

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Maarja Jõgi

**Labajala ja hüppeliigese funktsioon iluvõimlejal ja selle mõju
hüppesooritusvõimele**

**Foot and ankle complex function in rhythmic gymnasts and its
effect on jumping performance**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja PhD Tatjana Kums

2016 Tartu

Sisukord

Töös kasutatavad lühendid.....	4
Lühiülevaade.....	5
Abstract.....	6
SISSEJUHATUS.....	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	8
1.1 Iluvõimlemise reeglid ja ala spetsiifika.....	8
1.1.1 Vigastuste statistika ja iluvõimlemine.....	9
1.2 Iluvõimlemine ja treeningukoormused	9
1.3. Iluvõimlemine ja koormus alajäsemetele.....	10
1.3.1 Tasakaal.....	10
1.3.2 Hüpped	11
1.3.3 Hüppeliigese ja labajala funktsioon.....	12
1.3.4 Lihased.....	14
1.3.5 Labajala võlvid.....	16
1.4 Iluvõimlemine ja liigete liikuvus.....	17
1.4.1 Hüpermobiilsus	17
1.4.2 Hüppeliigese ebastabiilsus	18
1.4.4 Hüppeliigese ebastabiilsus ja sooritusvõime.....	18
1.5 Uurimistöö teema põhjendus.....	19
2. UURINGU EESMÄRK JA ÜLESANDED	20
3. METOODIKA	21
3.1 Vaatlusalused	21
3.2 Uurimismetoodika.....	21
3.2.1 Antropomeetrilised mõõtmised.....	21
3.2.2 Müotonomeetria.....	21
3.2.3 Hüppeliigese ja labajala liikuvuse määramine	23
3.2.6 Andmete statistiline töötlus	27
3.3 Uuringu korraldus.....	27
4. TULEMUSED.....	29
4.1 Antropomeetrilised näitajad	29
4.2 Hüppeliigese ja labajala liikuvused.....	29
4.2.1 Hüppeliigese aktiivne liikuvus.....	29
4.2.2 Hüppeliigese passivne liikuvus.....	31
4.3 Podomeetria tulemused	32

4.4 Müotonomeetria uuringu tulemused	33
4.4.1 <i>m.Gastrocnemius</i>	33
4.4.2 <i>m.Tibialis anterior</i>	33
4.4.3 Standardsete hüppetestide tulemused	34
5. ARUTELU	36
6. JÄRELDUSED	41
KASUTATUD KIRJANDUS	42
LISAD	49
Lisa 1	49
Litsents	50

Töös kasutatavad lühendid

ATFL – *anterior talofibular*

PTFL – *posterior talofibular*

CFL - *calcaneofibular*

KRE – krooniline ebastabiilsus

KMI – kehamassiindeks

ROM – liikuvusulatus

SJ – *squat jump* - poolkükki asendist hüpe

CMJ – *counter movement jump* – allaliikumisega hüpe ilma käte hoota

DJ – *drop jump* – sügavushüpe

SSC – *stretch-shortening cycle* - venitus-kontraktsiooni tsükkel

Lühiülevaade

Eesmärk: Hinnata labajala ja hüppeliigese funktsiooni iluvõimlejal ja selle mõju hüppesooritusvõimele.

Metoodika: Uuritavateks olid 25 parimate tulemustega iluvõimlejat vanuses 11-12 aastat. Uuringukaartide analüüsist tulenevalt jaotati iluvõimlejad kahte gruppi. I gruppi kuuls 13 iluvõimlejat, kellel kaebused alajäsemete osas puudusid. II gruppi kuulusid 12 tütarlast, kellel on esinenud varajaselt kaebusi hüppeliigese ja labajala osas. Määrati labajala ja hüppeliigese liikuvused goniomeetriga, arvutati Staheli indeks kasutades podoskoopi. Määrati sääre esi-ja tagakülje pindmiste lihaste toonus kasutades MYOTON-2. Hüppesooritusvõime hindamiseks kasutati standardseid hüppeteste.

Tulemused: II rühma iluvõimlejate labajala liikuvusulatus oli oluliselt suurem võrreldes I rühma tütarlastega. Mõlema rühma tütarlastel olid labajala võlvi kõrgused normipiires. Küll aga oli II rühma iluvõimlejal suurem kaldumus lampjalgsusele. Nii I kui ka II rühma tütarlastel oli *m.gastrocnemius* funktsionaalne seisund normis, st lihaste toonus oluliselt suurenes üleminekul istuvast asendist püsti asendisse (koormuse vabalt koormusega asendile). I rühmal oli *m.tibialis anterior* funktsioon samuti normis, asendite muutusel toonus oluliselt suurenes. II rühmal aga olulist toonuse suurenemist asendite vahetusel ei ilmnenud, seega *m.tibialis anterior* funktsioon oli häiritud. Hüppetestide sooritamisel oli DJ kõrgus ning selle hüppe SSC% oluliselt madalam II rühmas.

Kokkuvõte: Korrelatsioonanalüüsi põhjal võib öelda, et *m.tibialis anterior* funktsionaalse seisundi häirumine võib mõjutada hüppeliigese ja labajala liikuvuse ulatust subtalar eversioonil. Samuti leidsime, et mida väiksem on nimetatud lihase toonuste vahe üleminekul istuvast asendist püsti asendisse, seda madalam DJ tulemus. Sellest tulenevalt võibki järeldada, et *m.tibialis anterior* funktsionaalne seisund on seotud hüppesooritusvõimega.

Märksõnad: iluvõimlejad, hüppesooritusvõime, labaja ja hüppeliigese liikuvus, lihastoonus

Abstract

Purpose: The aim of the study was foot and ankle complex function in rhythmic gymnasts and its effect on jumping performance.

Methods: 25 rhythmic gymnasts ages 11-12 were under investigation. Through the investigation of survey charts subjects were divided into two groups. First group consisted of 13 gymnasts who hadn't had problems with foot and ankle. Second group consisted of gymnasts who had previously had problems with foot and ankle complex. Firstly we measured the ankle and foot complex range of motion (ROM) with goniometer and also calculated Staheli index of the foot using Podoscanner. For the muscle tone measurement MYOTON-2 was used. Standard jumping tests were used to evaluate jumping performance.

Results: Our research showed significantly bigger ROM of the II group of gymnasts with foot and ankle problems. Staheli index were normal among both groups, although the II group had bigger tendency towards flatfoot. *M.gastrocnemius* function was normal both in first and second group, but our investigation showed no significant *m.tibialis anterior* tone change between the different positions in II group of gymnasts, which means that *m.tibialis anterior* function was disrupted. Jumping performance in DJ and SSC% was significantly lower in II group.

Conclusions: Through correlations it can be said that *m.tibialis anterior* function disruption can affect foot and ankle complex in subtalar eversion. *M.tibialis anterior* tone was also connected with DJ performance – the lower muscle change between two positions indicates to lower DJ scores. This study shows the importance of *m.tibialis anterior* functional condition to jumping performance.

Keywords: rhythmic gymnasts, jumping performance, foot and ankle motion, muscle tone

SISSEJUHATUS

Iluvõimlemine on esteetiline spordiala, mis on kunsti ja spordi sümbioos. Selle ala spetsiifika seisneb selles, et iluvõimlejal peab olema erakordselt arenenud liigete liikuvus. Võimlemisega alustatakse varakult, juba 3-4 aastaselt. Tuues lapsi treeningutele loodavad lapsevanemad, et lastel areneb hea kehahoid ja rüht ning paraneb koordineerimine. Kuid kõrgete tulemuste saavutamise eesmärgil suurenevad ka treeningkoormused, mis esitavad tugi-liikumisaparaadile üsnagi kõrgeid nõudmisi. Edasijõudnud võimlejad treenivad 6x nädalas, 2x päevas, keskmine tundide arv nädalas on 27-33 tundi (Sands, 2000; Tanchev, *et al.*, 2000). Koormustaluvus on aga individuaalselt väga erinev ning ülekoormus vigastused on kerged juhtuma. Iluvõimlejal esineb kõige sagedamini vigastusi labajala piirkonnas, mis võib omakorda mõjutada saavutusvõimet. Cupisti *et al.*, (2007) uuringus leiti, et enim vigastusi esines iluvõimlejal labajala- ning hüppeliigesepiirkonnas (38,3%), sellele järgnes alles põlveliigese piirkond (19,1%).

Olles ise tegelenud iluvõimlemisega rohkem kui 15 aastat ja silmitsi seisnud vigastustega, tekkis huvi iluvõimlejate kaebuste kohta hüppeliigese ja labajala piirkonnas. Käesoleval ajal töötan tegevtreenerina iluvõimlejatega, ning tihti seisan silmitsi laste kaebustega alajäsemete osas. Antud uuringuga loodan leida vastused küsimustele miks siiski labajalg iluvõimlejal vigastustele nii haldis on, ja mida on võimalik teha selleks et sooritusvõime lastel ei langeks. Loodan, et käesolev töö pakub huvi nii treeneritele, füsioterapeutidele kui ka lastevanematele.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Iluvõimlemise reeglid ja ala spetsiifika

Iluvõimlemine on esteetiline spordiala, mis koosneb põhielementidest ja harjutustest vahenditega. Vahenditena kasutatakse palli, kurikaid, hüpitsat, linti ja rõngast. Paindumus ning musikaalne interpretatsioon on iluvõimlemise kavas olulisel kohal. Selle ala komplitseeritus seisneb vahendi tehnilises haldamises, elementide koosluses ning originaalsuses. Tihti visatakse vahend mitu meetrit üles pea kohale tehes samal ajal pöörded, hüppeid ja muid akrobaatilisi elemente. Vahend peab olema dünaamilises liikumises kogu kava vältel (International Gymnastics federation, 2014).

Iluvõimlemisreegleid muudetakse iga olümpiatsükli järgselt, seega võib eeldada, et treeningmeetodid on samuti ajaga muutunud. Pärast 2000. aasta suveolümpiamänge kehtestatud reeglite järgi pidi iluvõimlejal kavas olema 30 kehaelementi (painutused, hüpped, pöörded ja tasakaalud). Pärast 2012. aasta suveolümpiamänge peavad võimlejad sooritama vaid 9 kehaelementi (hüpped, tasakaalud, pöörded). Tänapäeval pööratakse kava koostamisel palju tähelepanu koreograafiale ning artistlikkusele. Elementid on aga ajaga muutunud üha keerukamaks esitades iluvõimleja tugi-liikumisaparaadile väga kõrgeid nõudmisi (International Gymnastics federation, 2014).

Enamus elementidest iluvõimlemises sooritatakse põia esiosal (poolvarvastel). See nõuab keha stabiilsust ja tunnetust, mida kasvaval organismil veel välja arenenud pole. Samuti nõuavad elemendid ekstreemset painduvust eelkõige lülisambas ning puusaliigestes (International Gymnastics federation, 2014). Kõige kõrgemalt hinnatavad elemendid eeldavad lülisamba ekstensiooni 90 kraadi ulatuses (normväärtus 30 kraadi) ning puusaliigete fleksiooni vähemalt 180 kraadi (normväärtus 0-120) (Boligon *et al.*, 2015). Paljudel iluvõimlejal esineb liigete hüpermobiilsust ja liigete lõtvust, kas siis kaasasündinud või treeninguga omandatud kujul. Kuna suurt liigete liikuvusulatust võib pidada eelduseks kõrgete tulemuste saavutamiseks iluvõimlemises, siis eelistataksegi neid tütarlapsi, kellel on juba geneetiliselt liikuvad liigesed. Treeninguga omandatud hüpermobiilsuse põhjuseks võib olla klassikaline koreograafia, mis on viimastel aastatel iluvõimlejate treeningprotsessi üks olulisemaid osi. Ballettitunnid on edasijõudnud võimlejal tavaliselt 3-4 korral nädalas. Teadaolevalt asetatakse koreograafias rõhk väljapoolsuse arendamisele, mis nõuab alajäsemete välja

roteerumist läbi põlvede hoidmisega ekstensioonis. O'Loughlin *et al.* (2008) töid välja, et väljapoolsusel on oluline roll vigastuste tekkimisel, ohustades ka hüppeliigese piirkonda. Weber *et al.* (2015) ülevaate artiklis on näidatud, et hüpermobiilsus on liigete ebastabiilsuse põhjuseks. Hüpermobiilse liigese sidemed on väljaveninud ning nad ei suuda liigest piisavalt toetada. See võib hakata negatiivselt mõjutama elementide tehnilist sooritust, suurendades seeläbi vigastuste tekkimise ohtu ja sellest tulenevalt taastumiseks kuluvat aega (Weber *et al.*, 2015; Hanewinkel *et al.*, 2009; Karlsson *et al.*, 1997).

1.1.1 Vigastuste statistika ja iluvõimlemine

Alajäsemete vigastused on sportlaste seas üsna sagedased. Hüppeliiges on üks kõige enim vigastatav struktuur (Nelson *et al.*, 2007), sealjuures hüppeliigese nikastused on sportlastel sagedane nähtus (Hootman *et al.*, 2007), seda eriti sportmängude esindajatel nagu jalgpalluritel, võrkpalluritel, käsipalluritel (Fong *et al.*, 2007). Korvpallis, kus on palju kiireid liikumisi, pöördeid, äkilisi peatusi ning suunamuutusi esineb kõige rohkem vigastusi põlveliigese piirkonnas, saalihokis aga alaselja ning puusaliigese piirkonnas (Leppänen *et al.*, 2015). Korvpallis on viimasel ajal täheldatud üha rohkem mensiki vigastusi, mis nõuab palju aega taastumiseks ning võib mõjutada negatiivselt sportlaskarjääri (Zedde *et al.*, 2014).

