

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Reigo Pihlak

**Eesti A koondise ja U23 koondise sõudjate kehalise töövõime muutused
aastase treeningperioodi jooksul**

**Changes in physical performance of Estonian A and U23 national team
quad rowers during a one-year training period**

Magistritöö

kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja(d):
Teadur, Priit Purge

Tartu 2026

SISUKORD

SISUKORD.....	2
LÜHENDID.....	4
TÖÖ LÜHIÜLEVAADE.....	5
ABSTRACT.....	6
1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1 Sõudespordi spetsiifika.....	7
1.2 Treeningintensiivsuse jaotus ja treeningute planeerimise mudelid eliitsõudjatel.....	8
1.3. Eliitsõudjate olulised füsioloogilised ja antropomeetrilised näitajad.....	10
1.3.1 Kehakoostis ja antropomeetrilised näitajad.....	10
1.3.2 Maksimaalne hapnikutarbimine.....	10
1.3.3 Aeroobne ning anaeroobne lävi sõudmises.....	11
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	12
3. METOODIKA.....	13
3.1 Uuringu korraldus.....	13
3.2 Uuritavad.....	13
3.3 Uurimismeetodid.....	14
3.3.1 Kehaehituse määramine.....	14
3.3.2 Astmeline koormustest.....	14
3.3.3 Treeningmahtude ja intensiivsuse jaotuse mõõtmine.....	15
3.4 Andmeanalüüs.....	15
4. TÖÖ TULEMUSED.....	16
4.1. Kehakoostis ja antropomeetrilised näitajad.....	16
4.2. Füsioloogilised näitajad ja nende muutused hooaja jooksul.....	17
4.3. Treeningmaht ja intensiivsuse jaotus hooaja jooksul.....	20
4.4 Seosed treeningandmete ja töövõime näitajate vahel.....	21
5. ARUTELU.....	23
5.1. Aeroobse töövõime muutused hooaja jooksul.....	23

5.2. Anaeroobse ja maksimaalse töövõime muutused	25
5.3. Treeningmahu ja intensiivsuse võimalik mõju tulemustele	27
5.4. Töövõime näitajate omavahelised seosed ja neid mõjutavad tegurid	28
5.5. Uuringu piirangud ja tugevused.....	29
6. JÄRELDUSED	31
KASUTATUD KIRJANDUS	32

LÜHENDID

AeL – aeroobne lävi (südame löögisagedus)

AnL – anaeroobne lävi (südame löögisagedus)

DXA – kaheenergia-röntgenabsorptsioomeetria (kehakoostise mõõtmise meetod)

HR – südame löögisagedus (heart rate)

$\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ – milliliitrit minutis kehakaalu kilogrammi kohta

$\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ – millimooli liitri kohta (laktaadi ühik)

PAeL – aeroobse läve juures saavutatud võimsus

Pamax – maksimaalse hapnikutarbimise juures saavutatud võimsus

PAnL – anaeroobse läve juures saavutatud võimsus

Pmax – maksimaalne võimsus

SD (\pm SD) – standardhälve

Z1 – madala intensiivsusega treeningtsoon

Z2 – mõõduka intensiivsusega treeningtsoon

Z3 – kõrge intensiivsusega treeningtsoon

T1 – esimene mõõtmine (hooaja algus)

T2 – teine mõõtmine (ettevalmistusperioodi lõpp)

T3 – kolmas mõõtmine (hooaja lõpp)

U23 – alla 23-aastaste vanuseklass

VE – ventilatsioon ehk minutiventilatsioon (L/min) (hingamise minutimaht)

VO_2max – maksimaalne hapnikutarbimine

$\text{VO}_2\text{max/kg}$ – suhteline maksimaalne hapnikutarbimine kehakaalu kohta

VCO_2 – süsihappegaasi produktsioon

W – vatt (võimsuse ühik)

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva magistr töö eesmärgiks oli analüüsida Eesti A koondise sõudjate ja U23 koondise sõudjate kehalise töövõime muutuseid aastase treeningperioodi jooksul ning võrrelda kahe grupi arenguid.

Metoodika: Uuringus osales 17 meessõudjat (eliit $n=6$ ja U23 $n=11$). Uuritavate kehalist töövõimet hinnati kolmel korral hooaja jooksul astmelise koormustestiga. Mõõdeti maksimaalset (VO_{2max}) ja suhtelist hapnikutarbimist (VO_{2max}/kg), aeroobse (AeL, PAeL) ja anaeroobse (AnL, PAnL) läve näitajaid, maksimaalset aeroobset võimsust (Pamax) ning maksimaalset võimsust (Pmax). Lisaks analüüsiti treeningmahtu ja treeningute jaotust intensiivsustsoonides (Z1-Z3) ettevalmistus- ja võistlusperioodil.

