimme olettaa lonkan fleksion määrällä olevan edullinen vaikutus jalan jäykkyyteen. Bret ym. toteavat tutkimuksessaan jalan jäykkyydestä olevan merkittävää hyötyä maksiminopeuden aikana 100 m juoksussa (Bret C., Rahmani A., Dufour A. B., Messonnier L. & Lacour J. R. 2002).

Polven ekstensiosta löytyi selkeä negatiivinen yhteys askeleen lentoaikaan nähden. Johtopäätöksenä voimme olettaa polven ekstension määrällä olevan askeleen lentoaikaa lyhentävä vaikutus. Syytä tähän olisi hyvä tutkia tulevaisuudessa.

M. rectus femoriin toiminnallisella pituudella oli selkeä yhteys askeleen lentoajan kanssa. Johtopäätöksenä M. rectus femoriin toiminnallisen pituuden

määrällä on edullinen vaikutus lentoajan pituuteen juoksussa ja saattaa tätä kautta myötävaikuttaa askelpituuden kasvuun. Tämän tutkimuksen tutkittavilla normiarvoista jäätin 34 astetta verrattaessa normiarvoihin (Reese & Bandy, 2002). Urheilijoiden liikkuvuus ja lihasten toiminnallinen pituus vaihtelee lajeittain ja yksilöittäin, joten vertailu normiarvoihin ei ole mielestämme käyttökelpoista, mutta tähän voisi olla syytä kiinnittää huomiota harjoittelussa.

Nilkan dorsifleksiolla oli selkeä yhteys absoluuttisessa sekä kehonpainoon suhteutetussa maksimivoimatestissä, joka tehtiin jalkaprässilaitteella 90 asteen polvikulmassa. Johtopäätöksenä nilkan pienempi liikkuvuus dorsifleksioon olisi myötävaikutteinen reisien isometriseen ojennusvoimantuottoon. Emme löytäneet kuitenkaan aiempia tutkimuksia, jotka tukisivat tätä tulosta. Mielenkiintoista olisikin tutkia liittyykö nilkan dorsifleksion määrä reisien ojennusvoimaan myös muilla polvikulmilla vai oliko se epäedullista juuri tässä kyseisessä testissä ja kyseisellä 90 asteen polvikulmalla. Oikean nilkan dorsifleksiokulmat olivat suuremmat 6/7 tutkittavista. Myös tähän puolieroon olisi urheilijoiden syytä paneutua harjoittelussaan saadakseen tasapuolisesti yhtä suuret nilkkanivelen liikelaajuudet. Struzik ym. toteavat tutkimuksessaan nilkan dorsi-plantaarifleksion koko liikelaajuuden käyttämisen olevan hyödyllistä 30 m:n maksimivauhtisessa juoksussa (Struzik A., Konieczny G., Grzesik K., Stawarz M., Winiarski S. & Rokita A. 2015).

Nilkan liikkuvuutta kuvaavissa testeissä havaitsimme nilkan plantaarifleksiolla olevan selkeä negatiivinen yhteys takareisien yhdistettyyn lihasaktiivisuuteen. Lisäksi nilkan plantaarifleksion määrä oli negatiivisesti yhteydessä molempien takareisien lihasaktiivisuuteen suhteutettuna molempien etureisien lihasaktiivisuuteen. Johtopäätöksenä voimme olettaa nilkan plantaarifleksion määrällä olevan edullinen vaikutus takareisien lihasaktiivisuuteen juoksun rentouteen nähdessä. Nilkkaa plantaarifleksoivan lihaksen M. gastrocnemiuksen toiminnallisella pituudella oli selkeä yhteys alaraajojen lihasten kokonaisaktiivisuuksien kanssa. Nilkan liikkuvuutta ja nilkkaa liikuttavien lihasten yhteyttä juoksun rentouteen tulisi tutkia lisää tulevaisuudessa.

Havaitsimme myös, että lonkkaa fleksoivien lihasten, lonkan liikkuvuudella, nilkan liikkuvuudella ja nilkkaa plantaarifleksoivilla lihaksilla löytyi tilastollisesti melkein merkitseviä bilateraalisia yhteyksiä, eli yhteyksiä jotka antoivat viitteitä

korrelaatiosta, mutta emme voineet pitää selkeinä yhteyksinä juoksun biomekaniikkatestien kanssa. Tämä vahvistaa tutkimustulostemme loogisuutta ja käsitystämme juoksun mekaniikan kannalta tärkeistä nivelliikkuvuuksista ja lihaksista.

