

TARTU ÜLIKOOL
Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Anni Rava

**Lihaskõue, jäsente massi ja luutiheduse näitajad erinevalt
treenitud ning mittetreenitud vanemaealistel naistel**
**Muscle strength, arm and leg mass and bone parameters in differently
trained and untrained older woman**

Magistritöö

Kehalise kasvatus ja spordi õppekava

Juhendaja: professor M. Päsuke

Tartu 2015

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	4
TÖÖ LÜHIÜLEVAADE	5
ABSTRACT	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
1.1. Vananemisega kaasnevad muutused närvi- ja lihassüsteemis.....	7
1.2. Vanusega kaasnevad muutused luukoes.....	8
1.3. Kehalise treeningu mõju motoorsele võimekusele vananemisel.....	9
1.4. Kehalise treeningu mõju luukoele.....	11
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	12
3. METOODIKA	13
3.1. Vaatlusalused.....	13
3.2. Uurimismeetodid.....	14
3.2.1. Käe haardejõu määramine.....	14
3.2.2. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõu ja nende kiire tahtelise pingutuse ja lõõgastuse võime määramine.....	14
3.2.3. Paigalt üleshüppe võime näitajate määramine.....	16
3.2.4. Keha koostise ja luutiheduse määramine.....	16
3.2.5. Uuringu korraldus.....	17
3.3. Andmete statistiline analüüs.....	17
4. TÖÖ TULEMUSED	18
4.1. Üla- ja alajäsemete isomeetriline maksimaaljõud.....	18
4.2. Alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse ja lõõgastuse võime näitajad.....	22
4.3. Paigalt üleshüppe võime näitajad.....	23
4.4. Keha koostis ja luutihedus.....	25
4.5. Korrelatsioonianalüüs.....	26
5. ARUTELU	30
5.1. Üla- ja alajäsemete isomeetriline maksimaaljõud.....	30
5.2. Alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse võime.....	33
5.3. Paigalt üleshüppe võime.....	34
5.4. Keha koostis ja luutihedus.....	36
5.5. Uuringu uudsus, limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid.....	38
6. JÄRELDUSED	39

KASUTATUD KIRJANDUS	40
TÄNUAVALDUS	45
LISAD	46

KASUTATUD LÜHENDID

JLMI – jäsemete lihasmassi indeks

CMJ – püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüpe

$G_{0,2}$ - jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 0,2 sekundit pärast pingutuse algust

G_{25} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 25% jõuarenduse juures

G_{50} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 50% jõuarenduse juures

G_{75} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 75% jõuarenduse juures

SJ – poolkükist sooritatud üleshüpe

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Töö eesmärgiks oli võrrelda lihasjõu ja hüppevõime ning jäsemete massi ja luutiheduse näitajad vanemaealistel vastupidavus treenivatel ja võimlemisega tegelevatel ning mittetreenitud naistel.

Metoodika: Uuringus osales 32 naist vanuses 65 - 80 eluaastat, kes jagunesid kolme gruppi: 1) vastupidavust treenijad (n=12), 2) võimlejad (n=10) ja 3) mittetreenitud (n=10). Määrati käe haardejõud, alajäsemete sirutajalihaste isomeetiline maksimaaljõud ja nende kiire tahtelise pingutuse näitajad, poolkükist ja püstiasendist eelneva allaistega sooritatud hüppe kõrgus ja seejuures arendatud võimsus. Samuti määrati üla- ja alajäsemete massi ja luutiheduse näitajad. Leiti korrelatiivsed seosed keha koostise, luutiheduse, lihasjõu ning hüppevõime näitajate vahel.

Tulemused: Käe haardejõus uuritud vanemaealiste naiste gruppide vahel olulisi erinevusi ei ilmnenud. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetiline maksimaaljõud oli võimlejalte suurem ($p<0,05$) võrreldes mittetreenitutelega. Alajäsemete sirutajalihaste kiirel tahtelisel pingutusel määratud jõugradiendid olid vastupidavust treenijatel suuremad ($p<0,05$) võrreldes võimlejate ja mittetreenitutelega. Nende lihaste tahtelise lõõgastumisvõime näitajad olid võimlejalte oluliselt paremad võrreldes mittetreenitutelega. Vastupidavust treenijatel oli poolkükist sooritatud hüppe kõrgus suurem ($p<0,05$) kui teistel uuritud gruppidel. Vastupidavust treenijatel oli väiksem ($p<0,05$) keha rasvaprotsent võrreldes võimlejate ja mittetreenitutelega, jäsemete massi ja luutiheduse näitajates uuritud gruppide vahel olulisi erinevusi ei leitud. Jäsemete massi ja luutiheduse näitajad korreleerusid positiivselt lihasjõu ja võimsuse parameetritega kõigis gruppides. Käe haardejõud korreleerus positiivselt alajäsemete sirutajalihaste jõu ja jäsemete massi ja luutiheduse parameetritega võimlejalte ning mittetreenitutel.

Kokkuvõte: Võimlemisega tegelevatel vanemaealistel naistel oli suurem alajäsemete sirutajalihaste isomeetiline maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel ja parem nende lõõgastumisvõime võrreldes mittetreenitud soo- ja eakaaslastega. Vastupidavust treenivatel naistel oli parem hüppevõime ja suuremad alajäsemete sirutajalihaste kiirusjõu näitajad võrreldes võimlejate ja mittetreenitutelega. Keha rasvaprotsent oli vastupidavust treenijatel naistel väiksem võrreldes võimlejate ja mittetreenitutelega, jäsemete massi ja luutiheduse näitajad uuritud gruppidel oluliselt ei erinenud. Jäsemete massi ja luutiheduse näitajad korreleerusid positiivselt lihasjõu ja võimsuse parameetritega kõigis uuritud vanemaealiste naiste gruppides.

Märksõnad: jõud, võimsus, vananemine, keha koostis

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to determine and compare muscle strength, power output and regional body composition in differently trained and untrained healthy older women.

Methods: 32 elderly (age 65-80) women volunteered to participate in this study. They were divided into three groups considering their exercise type: 1) endurance trained (n=12) 2) recreational gymnasts (n=10) and 3) untrained (n=10). Leg extensor muscles isometric strength and capacity for voluntary force production and relaxation and hand grip strength, vertical jumping height and power output were measured. Also body composition was measured. Correlating relations between muscle strength, power output and body composition parameters were calculated.

Results: Hand grip strength did not differ significantly in measured groups. Leg extremities bilateral isometric strength was greater ($p<0,05$) in recreational gymnasts group, compared with untrained. Rates of force development of the leg extensors were greater ($p<0,05$) in endurance group compared to recreational gymnasts and untrained subjects. Leg extensor muscle relaxation time was significantly shorter in recreational gymnasts compared to other measured groups. Squatting jump height and power output was greater ($p<0,05$) in endurance group compared to other groups. Endurance training group had significantly lower body fat percentage compared to other groups there were no differences between regional body composition parameters. Regional body composition parameters were strongly correlated with muscle strength and lower extremities power output in all groups.

Conclusions: Elderly recreational gymnastics group had greater leg extensor muscle strength and better muscle relaxation parameters than other groups. Endurance group had higher jumping performance and capacity for rapid force development of leg extensor muscles than recreational gymnasts and untrained women. Endurance group had lower body fat percentage than untrained subjects, but no significant differences in regional body composition parameters were found between all three groups. Regional body composition parameters were strongly correlated with muscle strength and power output in all groups.

Keywords: muscle strength, power, ageing, body composition, bone mineral content

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Vananemisega kaasnevad muutused närvi- ja lihassüsteemis

Vananemine on bioloogiline protsess, mille käigus väheneb järk-järgult skeletilihaste mass, nende jõugenereerimise võime ja lihasvastupidavus (Seene & Kaasik, 2012; Strasser et al., 2009). Suures osas seostatakse neid muutusi vanusest tingitud kehalise aktiivsuse vähenemisega (Strasser et al., 2009). Regulaarsel kehalisel aktiivsusel ja treeningul on positiivne mõju inimese luu- ja lihaskonnale, mis aitab ära hoida kukkumisi ja neist tingitud luumurde vanematel inimestel. Mitmed uuringud on näidanud, et regulaarne jõu- ja vastupidavustreening parandab või aitab säilitada luutihedust, lihasmassi ja -jõudu, mis omakorda mõjutavad oluliselt keha tasakaalu ja kõnnikiirust, vähendades kukkumiste ja vigastuste ohtu vanematel inimestel (Daly et al., 2008; Strasser et al., 2009). Vanusest tulenevat lihasmassi kadu, mis on tingitud lihaskiudude vähenenud ristlõikepindalast ja/või arvust nimetatakse sarkopeeniaks (Crus-Jentoft et al., 2010; McPhee et al., 2013; Seene & Kaasik, 2012;). Mõõdetavateks näitajateks, mille alusel saab diagnoosida sarkopeeniat on lihassmass, lihasjõud ja funktsionaalne võimekus (Crus-Jentoft et al., 2010).

Teadaolevalt on lihasmassi ja lihaste jõugenereerimise võime vahel positiivne seos, samas ei ole vanematel inimestel lihasmassi vähenemine lihasjõu languse ainsaks põhjuseks (McPhee et al., 2013; Seene & Kaasik, 2012). Lihasmassi vähenemine, mis on tingitud inaktiivsusest on vaid 10% ulatuses seotud lihasjõu vähenemisega. On leitud, et lihasmassi säilimine vanusest tingitud jõu vähenemist ei ennetata (Clark & Manini, 2008; Goodpaster et al., 2006). Vananemisega kaasnevat lihasjõu vähenemist nimetatakse dünapeeniaks ning see on seotud olulisel määral muutustega närvi-lihasaparaadi seisundis (Clark & Manini, 2008; Seene & Kaasik, 2012).

Vananemisega kaasnev lihasjõu vähenemine on mitmete neuroloogiliste- ja morfoloogiliste faktorite kombinatsioon. Neuroloogilisteks mehhanismideks on motoneuronite arvu vähenemine, lihaste denervatsioon, vähenenud agonistlihaste aktivatsioon ja suurenenud antagonistlihaste koaktivatsioon (Pisciottano et al., 2014; Seene & Kaasik, 2012), degeneratiivsed muutused pea- ja seljaajus ning lihaste tahtelise aktivatsiooni langus (Clark & Manini, 2012). Teiselt poolt mõjutavad lihasjõu langust lihasmassi ja lihaskiudude arvu vähenemine (Clark & Manini, 2012; Pisciottano et al., 2014), glükolüütiliste ensüümide aktiivsuse vähenemine, II tüüpi lihaskiudude läbimõõdu- ja lihaskiudude pikkuse vähenemine

(Pisciottano et al., 2014), samuti rasv- ja sidekoe hulga suurenemine lihaskoes (Seene & Kaasik, 2012). Lihaskõuetõõ vähenemist on seletatud ka asjaoluga, et väheneb üksiku lihaskõuetõõ poolt genereeritav jõud lihaskõuetõõ ristlõõikepindala suhtes, mis tuleneb omakorda müosiini kontsentratsiooni langusest lihaskõuetõõ (McPhee et al., 2013; Runge et al., 2004).

Dõõnapõõnia on oluline näitaja ennustamaks funktsionaalsete häirete tekkimist vanemaealistel. Suurem osa vastavasisulisi uuringuid näitab, et väiksem lihaskõuetõõ on seotud kehalise võimekuse vähenemisega või füüsilise puude tekkimisega (Clark & Manini, 2012). Lisaks eelpool mainitule väheneb vanuse kasvades lihaskõuetõõmsus. See on oluline näitaja vanemaealiste inimeste igapäevaelus – võime arendada kiirelt lihaskõuetõõdu on oluline nii treppidest kõõimisel, kui ka toolit põõstitõõusmiseks ja teistes igapäevastest toimetustes (Kalapotharakos et al., 2005).

Lihaskõuetõõ olulisust vanemaealistel näidati uuringus, kus selgitati kõõe haardejõõu seost kukkumiste arvu eelneva aasta jooksul. Leiti, et mida väiksem on kõõe haardejõõud, seda suurem on kukkumiste tõõenäõõsus. Vanurid, kes ei olnud aasta jooksul kukkunud suutsid genereerida tunduvalt suuremat kõõe haardejõõudu, kui nende eakaaslased, kes olid kukkunud korra või rohkem eelneva aasta jooksul (Reis et al., 2012)

Kehalised võimed nagu jõõud, vastupidavus ja keha tasakaal on otseselt seotud skeletilihastega. Alates 45 eluaastast hakkab lihaskõuetõõmass järk-jõõrgult vähenema. Sarkopõõnia ja dõõnapõõnia võivad omakorda kaasa tuua funktsionaalseid häireid ning kehalise võimekuse vähenemise. Seetõõttu võib oluliselt halveneda elukvaliteet ning igapäevaeluga toimetulekuks vajatakse abi ning seelõõbi kasvab vajadus pikaajalise hoolduse järele vanuritel (Janssen et al., 2002).

1.2. Vanusega kaasnevad muutused luukoes

Sarkopõõniat on sageli seostatud luutihedusega (Kull et al., 2012). See tähendab, et lihaskõuetõõmass on enamasti positiivselt seotud luutihedusega, mida suurem on lihaskõuetõõmass, seda suurem on luu mineraalainete sisaldus (Bijlsma et al., 2013), mis omakorda määrab luude tugevuse (Kanis et al., 2013). Üheks oluliseks luu ainevahetust mõjutavaks teguriks on skeleti mehaaniline koormamine lihaste poolt. Seega mõjutab lihaskõuetõõmassi vähenemine (sarkopõõnia) ka luutihedust, mille vähenemisel on oluline mõju tervisega seotud elukvaliteedile. Lihaskõuetõõ- ja luumassi ning luutiheduse samaaegset olulist vähenemist nimetatakse sarko-osteopõõniaks (Kull et al., 2012).

Osteopõõnia ehk luukõuetõõ vähenemine on osteoporoõõsile eelnev staadium. Osteoporoõõsi defineeritakse, kui süsteemset skeletihõõigust, mida iseloomustab väike luumass ja luukõuetõõ

lagunemisprotsesside ülekaal sünteesiprotsesside üle, mille tagajärjel suureneb luude haprus ja tõenäosus luumurru tekkeks. Osteoporoosi üheks oluliseks tekkepõhjuseks on immobilisatsioon. Liikumatus asendis voodihaige võib kaotada luumassi ühe nädalaga samal määral, kui nad muidu kaotaksid ühes aastas (Kanis et al., 2013).

Väiksem luumass naistel võrreldes meestega täiskasvanueas ja oluliselt kiirem luumassi vähenemine pärast menopausi tingib olukorra, kus üle 50-aastastel naistel on luumass ligikaudu kolmandiku võrra väiksem kui samavanadel meestel. Menopausi järgne kiire luu mineraalainete sisaduse vähenemine on tingitud östrogeenide taseme langusest ja see tõstab oluliselt osteoporoosi tekke tõenäosust vanematel naistel (Deng, 2013).

Osteoporoosilised luumurrud on üks peamistest haigestumise või isegi surma põhjustest elanikkonnas. Puusaluumurrud, mis tekivad sageli kukkumise tagajärjel, põhjustavad tugevat valu ning nende tulemusena väheneb funktsionaalne võimekus, peaaegu alati on vajalik haiglaravi. Taastumine vigastusest on aeglane ning taastusravi on sageli puudulik, mis omakorda võib viia iseseisvuse kaotuseni. Suremus puusaluumurrust tingitud komplikatsioonide tõttu on ligikaudu 20-30% (Kanis et al., 2013).

1.3. Kehalise treeningu mõju motoorsele võimekusele vananemisel

Varasemad uuringud on näidanud, et regulaarne kehaline aktiivsus on oluline ennetamaks ja vähendamaks vanusest ja inaktiivsest eluviisist tingitud muutuseid luu- ja lihaskoes (Plachy, 2012). Novak ja Vute (2013) näitasid oma uuringus, et pikaajalisel regulaarsel treeningul (kogukeha treening – arendati jõudu, tasakaalu, painduvust ning tehti lõdvestusharjutusi) oli positiivne mõju kõigile nende poolt mõõdetud parameetritele: jõud, võimsus, painduvus, keha tasakaal, vastupidavus, kõnnikiirus ja koordinaatsioon. Kõigis mõõdetud parameetrites, saadi oluliselt paremad tulemused regulaarselt treenivatel naistel, võrreldes inaktiivsete samaealiste naistega.

