

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Janek Vallimäe

**Noorte naismurdmaasuusatajate töövõime areng 10-nädalasel
treeningperioodil.**

**Development of performance of young female cross-country skiers
during a 10-week training period.**

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendajad: MsC Eno Vahtra

Phd Jarek Mäestu

Tartu, 2022

SISUKORD

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE.....	4
ABSTRACT.....	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
1.1 Murdmaasuusataja sooritusvõimet mõjutavad faktorid.....	6
1.2 Jõuvõimete arendamine murdmaasuusataja ettevalmistusperioodil.....	7
1.3 Jõutreeningute mõju murdmaasuusataja töövõimele.....	8
1.4 Treeningprotsessi monitooring.....	10
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	11
3. METOODIKA.....	12
3.1 Uuritavad.....	12
3.2 Uuringu ülesehitus.....	12
3.3 Kasvava koormusega test.....	13
3.4 Keha koostise määramine.....	13
3.5 Statistiline analüüs.....	14
4. TULEMUSED.....	15
4.1 Uuritavate treenigute kirjeldavad parameetrid.....	15
4.2 Aeroobse töövõime testi tulemused	16
4.3 Kehakoostise mõõtmise tulemused.....	17
4.4 Seosed treening parameetrite ning töövõime muutuste vahel.	17
5. ARUTELU.....	19
5.1 Treeningud 10-nädalase perioodi jooksul.....	19
5.2 Seosed lihasmassi ja VO_{2max} näitajate vahel.....	20
5.3 Seosed töövõimes 10-nädalase perioodi jooksul	21
5.4 Kehakoostise mõju naismurdmaasuusatajate sooritusvõimele.....	22
5.5 Magistritöö tugevused ja puudused.....	23
6. JÄRELDUSED.....	24
KASUTATUD KIRJANDUS.....	25
AUTORI LIHTLITSENTS.....	29

Kasutatud lühendid

AeL – Võimsus aeroobsel lävel (W)

AnL – Võimsus anaeroobsel lävel (W)

Max – maksimaalne võimsus

Max/kg – maksimaalne võimsus suhtes kehakaaluga

LM – lihasmass

ÜKLM – ülakeha lihasmass

KM – kordus maksimum

SLS – südamelöögi sagedus

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Uuringu eesmärgiks oli uurida naismurdmaasuusatajate aeroobse töövõime arengut, 10-nädalase treeningperioodi jooksul ning leida võimalike seoseid töövõime testi muutuste, treeningparameetrite ja kehakoostise vahel.

Metoodika: Uuringus osales kokku 20 naismurdmaasuusatajat vanuses $17,3 \pm 0,4$, kelle 10-nädalase perioodi vältel koguti treeningandmeid. Uuringuperioodi alguses ja lõpus määrati vaatlusaluste kehakoostis ja määrati aeroobne töövõime paaristõuke ergomeetril.

Tulemused: Uuringus osalevate naismurdmaasuusatajate keskmine treeningmaht oli $125,3 \pm 6,6$ tundi, millest erialane treening moodustas keskmiselt $41,4 \pm 3,6$ tundi ning jõutreeningute maht $29,3 \pm 1,3$ tundi. Vaatlusaluste treeningkoormus antud perioodil oli keskmiselt $32930,9 \pm 1953,4$ koormusühikut. Uuringu tulemustest selgus, et 10-nädalase perioodi jooksul kasvasid noorsuusatajate töövõime näitajad AeL, AnL ja Max puhul vastavalt 10,0%, 7,8% ja 9,4%. Muutused olid statistiliselt olulised ($p < 0,05$). Naismurdmaasuusatajate VO_{2max} näitajad paranesid 10 nädalaga 4,7 protsenti ($p = 0,036$). Lihasmass suurenes 1,6 protsenti ja rasvaprotsent langes ($p = 0,01$), kuid kehamassis olulisi muutusi ei täheldatud. Leiti, et jõutreeningutele kulutatud aeg mõjutab kehakoostist ja töövõime testi tulemusi positiivselt. Treeningkoormus ja maht olid seotud töövõime paranemise ja kehakoostise muutustega.

Kokkuvõte: 10-nädalase treeningperioodi jooksul uuringus osalenud noorte naismurdmaasuusatajate paaristõukeergomeetril sooritatud aeroobse võimekuse näitajad paranesid. Sportlaste kehakaal uuringu vältel oluliselt ei muutunud, küll aga suurenes vaatlusaluste lihasmass ning langes keha rasvaprotsent. Samuti leiti positiivsed seosed jõutreeningute ja ÜKLM mõjust töövõimele. Käesolevas uuringus järeldati, et antud uuringu kontekstis mõjutab kehakoostist kõige rohkem üldine treeningkoormus, jõutreeningute kestvus ning erialne treeningkoormus.

Märksõnad: murdmaasuusatamine, kehakoostis, VO_{2max} , jõutreening, erialane treening

ABSTRACT

Aim: The aim of the study was to investigate the development of aerobic performance of female cross-country skiers during a 10-week training period and to find possible links between changes in performance testing, training parameters and body composition.

Methods: A total of 20 women at the age of $17,3 \pm 0,4$ years, participated in the study, whose training data from a 10-week test period were collected. Before and after the study period, body composition measurements (DXA) and performance tests on a double-poling skiergometer were conducted.

Results: The average training volume of the female cross-country skier participating in the study was 125.3 ± 6.6 hours, of which the average professional training was 41.4 ± 3.6 hours and the volume of strength training was 29.3 ± 1.3 hours. The average training load during the reference period was 32930.9 ± 1953.4 load units. The results of the study showed that during the 10-week period, the performance indicators of youth skiers for AeL, AnL and Max increased by 10.0%, 7.8% and 9.4%, respectively. The changes were statistically significant ($p < 0.05$). The VO_{2max} of cross-country skiers improved by 4.7 percent at 10 weeks ($p = 0.036$). Muscle mass increased by 1.6 percent and fat percentage decreased ($p = 0.01$), but no significant change in body weight was observed. The strength training volume was found to have a positive effect on body composition and performance. Training load and volume were related to changes in work capacity and body composition.

Conclusions: During the 10-week training period, the aerobic performance of young cross-country skiers in the study improved on aerobic fitness. The body weight of the athletes did not change significantly during the study, but the muscle mass of the subjects increased and the body fat percentage decreased. Positive correlations were also found between the effect of strength training and upper-body lean mass on work ability. In the present study, it was concluded that in the context of this study, body composition is most affected by general training load, duration of strength trainings, and specific training load.

Keywords: cross-country skiing, body composition, VO_{2max} , strength training, sport specific training

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Murdmaasuusataja sooritusvõimet mõjutavad tegurid

Murdmaasuusatamises peetakse üheks tähtsamaks sooritusvõimet määravaks teguriks sportlase maksimaalse hapnikutarbimise võimet (VO_{2max}) (Ingjer, 1991; Tønnessen et al., 2014) ja töö hulka (võimsust) maksimaalsel hapniku tarbimisel (Losnegard, 2019). Suuresti geneetiliselt määratletud VO_{2max} on eelduseks edukalt esineda vastupidavusaladel. VO_{2max} taseme tõstmine on küllaltki keeruline, seega on sünnipäraselt kõrge hapniku tarbimise tase vajalik kõrgete tulemuste saavutamiseks murdmaasuusatamises (Losnegard, 2019). Tippsuusatajatega tehtud (Tønnessen et al., 2014) uuring kinnitab VO_{2max} kõrge taseme vajalikkust, medalite võitmiseks rahvusvahelistel tiitlivõistlustel. Naissuusatajate eliidil jääb maksimaalne hapnikutarbimine vahemikku 65-80ml/min/kg (Tønnessen et al., 2014).

Anaeroobsel lävel treenimine on üks tõhusamaid viise, kuidas mõjutada aeroobseid protsesse (Janssen, 1987). Øfsteng et al., (2018), uuringu kohaselt on anaeroobse läve keskmine SLS 170-180 l/min ja laktaadi tase keskmiselt 4 mmol/l. Anaeroobsel lävel treenides esineb üldjuhul minutiventilatsiooni tõus ja hapniku omastamise protsendi (VO_2) langus, mis võistluste ajal viib organismi hapnikudefitsiiti (Karlsson et al., 2018). Mitmed uuringud viitavad, anaeroobse energiatootmise olulisusele murdmaasuusatamises, eriti sprindidistantsidel (Losnegard et al., 2012; Karlsson et al., 2018). Losnegard & Hallen, (2014a) on leidnud ka, et suusatajad, kes on spetsialiseerunud sprindile, on kehamassilt raskemad ja neil on suurem lihasmass.