Palju leidub uuringuid tantsjate ja baleriinide vigastuste kohta. Sarnaselt iluvõimlemisega on ka baleriinidel ja tantsijatel palju elemente põia esiosal, mistõttu esineb enim probleeme just hüppeliigese ja labajala piirkonnas. Ballettitantsijate puhul on veel esile toodud varvassusside kasutamist ja väljapoolsuse arendamist, mis on ka mitmete traumade tekkimise põhjuseks (Smith, *et al.*, 2016; Rehmani, *et al.*, 2015; Pellicciari, *et al.*, 2016; Russell *et al.*, 2008).

Kerr *et al.*, (2014) leidis, et iluvõimlejalte kõige enam vigastusi esines hüppeliigese piirkonnas (17,9%), kannakõõluse piirkonnas (13,6%), keretüve osas (13,4%) ning labajala piirkonnas (12,4%). Cupisti (2007) uuringus leiti, et enim vigastusi esines iluvõimlejalte labajala- ning hüppeliigese piirkonnas (38,3%), sellele järgnes alles põlveliigese piirkond (19,1%), mida kinnitas ka Brannan *et al.*, (1995) uuring.

1.2 Iluvõimlemine ja treeningukoormused

Mõõdukal füüsilisel aktiivsusel (kuni 15 tundi nädalas) on positiivne mõju inimese arengule. Intensiivne füüsiline treening võib aga negatiivselt mõjutada laste füüsilist arengut, suurendades ülekoormusvigastuste tekkimise ohtu ning seeläbi mõjutades ka sportlikku

saavutusvõimet (Leppänen *et al.*, 2015). Iluvõimlemine on ala, mis nõuab juba lapseas intensiivseid treeninguid. Edasijõudnud iluvõimlejate keskmine tundide arv nädalas on 27-33 (Sands, 2000; Tanchev *et al.*, 2000). Georgopolous *et al.*, (2004) uuringus leiti, et tavaliselt tütarlastel jõuab kasv lõpule 15-ndaks eluaastaks, iluvõimlejal umbes 18-ndaks. Samuti on uuringud näidanud puberteedia alguse hilinemist iluvõimlejate seas, mis tavapäraselt algab tütarlastel keskmiselt 11-ndast eluaastast. Cagno kaasautoritega (2012) oma uuringus leidsid, et noortel intensiivselt treenivatel iluvõimlejal hilines menstruaaltsükli algus enam kui 2 aastat (Cagno *et al.*, 2012). Seda kinnitavad ka teiste autorite tulemused (Berlutti *et al.*, 2010); Theodoropoulou *et al.*, 2005). Põhjus seisneb intensiivses treeningus ja kroonilises psühholoogilises stressis, aga ka muudatustes toitumises, kus enamasti energiakulu on suurem toiduga saadavast energiast (Cupisti *et al.*, 2000; Georgopoulos *et al.*, 2004).

1.3. Iluvõimlemine ja koormus alajäsemetele

1.3.1 Tasakaal

Tasakaalud on üks osa põhielementidest, mida iluvõimleja peab enamasti sooritama päkkseisus ühel jalal (*joonis 1*). Päkale tõusmine toimub hüppeliigese ja varbalülide liikumisel, kusjuures nendele langeb kogu keha raskus. Labajala esiosale tõusmine paneb metatarsaalluudele väga suure koormuse ning kurnab ka *anterior talofibular* sidet (Ojofeitimi *et al.*, 2016; O'Loughlin *et al.*, 2008). Näiteks kui 45 kg kaaluv iluvõimleja sooritab ühes treeningus 20 tasakaalu elementi langeb põiale kokku juba 900 kg. Ühe nädala treeningute kokkuvõttes võib see raskus ulatuda juba 7200 kg-ni, mis võib põia esiosale olla üsna koormav.



Joonis 1. Taskaal päkkseisus ühel jalal, kus põia esiosale langeb kogu keha raskus (Miss valentine official, 2016)

1.3.2 Hüpped

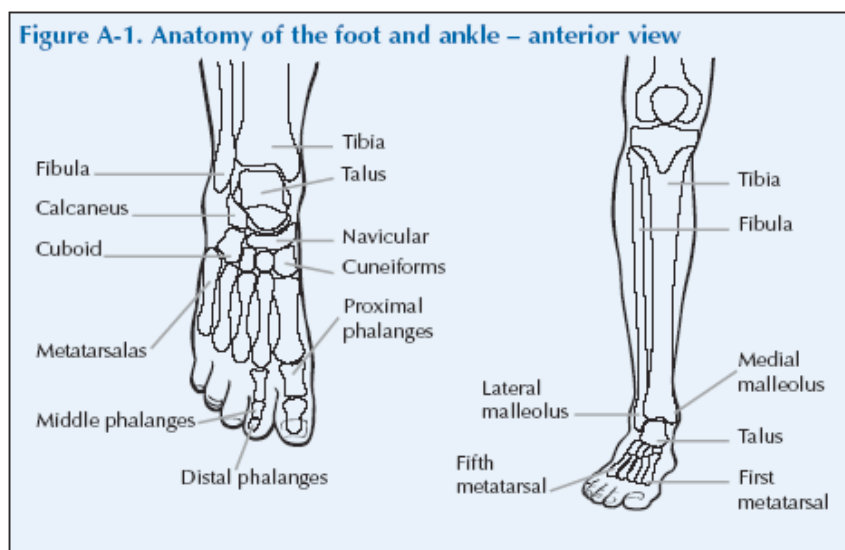
Hüpped on löögilise iseloomuga ning üks raskemaid liikumisvorme, kus poole sekundi vältel peab looma meeldejäáva kujundi. Põhikoormus hüpetel langeb põiale (Dawel *et al.*, 1989; Tittel, 1990). Labajala võlvid aitavad pehmedada põrutusel saadud lööke (Brannan *et al.*, 1995) (*joonis 9*). Äratõukefaasis on väga tähtis toepinnale avalduv surve, äratõukejõu suurus võib olla siin kuni 240kg. Vältimaks vigastusi on hüppe lõppfaasis tähtis amortisatsioonifaasi õige sooritamine. Toepinnalt äratõukel ja maandumisel tekivad tugi-liikumisaparaadi survedeformatsioonid. Survekoormuse mõjul deformeeruvad jalavõlvid, hüppe-ja põlveliigesed (Pääsuke, 1998).

Korduvate hüpete ja elementide sooritamisel saadud koormuse tõttu põiale eksisteerib iluvõimlejatel jalavõlvide lamendumise oht ja esineb ka liigese ebastabiilsust (Tanchev *et al.*, 2000). Sel juhul ei suuda labajalg nimetatud kõrvalekallete tõttu täies ulatuses oma funktsiooni täita, st. summutada ehk osaliselt pehmedada põrutusi ja lööke, mis mõjuvad tugi-liikumisaparaadile treeningu käigus. Kirjanduse andmed viitavadki sellele, et enamus alajäsemete vigastusi kontsentreerub võimlejatel hüppeliigese- ning põlveliigese piirkonda (Brannan *et al.*, 1995; Cupisti, *et al.*, 2007), kusjuures hüppeliiges on siiski enim traumeeritav anatoomiline struktuur edasijõudnud võimlejatel (Attenborough, *et al.*, 2014; Konrad & Pfürringer, 1997).

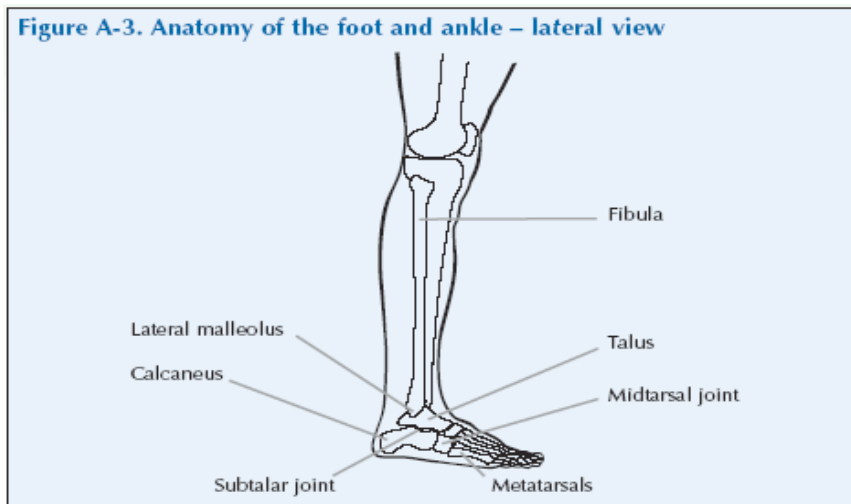
Hüpete mõju ja koormust alajäsemetele on uuritud palju ballettis ning tantsimises. Lee *et al.*, (2012) leidsid, et hüppeliigese inversiooni nikastust esineb ballettis tihti maandumisel kui hüppeliiges on veel plantaarfleksioonis ja kaotatakse tasakaal. Sama tõi välja ka O' Loughlin *et al.*, (2008) uuring. Samuti on välja toodud, et maandumine ühele jalale ning maandumine väljapoolses asendis koormab põlveliigest, mis võib viia põlveliigese *anterior cruciate* sideme vigastuseni (Liederbach *et al.*, 2008).

1.3.3 Hüppeliigese ja labajala funktsioon

Üks olulisimaid liigeseid inimkehas on hüppeliiges, sest sellele langeb kogu keha raskus. Hüppeliiges mängib olulist rolli tasakaalu hoidmisel ning käimisel (Saluse, 2010). Hüppeliiges on sünoviaalliiges, mis ühendab tibia ja fibula luud labajala talusega, võimaldades hüppeliigese dorsaal-ja plantaarfleksiooni. Subtalaarliiges asetseb hüppeliigese all. See omakorda ühendab taluse luu calcaneusega ja võimaldab labajala küljelt-küljele liikumist (Blalock *et al.*, 2015) (joonised 2 ja 3). Labajala võib jaotada 3-ks funktsionaalseks osaks: esisosa (5 metatarsaalluud, 14 varbaluud), keskosa (navicular, cuboid, 3 cuneiform luud) ja tagaosas (talus, calcaneus) (Oatis, 2009).

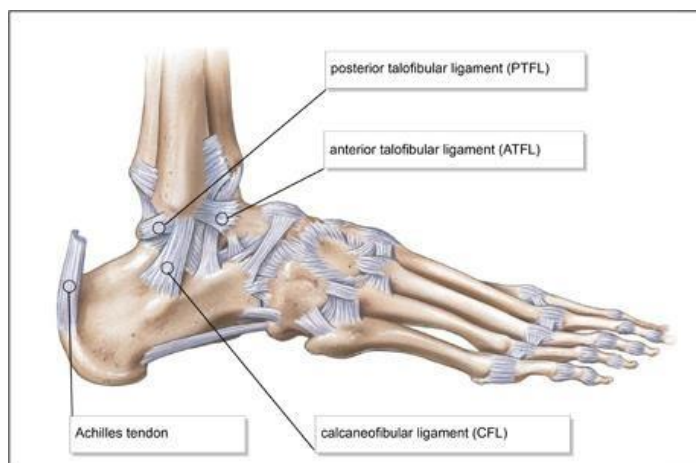


Joonis 2. Hüppeliigese ja labajala luud – eestvaade (The foot and ankle, 2016)



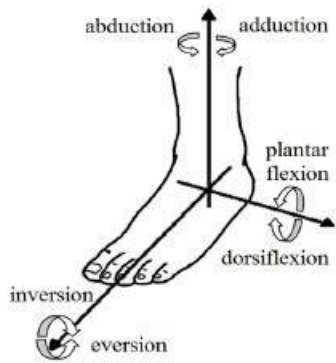
Joonis 3. Hüppeliigese ja labajala luud - lateraalvaade (The foot and ankle, 2016)

Hüppeliigese stabiilsuse funktsioon on tagatud *anterior talofibular*(ATFL), *posterior talofibular*(PTFL), ja *calcaneofibular*(CFL) sidemete ehk ligamentidega (Joonis 4). Need sidemed aitavad kontrollida hüppeliigese liikumisulatust. Kuna enamus elemente sooritatakse iluvõimlemises põia esiosal, siis kõige enam vigastatakse ATFL-i (O'Loughlin *et al.*, 2008). Kui sidemed on saanud kahjustada, siis korduvate vigastuste oht on kõrge. Ühe või teise hüppeliigese sideme vigastus võib põhjustada liigese ebastabiilsust (Blalock *et al.*, 2015).



Joonis 4. Hüppeliigese ja labajala sidemed (Foot and ankle, 2016)

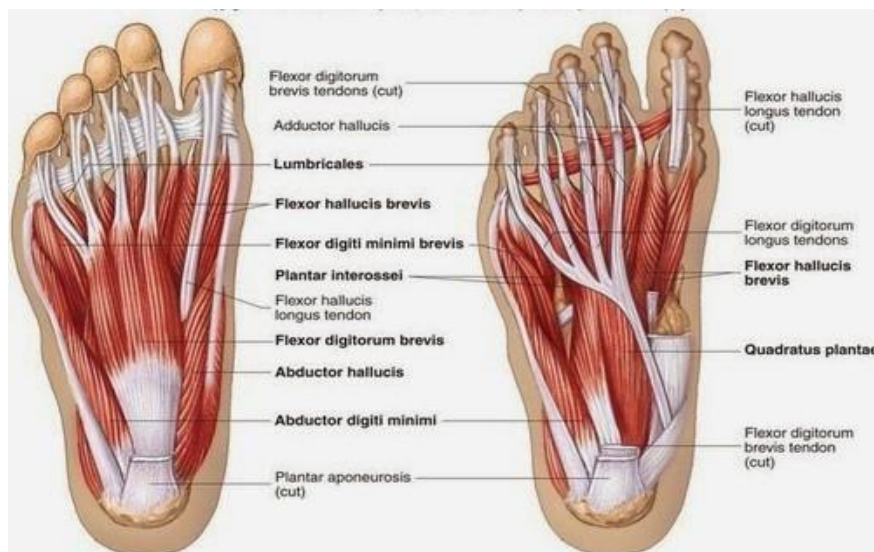
Hüppeliiges võimaldab teostada kolme tüüpi liikumist (triplanaarne) (Joonis 5): dorsaalfleksioon, plantaarfleksioon; eversion, inversion ning abduktsioon ja adduktsioon (Kitaoka *et al.*, 1997; Medley, 2014).