Kahekümne nelja nädalane treeningprogramm, mille käigus tehti jõutreeninguid kolm korda nädalas, korraga tund aega, parandas eakatel naistel ühe korduse maksimaalset jõudu alajäsemete sirutusel 46% ja rinnalt surumisel 39% võrra. Treeningperioodi vältel langes vaatlusaluste kehamass, kehamassiindeks ja rasvaprotsent. Selliseid muutusi ei täheldatud aga kontrollgrupis (Bocalini et al., 2009). Neljateist nädalane jõutreening parandas oluliselt vanemaaliste naiste käe haardejõudu ja suhtelist käe haardejõudu võrreldes jõuga, mida suudeti produtseerida enne treeningperioodi algust. Samuti säilis oluline vahe jõus ka pärast 14 nädalast mittetreenimist võrreldes tulemustega, mis saadi enne treeningperioodi algust (Nascimento et al., 2014).

Aeroobne treening on kestva iseloomuga, madala intensiivsusega treening, kus tsüklilist tööd tehakse pikema ajaperioodi vältel. Peamine eesmärk on parandada respiratoorse- ja südame- veresoonekonna süsteemide võimekust, mistõttu on see üks olulisemaid treeninguid (Gregov & Šalaj, 2014), arvestades asjaolu, et kardiorespiratoorne võimekus on positiivselt seotud jõunäitajatega vanemaealistel (Cadore et al., 2014). Uuringud, kus eakad vaatlusalused on tegelenud aeroobse treeninguga 12 kuni 24 nädalase treeningperioodi vältel on näidanud 8-20% paranemist maksimaalses hapnikutarbimises. Samuti leiti, et oluliselt paranes vaatlusaluste liigutuste ökonoomsus ning maksimaalne võimsus ergomeetril. Lisaks leiti, et vastupidavustreening võib mõningal määral suurendada lihasjõudu (Cadore et al., 2014).

Vanemaealiste jooksjatega, kes olid treeninud mitmeid aastakümneid, läbiviidud uuring näitas, et pikaajaline vastupidavustreening aitas ära hoida vanusest tulenevat motoorsete ühikute vähenemist. Tulemustest selgus, et motoorsete ühikute arv eesmisel säärelihases ei erinenud oluliselt eakatel jooksjatel võrreldes nendest oluliselt nooremate jooksjatega ning oli statistiliselt oluliselt suurem samaealiste, kuid inaktiivsete vaatlusalustega. Samas ei olnud olulisi erinevusi ülajäsemete lihaste motoorsete ühikute arvus, seega leiti, et treenimise positiivne mõju ilmnes enamkoormatud lihastes (Power et al., 2012).

Uuringus, kus eksperimentaalgrupp tegeles pikaajaliselt aeroobse treeninguga leiti, et 24-nädalane vastupidavustreening, mille käigus treeniti kolm korda nädala, korraga 50 minutit, parandas oluliselt reie nelipealihase jõudu, samuti lihasvastupidavust ning maksimaalset hapnikutarbimist võrreldes kontrollgrupiga, kes olid samaealised, kuid inaktiivsed. Samuti leiti, et treeningul oli oluline mõju pidurdamaks luuhõrenemist postmenopausis naistel (Chien et al., 2000). Lisaks sellele, et aeroobsel treeningul on positiivne mõju luutihedusele ja luu kvaliteedile ning omab mõningast mõju lihasjõu paranemisele on leitud, et mõõdukas käimistreening vähendab oluliselt kukkumisest tingitud traumade riski, sealhulgas puusaluumurru esinemise tõenäosust (Yamazaki et al., 2004).

Kaheksanädalane pilatase treeningprogramm arendas vanemaealiste naiste üla- ja alajäsemete lihasjõudu ja lihasvastupidavust (Fourie et al., 2013), samuti leidsid Irez jt (2011), et lühiajalise pilatase treeningu järel paranes oluliselt vaatlusaluste keha tasakaal, paindumus, reaktsiooniaeg ja lihasjõud ning see oli oluliselt seotud kukkumiste riski vähenemisega vanemaealistel naistel, võrreldes nende eakaaslastega, kes olid inaktiivsed. Samuti on leitud, et jooga võib arendada vanematel inimestel lihasjõudu, painduvust ja vastupidavust, mis on olulised igapäeva elus toimetulekuks. Veel on leitud jooga mõningast positiivset mõju

luutihedusele vanemaealistel (Patel et al., 2012).

1.4. Kehalise treeningu mõju luukoele

Kehalist aktiivsust peetakse efektiivseks strateegiaks ennetamiseks ja vähendamaks luude hõrenemist. Seejuures tuginetakse teadmisele, et kehaline aktiivsus aitab säilitada luumassi ja stimuleerida luurakkude moodustumist, sealjuures tõsta mineraalainete sisaldust luukoes. Samuti suurendab kehaline aktiivsus lihasjõudu, mille tulemusel väheneb oht keha taskaalu kaotusteks ja kukkumisteks (Deng, 2013). Lihasjõu suurenemine võib aidata vältida kukkumisi, vähendada ebakindlust ja parandada nii liigutuste koordineerimist kui ka säilitada luumassi, stimuleerides luu moodustumist ja vähendades luukoe resorptsiooni (Kanis et al., 2013). Arusaam on, et treeningul, mille käigus arendatakse suurt jõudu ja/või mis on löögilise iseloomuga, on suurim positiivne mõju luukoele, seega on jõutreening üks laialdasemalt kasutatud treeningviise kehalise aktiivsuse mõju uuringutes luukoele.

Kahekümne nelja nädalase jõutreeningu järgselt leiti, et demineralisatsioon nimmelülides ja reieluukaelas oli oluliselt kõrgem kontrollgrupis kui võrrelda eksperimentaalgrupiga (Bocalini et al., 2009). Sarnaseid tulemusi näitas ka Gregov ja Šalaj (2014) poolt läbiviidud uuring, kus selgus, et jõutreening aitab ära hoida menopausi järgset luuhõrenemist või isegi tõsta luude mineraalainete sisaldust vanemaealistel naistel.

Mitmete uuringute tulemustest selgus, et aeroobsel treeningul on mõningane positiivne mõju luutiheduse näitajate paranemisele, suuremal määral on leitud, et vastupidavustreening aitab säilitada luumassi vanemaealistel või väheneb luumass väiksemal määral võrreldes inaktiivsete eakaaslastega (Gregov & Šalaj, 2014). Yamazaki ja teised (2004) näitasid, et pärast aastast süsteemseid aeroobseid treeninguid olid statistiliselt oluliselt paranenud luutihedus nimmepiirkonnas postmenopausis naistel, kellel oli diagnoositud ostoopenia või osteoporoos.

Daly ja teiste (2008) poolt läbiviidud uuring näitas, et vaatlusalustel, kes olid kehaliselt aktiivsed uuringu alguses ning säilitasid kehalise aktiivsuse ka kümme aastat hiljem, uuringu lõpuks, oli vanusega kaasnev luuhõrenemine märgatavalt väiksem võrreldes nende inaktiivsete eakaaslastega. Luumass vähenes aktiivsetel vaatlusalustel keskmiselt 0,6% vähem aastase perioodi jooksul, kui nende inaktiivsetel eakaaslastel. Sama leidis ka Deng (2013), kelle uuringus vähenes kõigi vaatlusaluste luutihedus, kuid regulaarselt treenijatel oli luuhõrenemine oluliselt väiksem. Samuti paranesid oluliselt regulaarselt treenijate lihasjõu näitajaid uuringu perioodil.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Töö eesmärgiks oli võrrelda lihasjõu, hüppevõime ning jäsemete massi ja luutiheduse näitajaid pikaajaliselt vastupidavustreeninguga ning võimlemisega tegelejalte ja mittetreenitud vanemaealistel naistel.

Töös püstitati järgmised ülesanded:

1. Määrata käe haardejõud.
2. Määrata alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud uni- ja bilateraalsel pingutusel ning nende kiire tahtelise pingutuse ja lõõgastuse võime näitajad.
3. Määrata paigalt üleshüppe võime näitajad poolkükist ja püstiasendist eelneva allaistega sooritatud hüpetel.
4. Määrata keha rasvaprotsent ning jäsemete massi ja luutiheduse näitajad.
5. Leida korrelatiivsed seosed jäsemete massi ja luutiheduse ning lihasjõu ja hüppevõime näitajate vahel uuritud gruppidel.

3. METOODIKA

3.1. Vaatlusalused

Uuringus osales 32 naist vanuses 65-80 aastat. Vastavalt vaatlusaluste kehalisele aktiivsusele ning selle iseloomule jaotati uuritavad kolme gruppi: 1) vastupidavust treenijad, 2) võimlejad ning 3) mittetreenitud. Vaatlusaluste vanus ja antropomeetrised mõõtmised on toodud tabelis 1. Osalemine uuringus oli vabatahtlik ning kõigil vaatlusalustel oli võimalus loobuda uuringus osalemast ükskõik millisel ajahetkel.

Tabel 1. Vaatlusaluste vanus ja antropomeetrised näitajad (keskmine \pm SD).

Grupid	Vanus [aastat]	Pikkus [cm]	Kehamass [kg]	Kehamass indeks [kg·m ⁻²]
Vastupidavust treenijad (n=12)	70,5 \pm 4,1	160,6 \pm 5,0	63,7 \pm 13,3	24,7 \pm 4,6
Võimlejad (n=10)	73,5 \pm 4,3	160,9 \pm 6,6	69,8 \pm 12,7	27,0 \pm 4,6
Mittetreenitud (n=10)	72,7 \pm 2,7	160,2 \pm 4,8	76,6 \pm 12,0 *	29,8 \pm 3,8 *

* p<0,05 võrreldes vastupidavust treenijatega

Vastupidavust treenijate gruppi kuulusid naised, kes olid pikaajaliselt ja regulaarselt treeninud vähemalt kaks korda nädalas, treeningu kestvus keskmiselt 60 minutit ning nende keskmine treeningstaaž ankeetküsimustiku põhjal oli 17,5 \pm 13,4 aastat. Nende osalejate treening oli valdavalt aeroobse iseloomuga ning gruppi kuulusid jooksjad, suusatajad, orienteerujad ja kepikõndijad. Treeniti iseseisvalt, treeneri juhendamiseta.

Võimlejate gruppi kuulusid naised, kes olid pikaajaliselt ja süsteemaatiliselt tegelenud võimlemistreeninguga ning nende keskmine treeningstaaž ankeetküsimustiku põhjal oli 12,5 \pm 2,7 aastat. Nad treenisid vähemalt kaks korda nädalas, treeningu kestus oli keskmiselt 60 minutit. Treeningutes kasutati hatha jooga elemente ning staatilisi venitus- ja lõdvestusharjutusi. Treeniti ühes grupis ja treeneri juhendamisel.

Mittetreenitud naised ei osalenud regulaarselt üheski treeningrühmas ega harjutanud

iseseisvalt.

Uuringusse kaasamise kriteeriumiks oli akuutsete neuroloogiliste, kardioloogiliste, traumatoloogiliste või motoorseid funktsioone pärssivate haigusseisundite puudumine. Kõik osalejad olid uuringu hetkel terved ning andsid oma kirjaliku nõusoleku uuringus osalemiseks, pärast seda kui neile oli selgitatud uuringu eesmärke ja metoodikat. Uuring on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega (protkoll nr: 209T-19, 21.11.2011)

3.2. Uurimismeetodid

3.2.1. Käe haardejõu määramine

Käelihaste haardejõu määramiseks kasutati spetsiaalset käedünamomeetrit (Lafayette Hand Dynamometer, Lafayette Instrument, USA), kus käepideme laius oli fikseeritud 1,5 cm. Vaatlusalune pigistas dünamomeetrit maksimaalse jõuga ligikaudu 2 s. Keha oli soorituse ajal sirge ja käed kehaga paralleelselt ning käsi ei tohtinud puudutada keha ega ühtegi teist eset soorituse hetkel. Mõlema käega sooritati kordamööda kolm katset, pärast igit sooritust fikseeriti tulemus, katsete vahel oli paus ligikaudu 1 minut. Arvesse läks mõlema käe tugevaim katse. Lisaks arvutati suhteline jõud kilogrammi kehamassi kohta (F_{kg}) valemiga:

$$F_{kg}=F/m \text{ [N/kg]}$$

kus, F – käe haardejõud [N], m – kehamass [kg].

Ülajäsemete lihaste kvaliteedi näitaja (LK) ehk jõud ülajäsemete lihasmassi kohta arvutati valemiga:

$$LK=F/m_{\text{ÜJ}} \text{ [N/kg]}$$

kus F – käe haardejõud [N]; $m_{\text{ÜJ}}$ – ülajäseme lihasmass [kg].

3.2.2. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõu ja nende kiire tahtelise pingutuse ja lõõgastuse võime määramine

Alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõu määramiseks istus vaatlusalune spetsiaalsele dünamomeetrilisele pingile, mis koosnes raamist, seljatoega istmest, mille kaugus jalatoest oli reguleeritav ning dünamograafilisest jalaplaadist. Uuritav asetas jalad plaadile, mis oli ühendatud dünamomeetriga selliselt, et nurk põlveliigesest oli ligikaudu 120°, puusade kohalt fikseeriti vaatlusalune rihmaga seljatoe külge, et vältida puusade ette liikumist soorituse ajal. Kätega hoidis vaatlusalune kinni spetsiaalsetest käepidemetest,

mis asetsevad pingi külgedel.

Testi sooritamisel surus vaatlusalune märguande peale maksimaalselt dünamomeetriga ühendatud plaadile, pingutades võimalikult tugevalt alajäsemete sirutajalihaseid. Testi sooritati mõlema jalaga korraga ehk bilateraalse pingutusena ning eraldi parema ja vasaku jalaga ehk unilateraalse pingutusena. Vaatlusalune sooritas iga kord kolm katset, kõikide soorituste puhul kestis pingutus ligikaudu 2 s ja puhkepaus katsete vahel oli ligikaudu 1 min. Arvesse läks kõigi soorituste puhul parim tulemus (Pääsuke et al., 2004; Vahtrik et al., 2014). Bilateraalne jõudefitsiit arvutati valemiga:

$$BL_{\text{def}} = [1 - (F_{BL}/F_p + F_v)] \cdot 100 [\%]$$

kus F_{BL} – alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel [N]; F_p – parema jala sirutajalihaste maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel [N]; F_v – vasaku jala sirutajalihaste maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel [N]

Alajäsemete suhteline jõud (F_{kg}), ehk jõud kilogrammi kehamassi kohta arvutati valemiga:

$$F_{kg} = F/m \text{ [N/kg]}$$

kus F – alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõud [N]; m – kehamass [kg].

Alajäsemete lihaste kvaliteedi näitaja (LK) arvutati valemiga:

$$LK = F/m_{AJ} \text{ [N/kg]}$$

kus F – alajäsemete isomeetiline maksimaaljõud, m_{AJ} – alajäseme lihasmass [kg].

Alajäsemete kiire tahtelise pingutuse ja lõõgastuse näitajate määramiseks kasutati eelnevalt kirjeldatud dünamomeetrist pinki, test sooritati bilateraalse pingutusena. Katse sooritamiseks pidi vaatlusalune jälgima lampi, lambi põlema süttimisel maksimaalselt pingutama alajäsemete sirutajalihaseid ning hoidma maksimaalset pinget senikaua kuni lamp põleb (umbes 2 s). Lambi kustumisel tuli vaatlusalusel võimalikult kiiresti lihased lõdvestada. Sooritati kolm katset, puhkepaus katsete vahel ligikaudu 1 min (Pääsuke et al., 2004). Määrati järgmised parameetrid:

- pingutuse latentsiaeg (Lat_p) – aeg lambi süttimisest kuni pingutuse alguseni;
- lõõgastumise latentsiaeg (Lat_l) – aeg lambi kustumisest kuni jõu järsu vähenemiseni lihaste lõõgastumisel;
- poole lõõgastuse aeg (HRT) – aeg, mille kestel lihasjõud oli lõõgastumisel vähenenud poole võrra;
- $G_{0,2}$ – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrisel pingutusel 0,2 sekundit pärast pingutuse algust;
- G_{25} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrisel pingutusel 25% jõuarenduse

- juures;
- G_{50} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 50% jõuarenduse juures;
- G_{75} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 75% jõuarenduse juures;

3.2.3. Paigalt üleshüppe võime näitajate määramine

Hüppe kõrguse ja jalalihaste võimsuse (plahvatusliku jõu) määramiseks seisis vaatlusalune dünamograafilisel platvormil ning sooritas kaks erinevast lähteasendist hüpet. Esimesel juhul sooritati poolkükki asendist ilma kätehooa vertikaalne üleshüpe. Vaatlusalune seisis käed puusas poolkükki asendis, nurk põlveliigesest ligikaudu 90° , märguande peale sooritati maksimaalne üleshüpe. Teisel juhul sooritati püstiasendist eelneva allaistega üleshüpe. Vaatlusalune seisis sirgelt, käed puusas, märguande peale kõverdas vaatlusalune jalad põlveliigesest, ligikaudu nurgani 90° ning antud asendist sooritas koheselt vertikaalse üleshüppe. Mõlemal juhul sooritas vaatlusalune kolm katset, puhkepaus katsete vahel ligikaudu 1 min. Tulemusena arvestati maksimaalset hüppe kõrgust ning sellega kaasnenud alajäsemete lihaste võimsust (Pääsuke et al., 2003).

