

**LYHYEN JA PITKÄN LIIKKUVUUSHARJOITTELUN EROT
LIIKKUVUUTTA LISÄÄVÄNÄ HARJOITTELUNA
JOUKKUEVOIMISTELIJOILLA**

Liisa Immonen

Valmennus- ja testausopin pro-gradu tutkielma

Kevät 2015

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Liisa Immonen (2015). Lyhyen ja pitkän liikkuvuusharjoittelun erot liikkuvuutta lisäävänä harjoitteluna joukkuevoimistelijoilla. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausopin Pro gradu-tutkielma, 47 s.

Venyttelyn kestoja on tutkittu jonkin verran, mutta spesifiä tutkimusta joukkuevoimisteli-joille ei ole aiemmin tehty. Tehokkaan harjoittelun kannalta on mielenkiintoista tietää, mikä on optimaalisin kesto yhdelle venytykselle. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko pitkä ja lyhyt staattinen liikkuvuusharjoittelu yhtä tehokkaita tapoja lisätä liikkuvuutta joukkuevoimisteli-joilla.

Tutkimukseen osallistui 20 joukkuevoimistelijaa iältään 10–11 –vuotta. Koehenkilöistä 10 teki lyhyttä liikkuvuusharjoittelua (LYHYT) ja 10 pitkää liikkuvuusharjoittelua (PITKÄ) osana harjoitusohjelmaansa yhdeksän kuukauden ajan. Lyhyen liikkuvuusharjoittelun venytykset kestivät maksimissaan 45 sekuntia ja pitkän liikkuvuusharjoittelun venytykset olivat vähintään minuutin ja 30 sekuntia. Liikkuvuutta testattiin Suomen voimisteluliitto Svolin liikkuvuustestistöllä, johon kuuluu 14 erilaista venytysliikettä. Testit tehtiin neljä kertaa yhdeksän kuukauden aikana.

LYHYT -ryhmä paransi tuloksiaan yhtä liikettä lukuun ottamatta ja PITKÄ -ryhmä paransi vain seitsemää liikettä 14:stä. LYHYT -ryhmän tulosten parannukset olivat PITKÄ-ryhmää parempia kaikissa yhtä liikettä lukuun ottamatta kaikissa testiliikkeissä. Tilastollisesti merkitseviä muutoksia LYHYT -ryhmällä oli kahdessa eri liikkeessä ja PITKÄ-ryhmällä yhdes- sä liikkeessä.

Johtopäätöksenä voitaneen todeta tutkimukseen ja teoriaan nojaten, että lyhyt staattinen liikkuvuusharjoittelu on vähintään yhtä tehokasta, kuin pitkä staattinen liikkuvuusharjoittelu. Täten optimaaliseen harjoitteluun nojautuen staattista liikkuvuusharjoittelua tehtäessä tehokkaampaa on teettää lyhyttä liikkuvuusharjoittelua, sillä se säästää aikaa muulle harjoittelulle.

Avainsanat: liikkuvuusharjoittelu, venyttely, joukkuevoimistelu

ABSTRACT

Liisa Immonen (2015). Differences of the short term and long term flexibility exercises in increasing flexibility in aesthetic group gymnastics. Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, Master's Thesis of Science of coaching and fitness testing, 47 p.

Duration of stretching has been studied to some extent, but specific scientific study for the aesthetic group gymnastics has not been done. Regarding optimal training stimulus it is interesting to know, what is the optimum duration for one stretching exercise. The aim of this study was to clarify whether the short term or long term static exercise is equally effective way to increase flexibility.

Twenty aesthetic group gymnastics participated to this study. Age varied from 10-11 years. Ten of them made short (SHORT) and 10 long term flexibility exercises (LONG) for 9 months as part of their training. Short term stretching exercise had maximum duration of 45 sec and long term exercise lasted at least 1 min and 30 sec. Finnish gymnastic association Svoli flexibility test battery was used to test the flexibility. The tests included 14 different stretching movements. Flexibility was tested four times a 9 months.

SHORT term group improved their results except for one movement. LONG term group improved their results only in 7 out of 14 movements. The improvements of the results of SHORT term team compared to LONG term team was better all results except in one test movements. Statistically significant changes were found in two test movements in SHORT term team and one in LONG term team.

As a conclusion, based on the theory and this study, it can be stated that the short term static flexibility exercise is at least as effective as long term exercise. For optimum exercise of the static flexibility exercise, study proved having short term movement exercise made is more effective, because it saves time for other training.

Keywords: Mobility exercise, Stretching exercise, Aesthetic group gymnastic

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 LIKKUVUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	2
2.1 Liikuntaelimistön rakenne	2
2.2 Keskushermoston vaikutus liikkuvuuteen.....	3
2.3 Lihaksen rakenne ja toiminta.....	3
2.3.1 Lihaskuitu.....	3
2.3.2 Jänne.....	5
2.3.2 Nivel.....	7
2.4 Perintötekijät.....	8
2.5 Olosuhteet.....	8
2.6 Lihastasapaino	9
2.7 Liikkuvuutta rajoittavat tekijät	10
2.8 Iän vaikutus liikkuvuuteen	11
3 LIKKUVUUDEN HARJOITTAMINEN.....	12
3.1 Liikkuvuuden merkitys.....	12
3.2 Liikkuvuutta selittävät teoreettiset mallit	14
3.3 Venytyksen kesto.....	15
3.4 Mitä venyttelyssä tapahtuu	17
3.5 Venyttelyharjoitteet	18
3.5.1 Passiivinen venyttely.....	18
3.5.2 Aktiivinen venyttely.....	19
3.5.3 PNF-venyttely	20
4 LIKKUVUUTTA VAATIVAT LAJIT.....	22
4.1 Joukkuevoimistelu	22
4.2 Eri lajien vaatimat liikkuvuuden muodot	22
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT.....	24
6 MENETELMÄT.....	25
6.1 Koehenkilöt	25

6.2 Tutkimusmenetelmät	25
6.2.1 Vartalon eteentaivutus.....	26
6.2.2 Polven ojentaja ja lonkankoukistaja.....	27
6.2.3 Sisäkiertäjä	28
6.2.4 Ulkokiertäjä.....	29
6.2.5 Spagaati.....	29
6.2.6 Sivuspagaati	30
6.2.7 Käsien rotaatio	31
6.2.8 Selän taaksetaivutus	32
6.2.9 Akilles	32
6.2.10 Suomen Voimisteluliiton määrittämät vertailuarvot.....	33
6.3 Tutkimuksen luotettavuus	34
7 TULOKSET.....	35
7.1 Eteentaivutus	35
7.2 Lonkankoukistajat	36
7.3 Sisäkiertäjä	37
7.4 Ulkokiertäjä	38
7.5 Spagaatit	39
7.7 Selkä	41
7.8 Kädet.....	42
7.9 Akilles.....	43
7.10 Yhteenveto.....	43
8 POHDINTA.....	45
LÄHTEET.....	48

1 JOHDANTO

Liikkuvuus on edellytys kaikelle liikunnalle, vaikka sen merkitystä ei pidetä yhtä suurena kuin muiden fyysisten ominaisuuksien. Optimaalisella liikkuvuudella pystytään suorittamaan hallituilla liikeradoilla liikkeitä, mikä osaltaan pienentää loukkaantumisriskiä. On myös lajeja, kuten eri voimistelulajit ja taitoluistelu, joissa vaaditaan liikkuvuuden näyttämistä suoritusten aikana. Etenkin rytmisessä voimistelussa ja joukkuevoimistelussa on ollut tapana, että venytysasunnoissa ollaan pitkään tavoiteltaessa liikkuvuuden optimaalista lisäystä. Perinteinen pitkä venytys on kestänyt 1,5 minuutista jopa viiteen minuuttiin. Tällaista liikkuvuusharjoitusta tehtäessä aikaa kuluu ja se on pois muulta lajiharjoittelulta.

Liikkuvuus on monimuotoinen ominaisuus, johon vaikuttaa useat eri tekijät joko positiivisesti tai negatiivisesti. Tässä työssä on pyritty selvittämään, mistä tekijöistä liikkuvuus koostuu ja mitkä tekijät siihen vaikuttavat. Kansainvälisesti liikkuvuutta on tutkittu paljon, mutta liikkuvuusharjoittelun keston vaikutusta erityisesti voimisteliijoilla ei ole tutkittu suurissa määrissä. Voimisteluvalmennuksessa tämä on jatkuvana puheenaiheena ja mielipiteitä on monia. Tässä työssä tutkitaan pitkä- ja lyhytkestoisen venyttelyn vaikutuksia liikkuvuuden lisäämiseksi. Työ on suunnattu omasta taustasta johtuen joukkuevoimisteluun, mutta toki tulokset on rinnastettavissa muihin liikkuvuutta vaativiin lajeihin.

2 LIIKKUVUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Liikkuvuudella tarkoitetaan nivelten liikkuvuutta (mobility) yhdistettynä lihasten ja nivelten ympäröivien kudosten venyvyyteen (flexibility) (Spring ym. 1993, 124). Liikkuvuuteen vaikuttavia tekijöitä on lihasten, jänteiden ja nivelsiteiden pituus sekä nivelten muoto ja niiden kyky liikkua. Nivelen liikelaajuus muodostuu jänteestä ja nivelsiteistä, nivelkapselista, lihas-kalvosta ja lihaksesta sekä ihosta. Liikkuvuudella on positiivinen vaikutus voimantuottoon, rentouteen, nopeuteen ja kestävyYTEEN. Lisäksi hyvällä liikkuvuudella pystytään estämään lihasvammoja. (Mero ym. 2004, 364; Keskinen ym. 2007, 180.)

Liikkuvuus on yksilöllinen ominaisuus, johon vaikuttavat nivelten ja sidekudosten rakenne. Yksilölliset erot ovat suuria johtuen perintötekijöistä ja harjoittelutottumuksista. Liikkuvuus on parhaimmillaan lapsuudessa, johon myös herkkyyksikausi ajoittuu. Vanhetessa nesteet häviävät kudoksista sekä kollageenin määrä lisääntyy lihassoluissa, mikä aiheuttaa lihasten vetolujuuden kasvua, mikä taas heikentää liikkuvuutta. Naiset ovat yleisesti miehiä liikkuvampia, koska heillä on enemmän rasvakudosta ja tästä johtuen myös kudostiheys on pienempi. (Sihvonen 1999; Mero ym. 2004, 364.)

2.1 Liikuntaelimistön rakenne

Anatomialla tarkoitetaan elimistön rakennetta eli tässä tapauksessa käsitellään luita, lihaksia sekä jänteitä (Niensted 2002, 17). Yksilöllisestä anatomiasta johtuen jokaisen ihmisen liikkuvuus on hyvin yksilöllistä, johtuen henkilöiden yksilöllisestä anatomiasta. Nivelten liikkuvuus määräytyy nivelten muodostavien luiden ja nivelpintojen muodosta ja yksittäisten nivelten vapaasta liikelaajuudesta. Nivelten liikkuvuutta voidaan parantaa vain rajallisesti. (Weineck 1984, 138.)

Venyvyys muodostuu kudoksien eli ihon, ihonalaiskerroksien, lihasten, jänteiden, nivelsiteiden ja nivelkapselien ominaisuuksista sekä venyvyydestä. Lihasten venyvyyttä pystytään

parantamaan harjoittelulla enemmän kuin nivelten liikkuvuutta. Nivelsiteet ja jänteet ovat sidekudosta, jotka sisältävät paljon kollageenia ja jonkin verran elastisia säikeitä. Kollageenin vetolujuus on suuri eli sen venyvyys ei ole kovin suuri, mutta elastiset säikeet venyvät puolestaan hyvin. Näiden rakenteiden (nivelsiteet ja jänteet) venyvyyden kehittäminen on osittain koostumuksesta johtuen hyvin rajoitettu. Toisaalta näiden tehtävä onkin pitää nivel paikallaan, joten vankka rakenne on tärkeää. (Weineck 1982, 139; Mero ym. 2004, 365; Hakkarainen ym. 2009, 263; Fogelholm ym. 2011, 38.)

2.2 Keskushermoston vaikutus liikkuvuuteen

Keskushermoston toiminta vaikuttaa myös liikkuvuuteen, sillä säätelymekanismien kautta keskushermosto säätelee jousto-ominaisuuksia sekä venytysrefleksiä. Kohonnut lihastonus tai lihasten vähentynyt rentoutumiskyky muuttaa luonnollisesti myös lihaksen vastusta venytysärsykkeille ja sitä kautta heikentää venyttelyn tehoa. (Weineck 1984, 141; Spring ym. 1993, 124; Renstöm ym. 1998, 30.)

Lisäksi psyykinen ja fyysinen väsymys vaikuttaa lihastoimintaan hermoston välityksellä. Tällöin lihastoiminnan lihaskäämeissä tapahtuu venytysherkkyuden lisääntyminen eli venytysrefleksi. Tämä tekee jo kevyissäkin lihasvenytyksissä reflektorisen supistumisen estäen tai rajoittaen liikettä. (Weineck 1984, 141; Spring ym. 1993, 124; Renstöm ym. 1998, 30.)

2.3 Lihaksen rakenne ja toiminta

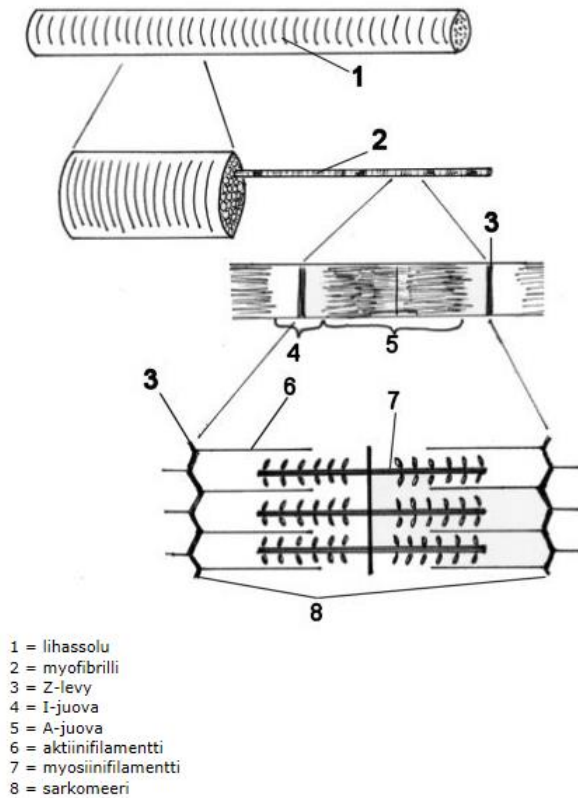
2.3.1 Lihäs

Lihäs koostuu lihaskudosten lisäksi sidekudoksesta sekä lihaksen päissä olevista jänteisestä osasta, joka on joko sidekudosta tai jännettä. Tämän avulla lihäs kiinnittyy luuhun tai rustoon. Sidekudosta on myös lihassyiden sekä lihassykimppujen ympärillä suojaamassa lihasta li-

haksen repeytymiseltä. Myös aponeuroosi suojaa koko lihaksen tasolla, mikäli voimakas venytys kohdistuu lihakseen. (Niensted 2002, 143; Kauranen ym. 2010, 118.)