Stöggl et al., (2007a) uuringus osalesid 12 eliit suusatajat ning neid uuriti rullsuuskadel sprindidistantsi läbimisel. Uuringust järeldati, et klassikatehnika sprindi suusatamises on maksimaalne kiirus ja anaeroobne mahtuvus väga olulised faktorid. Lisaks märgiti, et pikemat tõuke tsüklit optimaalsel tõuke sagedusel omasid kiiremad suusatajad, millest uurija järeldas, et kiiremate suusatajate tõuked on võrdsel tõukesagedusel plahvatuslikumad. Lisaks järeldati antud andmete põhjal, et kiirematel suusatajatel on seega ka paremini arenenud lihaskond või parem sooritustehnika. Stöggl et al., (2007b) leidis oma uuringus, et väga oluline faktor sprindi murdmaasuusatamises on ülakeha võimsusel, Carlsson et al., (2012) uuringus leidis kinnitust ülakeha võimsuse olulisus distantsi suusatamises.

Lisaks lihasmassile on oluline roll vastupidavusalade puhul ka rasvamassil. (Losnegard, 2019; Niinimaa et al., 1978). Varasemalt on leitud, et keha rasvaprotsent mõjub negatiivselt murdmaasuusatamise võistlustulemustele, sest ülesmäge sõites on leitud, et kõrgema rasva

protsendiga suusatajad kaotavad tõusudel enam aega (Carlsson et al., 2012). Jalgratturite seas tehtud uuring, kus võrreldi eraldistardis edukamaid rattureid ja grupisõidu mägisematel etappidel edukamalt esinevaid sportlaseid, leiti samuti, et “mägironijate” pikkus, kehamass ja KMI olid madalamad võrreldes eraldistardi spetsialistidega (Lucia et al., 2000). Holmberg et al., (2005) soovib tõsta murdmaasuusatajate LM-i osakaalu ja rasvaprotsenti langetada.

1.2 Jõuvõimete arendamine murdmaasuusataja ettevalmistusperioodil

Murdmaasuusatamises algab ettevalmistusperiood enamasti maikuus, ettevalmistusperioodi algust mõjutab eelneva võistlushooaja lõpetamise aeg. Murdmaasuusatajad alustavad enamjaolt jõu arendamist jõu- ja lihasvastupidavuse treeningutega (Paavolainen et al., 1991; Hoff et al., 1999; 2002; Nesser et al., 2004). Sandbakk (2018) uuringi põhjal sooritavad eliit murdmaasuusatajad ettevalmistusperioodil vähemalt kaks jõutreeningut nädalas. Jõu- ja lihasvastupidavust kirjeldatakse liigutustegevuseks vajaliku optimaalse jõu kasutamist, säilitamaks pikalt kehtvat tööd. Oma olemuselt on lihasvastupidavuslik treening jõumaduste arendamine oksüdatiivsetes lihaskiududes ja jõuvastupidavusliku treeninguga arendatakse oksüdatiiv-glükolüütilisi lihaskiude. Üldiselt on jõuvastupidavustreeninguid kirjeldatud jõutreeningutena, mille intensiivsus on alla 60 protsendi 1 KM (ühe korduse maksimum) ning ühes seerias sooritatakse harjutust üle 20 korduse (Paavolainen et al., 1991; Hoff et al., 1999; 2002; Nesser et al., 2004). Sageli kasutatakse ringmeetodit jõutreeningu läbiviimiseks, kus harjutuse sooritamise aeg on 30-60 sekundit ning puhkeaeg harjutuste vahel 30-60 sekundit (Nesser et al., 2004; Børve et al., 2017). Alaspetsiifiliste harjutuste valikule lihasvastupidavuse arendamisel on pööranud tähelepanu Rusko (2003), kes soovib treenimisel jälgida maksimaalset korduste arvu ja töö-puhkuse suhet. Erialspetsiifiliste harjutuste kiirus peaks olema erialale kohane ning sisaldama kiiret kontraktsioonifaasi ja aeglasemat järeleandvat faasi. Lihasvastupidavuse treeninguid soovitatakse teha aastaringselt. Mõned murdmaasuusatamise koolkonnad on kasutanud ka treeningus perioode, kus keskendutakse intensiivsetele jõutreeningutele (Rusko, 2003) ja kus jõuvõimeid üritatakse ettevalmistusperioodi alguses väga kõrgele tasemele arendada vaid mõne nädalaga ning edaspidi üritatakse jõutreeningutega neid võimeid säilitada. Sarnaseid tsükleid jõuvõimete arendamiseks on võimalik ettevalmistusperioodi vältel rakendada mitu korda. Sandbakk (2018) suunab tähelepanu ettevalmistusperioodi teisele osale (august-oktoober), kus tuleks samuti eelistada erialaspetsiifilisi harjutusi, kuna sel perioodil kulutatakse jõutreeningutele vähem aega. Sarnasele järeldusele on jõudnud ka Tønnessen et al., (2014) oma uuringus, kus iganädalaste jõutreeningute maht väheneb hooaja edenedes. Sandbakk (2018) lisab, et sel perioodil saavad sportlased keskenduda arendavatele vastupidavustreeningutele

rohkem, kuna jõutreeningute maht on vähenenud. Kõrgema jõuvastupidavuse tagamiseks on soovitatav enne maksimaaljõud kõrgele tasemele arendada (Rusko, 2003). Rusko (2003) ei soovita arendada maksimaaljõudu ja vastupidavuslikke võimeid paralleelselt, kuna kehaliste võimetena on jõud ja vastupidavus üksteisele vastuolulised näitajad. Ellefsen et al., (2019), soovivad vastupidavusikke võimeid säilitada perioodil, kui arendatakse intensiivselt jõudu, kuna kahe vastuolulise näitaja samaaegsel arendamisel ei pruugita saavutada planeeritud muutuseid. Ettevalmistusperioodi vältel kasvavad jõutreeningutel sportlaste kasutatavad raskused, jõudes ettevalmistusperioodi lõpuks maksimaaljõudu arendavate treeninguteni (Losnegard, 2019). Paavolainen et al., (1999); Mikkola et al., (2007); Øfsteng et al., (2018); Sandbakk, (2018) on leidnud, et maksimaaljõu arendamisel peaks treeningutel iga kordus kontsetrilises faasis olema sooritatud maksimaalse kiirusega. Maksimaaljõu arendamisel peaks treening koosnema 2-3 seeriast ja korduste arv seerias peaks jääma vahemiku 4 KM – 10 KM ning puhkeaeg seeriade vahel 2-3 minutit. Losnegard (2019) ja Sandbakk (2018) on välja toonud, et lisaks maksimaaljõule arendatakse treeningutel ka plahvatuslike jõuomadusi. Harjutusi, kus ektsentrilise lihaskontraktsiooni järel toimub plahvatuslik kontsentiline kontraktsioon, nimetatakse plüomeetrilisteks harjutusteks. Plüomeetrilised harjutused aitavad arendada lihaste funktsiooni, koordinatsiooni ning lihastöö efektiivsust (Rebutin et al., 2016). Häkkinen (1989) on leidnud, et neuromuskulaarse süsteemi ja plahvatusliku jõu arendamises mängib olulist rolli mootorsete üksuste rekruteerumiskiirus, mida omakorda on võimalik suurendada läbi eriala spetsiifilise neuraalse adaptatsiooni. Plahvatusliku jõu arendamiseks murdmaasuusatamises on soovitatav treenida koormustega 60-70 protsenti ühe KM-st. sooritades 6 kordust seerias ja treeningutel kasutada kahte seeriat. Lisaks soovitab Sandbakk (2018) tähelepanu pöörata tehnilisele sooritusele, et treeningute areng oleks sel perioodil võimalikult optimaalne ja tekiks füüsiline ning tehniline alus järgmise perioodi arenguks.

1.3 Jõutreeningute mõju murdmaasuusataja töövõimele

Ülakeha jõuarendamise tähtsus on tänu paaristõukeliste sõiduviiside osatähtsuse tõusule kasvanud, mis on tingitud võistluskiiruste kasvust ja murdmaasuusatamise tehnilistest aspektidest (Holmberg et al., 2005). Jõutreeningute positiivset mõju vastupidavusala sportlaste sooritusvõimele on leitud ka jooksmise (Mikkola et al., 2007) puhul ning jalgratta sõidu puhul (Rønnestad et al., 2011).