Joonis 5. Hüppeliigese ja labajala liikuvused (Alcocer *et al.*, 2012)

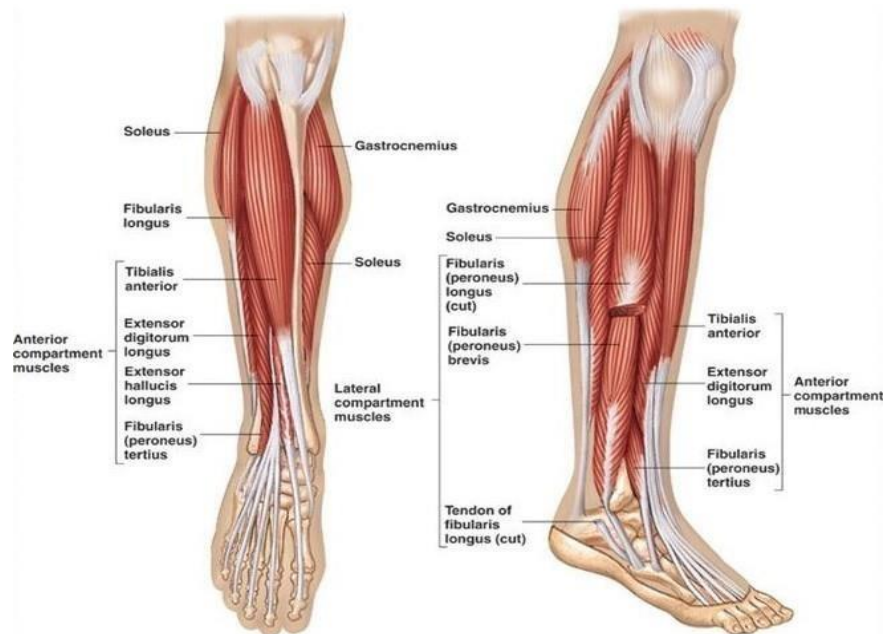
1.3.4 Lihased

Pöia funktsioon sõltub suurel määral tema lihaste funktsionaalsest seisundist. Jalalihaste ülesandeks on kontrollida labajalga ja hõlbustada keha liikumist üle labajala. Sisemised lihased toetavad labajala võlve ning kontrollivad varvaste liikumist (Oatis, 2009) (joonis 6).

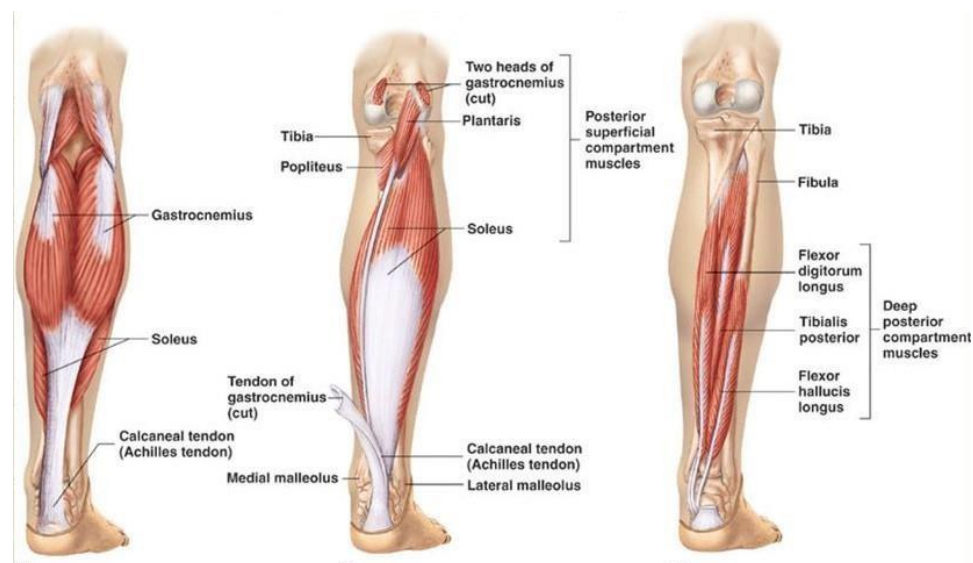


Joonis 6. Labajala sisemised lihased (Norman, 2015)

Pindmised lihased on jaotatud eesmiseks grupiks, mis teostavad dorsaalfleksiooni ja aitavad kaasa varvaste sirutamisel; tagumiseks grupiks, mis teostavad hüppeliigese plantaarfleksiooni, (iluvõimlemise treeningus üks sagedamini teostatavaid liigutusi) ja varvaste painutamist, ning lateraalseks grupiks (Oatis, 2009) (joonised 7 ja 8).



Joonis 7. Pindmised lihased (eesmise grupi lihased ja lateraalse grupi lihased) (Seeley & Tate)



Joonis 8. Pindmised lihased – tagumine grupp (Seeley & Tate)

M.tibialis anterior on kõige suurem ja tugevam dorsaalfleksiooni teostav lihas. Samuti mängib olulist rolli inversioonil (Oatis, 2009). *M.tibialis anterior* funktsiooni nõrgenemine või kadumine halvab kõndimisel võimet kontrollida labajala liigutusi pärast kannaga kontakti maapinnaga, põhjustades liiga kiire labajala esiosa mahapaneku (Klein *et al.*, 1996).

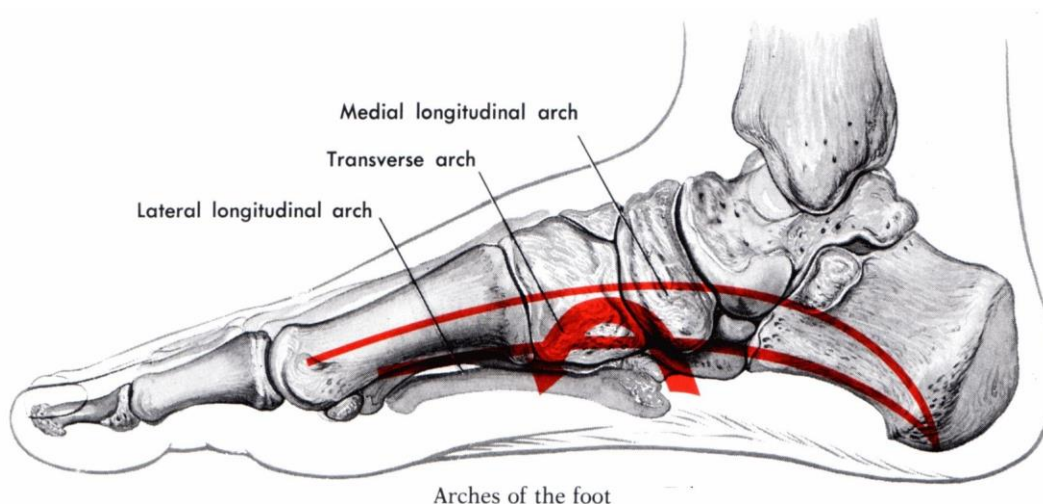
Tagumise grupi lihased *m.gastrocnemius*, *m.soleus* ja *m.plantaris* teostavad hüppeliigese plantaarfleksiooni ja inversiooni. Lateraalse sektsiooni lihaste hulka kuuluvad *m.peroneus longus* ja *m.brevis*, mis aitavad teostada eversiooni ja plantaarfleksiooni (Oatis, 2009). Hüpete

puhul on oluline sujuv maanudmine, mis nõuab kontrollitud lihasaktiivsiooni. Hüppeliigese nikastanutel leiti Lee *et al.*, (2012) uuringus tantsijatega, et *m.peroneus longus-e* aktiivsus oli langenud. Vähenenud lihasjõud hüppeliigese eversiooni teostavates lihastes võib viia korduvate vigastusteni ning mõjutada tantsija sooritusvõimet.

Iluvõimlemises hüpetel on eriti oluline *m.gastrocnemius* ja *m.tibialis anteriori* funktsionaalne seisund ning koostöö, mis tagavad labajala pikivõlvi elastsuse (Seeder, 1995).

1.3.5 Labajala võlvid

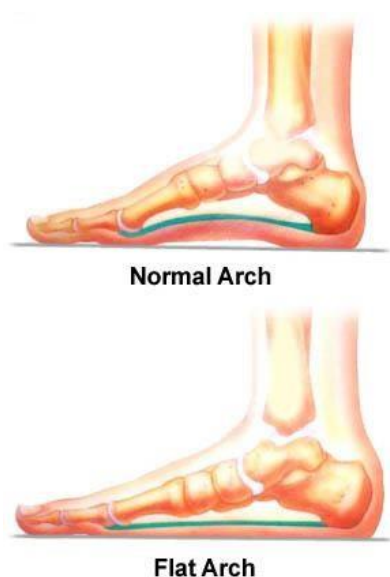
Labajalga toestavad kolm võlvi: mediaalne pikivõlv, lateraalne pikivõlv ja transversaalne ristivõlv (Kudo & Hatanaka, 2015) (joonis 9). Jalavõlvid aitavad pehmenendada põrutustel (hüpetel) saadud lööke (Aruin & Satšiorski, 1989).



Joonis 9. Labajala võlvid (The Truth About Orthotics, 2013) .

Suure koormuse tõttu labajalale aga eksisteerib iluvõimlejalatel jalavõlvide lamendumise oht (Tanchev *et al.*, 2000) ja kaldumus lampjalgsusele (*pes planus*), mis on kliiniliselt seotud just mediaalse pikivõlvi lamenumisega (Franco, 1987) (joonis 10). Mediaalse pikivõlviga seotud muutused omavad suurt mõju hüppeliigese probleemidele (Franco, 1987) ning on mitmete labajala, põlve ja alaselja vigastuste põhjuseks (Tashiro, *et al.*, 2015).

Peaaegu kõik lapsed sünnivad lamjalgsetena ning normaalsed jalavõlvid arenevad tavaliselt esimese 10 aasta jooksul. Kui lamjalgsus säilib ka pärast 10-ndat eluaastat, siis jääb ta enamasti püsima ka täiskasvanueas, mis võib tuleneda geneetilisest eripärast või ka füüsilisest aktiivsusest ja selle spetsiifikast (Tashiro, *et al.*, 2015).



Joonis 10. Normaalne võlv (ülemine) ja lamenenud võlv (alumine) (Foot and Ankle wellness centre, 2014)

1.4 Iuvõimlemine ja liigete liikuvus

1.4.1 Hüpermobiilsus

Liigete hüpermobiilsus on sidemete nõrkusest tekkiv liigese liikumine üle normaalseks peetava liigesliikuvuse piiri võttes arvesse vanust, sugu ja etnilist tausta (Hanewinkel *et al.*, 2009).

Generaliseerunud hüpermobiilsus – hüpermobiilsed on 4 või enam liigest. Kuni nelja liigese haaratuse puhul on tegu oligoartikulaarse hüpermobiilsusega (Hanewinkel *et al.*, 2009).

Hüpermobiilsuse sündroom – pärilik haigus, mille korral esinevad koos skeleti-lihassüsteemi valu ja generaliseerunud hüpermobiilsus (Terry, *et al.*, 2015).

Weber *et al.*, (2015) uuringus leiti, et edasijõudnud võimlejate ja professionaalsete tantsijate seas on tuvastatud 20-66% liigete hüpermobiilsuse esinemist, mis on ühtlasi ka liigete ebastabiilsuse põhjuseks. Hamilton *et al.*, (1992) aga leidsid, et tantsijad olid märkimisväärselt painduvamad kui nende eakaaslased, aga polnud klassifitseeritud kui hüpermobiilsed.

Enamik hüpermobiilsusega lapsi pöörduvad arsti poole mitte liigete üliliikuvuse tõttu vaid sidemete lõtvusest ja nõrkusest põhjustatud sümptomite tõttu (Simmonds & Keer, 2007).

1.4.2 Hüppeliigese ebastabiilsus

Hüppeliigese stabiilsus on väga oluline labajala normaalse funktsiooni tagamiseks, vähendades riski vigastuste tekkimiseks (O'Loughlin *et al.*, 2008). Hüppeliigese sidemete vigastus on üks sagedamini esinevaid skeletilihassüsteemi traumasid nii sportlaste seas kui ka populatsioonis üldiselt (Fong *et al.*, 2007). Sidemete vigastuse järgselt võivad säilida sümptomid nagu valu, turse, funktsioonihäired, samuti võib esineda korduv sidemete vigastus. Nende sümptomite esinemist tunnistatakse hüppeliigese kroonilise ebastabiilsusena (KRE) (Delahunt, *et al.*, 2010). Krooniline ebastabiilsus jaguneb funktsionaalseks ja mehaaniliseks (Valderrabano *et al.*, 2007). Funktsionaalne ebastabiilsus on seotud võimetusega säilitada tasakaalu ühel jalal seistes. Funktsionaalne ebastabiilsus on kõige sagedasem jääknäht peale akuutset hüppeliigese sidemete vigastust (Saluse, 2010). Mehaanilise ebastabiilsuse puhul sidemed ei ole võimelised hüppeliigest toetama ning tekivad korduvad nihetused ja ebastabiilsus ka igapäevaste tegevuste juures. Uuringud on näidanud, et enamasti esinevad mehaaniline ja funktsionaalne ebastabiilsus koos (Hertel, 2002; Tropp *et al.*, 1985). Valderrabano *et al.*, (2007) uuringus leiti, et 20-40% ägeda hüppeliigese nikastanutel arenes krooniline hüppeliigese ebastabiilsus.