Lihakset kiinnittyvät aina nivelakseleiden eripuolella oleviin luihin, pystyäkseen koukistamaan niveliä. Mikäli lihas menee kahden nivelen yli, pystyy tällöin lihas jopa koukistamaan toista niveltä ja ojentamaan toista. (Niensted 2002, 143.)

Lihaskoostuu lihassyistä, jonka pituudet vaihtelevat lihaksesta riippuen muutamasta senttimetristä useaan senttimetriin. Elastiset sidekudossyyt yhdistävät lihassyitä muodostaen lihaskimpun. Lihassyitä muodostavat lukuisista poikkijuovaisista lihasfibrilleistä, joiden rakenne syntyy säännöllisesti järjestyneistä ja supistuvista sarkomeereista, jotka puolestaan muodostuvat myofilamenteista. Valkuaisrakenneyksiköiden eli myofilamenttien ominaisuuksiin perustuu lihasten supistumiskyky. Myofilamentti koostuu aktiinista ja myosiinista (kuva 1). Lihaksen supistuessa aktiinifilamentit lähestyvät toisiaan kohden myosiinifilamenttien väliin. Lihaksen liikelaajuus eli liikkuvuus riippuu lihaksen pituudesta, lihassyiden määrästä sekä aktiinin ja myosiinin liikkuvuuden määrästä. Mitä useampia lihassyitä on vierekkäin, sitä vahvempi lihas on ja liikkuvuuden tuottaminen hankalampaa, sillä lihas pystyy vastustamaan venytystä ollessaan aktiivinen. (Spring ym. 1993, 128; Niensted 2002, 145; Kauranen ym., 2010, 118.)



KUVA 1. Lihaksen rakenne. (Solunetti 2014)

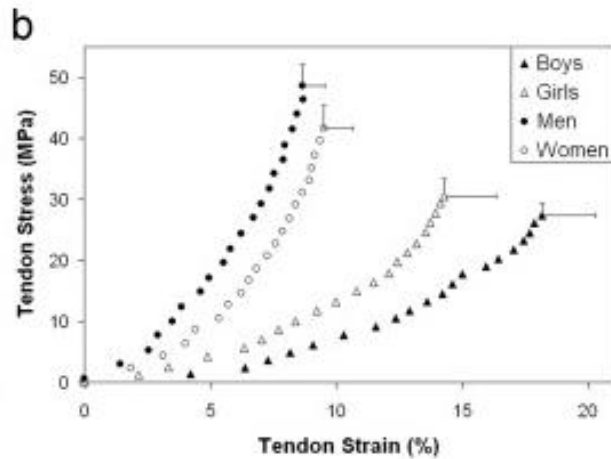
2.3.2 Jänne

Jokaisella lihaksella on kaksi jännettä, proksimaalinen ja distaalinen, jotka ovat joko kalvojänniteitä (aponeurosis) tai jäniteitä (tendon). Eri lihasten jänteet ovat hyvin erilaisia vaihdellen lyhyistä ja leveistä pitkiin ja kapeisiin. Jänneiden tehtävänä on välittää lihasten voima luille sekä antaa lihas-jännesysteemille venyvyyttä ja elastisuutta. Jänteet myös usein tukevat niveliä, joiden yli ne kulkevat lihasvoimaa välittäessään. (Kauranen 2014, 52.)

Jänne on tiivistä sidekudosta, joka sisältää kollageenia (65–75 %), elastiinia (2 %), proteoglykaania (1-5 %), aktiinia, vettä, fibroblasti- soluja ja pieniä määriä (0,2 %) epäorgaanisia aineita. Jänneet ovat rakenteeltaan ja koostumukseltaan samanlaisia kuin nivelsiteet ja peitinkalvot, mutta näiden tehtävät kehossa ovat hyvin erilaiset. (Kauranen 2014, 53.)

Jänne koostuu ohuista sidekudoksen alkusäikeistä koostuvista sidekudossyistä, joista taas muodostuu sidekudoskoppeja kolmella eri rakennetasolla. Jänneen ympärillä on jännekalvo ja sidekudossäiekimppujen ympärillä sisäkalvo, jossa kulkee verisuonet, hermot ja imusuonet kohti jänneen syvimpiä rakenteita. Jännekudoksessa ei ole hermokudosta, mutta jänneen ja lihaksen liittymäkohdassa Golgin jänne-elimessä on hermokudosta. Golgin jänne-elimien tehtävänä on suojella lihasta ja sen sidekudosta suurien kuormien aiheuttamilta vammoilta aistimalla lihasvoiman muutoksia. (Moore 1984; Kauranen 2014, 53.)

Nuoren, terveen ihmisen jänne kestää venytystä noin 50–100 N x mm⁻². Jänneen pituus muuttuu noin 10 % maksimaalisessa lihassupistuksessa (kuva 2). Jänneen venymiskyky on taas kohtalaisen hyvä, parempi kuin nivelsiteillä. Jänne pystyy kasvattamaan pituutta noin 3-5 % ennen repeytymistä ja samalla sen vetolujuus kasvaa, mihin osaltaan vaikuttaa jänneen sijainti ja funktio. Fyysisellä harjoittelulla voidaan parantaa jänneen vetolujuutta noin 15 %. Vastavasti inaktiivisuus ja ikääntyminen heikentävät jänneen kestävyysominaisuuksia. (O'Brien ym. 2010; Kauranen 2014, 53.)



KUVA 2. Patella-jänteen voima-venymä -kuvaaja miehillä, naisilla, tytöillä ja pojilla. (O'Brien ym. 2010)

2.3.2 Nivel

Luut ovat yhteydessä toisiinsa nivelien avulla. Nivelet muodostavat luurangossa noin 300 joustavaa liitosta, jotka mahdollistavat asennon muutokset sisäisten ja ulkoisten voimien avulla. (Kauranen ym. 2010, 46.)

Nivel koostuu kahdesta luusta, joista toinen on kupera ja toinen kovera. Luiden väliin jää nivelrako/ontelo. Luiden päitä ja nivelrakoa ympäröi sidekudoksinen nivelpussi/kapseli, joka on usein jatkona luukalvoille. Kapseli muodostuu kahdesta kerroksesta, joista ulompi säiekerros koostuu pääosin sidekudoskalvosta ja sisempi verisuonittuneesta nivelkalvosta, jonka päällä on nukkakerros. (Kauranen ym., 2010, 47.)

Nivelten liikkuvuuteen vaikuttaa kyseisen nivelen muodostavien luiden ja nivelpintojen muodot sekä kyseisen nivelen vapaa liikelaajuus. Nivelen liikkuvuutta rajoittavat deformiteetit (epämuodostumat) nivelpinnoilla, tiukka nivelpussi ja runsas niveltä ympäröivä pehmytkudosten määrä (Kauranen ym. 2010, 49). Jokaisen nivelen liikkuvuus on spesifi. Nivelen liik-

kuvuutta voidaan parantaa tehokkaalla liikkuvuusharjoittelulla, mutta vain rajallisesti. (Weineck 1984,139; Fogerholm 2011, 38; Mero ym. 2012, 147.)

2.4 Perintötekijät

Perimä vaikuttaa nivelten liikkuvuuteen ja kudosten venyvyyteen säätelämällä kehon ominaisuuksia. Yliliikkuvuusoireyhtymä on jopa 10 %:lla väestöstä. Tämä aiheuttaa helpommin nivel- ja lihaskipuja, nivelten sijoiltaanmenoja, toistuvia alaselkäkipuja sekä osteoartriittia. Oireyhtymä johtuu kudosten kollageenisuhteiden ja kollageenikimppujen rakenteiden muutok-
sista. (Lehto ym. 1999.)

2.5 Olosuhteet

Olosuhteet vaikuttavat liikkuvuuteen erityisen paljon. Taulukosta 1 voidaan todeta, että kehon lämpötila vaikuttaa liikkuvuuteen. Lisäksi aktiivinen verryttely tai passiivinen lämmittäminen (lämminilma, kylpy) lisää kudosten venyvyyttä. Aamulla liikkuvuus on heikompi kuin päivällä. Motorisista taidoista liikkuvuus vaihtelee eniten vuorokauden ajasta riippuen. Kova fyysinen harjoittelu tyhjentää fosfaattien (ATP) varastot lihassoluista ja aiheuttaa lihassolujen lyhentymistä, joka puolestaan heikentää liikkuvuutta. (Weineck 1984, 143; Koistinen 1991, 30; Spring ym. 1993, 125.)

Taulukko 1 esittää miten kellonaika, kehon lämpötila, fyysinen ja psyykkinen aktiivisuustaso ja väsymystila vaikuttavat liikkuvuuteen. Taulukosta voidaan todeta, että liikkuvuus on aamulla heikompi kuin päiväaikaan. Kehon kylmyys heikentää ja vastaavasti lämpö lisää liikkuvuutta. Lämpötilan vaikutus on kellonaikaa suurempi. Aktiivinen lämmittely lisää liikkuvuutta. Liian matala ja korkea psyykkinen aktiivisuus (starttikuumet) vaikuttavat liikkuvuuteen negatiivisesti. Myös väsymys heikentää liikkuvuutta. (Hakkarainen ym. 2009, 264.)

TAULUKKO 1. Liikkuvuuteen vaikuttavia tekijöitä. (Hakkarainen ym. 2009, 265.)

<i>ajan vaikutus</i>	<i>ajan vaikutus</i>	<i>10 min ulkona alasti, 10 °C</i>	<i>10min amme- kylpy, 40 °C</i>	<i>20min verrytte- ly</i>	<i>väsyttävän har- joittelun jälkeen</i>
klo 08	klo 12	klo 12	klo 12	klo 12	klo 12
-14 mm	+35 mm	-36 mm	+78 mm	+89 mm	-35 mm

2.6 Lihastasapaino

Tuki- ja liikuntaelimestön sekä hermo-lihasjärjestelmän toimintaan vaikuttavat nivelten liikkuvuuden lisäksi lihasten voima ja -koordinaatio (hermo-lihastoiminta). Optimaaliseen suoritukseen päästäkseen vaaditaan, että kaikki nämä osatekijät toimivat erikseen ja yhdessä ongelmitta. Optimaalinen toiminta tarkoittaa lihastasapainoa. Liikkeet koostuvat suorittavien (agonisti), vastavaikuttajien (antagonisti), tukevien (synergisti) ja avustavien lihasryhmien yhteistyöstä. Mikäli lihastasapaino on hyvällä tasolla, lihasten välinen yhteistyö toimii, kun taas lihastasapainon ollessa huono, lihasten välinen toiminta on häiriintynyt. Liian yksipuolinen harjoittelu on useimmiten syynä lihastasapainon heikkenemiseen. (Asmussen ym. 2001, 416; Seppänen ym. 2010, 105.)

Lihastasapainon ollessa huono on urheilija erityisen altis rasisvammoille. On tärkeä analysoida, mitkä lihakset kuormittuvat harjoiteltavassa urheilulajissa eniten. Vähemmän kuormitusta saavia lihaksia tulisi harjoitella vähintään oheisharjoittelussa, jotta lihastasapaino pysyy kontrollissa. (Seppänen ym. 2010, 105.)

Lihastasapainoa ajatellessa on syytä huomioida, että liikekaavat ja asentotottumukset ovat yksilöllisiä ja erot yksilöiden välillä ovat suuret. Liikkuvuuden ja lihasvoiman normaalien raja-arvojen määrittäminen on haastavaa. Valmentajan tulisi pysytää arvioimaan lajitekniikan kannalta vaadittavat liikkuvuuden raja-arvot. (Asmussen ym. 2001, 416.)

2.7 Liikkuvuutta rajoittavat tekijät

Liikkuvuuden kehittymistä saattaa heikentää useat eri tuki- ja liikuntaelimestön rakenteet sekä mahdollisesti rakenteellinen tai traumaperäinen hermoston toiminnasta johtuva ongelma kuten esimerkiksi välilevyn pullistuma. Liikkuvuutta rajoittavat tekijät:

Nivelen rakenne ja muoto

- Niveltä liikuttavat lihakset ja lihaskalvot (aiheuttavat noin 40 % vastuksen venyvyyteen)
- Jänteet (aiheuttavat noin 10 % vastuksen venyvyyteen)
- Nivelpussi
- Nivelsiteet (aiheuttavat noin 47 % vastuksen venyvyyteen)
- Sairaudet ja vammat

Lisäksi liikkuvuutta voivat heikentää arpikudokset, hermostollinen suojaus (esimerkiksi voimakas ylirasitustila), ihokudos ja psyykkiset tekijät kuten kivunsietokyky sekä motivaatio (Seppänen ym. 2010, 107). Monesti psyykkiset tekijät ovat hyvinkin suuressa asemassa liikkuvuuden lisäämistä rajoittavana tekijänä.

2.8 Iän vaikutus liikkuvuuteen

Liikkuvuutta voidaan harjoittaa läpi elämänkaaren kohdennetuin harjoittein, mutta tulokset ovat erilaisia iästä riippuen. Sermeev (1966) tutki lonkan liikkuvuutta (N=1440) 10–30-vuotiailla urheilijoilla ja ei urheilevilla lapsilla ja aikuisilla (N=3000). Tulosten mukaan suurimmat liikkuvuuden muutokset tapahtuivat 7-11-vuotiailla. Maksimaalinen lonkan liikkuvuus saavutettiin 15-vuoden iässä, jonka jälkeen liikkuvuus alkoi heikentyä. (Alter 2004, 119.)