Rinta- ja lannerangan liikkuvuudella näyttäisi olevan vaikutusta juoksun rentouteen. Lannerangan rotaatio vasemmalle oli merkittävästi korrelaatioissa etureisien lihasaktiivisuuteen, rotaatio oikealle ei tuottanut korrelaatiota. Rotaatioiden määrä kuitenkin oli tutkittavilla hyvin lähellä toisiaan, pois lukien tutkimushenkilö 1:stä, jolla rotaatio oli 6 astetta vähemmän vasemmalla. Schache ym. tutkimuksen mukaan lannerangassa toteutuu juostessa fleksio-, ektensio-, lateraalifleksio-, kuin rotationaalisuuntaista liikettä (Schache ym. 2002).

Tarkkaa määritelmää ei ole tämän tutkimuksen tekijöillä tiedossa, minkälainen rinta- ja lannerangan liikkuvuus olisi optimaalinen pikajuoksuun. Lannerangan rotaation määrä on urheilijalle miltei mahdoton määrittellä itsenäisesti.

Tämän tutkimuksen perusteella nivelten liikelaajuuksilla ja lihasten toiminnallisilla pituuksilla voi olla vaikutusta pikajuoksun mekaniikkaan, nopeusvoimaominaisuuksiin sekä juoksun rentouteen. Tämä tutkimus sopii alkukartoitukseksi aiheeseen liittyvälle tutkimushypoteeseille. Jatkotutkimuksien kannalta olisi mielenkiintoista vertailla tutkimuksia sprinttijuoksijoiden kanssa, koska 7-ottelijoilla havaittiin puolieroja, joiden voidaan sanoa johtuvan lajin vaatimista lajitekniikoista. Myös aihealueen kaventaminen voisi tuottaa tarkempia tuloksia. Aihe oli laaja nivelliikkuvuuksien käsittävän rinta- ja lannerangan, lonkan, polven ja nilkan liikkuvuudet sekä lihasten toiminnalliset pituudet. Paneutuminen esimerkiksi lannerangan ja lonkan liikkuvuuksien sekä niitä liikkuttavien lihasten vaikutukseen juoksun biomekaniikkaan voisi olla hyödyllistä. Myös nilkan liikkuvuuksien ja nilkkaniveltä liikkuttavien lihasten vaikutus pikajuoksun biomekaniikkaan olisi hyödyllistä tutkia lisää

LÄHTEET

- Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A. B., Messonnier, L. & Lacour, J. R. 2002. Leg strength and stiffness as ability factors in 100m sprint running.
- Cavanga, G. A., Komarek, L., & Mazzoleni, S. 1971. The Mechanics of Sprint Running. *The Journal of Physiology*. 217, 709 – 721.
- Deshon D. E., Nelson R. C. 1964. Cinematographical analysis of sprint running.
- Dorn T. W., Schache A. G. & Pandy M. G. 2012. Muscular strategy shift in human running: dependence of running speed on hip and ankle muscle performance.
- Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. Seitsemäs painos. Edita Prima Oy.
- Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2014. Tilastolliset menetelmät. 5.–9. painos. Sanoma Pro Oy.
- Kananen, J. 2008 Kvantti: Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Kausto, K. 1993. Liikkuvuus ja sen mittaaminen lonkkanivelen liikkuvuutta mittaavin testein. Pro gradu-tutkielma: Jyväskylän yliopisto, liikuntakasvatuksen laitos.
- Keskinen K. L., Häkkinen K. & Kallinen M. 2004. Kuntotestauksen käsikirja.
- Kraemer W. J. & Fleck S. J. 2004. Designing resistance training programs. Third edition.
- Magnusson S. P., Simonsen E. B., Aagaard P., Sorensen H. & Kjaer M. 1996. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle.
- Mann, R. A. & Hagy, J. 1980. Biomechanics of walking, running, and sprinting.
- Mero, A., Peltola, E. & Saarela, J. 1987. Nopeus- ja nopeuskestävyysharjoittelu.
- Metsämuuronen, J. 2000. SPSS aloittelevan tutkijan käytössä. Metodologia – sarja 5. International methelp Ky.