3.2.4. Keha koostise ja luutiheduse määramine

Kogu keha koostise määramiseks kasutati kahe energiatasemega röntgenabsorptsiomeetriat (DXA). Vaatlusalused olid uuringul kerges rõivastuses, millel ei olnud metall detaile, samuti eemaldati uuringu ajaks kõik ehted, prillid, kellad jms. Kogu keha skaneeringu ajal lamas vaatlusalune selili käed ja jalad sirutatult, kehast eemal. Uuringu kestus oli ligikaudu 7 min. Määrati keha rasvaprotsent, parema ja vasaku kehapoole üla- ja alajäsemete kogukaal, rasva- ja luuvaba mass, luumass ja luutihedus. Vastavalt Zoico jt (2010) uuringule on jäsemete rasva- ja luuvabale massile käesolevas uuringus viidatud, kui jäsemete lihassmassile. Jäsemete lihassmass (JLM) arvutati valemiga:

$$JLM = (LM_{pk} + LM_{vk} + LM_{pj} + LM_{vj}) \text{ [kg]}$$

kus LM_{pk} – parema käe lihassmass [kg]; LM_{vk} – vasaku käe lihassmass [kg]; LM_{pj} – parema jala lihassmass [kg]; LM_{vj} – vasaku jala lihassmass [kg]

Arvutati jäsemete lihassmassi indeks (JLMI) valemiga:

$$JLMI = JLM / \text{pikkus}^2 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

kus JLM – jäsemete lihassmass [kg]

3.2.5. Uuringu korraldus

Jõu ning võimsuse testid viidi läbi Tartu Ülikooli kinesioloogia ja biomehaanika laboris, ajavahemikul november 2014 – märts 2015. Keha koostise määramine toimus ajavahemikul veebruar 2012 – märts 2015 Tartu Ülikooli Chemicumis.

Esmalt täitsid kõik uuringus osalejad küsimustikud, mille alusel hinnati nende kehalist aktiivsust ja treeningu iseloomu, mille põhjal osalejad gruppidesse jaotati (vastupidavust treenijad, võimlejad ja mittetreenitud). Samuti veenduti küsimustike põhjal, et uuringus osalejad oleks hea tervise juures ning neil ei oleks akuutseid neuroloogilisi, kardioloogilisi, traumatoloogilisi või motoorseid funktsioone pärssivaid haigusseisundeid.

Peale seda viidi laboris läbi antropomeetrilised mõõtmised. Pikkuse mõõtmiseks seisis vaatlusalune sirgelt, seljaga vastu mõõtepuud, kannad vastu seina, vaade otse ja silm ühel joonel kõrva välimise kuulmeavaga. Pikkus määrati täpsusega $\pm 0,1$ cm. Kehamassi määramiseks kasutati elektroonilist kaalu, vaatlusalused astusid kaalule kerges rõivastuses ning ilma jalanõudeta. Kaal määrati täpsusega $\pm 0,1$ kg. Kehamassiindeksi (KMI) arvutamiseks kasutati valemit:

$$\text{KMI} = m / \text{pikkus}^2 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

kus m – kehamass [kg]

Pärast antropomeetrilisi mõõtmisi toimusid jõutestid (käe haardejõud, alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud) ning paigalt üleshüppe testid (SJ ja CMJ).

3.3. Andmete statistiline analüüs

Uuringus kogutud andmete analüüsiks kasutati tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel. Kõigi määratud tunnuste puhul leiti grupi aritmeetiline keskmine ja standardhälve (\pm SD). Korrelatsioonanalüüsiks kasutati programmi STATISTICA 12 ja arvutades Pearsoni korrelatsiooni koefitsienti. Gruppide keskmiste väärtuste erinevuse hindamiseks kasutati Student'i t-testi, kus olulisuse nivooks võeti $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

4.1. Üla- ja alajäsemete isomeetriline maksimaaljõud

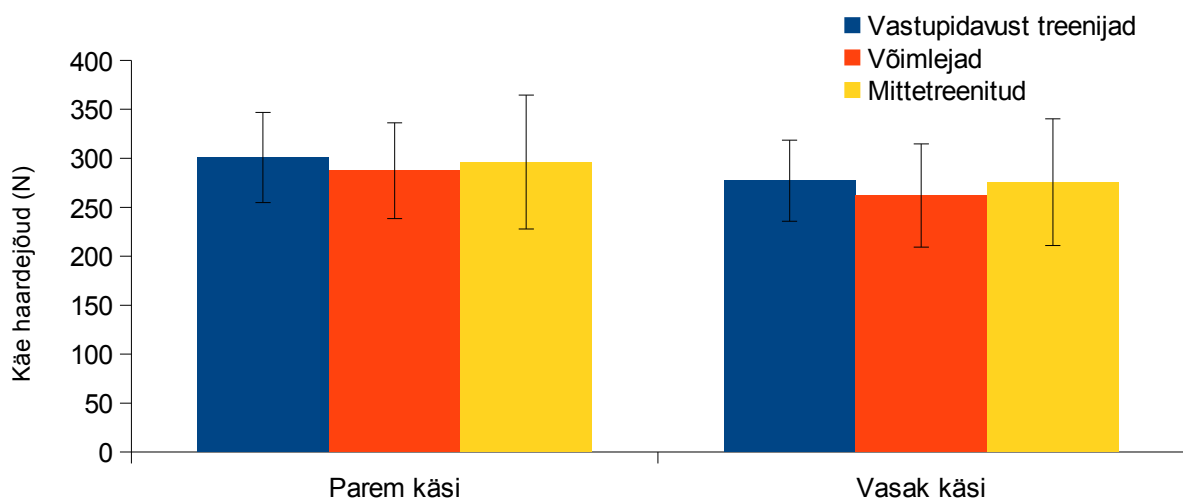
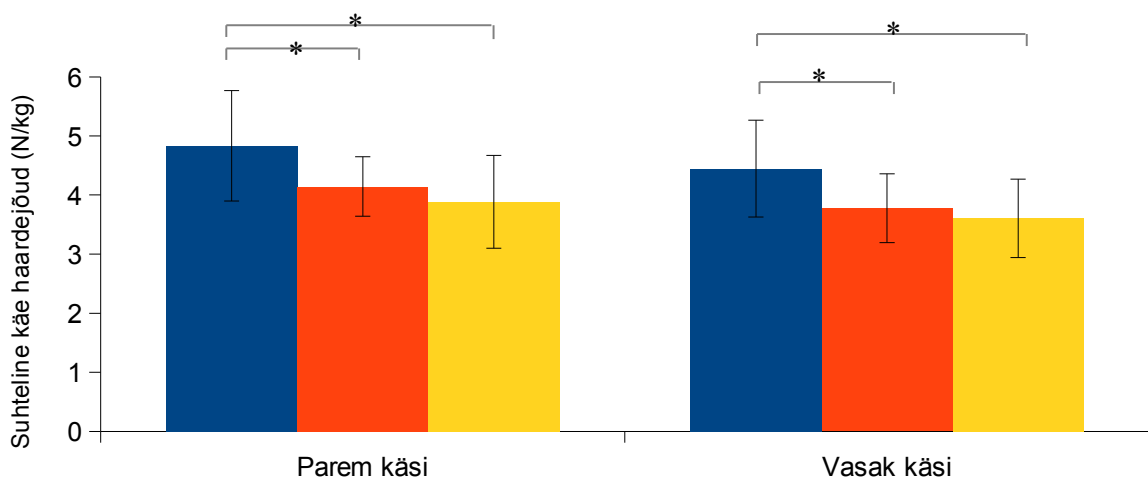
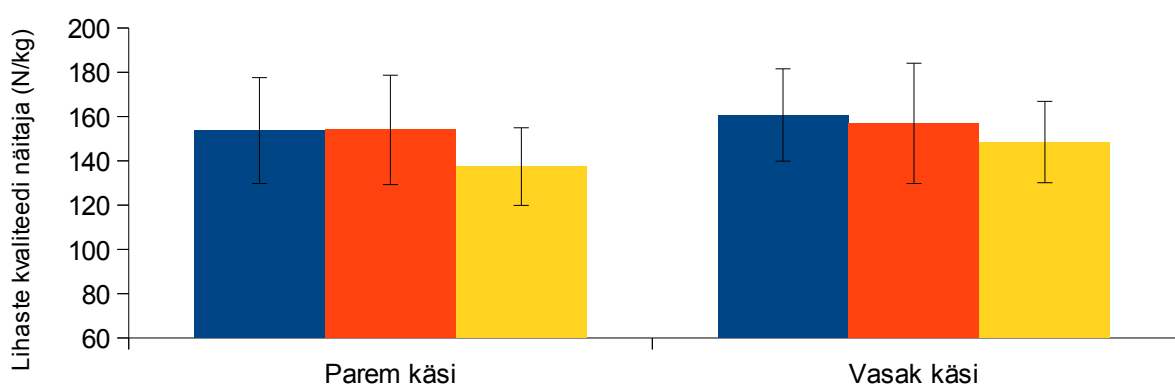
Käe haardejõus uuritud gruppides olulist erinevust ($p > 0,05$) ei ilmnenud (joonis 1A). Vastupidavust treenivatel naistel oli käe suhteline haardejõud oli nii paremal kui ka vasakul käel suurem ($p < 0,05$) võrreldes võimlejate ja mittetreenitud naistega. Samas ei täheldatud olulist erinevust võimlejal ja mittetreenitutel (joonis 1B).

Ülajäsemete lihaste kvaliteedi näitajas uuritud vanemaealiste naiste gruppidel olulist erinevust ei olnud. (joonis 1C).

Alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel oli võimlejal suurem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitutelega. Vastupidavust treenijatel alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilisel maksimaaljõu osas olulist erinevust võimlejate ega mittetreenitutelega ei ilmnenud. Parema jala sirutajalihaste maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel uuritud gruppidel oluliselt ei erinenud. Vasaku jala unilateraalsel pingutusel registreeritud sirutajalihaste maksimaaljõud oli võimlejal suurem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitutelega (joonis 2A).

Alajäsemete sirutajalihaste suhteline jõud oli suurem ($p < 0,05$) vastupidavust treenijatel ja võimlejal võrreldes mittetreenitutelega. Parema ja vasaku jala sirutajalihaste maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel oli vastupidavust treenijatel suurem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitutelega. Vasaku jala sirutajalihaste maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel oli võimlejal suurem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitutelega (joonis 2B).

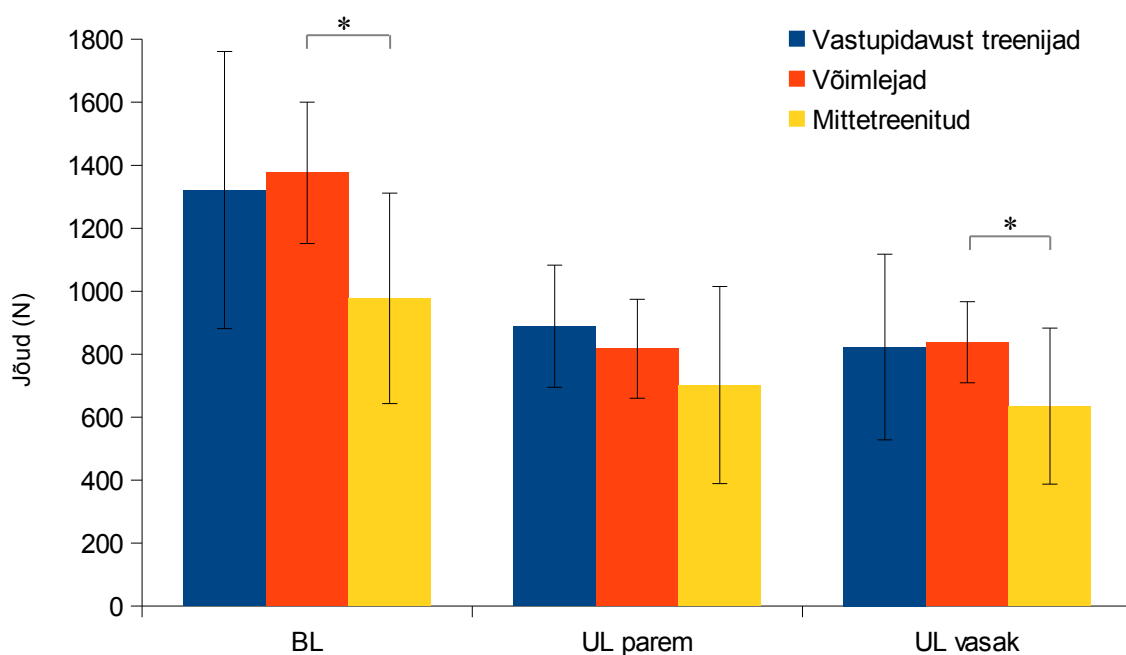
Alajäsemete lihaste kvaliteedi näitaja oli bilateraalsel pingutusel vastupidavust treenijatel ja võimlejal suurem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitutelega. Parema jala lihaste kvaliteedi näitaja unilateraalsel pingutusel oli vastupidavust treenijatel suurem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitutelega ja vasakul jala lihaste kvaliteedi näitaja võimlejal suurem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitutelega (joonis 3A). Bilateraalses jõudefitsiidis gruppide vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei olnud (joonis 3B).

A**B****C**

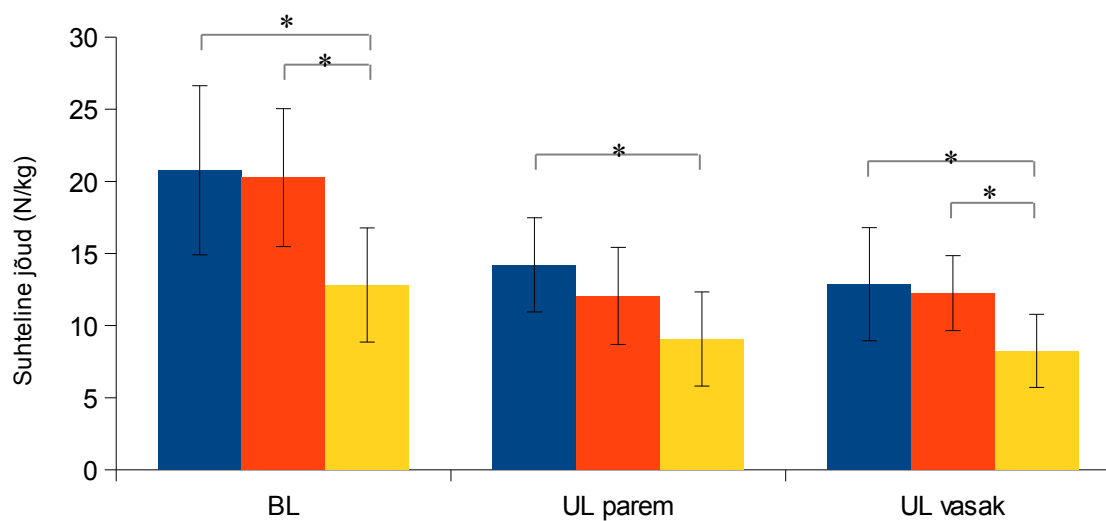
Joonis 1. Käe haardejõud (A), suhteline haardejõud (B) ning lihaste kvaliteedi näitaja (C) vanemaealistel vastupidavust treenijatel, võimlejal ja mittetreenitud naistel (keskmine \pm SD).