Mikkola et al., (2007) uuringus osalenud jooksjate sooritusvõime tulemused paranesid 8-nädalase treeningperioodi jooksul. Jooksjate treeningkava sisaldas plahvatuslike jõutreeninguid. Rønnestad et al., (2011) uuringus osalenud jalgratturitel kasvas ökonoomsus ja

sooritusvõime 12-nädalase treeningperioodi jooksul, mil kasutati maksimaalseid jõutreeninguid. Skattebo et al., (2015) leidis naismurdmaasuusatajaid uurides, et jõuvõimete arendamisel puudub positiivne tulem murdmaasuusataja töövõime näitajatele. Vastupidiselt leidis Hoff et al., (1999), et 9- nädalase perioodi jooksul maksimaal jõutreeninguid sooritanud sportlased suutsid töövõime testi kauem sooritada. Sama tulemus sai Hoff et al., (2002) uuringus, kus 8- nädalase maksimaal jõutreeningute tagajärjel paranes vaatlusaluste töövõime testi kestvus. Losnegard (2019) leiab, et kasvanud jõupotentsiaal ei pruugi avalduda paranenud töövõimes, kuna spordialana nõuab murdmaasuusatamine tehniliselt väga head sooritust, mille tulemusel ei pruugi jõutreeningute mõju töövõimes kajastuda.

Murdmaasuusataja ettevalmistuses on sooritusvõime arendamisel oluline roll jõutreeningutel. Vastupidavusala sportlaste puhul soovitatakse treenida 75–80% treeningmahust madalatel intensiivsustel ja 10-15 % treeningutest kõrgematel intensiivsustel (Sandbakk et al., 2011). Lisaks vastupidavuse arendamisele moodustavad 10-15 protsenti sportlaste aastasest treeningmahust jõutreeningud (Sandbakk & Holmberg, 2017). Jõutreeningute ja sooritusvõime vahelisi tugevaid seoseid on leitud erinevates uuringutes (Hoff et al., 1999; 2002; Østeras et al., 2002). Hoff et al., (1999) 9-nädalases uuringus suutsid naissuusatajad, maksimaaljõu treeninguid kasutades paaristõuke ergomeetril parandada testi tulemust 5.2 minutilt 12.3 minutilise, kontrollgrupi tulemus paranes 4.0 minutilt 6.3 minutilise. Maksimaaljõu treeninguid kasutanud suusatajate areng oli seega statistiliselt oluliselt suurem. Losnegard et al., (2011) on leidnud, et just naissuusatajatel on jõutreeningute näol suurem potentsiaal töövõime arenguks. Losnegard et al., (2011) leidis, 12-nädalasel perioodil töövõime arengus naissuusatajatel suuremad positiivsed muutused võrrelduna meessuusatajatega. Viimaste aastakümnete arengu tagajärjel on murdmaasuusatamises muutunud järjest olulisemaks ülakeha jõud ja võimsus. Sellest lähtuvalt on ka jõutreeningute tähtsus ülakehale muutunud olulisemaks. Murdmaasuusatajad, kellel on suurem lihasmass, on ka edukamad paaristõuke testides, kuna suudavad kõrgemat võimsust arendada (Sandbakk et al., 2014).

Skattebo et al., (2015) uuris juuniorite eas naissuusatajaid 10-nädalase perioodi jooksul. Uuringus osalenud kontrollgruppi ja maksimaaljõu treeninguid sooritava grupi 20-sekundi paaristõuke testi tulemustest järeldati, et maksimaaljõu treeningud ei ole kasulikud võrreldes murdmaasuusataja tavapärase treeninguga. Samuti järeldati, et vaatamata maksimaaljõu efektiivsuse puudumisele, ei ole antud treeningud ka kahjulikud. Nesser et al., (2004) uuris noorsuusatajaid 10-nädalase perioodi jooksul, kus üks neljast grupist oli erialaspetsiifiline treeninggrupp, kes kasutas treeningus “suusakelku”. Samas uuringus osales ka teine erialaspetsiifiline grupp, kes kasutas enda treeningutes erinevaid hüppeid keppidega ja

ülesmäge spurte. Uuringust järel dati, et “suusakelgu harjutus” ja plahvatuslikud harjutused võiksid olla osa noorsuusatajate treeningust. “suusakelk” on oma olemuselt ratastega laud, mida mööda sportlane enda keharaskust käte abil üles tõmbab.

1.4. Treeningprotsessi monitoring

Treeningu monitooringul on oluline osa treeningprotsessis. Halsoni (2014) hinnangul eristatakse sisemist ja välist koormust. Sisemiseks treeningkoormuseks on südame löögisagedus (SLS), VO_2 ja laktaadi kontsentratsioon veres ning välisteks treeningkoormusteks peetakse treeningul läbitud kilometraaži, treeningu kestvust, korduste arvu harjutuse sooritamisel jne (Halsen, 2014). Sportlaste seas on enimlevinud viis treeningu monitoorimiseks SLS määramine. Jõutreeningute seisukohast vaadatuna ei anna SLS määramine aga alati adekvaatset infot treeningu reaalse koormuse kohta (Barroso et al., 2015). Enamus sisemise koormuse tegurite määramiseks vajalike vahendeid ei ole aga kõigile kättesaadavad, eriti noorsportlaste jaoks (Barroso et al., 2015; Impellizzeri et al., 2004). Üheks võimaluseks treeningkoormuse monitoorimisel on kasutada Borgi CR-10, *rating of perceived exertion* (RPE) testi. Antud süsteem näeb ette treeningujärgselt hinnata väsimuse fooni 10 punkti piires ning korrutada tulemus treeningu kestvusega minutites. Saadud tulemus peaks kajastama sportlase reaktsiooni koormusele. Antud info võiks olla oluline indikaator treenerile, kes saab seeläbi sportlase seisundit hinnata ning vajadusel teha muudatusi treeningplaanides (Foster et al., 2001).

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistritöö eesmärk oli hinnata naismurdmaasuusatajate töövõime arengut 10- nädalase treeningperioodi jooksul, sealhulgas jõutreeningute mõju töövõimele ning kehakoostisele. Vastavalt peamisele eesmärgile püstitati järgnevad konkreetsed ülesanded:

- 1) Määrata vaatlusaluste paaristõuketesti töövõime tulemuste muutus 10-nädalasel treeningperioodil.
- 2) Määrata kehakoostise muutused 10-nädalasel treeningperioodi jooksul.
- 3) Leida seosed töövõimetest tulemuste, kehakoostise muutuste ja treeningparameetrite vahel.

3. METOODIKA

3.1 Uuritavad

Käesolevas uuringus osales 20 naismurdmaasuusatajat (vanus $17,3 \pm 0,4$ aastat; kehamass $60,5 \pm 1,6$ kg; pikkus $1,7 \pm 0,1$ m). Osalejad olid kõik vabariiklikel noortevõistlustel oma võistlusklassides 10 parema hulgas. Eelmisel talvehooajal osales täiskasvanute maailmameistrivõistlustel üks ja juunioride maailma meistrivõistlustel neli sportlast. Kõigile osalejatele anti enne uuringut üksikasjalik kirjalik teave ja osalejad andsid enne osalemist kirjaliku nõusoleku. Vanemate heakskiit saadi alla 18-aastastele osalejatele. Uuring sai heakskiidu Tartu Ülikooli eetikakomiteelt, järgides Helsingi deklaratsiooni standardeid (18.03.2019, uuringu loa nr. 291/T-16).

3.2 Uuringu ülesehitus

Vaatlusalused olid uuringuperioodile eelnenud nelja nädala jooksul regulaarselt sooritanud vastupidavuslikke treeninguid ja ringtüüpi lihasvastupidavustreeninguid madala koormuse ja suurte kordustega arvuga (15+ kordust), kasutades peamiselt kergeid raskuseid ning vastupidavustreeningut peamiselt madalal intensiivsusel. Vaatlusalused treenisid enda koduklubi treeneri või koondise treeneri koostatud treeningplaanide alusel, mis olid koostatud ühiselt uurimisgrupiga.