- Metsämuuronen, J. 2001. Monimuuttujamenetelmien perusteet SPSS-ympäristössä. Metodologia –sarja 7. International methelp Ky.
- Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet: tutkijalaitos, 3. laitos, 2. korjattu painos. International methelp Ky.
- Mohr, K. J., Pink, N. M., Elsner, C. & Kvitne, R. S. 1998. Electromyographic investigation of stretching: The effect of warm-up.
- Moran G. T., Mann R. A., Dougherty S. E. & Moran S. A. 1988. Biomechanics of running – electromyographic analysis of the hip during jogging, running and sprinting.
- Norkin, C. C. & White J. D. 2009. Measurement of joint motion: A Guide to Goniometry, 4th edition.
- Novacheck, T. F. 1998. The biomechanics of running.
- Reese, N. & Bandy, W. D. 2002. Joint range of motion and muscle length testing. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Saastamoinen, K. & Olkkonen R. 2012. SPSS-perusopas markkinointitutkijoille. 4. uud. painos. Turun yliopiston kauppakorkeakoulu. Uniprint, Turku.
- Saresvaara, M. & Ojala, B. 1993. Nivelten ja lihasten fysioterapia. Finnpublishers Oy.
- Schache A. G., Blanch P., Rath D., Wrigley T. & Bennell K. 2002. Three-dimensional angular kinematics of the lumbar spine and pelvis during running.
- Struzik, A., Konieczny, G., Grzesik, K., Stawarz, M., Winiarski, S. & Rokita, A. 2015. Relationship between lower limbs kinematic variables and effectiveness of sprint during maximum velocity phase.
- Vilka, H. 2005. Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet, Tammi.
- Williams K. R., Cavanagh P. R. & Ziff J. L. 1987. Biomechanical studies of elite female distance runners.
- Ylinen, J. 2002. Manuaalinen terapia, venytystekniikat, lihas-jännesysteemi. Medirehabook kustannus Oy.

Antropometria

Pituus _____
 Paino _____

Th-ranka

Rotaatio Vasen _____ Oikea _____

L-ranka

Fleksio cm _____
 Ekstensio cm _____

Yhdistetty Th- ja L-ranka

Fleksio Vasen _____ Oikea _____
 Lateraalifleksio Vasen _____ Oikea _____
 Rotaatio Vasen _____ Oikea _____

Lonkka

Fleksio Vasen _____ Oikea _____
 Ektensio Vasen _____ Oikea _____
 Abduktio Vasen _____ Oikea _____
 Adduktio Vasen _____ Oikea _____
 Med. rot. Vasen _____ Oikea _____
 Lat. rot. Vasen _____ Oikea _____

Polvi

Fleksio Vasen _____ Oikea _____
 Ekstensio Vasen _____ Oikea _____

Nilkka

Dorsifleksio Vasen _____ Oikea _____
 Plantaarifleksio Vasen _____ Oikea _____

Lihasten toiminnalliset pituudet

Thomasin testi: M. iliopsoas Vasen _____ Oikea _____
 Thomasin testi: M. rectus femoris Vasen _____ Oikea _____
 Oberin testi: TFL Vasen _____ Oikea _____
 M. gastrocnemius Vasen _____ Oikea _____
 SLR Vasen _____ Oikea _____
 Polven ekstensiotesti Vasen _____ Oikea _____

Pikajuoksun mekaniikkaa kuvaavat testit:

(20mlentävä) maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aika

(maxnopeus) maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän keskinopeus

(askeltiheys) keskimääräinen askeltiheys ("askelta sekunnissa") maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(askelpituus) keskimääräinen absoluuttinen askelpituus maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(suhtaskpit) koehenkilön pituuteen suhteutettu keskimääräinen askelpituus maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(kontaktiaika) keskimääräinen kontaktiaika eli tukivaiheen kesto maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(lentoaika) keskimääräinen lentoaika eli lentovaiheen kesto maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(askelaika) keskimääräinen askeleen kesto (kontaktiaika + lentoaika) maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(suhtkontaika) keskimääräinen kontaktin eli tukivaiheen kesto koko askeleen keston suhteutettuna maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(teho-%) keskimääräinen kontakti- ja lentoajan välinen ero maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana ("kuinka monta prosenttia lyhyempi kontaktiaika on lentoaikaan verrattuna)