* $p < 0,05$

A



B

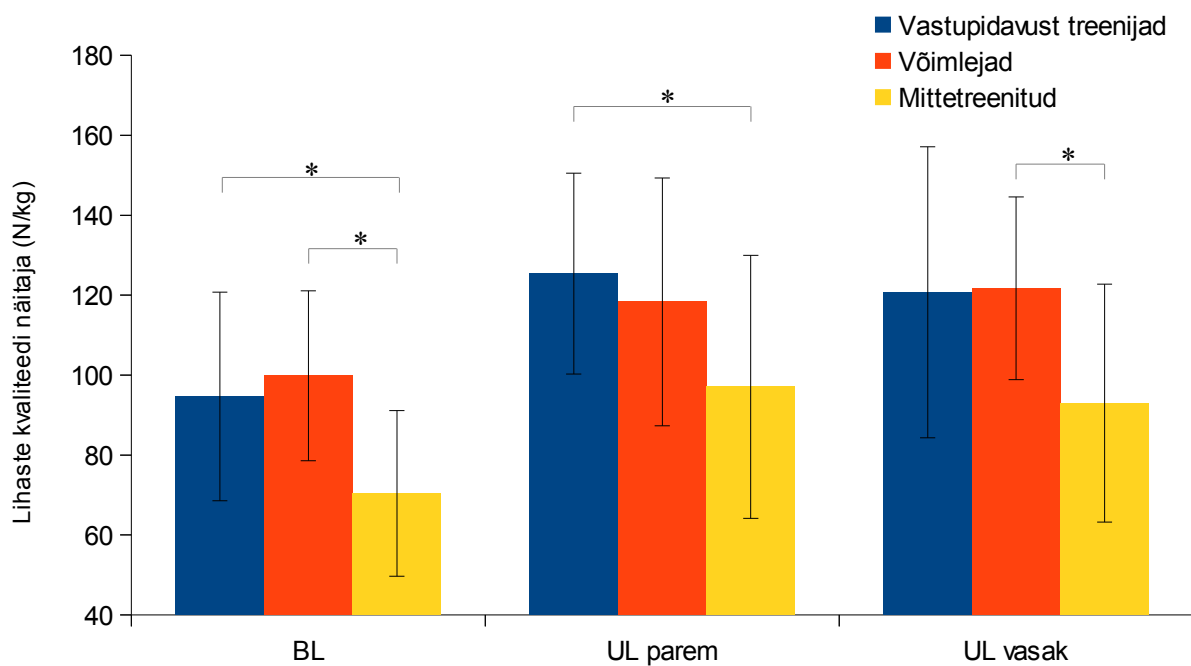


Joonis 2. Alajäsemete sirutajalihase isomeetriline maksimaaljõud (A) ja suhteline jõud (B) vanemaelistel vastupidavust treenijatel, võimlejatel ja mittetreinitud naistel (keskmine \pm SD).

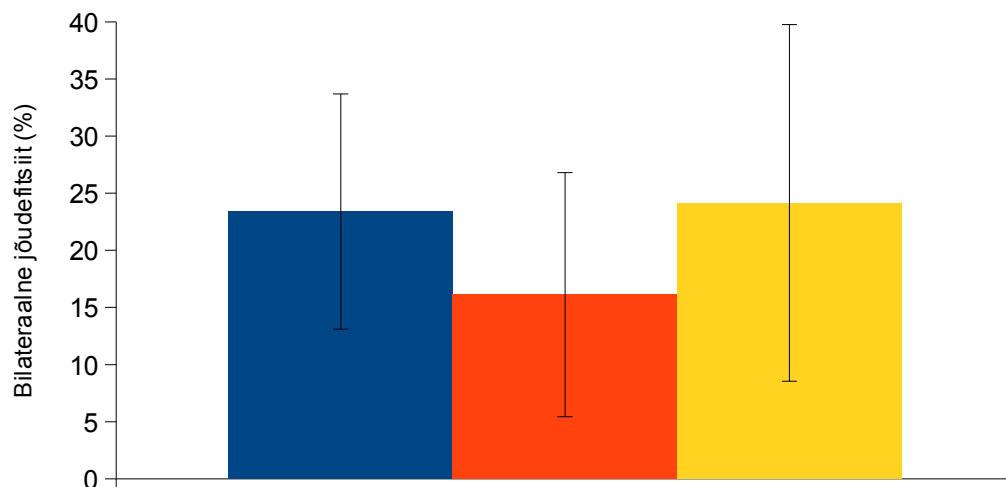
BL - alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel, UL - alajäseme sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel.

* $p < 0,05$.

A



B



Joonis 3. Alajäsemete lihaste kvaliteedi näitaja (A) ja bilateraalne jõudefitsiit (B) vanemaealistel vastupidavust treenijatel, võimlejatel ja mittetreenitud naistel (keskmine \pm SD).

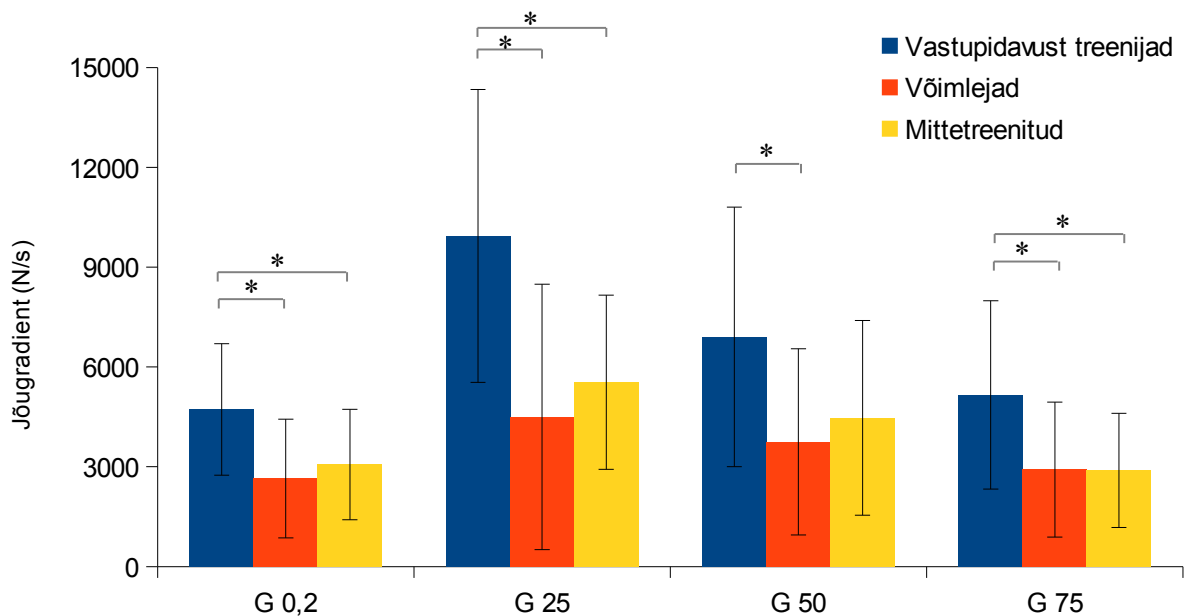
BL – bilateraalne pingutus, UL – unilateraalne pingutus.

* $p < 0,05$.

4.2. Alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse ja lõõgastuse võime näitajad

Vastupidavust treenijatel olid alajäsemete sirutajalihaste kiirel tahtelisel pingutusel määratud jõugradiendid $G_{0,2}$, G_{25} , G_{50} ja G_{75} suuremad ($p < 0,05$) võrreldes võimlejatega. Samuti olid suuremad ($p < 0,05$) vastupidavust treenijate jõugradiendid võrreldes mittetreenitutega kõikides näitajates, välja arvatud jõugradient G_{50} , kus oluline erinevus puudus (joonis 4).

Uuritud gruppide vahel puudus oluline erinevus pingutuse latentsiajas. Lõõgastumise latentsiaeg oli lühem ($p < 0,05$) võimlejatel võrreldes mittetreenitutega. Poolelõõgastuse aeg oli lühem ($p < 0,05$) vastupidavust treenijatel ja võimlejatel võrreldes mittetreenitutega. Vastupidavust treenijatel ja võimlejatel lõõgastuse latentsiaegades ja poolelõõgastuse latentsiaegades olulist erinevust ei ilmnenud (tabel 2).



Joonis 4. Alajäsemete sirutajalihaste kiirel tahtelisel pingutusel määratud jõugradiendid vanemaealistel vastupidavust treenijatel, võimlejatel ja mittetreenitud naistel (keskmine \pm SD).

$G_{0,2}$ – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 0,2 sekundit pärast pingutuse algust; G_{25} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 25% pingutuse juures; G_{50} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 50% pingutuse juures; G_{75} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 75% pingutuse juures.

* $p < 0,05$

Tabel 2. Alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse latentsiaeg (Lat_p), lõõgastuse latentsiaeg (Lat_t) ja poole lõõgastuse aeg (HRT) vanemaealistel vastupidavust treenijatel, võimlejal ja mittetreenitud naistel (keskmine \pm SD).

Grupid	Lat_p [s]	Lat_t [s]	HRT [s]
Vastupidavust treenijad	0,23 \pm 0,04	0,36 \pm 0,26	0,12 \pm 0,13
Võimlejad	0,25 \pm 0,04	0,25 \pm 0,07	0,07 \pm 0,01
Mittetreenitud	0,22 \pm 0,03	0,37 \pm 0,16 [#]	0,35 \pm 0,34 ^{*#}

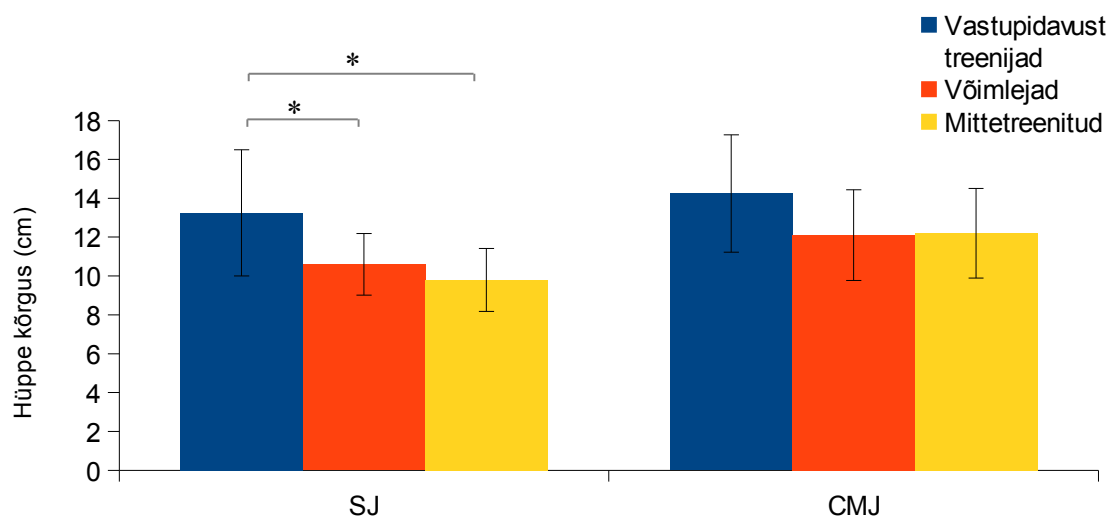
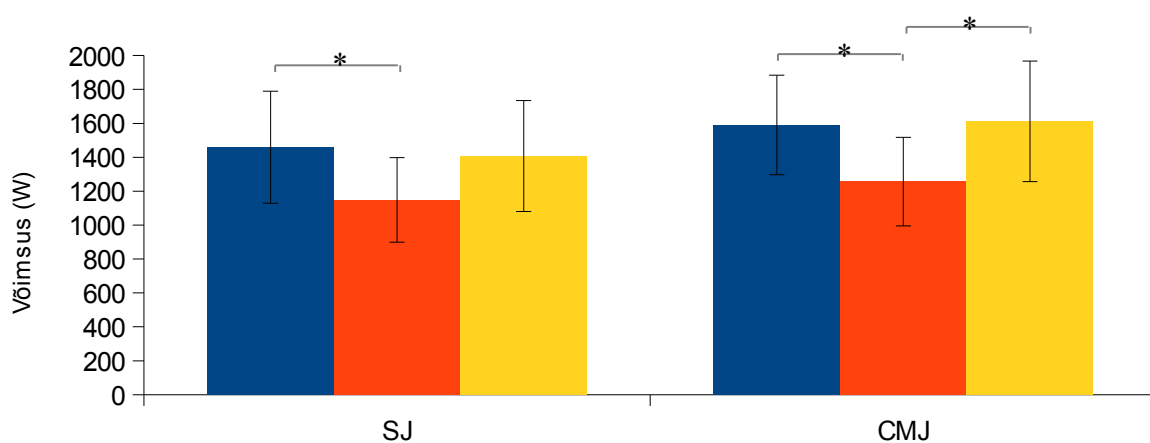
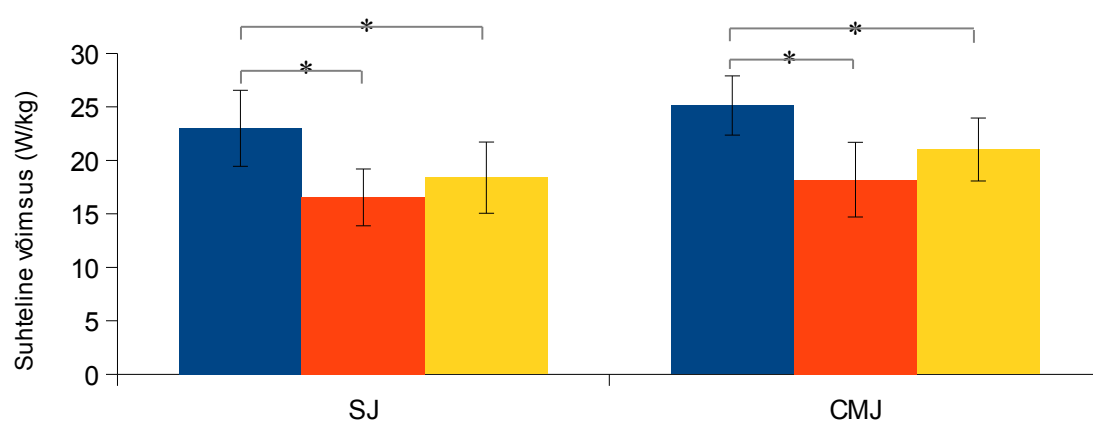
* $p < 0,05$ võrreldes vastupidavust treenijatega

[#] $p < 0,05$ võrreldes võimlejate grupiga

4.3. Paigalt üleshüppe võime näitajad

Poolkükist sooritatud hüppe kõrgus oli vastupidavust treenijatel suurem ($p < 0,05$) võrreldes võimlejatega ja mittetreenitutelega. Võimlejate ja mittetreenitute hüppe kõrguses olulisi erinevusi ei olnud (joonis 5A). Sama soorituse juures mõõdetud võimsus oli suurem ($p < 0,05$) vastupidavust treenijatel võrreldes võimlejatega. Võimlejate ja mittetreenitute poolkükist üleshüppe võimsuses erinevusi ei olnud. (joonis 5B). Suhteline võimsus, mis näitab võimsust kilogrammi kehamassi kohta, oli vastupidavust treenijatel oluliselt suurem ($p < 0,05$) võrreldes nii võimlejatega kui ka mittetreenitutelega (joonis 5C).

Püstiasendist eelneva allaistega sooritatud hüppel ei olnud hüppe kõrgusel gruppide vahel olulisi erinevusi (joonis 5A). Samas oli hüppel määratud võimsus suurem ($p < 0,05$) vastupidavust treenijatel ja mittetreenitutel võrreldes võimlejatega. Vastupidavust treenijate ja mittetreenitute vahel oluline erinevus puudus (joonis 5B). Suhteline võimsus oli vastupidavust treenijatel oluliselt suurem ($p < 0,05$) võrreldes võimlejate ja mittetreenitutelega (joonis 5C).