Iän vaikutusta liikkuvuuteen on tutkittu paljon. Yleisesti tutkimukset osoittavat liikkuvuuden heikkenemistä harjoittelemattomilla murrosikästä tultaessa. Tutkijoiden mukaan vaikuttavia tekijöitä voivat olla muun muassa luuston nopeampi kasvu verrattuna lihaskäntöjärjestelmään. Toinen selitys on vähentynyt fyysinen aktiivisuus ja lisääntynyt istuminen koulussa sekä vapaa-ajalla. (Alter 2004, 119.)

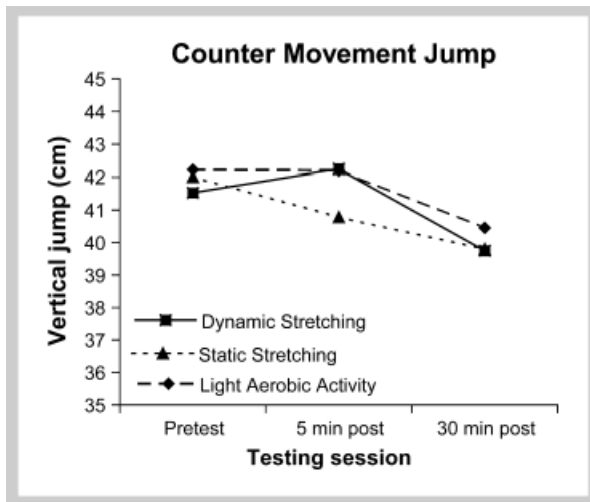
3 LIKKUVUUDEN HARJOITTAMINEN

3.1 Liikkuvuuden merkitys

Liikkuvuus on edellytys arkipäivässä toimimiselle, jotta liikkeiden laatu pysyy hyvänä. Esimerkiksi lonkankoukistajan kiristyminen voi johtaa virheelliseen kävelytyyliin, joka heijastuu taas monina muina ongelmina. Liikesuoritusten huonontuminen havaitaan usein vasta, kun esimerkiksi päivittäisistä toiminnoista on vaikea suoriutua normaalisti. (Fogerholm 2011, 33.)

Liikkuvuusharjoittelu kuuluu osana lähes jokaiseen urheilulajiin. Optimoituna liikkuvuusharjoittelu oikeaan kohtaan harjoittelua on sen todettu ennaltaehkäisevän vammoja (Jenkins ym. 2010). Lihaskäykyisyys on todettu lisääntyvän fyysisen inaktiivisuuden ja lihasvoimaharjoittelun yhteydessä. On oletettu, että liikelaajuuden lisääntyessä lihaskäykyisyys vähenee, mutta tästä tutkimustulokset ovat edelleen suuresti ristiriidassa. Hyvä liikkuvuus edesauttaa myös parempiin tuloksiin nopeutta vaativissa dynaamisissa liikkeissä. (Fogerholm ym. 2011, 38.)

Hyvällä liikkuvuudella on positiivinen vaikutus voimantuottoon, nopeuteen, kestävyYTEEN ja rentouteen lajeissa, joissa liike toistuu syklisesti eli esimerkiksi juoksulajeissa (Mero ym. 1990, 168). Liikkuvuutta ei tule kuitenkaan harjoittaa liiallisesti ennen harjoituksia, sillä siitä on negatiivisia vaikutuksia mm. välittömään nopeuteen, voimaan ja motoriseen suorituskykyyn (Siatras ym. 2003; Andrejic ym. 2012; Arazi ym. 2012; Kallerud ym. 2013). Suurin heikentävä vaikutus ennen aerobista liikunta suoritusta on staattisella liikkuvuudella ja PNF-liikkuvuudella (proprioceptive neuromuscular facilitation) (Franco ym. 2012). Dynaamisen liikkuvuuden yhteyttä heikentyneeseen suorituskykyyn ei ole löydetty (kuva 3) (Curry ym. 2009; Kallerud ym. 2013).



KUVA 3. Suorituskyvyn säilyminen dynaamisen- ja staattisen liikkuvuusharjoittelun sekä kevyen aktiviteetin jälkeen (5min ja 10min) osoittaa, että dynaaminen liikkuvuusharjoittelu ei alenna suorituskykyä, mutta staattisella liikkuvuusharjoittelulla on yhteys alentuneeseen suorituskykyyn välittömästi harjoittelun jälkeen. (Curry ym. 2009.)

Liiallinen liikkuvuus voi myös olla haitaksi kehon toiminnoille. Erityisesti sellaisten nivelien yliliikkuvuus, jotka tukevat liikettä ja kannattelevat painoa on haitaksi, koska niiden stabilointi on haastavampaa. (Fogerholm ym. 2005, 39.)

Yliliikkuvaa niveltä kutsutaan hypermobiiliksi. Rakenteellinen yliliikkuvuus esiintyy yleensä useammassa nivelessä, kuten polvissa, kyynärpäissä ja rangassa. Se on yleisempää naisilla kuin miehillä. Paikallinen yliliikkuvuus johtuu useimmiten nivelsidevammasta. Yliliikkuvuus herkistää nivelten vammoille, jonka vuoksi on erittäin tärkeää pitää niveliä stabiloiva lihasvoima hyvässä kunnossa. Kinesteettinen lihasaisti pitää nivelet neutraalina, mikäli tähän on opittu hyvän lihashallinnan avulla. Nivelen ylijennuksia sekä lukkoasentoja tulee välttää nivelvammojen ehkäisemiseksi. (Fogerholm ym. 2002, 30.)

3.2 Liikkuvuutta selittävät teoreettiset mallit

Liikkuvuuteen vaikuttavat useat eri tekijät, kuten lihaksen tai nivelen kudoksen elastisuus, ihon rakenne, lihasjännitys sekä keskushermostolliset tekijät (esimerkiksi spastisuus) ja refleksit. Lisäksi liikkuvuuteen vaikuttaa koordinaation puute, ligamenttien, jänteiden, luuston ja nivelen rakenne ja hormonitoiminta (esimerkiksi raskaus). Myös lihaksen tulehdus- ja kiputilat vaikuttavat liikkuvuuteen. Ulkoisista tekijöistä liikkuvuuteen vaikuttavat vuorokaudenaika ja olosuhteet (esimerkiksi lämpötila). (Alter 2004, 147.)

Liikkuvuuden lisäämiseksi tarvitaan vähintään yksi seuraavista tekijöistä: lihasten ja kudosteiden liikkuvuuden lisääminen, lihasjännityksen vähentäminen, joka tuottaa rentoutumisen, kehonosan koordinaation lisääntyminen ja antagonistin vahvistaminen ja tulehduksen, kivun ja nestekertymän vähentäminen (kuva 4). (Alter 2004, 148.)

Lähestymistapa	Fysiologiset olosuhteet	Toimintatavat	
		Fyysinen	Psykologinen
Vähentää vastusta venytettävällä alueella	Pidentää sidekudosta	Pitkäaikainen venytys	?
		Kohdealueen supistus venytyksen aikana	?
	Myotaattinen heijaste eli venytysrefleksi	Resiprokaalinen inhibitio	Ajattelutapa
		Sopeutuminen	Biofeedback
Lisätä antagonistin voimaa	Antagonistin kuormittaminen	Isometrinen	Motivaatio
		Konsentrinen	
		Eksentrinen	
	Fasilitoivat tekniikat	Peräkkäiset induktiot (PNF-tekniikka)	Oppiminen: rekrytointi, koordinointi, synkronointi

KUVA 4. Liikkuvuutta lisäävät tekijät. (Alter 2004, 148 – suomennettu)

3.3 Venytyksen kesto

Kestoltaan venytykset jaetaan lyhytkestoisiin 5–10 sekunnin, keskipitkiin 10–30 sekunnin ja pitkäkestoisiin 30–120 sekunnin venytyksiin. Jokaisella tekniikalla on omat tarkoituksensa. Lyhyiden venytysten tavoitteena on lisätä lihaksen rentoutta, aktivoita hermolihasjärjestelmä sekä parantaa verenkiertoa. Lyhyitä venytyksiä, staattisia tai dynaamisia joustoja, käytetään harjoitusten tai kilpailujen alkuverryttelyssä puhtaiden liikeratojen saamiseksi. Keskipitkillä venytyksillä haetaan liikkuvuuden lisäämistä, liikeratojen avaamista, lihasten palauttamista lepopituuteen sekä verenkierron ja aineenvaihdunnan lisäämistä. Keskipitkiä venytyksiä voidaan tehdä omina harjoituksina tai kevyesti kuormittavan harjoituksen jälkeen. Pitkäkestoisien venytysten tavoitteena on lisätä liikkuvuutta ja ne toteutetaan omina harjoituksina. Pitkäkestoiset venytykset alentavat lihasten tonusta ja vaikuttavat heikentävästi tasapainoon, koordinaatioon sekä nopeaan voimantuottoon, joten niitä ei suositella tehtäväksi ennen harjoitusta tai kilpailuja. Lisäksi väsyneen lihaksen voimakas venytys saattaa aiheuttaa vaurioita venytettävään lihakseen. (Mero ym. 2004, 367; Forsman ym. 2008, 440; Seppänen ym. 2010, 105.)

Tutkimukset osoittavat, että viiden sekunnin staattinen venytys on yhtä tehokas kuin 30 sekunnin staattinen venytys riippuen toistojen määrästä sekä voimasta. Liian pitkä venytys voi osaltaan olla haitallinen. Esimerkiksi yli kolmen minuutin nivelsiteiden venytys voi aiheuttaa ylivenytyksen ja kipuoireilun. Lisäksi lihasjännitys saattaa lisääntyä, jonka johdosta saattaa aiheutua rangan fasettivelten lukkiutuminen. (Ylinen 2006, 4.)

Venytyksen kesto tulee määrittellä sen mukaan, mitä haluaa venyttää. Jänneet venyvät parhaiten 6-10 sekunnin venytys-rentoustekniikalla useiden, vähintään kymmenen toiston ansiosta, jolloin kollageenisäikeet järjestäytyvät parhaiten yhdensuuntaisiksi, minkä ansiosta jänne pitenee noin 5 %. Lihakset venyvät parhaiten pitkäkestoisien (30–120 sekuntia) venytysten avulla. (Ahonen ym. 1990, 151.)

Passiivisessa venytyksessä liikkuvuus lisääntyy sekä jänteessä että lihaksessa. On kuitenkin huomattu, että viiden staattisen venytyksen (60 sekuntia) jälkeen liikkuvuus lisääntyy edelleen, mutta jänteen pituus pysyy samana. (Morse ym. 2008.)

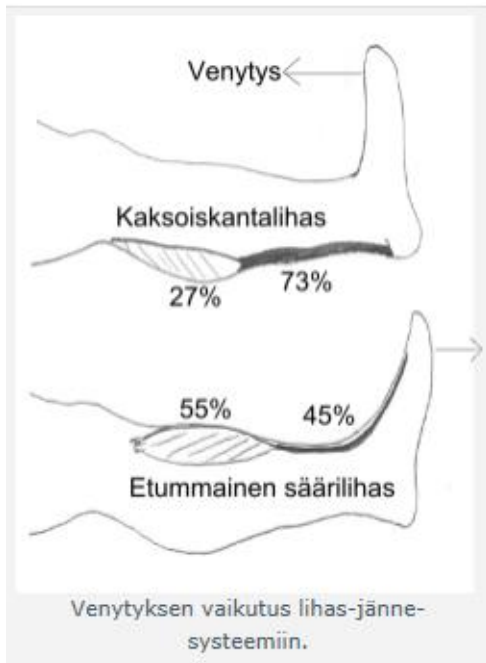
Yksi 90 sekunnin staattinen venytys vähensi 30 % lihaksen viskoelastista jännitystä. Venytyksiä toistettaessa lihasjäykkyys väheni, mutta se palautui ennalleen tunnissa. Kolmen viikon venytysharjoittelu lisäsi venytyksen sietokykyä, joka osaltaan lisäsi liikkuvuutta (Magnusson ym. 1996; Magnusson 1998). Myös Halbert ym. (2002) on todennut, että liikkuvuuden lisääntyminen on tulkittu tapahtuvan parantuneen venytyksen sietokyvyn ansiosta. Halbert ym. tutki yhden 10 minuutin staattisen venytyksen vaikutusta hamstringeihin, joka osoitti merkittävän liikkuvuuden lisääntymisen ja lihaksen venymisen, mutta EMG:llä mitattuna passiivinen lihasjäykkyys pysyi samana.

Bandy ja Irion (1994) tutkivat venyttelyajan pituuden vaikutusta liikkuvuuden lisäämiseksi. Tutkittavat jaettiin neljään ryhmään, kontrolliryhmään sekä kolmeen hamstring lihaksia venyttävään ryhmään. Venyttelyä tehtiin viisi kertaa viikossa ryhmästä riippuen 15, 30 tai 60 sekuntia kerrallaan. 30 ja 60 sekunnin venytyksiä tekevien ryhmien liikkuvuus parani tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin kontrolliryhmässä tai 15 sekunnin venyttely ryhmässä. 30 ja 60 sekunnin tai kontrolliryhmällä ja 15 sekunnin ryhmillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Tutkimuksen pohdinnassa koettiin, että taloudellisempaa tehdä 30 sekunnin venytyksiä 60 sekunnin sijaan, sillä tulos on molemmilla yhtenevä.

Wilyyn ym. (2001) tutkimuksessa myös todettiin, että säännöllisellä venyttelyllä on vaikutus liikkuvuuden lisäämiseen. Tutkittavat tekivät kuusi viikkoa liikkuvuutta hamstring-lihaksille, jonka jälkeen oli neljän viikon tauko. Tauon jälkeen oli jälleen kuuden viikon liikkuvuusjakso. Tauon aikana liikkuvuus heikkeni koehenkilöillä, joka osoittaa, että jatkuva liikkuvuusharjoittelu on erittäin tärkeää.

3.4 Mitä venyttelyssä tapahtuu

Useasti kuvitellaan, että liikkuvuusharjoittelua tehdessä venytetään lihasta ja lihaksessa tapahtuu pituuden muutos. Todellisuudessa lihas-jännesysteemissä suurimmasta pituuden muutoksesta vastaa jänne. Esimerkiksi medialista gastrocnemiusta venytettäessä itse gastrocnemius venyy vain 27 % ja loppu pituuden muutos (73 %) tapahtuu jänneestä. Myös tibialis anteriorin (etummainen säärilihäs) kohdalla 55 % lihas-jännesysteemin pituuden muutoksesta tulee itse lihaksesta ja loput 45 % jänneestä (kuva 5). (Herbert ym. 2002.) On kuitenkin muistettava, että liikelaajuus ei muodostu pelkästä lihas-jännesysteemistä.