(indeksi) keskimääräinen askelpituuden ja kontaktiajan välinen suhde maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(abspystyvoima) keskimääräinen absoluuttinen maksimaalinen pystyvoimantuotto tukivaiheessa maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(suhtpystyvoima) keskimääräinen kehon painoon suhteutettu maksimaalinen pystyvoimantuotto tukivaiheessa maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(ppvajoama) keskimääräinen painopisteen vajoama tukivaiheessa maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(pystystiff) keskimääräinen pystysuuntainen jäykkyys (engl. vertical stiffness) tukivaiheessa maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(jalpituutos) keskimääräinen jalan pituuden muutos tukivaiheessa maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(jalkastiff) keskimääräinen jalan jäykkyys (engl. leg stiffness) tukivaiheessa maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

Pikajuoksun nopeusvoimaominaisuuksia kuvaavat testit:

(kevennys) painopisteen nousukorkeus kevennyshyppy-testissä

(staattinen) painopisteen nousukorkeus staattinen hyppy-testissä

(elastisuus-%) elastisuusprosentti (kevennyshypyn ja staattisen hypyn välinen ero)

(absmaxvoima) absoluuttinen maksimivoima isometrisessä jalkojen ojennuksessa (90 asteen polvikulma jalkadynamometrissä eli jalkaprässilaitteessa)

(suhtmaxvoima) kehon painoon suhteutettu maksimivoima isometrisessä jalkojen ojennuksessa (90 asteen polvikulma jalkadynamometrissä eli jalkaprässilaitteessa)

(reaktkon) kontaktiaika reaktiivisuustestissä (viisi päkiähypyä mahdollisimman nopealla kontaktilla mahdollisimman korkealle)

(reaklen) lentoaika reaktiivisuustestissä (viisi päkiähypyä mahdollisimman nopealla kontaktilla mahdollisimman korkealle)

(reaktkork) painopisteen nousukorkeus reaktiivisuustestissä (viisi päkiähyppyä mahdollisimman nopealla kontaktilla mahdollisimman korkealle)

(reaktteho) mekaaninen tehontuotto reaktiivisuustestissä (viisi päkiähyppyä mahdollisimman nopealla kontaktilla mahdollisimman korkealle)

Pikajuoksun rentoutta kuvaavat testit:

(aktvas%) vasemman jalan lihasaktiivisuus (etu- ja takareisi summattuna yhteen) kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(aktoik%) oikean jalan lihasaktiivisuus (etu- ja takareisi summattuna yhteen) kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(aktpuoliero) jalkojen kokonaisaktiivisuuksien (etu- ja takareisi summattuna yhteen) puoliero maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(aktvasetu) vasemman jalan etureiden lihasaktiivisuus kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(aktoiketu) oikean jalan etureiden lihasaktiivisuus kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(aktvastaka) vasemman jalan takareiden lihasaktiivisuus kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(aktoiktaka) oikean jalan takareiden lihasaktiivisuus kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(akttureisi) etureisien (molemmat jalat summattuna yhteen) lihasaktiivisuus kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(akttakareisi) takareisien (molemmat jalat summattuna yhteen) lihasaktiivisuus kaikkien lihasryhmien kokonaisaktiivisuudesta maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(vastaka/etu) vasemman jalan takareiden lihasaktiivisuus suhteessa etureiden lihasaktiivisuuteen maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(oiktaka/etu) oikean jalan takareiden lihasaktiivisuus suhteessa etureiden lihasaktiivisuuteen maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(taka/etu) molempien takareisien lihasaktiivisuus suhteessa molempien etureisien lihasaktiivisuuteen maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(vasetumax) vasemman jalan etureiden maksimiaktiivisuus maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(oiketumax) oikean jalan etureiden maksimiaktiivisuus maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(vastakamax) vasemman jalan takareiden maksimiaktiivisuus maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(oiktakamax) oikean jalan takareiden maksimiaktiivisuus maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(vaseturelax) vasemman jalan etureiden relaksaatiotaso maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(oiketurelax) oikean jalan etureiden relaksaatiotaso maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(vastakarelax) vasemman jalan takareiden relaksaatiotaso maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(oiktakarelax) oikean jalan takareiden relaksaatiotaso maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana

(kokonaisakt) kokonaisaktiivisuus (kaikkien lihasryhmien kumulatiivinen lihasaktiivisuus summattu yhteen) maksiminopeustestin eli 20 metrin lentävän aikana