Uuringuprotokolli järgi sooritasid sportlased jõutreeninguid järgnevalt: maksimaalset jõudu arendati 5–6 harjutusega koormustega 4 KM kuni 10 KM, kasutades 2–3 seeriat 2–3 minutilise puhkeajaga seeriade vahel. Iga kordus sooritati kontsentrilises faasis suure ettenähtud liikumiskiirusega (Hoff et al., 2002; Häkkinen, 1989). Lisaks koosnes iga jõutreening 3–4 väikese koormusega plahvatuslikust harjutusest, sealhulgas harjutusest meditsiinipalliga, keharaskustega harjutustest, erinevatest hüppeharjutustest ja lühikestest sprintidest (Mikkola et al., 2007). Treeninguteks valiti murdmaasuusatamise spetsiifilised jõuharjutused, milleks olid nurksurumine rööbaspuudel, rippes kätekõverdamine, paaristõuke trenažöör jne. Vaatlusalustel suurendati jõutreeningu ajal vähehaaval raskusi, et tagada progress, samal ajal korduste arvu seerias säilitades (Lundberg, 2018). Uuritavad tegid lihasvastupidavusele suunatud jõutreeninguid kaks korda nädalas. Treeninguid sooritati enamasti ringmeetodil, kus nii harjutuse sooritamise aeg, kui ka puhkeaeg harjutuste vahel oli 30 - 50 sekundit. Vastupidavuse arendamine toimus aeroobses tsoonis, millest üks treening nädalas, kestvusega 60 minutit, tuli sooritada mõõdukal intensiivsusel. Lisaks sisaldasid vastupidavustreeningud ka anaeroobseid

alaktaatseid spurte (KRP) (6-10s). Terve uuringuaja vältel pidasid vaatlusalused treeningpäevikut, kuhu märkisid iga treeningu kestvuse ja treeningtüübi. Lisaks märgiti (30 minuti jooksul pärast iga treeningut) treeningkoormuse arvutamiseks, vahemikus 0 kuni 10, treeningu raskus vastates küsimusele: “Kui raske oli antud treening?”. Treeningkoormuse väärtused saadi treeningu kestvuse ja treeningu raskusastme omavahelisel korrutamisel (RPE meetod) (Foster et al., 2001). Erialase treeningmahu tulemused saadi käesolevas töös rullsuusatamise ja suusaimitatsiooni treeningute omavahelisel liitmisel.

3.3 Kasvava koormusega test

Uuritavad osalesid eeltestimisel enne uuringu algust ning järeltestimisel kahe päeva jooksul peale uuringu lõppu. Maksimaalse aeroobse töövõime test (Max) viidi läbi paaristõuke suusaergomeetril (Skierg, Concept II, Concept, Inc., Morrisville, VT, USA) enne uuringu algust ja kahe päeva jooksul pärast uuringu lõppu. Osalejatel paluti vältida tugevaid treeninguid 24 tundi enne koormustesti. Maksimaalset testi (Max) sooritati Alsbrooki ja Heili (2009) protokollil alusel. Kõigi vaatlusaluste algkoormus oli 40 W ja iga järgneva minuti järel suurendati töökoormust 10 W või 15 W, olenevalt sportlaste üldise sooritusvõime tasemest. Test katkestati, kui vaatlusaluse paaristõuke võimsus langes viie või enama järjestikuse tõmbe korral 5 või enama W alla nõutava võimsuse või kuni suutlikuseni. Tüüpiline mõõtmisviga paaristõuke suusaergomeetri töövõime testil on ligikaudu 1,0% täpsusega.

3.4 Kehakoostise määramine

Sportlaste kehakoostist mõõdeti enne uuringu algust ja pärast uuringut, kasutades DXA meetodit. (Hologic QDR Discovery, Hologic Inc., Bedford, MA, USA). Osalejaid uuriti lamavas asendis, kandes minimaalselt riideid ja ilma jalanõudeta ning neil paluti vältida kofeiini kaks tundi enne kehakoostise mõõtmist ning säilitada oma tavapärased toitumisharjumused kogu päeva jooksul enne kehakoostise määramist. Osalejad paigutati ja skaneeriti kogu keha ulatuses vastavalt mõõtmisjuhendile, kasutades standardset analüüsiprotokollit. DXA mõõtmiste puhul olid kehakoostise variatsioonikoefitsiendid alla 1,5%.

3.5 Statistiline analüüs

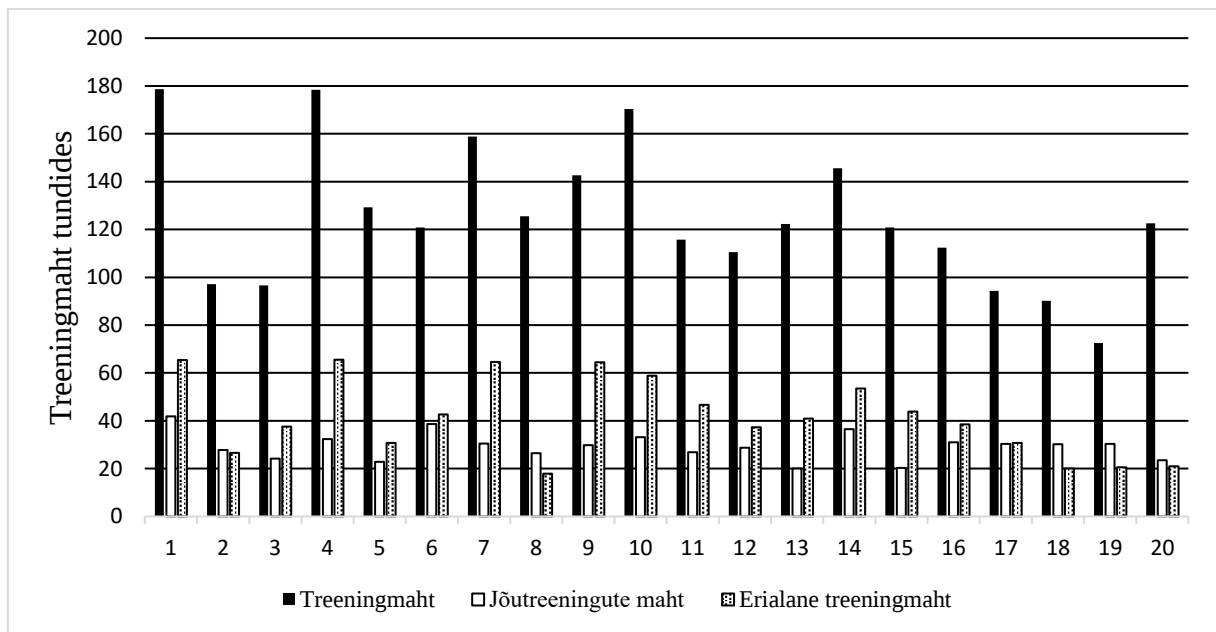
Statistiline analüüs viidi läbi kasutades IBM-SPSS Statistics for Windows versiooni 28.0.1.1(15), 2012 (SPSS Inc., IBM Company, Chicago, IL, USA).

Ekperimendi alguses ja lõpus tehtud uuringute mõõtmisi kontrolliti kasutades REM ANOVA testi ning muutusite arvutamisel arvestati kovariaadina ka vanust. Kirjeldavad tulemused kuvati keskmiste $\pm$ standardveana (SE). Kehakoostise muutuste ja sooritusvõime muutuste vaheliste seoste tuvastamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonanalüüsi. Statistilise olulisuse määramiseks kasutati $p < 0,05$ kriteeriumit.

4. TULEMUSED

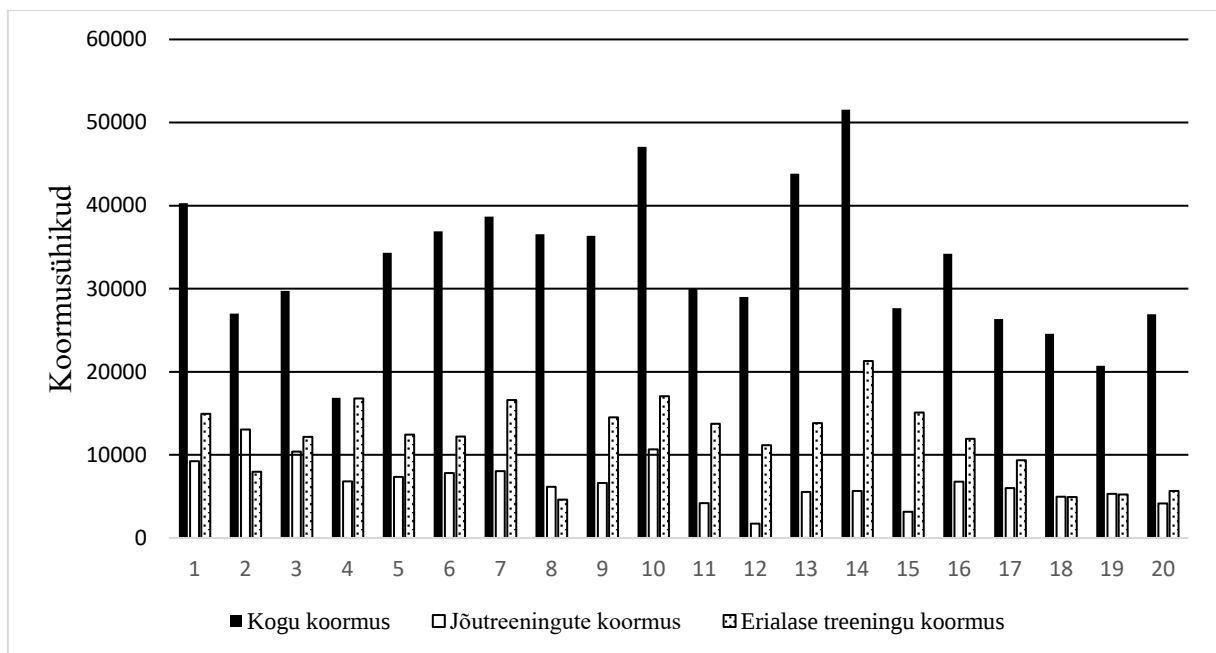
4.1 Uuritavate treeningute kirjeldavad parameetrid

Uuringu jooksul (10 nädalat) oli 20ne naismurdjaasusataja keskmine treeningmaht $125,3 \pm 6,6$ tundi. Vaatlusaluste treeningute arv sel perioodil oli keskmiselt $72,1 \pm 2,9$. Üldtreeningmahust moodustas erialane treening keskmiselt $41,4 \pm 3,6$ tundi ning jõutreeningute mahuks oli $29,3 \pm 1,3$ tundi. Vaatlusaluste treeningmahud on kajastatud joonisel nr 1.