KUVA 5. Lihas-jännesysteemin venyminen. (Mikä venyttelyssä venyy 2011.)

Guissard ym. (2006) osoitti tutkimuksessaan, että neuraali mekanismi vaikuttaa merkittävästi liikkuvuusharjoittelussa nivelen liikkuvuuteen. Lihas-jänne yksikön venytys vähentää spinaalisen refleksin esiintyvyyttä, joka vähentää passiivista jännitystä ja lisää nivelen liikkuvuutta.

Samankaltaisesti venytysharjoittelu vähentää toonisen refleksin aktiivisuutta ja lisää liikkuvuutta.

3.5 Venyttelyharjoitteet

Pääpiirteissään liikkuvuuden lajit jaetaan aktiiviseen, passiiviseen ja anatomiseen liikkuvuuteen. Aktiivinen liikkuvuus jakautuu aktiivis-dynaamisiin sekä aktiivis-passiivisiin menetelmiin ja passiivinen liikkuvuus passiivis-dynaamisiin sekä passiivis-staattisiin menetelmiin. Anatomisella liikkuvuudella tarkoitetaan nivelen liikelaajuutta, kun lihakset poistetaan eli se on vain teoreettinen käsite. Passiivinen liikkuvuus voi saavuttaa enimmillään 90 % anatomisesta liikkuvuudesta. (Hakkarainen ym. 2009, 267.)

3.5.1 Passiivinen venyttely

Passiivisia venytyksiä voidaan harjoitella sekä painovoiman avulla että avustajan kanssa tai venytyksestä voi vastata myös muiden kehonosien lihasvoima. Yleensä passiivis-staattiset venytykset tehdään nivelen ääriasennossa ja venytyksessä pysytään vähintään kymmenen sekuntia, mutta tavanomaisesti venytys kestää kauemmin. Näitä venytyksiä toistetaan muutamia kertoja aina hieman suuremmalla voimalla. (Hakkarainen ym. 2009, 270; Mero ym. 2012, 147.)

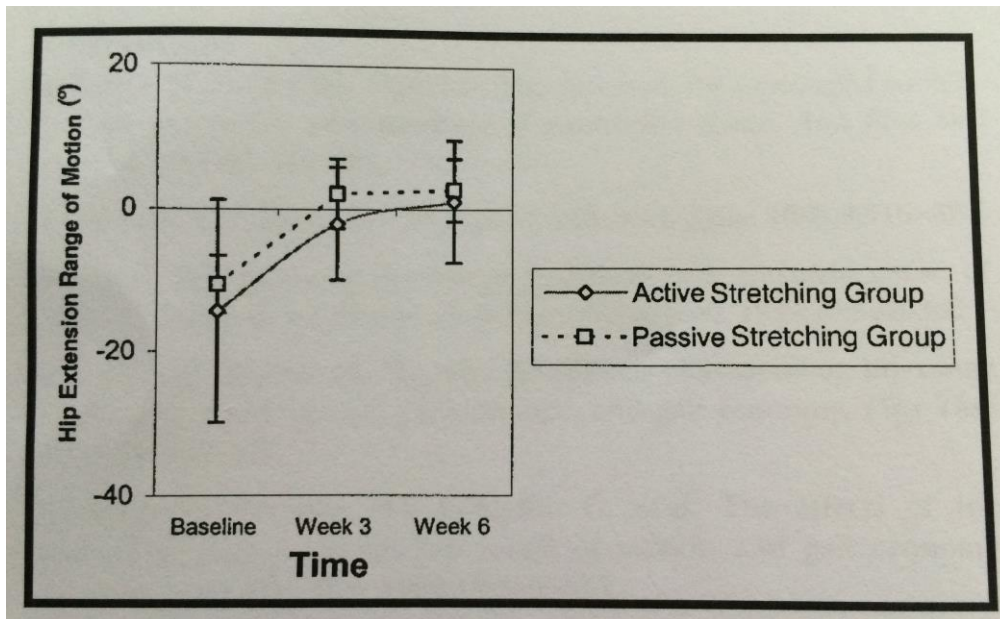
Passiivis-dynaamisella venytyksellä tarkoitetaan ballistista venyttelyä eli joustovenyttelyä kehon muiden osien lihasvoiman avulla. Venytys aloitetaan asennosta, joka on lähellä kipurajaa ja tästä asennosta joustetaan venytystä alemmas voimakkaampaan venytykseen. Tällä tekniikalla venyteltäessä venytysrefleksin ja lihaksen mikroaurioiden mahdollisuus on suurempi, minkä vuoksi voimakkaammassa venytysasennossa käymiset voivat olla vain lyhytkestoisia. (Hakkarainen ym. 2009, 269; Mero ym. 2012, 147.)

3.5.2 Aktiivinen venyttely

Aktiivista venyttelyä harjoitellaan venytettävän lihaksen antagonistin avulla. Aktiivis-dynaamisessa venytyksessä venytettävän lihaksen antagonistin tekee supistuksen, jolloin venytettävä lihas saa venytyksen. Aktiivis-dynaamiset venytykset ovat ballistisia eli joustovenytyksiä. Näiden venytysten heikkoutena on lyhyt vaikutusaika sekä se, että venytys saa mahdollisesti venytysrefleksin eli lihas pyrkii supistumaan vastustaakseen venytysliikettä. Etuna kuitenkin on lihasten koordinaatiokyvyn ja hallinnan paraneminen sekä antagonistin vahvistuminen. (Hakkarainen ym. 2009, 268.)

Aktiivis-staattisessa menetelmässä venytysasento pidetään staattisesti antagonistin voimalla venytysasennossa. Venytysasennossa pysytään tavanomaisesti 10–30 sekuntia eli huomattavasti pidempään kuin aktiivis-dynaamisessa venytyksessä. Tässä myös vältetään venytysrefleksiltä. Heikkoutena tällä on kuitenkin pienempi venyvyyden vaste eli tehokkuudeltaan huomattavasti heikompi aktiivis-passiivista venytystä. (Hakkarainen ym. 2009, 269.)

Winters ym. (2004) on tutkimuksissaan todennut, että aktiivinen venytysharjoittelu on liikkuvuutta lisäävänä harjoitteena tehokkaampaa kuin staattinen venytysharjoittelu (kuva 6), sillä aktiivisessa harjoittelussa antagonistilla on suurempi asema ja se pääsee paremmin työskentelemään.

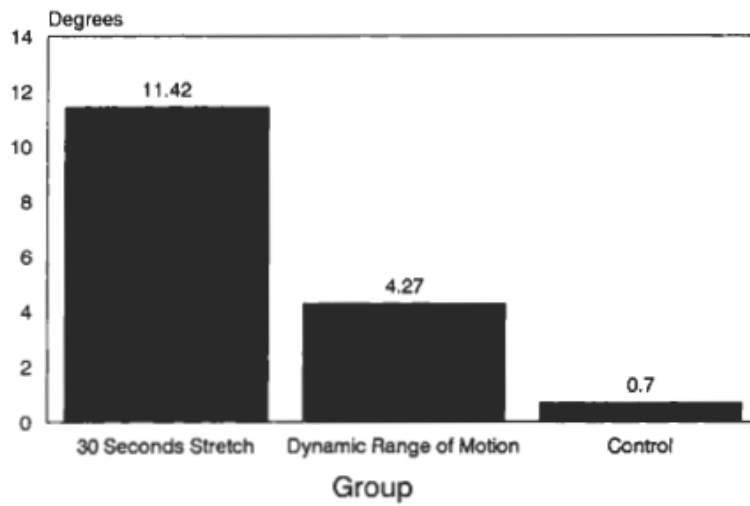


KUVA 6. Aktiivisen ja passiivisen venyttelyn erot kuuden viikon jaksolla. (Winters ym. 2004)

3.5.3 PNF-venyttely

Proprioceptive neuromuscular facilitation eli PNF-venyttely käyttää propriosptoreiden ärsytystä, jotka ovat kehon asentoon ja liikkeeseen reagoivia aistinsoluja. PNF-harjoitteita on useita versioita, joista osa liittyy liikkuvuuden lisäämisen lisäksi myös muiden suorituskyvyn osatekijöiden kuten voiman kehittämiseen. Kaikille variaatioille yhteistä on se, että ne sisältävät kaksi tai kolme komponenttia seuraavista: staattinen venytys, rentous, agonistin supistus, antagonistin supistus. (Hakkarainen ym. 2009, 270; Mero ym. 2012, 150.)

Bandy ym. (1998) on kuitenkin todennut, että PNF-venyttely liikkuvuutta lisäävänä venyttelynä on heikompaa kuin staattinen venyttely, mutta venyttelemättömään kontrolliryhmään verrattuna kuitenkin huomasi PNF-venyttelyn lisäävän liikkuvuutta. Tutkimuksessa tutkittiin hamstringia (kuva 7).



KUVA 7. Staattisen ja PNF-venyttelyn erot liikkuvuutta lisäävänä harjoitteena. (Bandy ym. 1998)

4 LIKKUVUUTTA VAATIVAT LAJIT

Liikkuvuutta vaativia lajeja on useita, kuten voimistelulajit, taitoluistelu ja tanssi. Tässä perehdytään kuitenkin vain joukkuevoimisteluun, sillä tutkimuskohteena olivat joukkuevoimistelijat.

4.1 Joukkuevoimistelu

Joukkuevoimistelu on taitolaji, jonka suorituksen perustana on lajitaitojen hallinta. Lajitaitoja oppiakseen vaaditaan vahva fyysinen perusta sekä koordinatiivisten kykytekijöiden hallinta. Lajitaitoa tukee fyysisten perusominaisuuksien omaaminen. (Mattila 2004, 2.)

Joukkuevoimistelussa fyysisistä ominaisuuksista korostuu liikkuvuus, mutta ilman voimaa ei pystytä näyttämään olemassa olevaa liikkuvuutta. Myös nopeus ja kestävyys ovat tärkeitä ominaisuuksia kilpailusuorituksen kannalta. Laajaa liikelaajuutta vaativissa suorituksissa vaaditaan tietty liikkuvuus- ja voimataso, jotta liikesuoritukset voidaan tehdä turvallisesti ja puhtaasti. Peruskestävyys on pohjana lajiharjoituksille, jotka kestävät keskimäärin kahdesta neljään tuntiin. Kilpailusuorituksessa ja sen harjoittelussa vaaditaan vauhtikestävyyttä ohjelmien kestäessä noin 2,5 minuuttia. Nopeus tulee esille liikenopeutena (nopeustaitavuus) ja räjähtävänä nopeutena hyppyjen ponnistuksissa. (Mattila 2004, 3.)

4.2 Eri lajien vaatimat liikkuvuuden muodot

Niin kuin aiemmin on jo todettu, liikkuvuutta vaaditaan huippu-urheilijoilla lajissa kuin lajissa. Loukkaantumisriski on huomattavasti suurempi, mikäli liikkuvuusharjoittelu on laiminlyöty. Jonhagen ym. (1994) tutki pikajuoksijoiden (N = 11) liikkuvuusominaisuuksia. Loukkaantumisia oli tapahtunut niille pikajuoksijoille, joiden hamstring- ja quodriceps-lihakset

olivat kireät. Vastaavasti ne pikajuoksijat, joilla oli jousto-ominaisuuksia vastaavilla lihaksilla, olivat pysyneet terveinä.

On kuitenkin tärkeää ajoittaa venyttely oikeaan ajankohtaan. Venyttelyn välittömiä vaikutuksia on voimantuoton väheneminen eli maksimaalista voimantuottoa vaativien lajien venyttelyä ei tule tehdä ennen harjoitusta. Pidempitähittäminen venyttely kuitenkin parantaa voimaominaisuuksia. (Magnusson ym. 2006.)

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Joukkuevoimistelu on liikkuvuutta vaativa laji, jonka johdosta venyttelyharjoitukset ovat keskeinen osa säännöllistä harjoittelua. Liikkuvuusharjoittelun vaikuttavuuden näkökulmasta yksittäisten venytysten keston vaikutus liikkuvuuteen on merkittävä tutkittava asia. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko lyhytkestoinen ja pitkäkestoinen liikkuvuusharjoittelu yhtä tehokas tapa lisätä liikkuvuutta 10–11 -vuotiailla joukkuevoimistelijoilla. Lyhytkestoisen harjoittelun venytykset kestävät enintään 45 sekuntia ja pitkäkestoisen liikkuvuusharjoittelun venytykset vähintään yhden minuutin ja 30 sekuntia.

Tutkimuksen hypoteesi. Nivelen liikkuvuus on yksilöllinen ominaisuus, joka muodostuu useasta eri tekijästä. Kirjallisuuden ja tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että kaikki yli 30 sekunnin ylittävä liikkuvuusharjoittelu lisää liikkuvuutta. Tutkimuksen hypoteesina on, että lyhytkestoinen liikkuvuusharjoittelu on yhtä tehokas kuin pitkäkestoinen liikkuvuusharjoittelu.

6 MENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilöinä oli kaksi Jyväskylän Naisvoimistelijoiden joukkuevoimistelujoukkuetta, joissa tutkimuksen alussa voimistelijoita oli yhteensä 21. Lyhyttä liikkuvuusharjoittelua suoritti 10 tyttöä ja pitkää liikkuvuusharjoittelua 11 tyttöä. Koehenkilöt olivat iältään 10–11 vuotta eli he ovat syntyneet vuosina 2002 ja 2003. Tutkimuksessa käytettiin 20 tulosta, 10 lyhyttä liikkuvuutta harjoittavan ja 10 pitkää liikkuvuutta harjoittavan tulosta. Yhden tytön tulokset jätettiin pois tutkimuksesta, sillä hän lopetti voimisteluharrastuksen kesken mittausjakson.

Ennen tutkimusten aloittamista kerättiin tyttöjen huoltajilta suostumuslomakkeella lupa käyttää mittaustuloksia tutkimukseen. Mittaukset tapahtuivat osana joukkuevoimisteluharjoituksia kuuluen normaaliin harjoitusohjelmaan. Kyseistä liikkuvuustestistöä oli käytetty osana joukkueen harjoittelua jo ennen tätä tutkimusta eli testistö oli ennestään tuttu tytöille.