Tulemused: Tulemused näitasid, et eliitgrupi sportlastel toimus hooaja jooksul suurem töövõime areng võrreldes U23 grupiga eriti aeroobse ja anaeroobse läve võimsusnäitajates. Maksimaalse hapnikutarbimise muutused ei olnud lineaarsed, samal ajal kui submaksimaalsel intensiivsusel saavutatud võimsusnäitajad näitasid arengut selgemalt. Eliitgrupi töövõime paranemine toimus samaaegselt treeningmahu vähenemisega, mis viitab efektiivsele treeningute periodiseerimisele. U23 uuritavatel püsis treeningmaht stabiilsena ning töövõime paranemine oli ka väiksem.

Kokkuvõte: Kokkuvõttes näitas uuring, et sõudjate töövõime areng sõltub mitmete tegurite koosmõjust, sealhulgas treeningute intensiivsuse jaotusest, periodiseerimisest ning sportlaste füsioloogilistest ja antropomeetristest omadustest.

Märksõnad: sõudmine, VO_{2max} , VO_{2max}/kg , treeningmaht, treeningute intensiivsus, aeroobne lävi, anaeroobne lävi,

ABSTRACT

Aim: The aim of this master's thesis was to analyse seasonal changes in physical performance of Estonian national team (elite quadruple scull crew) and U23 rowers over a one-year training period, and to compare the development between the two groups.

Methods: The study included 17 male rowers (elite n=6; U23 n=11). Physical performance was assessed three times during the season using an incremental exercise test. The measured variables included maximal oxygen uptake (VO_{2max}) and relative oxygen uptake (VO_{2max}/kg), aerobic (AeL, PAeL) and anaerobic (AnL, PAnL) threshold indicators, maximal aerobic power (Pamax), and maximal power (Pmax). In addition, training volume and the distribution of training intensity zones (Z1–Z3) were analysed during the preparatory and competitive periods.

Results: The results showed that the elite group demonstrated greater improvements in physical performance over the season compared to the U23 group, particularly in aerobic and anaerobic threshold power outputs. Changes in VO_{2max} were not linear, whereas power outputs at submaximal intensities reflected performance development more clearly. In the elite group, performance improvements occurred alongside a reduction in training volume, indicating effective training periodisation. In contrast, training volume in the U23 group remained relatively stable, and improvements in performance were more modest.

Conclusion: In conclusion, the development of rowing performance appears to depend on the interaction of multiple factors, including the distribution of training intensity, training periodisation, and the physiological and anthropometric characteristics of the athletes.

Keywords: rowing, VO_{2max} , VO_{2max}/kg , training volume, training intensity, aerobic threshold, anaerobic threshold

1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Sõudespordi spetsiifika

Sõudmist spordialana iseloomustab suure kestva-liku koormusega töö nii aeroobses kui anaeroobses tsoonis. Tegemist on tsüklilist liikumist nõudva alaga, mis tervikuna nõuab vastupidavust ning korduvat jõu rakendamist tõmbetsükli jooksul. Ühes tõmbetsükli vaheldub pingutus ning lõdvestus (C.-H. Huang *et al.*, 2007). Võime kiiresti jõudu genereerida on kriitilise tähtsusega paadi liikumise kiirendamiseks ja optimaalse kiiruse säilitamiseks ning sealjuures efektiivse sõudetehnika hoidmiseks (Cardoso *et al.*, 2024). Sõudmine nõuab suurte jõudude rakendamist, seda eriti tõmbefaasi ajal, kui aerule rakendatakse veetakistust.