A**B****C**

Joonis 5. Hüppe kõrgus (A) ja hüppel registreeritud absoluutne võimsus (B) ja suhteline võimsus (C) vastupidavust treenijatel, võimlejatel ja mittetreenitutel (keskmine \pm SD).

SJ – poolkükist sooritatid üleshüpe; CMJ – püstiasendist eelneva allaistega sooritatud hüpetel

* $p < 0,05$.

4.4. Keha koostis ja luutihedus

Keha koostise ja luutiheduse mõõtmisel saadud tulemused on toodud tabelis 3. Võimlejal ja mittetreenitutel oli keha rasvaprotsent suurem ($p < 0,05$) võrreldes vastupidavust treenijatega.

Mittetreenitud naistel olid suuremad ($p < 0,05$) ülajäsemete (parem ja vasak käsi) kogumassid võrreldes vastupidavust treenijatega. Teistes määratud näitajates olulisi erinevusi ei leitud.

Tabel 3. Keha rasvaprotsent ning jäsemete massi ja luutiheduse näitajad vastupidavust treenijatel, võimlejal ja mittetreenitutel (keskmine \pm SD).

		Vastupidavust treenijad	Võimlejad	Mittetreenitud
Keha rasvaprotsent (%)		30,2 \pm 5,4	37,0 \pm 3,8 *	40,0 \pm 4,9 *
Vasak ülajäse	kogumass (kg)	3,0 \pm 0,6	3,3 \pm 0,7	3,8 \pm 0,6 *
	lihassmass (kg)	1,7 \pm 0,2	1,7 \pm 0,4	1,9 \pm 0,3
	luumass (kg)	0,12 \pm 0,01	0,12 \pm 0,03	0,13 \pm 0,03
	luutihedus (g/cm²)	0,67 \pm 0,05	0,66 \pm 0,11	0,66 \pm 0,07
Parem ülajäse	kogumass (kg)	3,3 \pm 0,9	3,6 \pm 0,7	4,1 \pm 0,8 *
	lihassmass (kg)	2,0 \pm 0,3	1,9 \pm 0,3	2,2 \pm 0,4
	luumass (kg)	0,13 \pm 0,01	0,13 \pm 0,03	0,14 \pm 0,03
	luutihedus (g/cm²)	0,67 \pm 0,05	0,66 \pm 0,14	0,68 \pm 0,07
Vasak alajäse	kogumass (kg)	11,0 \pm 2,6	12,3 \pm 2,4	11,9 \pm 1,4
	lihassmass (kg)	6,8 \pm 1,3	7,0 \pm 1,0	6,8 \pm 0,9
	luumass (kg)	0,37 \pm 0,05	0,37 \pm 0,07	0,37 \pm 0,08
	luutihedus (g/cm²)	1,08 \pm 0,08	1,01 \pm 0,11	1,05 \pm 0,14
Parem alajäse	kogumass (kg)	11,5 \pm 2,8	12,5 \pm 2,3	12,3 \pm 1,6
	lihassmass (kg)	7,2 \pm 1,3	7,1 \pm 1,1	7,1 \pm 1,1
	luumass (kg)	0,37 \pm 0,04	0,37 \pm 0,08	0,37 \pm 0,08
	luutihedus (g/cm²)	1,07 \pm 0,08	1,00 \pm 0,12	1,06 \pm 0,13

* $p < 0,05$ võrreldes vastupidavust treenijatega.

4.5. Korrelatsioonianalüüs

Vanemaealistel vastupidavust treenijatel naistel oli alajäsemete sirutajalihaste isomeetiline maksimaaljõud oluliselt positiivselt seotud alajäsemete luumassi ja luutihedusega, samuti bilateraalsel pingutusel registreeritud alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse jõugradientidega. Negatiivselt olid omavahel seotud vanus ja alajäsemete sirutajalihaste isomeetiline maksimaaljõud ning alajäsemete sirutajalihaste kiirel tahtelisel pingutusel registreeritud jõugradiendid $G_{0,2}$ ja G_{50} . Parema käe haardejõud korreleerus positiivselt parema jala sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõuga unilateraalsel pingutusel ja jõugradiendiga kiirel tahtelisel pingutusel 50% jõuarenduse juures (joonis 6A).

Vastupidavust treenijatel poolkükist üleshüppel ja püstiasendist eelneva allaistega sooritatud hüppel registreeritud jalalihaste võimsus oli oluliselt seotud alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutusel registreeritud jõugradientidega ja alajäsemete massiga, samuti oli positiivne seos JLMI ja hüppel registreeritud võimsuse vahel. Vanus korreleerus negatiivselt poolkükist sooritatud üleshüppe võimsusega (joonis 6B).

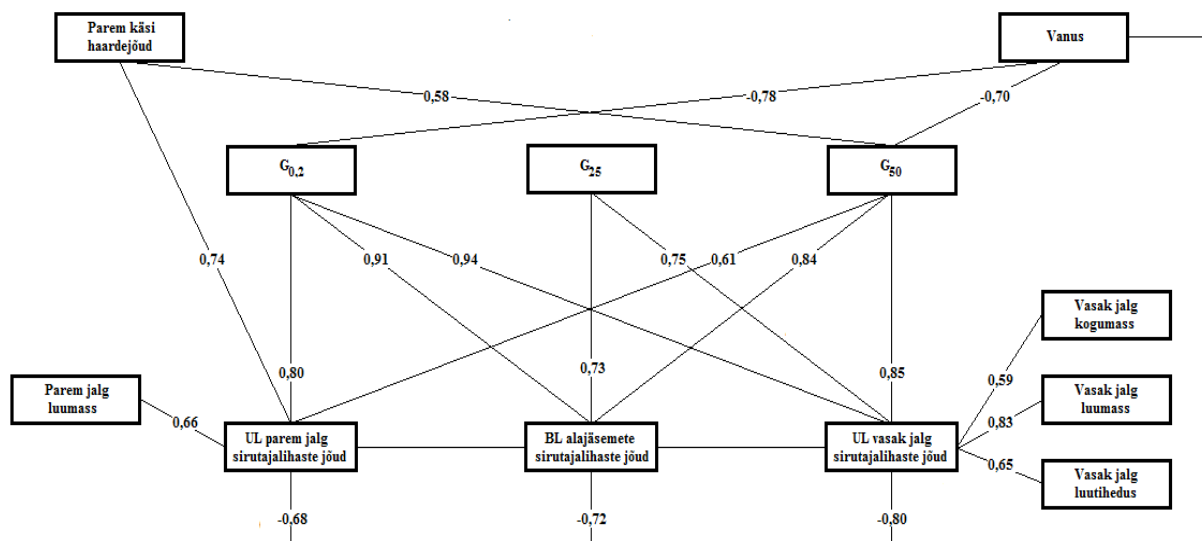
Võimlejate tulemuste analüüsis ei olnud statistiliselt olulisi korrelatsiooniseoseid alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõu ja kiirel tahtelisel pingutusel registreeritud jõugradientide ning keha koostise tulemuste vahel. Samas mõjutas oluliselt käe haardejõudu vastava käe luumass ja luutihedus. Vanus oli negatiivses korrelatsioonis vasaku käe haardejõuga ja JLMI positiivselt seotud parema käe haardejõuga (joonis 7A).

Võimlejate hüppel registreeritud alajäsemete võimsus oli poolkükist sooritatud üleshüppe puhul positiivses korrelatsioonis alajäsemete luumassi ja luutihedusega ning püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüppel seotud alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse jõugradientidega. Samuti mõjutasid võimsust positiivselt käe haardejõud ja negatiivselt vanus (joonis 7B).

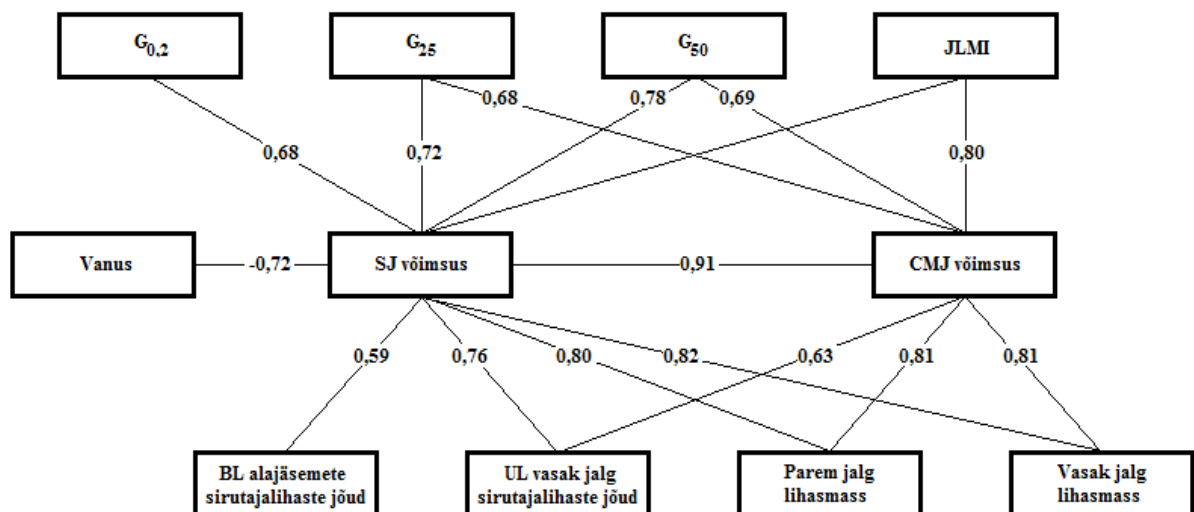
Mittetreenitutel olid ülajäsemete lihassmass, luumass ja luutihedus positiivses korrelatsioonis käe haardejõuga, mis oma korda oli positiivses seoses alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse jõugradiendiga $G_{0,2}$. Jõugradient $G_{0,2}$ oli seotud alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõuga (joonis 8A).

Mittetreenitute hüppe võimsus oli positiivses korrelatsioonis alajäsemete lihassmassi, luumassi ja luutihedusega ja ka sirutajalihaste isomeetrilise maksimaaljõuga. Ülajäsemete haardejõud ja JLMI olid mõlemad positiivses seoses hüppel määratud võimsusega (joonis 8B).

A



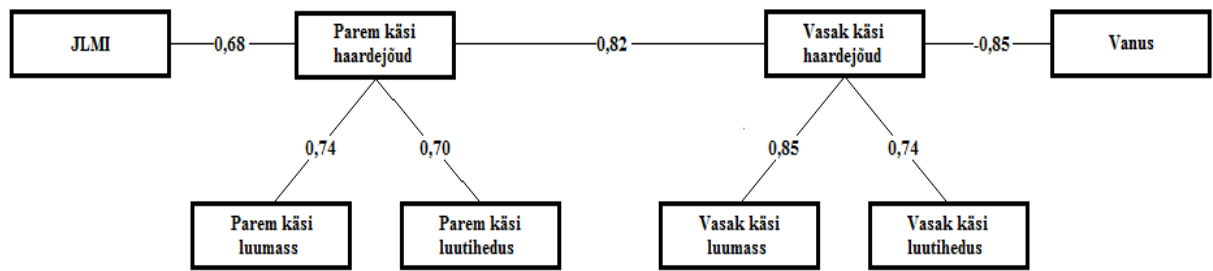
B



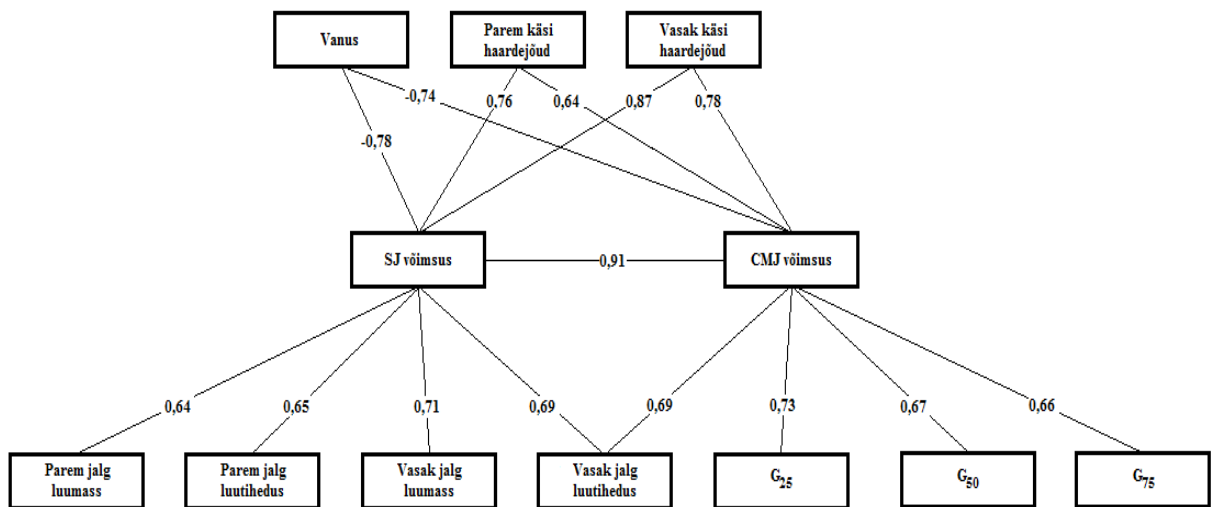
Joonis 6. Lihaskõu ja teiste määratud parameetrite (A) ning hüppel registreeritud võimsuse ja teiste määratud parameetrite (B) seosed vastupidavust treenijatel (Olulisuse nivoo: $r \geq 0,58$, $p < 0,05$).

JLMI – jäsemete lihasmassi indeks; $G_{0,2}$ – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 0,2 s pärast pingutuse algust, G_{25} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel pingutusel 25% jõuarenduse juures; G_{50} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel pingutusel 50% jõuarenduse juures; SJ – poolkükist sooritatud üleshüpe; CMJ – püstiasendist eelneva allaistega sooritatud hüpe; BL – bilateraalne pingutus; UL – unilateraalne pingutus

A



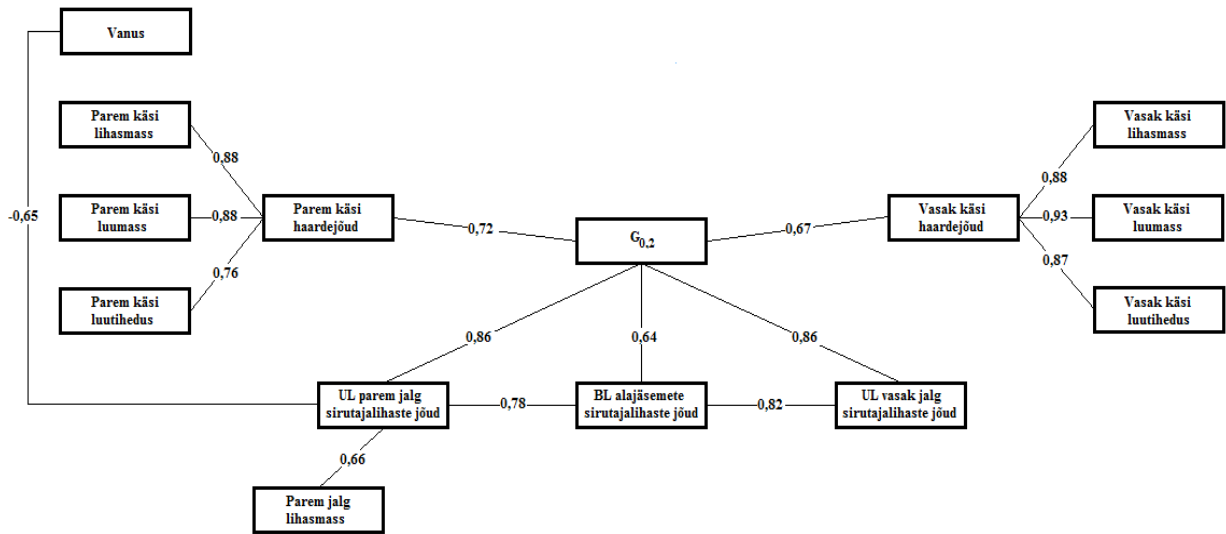
B



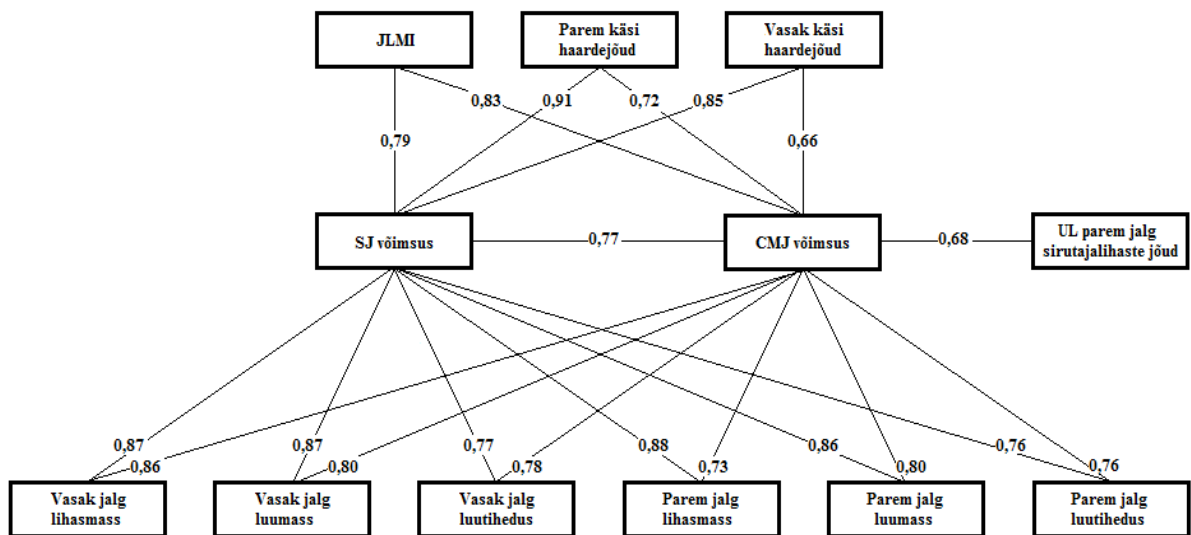
Joonis 7. Lihasjõu ja teiste määratud parameetrite (A) ning hüppel registreeritud võimsuse ja teiste määratud parameetrite (B) seosed võimlejalatel (Olulisuse nivoo: $r \geq 0,64$, $p < 0,05$).