1.4.4 Hüppeliigese ebastabiilsus ja sooritusvõime

Pidev päkale tõusmine eeldab maksimaalset liikuvust kõikides liigestes labajala ja hüppeliigese kompleksis. O'Loughling *et al.*, (2008) uuringus tantsijatega leiti, et mõne liigese liikuvuse häirimine mõjub halvasti tehnikale ja suurendab seeläbi riski edasisteks vigastusteks, ning võib mõjutada negatiivselt tantsija karjääri. Leanderson *et al.*, (1996) leidsid, et pärast hüppeliigese vigastust oli posturaalne stabiilsus (mis on väga oluline tasakaalu ja koordinatsiooni puhul) häiritud mitmeks nädalaks. Hincapie *et al.*, (2008)

ülevaate artiklis aga leiti, et väga vähesed uuringud on esile toonud vigastuste pikaajalist mõju tantsija karjäärile (Hincapie *et al.*, 2008).

1.5 Uurimistöö teema põhjendus

Iluvõimlemisega alustatakse juba 3, 4 aastaselt. Treeningud muutuvad intensiivseks lastel juba 10, 11 eluaastal, mil skeletilihasüsteem pole veel täielikult välja arenenud ega suuda veel suuri koormusi vastu võtta. Iluvõimlemine nõuab erakordset painduvust ja liigese liikuvust, just seepärast on iluvõimlemises palju lapsi, kellel esineb liigese hüpermobiilsus. Osadel tütarlastest on kõrge liigese liikuvus kaasasündinud, teistel on ta treeningkoormuste mõjul välja kujunenud. Hüpermobiilsust võib pidada üheks liigese ebastabiilsuse põhjuseks, mistõttu on ka vigastused kerged juhtuma. Kõik see võib negatiivselt mõjutada sportlase saavutusvõimet. Enamus kirjandusallikaid on seotud uuringutega, mis on läbiviidud tantsijate, baleriinide ja sportmängijatega. Käesoleva töö kirjanduse ülevaade näitas, et iluvõimlejate kohta on kirjanduse allikaid suhteliselt vähe. See näitab seda, et antud spordiala kohta on teadlaste poolt suhteliselt vähe huvi tuntud. Alles viimastel aastatel on ilmunud mõned teadusartiklid. Puuduvad andmed ka selle kohta mil määral hüpeliigese ja labajala funktsiooni kõrvalekalded võivad mõjutada iluvõimlejate hüppesooritusvõimet.

2. UURINGU EESMÄRK JA ÜLESANDED

Uuringu eesmärgiks oli labajala ja hüppeliigese funktsiooni hindamine iluvõimlejal ja selle mõju määramine hüppesooritusvõimele.

Töös püstitati järgmised ülesanded:

1. Määrata hüppeliigese liikuvused kraadides.
2. Määrata ja hinnata iluvõimlejate labajala võlvi kõrgused.
3. Määrata ja hinnata sääre esi- ja tagakülje pindmiste lihaste toonust.
4. Standardsete hüppetestide registreerimine ja hindamine.

3. METOODIKA

3.1 Vaatlusalused

Antud uuringus osales 25 edasijõudnud iluvõimlejat vanuses 11-12 aastat. Tütarlapsed olid tegelenud iluvõimlemisega klubides “Rütmika” ja “Janika” juba 7 – 8 aastat, treenides 2.5 - 4 tundi päevas, 5 - 6 korda nädalas. Peale iluvõimlemise lapsed teiste spordialadega ei tegelenud.

3.2 Uurimismetoodika

3.2.1 Antropomeetrilised mõõtmised

Vaatlusaluste keha pikkust määrati Martini metall antropomeetriga täpsusega 1 mm, ning keha massi – digitaalkaaluga. Arvutati kehamassiindeksid KMI (kg/m^2).

3.2.2 Müotonomeetria

Skeletilihaste toonuse määramiseks kasutati müotonomeetrit MYOTON-2 (Vain, 2002), mis on seade pehmete kudede elastsuse ja jäikuse määramiseks. Toonust määrati sääre eesmisel ja sääre tagakülje pindmistel lihastel: *m. tibialis anterior*, *m. gastrocnemius*, nii paremal kui ka vasakul alajäsemel. Esiolgselt toonust registreeriti tütarlaster istuvas asendis, vaatlusaluse toonuse määramisel jälgiti, et põlveliigese nurk oleks rangelt 90° nurga all, mida kontrolliti goniomeetri abil. Vajadusel sai tooli kõrgust reguleerida. Vaatlusalune istus sirge seljaga, käed all (joonised 11,12). Seejärel määrati lihastoonuse näitajaid tütarlaster püsti asendis. Vaatlusalune seisis vabalt, alajäsemed õlgade laiusel, keharaskus jaotatud mõlemale jalale võrdselt, vaade suunatud otse.



Joonis 11. Iste, põlveliigese nurk 90 kraadi

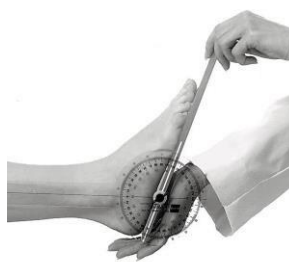


Joonis 12. M.tibialis anterior toonuse määramine istudes

3.2.3 Hüppeliigese ja labajala liikuvuse määramine

Mõõdeti vaatlusaluste hüppeliigese liikuvused (ROM):

- 1) **Plantaarfleksioon ja dorsaalfleksioon** (hüppeliigese aktiivse liikuvuse määramine) - hüppeliigese plantaarfleksiooni ja dorsaalfleksiooni määramiseks kasutati mehaanilist goniomeetrit (Sammons Preston, USA). Vaatlusalune lamas teraapialaual selili nii, et mõlema jala hüppeliiges ulatus üle laua ääre. Algselt tehti alajäsemele 3 märget: Fibula pea; lateraal malleolus ja viies metatarsaal. Goniomeetri telg paigutati umbes 1,5 cm allapoole lateraalset malleolust. Paigalolev telg paigutati paralleelselt fibula pikiteljega, mis reastus fibula peaga. Liikuv telg paigutati paralleelselt viienda metatarsaaluuga. Esialgselt goniomeetri näit oli null asendis, dorsaalfleksiooni määramisel painutas vaatlusalune labajalga enda suunas, kuni suutlikkuseni (*joonis 13A*) ja plantaarfleksiooni määramisel vaatlusalune sirutas labajalga samuti suutlikkuseni (*joonis 13B*). Nii dorsaal- kui ka plantaarfleksiooni mõõdeti järjestikku kolm korda. Analüüsimiseks arvutati nende keskmine tulemus.



Joonis 13. A - Dorsaalfleksiooni mõõtmine; B – plantaarfleksiooni mõõtmine (Keene, 2010)

- 2) **Inversioon ja eversioon** (hüppeliigese passiivse liikuvuse määramine) – Mõõtmist teostati goniomeetriga 180°. Vaatlusalune lamas teraapialaual kõhuli nii, et mõlema jala hüppeliiges ulatus üle laua ääre. Enne mõõtmist palpeeriti *tendo calcaneuse* kitsaim koht ning posterioorsele osale tehti märke, seejärel tehti veel kaks märget, mis asusid 5 cm märgistatud punktist üles- ning allapoole, seega saime pikkisuunalise telje, ehk nulljoone. Goniomeetri haar ühendati nulljoonega, ning aktiivse survega nihestati

kand lateraalsele seega hinnati inversiooni, seejärel mediaalsele, mis andis ka eversiooni tulemuse kraadides (Greene *et al*, 1994). Nii inversiooni kui eversiooni mõõdeti järjestikku kolm korda ning arvutati keskmine tulemus (joonis 14A, 14B).



A



B

Joonis 14. A – Inversiooni mõõtmine, B – everisiooni mõõtmine

- 3) **Abduktsioon ja addduktsioon** (hüppeliigese aktiivne liikuvus) määrati (Arthrodial protractor, USA) goniomeetriga. Vaatlusalune istus toolil (iste reguleeritav) käed all, üks jalg kõverdatud ees (põlveliigese nurk 90°). Labajalg toetus goniomeetrile, kand 0° joone keskpunktis ning I metatarsaalluu 0° joone teljega kohakuti. Abduktsioonil pööras vaatlusalune labajala lateraalsele kuni suutlikkuseni (joonis 15A) ning adduktsioonil pööras labajala mediaalsele, samuti suutlikkuseni (joonis 15B). Nii abduktsiooni kui adduktsiooni mõõdeti mõlemal jalal järjestikku 3 korda ning arvutati nende keskmine tulemus.



A

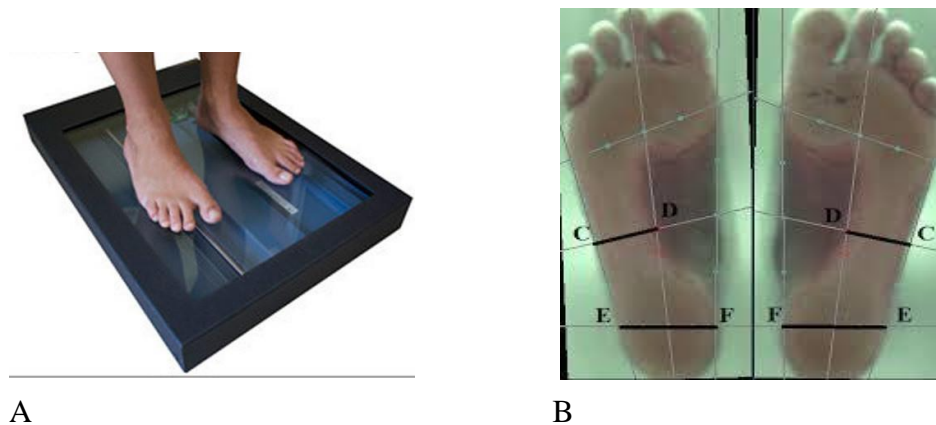


B

Joonis 15. A – Abduktsioon, B - adduktsioon

3.2.4 Podomeetria

Labajala võlvi kõrguse hindamiseks kasutati uuringus podomeetria meetodit Diasu Podoscanalyzer'it (Diganostic Support S.r.l., Itaalia) (joonis 16A). Uuritavatel paluti seista podoskoobil hoides keharaskust võrdselt mõlemal jalal, käed all ning vaade otse. Salvestatud jalajälgi kasutati võlviindeksi väärtuste arvutamisel (joonis 16B). Indeksi arvutamisel kasutati Staheli *et al.*, (1987) kirjeldatud meetodit, kus määrati jalatalla kõige kitsam lateraalne laius (LL, joonisel lõigu CD pikkus ning kanna laius (KL, joonisel lõigu EF pikkus). Võlvi kõrguse määramisel jagati kitsaim lateraalne laius (LL) kanna laiusega (KL). Indeks arvutati mõlema jala puhul eraldi. Staheli indeksi normväärtuseks loetakse 0,3-1,0 ning keskmiseks väärtuseks 0,6.



Joonis 16. Jalatalla podomeetriline analüüs. A – podoskoop. B – Staheli indeksi arvutamisel kasutati jalatalla kõige kitsamat lateraalset laiust (LL, joonisel lõigu CD pikkus) ning kanna laiust (KL, joonisel lõigu EF pikkus)

3.2.5 Paigalt üleshüppe testid

Hüppetestid sooritati dünamograafilisel platvormil (PD-3A, VISTI, Venemaa) mõõtmega 75x75 cm. Kõik vaatlusalused sooritasid kolme liiki paigalt üleshüppeid: poolkükki asendist (SJ), eelneva allaliikumisega (CMJ) ja sügavushüppe 40 cm kõrguselt (DJ). SJ testimisel sooritas vaatlusalune poolkükki asendist (nurk põlveliigeses ligikaudu 90°) plahvatusliku üleshüppe (joonis 17).

CMJ puhul alustas vaatlusalune hüppe püstiasendist, sooritades seejärel allaiste koos sellele järgneva plahvatusliku üleshüppega.

DJ puhul alustas vaatlusalune hüppe püstiasendist, seistes 40 cm kõrgusel platvormil (joonis 18). Seejärel sooritas vaatlusalune allahüppe koos sellele vahetult järgneva plahvatusliku üleshüppega. Hüpete ajal hoidis vaatlusalune käed puusal. Enne testimist sooritati mõned proovihüpped. Registreeriti toereaktsiooni vertikaalkomponent, mille alusel arvutati hüppe kõrgus (Asmussen & Bonde-Peterson, 1974). Kõigi hüppevariantide puhul sooritasid vaatlusalused kolm katset ja arvesse läks suurema hüppe kõrgusega katse.

Selleks et hinnata venitus kontraktsioon (SSC) realiseerimist vertikaalhüpete sooritamisel hüppekõrgus jagati baashüppe tulemusega ehk poolkükki asendist hüppega (CMJ:SJ) ja sügavushüppe tulemus jagati poolkükki asendist hüppe tulemusega (DJ:SJ). Leiti protsent (Bosco, *et al.*, 2002).



Joonis 17. Poolkükki asendist üleshüpe(SJ)



Joonis 18. Sügavushüppe (DJ) algasend (vaatlusalune seisab 40 cm kõrgusel platvormil)

3.2.6 Andmete statistiline töötlus

Andmete statistiliseks töötluseks kasutati tarkvaraprogrammi Statistica 12. Kõigi mõõdetud parameetrite osas arvutati aritmeetiline keskmine \pm (SD). Keskuste väärtuste erinevust hinnati ühemõõtmelise ANOVA Tukey post hoc testiga. Andmete Rühmasisest võrdlust teostati paaride t-testiga. Tunnuste omavaheliste seoste leidmiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonanalüüsi. Statistilise olulisuse nivooks võeti $p < 0,05$.