Joonis 1. Vaatlusaluste treeningmahud tundides 10-nädalase treeningtsükli jooksul.

Vaatlusaluste treeningkoormuse andmed on kajastatud joonisel nr 2. Keskmine treeningkoormus oli vaatlusalustel antud perioodil $32930,9 \pm 1953,4$ koormusühikut, millest jõutreeningute koormus moodustas $6676,95 \pm 603$ ja erialane treening $12077,90 \pm 1027,8$ koormusühikut.



Joonis 2. Vaatlusaluste treeningkoormus Foster et al., 2001 meetodika järgi.

4.2 Aeroobse töövõime testi tulemused

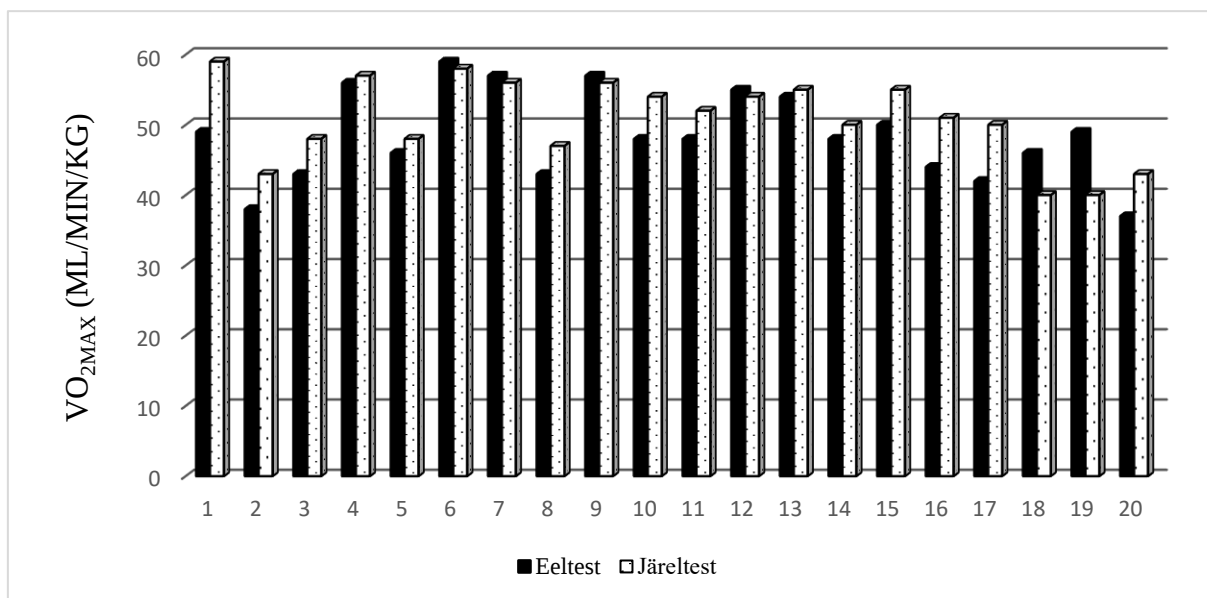
Vaatlusaluste aeroobse töövõime testi tulemused erinesid paaristõuke suusaergomeetri testil enne ja pärast testperioodi oluliselt. Noorsuusatajate aeroobse läve ($p=0,001$), anaeroobse läve ($p=0,026$), ja maksimaalse koormuse tulemused paranesid ($p=0,001$). Ühtlasi oli statistiliselt oluline muutus Max/kg tulemustes ($p=0,000$).

Tabel 1. Uuringus osalejate eel- ja järeltesti aeroobse läve, anaeroobse läve, maksimaalselt saavutatud töövõime võimsus vattides ning maksimaalne võimsus kehakaalu kohta.

	Eeltesti tulemus $\pm$ SE	Järeltesti tulemus $\pm$ SE
AeL (W)	89,3 $\pm$ 3,4*	98,2 $\pm$ 3*
AnL (W)	139,6 $\pm$ 5,6*	150,5 $\pm$ 5,7*
Max (W)	173,7 $\pm$ 6,1*	190 $\pm$ 7*
Max/kg (W)	2,9 $\pm$ 0,1*	3,2 $\pm$ 0,1*

AeL – võimsus aeroobsel lävel, AnL – võimsus anaeroobsel lävel, Max - maksimaalne võimsus testil, Max/kg - maksimaalne võimsus suhtes kehakaaluga, * – $p < 0,05$, SE – standard viga, W – vatti.

Aeroobse võimekuse testi keskmised tulemused paranesid $48,5 \pm 1,4$ ml/min/kg-lt $50,8 \pm 1,3$ ml/min/kg-le ($p=0,036$). Kuue vaatlusaluse tulemused ei paranenud, nelja vaatlusaluse tulemused jäid sarnasele tasemele võrreldes varasemaga ja kahe vaatlusaluse tulemus langes selgelt. Individuaalsete tulemuste muutused on kajastatud joonisel nr 3.



Joonis 3. Vaatlusaluste maksimaalse hapnikutarbimise näitajad eel- ja järeltestil.

4.3 Kehakoostise mõõtmise tulemused

Kehakoostise mõõtmise tulemustes suurenes oluliselt vaatlusaluste kogu keha lihasmass, mis suurenes $42,6 \pm 0,9$ kg-lt $43,3 \pm 1,0$ kg-le ($p=0,001$). Lihasmassi muutus vaatlusaluste ülakehas suurenes $25,6 \pm 0,6$ kg-lt $26,3 \pm 0,7$ kg-le ($p=0,001$). Samuti langes keha rasvaprotsent $24 \pm 0,9$ protsendilt $22,9 \pm 0,8$ protsendile ($p=0,01$). Vaatlusaluste kehamass aga statistiliselt oluliselt ei muutunud, kehakaal oli eeltestil $60,5 \pm 1,5$ ja järeltestil $60,5 \pm 1,5$ ($p=0,972$).

4.4 Seosed treeningparameetrite ning töövõime muutuste vahel

Treeningpäeviku andmeid analüüsides leiti üldise treeningmahu ja erialase treeningmahu vahel statistiliselt oluline seos ($r=0,819$; $p=0,000$). Treeningpäeviku andmete põhjal oli jõutreeningute mahu ja erialase treeningmahu vahel statistiliselt oluline seos ($r=0,450$; $p=0,046$). Treeningandmete ja kehakoostise muutuste korrelatsiooni analüüs näitas statistiliselt oluliseid seoseid kogu treeningkoormuse ($r=0,660$; $p=0,002$), jõutreeningute kestvuse ($r=0,466$; $p=0,038$), erialase treeningkoormuse ($r=0,452$; $p=0,045$) ja ÜKLM

muutuste vahel. Uuriti ka seoseid treeningu karakteristikute ja koormustesti tulemuste muutuste vahel, milles Pearsoni korrelatsiooni analüüs näitas statistiliselt olulist seost jõutreeningu aja ning AnL(W) ($r=0,504$; $p=0,024$), Max(W) ($r=0,480$; $p=0,032$) ja Max/kg ($r=0,461$; $p=0,041$) vahel.

Koormustesti tulemuste muutuste omavahelises analüüsis leiti statistiliselt olulised seosed AeL ja AnL muutuste vahel ($r=0,561$; $p=0,010$). Samuti leiti seosed AeL võimsuse kasvu ($r=0,632$; $p=0,003$) ja AnL võimsuse kasvu ($r=0,632$; $p=0,003$) ja Max kasvu vahel. Ühtlasi oli AeL, AnL ja Max muutuste puhul oluline seos ka Max/kg muutuste vahel, vastavalt ($r=0,641$; $p=0,002$), ($r=0,576$; $p=0,008$) ja ($r=0,892$; $p=0,000$). VO_{2max} tulemuste puhul leiti statistiliselt oluline seos AeL muutuste ($r=0,511$; $p=0,021$), AnL muutuste ($r=0,614$; $p=0,004$), Max muutuste ($r=0,475$; $p=0,034$) ja MaxW/kg kasvu ($r=0,478$; $p=0,033$) vahel.