JLMI – jäsemete lihasmassi indeks; G_{0,2} – jõugradient tahtelisel maksimaalsel isomeetrilisel pingutusel 0,2 s pärast pingutuse algust, G₂₅ – jõugradient tahtelisel maksimaalsel pingutusel 25% jõuarenduse juures; G₅₀ – jõugradient tahtelisel maksimaalsel pingutusel 50% jõuarenduse juures; G₇₅ – jõugradient tahtelisel maksimaalsel pingutusel 75% jõuarenduse juures; SJ – poolkükist sooritatud üleshüpe; CMJ – püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüpe

A



B



Joonis 8. Lihasjõu ja teiste määratud parameetrite (A) ning hüppel registreeritud võimsuse ja teiste määratud parameetrite (B) seosed mittetreinitutel (Olulisuse nivoo: $r \geq 0,64$, $p < 0,05$).

JLMI – jäsemete lihasmassi indeks; $G_{0,2}$ – jõugradient tahtlisel maksimaalsel isomeetrisel pingutusel 0,2 s pärast pingutuse algust; SJ – poolkükist sooritatud üleshüpe; CMJ – püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüpe; BL – bilateraalne pingutus; UL – unilateraalne pingutus

5. ARUTELU

Käesolevas töös uuriti pikaajalise süstemaatilise erineva iseloomuga kehalise aktiivsuse (vastupidavus treening vs võimlemine) mõju üla- ja alajäsemete lihasjõu ning lihassmassi ja luukoe näitajatele, samuti eespool mainitud parameetrite omavahelisi seoseid. Kõik kolm uuritud gruppi olid sarnased arvestades vaatlusaluste vanust ja pikkust. Grupid, kus osalejad olid kehaliselt aktiivsed (vastupidavust treenijad ja võimlejad) olid vaatlusalused sarnased nii vanuse, pikkuse, kehamassi kui ka kehamassiindeksi poolest. Kehalist aktiivsust silmas pidades olid vastupidavust treenijate ja võimlejate kehaline aktiivsus sarnane treening kordade arvu, ajalise kestuse ja treeningstaaži poolest. Mittetreenitutel olid nii kehamass ja kehamassiindeks oluliselt suuremad võrreldes vastupidavust treenijatega, samas ei olnud neil olulist erinevust nendes parameetrites võimlejatega.

5.1. Üla- ja alajäsemete isomeetriline maksimaaljõud

Käe haardejõud oli käesolevas uuringus sarnane kõigis kolmes vaatlusaluses grupis ning statistilist olulist erinevust ei ilmnunud. Steffl jt (2015) uuringus, kus osalesid vanemaealised naised oli tugevama käe haardejõud keskmiselt 30,7 kg, mis on sarnane käesoleva uuringu tulemustega, kuigi seal osalenute keskmine vanus oli mõnevõrra väiksem (66,1 aastat). On näidatud, et naistel, kellel keskmine vanus oli 70,1 aastat paranes dominantse käe haardejõud 32 nädalase treeningu järel 24,7 kilogrammilt 27,0 kilogrammini (Marques et al., 2011). Antud uuringu vaatlusalused olid sarnased meie uuringus osalenutega, kuid isegi pärast treeningut oli nende käe haardejõud mõnevõrra väiksem, kui meie uuringu mittetreenitute käe haardejõud. Ühes uuringus, kus olid naissoost vaatlusalused, keskmise vanusega 75 aastat, ehk nende vanus oli kõrgem võrreldes käesoleva uuringuga, oli dominantse käe haardejõud keskmiselt 21,3 kg (Visser et al, 2000), veel vanematel naistel (keskmise vanus 84,9 aastat), oli tugevama käe haardejõud keskmiselt 17,8 kg (Legrand et al., 2013). Seega vanuse kasvades vähenb oluliselt käe haardejõud.

Vananedes leiavad aset ulatuslikud muutused keha koostises, mille tulemusena väheneb kehamass ja suureneb rasvamassi osakaal ning väheneb oluliselt lihasjõud (Pisciottano et al., 2014). Lihassmass väheneb aastas umbes 1-2% pärast 50-ndat eluaastat, lihasjõud aga 1-1,5% aastas 50nda ja 60nda eluaasta vahel, sealt edasi on lihasjõu langus kuni 3% aastas (Legrand et al., 2013). Olgugi, et lihasjõu vähenemine ei ole seotud ainult

lihassassi vähenemisega on lihassassi ja genereeritava jõu vahel siiski seos olemas (McPhee et al., 2013; Pisciottano et al., 2014). Vanusega kaasnev lihasjõu vähenemine on tingitud lihassassi vähenemisest, sealhulgas II tüüpi lihaskiudude läbimõõdu- ja lihaskiudude pikkuse vähenemisest (Clark & Manini, 2012), lihaste denervatsioonist ja tahtelise aktivatsiooni langusest (Pisciottano et al., 2014), samuti rasv- ja sidekoe osakaalu suurenemisest (Seene & Kaasik, 2012). Pikaajalised uuringud on näidanud, et väiksem käe haardejõud on seoses kehalise võimekuse langusega ja seeläbi on käe haardejõud üks indikaatoreid ennustamaks vanemaealiste iseseisvat hakkama saamist. Seetõttu on mitmete uuringute tulemusena leitud, et lihasjõud ja mobiilsus on paremad indikaatorid näitamaks vanemate inimeste võimekust igapäevaeluga toime tulekuks, võrreldes lihassassiga (Legrand et al., 2013). Nagu varasemalt välja toodud on regulaarse treeningu tulemusena käe haardejõud vanemaealistel naistel oluliselt paranenud (Marques et al., 2011; Nascimento et al., 2014). Meie uuringus ei erinenud ülajäsemete haardejõud treenijate ja mittetreenitute võrdluses.

Käe haardejõud on üks parameetritest, mille alusel on võimalik diagnoosida sarkopeeniat. Kasutades antud kriteeriumit võib öelda, et sarkopeeniaga on tegemist juhul, kui naistel on käe haardejõud väiksem kui 20 kg (Cruz-Jentoft et al., 2010). Antud uuringus oli ühe indiviidi käe haardejõud antud kriteeriumist väiksem.

Võrreldes suhtelist käe haardejõudu vanemaealist naiste uuritud gruppides ilmnes, et vastupidavust treenijatel oli käe haardejõud oluliselt suurem suhtelises jõus, mis näitab käe haardejõudu kilogrammi kehamassi kohta. Vastupidavust treenijatel oli suhteline jõud oluliselt suurem nii parema kui ka vasaku ülajäseme puhul võrreldes võimlejate ja mittetreenitutega. Samas ei olnud aga olulist erinevust selles näitajas võimlejal ja mittetreenitel. Meie uuringus saadud tulemused suhtelise käe haardejõu kohta on sarnased tulemustega, mis saadi vanemaealiste naistega, kes jagati uuringus gruppidesse vastavalt nende kehamassile: normaalkaal, ülekaal ja rasvunud (Dong et al., 2015). Tulemuste analüüsil selgus, et käe haardejõus ei olnud gruppide vahel statistiliselt olulist erinevust. Suhteline käe haardejõud, oli normaalkaalus naistel oluliselt suurem võrreldes rasvunud vaatlusalustega. Vananedes suureneb keha rasvamassi osakaal ja väheneb lihasjõud, kuid need mõlemad on mõjutatavad kehalise aktiivsusega. See seletab meie uuringus vastupidavust treenijate suhtelise käe haardejõu oluliselt suuremaid tulemusi mittetreenitute suhtes.

Käesolevas uuringus oli käe haardejõud positiivses korrelatsioonis ülajäsemete luumassi ja luutihedusega võimlejate ja mittetreenitel. Mittetreenitel oli käe haardejõud oluliselt positiivselt seotud ülajäsemete lihassassiga. Vastupidavust treenijatel olulised seosed käe haardejõu ja ülajäsemete lihas- ja luu parameetritega puudusid. Mitmes uuringus, kus

vaatlusalusteks on mittetreenitud vanemaealised naised, on tulemuste analüüsil leitud sarnaselt meie uuringuga, et käe haardejõud on positiivselt seotud käe lihasmassiga (Legrand et al., 2013; Steffl et al., 2015; Visser et al., 2000). Samuti näitasid Legrand jt (2013) käe haardejõu olulist seost kehalise võimekusega. Meie uuringus oli sarnaselt eelmainituga käe haardejõud seotud alajäsemete tahtelise isomeetrilise maksimaaljõuga ja mõningate alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelisel pingutusel määratud jõugradientidega ning võimlejate ja mittetreenitute puhul ka alajäsemete lihaste võimsusega.

Alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel oli suurim võimlejal (keskmiselt 1376 N) ja väiksem mittetreenitutel (keskmiselt 977 N), vastupidavust treenijate maksimaaljõud oli keskmiselt 1321 N. Seejuures statistiliselt oluliselt oli näitaja võimlejal suurem võrreldes mittetreenitute (joonis 2A). Vasaku jala sirutajalihaste maksimaaljõud unilateraalsel pingutusel oli võimlejal oluliselt suurem kui mittetreenitutel. Alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud, võib vanemaealistel naistel oluliselt paraneda kehalise treeningu tulemusel. Uuringus, kus vanemaealised naised läbisid poole aastase jõutreeningu programmi selgus, et eksperimentaalgrupi alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud suurenes keskmiselt 57% (Häkkinen et al., 1998). Enne sekkumist mõõdeti alajäsemete sirutajalihaste isomeetriliseks maksimaaljõuks bilateraalsel pingutusel keskmiselt 1104 N ja pärast treeningperioodi keskmiselt 1682 N. Algselt mõõdetud jõunäitaja on veidi suurem meie uuringus määratud mittetreenitud naiste näitajast, kuid siiski väiksem vastupidavust treenijate ja võimlejate jõunäitajatest. Kuna tegeleti spetsiaalselt alajäsemetele suunatud jõutreeninguga oli uuringu lõpuks saavutatud maksimaaljõud suurem meie uuringus vastupidavust treenijate ja võimlejate jõunäitajatest.

Alajäsemete sirutajalihaste suhteline jõud, mis näitab jõudu kilogrammi kehamassi kohta, oli statistiliselt oluliselt suurem vastupidavust treenijatel ja võimlejal võrreldes mittetreenitute. Unilateraalsel pingutusel oli nii parema kui ka vasaku alajäseme suhteline sirutajalihaste jõud oluliselt suurem vastupidavust treenijatel võrreldes mittetreenitute. Võimlejal oli unilateraalsel pingutusel suurem vasaku alajäseme suhteline jõud mittetreenitute suhtes. Bilateraalne jõudefitsiit oli suurim mittetreenitutel ja väiksem võimlejal, samas ei olnud aga statistiliselt olulist erinevust kolme grupi vahel. Bilateraalne jõudefitsiit võib olla tingitud kesknärvisüsteemi limiteeritud võimest aktiveerida kõiki agonist- ja sünergistlihaseid üheaegselt ning tavaliselt on bilateraalne jõudefitsiit suurem mittetreenitud indiviididel ning bilateraalse jõudefitsiit ei ole suurel määral mõjutatud vananemisprotsessidest (Yamauchi et al., 2009).

Alajäsemete lihaste kvaliteedi näitaja, mis leiti alajäsemete sirutajalihaste

maksimaaljõu ja alajäseme lihsmassi suhtena, oli bilateraalsel pingutusel vastupidavust treenijatel ja võimlejal oluliselt suurem võrreldes mittetreenitute. Parema jala unilateraalsel pingutusel oli alajäseme lihaste kvaliteedi näitaja oluliselt suurem vastupidavust treenijatel võrreldes mittetreenitute ja vasakul jalal oli lihaste kvaliteedi näitaja võimlejal oluliselt suurem võrreldes mittetreenitute. Lihast kvaliteedi näitaja iseloomustab lihase jõu genereerimise võimet lihsmassi suhtes. Seda kasutatakse enamasti sarkopeenia alastes uuringutes, et hinnata lihasraku siseseid muutusi ja selle seost kehalisele võimekusele vanematel inimestel (Fragala et al., 2015).

Goodpaster jt (2006) uuringu tulemustest selgus, et aastas on naiste alajäsemete jõu langus ligikaudu kolm korda suurem, võrreldes alajäsemete lihsmassi vähenemisega. Samuti leidsid autorid, et lihsmassi säilitamine või isegi lihsmassi suurenemine ei hoi ära vanusest tingitud lihasjõu vähenemist. Uuringus, kus osalesid terved ja iseseisvad naised, kes olid vähemalt 65 aastased oli alajäsemete lihsmass tugevalt seotud alajäsemete jõunäitajatega (Pisciottano et al., 2014). Shigematsu ja teised (2006) töid välja olulise seose alajäsemete isomeetrilise jõu ja luumurru tekkimise tõenäosuse vahel: mida suurem oli vaatlusaluste isomeetiline alajäsemete jõud, seda väiksem luumurru tekkimise risk.

Naistel on vanusest tulenev lihasjõu langus suurem alajäsemetes võrreldes ülajäsemetega (Lynch et al., 1999). Meie uuringus moodustas dominantse käe haardejõud alajäsemete sirutajalihaste bilateraalsest jõust vastupidavust treenijatel keskmiselt 2,5%, võimlejal 2,2% ja mittetreenitutel 3,3%. Kuna käe haardejõud oli kõigil vaatlusalustel gruppidel sarnane, võib järeldada, et vastupidavust treenijatel ja võimlejal säilis alajäsemete isomeetiline maksimaaljõud suuremal määral võrreldes mittetreenitute.