6.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus kesti yhteensä yhdeksän kuukautta kesäkuusta 2012 maaliskuuhun 2013. Molemmat tutkittavista joukkueista harjoittelivat tutkimusjakson aikana kolme kertaa viikossa, jonka lisäksi heillä oli kotiharjoituksena kerran viikossa liikkuvuusharjoitus. Jokaisen harjoituskerän lopussa oli varattu aika liikkuvuusharjoittelulle. Tutkimusjakson aikana liikkuvuusharjoittelu suoritettiin staattisena venyttelynä, joskin lajiharjoitusten lomassa tapahtui luonnollisesti myös aktiivista liikkuvuusharjoittelua.

Voimisteluharjoitusten liikkuvuusosuudet olivat PITKÄ-ryhmällä kestoaltaan noin 40 minuuttia ja LYHYT-tyhmällä noin 20 minuuttia. Kolmesta harjoituksesta kahtena kohteena oli ala-

vartalon liikkuvuusharjoittelu ja kerran viikossa harjoituksissa pääpainopisteenä oli ylävartalon liikkuvuusharjoittelu. Kotiharjoitus oli PITKÄ-ryhmällä kestoaltaan noin 50 minuuttia ja LYHYT-ryhmällä noin 25 minuuttia. Kotiharjoitusohjelmassa tehtiin sekä ylä- ja alavartalon liikkuvuusharjoittelua. Alavartalon liikkuvuusharjoitteluun kuului takareisien, lonkankoukistajan, etureisien, ulko- ja sisäkiertäjien, pohkeiden sekä akilles-jänteiden ja pakaralan venytyksiä. Ylävartalon liikkuvuusharjoitteluun kuului ylä- ja alaselän, hartioiden, ojentajien ja rintalihasten venytyksiä. PITKÄ-ryhmällä yksi venytys kesti vähintään minuutin ja 30 sekuntia ja LYHYT-ryhmällä enintään 45 sekuntia.

Mittausmenetelmänä käytettiin Suomen Voimisteluliitto Svolin liikkuvuustestistöä. Testistö on tarkoitettu käytännön työkaluksi ja valmentajien konkreettiseksi avuksi liikkuvuusharjoittelun suunnitteluun, testaamiseen ja seurantaan. Testistön lähtökohtana on ollut löytää mahdollisimman yksinkertainen ja kenttätestistöksi luotettava liikkuvuuden kartoitusjärjestelmä, jonka pystyy suorittamaan ilman erityisvälineistöä. Testistö sopii aloittavista voimisteliijoista aina huippu-urheilijoihin. Testiliikkeiden yksinkertaisuus tukee mahdollisuutta suorittaa testi- liikkeet lajitekniikan puutteista huolimatta. Tutkimusjakson aikana liikkuvuustestit tehtiin noin kolmen kuukauden välein eli tutkimusjaksoon kuului neljä testauskertaa.

Liikkuvuustestistö muodostuu yhdeksästä erilaisesta liikkuvuusliikkeestä. Jokaisessa liikkeessä on tarkoitus tavoitella liikkeen maksimaalista liikelaajuutta ilman toisen ruumiinosan painamisen apua. Testistössä mitataan sekä täsmäliikkuvuutta, kuten esimerkiksi kiertäjät että suurien linjojen liikkuvuutta, kuten esimerkiksi spagaati. Lihasuryhmät on nimetty toiminnallisten nimien mukaan. Vain kyseiseen liikkeeseen vaikuttavat suurimmat lihasryhmät on mainittu.

6.2.1 Vartalon eteentaivutus

Vartalon eteentaivutuksessa mitataan hamstringin sekä m. erector spinae lumbalis ja m. erector spinae thoracalis liikkuvuus. Testattava seisoo penkillä, josta taivuttaa eteenpäin ja kurot-

taa sormillaan mahdollisimman alas polvet suorina (kuva 8). Testitulos on penkinreunasta mitattuna keskisormen kärkeen. Eteentaivutuksessa tulos on sitä parempi mitä isompi tulos on. Lajitaidollisesti hyvä testitulos antaa valmiudet esimerkiksi korkeisiin tasapainoihin ja suurien liikelaajuuksien hyppyihin.



KUVA 8. Vartalon eteentaivutus.

6.2.2 Polven ojentaja ja lonkankoukistaja

Testattavina lihaksina on m. quadriceps femoris ja m. iliopsoas. Testattava on toispolvisseisonnassa taaempi polvi kiinni seinässä ja sääri seinän myötäisesti (kuva 9). Etummaisena jalan polvi noin 90° kulmassa kädet etummaisena jalan päällä. Tulos mitataan taaemman jalan suoliluunharjanteen korkeimmasta kohdasta maahan eli tavoitteena saada mahdollisimman pieni tulos. Hyvä testitulos antaa valmiudet muun muassa puhtaisiin hyppyihin ja tasapainoihin, joissa jalka on vartalon takana.



KUVA 9. Polven ojentajan ja lonkankoukistajan liikkuvuustesti.

6.2.3 Sisäkiertäjä

Testattavina lihaksina ovat lonkan rotaatioon ulospäin vaikuttavat lihakset. Testattava istuu selkä alas asti seinää vasten tuettuna (kuva 10). Ylemmän jalan nilkka on alemman jalan polven päällä ja alempi jalka on vartalosta kohtisuoraan eteenpäin ja koukussa noin 90°. Testitulokset mitataan ylemmän jalan polvinivelen alapuolelta lattiaan eli tavoitteena saada mahdollisimman pieni tulos. Sisäkiertäjän hyvä liikkuvuus näkyy lajissa puhtaana auki kiertona esimerkiksi tasapainoissa.



KUVA 10. Sisäkiertäjän liikkuvuustesti.

6.2.4 Ulkokiertäjä

Testattavina lihaksina on lonkan rotaatioon vaikuttavat lihakset. Testattava istuu selkä alas asti seinää vasten tuettuna ja molemmat istuinluut maassa (kuva 11). Polvi on koukistettuina ylös noin 90°. Testattava painaa jalkaa sisäänpäin lattiaan. Testitulos mitataan polvinivelen sisemmän puolen etäisyytenä lattiasta. Lajitaidollisesti hyvä testitulos antaa valmiudet muun muassa tukijalan puhtaaseen suoritukseen tasapainoissa.



KUVA 11. Ulkokiertäjän liikkuvuustesti.

6.2.5 Spagaati

Spagaatissa mitataan niin sanotusti suurien linjojen liikkuvuutta. Eli hyvään testitulokseen vaaditaan kokonaisvaltaisesti hyvää liikkuvuutta. Testattava asettuu puhtaaseen spagaati-asentoon etummainen jalka puolapuulla ja kädet maassa lantion vieressä (kuva 12). Testitulos mitataan taaemman jalan suoliluunharjanteen korkeimmasta kohdasta maahan. Tässä testitössä joudutaan suhteuttamaan mittaustulos, sillä koehenkilöt tekevät testiliikkeen eri puola-

puiltä. Kun tulokseksi on saatu senttiluku suoliluulta maahan, lasketaan etujalan kulmaluku suhteessa lattiaan. Mitä suurempi kulma on, sen parempi on tulos.



KUVA 12. Spagaati.

6.2.6 Sivuspagaati

Sivuspagaati mittaa reiden lähentäjiä (m. adductor longus ja m. adductor mangus). Testattava asettuu sivuspagaatiin ylempi jalka puolapuulla polvet osoittaen eteenpäin, kyynärvarret maassa (kuva 13). Testitulokseksi mitataan alemman jalan sisäreidestä pakarapöimän kohdalta lattiaan. Hyvä testitulokseksi antaa valmiudet puhtaisiin sivutasapainoihin. Spagaatin tavoin myös sivuspagaatista lasketaan yläjalan kulma suhteessa lattiaan. Mitä suurempi on kulma, sen parempi on tulos.



KUVA 13. Sivuspagaati.

6.2.7 Käsien rotaatio

Testattavia lihaksia on käsien rotaatioon osallistuvat lihakset; lähentäjät m. pectoralis major, ojentajat m. triceps brachii ja koukistajat m. biceps brachii. Testattava asettuu perusasentoon naru käsien välissä, josta hän vie narun yläkautta pään yli selän taakse ja samaa rataa lähtöasentoon (kuva 14). Liike tulee tehdä niin, että vartalo pysyy paikoillaan ja kädet menevät ympäri yhtä aikaa ja suorina (kuva 15). Testitulokset mitataan narun minimipituudesta käsien välissä eli mitä pienempi tulos on, sen parempi se on. Hyvä testitulos antaa valmiudet hyvään ryhtiin ja kannatukseen. Lisäksi liikkeet, joissa kädet nostetaan ylös, pystytään tekemään puhtaasti.



KUVA 14. Käsien rotaatio. KUVA 15. Kädet menevät läpi suorina yhtäaikaaisesti.

6.2.8 Selän taaksetaivutus

Selän taaksetaivutuksessa mitataan selkärangan liikkuvuutta ja m. rectus abdominis, m. obliquus externus abdominis, m. oblique internus abdominis, m. transversus abdominis sekä m. iliopsoas. Testattava asettuu siltaan ranteet ja rintakehä seinää vasten (kuva 16). Testattava kävelee jaloillaan mahdollisimman lähelle seinää pitäen polvet ja kantapäät yhdessä (polvet saavat olla koukussa). Testitulos mitataan kantojen ja sormien etäisyydestä toisiinsa. Hyvä testitulos antaa valmiudet taakse taivuttaviin liikkeisiin.



KUVA 16. Selän taaksetaivutus.

6.2.9 Akilles

Testattava asettuu perusasentoon, josta on tavoitteena kyykistyä kantapäät yhdessä ja maassa sekä polvet yhdessä käsien ollessa suorina edessä hartioiden korkeudella. Kyykistys tulee tehdä niin, että takareidet osuvat pohkeisiin. Tämän jälkeen testattava vie kädet suorina selän taakse, palauttaa eteen ja nousee ylös. Testitulos arvioidaan numeroasteikolla.

3 = testattava ei pysty kyykistymään takareidet pohkeisiin osuen niin, että pysyisi asennossa

2 = testattava pystyy kyykistymään kädet edessä (kuva 17)

1 = testattava pystyy kyykistymään kädet edessä ja viemään kädet vartalon taakse (kuva 18)

0 = testattava pystyy kyykistymään kädet edessä, viemään kädet vartalon taakse, tuomaan kädet eteen sekä nousemaan takaisin ylös perusasentoon.



KUVA 17. Akilles.



KUVA 18. Kädet vietään vartalon taakse.

6.2.10 Suomen Voimisteluliiton määrittämät vertailuarvot

Suomen Voimisteluliitto on määrittänyt vertailuarvot liikkuvuustestistölle, milloin arvo on ok ja milloin hyvä (taulukko 2). Viitearvojen määrittäviin testeihin on osallistunut voimistelijoita aina harrastepuolelta huippu-voimistelijoihin saakka rytmisen voimistelun sekä joukkuevoimistelun puolelta. Ok-arvo kertoo, että liikkuvuus näkyy ok-tasolla lajiosissa ja sitä on selvästi harjoiteltu. Hyvä-arvo on arvo, jossa liikkuvuus näkyy vaikeusosissa todella hyvin.

TAULUKKO 2. Voimisteluliiton määrittämät vertailuarvot.

	OK	Hyvä
Eteentaivutus	yli 20	yli 30
Lonkan taakseliikkuvuus	alle 20	alle 10
Sisäkiertäjä	alle 20	alle 10
Ulkokiertäjä	alle 20	alle 5
Selän taaksetaivutus	alle 25	alle 5
Käsien rotaatio	alle 30	alle 15
Akilles	0	0

6.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta mitattiin erillisellä mittauskerralla, jolloin lonkankoukistajan, spagaatin ja sivuspagaatin oikean ja vasemman jalan tulokset kirjattiin ylös toistomittauksena (taulukko 3). Tulokset analysoitiin Hopkinsin (2000) muodostaman luotettavuusanalyysin avulla. Tuloksien korrelaatiokerroin oli 0,997 eli mittausmenetelmä on hyvin toistettavissa. Tyypillisen virheen arvo oli 0,37, joka suhdelukuna on 2 %. Tyypillisen virheen mahdollisuus on hyvin pieni. Kaikki mittaukset ovat yhden henkilön tekemät, joka paransi tulosten luotettavuutta.

TAULUKKO 3. Toistomittausten arvot yhdeltä tutkittavalta.

	1. mittaus	2. mittaus
Lonkankoukistaja, oikea	25 cm	24 cm
Lonkankoukistaja, vasen	26 cm	26 cm
Spagaati, oikea	16 cm	15 cm
Spagaati, vasen	19 cm	19 cm
Sivuspagaati, oikea	11 cm	11 cm
Sivuspagaati, vasen	11 cm	11 cm

7 TULOKSET

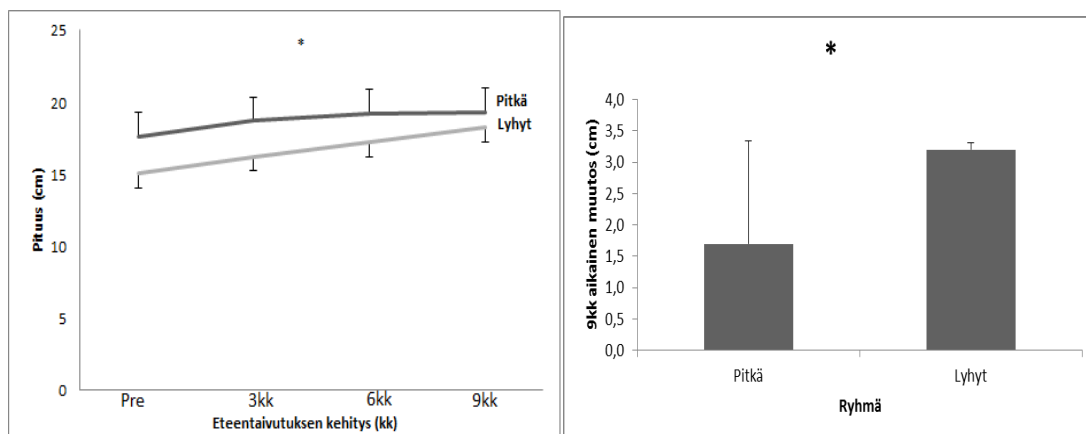
Koehenkilöiden antropometria oli lähes samankaltainen tutkimuksen alkamishetkellä (taulukko 4). Tutkimusjoukkoa on tämän suhteen helppo verrata toisiinsa. Tutkimuksen aikana koehenkilöt olivat kasvuiässä eli pituuseroja ryhmien sisällä oli.

TAULUKKO 4. Koehenkilöiden antropometria mittausten alkaessa.