Kehakoostise muutuseid ja koormustesti tulemuste muutuseid analüüsides leiti statistiliselt oluline seos VO_{2max} ja rasvaprotsendi muutuste vahel ($r=-0,463$; $p=0,040$). Lihasmassi ja Max muutuste vahel ($r=0,506$; $p=0,023$) oli samuti statistiliselt oluline seos. Lihasmassi muutuste ja VO_{2max} i muutuste vahel statistiliselt olulisi seoseid ei leitud ($p>0,05$). Leiti ka statistiliselt oluline seos suurema rasva protsendi languse ja Max/kg kasvu vahel ($r=-0,506$; $p=0,023$).

5. ARUTELU

5.1 Treeningud 10-nädalase perioodi jooksul

Käesolevas uuringus osalenud noored naissportlased treenisid keskmiselt 12,3 tundi nädalas, millest 4,1 tundi moodustasid erialased treeningud ja 2,9 tundi jõutreeningud. Solli et al., (2017) uuris üheks edukaimaks peetava naismurdmaasuusataja treeningparameetreid 5 aasta pikkusel perioodil. Vaatlusaluse treening koosnes 91% vastupidavustreeningust, 8% jõutreeningust ja 1% kiirustreeningust (viie aasta keskmised). Olulise muutusena on välja toodud jõutreeningute kasv ca 51 tunnilt (43% keharaskustega harjutused ja 57% raske jõutreening) esimese 2 aasta jooksul (30-32 aasta vanuselt) ca 90 tunnini (50% keharaskustega harjutused ja 50% raske jõutreening) järgmise 3 aasta jooksul. Tõus oli tingitud nii treeningute arvu, kui ka kestvuse suurenemisest. Jõutreeningute maht kasvas ettevalmistusperioodil 6,0lt tunnilt kuni 10,9le tunnile kuus, millest ca 50% moodustas jõutreening suurte raskustega. $63 \pm 3\%$ iga-aastasest vastupidavustreeningutest ja kiirustreeningutest tehti erialaspetsiifiliste treeningutena. Võttes arvesse maailma tippsuusataja treeningnäitajaid võime järeldada, et noorsuusatajate treenitus on madalam, kuid sealjuures eakohane. Samas näitab Solli et al., (2017) uuring selgelt, kuhu suunas suusatamine on liikunud ning ka noorte arendamisel tuleks neid aspekte arvesse võtta.

Ettevalmistusperioodil treenis Solli et al., (2017) uuritav keskmiselt $20,9 \pm 1,3$ tundi, millest vastupidavustreening moodustas $18,3 \pm 0,6$ tundi ($9,8 \pm 0,5$ ehk 53% erialased treeningud) ja jõutreening $2,2 \pm 0,6$ tundi. Treeningmahust moodustasid 10,5% jõutreeningud ja kogutreeningmahust 46,9% erialastest vastupidavustreeningutest. Käesolevas uuringus moodustas uuritavate treeningmahust 33% erialane treening ja 23,4% jõutreening. Arvestades käesolevas uuringus osalenud naissuusatajate vanust, võib järeldada, et treeningstaaži lisandumisel ja treeningmahu järk-järgulisel tõstmisel peaksid murdmaasuusatajad tõstma ka erialaste treeningute osakaalu ning jõubaasi saavutamisel jõutreeningute mahu osakaalu vähendama.

Käesolevas uuringus leiti, et üldine treeningkoormus, jõutreeningute kestvus ning erialane treeningkoormus mõjutavad ÜKLM arengut. Sellest võime oletada, et erialase treeningu (paaristõuked, vahelduvtõukeline sammuta jne) koormusel on oluline roll ülakeha ettevalmistuses. Sellele tuginedes võime järeldada, et lisaks jõutreeningutele, peaks jälgima ja uurima täpsemalt erialase treeningu sisu. See annaks treeningprotsessi planeerimisel võimaluse jõutreeningute mahu ja erialase treeningu paremaks kooskõlastamiseks, et tagada seeläbi sportlaste areng.

5.2 Seosed lihasmassi ja VO_{2max} näitajate vahel

Jõutreeningud on murdmaasuusatajate sooritusvõime arendamise seisukohast leidnud olulise koha suusataja treeningprotsessis. Samuti on leitud, et sooritusvõime ja võistlustulemuste seisukohast on sportlase lihasmass oluline näitaja (Carlsson et al., 2017). Üldiselt ollakse seisukohal, et jõutreeningud ei aita tõsta maksimaalset hapnikutarbimist otseselt (Losnegard, 2019). (Losnegard & Hallen (2014b) on leidnud, et kõrgemaid VO_{2max} näitajaid saavutavad murdmaasuusatajad joostes, võrreldes põhiliselt ülakeha lihaskonda töösse rakendava paaristõukelise sõiduviisiga. Paaristõuke töö ei suuda murdmaasuusataja ülakeha nii palju hapniku omastada, kui jooksu või kõnnitestidel ning selle põhjal on soovitatud ülakeha hapniku omastamise parandamiseks teha palju aeroobseid treeninguid (Rud et al., 2014). Hegge et al., (2016) uuringus osalesid eliit mees- ja naissuusatajad, keda testiti paaristõuke ja jooksu testidel. Autor leidis, et kõrgemaid VO_{2max} väärtuseid paaristõuke testides suusaergomeetril võrrelduna jooksupärga, suutsid näidata mehed. Autor leidis, et väiksem absoluutse hapniku tarbimise näitajate vahe ja kõrgem absoluutne hapnikutarbimine on sportlastel, kellel on suurem LM. Lisaks leiti uuringus, et mida suuremat lihasmassi (kogu keha, ülakeha, käed) kasutati, seda suuremaks kasvas hapniku tarbimise erinevus naiste ja meeste vahel. Sellest võib järeldada, et LM, eriti just ÜKLM on murdmaasuusataja absoluutse hapnikutarbimise edendamise ning rullsuusatamise ja jooksu absoluutse hapnikutarbimise vahe vähendamise seisukohast olulisel kohal.

Käesolevas uuringus kasvas naissportlaste VO_{2max} 4,7 protsenti ja lihasmass 1,6 protsenti. Samas ei kinnita antud uuringu korrelatsiooni analüüs LM ja ÜKLM statistiliselt olulist seost VO_{2max} muutustega. Sarnaseid tulemusi rullsuusatestil ettevalmistusperioodil treenides on saanud ka Losnegard et al., (2011), kelle uuringus paranes 12-nädalasel treeningperioodil VO_{2max} 7 ± 1 protsenti eksperimendigrupil, kes tegi tugevaid jõutreeninguid ning 2 ± 2 protsenti grupil, kes jätkas oma tavapärase treeninguga. Sarnaselt käesoleva uuringuga kasvas Losnegard et al., (2011) uuringus LM eksperimendigrupil 1.8 ± 0.5 protsenti ning kehakaal oluliselt ei muutunud. Losnegard et al., (2011) uuringus saadud paremad VO_{2max} tulemused on mõneti seletatavad sellega, et rullsuusatestil mängib maksimaalse soorituse juures rolli lisaks jõule ka tehniline sooritus, mis ettevalmistusperioodil täiustub. Losnegard et al., (2011) leidis, et testis osalenud murdmaasuusatajate lihasmass, 1 KM ja VO_{2max} rullsuusatamisel suurenes, kuid joostes mitte. Samas uuringus ei suurendanud kontrollgrupp lihasmassi ega parandanud 1 KM ja VO_{2max} näitajaid, kontrollgrupi maksimaalne hapniku tarbimine jäi rullsuusatamises ja jooksupärga samale tasemele. Kuigi varem on sellele võimalikule negatiivsele mõjule viidanud Skattebo et al., (2015), leidis sarnaselt

Losnegard et al., (2011) enda uuringuga, et maksimaalsel jõu arendamisel kasvab lihassmass ja maksimaalne jõud, kuid leidis ka, et VO_{2max} langes 10-nädalase treeningperioodi jooksul. Samal ajal jäi kontrollgrupi VO_{2max} muutumatuks. Lisaks Skattebo et al., (2015) uuringule leidis ka kahevõistlejaid uurinud Rønnestad et al., (2012), et maksimaal ja plahvatusliku jõutreeningu tagajärjel VO_{2max} näitajad rullsuusatades ei parane. Siiski on eelnevatele uuringutele tuginedes võimalik väita, et lihassmassi juurdekasv võib mõjutada VO_{2max} i arengut, kuid sealjuures tuleks sooritada võimalikult erialaseid jõuharjutusi, et jõutreeningute mõju kanduks ka tehniliselt rasketele liigutustele suusatades. Eelnevast lähtub, et jõutreeninguid ei tasuks karta ja lihassmassi kasv ei näi mõjuvat negatiivselt VO_{2max} ning siinkohal võib suusataja suhteliselt julgelt jõudu arendada. Pidades silmas, et just naissuusatajate ülakeha lihassmass on väiksem, siis tasuks naissuusatajate ülakeha arendamisele rohkem tähelepanu suunata. Käesoleva uuringu tulemusi tõlgendades tuleks siiski säilitada mõningane ettevaatlikkus, sest nelja noorsuusataja VO_{2max} näidud jäid samasse suurusjärku, kuid kahe suusataja hapnikutarbimine isegi langes. Antud asjaolu viidatab, et noored võivad regeerida treeningstiimulitele erinevalt ning individuaalseid eripärasid tuleks treeningprotsessis arvesse võtta.