3.3 Uuringu korraldus

Vaatlusi teostati TÜ Sporditeaduste ja füsioteraapia instituudi kinesioloogia ja biomehaanika laboratooriumis kahel korral, eesmärgiga saada enam täpsemaid tulemusi. Esimene uuring toimus võistluseelsel treeningperioodil, treeningaasta alguses septembris 2014, teine uuring viidi läbi võistlusjärgsel perioodil, mais-juunis 2015, treeningaasta lõppus.

Enne uuringu läbiviimist vaatlusalused täitsid labori uuringukaardi, kus tuli märkida ka olnud ja esinevad kaebused labajala ja hüppeliigese osas. Seejärel teostati antropomeetrilised

mõõtmised, labajala funktsionaalse seisundi määramise podomeetria abil, pindmiste säärelihaste toonuse määramise, määrati hüppeliigese liikuvused (ROM), ning peale vaatlusaluste väikest soojendust registreeriti standardsete hüppetestide tulemused. Uuringu läbiviimisel osales töö teostaja, tema juhendaja ja kaks abilist. Uuringul osalemiseks paluti lapsevanemate kirjalikku nõusolekut. Uuring on kooskõlas Tartu Ülikooli eetikakomitee otsusega nr. 254/T-10.

4. TULEMUSED

4.1 Antropomeetrilised näitajad

Uuringus osalesid edasijõudnud iluvõimlejad vanuses 11-12 aastat. Tütarlaste keskmine vanus oli $11,56 \pm 0,7$ aastat, keskmine pikkus $143,57$ cm, keskmine mass $33,05$ kg ja keskmine KMI $15,97$ kg/m². Vaatlusaluste uuringukaartide (lisa 1) analüüs näitas, et 12 –l tütarlapsel esines kaebusi labajala ja hüppeliigese osas, kuid uuringuhetkel valud ja kaebused puudusid. Ja seega jaotati kogu kontingent kaheks rühmaks. Esimese rühma moodustasid 13 tütarlast, kellel kaebused labajala ja hüppeliigese osas puudusid ja teise rühma kuulus 12 tütarlast, kellel oli varajsest esinenud kaebusi hüppeliigese ja labajala osas. Analüüs näitas, et kahe rühma vahel antropomeetrilistes näitajates erinevusi ei esinenud (tabel 1). Kõigil lastel oli domineerivaks pooleks parem keha pool.

Tabel. 1 Vaatlusaluste antropomeetrilised näitajad (keskmine \pm SD)

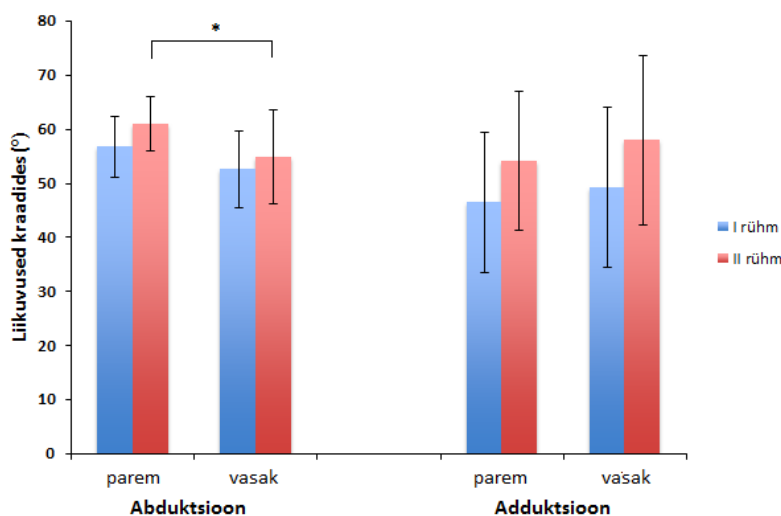
Näitaja	Kogu rühm (n=25)	I rühm (n=13)	II rühm (n=12)	P
Vanus (aastat)	$11,56 \pm 0,7$	$11,61 \pm 0,5$	$11,5 \pm 0,67$	0,6641
Pikkus (cm)	$143,57 \pm 1,83$	$144,86 \pm 9,41$	$142,17 \pm 6,03$	0,4081
Mass (kg)	$33,052 \pm 1,73$	$32,61 \pm 5,01$	$29,38 \pm 3,66$	0,1432
KMI (kg/m ²)	$15,97 \pm 0,49$	$15,96 \pm 1,18$	$16,0 \pm 0,81$	0,9228
Treeningstaaž (aasta)	$6,48 \pm 1,09$	$6,54 \pm 1,28$	$6,36 \pm 0,88$	0,6883

4.2 Hüppeliigese ja labajala liikuvused

4.2.1 Hüppeliigese aktiivne liikuvus

Abduktsiooni näitajates nii parema kui vasaku alajäseme osas kahe rühma vahel olulisi erinevusi pole täheldatud ($p > 0,05$). I rühma parema jala liikuvus moodustas $56,78 \pm 5,55^\circ$ ja II rühma näitaja oli $61,0 \pm 4,97^\circ$ ning I rühma vasaku jala liikuvus moodustas $52,66 \pm 7,11^\circ$ ja II rühma näitaja oli $54,9 \pm 8,69^\circ$. Kusjuures II rühma parema ja vasaku alajäseme liikuvuse näitajate vahel ilmnes oluline erinevus ($p < 0,05$).

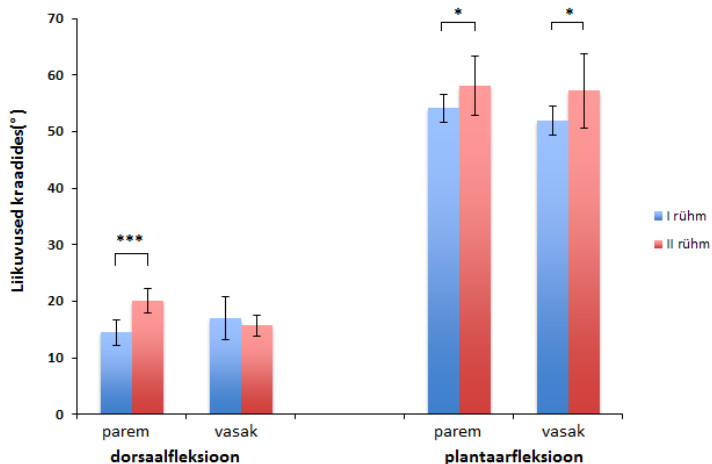
Abduktsiooni osas nii parema kui vasaku alajäseme näitajates kahe rühma vahel olulisi erinevusi pole samuti täheldatud ($p > 0,05$). I rühma tulemused parema ja vasaku alajäsemete liikuvuse osas moodustasid vastavalt $46,5 \pm 12,87^\circ$, $54,18 \pm 12,91^\circ$. II rühma tulemused olid vastavalt $49,3 \pm 14,88^\circ$, $57,9 \pm 15,63^\circ$ (joonis 19).



Joonis 19. Abduktsiooni ja adduktsiooni näitajad I ja II rühma iluvõimlejal (keskmine±SD),
* $p < 0,05$.

Dorsaalfleksiiooni osas leiti domineerival alajäsemel oluline erinevus kahe rühma näitajate vahel ($p = 0,0001$, $p < 0,05$) I rühma liikuvus moodustas $14,44 \pm 2,22^\circ$ ning II rühmal oli see näitaja vastavalt $20,13 \pm 2,20^\circ$. Vasaku alajäseme osas olulisi erinevusi pole täheldatud ($p > 0,05$), I rühma näitaja oli $17,0 \pm 3,77^\circ$ ning II rühmal vastavalt $15,67 \pm 1,79^\circ$.

Plantaarfleksiiooni näitajates leiti nii domineeriva kui ka mitte domineeriva alajäseme osas olulised erinevused kahe rühma vahel. Parema alajäseme liikuvus I rühmal moodustas $54,1 \pm 2,43^\circ$ ja II rühmal $58,1 \pm 5,22^\circ$ ($p=0,0201$, $p < 0,005$) ning vasaku alajäseme liikuvus moodustas I rühmal $52,0 \pm 2,61^\circ$ ja II rühmal $57,25 \pm 6,59^\circ$ ($p=0,0140$, $p < 0,005$) (joonis 20).

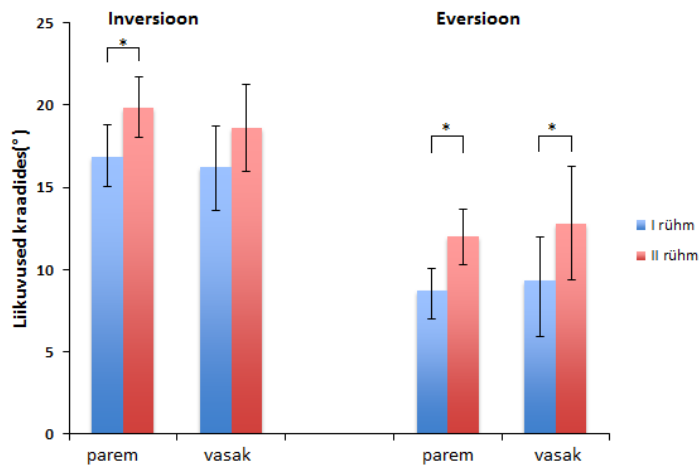


Joonis 20. Dorsaaflaksiooni ja plantaarfleksiooni näitajad I ja II rühma tütarlastel (keskmine \pm SD), * $p < 0,05$; *** $p < 0,0001$.

4.2.2 Hüppeliigese passivne liikuvus

Subtalaar inversioon - domineeriva alajäseme osas esines oluline erinevus kahe rühma näitajate vahel ($p < 0,05$), I rühma liikuvuse näitaja moodustas $16,89 \pm 1,91^\circ$ ja II rühmal oli see näitaja $19,88 \pm 1,83^\circ$. Vasaku alajäseme osas olulisi erinevusi pole täheldatud I rühma näitaja - $16,67 \pm 2,45$, II rühma näitaja $18,63 \pm 2,64^\circ$.

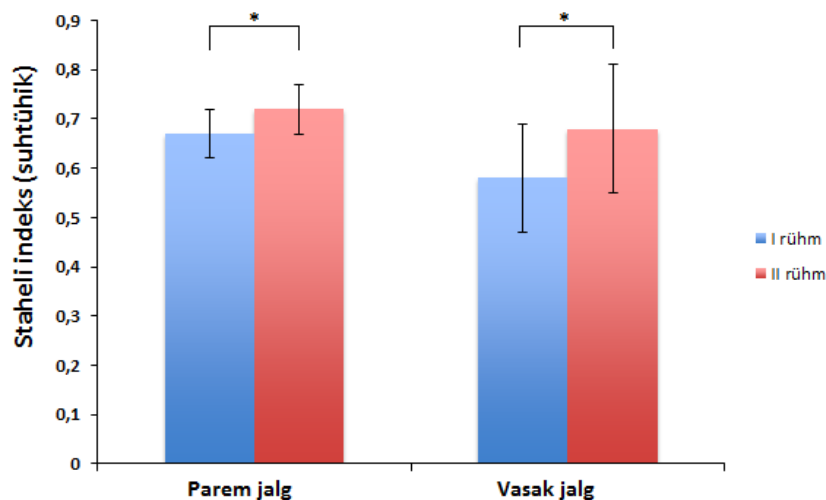
Subtalaar eversioon – olulised erinevused esinesid nii parema kui ka vasaku alajäseme osas ($p < 0,05$). I rühmal domineeriva alajäseme liikuvus oli $8,73 \pm 1,36^\circ$ ja teisel rühmal $12,0 \pm 1,69^\circ$. I rühma vasaku alajäseme osas liikuvuse näitaja oli $9,33 \pm 2,69^\circ$ ning II rühmal - $12,82 \pm 3,43^\circ$, kus ilmnes oluline erinevus ($p < 0,05$) (joonis 21).



Joonis 21. Inversiooni ja eversiooni näitajad I ja II rühma tütarlastel (keskmine±SD), * $p < 0,05$.

4.3 Podomeetria tulemused

Võlvi kõrgust hinnati podomeetria Staheli indeksiga (Staheli, Chew, & Corbett, 1987) nii domineerival kui ka mitte domineerival alajäsemel. Parema alajäseme osas esines oluline erinevus kahe rühma näitajates ($p < 0,05$). I rühmal moodustas indeks $0,67 \pm 0,05$ suhtühikut, II rühmal vastavalt $0,72 \pm 0,05$ suhtühikut. Vasaku alajäseme osas indeks oli I rühmal $0,58 \pm 0,11$ ja II rühmal vastavalt $0,68 \pm 0,13$ suhtühikut, kus ilmnes samuti oluline erinevus ($p < 0,05$) (joonis 22).