	Lyhyt	Pitkä
Pituus (cm)	137 ± 4	138 ± 3
Paino (kg)	31 ± 5	33 ± 2
Jalan pituus (cm)	73,9 ± 2,6	75,8 ± 3,1

7.1 Eteentaivutus

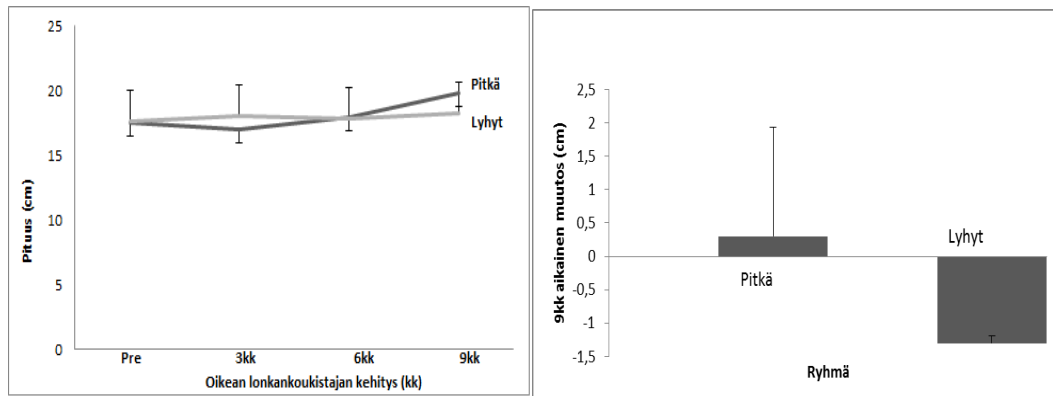
Toistomittausten ANOVA osoitti, että ajan suhteen koehenkilöiden eteentaivutus kehittyi merkitsevästi ($p < 0,001$) (kuva 19), mutta keskenään ryhmät eivät eronneet toisistaan ($p = 0,060$). Tarkasteltaessa 9 kuukauden aikana tapahtunutta muutosta, havaittiin molempien ryhmien kehittyneen, mutta LYHYT -ryhmän kehittyneen enemmän ($p = 0,028$) (kuva 19).



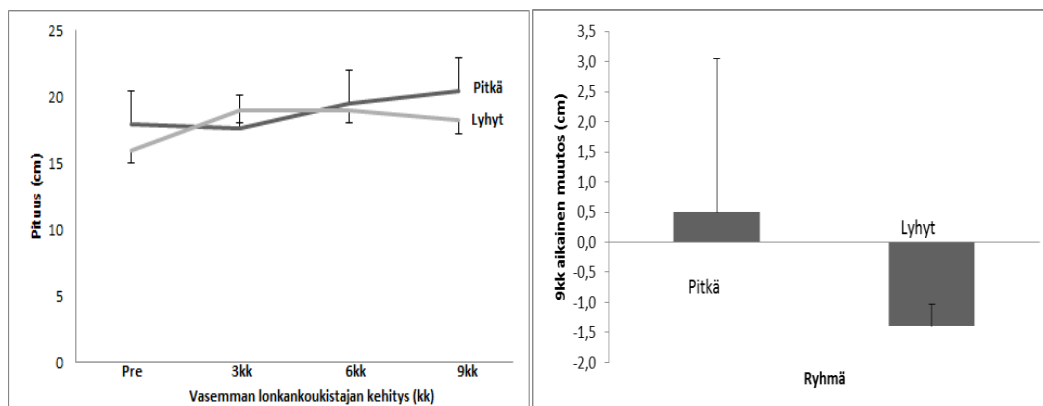
KUVA 19. Ajan vaikutus eteentaivutukseen ja 9 kk aikainen muutos eteentaivutuksessa.

7.2 Lonkankoukistajat

Oikeassa eikä vasemmassa lonkankoukistajan ojennusliikkeessä ei tapahtunut merkitseviä muutoksia. PITKÄ -ryhmä heikensi hivenen tulostaan 9 kuukauden aikana molemmissa lonkankoukistajissa, mutta LYHYT -ryhmä paransi tulostaan molemmissa alaraajoissa. Kuvassa 20 ja 21 on esitetty keskiarvot muutoksista.



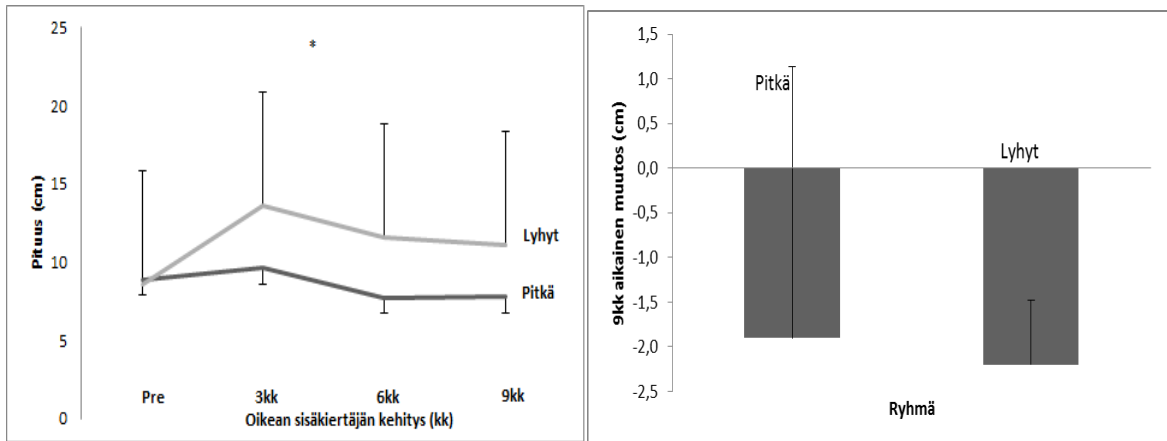
KUVA 20. Ajan vaikutus oikeaan lonkankoukistajaan ja 9 kk aikainen muutos oikeassa lonkankoukistajassa.



KUVA 21. Ajan vaikutus vasempaan lonkankoukistajaan ja 9 kk aikainen muutos vasemmassa lonkankoukistajassa.

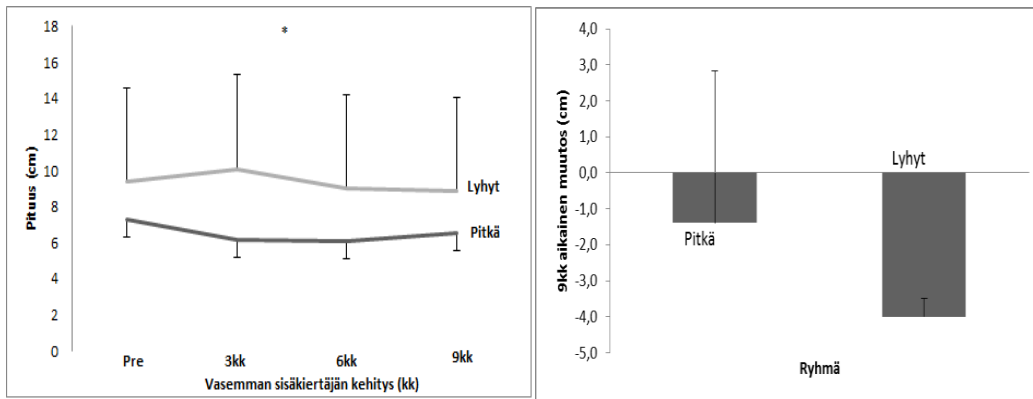
7.3 Sisäkiertäjä

Oikea sisäkiertäjä kehittyi merkitsevästi ajansuhteen toistomittausten ANOVAn mukaan ($p=0,025$) (kuva 22), mutta ryhmät eivät eronneet toisistaan. Ryhmien välillä tapahtunut kehitys ei ollut kuitenkaan merkitsevä (kuva 22). Kuitenkin LYHYT-ryhmä kehittyi enemmän.



KUVA 22. Ajan vaikutus oikeaan sisäkiertäjään ja 9 kk aikainen muutos oikeassa sisäkiertäjässä.

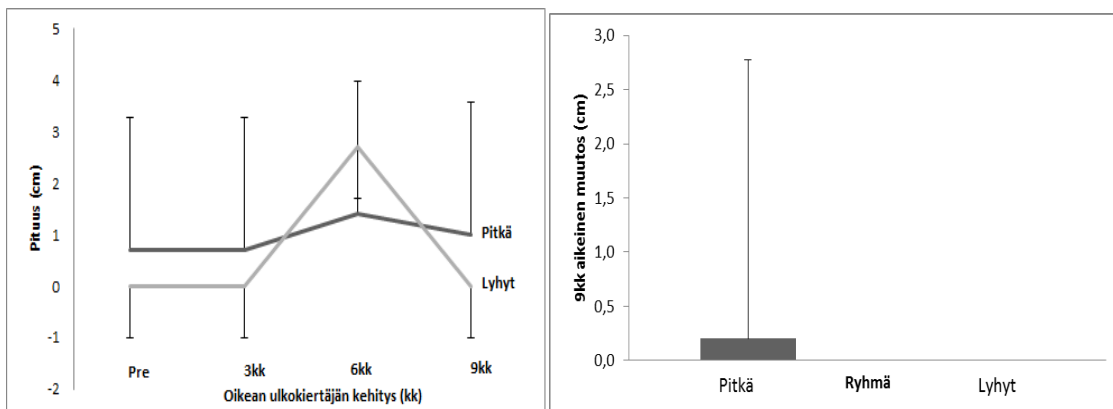
Toistomittausten ANOVA osoittaa myös, että vasen sisäkiertäjä kehittyi ajan suhteen ($p=0,002$) (kuva 23), mutta ryhmät eivät eronneet toisistaan. Ryhmien välillä tapahtunut kehitys ei kuitenkaan ollut merkitsevää (kuva 23).



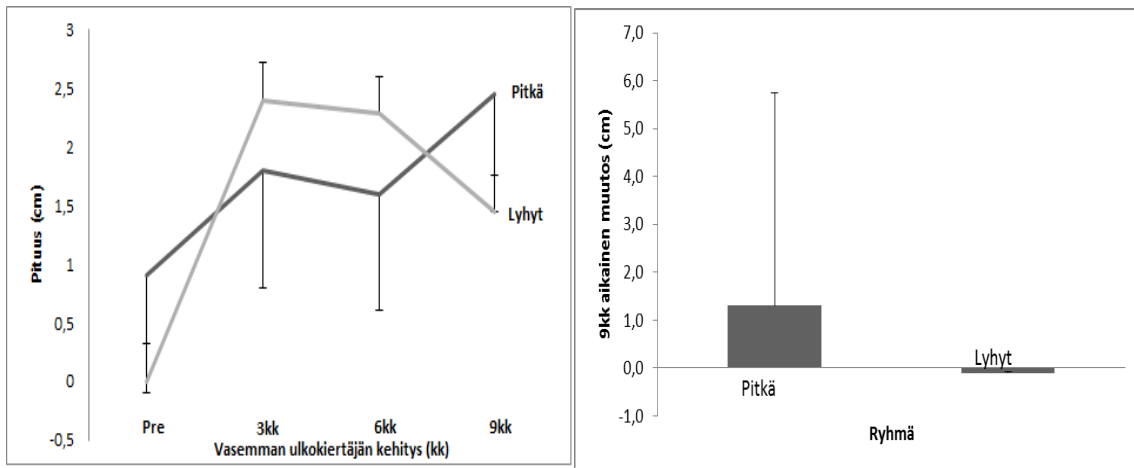
KUVA 23. Ajan vaikutus vasempaan sisäkierittäjään ja 9 kk aikainen muutos vasemmassa sisäkierittäjässä.

7.4 Ulkokierittäjä

Oikeassa ja vasemmassa ulkokierittäjän liikkuvuudessa ei tapahtunut merkitseviä muutoksia, mutta PITKÄ -ryhmä heikensi tulostaan 9 kuukauden aikana molemmilla jaloilla ja LYHYT-ryhmä paransi tulostaan vasemmalla jalalla. Kuvassa 24 ja 25 on esitetty keskiarvot muutoksista.



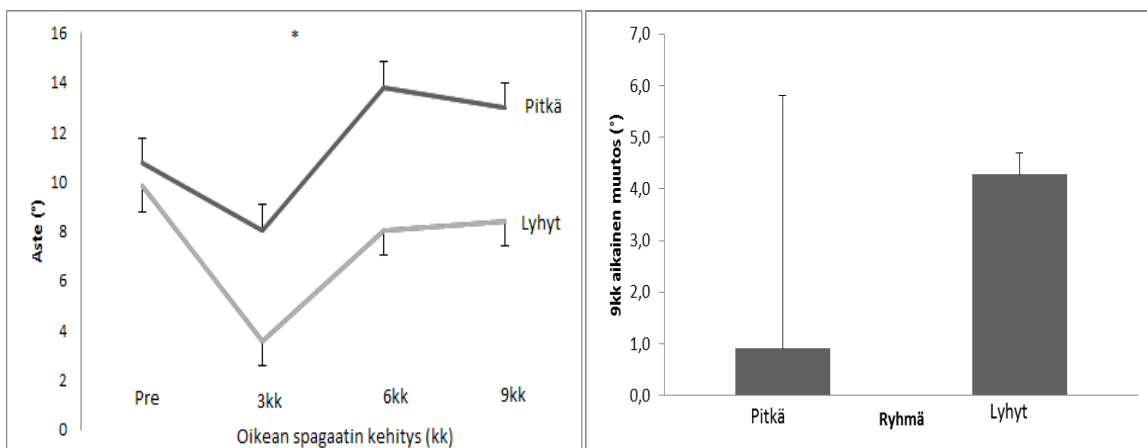
KUVA 24. Ajan vaikutus oikeaan ulkokierittäjään ja 9 kk aikainen muutos oikeassa ulkokierittäjässä.