5.3 Seosed töövõimes 10-nädalase perioodi jooksul

Sportliku taseme tõstmise seisukohast on oluline arendada kõiki olulisi erialase töövõime komponente. Käesolevas uuringus osalenud noorsuusatajate aeroobse töövõime näitajad paranesid (AeL, AnL ja Max ja Max/kg), lisades veelgi kinnitust jõutreeningute positiivsele efektile koos vastupidavustreeningutega varasemalt leitud uuringutes (Hoff et al., 1999; 2002; Østeras et al., 2002). Selliseid tulemusi võiks üheltpoolt selgitada asjaoluga, et uuring toimus ettevalmistusperioodil, kus uuringus osalejate jõutreeningute osakaal oli 10-nädalase treeningtsükli vältel 23,4% üldisest treeningmahust ning käesoleva uuringu tulemusi analüüsides selgus, et jõutreeningutele kulutatud aeg mõjutab töövõime näitajaid. Arvestades asjaolu, kus varasemad uuringud näitavad, et aastasest treeningmahust moodustab jõutreening enamasti 10-15%, (Sandbakk & Holmberg, 2017) on selliste tulemuste ilmnemine ootuspärane, kuna ettevalmistusperioodi alguses arendatakse jõudu suuremas mahus (Losnegard, 2019). Vastupidavusaladel teostatud uuringutest on enamasti kasutatud töövõime arendamisel maksimaal ja plahvatuslikku tüüpi jõutreeninguid ja panustatud ülakeha jõuvõimete arendamisele (Berryman et al., 2018; Losnegard, 2019). Mitmed uuringud on leidnud ka töövõime ja vastupidavusliku jõutreeningu vahel positiivse seose (Børve et al., 2017). Paaristõuke testi AnL, Max ja Max/kg võimsuse kasvu mõjutas antud uuringus jõutreeningute maht, mida toetab ka antud uuringus leitud korrelatsioon puhta jõutreeningu ajaga. Käesoleva uuringu tulemustest ilmnes ka, et keha rasvaprotsendi langedes kasvas ka suhteline (Max/kg)

võimsus, viidates naissuusatajate keha rasvaprotsendile, kui olulisele faktorile töövõime kontekstis. Sarnasele järeldusele on ka varasemalt viidatud (Carlsson et al., 2014). Korrelatsioonanalüüsi tulemustest ilmnes, et aeroobse, anaeroobse ja maksimaalse võimsuse kasvu ning suhtelise maksimaalse võimsuse kasvu vahel on tugevad korrelatiivsed seosed, mis viitavad, et töövõime ja üldisemalt sooritusvõime parandamise seisukohast on oluline pöörata tähelepanu sportlase mitmekülgsusele ja tasakaalustatud arengule.

5.4 Kehakoostise mõju naismurdmaasuusatajate sooritusvõimele

Murdmaasuusatajate puhul on leitud varasemalt olulisi seoseid sportlase kehamassi ja töövõime vahel. Larssoni uuringus (2008), kus uuriti murdmaasuusatajate (vanuses $17,9 \pm 1a$) kehakoostise vahelisi seoseid distant si läbimisel, leiti, et kogu kehamass ja lihassmass olid olulises korrelatsioonis distant si läbimise ajaga (vastavalt $r=-0,721$; $p=0,05$ ja $r=-0,830$; $p=0,01$). Carlssoni et al., (2014), kus uuriti seost võistlustulemuste ja LM vahel leiti, et LM muutused korreleerusid sprindiproloogi finiši ajaga, sõltumata soost. Käesolevas magistritöös leiti samuti naissuusatajate maksimaalse töövõime tulemuste ja LM vahel tugev seos ning kehamassi seos ÜKLM, mis toetab varasemalt saadud tulemusi. Carlsson et al., (2014) uuringus olid naistel lisaks ka distant si läbimise tulemused oluliselt seotud LM ja ÜKLM-ga, meestel puhul seda korrelatsiooni aga ei täheldatud. Erinevad tulemused lihassmassi osas võivad tulla asjaoludest, et lisaks lihassmassile on ka teisi olulisi mõjutajaid sooritusvõimele. Carlsson et al., (2014) uuringust ilmnes, et meeste sportlik tase oli oluliselt ühtlasem, kui naissuusatajatel, mille tõttu nõrgemad naissuusatajad suudavad mõningaseid nõrkuseid teisiti kompenseerida. Järeldati, et LM on oluline näitaja võistlustulemuste parandamiseks. Antud uuringu tulemused viitasid, et ÜKLM on võistlustulemuste jaoks oluline, seega tasub tippsuusatajate treeningutes tähelepanu pöörata ülakeha lihassmassi arendamisele. Samas tuleks jälgida, et suurem lihassmass ei hakaks mõjutama kehakaalu ning soovitatav oleks rasvamass asendada lihassmassiga, et tagada suusatajate kõrgem spordimeisterlikkuse tase.

Jones et al., (2021) uuris 25 kuu vältel, kas murdmaasuusataja võistlustulemusi on võimalik ennustada laboratoorsetes tingimustes määratud antropomeetriliste ja füsioloogiliste näitajate ning treeningmahtude põhjal. Uuringus leiti, et LM ja ÜKLM suurenes nii naistel, kui meestel, kuid keha rasvamass langes ja VO_{2max} paranes ainult naistel. Järeldati, et kehakoostise ja aeroobse võimekuse näitajate paranemine võib olla kasulikum naismurdmaasuusatajatele. Ka käesolevas töös leiti seos keha rasvaprotsendi languse ja kõrgema suhtelise maksimaalse võimsuse (Max/kg) vahel. Solli et al., (2017) uuringus oli maailma üheks parimaks naismurdmaasuusatajaks peetava sportlase viie aasta keskmised ($\pm SD$) kehakoostise näitajad

järgmised: kehakaal $64,8 \pm 0,6$ kg, LM $54,8 \pm 0,2$ kg, ÜKLM $34,4 \pm 0,5$ kg ning rasvaprotsent $14,3 \pm 1,1$. Käesolevas uuringus osalenud naismurdmaasuusatajate LM ja ÜKLM olid oluliselt väiksemad ning rasvaprotsent oluliselt kõrgem, millest saame järeldada, et üks viis jõudmaks maailma tippudele lähemale, on tõsta lihasmassi osakaalu ning vähendada liigset rasvamassi. Seda arvamust toetab ka Carlsson et al., (2014) uuring, kus naismurdmaasuusatajate LM oli $45,8 \pm 4,5$ kg ja keha rasvaprotsent oli 20.5 protsenti. Käesolevas uuringus osalejate LM on 5,8 protsenti väiksem ja rasvaprotsent 11,7 protsenti suurem, kui Carlssoni et al., (2014) uuringus. Samal ajal on keskmine kehakaal mainitud uuringutes praktiliselt võrdne. 10-nädalase perioodi jooksul vaatlusalusteste rasvamass langes ning VO_{2max} tulemused paranesid. See viitabki asjaolule, et antud uuringus õnnestus noorsuusatajatel kehakoostise osas liikuda soositud suunas, ehk madalama rasvaprotsendi ja kõrgema lihasmassi suunas ilma kehakaalu muutusteta ning sealjuures kõigi oluliste töövõime parameetrite paranemisega.