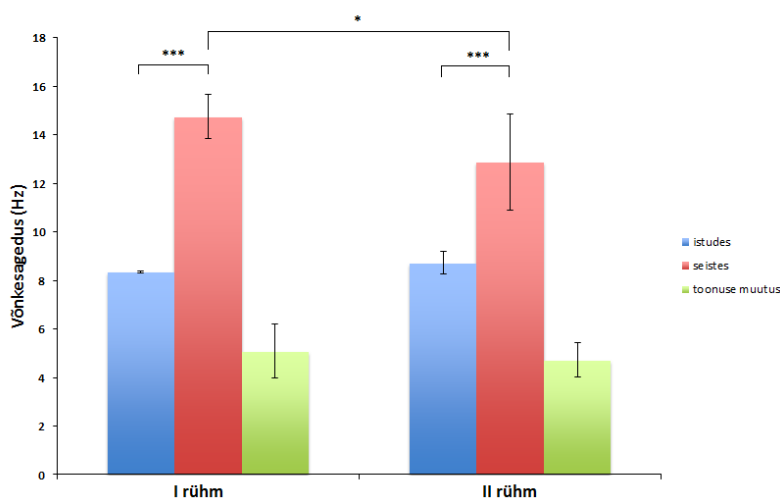
Joonis 22. Staheli indeksi näitajad I ja II rühma tütarlastel (keskmine±SD), * $p < 0,05$

4.4 Müotonomeetria uuringu tulemused

4.4.1 *m.Gastrocnemius*

Vaatlusaluste lihastoonus istuvas asendis moodustas I rühmal $8,34 \pm 0,04$ (Hz), II rühmal vastavalt $8,73 \pm 0,46$ (Hz), olulist erinevust kahe rühma näitajates pole täheldatud. Püsti asendis I rühma toonuse näitaja moodustas $14,75 \pm 0,90$ (Hz) ja II rühma näitaja moodustas $12,88 \pm 1,97$ (Hz), kus ilmnes oluline erinevus ($p < 0,05$). Mõlema rühma toonuse erinevus asendite muutuse puhul oli järgmine: I rühm $5,09 \pm 1,11$ (Hz), II rühm $4,72 \pm 0,70$ (Hz), olulist erinevust näitajate vahel pole täheldatud ($p = 0,3340$, $p > 0,05$).

Asendite muutuse puhul oluline toonuse näitajate erinevus esines rühmasiseselt nii I kui ka II rühma tütarlastel ($p=0,0001$, $p < 0,05$) (joonis 23).

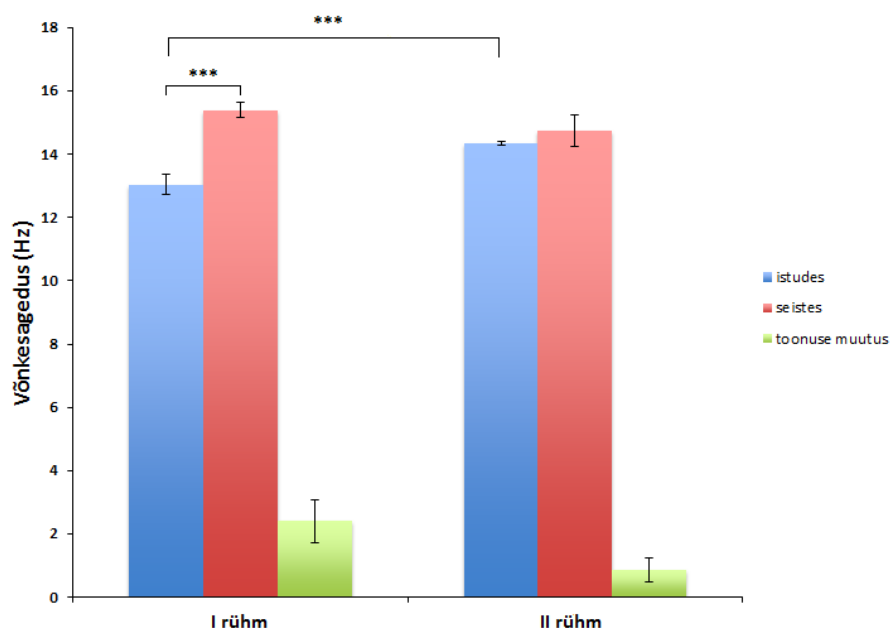


Joonis 23. *m.gastrocnemius* toonuse näitajad I ja II rühma tütarlastel (keskmine±SD), * $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$.

4.4.2 *m.Tibialis anterior*

Istuvas asendis lihastoonus I rühmas moodustas $13,04 \pm 0,31$ (Hz), II rühmas $14,35 \pm 0,06$ (Hz), näitajate vahel ilmnes oluline erinevus ($p=0,0001$, $p < 0,05$). Püsti asendis I rühma toonuse näitaja moodustas $15,39 \pm 0,24$ (Hz), II rühma näitaja oli vastavalt $14,74 \pm 0,51$ (Hz), kusjuures kahe rühma näitajate vahel olulist erinevust pole leitud ($p > 0,05$). Toonuse muutus

erinevate asendite puhul I rühmas moodustas $2,39 \pm 0,69$ (Hz), mis oli statistiliselt oluline ($p=0,0001$, $p<0,05$), II rühmas toonuse muutus oli $0,86 \pm 0,36$ (Hz), mis ei olnud oluline ($p=0,1130$, $p>0,05$) (joonis 24). Korrelatsioonanalüüs näitas *m.tibialis anterior* toonuse muutuse olulisi seoseid nii parema kui vasaku alajäseme subtalar eversiooni liikuvusulatuslega vastavalt ($r = -0,4072$ ja $r = -0,6284$, $p<0,05$).



Joonis 24. *m.tibialis anterior* toonuse näitajad I ja II rühma tütarlastel, (keskmine \pm SD), *** $p<0,0001$.

4.4.3 Standardsete hüpetestide tulemused

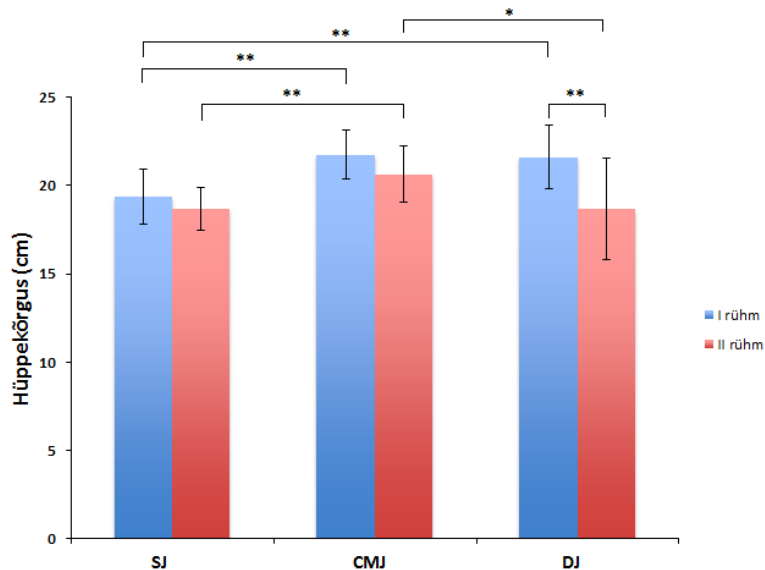
Poolkukk asendist hüpe (SJ) – I rühma keskmine hüpekõrguse tulemus oli $19,35 \pm 1,55$ cm, II-s rühma keskmine moodustas $18,66 \pm 1,22$ cm. Kahe rühma vahel olulist erinevust pole täheldatud ($p>0,05$).

Allaliikumisega hüpe ilma kätehoota (CMJ)– I rühma tulemus moodustas $21,76 \pm 1,40$ cm, II rühma tulemus oli $20,66 \pm 1,59$ cm. Olulist erinevust kahe rühma tulemuste vahel ei leitud ($p > 0,05$).

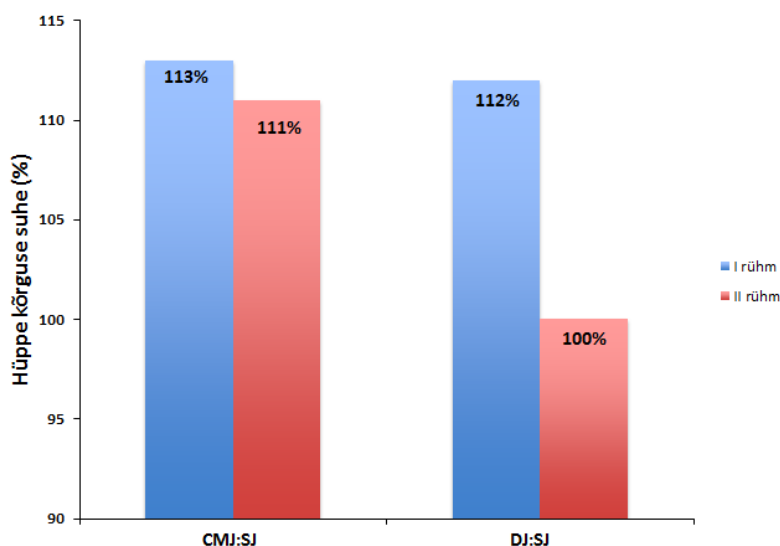
Sügavushüpe (DJ) – Esimese rühma tulemus oli $21,63 \pm 1,78$ cm ja II rühma tulemus moodustas $18,67 \pm 2,87$ cm. Kahe rühma tulemuste vahel ilmnes oluline erinevus ($p=0,001$, $p<0,05$). Korrelatsioonanalüüs näitas, et DJ hüpekõrgus on oluliselt seotud *m.tibialis anterior* toonuse muutusega ($r = 0.4829$, $p<0.05$) $n=50$.

I rühmas CMJ ja DJ hüppekõrguste tulemused oluliselt erinesid SJ tulemusest ($p = 0,001$, $p < 0,05$). II rühma tütarlastel ilmnis oluline erinevus CMJ ning SJ hüppekõrguste tulemustes ($p=0,0015$, $p < 0,05$). II rühmas DJ tulemus oluliselt erines CMJ tulemusest ($p=0,0047$, $p < 0,05$) (joonis 25).

Lihaste venitus-kontraktsioon tsükli realiseerimise protsent (SSC%) - Allaliikumisega hüpete sooritamisel (CMJ) I rühmas moodustas 113%, II rühmas - 111%. Sügavushüpete (DJ) puhul I rühma (SSC%) moodustas 112% ning II rühma näitaja oli 100% (joonis 26).



Joonis 25. Hüppekõrgus erinevate hüppeliikide sooritamisel I ja II rühma iluvõimlejal (keskmine \pm SD), * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$



Joonis 26. Lihaste venitus-kontraktsiooni tsükli realiseerimise protsent (SSC%) I ja II iluvõimlejate rühmas.

5. ARUTELU

Antud töös määrati ja hinnati labajala ja hüppeliigese funktsiooni ning selle mõjuavaldust hüppesooritusvõimele iluvõimlemisega tegelevatel tütarlastel. Uuringus osales 25 edasijõudnud iluvõimlejat vanuses $11,56 \pm 0,7$ aastat. Vaatlusaluste uuringukaartide analüüs näitas, et 12-1 tütarlapsel esines kaebusi labajala ja hüppeliigese osas, kuid uuringu hetkel valud ja kaebused puudusid. Seega kogu kontingent oli jaotatud kahte rühma. Esimese rühma moodustasid 13 tütarlast, kellel kaebused labajala ja hüppeliigese osas puudusid ja teise rühma kuulus 12 tütarlast, kellel oli varajaselt esinenud kaebusi hüppeliigese ja labajala osas.

Analüüs näitas, et antropomeetriliste näitajate ning treeningustaaži osas olid mõlema rühma tütarlapsed identsed, olulisi erinevusi kahe rühma vahel pole täheldatud.

Hüppeliigese ja labajala funktsioon

Labajalg on unikaalne anatoomiline struktuur, mis tagab püstise asendi ning täidab tähtsa absorbeeriva funktsiooni, hajutades põrutusi ja lööke liikumisel, samas hüppeliigesel on oluline roll tagamaks labajalale toetust ning liikuvust. Seega mõlemad anatoomilised struktuurid omavad tähtsust liikumisfunktsiooni teostamisel. Ülemäärane labajala- ja hüppeliigese liikuvus on piisavalt presenteeritud, kui alajäsemete vigastuste oluline etioloogiline komponent. Siiski alajäsemete ülekoormusvigastuste põhjuste mehhanismid pole veel täielikult teada (James et al., 1978). Alanen kaasautoritega (2001), viidates Hinterman&Nigg (1998) uuringule, väidavad, et lastel kellel polnud kaebusi ja vigastusi hüppeliigese osas võib esineda liigese hüpermobiilsus või siis hoopiski jäikus (Alanen, Levola, Helenius, & Kvist, 2001).

Meie uuringu tulemused siiski näitasid seda, et tütarlastel, kellel esinesid kaebused alajäsemete ja hüppeliigese osas ilmnesid oluliselt suuremad liikuvusulatused nimetatud anatoomilistes struktuurides. Peab mainima, et dorsaalfleksioon domineerival alajäsemel oli oluliselt ulatuslikum II rühma tütarlastel ($p=0,0001$, $p<0,05$). Plantaarfleksiooni tulemus nii domineerival, kui ka mittedomineerival alajäsemel oli samuti oluliselt kõrgem II rühma tütarlastel ($p= 0,0201$, $p<0,05$), ($p=0,0140$, $p<0,05$) vastavalt. Passiivse subtalaarliikuvuse määramisel oli leitud oluliselt suurem domineeriva alajäseme liikuvus inversioonil ning mõlema alajäseme suurenenud liikuvus eversioonil ($p<0,05$) II rühma tütarlastel, võrreldes I rühma tulemustega. Kahjuks peab mainima, et kirjanduses olevad andmed laste ROM kohta

on erakordselt suure hajuvusega (Alanen, Levola, Helenius, & Kvist, 2001), mis ei võimaldanud antud uuringus saadud tulemusi võrrelda mittetreenitud laste tulemustega.

Podomeetria

Podomeetria uuringu tulemused kinnitasid samuti, et II rühma tütarlastel esines enim sidemete ja kõõluste lõtvust võrreldes asümptomaatiliste iluvõimlejatega. Ilmnes, et kaebustega tütarlastel oli Staheli indeks nii paremal kui ka vasakul alajäsemel oluliselt kõrgem ($p < 0,05$) võrreldes I rühma näitajatega. Kuid siiski II rühma podomeetria tulemused jäid normi piiridesse ehk indeksite väärtused ei ületanud normväärtust, mis vastab 1.00 (suhtühikule).