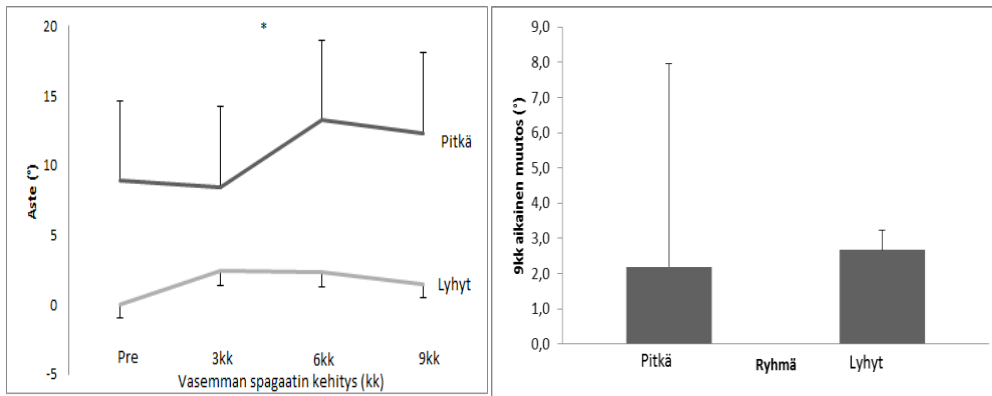
KUVA 25. Ajan vaikutus vasempaan ulkokiertäjään ja 9kk aikainen muutos vasemmassa ulkokiertäjässä.

7.5 Spagaatit

Oikea ja vasen spagaati kehittyi merkitsevästi toistomittausten ANOVAn mukaan ($p=0,008$) (kuva 26), mutta ryhmät eivät eronneet toisistaan. 9 kuukauden aikana ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut merkitsevää eroa kehityksessä (kuva 27).



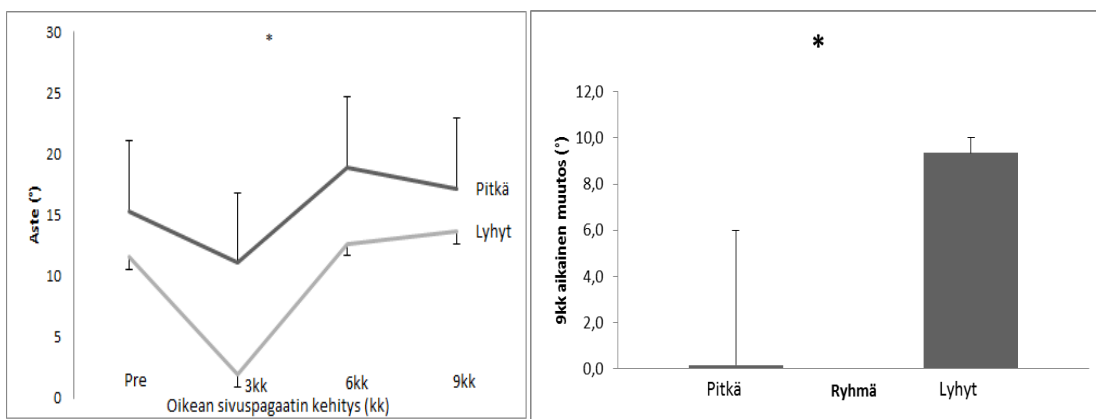
KUVA 26. Ajan vaikutus oikeaan spagaatiin ja 9kk aikainen muutos oikeassa spagaatissa.



KUVA 27. Ajan vaikutus vasempaan spagaatiin ja 9kk aikainen muutos vasemmassa spagaatissa.

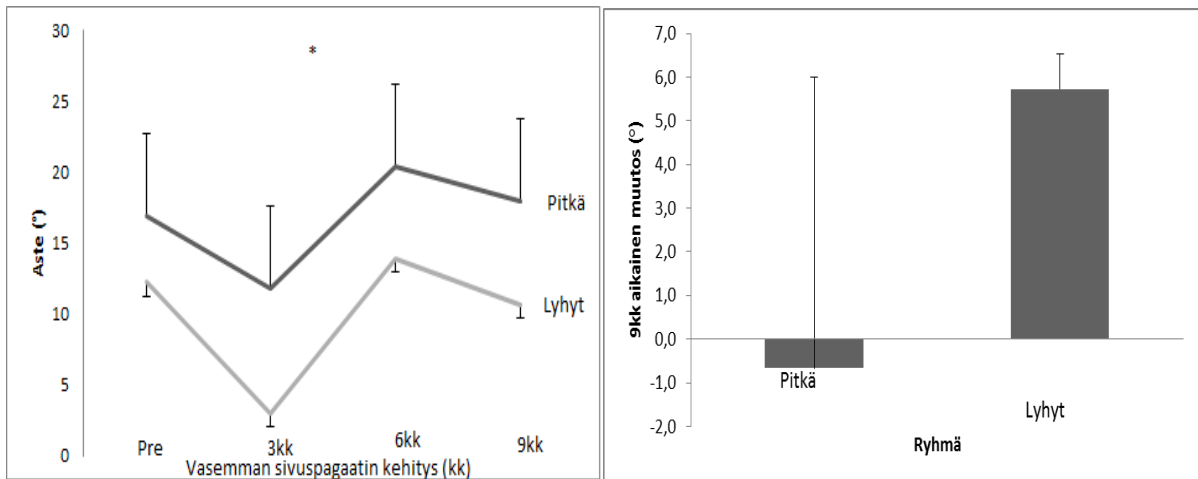
7.6 Sivuspagaati

Oikea sivuspagaati kehittyi merkitsevästi ajan suhteen ($p < 0,001$) (kuva 28) sekä ryhmät erosivat toisistaan ($p = 0,002$) toistomittauksen ANOVAn perusteella. 9 kuukauden aikana tapahtunutta muutosta tarkasteltaessa havaittiin ryhmien välillä merkitsevää kehityseroa LYHYT -ryhmän eduksi ($p = 0,004$).



KUVA 28. Ajan vaikutus oikeaan sivuspagaatiin ja 9 kk aikainen muutos oikeassa sivuspagaatissa.

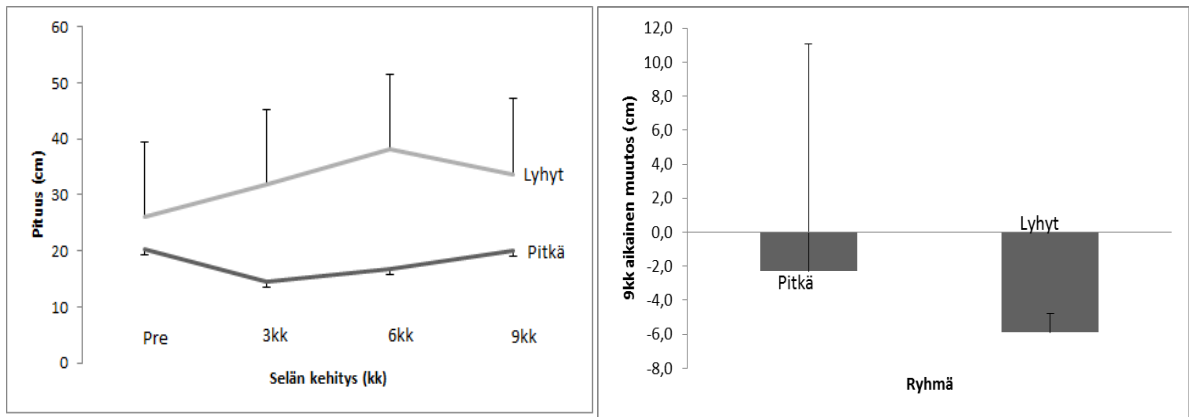
Vasemmassa sivuspagaatissa huomattiin merkitsevää kehitystä ($p < 0,001$) (kuva 29), mutta ryhmät eivät eronneet toisistaan. Tarkasteltaessa muutosta 9 kuukauden aikana, havaittiin LYHYT -ryhmän parantaneen tulostaan ja PITKÄ -ryhmän heikentäneen.



KUVA 29. Ajan vaikutus vasempaan sivuspagaatiin ja 9 kk aikainen muutos vasemmassa sivuspagaatissa.

7.7 Selkä

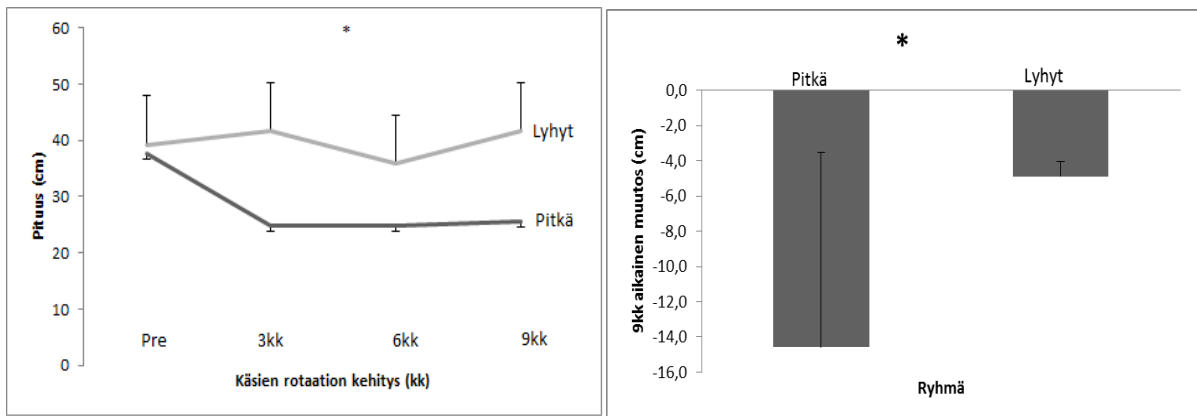
Selän taaksetaivutusliikkeessä ei tapahtunut merkitseviä muutoksia, mutta ryhmät kehittyivät 9 kuukauden aikana. Kuvassa 30 on esitetty keskiarvot muutoksista.



KUVA 30. Ajan vaikutus selän liikkuvuuteen ja 9 kk aikainen muutos selän liikkuvuudessa.

7.8 Kädet

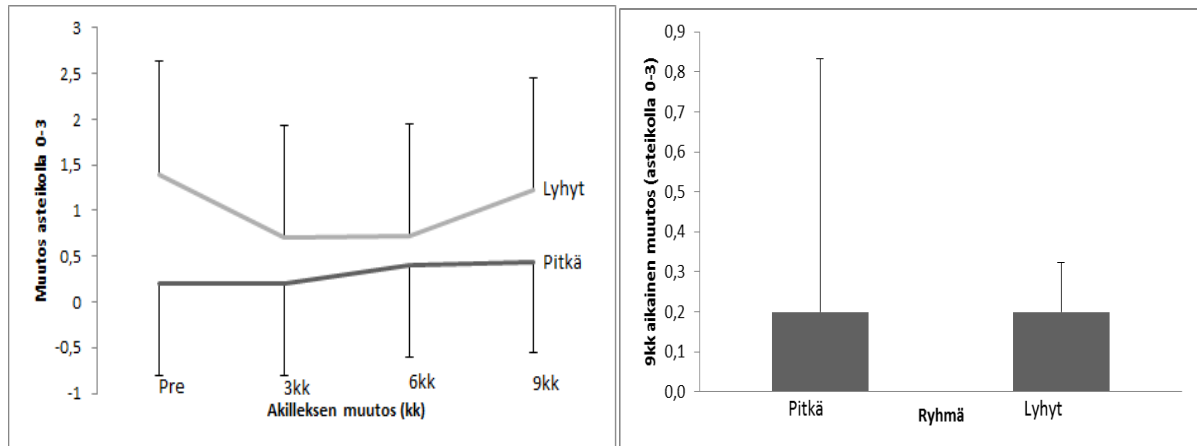
Käsien rotaatioliikkuvuus kehittyi merkitsevästi ($p=0,004$) ajan suhteen, mutta ryhmät eivät eronneet merkitsevästi toisistaan ($p=0,056$) (kuva 31). 9 kuukauden aikana tarkasteltaessa PITKÄ -ryhmä kehittyi kuitenkin merkitsevästi enemmän ($p=0,043$).



KUVA 31. Ajan vaikutus käsien rotaatioliikkuvuuteen ja 9 kk aikainen muutos käsien rotaatioliikkuvuudessa.

7.9 Akilles

Akilleksen liikkuvuuksissa ei tapahtunut 9 kuukauden aikana merkitseviä muutoksia. Kuvassa 32 on esitetty tapahtuneita muutoksia.



KUVA 32. Ajan vaikutus akillesjanteen liikkuvuuteen ja 9 kk aikainen muutos akillesjanteen liikkuvuudessa.

7.10 Yhteenveto

LYHYT -ryhmä paransi tuloksiaan yhtä liikettä lukuun ottamatta ja PITKÄ -ryhmä paransi vain seitsemää liikettä 14:stä. LYHYT -ryhmän tulosten parannukset olivat PITKÄ-ryhmää parempia kaikissa yhtä liikettä lukuun ottamatta kaikissa testiliikkeissä. Tilastollisesti merkitseviä muutoksia LYHYT -ryhmällä oli kahdessa eri liikkeessä ja PITKÄ-ryhmällä yhdessä liikkeessä (taulukko 5).

TAULUKKO 5. 9 kuukauden aikana tapahtunut muutos ja niiden keskihajonnat.

	Keskiarvo		Hajonta		Tilastollinen merkitsevyys
	PITKÄ	LYHYT	PITKÄ	LYHYT	
Eteentaivutus	1,7	3,2	1,6	0,1	* (p=0,028)
Lonkankoukistaja oik.	0,3	-1,3	2,5	0,2	
Lonkankoukistaja vas.	0,5	-1,4	2,5	0,4	
Sisäkiertäjä oik.	-1,9	-2,2	3,0	0,7	
Sisäkiertäjä vas.	-1,4	-4,0	4,2	0,5	
Ulkokiertäjä oik.	0,2	0,0	2,6	0,0	
Ulkokiertäjä vas.	1,3	-0,1	4,4	0,0	
Spagaati oik.	0,9	4,3	4,9	0,4	
Spagaati vas.	2,2	2,7	5,8	0,6	
Sivuspagaati oik.	0,2	9,4	5,8	0,7	* (p=0,004)
Sivuspagaati vas.	-0,7	5,7	6,7	0,8	
Selkä	-2,3	-5,9	13,4	1,1	
Kädet	-14,6	-4,9	11,1	0,9	* (p=0,043)
Akilles	0,2	0,2	0,6	0,1	

8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää onko lyhyt- vai pitkäkestoinen liikkuvuusharjoittelu tehokkaampi harjoitusmuoto liikkuvuutta lisäävänä harjoitteena. Tutkimukseen osallistui kaksi joukkuevoimistelujoukkuetta, minkä voimistelijat olivat iältään 10–11-vuotiaita. Pitkää liikkuvuutta harjoitti motivoituneempi ja edistyneempi joukkue ja lyhyttä liikkuvuutta lyhemmän aikaa harjoitellut joukkue.