5.2. Alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse võime

Alajäsemete sirutajalihaste kiirel tahtelisel pingutusel registreeritud jõugradiendid olid vastupidavust treenijatel oluliselt suuremad võrreldes võimlejal määratud jõugradientidega. Samuti olid oluliselt suuremad jõugradiendid $G_{0,2}$, G_{25} ja G_{75} vastupidavust treenijatel võrreldes mittetreenitute. Võimlejate ja mittetreenitute registreeritud jõugradientide vahel olulist erinevust ei olnud. Varasemates uuringutes on leitud, et vanematel inimestel on jõugradiendid maksimaalsel pingutusel oluliselt väiksemad võrreldes noorematega. Lisaks faktoritele, mis mõjutavad lihasjõu langust vananevas organismis võib olla see tingitud morfoloogilistest muutustest kõõlustes. Vähenenud kõõluste jäikus mõjutab jõu ülekannet lihastelt skeetile ja seeläbi väheneb maksimaalne jõumoment (Schmidt et al., 2014). Seega võib öelda, et kiirusjõud on mõjutatud kehalisest treeningust ning vastupidavust treenijad

näitasid oluliselt tugevamaid tulemusi võrreldes mittetreenituteaga.

Meie uuringus määratud alajäsemete sirutajalihaste kiire tahtelise pingutuse latentsiaeg oli sarnane kõigis kolmes grupis ning statistilist olulist erinevust gruppide vahel ei ilmnenud. Lõõgastuse latentsiaeg ja poolelõõgastuse aeg oli lühem võimlejal. Lõõgastuse latentsiaeg oli võimlejal oluliselt lühem võrreldes mittetreenituteaga, vastupidavust treenijatega olulist vahet ei olnud. Võimlejal ja ka vastupidavust treenijatel oli poolelõõgastuse aeg oluliselt lühem võrreldes mittetreenituteaga. Reaktsiooniaeg on ajavahemik, mis kulub reageerimiseks välisele ärritajale ning see on tavapäraselt suurem vanematel inimestel, võrreldes noorematega. Vanusega kaasnevat reaktsiooniaja pikenedamist seostatakse eelkõige muutustega kesknärvisüsteemis, aga ka lihaste kontraktiilses aparatis. Reaktsioon hakkab aeglustuma alates 20ndast eluaastast ning see on lineaarne, kasvades aastas keskmiselt 0,5 ms. Olgugi, et vananemine mõjutab oluliselt reaktsiooniaega, on leitud, et kehaliselt aktiivsetel vanematel inimestel on reaktsiooniaeg märgatavamalt lühem võrreldes nende inaktiivsete eakaaslastega, samuti on leitud positiivne seos reaktsiooniaja ja alajäsemete lihasjõu vahel (Hunter et al., 2001). Seega võib eeldada, et treenijate pingutuse latentsiaeg on oluliselt lühem võrreldes mittetreenituteaga. Üllatuslikult oli meie uuringus mittetreenitutel kiire tahtelise pingutuse latentsiaeg mõnevõrra lühem, kuid statistilist olulist erinevust gruppide vahel siiski ei ilmnenud.

Vanusega kaasnevad olulised muutused närvi-lihasaparaadis, mille tulemusel langeb liigutuste kiirus ning lihasjõud ja selle produtseerimise ja lõõgastumise kiirus. See on tingitud motoneuronite vähenemisest, mille kadu tingib lihaskiudude pindala ja arvu vähenemise, lihaskiudude denervatsioonist, suurenenud antagonistlihaste koaktivatsioonist ja vähenenud agonistlihaste aktivatsioonist. On leitud, et vananemisel aeglustub närviotsuste liikuvuse kiirus, mille tulemusena aeglustub erutuse teke ja seeläbi pikeneb aeg liigutuse sooritamiseks. On leitud, et jõutreening mõjutab positiivselt lihasmassi ja treeningu tulemusel paraneb närvi-lihasüsteemi funktsionaalsus vanematel inimestel, mille tulemusena paraneb üldine kehaline võimekus (Aagaard et al., 2010). Käesolevas uuringus oli oluline vahe lõõgastuse ja poolelõõgastuse latentsiaegades, mis näitab, et vanemaeliste võimlejate närviotsuste liikumise kiirus ning erutuse tekkimise ja pidurdumise protsessid olid oluliselt kiiremad võrreldes mittetreenituteaga.

5.3. Paigalt üleshüppe võime

Poolkükist sooritatud (SJ) üleshüppel, kus on tegemist kontsentrilise lihastööga, oli hüppe kõrgus vastupidavust treenijatel (keskmiselt 13,3 cm) oluliselt suurem võrreldes

võimlejate (keskmiselt 10,6 cm) ja mittetreenitute (keskmiselt 9,8 cm) (joonis 5A). Püstiasendist sooritatud eelneva allaistega üleshüppel (CMJ), so ekstsentrilis-kontsentris lihastööl, oli võimlejal ja mittetreenitel hüppe kõrgus peaaegu sama (gruppide keskmised hüppe kõrgused vastavalt 12,1 ja 12,2 cm), samas kui vastupidavust treenijatel oli hüppe kõrgus oli 14,3 cm, kuid statistilist olulist erinevust gruppide vahel ei olnud. Uuringus, kus osalesid terved inaktiivsed naised määrati kontrollgrupil SJ üleshüppe kõrguseks 11,3 cm ja CMJ hüppel 12,4 cm (Kalapotharakos et al., 2005). Nende eakaaslased, kes läbisid eksperimendi käigus jõudu arendava treeningprogrammi, määrati SJ hüppe kõrguseks enne sekkumist 11,4 cm ja pärast treeningut 14,0 cm, CMJ hüppel olid tulemused vastavalt 12,2 ja 14,7 . Need tulemused on sarnased käesoleva uuringu tulemustega, kuigi SJ hüppe kõrgus oli mittetreenitel veidi väiksem. Pärast jõutreeningut määratud tulemused on sarnased meie uuringu vastupidavust treenijate tulemustega. Uuringus, kus vanemaealised (keskmine vanus 69,5 aastat) võimlemise või jõutreeninguga tegelevad naised sooritasid CMJ üleshüpet, saadi hüppe kõrguseks 10,73 cm (Farias et al., 2013). Häkkineni jt (1998) eksperimendis, kus vanemaealised naised läbisid kuue kuulise jõutreeningu programmi, kasvas oluliselt SJ hüppe kõrgus.

Hüppel registreeritud alajäsemete lihaste võimsus oli SJ hüppel suurim vastupidavust treenijatel, mis oli oluliselt suurem võrreldes võimlejate alajäsemete lihaste võimsusega, samas ei olnud aga vastupidavust treenijatel olulist erinevust mittetreenitute hüppel registreeritud jalalihaste võimsusega. CMJ hüppel oli aga suurim võimsus mittetreenitel ja see oli oluliselt suurem võimlejate alajäsemete lihaste võimsusest. Oluliselt suurem oli ka vastupidavust treenijatel CMJ hüppel registreeritud võimsus võrreldes võimlejatega. Mittetreenitute ja vastupidavust treenijate alajäsemete võimsus CMJ hüppel ei erinenud. Suhteline võimsus kilogrammi kehamassi kohta oli nii SJ hüppel kui CMJ hüppel oluliselt suurem vastupidavust treenijatel võrreldes võimlejate ja mittetreenitute.

Uuringud, kus treeningu tulemusena on paranenud nii alajäsemete jõu- ja võimsuse näitajad, on leitud positiivne seos võimsuse suurenemise ja kehalise võimekuse paranemise vahel, seejuures ei leitud sellist seost lihasjõu paranemisel. Seda seetõttu, et võimsus peegeldab lisaks lihasjõule ka jäsemete liigutuse kiirust (Bean et al., 2010; Perry et al., 2007). Bean jt (2010) poolt läbiviidud uuringus selgus, et alajäsemete võimsuse suurenemine oli oluliselt seotud kehalise võimekuse paranemisega vanemaealistel, samas, kui alajäsemete lihasjõul ei olnud olulist seost mobiilsuse paranemisega. Samuti leidsid Perry jt (2007), et alajäsemete võimsus on oluline parameeter hindamaks vanematel inimestel kukkumiste riski. Hüppe võimsus annab hea ülevaate vanemaealiste kehalisest võimekusest, kuna soorituse

vastupanu on otseselt seotud vaatlusaluse enda kehamassiga, mis on sama vastupanu millega vaatlusalune peab toime tulema igapäevaelus, näiteks säilitama tasakaalu, tõusma püsti toolilt, kõndima üles treppidest (Runge et al., 2004).

Runge jt (2004) poolt läbiviidud uuringus selgus, et paigalt üleshüppel mõõdetud võimsus vähenes märkimisväärselt vanuse kasvades. Tulemuste analüüsil leiti, et alates teisest elu kümnendist kuni kaheksanda kümnendini väheneb üleshüppel genereeritud jalalihaste võimsus kuni 50% ning võimsuse vähenemine oli selle kuue kümnendi jooksul lineaarne. Korrelatsioon alajäsemete võimsuse ja vanuse vahel oli seda tugevam, kui arvesse võeti ka vaatlusaluste kehamass. Alajäsemete lihasvõimsuse vähenemisel vanuse kasvades on mitmeid põhjuseid: suurenenud rasvamassi osakaal kehas, lihassmassi ja sealjuures kiirete lihaskiudude hulga vähenemine, kesknärvisüsteemi töö aeglustumine ehk aeglustub erutuvuse teke (Runge et al., 2004).

Vastupidavust treenijatel oli oluliselt väiksem keha rasvaprotsent ning nende kiire tahtelise pingutuse jõugradiendid olid oluliselt suuremad võrreldes teiste vaatlusalustega, see on kooskõlas nende oluliselt suurema alajäsemete lihasvõimsusega. Kuna alajäsemete lihasjõul on leitud seos paigalt üleshüppel määratud võimsusega (Kalapotharakos et al., 2005) oleks võinud eeldada, et võimlejalatel on alajäsemete lihasvõimsus suurem võrreldes teiste gruppidega. Üllatuslikult oli võimlejate hüppel registreeritud võimsus väiksem võrreldes vastupidavust treenijatega ja mittetreenitute, samas oli hüppe kõrgus sarnane mittetreenitute. Selline erinevus alajäsemete lihasvõimsuses üleshüppel võib tuleneda nende väiksemast kehamassist võrreldes mittetreenitute.

5.4. Keha koostis ja luutihedus

Vastupidavust treenijatel oli oluliselt väiksem keha rasvaprotsent (keskmiselt 30,2%) kui võimlejalatel (keskmiselt 37,0%) ja mittetreenitutel (keskmiselt 40,0%) (tabel 3). Võimlejalatel ja mittetreenitutel rasvaprotsent oluliselt ei erinenud. Oluliselt väiksem kehamass, kehamassiindeks ja rasvaprotsent vastupidavust treenijatel on tõenäoliselt tingitud nende treeningu iseloomust. Mittetreenitutele sarnane kehamass, keha rasvaprotsent ja kehamassiindeks oli uuringus osalejatel, kus vaatlusalused läbisid kaheksa nädalase treeningprogrammi, mille jooksul tegeleti kepikõnniga kaks korda nädalas, korraga 60 minutit (Jasiński et al., 2015). Selline treening oli sarnane meie uuringus osalenud vastupidavust treenijate tavapärase treening rutiiniga. Treeningu tulemusena vähenes oluliselt osalejatel kehamass, kehamassiindeks ja keha rasvaprotsent, samal ajal tõusis statistiliselt oluliselt rasvavabamassi osakaal kehas, võrreldes näitajatega enne treeningprogrammi algust. Nende

eakaaslased, kes treeningprogrammis ei osalenud säilitasid kõik mõõdetud keha koostise näitajad samal tasemel. Seega mõjutab vastupidavustreening oluliselt keha koostise näitajaid (Jasiński et al., 2015). Uuringus, kus osalejad läbisid 32-nädalase treeningprogrammi, mille osaks olid nii venitus-, tasakaalu-, koordineerimis- kui ka jõuharjutused ja mis on oma olemuselt sarnane meie uuringus vaadeldud võimlejate grupi treeninguga, jäi osalejate kehamassiindeks vaadeldud uuringuperioodi vältel samaks, oluliselt vähenes aga keha rasvaprotsent, samas kui kontrollgrupi näitajad ei muutunud (Marques et al., 2011). Sellest võib järeldada, et kehaline aktiivsus mõjutab vaatlusaluste keha koostise näitajaid ning seetõttu oli meie uuringus vastupidavust treenijatel oluliselt väiksem keha rasvaprotsent, kehamass ja kehamassiindeks võrreldes mittetreenitutelega. Samuti olid need parameetrid väiksemad võimlejate grupil võrreldes mittetreenitutelega, kuid olulist erinevust siiski ei ilmnenud.

Ülajäsemete luumassis ja luutiheduses kolme grupi vahel erinevust ei olnud. Alajäsemete luumass ja luutihedus oli kõigil gruppidel sarnane. On leitud, et regulaarse jõutreeningu tulemusena on vanemaealistel mõningatel juhtudel luumass säilinud, kuid rohkem on aga tulemusi, mis näitavad, et luumass küll väheneb, kuid mitte nii kiiresti, kui vanemaealistel, kes on inaktiivsed. Paljud uuringud, kus on vaatluse all kõndimis treening ja luutihedus, ei ole leitud kindlaid tõendeid luutiheduse paranemise osas, samas aga arvatakse, et jooksmine omab märgatavamalt olulisemat mõju luutiheduse suurenemisele, kuna koormab mehaaniliselt skeletti suuremal määral võrreldes kõnniga (Gregov & Šalaj, 2014). Näiteks Yamazaki ja kaasautorite (2004) uuringus arenes oluliselt vaatlusaluste luutihedus nimmepiirkonnas pärast regulaarset vastupidavustreeningut.

Ülajäsemete mass oli mittetreenitutel statistiliselt oluliselt suurem võrreldes vastupidavust treenijate parema ja vasaku käe kogumassiga, võimlejatel oli ülajäsemete mass sarnane teiste vaatlusaluste gruppidega. Ülajäsemete lihasmass oli suurim mittetreenitutel ja väiksem võimlejatel, kuid olulist erinevust kolme rühma vahel ei ilmnenud. Alajäsemete mass oli suurim võimlejate grupis, lihasmass oli aga kõigil kolmel grupil sarnane ning statistiliselt olulist erinevust alajäsemete massi parameetrite osas ei ilmnenud. Antropomeetriliste mõõtmete, keha koostise ja luutiheduse vahelised korrelatiivsed seosed gruppide sees on toodud lisades. Kõigil kolmel grupil oli parema kehapoole ala- ja ülajäsemete kaal ja lihasmass suurem võrreldes vasaku kehapoole ala- ja ülajäsemete massi ja lihasmassiga. JLMI oli kõigis kolmes grupis sarnane. Tuginedes varasematele uuringutele saab jäsemete lihasmassi indeksi alusel diagnoosida sarkopeeniat juhul, kui JLMI on naistel $<5,45 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (Cruz-Jentoft et al., 2010; Pisciotto et al., 2014). Antud uuringus ei olnud JLMI ühelgi

indiviidil alla määratud kriteeriumi.

Üla- ja alajäsemete lihasmass oli protsentuaalselt jäsene kogumassi suhtes suurim vastupidavust treenijatel. Lihasmass moodustas ülajäseme kogumassist vastavalt 56,6% vasakul ja 60,6% paremal käel ning alajäsemete puhul 61,8% vasakul ja 62,2% paremal jalal. Võimlejalatel olid samad näitajad vastavalt 51,5% ja 53,7% ülajäsemetes ja 56,9% ja 56,8% alajäsemetes. Mittetreenitutel moodustas lihasmass jäsene kogumassist ülajäsemete puhul 50% vasakul ja 53,7% paremal käel ja alajäsemetel 57,1% vasakul ja 57,7% paremal jalal. Nii vastupidavust treenijatel kui ka võimlejalatel oli lihasmassi suhe jäsene kogumassi oli tunduvalt suurem võrreldes mittetreenitute ja seega mõjutab treening oluliselt üla- ja alajäsemete lihasmassi osakaalu vanemaealistel naistel.

5.5. Uuringu uudsus, limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid

Uuringu uudsus seisnes selles, et vaatlusalusteks olid pikaajaliselt ja regulaarselt treeninud vanemaealised naised. Vähem on uuritud pikaajalise treeningu mõju vananevale organismile, enam on tehtud uuringuid määramaks lühiajalise sekkumise mõju luu- ja lihaskoeparameetritele ning motoorsele võimekusele. Samuti leiti käesolevas uuringus üla- ja alajäsemete lihaste kvaliteedi näitaja, mis on suhteliselt uus näitaja hindamiseks vanematel inimestel jõu genereerimise võime ja lihasmassi suhet.