Vaatamata sellele, et kaebustega iluvõimlejal otsest labajala lamendumist pole leitud, siiski oht lampjalgsuse tekkele on selle rühma tütarlastel oluliselt suurem, võrreldes kaebusteta tütarlastega.

Müotonomeetria

Lihastoonus on mehaaniline pinge lihases, mida määratakse võnkesagedusega (Hz). See on informatiivne näitaja hindamaks lihase funktsionaalset seisundit. Toonuse määramist laialdaselt kasutatakse kliinilistes uuringutes lihasatroofia puhul, parkinsoni haigete ning laste tserebraal-paralüüsi uuringutes. See meetod leidis laialdast kasutamist ka sporditeaduses.

Nii oli näidatud (Kums T. *et al.*, 2007) uuringus, et koormuste mõjul hüperekstensioonis olev lülisamm iluvõimlejal on suure pinge all, mille tulemusena seljalihaste toonus on oluliselt kõrgem, võrreldes abdominaalsete lihaste toonuse näitajatega. Hüperekstensioonide puhul kõhulihased venivad välja ja ei suuda oma esialgset pikkust kiiresti taastada. On selgunud, et lihastoonuse väärtused võivad oluliselt sõltuda kehaasendist ning vaatlualuse seisundist.

R. Viir kaasautoritega (2006) uuringu tulemusena leidis, et ülemise *m.trapezius* lihase toonus noortel tervetel naistel oluliselt langes üleminekul püsti asendist istuvasse asendisse. Rubini kaasautoritega (2012) näitas oma uuringus, et alajäsemete lihaste bioelektriline aktiivsus oluliselt tõusis (noortel tervetel naistel) üleminukul lamavast asendist püsti asendisse, mis oli tingitud antigravitatsioonsete lihaste toonuse tõusuga.

Meie tulemused näitasid, et üleminekul istuvast asendist püsti asendisse *m.gastrocnemius* toonus oluliselt suurenes mõlema rühma tütarlastel. Teise rühma tütarlastel püsti asendis toonus oli madalam ($p < 0,05$), võrreldes I rühma tulemusega, kuid siiski peab mainima, et toonuse muutuse suurused olid sarnased: I rühmas see moodustas $5,09 \pm 1,11$ (Hz) ja II rühmas $4,72 \pm 0,70$ (Hz) ($p = 0,3340$, $p > 0,005$). Võime järeldada, et sääre tagakülje lihase funktsionaalne seisund mõlemas tütarlaste rühmas oluliselt ei erinenud.

Sääre esikülje lihase *m.tibialis anterior* funktsionaalne seisund tütarlaste rühmades oli erinev. Juba istuvas asendis (koormusevaba asend) registreeritud toonus oli II rühma tütarlastel oluliselt kõrgem ($p=0,0001$, $p<0,005$) võrreldes I rühma tulemusega. II rühmas oli lihas juba koormuse vabalt suurema pinge all. Püsti asendisse üleminekul toonus selles rühmas oluliselt ei muutunud, toonuse suurenemine moodustas vaid $0,86 \pm 0,36$ (Hz) ($p=0,1130$, $p>0,05$).

I rühma tütarlastel sääre esikülje lihase toonus üleminekul koormuse all olevasse asendisse oluliselt suurenes $2.39 \pm 0,69$ (Hz) võrra ($p=0,0001$, $p<0,05$).

Lähtudes ülaltoodust võime järeldada, et I rühma tütarlastel uuritud antigravitatsioonaalsete säärelihaste funktsionaalne seisund oli ootuspärane ning kooskõlas kirjanduses olevate andmetega (Viir *et al.*, 2006; Rubini *et al.*, 2012). II rühma tütarlastel *m.gastrocnemius c.med* funktsioon oli samuti ootuspärane, kuid *m.tibialis anterior* funktsionaalne seisund oli häiritud ja ei vastanud meie ootustele.

Hüppetestide sooritus

Iluvõimlejate alajäsemed teostavad kiireid ja jõulisi liigutusi, mis on suunatud kogu keha raskusjõu ületamisele ja seepärast alajäsemete sirutajalihaste plahvatuslik jõud omab väga tähtsat rolli sooritusvõimele. Standardseid paigalt sooritatud hüppeid kasutatakse mudelina hindamaks plahvatusliku jõu genereerimisvõimet ning alajäsemete sirutajalihaste anaeroobse jõu hindamiseks. SJ asendist sooritatud hüpete puhul hinnatakse alajäsemete sirutajalihaste plahvatuslikku jõudu, mis on tingitud ainult lihaste kontsentrilise kontraktsiooni realiseerimisega (Bobbert *et al.*, 1996; Bosco *et al.*, 1982). CMJ ja DJ puhul kasutatakse sirutajate lihaste venitus-kontraktsioon tükli (SSC) (Bobbert *et al.*, 1996; Bosco *et al.*, 1982; Bosco *et al.*, 2002). Meie tulemuste analüüs näitas, et hüppesooritusvõime standardsete hüppe liikide puhul – SJ ja CMJ oli sarnane mõlemas iluvõimlejate rühmas. Siin olulisi erinevusi hüppekõrguste tulemustes pole täheldatud ($p>0,05$). Märkimsiväärne on ka see fakt, et mõlema rühma iluvõimlejad näitasid oluliselt paremaid hüppekõrguste tulemusi CMJ hüpetes võrreldes SJ-ga ($p<0,001$). See näitab seda, et mõlema rühma iluvõimlejad oskuslikult kasutavad oma potentsiaali hüpete sooritamisel, mida kinnitas ka SSC realiseerimise protsent. I rühmas moodustas see 113% ja II 111%, mis olid üpris sarnased.

Sügasvushüppe tulemused näitasid seda, et II rühma hüppe kõrgus osutus oluliselt madalamaks võrreldes I rühma tulemusega ($p=0,001$, $p<0,05$). DJ nõuab iluvõimlejalt enam arenenud koordinatsiooni ning proprioretseptiivset tundlikkust, aga ka alajäsemete lihaste kooskõlastatud tegevust. I rühma DJ kõrgus osutus oluliselt suuremaks ($p=0,001$, $p<0,05$). II

rühma sügavushüppe tulemus osutus madalamaks isegi võrreldes CMJ tulemusega ($p=0,0047$, $p<0,05$). Kusjuures I rühma tütarlastel DJ tulemus oluliselt ei erinenud CMJ tulemusest ($p=0,001$, $p<0,05$). Peab mainika ka, et I rühma SJ ja CMJ kõrgused olid oluliselt paremad võrreldes SJ-ga ($p=0,001$, $p<0,05$), mida kahjuks pole täheldatud II rühma iluvõimlejal, kus DJ kõrgus oli oluliselt madalam kui CMJ hüppe tulemus ($p=0,0047$, $p<0,05$). Antud asjaolu viitab sellele, et II rühma tütarlapsed ei suuda olulisel määral oma potentsiaali ära kasutada. Kui SSC % DJ sooritamise puhul oli I rühmas 112%, siis II rühmas vaid 100%, mis osutus 12% võrra madalamaks kui I rühma iluvõimlejal.

Analüüsides saadud hüppetestide tulemusi jõudsimel järeldusele, et II rühma tütarlaste hüppesooritusvõime oli oluliselt madalam vaid sügavushüppe sooritamisel.

Läbiviidud uuring näitas, et iluvõimlejate rühmas, kus esines kaebusi ja vigastusi alajäsemete osas, ilmnisid oluliselt suuremad liikuvusulatused aktiivsel plantar- kui ka hüppeliigese dorsaalfleksioonil. Suuremad liikuvused olid leitud ka passiivse liikuvuse määramisel subtalar eversioonil- ning inversioonil. Selle rühma tütarlastel oli leitud ka oluliselt suurem kalduvus lampjalgsusele, võrreldes asümptomaatiliste iluvõimlejatega. On kindlaks tehtud, et lihase normaalse funktsioneerimise korral toonus, ehk pinges lihases oluliselt suureneb üleminekul koormuse vabast asendist, koormuse olemasolevasse asendisse (näiteks istuv asend, kus puudub keha raskusjõu mõju alajäsemetele, ning püsti asend, kus kogu tugi-liikumisaparaat on viidud raskusjõu surve alla). Meie uuringu tulemustest selgus, et kaebustega tütarlaste rühmas esines *m.tibialis anterior* funktsiooni häire, nimelt asendite muutuse puhul nimetatud lihase toonus oluliselt ei muutunud. On selgunud samuti, et kaebustega tütarlaste rühmas hüppesooritusvõime jättis soovida sügavushüpete sooritamise puhul. Meid huvitas kas ja mil määral siis hüppeliigese ja labajala funktsioon, ning sääre esi- ja tagakülje pindmiste lihaste seisund võib mõjutada hüppesooritusvõimet. Abiks tuli ka teostatud korrelatsioonanalüüs. Selgus, et nii parema, kui vasaku passiivse subtalar eversiooni tulemus on oluliselt seotud *m.tibialis anterior* toonuse muutusega ($r = - 0,4072$ ja $r = - 0,6284$, $p<0,05$) $n= 50$. Siit järeldub, et *m.tibialis anterior* funktsionaalse seisundi häirumine võib mõjutada hüppeliigese ja labajala liikuvuse ulatust subtalar eversioonil. Samas nimetatud lihase toonuse muutus oli oluliselt seotud sügavushüppe tulemusega ($r = 0,4829$, $p<0,05$) $n=50$. On teada, et *m.tibialis anterior* funktsiooniks on labajala mediaalse pikivõlvi hoidmine ning osalemine ka dorsaalfleksioonis. Sügavushüpete sooritamisel ta osaleb keha tasakaalu säilitamisel, hoides

keha liikumist anterioorsele, piirates dorsaalfleksiooni. Samuti ta piirab ka ülemäärast labajala liikuvust maandumisel.

Saadud tulemused viitavad asjaolule, et treenerid peaksid suuremat tähelepanu pöörama sääre esiküljelihaste seisundile, silmaspidades *m.tibialis anterior* funktsiooni ja tema rolli hüppesooritusvõime arendamisel.

6. JÄRELDUSED

- 1) Kaebustega iluvõimlejate liikuvusulatus oli oluliselt suurem võrreldes kaebusteta rühma tütarlastega, seda nii plantaar-ja dorsaalfleksioonis kui ka inversioonis ja eversioonis.
- 2) Mõlema rühma tütarlastel olid labajala võlvi kõrgused normipiires. Küll aga oli II rühma iluvõimlejal suurem kalduvus lampjalgsusele.
- 3) Nii I kui ka II rühma tütarlastel oli *m.gastrocnemius* funktsionaalne seisund normis, st lihaste toonus oluliselt suurenes üleminekul istuvast asendist püsti asendisse (koormuse vabalt koormusega asendile). I rühmal oli *m.tibialis anterior* funktsioon samuti normis, asendite muutusel toonus oluliselt suurenes. II rühmal aga olulist toonuse suurenemist asendite vahetusel ei ilmnenu, seega *m.tibialis anterior* funktsioon oli häiritud.
- 4) Hüppetestide sooritamisel olulist erinevust kahe rühma vahel SJ ja CMJ tulemustes ei esinenud. DJ kõrgus ja selle hüppe SSC % oli aga oluliselt madalam II rühmas.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Alanen, J. T., Levola, J. V., Helenius, H. Y., & Kvist, M. H. (2001). Ankle joint complex of children 7 to 14 years old. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 21:731-737.
- Aruin, A., & Satšiorski, V. (1989). Ergonomiline biomehaanika. 127-131.
- Asmussen, E., & Bonde-Peterson, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiol.Scand.* , 91:385-392.
- Attenborough, A., Hiller, C., Smith, R., Stuelken, M., Greene, A., & Sinclair, P. (2014). Chronic ankle instability in sporting populations. *Sports Medicine*, 44: 1545-1556.
- Berlutti, G., Briganti, C., Pamich, T., Torrisi, L., Franco, A., Morino, G., & Caldarone, G. (2010). Body composition, biological maturation, alimentary habit, anthropometric characteristics in rhythmic gymnastics athletes. From the Florence 1986 European Championships to the Turin 2008 European Championships, Twenty years of evolution. . *Federazione Gimnastica D'Italia*.
- Blalock, D., Miller, A., Tilley, M., & Wang, J. (2015). Joint Instability and Osteoarthritis. *Clinical Medicine insights: Arthritis and Musculoskeletal disorders*, 8:15-23.
- Bobbert, M., Gerrtsen, K., Litjens, M., & VanSoest, A. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height. *Med.Sci.Sports Exercise*, 28:1402-1412.
- Boligon, L., Deprà, P., & Rinaldi, P. (2015). Influence of flexibility in the execution of movements in rhythmic gymnastics. . *Acta Scientiarum*, 37(2):141-145.
- Bosco, C., A.Ito, Komi, P., P.Luhtanen, P.Rahkila, H.Rusko, & J.Viitasalo. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta. Physiol.Scand*, 114:543-550.
- Bosco, C., tsarpela, O., Foti, C., M.Cardinale, Bonifazi, J., Viru, M., & Viru, A. (2002). Mechanical behaviour of leg extensor muscles in male and female sprinters. *Biol. Sport*, 19: 189-202.
- Brannan, T., Schulthies, S., Myrer, J., & Durrant, E. A. (1995). A comparison of anterior knee laxity in female intercollegiate gymnasts to a normal population. *Journal of Athletic training*, 30(4): 298-301.