Tutkimusryhmien lähtötilanne ja motivaatiotaso toi lisähaastetta tutkimukseen. Tutkimuksen lähtötilanteessa hypoteesina oli, että lyhytkestoinen liikkuvuusharjoittelu on yhtä tehokas kuin pitkäkestoinen liikkuvuusharjoittelu. Kuitenkin voisi olettaa, että PITKÄ -ryhmä parantaisi tuloksiaan enemmän suuremman motivaationsa ansiosta. Tulokset kuitenkin osoittivat, että LYHYT -ryhmä paransi kaikkia tuloksiaan akillesjännettä lukuun ottamatta ja PITKÄ -ryhmä paransi vain seitsemää liikettä 14:stä. LYHYT -ryhmän tulosten parannukset olivat PITKÄ-ryhmää parempia kaikissa lukuun ottamatta käsien rotaatioliikkuvuutta.

Ryhmien välisiä tilastollisia merkitsevyyksiä löytyi eteentaivutuksesta ja oikean jalan sivu-spagaatista lyhyttä liikkuvuutta harjoittaneen joukkueen hyväksi. Lisäksi pitkää liikkuvuutta harjoittanut joukkue kehittyi tilastollisesti merkitsevästi käsien rotaatioliikkuvuudessa verrattuna lyhyttä liikkuvuutta harjoittaneeseen joukkueeseen.

Ensimmäinen testaus tapahtui kesän alussa, jonka jälkeen joukkueet jäivät kesätauolle. Kesän aikana molempien joukkueiden työillä oli itsenäiset kesäharjoitteet. Toinen testaus tapahtui kolmen kuukauden päästä eli kesän jälkeen syksyn alussa. Ensimmäisen ja toisen testauksen välillä harjoittelu oli pääasiassa itsenäistä. Kolmas testaus tapahtui kolmen kuukauden päästä toisesta testauksesta eli joulukuun alussa. Toisen ja kolmannen testauksen väliin osui kisakausi. Viimeinen mittaus tapahtui maaliskuussa, joka oli peruskuntokaudella. Tutkimuksen edessä kausi oli siis vaihteleva, mutta tuloksissa ei ole huomattavissa yksiselitteisesti kauden vaihtelevuudesta aiheutuneita muutoksia.

On kuitenkin otettava myös huomioon, että LYHYT -ryhmän tyttöjen voimistelu-ura oli lyhyempi verrattuna PITKÄ -ryhmään, jolloin heidän liikkuvuus tutkimuksen alkaessa oli keskimäärin PITKÄ -ryhmää heikompi. Lähtökohtaisesti voisikin olettaa, että heikompa liikkuvuutta on helpompi parantaa kuin jo edistyneempien tyttöjen parempaa liikkuvuutta. Tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat olettamusta. Jatkotutkimuksena olisikin mielenkiintoista tehdä samankaltainen tutkimus tytöille, jotka ovat lähtötilanteessa samantasoisia.

Tutkimuksen aikana tapahtuneiden muutosten keskihajontoja tarkasteltaessa huomaa, että LYHYT -ryhmän keskihajonnat ovat suhteellisen pieniä ja taas vastaavasti PITKÄ -ryhmän keskihajonnat yllättävänkin suuria. LYHYT -ryhmän keskihajonnan pienuuteen on varmasti vaikuttanut se, että liikkuvuusharjoitteet olivat lyhyitä – vain 45 sekuntia kestäviä. Voi olettaa, että tytöt jaksoivat pysyä koko venyttelyajan aktiivisesti venytyksissä, jolloin yksilöiden välisten tulosten kehitys oli tasaista. PITKÄ -ryhmän venytykset kestivät puolitoista minuuttia eli suhteellisen kauan pienille tytöille. Muutosten keskihajonnan suuruus johtaa olettamukseen, että onko noin pitkä liikkuvuusharjoittelu 10–11 -vuotiaille tytöille saattaa olla liian pitkä, jolloin he kaikki eivät jaksaa keskittyä venyttelyyn täyspainoisesti.

Mielenkiintoa myös herättää, että miltä tulokset olisivat näyttäneet, jos ryhmät olisivat olleet toisin päin; kokeneemmat ja motivoituneemmat olisivat suorittaneet lyhyttä liikkuvuusharjoittelua ja vähemmän aikaa harjoitelleet pitkää liikkuvuusharjoittelua. Olisiko kokeneemmat pystynyt yhtäläillä parantamaan tulostaan lyhyellä liikkuvuusharjoittelulla kuin vähemmän harjoitellut ryhmä. Tai olisiko vähemmän harjoitellut ryhmä pystynyt parantamaan tulostaan yhtäläillä myös pitkällä liikkuvuusharjoittelulla.

Tämä tutkimus on tutkimukseksi melko suppea, sillä koehenkilöitä oli vain 20. Kummassakin ryhmässä koehenkilöitä oli 10. Lisäksi mittauskertoja oli vain neljä yhdeksän kuukauden aikana. Luotettavamman tuloksen olisi saanut, mikäli mittausjakso olisi ollut huomattavasti pidempi, sillä liikkuvuuden kehitys tapahtuu pitkäjänteisen työn pohjalta.

Mittaukset toteutettiin samassa ympäristössä molempien joukkueiden kanssa. Mittausajan-
kohdat vaihtelivat joukkueiden välillä harjoituksista riippuen 1-2 päivän välillä, mutta mo-
lempien joukkueiden testaus toteutettiin iltaisin ja heti alkulämmittelyn jälkeen. Mittaukset
olivat siis toistensa kaltaisia läpi testijakson.

Jatkotutkimuksena mielenkiintoa toki myös herättää, että mikä on optimaalisin aika liikku-
vuutta lisäävänä harjoitteena. Riittääkö Bandyn ja Irionin (1994) tutkimusten ja teorian perus-
teella todettu 30 sekuntia ainoana liikkuvuusharjoitteena lisäämään liikkuvuutta parhaalla
mahdollisella tavalla.

Vaikka usein voimistelusalilla näkee valmentajien venyttelevän pitkäkestoista liikkuvuutta,
oli tutkimuksen hypoteesina teorian ja aiempien tutkimusten pohjalta, että lyhytkestoinen
staattinen liikkuvuusharjoittelu on yhtä tehokasta kuin pitkäkestoinen liikkuvuusharjoittelu.
Tähän tutkimukseen nojaten voi myös todeta, että lyhytkestoinen liikkuvuusharjoittelu on vä-
hintään yhtä tehokasta kuin pitkäkestoinen liikkuvuusharjoittelu liikkuvuutta lisäävänä har-
joitteluna. Tästä johtuen harjoittelua optimoidakseen on suositeltavaa harjoittaa staattista liik-
kuvuusharjoittelua lyhyine venytyksineen, jolloin aikaa säästää muulle harjoittelulle.

LÄHTEET

- Ahonen, J., Asmussen P., Cash M., Kailajärvi J., Lahtinen T., Montag H., Peltola E., Pohjolainen T., Sandstöm M. & Ylinen J. 1990. Lihashuollon tukitoimet. Jyväskylä: Gummerus Oy.
- Alter, M. 2004. Science of Flexibility. 3. painos. USA: Human Kinetics.
- Andrejic, O., Tomic, S. & Knezevic O. 2012. Acute Effects of Low- and High-Volume Stretching on Fitness Performance in Young Basketball Players. Serbian Journal of Sports Sciences 6 (1), 11–16.
- Asmussen, P., Montag, H., Ahonen, J., Heinonen, M., Pehkonen, S., Erämetsä, T., Lahtinen-Suopanki, T., Vestervik, L., Leppänen, M. & Mäkelä T. 2001. Lihashuolto, hieronta, kuntosaliharjoittelu, teippaus ja venyttely. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.
- Arazi, H., Asadi, A. ja Hoseini, K. 2012. Comparison of Two Different Warm-Ups (Static-Stretching and Massage): Effects on Flexibility and Explosive Power. Acta Kinesiologica 6 (1), 55-59.
- Bandy, W., Irion, J. & Briggler, M. 1998. The Effect of Static Stretch and Dynamic Rang of Motion Training on the Flexibility of the Hamstring Muscles. Journal of Orthopaedic & Sport Physical Therapy. 27, 295-300.
- Bandy, W. & Irion, J. 1994. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. Physical Therapy 9, 45-50.

- Curry, B., Chengkalath, D., Crouch, G., Romance, M. & Manns, P. 2009. Acute Effects of Dynamic Stretching, Static Stretching and Light Aerobic Activity on Muscular Performance in Women. *Journal of Strength & Conditioning Research* 23 (1), 1811-1819.
- Fogerholm, M., Vuori, I. & Vasankari, T. 2011. *Terveysliikunta*. Keuruu: Otavan kirjapaino. (Kustannus Oy Duodecim).
- Forsman, H. & Lampinen, K. 2008. *Laatua käytännön valmennukseen – Oleellisen oivaltaminen tärkeää*. Jyväskylä: VK- Kustannus.
- Franco, B., Signorelli, G., Trajano, G., Costa, P. & de Oliveira C. 2012. Acute effects of three different stretching protocols on the Wingate test performance. *Journal of Sports Science and Medicine* 11, 1-7.
- Guissard, N. & Duchateau J. 2006. Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev* 34 (4), 154-8.
- Herbert R., Moseley A., Butler J. ja Gendevia S. 2002. Change in length of relaxed muscle fascicles and tendons with knee and ankle movement in humans. *Journal of Physiology* 539 (2), 637–645.
- Hakkarainen, H. Jaakkola, T. Kalaja, S. Lämsä, J. Nikander, A. & Riski, J. 2009. *Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet*. Jyväskylä: VK- Kustannus.
- Halbert, R. ja Gabiel M. 2002. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury. Systematic review, *BMJ* 31, 468.
- Hopkins, WD. 2000. Reliability from consecutive pairs of trials (Excel spreadsheet). sportsci.org/resource/stats/xrely.xls.
- Jenkins, J. ja Beazell J. 2010. Flexibility for runners. *Clin Sport Med*. 29 (3), 365-377.

- Jonhagen, S., Nemeth, G. & Eriksson, E. 1994. Hamstring Injuries in Sprinters: The Role of Concentric and Eccentric Hamstring Muscle Strength and Flexibility 22 (2), 262-266.
- Juutinen, T. 2011. Mikä venyttelyssä venyy?. Viitattu 22.9.2014. <http://wikiliikkuja.com/2011/12/16/mika-venyttelyssa-venyy/>.
- Kallerud, H. & Gleeson N. 2013. Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports Med.* 43 (8), 733–50.
- Kauranen, K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Kauranen K. & Nukka N. 2010. Biomekaniikka liikunnan ja terveyden ammattilaisille. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Keskinen, K., Häkkinen, K., Kallinen, M. & Aho J. 2007. Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Lehto, M., Suviava, R. & Kaarela, K. 1999. Hypermobiliteettisyndrooma niveloireiden syynä. *Duodecim* 21, 2375-2377.
- Magnusson, P. & Renström, P. 2006. The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science* 6 (2), 87-91.
- Magnusson, S. 1998. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand J Med Sci Sport* 2, 65-77.
- Magnusson, S., Simonsen, E., Aagaard, P. & Kjaer, M. 1996. Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *Am J Sports Med* 5, 622–628.

- Mattila, A. 2004. Joukkuevoimistelun lajitekniikka. Voimistelulajien jatkokurssi. Suomen Voimisteluliitto.
- Mero, A., Uusitalo, A., Hiilloskorpi, H., Nummela, A. & Häkkinen, K. 2012. Nais-ten ja tyttöjen urheiluvalmennus. Lahti: VK-kustannus
- Mero, A. Nummela, A. Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. Jyväskylä: VK- Kustannus Oy.
- Mero, A., Vuorimaa, T. & Häkkinen, K. 1990. Lasten ja nuorten harjoittelu. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino (Mero Oy)
- Moore, J. 1984. The Golgi Tendon Organ: A Review and Update. The American Journal of Occupational Therapy 38 (1), 227-236.
- Morse, C., Degens, H., Seynnes, O., Maganaris, C. & Jones, D. 2002. The effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. J Physiol 1, 97–106.
- Niensted, W. 2002. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.
- O'Brien, T., Reeves, N., Baltzopoulos, V., Jones, D. & Maganaris, C. 2010. Mechanical properties of the patellar tendon in adults and children. Journal of Biomechanics 43 (6), 1190–1195.
- Renstööm, P., Peterson, L., Koistinen, J., Read, M., Mattson, J., Keurulainen, J. & Airaksinen, O. 1998. Urheiluvammat: ennaltaehkäisy, hoito ja kuntoutus. 4. painos. Jyväskylä: VK-kustannus (Gummerus).
- Seppänen, L., Aalto, R. & Tapio, H. 2010. Nuoren urheilijan fyysinen harjoittelu. Saarijärvi: WSOY.

- Siatras, T., Papadopoulos, G., Mameletzi, D., Gerodimos, D. & Kellis, S. 2003. Static and Dynamic Acute Stretching Effect on Gymnasts' Speed in Vaulting. *Pediatric Exercise Science* 15, 383-391.
- Sihvonen, E. 1999. Ikääntyminen ja sen merkitys tuki- ja liikuntaelimitykseen. *Hieroja* 1/1999.
- Solunetti. 2014. Sarkomeeri. Viitattu 20.9.2014. <http://www.solunetti.fi/fi/histologia/sarkomeeri/>.
- Spring, H., Illi, V., Kunz, H-R., Röthlin, K., Schneider, W. & Tritschler, T. 1993. *Venytys- ja voimaharjoittelu*. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Weineck, J. 1984. *Optimaalinen harjoittelu*. Vaasa: Valmennuskirjat Oy.
- Willy, R. W., Kyle, B. A., Moore, S. A. & Chleboun, G. S. 2001. Effect of Cessation and Resumption of Static Hamstring Muscle Stretching on Joint Range of Motion. *Journal of Orthopaedic & Sport Physical Therapy* 31 (3), 138-144.
- Winters, M., Blake, C., Trost, J., Maracello-Brinker, T., Lowe, L., Garber, M. & Wainner, R. 2004. Passive Versus Active Stretching of Hip Flexor Muscles in Subjects With Limited Hip Extension: A Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy* 9, 800-807.
- Ylinen J. 2006. *Venytys- ja voimaharjoittelu*. Muurame: Medirehabook Kustannus Oy.