5.5 Magistritöö tugevused ja puudused

Käesoleva töö puudusena võib välja tuua, et vaatamata sellele, et vaatlusalused olid riigisiselt ühed parimad naisuusatajad, oli nende tasemevahe ja treenituse tase mõnevõrra erinev uuringugrupi sees. Viiel vaatlusalusel, oli 10- nädalase treeningperioodi mahuks alla 100 tunni ning ka töövõime teste läbi viies pidi arvestama sportlaste tasemega, ehk koormuse tõstmise samm oli vaatlusalustel erinev. Jõutreeningute vaatest on antud vanuses noori naissuusatajaid uuritud küllaltki vähe ning antud uuring aitab täita mainitud tühimikku. Samuti annab uuring sisendi treeneritele praktiliseks treeningprotsessi täiustamiseks.

6. JÄRELDUSED

Käesoleva magistritöö põhjal tehtud järeldused:

1. Uuringus osalenute noorte naissuusatajate paaristõukeergomeetril sooritatud aeroobse võimekuse näitajad koormustestil (aeroobne lävi, anaeroobne lävi, maksimaalne võimsus ja maksimaalne hapnikutarbimine) paranesid 10-nädalase treeningperioodi jooksul.
2. Noorte naismurdmaasuusatajate kehakoostise mõõtmisel kehamass uuringu vältel oluliselt ei muutunud, kuid vaatlusaluste lihassmass suurenes ning keha rasvaprotsent vähenes.
3. Antud uuringus jõeldati, et kõrgem erialaste treeningute maht aitab kaasa töövõime arengule. Samuti leiti sarnaselt varasematele uuringutele kinnitus jõutreeningute ja ÜKLM positiivsest seosest töövõimele.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Barroso R, Salgueiro DF, Carmo EC, Nakamaru FY. The Effects on training volume and repetition distance on session rating of perceived exertion and internal load in swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2015; 10(7): 848-52.
2. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, et al. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2001; 15(1): 109-15.
3. Halson SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine* 2014; 44: 139-47.
4. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2004; 36(6): 1042-7.
5. Berryman N, Mujika I, Arvisais D, Roubex M, Binet C, et al. Strength Training for Middle- and Long-Distance Performance: A Meta-Analysis. *Journal of Sports Physiology and Performance* 2018; 13(3): 398.
6. Børve J, Jevne S. N, Rud B, Losnegard T. Upper-Body Muscular Endurance Training Improves Performance Following 50 min of Double Poling in Well-Trained Cross-Country Skiers. *Frontiers in Physiology* 2017; 8: 690.
7. Carlsson M, Carlsson T, Hammarström D, Malm C, Tonkonogi M. Prediction of race performance of elite cross-country skiers by lean mass. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2014; 9(6): 1040-5.
8. Carlsson M, Carlsson T, Hammarström M, Tiiveli T, Malm C, et al. Validation of physiological tests in relation to competitive performances in elite male distance cross-country skiing. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2012; 6: 1496-1504.
9. Carlsson T, Wedholm L, Johnny Nilsson J, Carlsson M. The effects of strength training versus ski-ergometer training on double-poling capacity of elite junior cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology* 2017; 117:1523–1532.
10. Ellefsen S, Baar K, Schumann M, Rønnestad B. Proposed Mechanisms Underlying the Interference Effect in Concurrent Aerobic and Strength Training. Springer 2019.
11. Hoff J, Gran A, Helgerud J. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2002; 12: 288-295.
12. Hoff J, Helgerud J, Wilsoff U. Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1999; 31(6): 870-877.

13. Holmberg H-C, Lindinger S, Stöggle T, Eitzlmair E, Müller E. Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2005; 37(5): 807–818.
14. Häkkinen K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1989; 29(1): 9-26.
15. Ingjer F. Maximal oxygen uptake as a predictor of performance ability in women and men elite cross-country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 1991; 1(1): 25–30.
16. Jones TW, Lindblom HP, Karlsson Ø, Andersson EP, McGawley K. Anthropometric, Physiological, and Performance Developments in Cross-country Skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2021; 53(12): 2553-2564.
17. Losnegard T, Mikkelsen K, Rønnestad BR, Hallen J, Rud B et al. The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross-country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2011; 21: 389–401.
18. Losnegard T, Myklebust H, Hallén J. Anaerobic capacity as a determinant of performance in sprint skiing. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2012; 44(4): 673–681.
19. Losnegard T, Hallén J. Elite cross-country skiers do not reach their running VO₂max during roller ski skating. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2014b; 54(4): 389–393.
20. Losnegard T. Strength Training for Cross-Country Skiers. In: Schumann M., Rønnestad B. (eds) *Concurrent Aerobic and Strength Training*. Springer 2019; 357-368.
21. Losnegard T, Hallén J. Physiological differences between sprint- and distance-specialized cross-country skiers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2014a; 9(1): 25–31.
22. Lucia A, Joyos H, Chicarro JL. Physiological response to professional road cycling: Climbers vs. time trialists. *International Journal of Sports Medicine* 2000; 21: 505–512.
23. Lundberg T. Long-Term Effects of Supplementary Aerobic Training on Muscle hypertrophy. In *Concurrent Aerobic and Strength Training*; Schumann, M., Rønnestad, B.R., Eds.; Scientific Basics and Practical Applications. Springer 2018: 167-180
24. Mikkola J, Rusko H, Nummela A, Pollari T, Häkkinen K. Concurrent Endurance and Explosive Type Strength Training Improves Neuromuscular and Anaerobic Characteristics in Young Distance Runners. *International Journal of Sports Medicine* 2007; 28(7): 602-11.
25. Nesser TW, Chen S, Serfass RC, Gaskill SE. Development of upper body power in junior cross-country skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2004; 18(1): 63–71.

26. Niinimaa V, Dyon M, Shephard RJ. Performance and efficiency of intercollegiate cross-country skiers. *Med. Sci. Sports* 1978; 10: 91–93.
27. Paavolainen L, Häkkinen K, Rusko H. Effects of explosive type strength training on physical performance characteristics in cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology* 1991; 62: 251–255.
28. Paavolainen L, Häkkinen K, Hamalainen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology* 1999; 86(5): 1527–1533.
29. Rebutin VZ, Pereira G, Bohrer RCD, Ugrinowitsch C, Rodacki ALF. Plyometric long jump training with progressive loading improves kinetic and kinematic swimming start parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2016; 30(9): 2392–2398.
30. Rud B, Secher NH, Nilsson J, Smith G, Hallen J. Metabolic and mechanical involvement of arms and legs in simulated double pole skiing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2014; 24: 913–919.
31. Rusko H. Cross-country skiing. *Handbook of Sports Medicine and Science*, 2003.
32. Rønnestad BR, Hansen EA, Raastad T. Strength training improves 5-min all-out performance following 185 min cycling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2011; 21(2): 250-259.
33. Rønnestad BR, Kojedal Ø, Losnegard T, Kvamme B, Raastad T. Effect of heavy strength training on muscle thickness, strength, jump performance, and endurance performance in well-trained Nordic Combined athletes. *European Journal of Applied Physiology* 2012; 112: 2341–2352.
34. Sandbakk Ø, Ettema G, Holmberg HC. Gender differences in endurance performance by elite cross-country skiers are influenced by the contribution from poling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2014; 24: 28-33.
35. Sandbakk Ø, Holmberg HC. Physiological capacity and training routines of elite crosscountry skiers: approaching the upper limits of human endurance. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2017; 12(8): 1003–1011.
36. Sandbakk Ø, Holmberg HC, Leirdal S, Ettema G, The physiology of world-class sprint skiers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2011: 9-16.
37. Sandbakk Ø. Practical implementation of strenght training to improve the performance of world-class cross-country skiers. *Kinesiology* 2018; 50: 155-162.
38. Skattebo Ø, Hallén J, Rønnestad BR, Losnegard T. Upper body heavy strength training does not affect performance in junior female cross-country skiers. *Scandinavian Journal of*

Medicine and Science in Sports 2015; 26: 1-10.

39. Solli GS, Tønnessen E, Sandbakk Ø. The Training Characteristics of the World's Most Successful Female Cross-Country Skier. *Frontiers in Physiology* 2017; 8: 1069.

40. Tønnessen E, Sylta Ø, Haugen TA, Hem E, Svendsen IS, et al. (2014) The Road to Gold: Training and Peaking Characteristics in the Year Prior to a Gold Medal Endurance Performance. *PLoS One* 2014; 9(7).

41. Øfsteng S, Sandbakk Ø, Beekvelt M.van, Hammarström D, Kristoffersen R, et al. Strength training improves double-poling performance after prolonged submaximal exercise in cross-country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2018; 28: 893–904.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Janek Vallimäe,

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

Noorte naismurdmaasuusatajate töövõime areng 10 nädalasel treeningperioodil,

mille juhendajad on Jarek Mäestu ja Eno Vahtra,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Janek Vallimäe

20.05.2022