- Cagno, A. D., Marchetti, M., battaglia, C., Giombini, A., Calcagno, G., Fiorilli, G., . . . Borrione, P. (2012). Is menstrual delay a serious problem for elite rhythmic gymnasts? *Journal of Sports Medicine*, 52(6):647-653.
- Cupisti, A., C' Alessandro, Castriogiovanni, D., Barale, A., & Morelli, E. (2000). Nutrition survey in elite rhythmic gymnastics. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 40(4):350-5
- Cupisti, A., C' Alessandro, Castrogiovanni, S., Barale, A., & Morelli, E. (2000). Nutrition survey in elite rhuthmic gymnasts. *Journal of Sports Medicine Pysical Fitness*, 40(4):350-355.
- Cupisti, A., D' Alessandro, C., Evangelisti, I., Umbri, C., Rossi, M., Galetta, F., . . . Piazza, M. (2007). Injury survey on competitive sub-elite rhythmic gymnastics: results from a prospective controlled study. *J Sports Med Phys Fitness*, 203-207.
- Dawel, A., Kroppe, P., & Wittenkopf, G. (1989). Die Landenphase der Vertikalsprunges - betrachtet unter dem Gesichtpunkt der Prävention von Fehl - und Überlastungsschäden des Stütz- und Bewegungssystems. *Z. Med. und Sport*, H. 2, S. 50-52.
- Delahunt, E., Coughlan, G., Caulfield, B., Nightingale, E., Lin, C., & Hiller, C. (2010). Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.*, 42(11):2106-2121.
- Fong, D., Hong, Y., Chan, L., Yung, P., & Chan, K. (2007). A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Medicine*, 37(1):73-94.
- Franco, A. (1987). Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. *Physical Therapy*, 67(5):688-694.
- Georgopoulos., N., Markou, K. B., Theodoropoulou, A., Vagenakis, G. A., Mylonas, P., & Vagenakis, A. G. (2004). Growth, pubertal development, skeletal maturation and bone mass acquisition in athletes. *Hormones*, 233-243.
- Greene WB, Heckman JDE. The clinical measurement of joint motion. Rosement, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1994.
- Hamilton, W., Hamilton, L., Marshall, P., & Molnar, M. (1992). A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sports Med*, 20(3):267-273.

- Hanewinkel, Y. K., Helders, P., Takken, T., & Engelbert, R. (2009). Motor performance in children with generalized hypermobility: the influence of muscle strength and exercise capacity. *Pediatr Phys Ther.*, 21(2):194-200.
- Hertel, J. (2002). Functional anatomy; pathomechanics; and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37:364-375.
- Hincapie, C. A., Morton, E. J., & Cassidy, J. (2008). Musculoskeletal Injuries and pain in dancers: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, 89:1819-29.
- Hootman, J. M., Dick, R., & Angel, J. (2007). Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2):311-319.
- International Gymnastics federation. (2014). Retrieved from <http://www.fig-gymnastics.com/site/page/view?id=424>.
- James, S., Bates, B., & Ostering, L. (1978). Injuries to runners. *Am J Sports Med*, 6:40-50.
- Karlsson, J., Eriksson, B., & Renström, P. (1997). Subtalar ankle instability. *Sports Medicine*, 24(5):337-346.
- Kerr, Z., Hayden, R., Barr, M., Klossner, D., & Dompier, T. (2014). Epidemiology of national collegiate association women's gymnastics injuries, 2009-2010 through 2013-2014. *Journal of Athletic Training*, 50(8): 870-878.
- Kitaoka, H., Luo, Z., & An, K. (1997). Three-dimensional analysis of normal ankle and foot mobility. *Journal of Sports Medicine*, 25(2):238-242.
- Klein, P., Mattys, S., & Rooze, M. (1996). Moment arm length variations of selected muscles acting on talocrural and subtalar joints during movement: an in vitro study. *Journal of Biomechanics*, 29(1):21-230.
- Konrad, G., & Pörringer, W. (1997). Sports medicine aspects of gymnastics. *Sportverletz*, 11(1):35-37.
- Kudo, S., & Hatanaka, Y. (2015). Forefoot flexibility and medial tibial stress syndrome. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 23(3):357-360.
- Kums, T., Erelina, J., Gapeyeva, H., Pääsuke, M., & Vain, A. (2007). Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 20(2-3): 87-95.

- Leanderson, J., Eriksson, E., Nilsson, C., & Wykman, A. (1996). Proprioception in classical ballet dancers. A prospective study of the influence of an ankle sprain on proprioception in the ankle joint. *Am J Sports Medicine*, 24(3):370-374.
- Lee, H.-H., Lin, C.-W., Wu, H.-W., Wu, T.-C., & Lin, C.-F. (2012). Changes in biomechanics and muscle activation in injured ballet dancers during a jump-land task with turnout. *Journal of Sports Sciences*, 30:7, 689-697.
- Leppänen, M., Pasanen, K., Kujala, U. M., & Parkkari, J. (2015). Overuse injuries in youth basketball and floorball. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 6:173-179.
- Liederbach, M., Dilgen, F., & Rose, D. (2008). Incidence of anterior cruciate ligament injuries among elite ballet and modern dancers: A 5-year prospective study. *the American Journal of Sports Medicine*, 36, 1779-1788.
- Medley, J. (2014, märts). *Human anatomy fundamentals*. Retrieved from envatotuts+: <http://design.tutsplus.com/articles/human-anatomy-fundamentals-flexibility-and-joint-limitations--vector-25401>
- Nelson, A., Collins, C., Yard, E., Fields, S., & Comstock, R. (2007). Ankle injuries among United States high school sports athletes, 2005-2006. *Journal of Athletic Training*, 42(3):381-387.
- O'Loughlin, P. F., Hodgkins, C. W., & Kennedy, J. G. (2008). Ankle Sprains and instability on dancers. *Clinics in Sports Medicine*, 27:247-262.
- Oatis, C. A. (2009). *Kinesiology. The Mechanics and patomechanics of human movement*. Lippincott Williams and Wilkins.
- Ojofeitimi, S., Bronner, S., & Becica, L. (2016). Conservative management of second metatarsophalangeal joint instability in a professional dancer: A Case report. *J Orthop Sports Phys Therapy*, 46(2):114-123.
- Pellicciari, L., Piscitelli, D., Vita, M., D'Ingianna, L., Bacciu, S., Perno, G., . . . Foti, C. (2016). Injuries among italian DanceSport athletes: A Questionnaire survey. *Med Probl Perform Ary.*, 31(1):13-17.
- Pääsuke, M. (1998). Lülisamba funktsioonist ja temale mõjuvatest koormustest ning ülekoormustest liigutustegevusel. *Liikumine ja tervis*, 45-54.
- Rehmani, R., Endo, Y., Bauman, P., hamilton, W., Potter, H., & Adler, R. (2015). Lower extremity injury patterns in Elite Ballet Dancers. *HSS Journal*, 11(3):258-277.

- Rubini, A., paoli, A., & Parmagnani, A. (2012). Body metabolic rate and electromyographic activities of antigravitational muscles in supine and standing postures. *Eur. J. Appl. Physiol*, 112(6), 2045-2050.
- Russell, J., McEwan, I., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2008). Clinical anatomy and biomechanics of the ankle in dance. *J Dance Med Sci*, 12(3):75-82.
- Saluse, T. (2010, veebruar 3). *Hüppeliigese vigastuste järgne valu ja ebastabiilsus*. Retrieved from kliinikum: <http://www.kliinikum.ee/koolitus/Kliinik2010/Saluse-30210.pdf>
- Sands, W. (2000). Injury prevention in womens' gymnastics. *Sports Medicine*, 30(5):359-373.
- Seeder, J. (1995). *Skeletisüsteemi ülekoormushaigused ja spordivigastused*. Tallinn.
- Simmonds, J., & Keer, R. (2007). Hypermobility and the hypermobility syndrome. *Manual Therapy*, 12(4):298-309.
- Smith, T., Davies, L., Medici, A., hakim, A., Haddad, F., & Macgregor, A. (2016). Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet dancers: A sytematic review and meta-analysis. *Physical Thearpy Sports*, 19:50-56.
- Staheli, L., Chew, D., & Corbett, M. (1987). The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eight-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg*, 69: 426-428.
- Zedde, P., Mela, F., Prete, F. d., & Masia, F. (2014). Meniscal injuries in basketball players. *Joints*, 2(4):192-196.
- Tanchev, P., Dzherov, A., Parushev, A., Dikov, D., & Todorov, M. (2000). Scoliosis in rhythmic gymnastics. *Spine*, 1367-1372.
- Tashiro, Y., Fukumoto, T., Uritani, D., Matsumoto, D., Nischiguchi, S., Fukutani, n., . . . Aoyama, T. (2015). Children with flat feet have weaker toe grip strength than those having a normal arch. *J Phys Ther Sci.*, 27(11): 3533-3536.
- Terry, R. H., palmer, S. T., Rimes, K. A., Clark, C. J., simmonds, j. V., & Horwood, J. P. (2015). Living with joint hypermobility syndrome: patient experiences of diagnosis, referral and self-care. *Family Practice*, 32(3): 354–358.
- The foot and ankle*. (2016). Retrieved from The bone and joint decade: <http://bjdonline.org/the-foot-ankle/>

- The Truth About Orthotics*. (2013). Retrieved from The posturology blog:
<http://posturologyblog.com/the-truth-about-orthotics/>
- Theodoropoulou, A., Markou, A., Vagenakis, K., benardot, D., Leglise, M., & Kourounis, G. (2005). Delayed but normally progressed puberty is more pronounced in artistic compared with rhythmic elite gymnasts due to the intensity of training. *The Journal of Clinical Endocrinology And Metabolism*, 90(11), 6022-6027.
- Tittel, K. (1990). Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen. *Auflage*, 120-126, 287 - 289.
- Tropp, H., Odenrick, P., & Gillquist, J. (1985). Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int J Sports Medicine*, 6:180-182.
- Vain, A. K. (2002). Criteria for preventing overtraining of the musculoskeletal system of gymnasts. *Biology of Sport*, 19(4): 329-345.
- Valderrabano, V., Wiewiorski, M., Hintermann, B., & Leumann, A. (2007). Chronic ankle instability. *Unfallchirurg*, 110(8):691-699.
- Weber, A. W., Bedi, A., Tibor, L. M., Zaltz, I., & Larson, C. M. (2015). The Hyperlaxity Hip: managing Hip pain in the Dancer and Gymnast. *Sports Health*, 346-358.
- Viir, R., Vain, A., Virkus, A., Rajaleid, K., & Selart, A. (2006). Skeletal muscle tone characteristics in upright, supine and partial water immersion conditions. *Proceedings of the 57th International Astronautical Congress*, 1, 132-141.

Viited joonistele:

- Joonis 1. (2016, veebruar 17). Retrieved from Miss valentine official:
<https://www.facebook.com/missvalentineofficial/photos/pb.125502014189469.-2207520000.1461942517./1026428610763467/?type=3&theater>
- Joonised 2,3.4. (2016) *Foot and ankle*. Retrieved form Corin:
http://www.coringroup.com/patientcaregivers/your_ligament/your_anatomy/foot_and_ankle_anatomy/
- Joonis 5. Alcocer, W., Vela, L., Blanco, A., Gonzalez, J., & Oliver, M. (2012). Major trends in the development of ankle rehabilitation devices. *DYNA*, 79(176):45-55. Retrieved from:
https://classconnection.s3.amazonaws.com/933/flashcards/3032933/png/foot_motions-13E6A5162AE63279F95.png

- Joonis 6. Norman, K. (2015, June). *The short-foot exercise for stronger feet*. Retrieved from Denver fitness journal: <http://denverfitnessjournal.com/tag/foot-doming/>
- Joonis 7 ja 8. Seeley, R. R., & Tate, T. D. (n.d.). *Anatomy and Physiology*. Retrieved from <http://slideplayer.com/slide/4311411/>
- Joonis 9. (2013) *The Truth About Orthotics*. Retrieved from The posturology blog: <http://posturologyblog.com/the-truth-about-orthotics/>
- Joonis 10. (2014). Retrieved from Foot and Ankle wellness centre: <http://www.edmontonfootdoc.com/tag/foot-arch-pain/>
- Joonis 13 A,B. Keene, D. (2010, november 15). *Range of movement guide*. Retrieved from Ankle Injury management: [file:///C:/Users/User/Downloads/AIM+ROM+assessments+guide+v1+15.11.2010%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/AIM+ROM+assessments+guide+v1+15.11.2010%20(1).pdf)

Lisa 1

MYO
FAIL
MOMENT ARM POSITION (nr.)
LEGS BENCH POSITION (°, nr.)
QUADRICEPS BENCH POSITION(S) (°, nr.)

UURINGUKAART

Nr.

" .. " 200

1. PEREKONNANIMI, EESNIMI
2. SÜNNIAEG (kuu, aasta) (vanus aastates)
3. SUGU: M või N
4. KODUNE AADRESS telefon
5. TÖÖ- (ÕPPIMISE)KOHT
Teaduskond
Kursus (klass) telefon
6. PIKKUS (cm) 7. KAAL (kg) 8. BMI (kg/m²)
- 9-11. JÕUD (kg): parem käsi vasak käsi seljalihased
12. SPORDIALA(D) JA SELLEGA TEGELEMISE STAAŽ (aastad)
13. TREENINGUMAHT (mitu korda nädalas/ mitu tundi nädalas) /
14. TREENERI NIMI
15. TÕUKEJALG (donimeeriv): Parem või Vasak
16. KAS ON OLNUD JÄSEMETE TRAUMASID KAEBUSI
millisel jäsemel /millal
.....
.....
.....
17. HAIGUSE NIMETUS
18. HAIGESTUMISE PERIOOD (aastad)
19. HAIGUSEST ROHKEM HAARATUD KEHAPOOL: Parem või Vasak
20. MÄRKUSED

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Maarja Jõgi
(autori nimi)

(sünnikuupäev: 07.02.1989)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Sabajala ja Rippeliga se punktisioon
ülevõtmisajatei ning selle mõist Rippesaruks-
võimel
(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on Tatjana Kums
(juhendaja nimi)

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus/Tallinnas/Narvas/Pärnus/Viljandis, 16.05.16 (kuupäev)