Uuringu limiteerivaks faktoriks oli vaatlusaluste küllaltki väike arv uuritud gruppides. Samuti ei määratud me täpselt treeningute intensiivsust, kestust ja regulaarsust ning üldist kehalist aktiivsust. Kõik meile teadaolev informatsioon pärineb osalejate subjektiivsel hinnangul nende endi kehalise aktiivsuse, treenimise või mittetreenimise kohta. Uuringu praktiliseks väljundiks on pakkuda informatsiooni eakatega tegelevatele füsioterapeutidele ja treeneritele ning hoolekandeesutustele.

Töö edasiarendamisel on oluline määrata täpselt vaatlusaluste kehaline aktiivsus, treeningute intensiivsus ning regulaarsus ja komplekteerida võimalikult sarnaste tunnustega uuringurühmad.

6. JÄRELDUSED

1. Vanemaealistel võimlemisega tegelevatel naistel on alajäsemete sirutajalihaste isomeetriline maksimaaljõud bilateraalsel pingutusel suurem võrreldes mittetreenitud soo- ja eakaaslastega.
2. Alajäsemete lihaste kvaliteedi näitaja ehk jõu ja lihasmassi suhe on vanemaealistel vastupidavust treenijatel ja võimlejal naistel suurem kui mittetreenitud ea- ja sookaaslastel.
3. Vastupidavust treenivatel vanemaealistel naistel on alajäsemete kiiruslik jõud suurem võrreldes võimlejate ja mittetreenitute ning paigal üleshüppe võime parem võrreldes võimlejatega.
4. Alajäsemete sirutajalihaste tahteline lõõgastusevõime on võimlejal oluliselt parem võrreldes mittetreenitute.
5. Vastupidavust treenijatel vanemaealistel naistel on keha rasvaprotsent väiksem võrreldes võimlejate ja mittetreenitute, seejuures jäsemete massi ja luutiheduse parameetrites olulisi erinevusi uuritud vanemaealiste naiste gruppide vahel ei esinenud.
6. Üla- ja alajäsemete massi ja luutiheduse näitajad korreleerusid positiivselt lihasjõu ja võimsuse näitajatega kõikidel uuritud vanemaealiste naiste gruppidel.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjaer M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20:49-64. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01084.x.
2. Bean JF, Kiely DK, Larose S, Goldstein R, Frontera WR, et al. Are changes in leg power responsible for clinically meaningful improvements in mobility among older adults? *J Am Geriatr Soc* 2010; 58: 2363–2368.
3. Bijlsma AY, Meskers MC, Molendijk M, Westendorp RG, Sipilä S, et al. Diagnostic measures for sarcopenia and bone mineral density. *Osteoporos Int* 2013; 24:2681-91. doi: 10.1007/s00198-013-2376-8.
4. Bocalini DS, Serra AJ, dos Santos L, Murad N, Levy RF. Strength training preserves the bone mineral density of postmenopausal women without hormone replacement therapy. *J Aging Health* 2009; 21:519-27. doi: 10.1177/0898264309332839.
5. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis* 2014; 5:183-195. doi: 10.14336/AD.2014.0500183.
6. Chien MY, Wu YT, Hsu AT, Yang RS, Lai JS. Efficacy of a 24-week aerobic exercise program for osteopenic postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 2000; 67:443-8.
7. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia \neq Dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63:829-34.
8. Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutrition* 2012; 28:495–503. doi: 10.1016/j.nut.2011.12.002
9. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing* 2010; 39:412-23. doi: 10.1093/ageing/afq034
10. Daly RM, Ahlborg HG, Ringsberg K, Gardsell P, Sernbo I, et al. Association between changes in habitual physical activity and changes in bone density, muscle strength, and functional performance in elderly men and women. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56:2252-60. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.02039.x.
11. Deng SL. Muscle strength training helps to reduce bone loss in early postmenopausal

- women. *Sci Sports* 2013; 28:260–266. doi:10.1016/j.scispo.2012.05.003
12. Dong HJ, Marcussoni J, Wressle E, Unosson M. Obese very old women have low relative handgrip strength poor physical function, and difficulties in daily living. *J Nutr Health Aging* 2015; 19:20-5.
 13. Farias DL, Teixeira TG, Madrid B, Pinho D, Boullosa DA, et al. Reliability of vertical jump performance evaluated with contact mat in elderly women. *Clin Physiol Funct Imaging* 2013; 33:288-92. doi: 10.1111/cpf.12026.
 14. Fourie M, Gildenhuis M, Shaw I, Shaw B, Toriola A, et al. Effects of a mat pilates program on cardiometabolic parameters in elderly women. *Pak J Med Sci* 2013; 29:500–504.
 15. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med* 2015; 45:641-58. doi: 10.1007/s40279-015-0305-z.
 16. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006; 61:1059-64.
 17. Gregov C, Šalaj S. The Effects of Different training modalities on bone mass: a Review. *Kinesiology* 2014; 46:10-29.
 18. Hunter SK, Thompson MW, Adams RD. Reaction time, strength, and physical activity in women aged 20-89 Years. *J Aging Phys Act* 2001; 9:32-42.
 19. Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J Appl Physiol* 1998; 84:1341-9.
 20. Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *J Sports Sci Med* 2011; 10:105–111.
 21. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50:889-96.
 22. Jasiński R, Socha M, Sitko L, Kubicka K, Woźniewski M, et al. Effect of nordic walking and water aerobics training on body composition and the blood flow in lower extremities in elderly women. *J Hum Kinet* 2015; 45:113-122. doi: 10.1515/hukin-2015-0012
 23. Kalapotharakos VI, Tokmakidis SP, Smilios I, Michalopoulos M, Gliatis J, et al.

- Resistance training in older women: effect on vertical jump and functional performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2005; 45:570-5.
24. Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, Cooper C, Rizzoli R, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2013; 24: 23–57. doi: 10.1007/s00198-012-2074-y
 25. Kull M, Kallikorm R, Lember M. Impact of a new sarco-osteopenia definition on health-related quality of life in a population-based cohort in Northern Europe. *J Clin Densitom.* 2012; 15:32-8. doi: 10.1016/j.jocd.2011.08.007
 26. Legrand D, Adriaensen W, Vaes B, Matheï C, Wallemacq P, et al. The relationship between grip strength and muscle mass (MM), inflammatory biomarkers and physical performance in community-dwelling very old persons. *Arch Gerontol Geriatr* 2013; 57:345-51. doi: 10.1016/j.archger.2013.06.003.
 27. Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol* 1999; 86:188-94.
 28. Marques EA, Mota J, Machado L, Sousa F, Coelho M, et al. Multicomponent training program with weight-bearing exercises elicits favorable bone density, muscle strength, and balance adaptations in older women. *Calcif Tissue Int.* 2011; 88:117-29. doi: 10.1007/s00223-010-9437-1.
 29. McPhee JS, Hogrel JY, Maier AB, Seppet E, Seynnes OR, et al. Physiological and functional evaluation of healthy young and older men and women: design of the European MyoAge study. *Biogerontology* 2013; 14:325-37. doi: 10.1007/s10522-013-9434-7.
 30. Nascimento DC, Tibana RA, Benik FM, Fontana KE, Ribeiro Neto F, et al. Sustained effect of resistance training on blood pressure and hand grip strength following a detraining period in elderly hypertensive women: a pilot study. *Clin Interv Aging* 2014; 20:219-25. doi: 10.2147/CIA.S56058.
 31. Novak T, Vute R. Long-term Effects of Regular Exercisin in Elderly Women. *Annales Kinesiologiae* 2013; 4:31-49.
 32. Patel NK, Newstead AH, Ferrer RL. The effects of yoga on physical functioning and health related quality of life in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Altern Complement Med* 2012; 18:902-17. doi: 10.1089/acm.2011.0473.
 33. Perry MC, Carville SF, Smith IC, Rutherford OM, Newham DJ. Strength, power output and symmetry of leg muscles: effect of age and history of falling. *Eur J Appl*

- Physiol. 2007; 100:553-61.
34. Pisciotto M, Pinto S, Szejnfeld V, Castro, C. The relationship between lean mass, muscle strength and physical ability in independent healthy elderly women from the community. *J Nutr Health Aging* 2014; 18:554-8. doi: 10.1007/s12603-013-0414-z.
 35. Plachy J, Kovách M, Bognár J. Improving flexibility and endurance of elderly women through a six-month training programme. *Hum Mov* 2012; 13:22-27. doi: 10.2478/vi0038-011-0050-6
 36. Power GA, Dalton BH, Behm DG, Doherty TJ, Vandervoort AA, et al. Motor unit survival in lifelong runners is muscle dependent. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44:1235-42. doi: 10.1249/MSS.0b013e318249953c.
 37. Pääsuke M, Ereline J, Gapeyeva H, Joost K, Mõttus K, et al. Leg-extension strength and chair-rise performance in elderly women with Parkinson's disease. *J Aging Phys Act* 2004; 12:511-24.
 38. Pääsuke M, Ereline J, Gapeyeva H. Age-related differences in knee extension rate of isometric force development and vertical jumping performance in women. *J Sports Med Phys Fitness* 2003; 43:453-8.
 39. Reis P, Moro A, Bins Ely V, Fernandes C, Vilagra J, et al. Universal design and accessibility: an approach of the influence of muscle strength loss in the risk of falls in the elderly. *Work* 2012; 41:374-9. doi: 10.3233/WOR-2012-0185-374.
 40. Runge M, Rittweger J, Russo CR, Schiessl H, Felsenberg D. Is muscle power output a key factor in the age-related decline in physical performance? A comparison of muscle cross section, chair-rising test and jumping power. *Clin Physiol Funct Imaging* 2004; 24:335-40.
 41. Schimidt HL, Machado ÁS, Vaz MA, Carpes FP. Isometric muscle force, rate of force development and knee extensor neuromuscular efficiency asymmetries at different age groups. *Braz J Kinesiology Hum Perf* 2014; 16:307-315.
 42. Seene T, Kaasik P. Muscle weakness in the elderly: role of sarcopenia, dynapenia, and possibilities for rehabilitation. *Eur Rev Aging Phys Act* 2012; 9:109–117. doi: 10.1007/s11556-012-0102-8
 43. Shigematsu R, Rantanen T, Saari P, Sakari-Rantala R, Kauppinen M, et al. Motor speed and lower extremity strength as predictors of fall-related bone fractures in elderly individuals. *Aging Clin Exp Res* 2006; 18:320-4.
 44. Steffl M, Bohannon RW, Houdova V, Musalek M, Prajerova K, et al. Association between clinical measures of sarcopenia in a sample of community-dwelling women.

- Isok Exerc Sci 2015; 23:41-44. doi: 10.3233/ies-140562
45. Strasser B, Keinrad M, Haber P, Schobersberger W. Efficacy of systematic endurance and resistance training on muscle strength and endurance performance in elderly adults-a randomized controlled trial. *Wien Klin Wochenschr* 2009; 121:757-64. doi: 10.1007/s00508-009-1273-9.
 46. Zoico E, Rossi A, Di Francesco V, Sepe A, Oliosio D, et al. Adipose tissue infiltration in skeletal muscle of healthy elderly men: relationships with body composition, insulin resistance, and inflammation at the systemic and tissue level. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2010; 65:295-9. doi: 10.1093/gerona/glp155
 47. Vahtrik D, Ereline J, Gapeyeva H, Pääsuke M. Postural stability in relation to anthropometric and functional characteristics in women with knee osteoarthritis following total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2014; 134:685-92. doi: 10.1007/s00402-014-1940-9.
 48. Visser M, Deeg DJ, Lips P, Harris TB, Bouter LM. Skeletal muscle mass and muscle strength in relation to lower-extremity performance in older men and women. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48:381-6.
 49. Yamazaki S, Ichimura S, Iwamoto J, Takeda T, Toyama Y. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. *J Bone Miner Metab* 2004; 22:500-8.
 50. Yamauchi J, Mishima C, Nakayama S, Ishii N. Force-velocity, force-power relationships of bilateral and unilateral leg multi-joint movements in young and elderly women. *J Biomech* 2009; 42:2151-7. doi: 10.1016/j.jbiomech.2009.05.032.

TÄNUAVALDUS

Täna oma magistr töö juhendajat Mati Pääsukest, kes on olnud töö valmimisel suureks abiks. Samuti soovin tänada Tatjana Kumsi, Priit Purget, Helena Gapeyevat ja Jaan Erelinet, kes olid suureks abiks uuringu läbiviimisel.

LISAD

Tabel 4. Antropomeetriliste mõõtmete, keha koostise ja luutiheduse vahelised korrelatiivsed seosed vastupidavust treenijatel (Olulisuse nivoo: $r \geq 0,58$; $p < 0,05$)

	P üla- jäseme luu- mass	P üla- jäseme luu- tihedus	V üla- jäseme luu- mass	V üla- jäseme luu- tihedus	P ala- jäseme luu- mass	P ala- jäseme luu- tihedus	V ala- jäseme luu- mass	V ala- jäseme luu- tihedus
Pikkus	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaal	0,84	-	0,75	0,77	-	-	-	-
KMI	0,79	-	0,65	0,70	-	-	-	-
Keha rasvaprotsent	0,71	-	-	-	-	-	-	-
P ülajäseme lihassmass	0,62	-	0,60	-	-	-	-	-
V ülajäseme lihassmass	-	-	-	-	-	-	-	-
P alajäseme lihassmass	0,64	-	0,65	-	0,61	-	0,60	-
V alajäseme lihassmass	-	-	0,59	0,59	0,62	-	0,61	-

P – parem; V – vasak; KMI - kehamassiindeks

Tabel 4. Antropomeetriliste mõõtmete, keha koostise ja luutiheduse vahelised korrelatiivsed seosed võimlejalatel (Olulisuse nivoo: $r \geq 0,64$; $p < 0,05$)

	P üla- jäseme luu- mass	P üla- jäseme luu- tihedus	V üla- jäseme luu- mass	V üla- jäseme luu- tihedus	P ala- jäseme luu- mass	P ala- jäseme luu- tihedus	V ala- jäseme luu- mass	V ala- jäseme luu- tihedus
Pikkus	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaal	0,95	0,85	0,91	0,81	0,90	0,91	0,90	0,92
KMI	0,81	0,75	0,74	0,75	0,66	0,74	0,68	0,84
Keha rasvaprotsent	-	-	-	-	-	-	-	-
P ülajäseme lihasmass	0,85	0,72	0,82	0,67	0,80	0,85	0,73	0,76
V ülajäseme lihasmass	0,91	0,80	0,91	0,74	0,88	0,91	0,84	0,84
P alajäseme lihasmass	0,91	0,78	0,87	0,72	0,95	0,90	0,92	0,84
V alajäseme lihasmass	0,89	0,77	0,85	0,72	0,93	0,87	0,95	0,89

P – parem; V – vasak; KMI - kehamassiindeks

Tabel 4. Antropomeetriliste mõõtmete, keha koostise ja luutiheduse vahelised korrelatiivsed seosed mittetreenitutel (Olulisuse nivoo: $r \geq 0,64$; $p < 0,05$)

	P üla- jäseme luu- mass	P üla- jäseme luu- tihedus	V üla- jäseme luu- mass	V üla- jäseme luu- tihedus	P ala- jäseme luu- mass	P ala- jäseme luu- tihedus	V ala- jäseme luu- mass	V ala- jäseme luu- tihedus
Pikkus	0,77	0,65	0,70	0,66	0,66	-	0,71	-
Kaal	0,76	0,82	0,77	0,64	0,80	0,78	0,75	0,74
KMI	-	0,69	-	-	0,65	0,69	-	-
Keha rasvaprotsent	-	-	-	-	-	-	-	-
P ülajäseme lihasmass	0,93	0,83	0,94	0,86	0,85	0,72	0,87	0,76
V ülajäseme lihasmass	0,85	0,78	0,88	0,81	0,82	0,72	0,83	0,74
P alajäseme lihasmass	0,90	0,88	0,86	0,72	0,88	0,74	0,87	0,76
V alajäseme lihasmass	0,91	0,95	0,86	0,72	0,90	0,77	0,88	0,8

P – parem; V – vasak; KMI - kehamassiindeks

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anni Rava,

sünnikuupäev: 25.07.1990

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

Lihaskõue, jäsemete massi ja luutihedus näitajad erinevalt treenitud ning mittetreenitud vanemaealistel naistel,

mille juhendaja on Mati Pääsuke,

- 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, 20.05.2015