Rahvusvahelisel tasemel sõudmine nõuab sportlaselt väga suurt füüsilist pingutust ning hea tulemuse saavutamiseks on oluline heal tasemel aeroobne ja anaeroobne võimekus (Cardoso *et al.*, 2024). Samuti on leitud, et rahvusvahelise tasemega sõudjate sooritus sõltub suurel määral aeroobse energiavarustuse efektiivsusest ning võimest säilitada kõrget töövõimsust kogu distantsi vältel (Tref *et al.*, 2017). Sõudjate aastane treeningmaht varieerub keskmiselt 850- 1000 tunnini, mis omakorda jagunevad 475- 525 treeningkorra vahel. Võistluspäevi on keskmiselt 25- 35 (Tønnessen *et al.*, 2024). Sõudjate tiitlivõistlused toimuvad tavapäraselt 2000 meetri distantsil, mille kestus sõltuvalt paatkonnast, soost ja vanusest on 5,5 kuni 8 minutit (Cardoso *et al.*, 2024). Sõltuvalt olümpiadistantsi pikkusest ja pingutuse kestusest (erandiks on Los Angeles 2028) nõuab kõrgel tasemel sõudmine püsivat kõrge intensiivsusega pingutust $\geq 85\%$ VO₂max-ist. Keskmised võimsused mida distantsi läbimisel kasutatakse on 450-550W ja tippvõimsused kuni ~892 W (Zhong *et al.*, 2025). 2000m võistlussõidu ajal töötavad nii aeroobne kui anaeroobne energiatootmine maksimaalsele lähedasel tasemel ning sportlased peavad säilitama kõrge töövõimsuse kogu distantsi vältel (Tref *et al.*, 2017). Uuringud rahvusvahelisel tasemel meessõudjatega näitavad, et võistlussõidus tuleneb 80-85% aeroobsest ja 20-15% anaeroobsest energiatootmismehhanismist (Šmída *et al.*, 2017). Märgitakse, et aeroobse ainevahetuse panuse tõttu sõudjate energiavarustusse võistluste ajal (70-80%) peetakse vastupidavustreeningut sellel spordialal eduka soorituse eelduseks. Rahvusvahelisel tasemel sõudja treening hõlmab peale aeroobse treeningu ka märkimisväärse osa jõu- ja anaeroobset treeningut (Klusiewicz *et al.*, 2015).

Ajavahemikus 1893- 2019 on olümpiamängude ja maailmameistrivõistluste medalipaatkondade lõpuajad vähenenud umbes 0,7 sekundi võrra aastas ja kuigi paranenud sooritusvõime võib tuleneda erinevatest teguritest, siis mängib olulist rolli sportlast järjepidev füüsiline ettevalmistus ja selle areng. Rahvusvahelisel tasemel sõudmises sõltub sooritus suuresti füsioloogilistest näitajatest nagu VO₂max ja tehtava töö võimsusest vere laktaadikonsentratsioonil 2 ja 4 mmol·L ning tippvõimsusest. Kirjeldatud näitajad on olulised 2000m distantsil nõutava pikaajalise kõrge intensiivsusega pingutuse talumiseks. Sellest tulenevalt toetuvad kõrgel rahvusvahelisel tasemel sõudjad struktureeritud treeningprogrammidele, mis määravad ja tasakaalustavad mahtu, intensiivsust ja taastumist, et parandada füsioloogilisi näitajaid ja sooritusvõimet sõudmises. Kuigi füsioloogilised võimekused on otsustava tähtsusega, mõjutavad sooritust ka muud sellised tegurid nagu tehnilised oskused, psühholoogiline seisund, mis koos füsioloogiliste näitajatega mõjutavad lõplikku sooritustulemust (Zhong *et al.*, 2025).

Treenerid ja sporditeadlased kasutavad sagedasti treeningute tõhusamaks struktureerimiseks kolmeefaasilist mudelit, mis jagab treeningud kolme intensiivsustsooni (Zhong *et al.*, 2025).

Tsoon 1 (Z1) tähistab madala intensiivsusega treeninguid, mille ajal on laktaadisisaldus veres ≤ 2 mmol·L ja selle eesmärgiks on arendada aeroobset võimekust ja taastumist. Tsoon 2 (Z2) toimuvad mõõduka intensiivsusega treeningud, kus laktaadisisaldus veres on 2-4 mmol·L ning selle käigus laktaadiläve ja aeroobse efektiivsuse parandamisele. Tsoon 3 (Z3) toimuvad kõrge intensiivsusega treeningud, mille käigus on vere laktaadisisaldus > 4 mmol·L ja eesmärgiks suurendada anaeroobset võimsust ja maksimaalset kiirust (Zhong *et al.*, 2025).

1.2 Treeningintensiivsuse jaotus ja treeningute planeerimise mudelid eliitsõudjatel

Vastupidavusaladel on kasutusel peamiselt kolm treeningintensiivsuse jaotuse mudelit. Nendeks on polariseeritud, püramidaalne ja lävemudel. Polariseeritud treeningmudel koosneb tavaliselt 75-80% tsoonist 1, 0-5% tsoonis 2 ja 15-20% tsoonis 3. Püramidaalses mudelis kasutatakse 70-80% tsoonis 1, 10-20% tsoonis 2 ja 5-10% tsoonis 3. Lävemudeli puhul on ligikaudu 65% tsoonis 1, 35% või enam tsoonis 2 ja alla 5% tsoonis 3. Eliitsõudmises eelistatakse enamasti polariseeritud ja püramidaalset mudelit, sest need on sageli tõhusamad peamiste vastupidavusvõimete arendamisel (Zhong *et al.*, 2025). Samas ei ole uuringutes leitud selget ühe mudeli paremust teise ees ning mõlemad treeningmudelid võivad olla efektiivsed, sõltuvalt sportlaste tasemest, hooaja faasist ja treeningu eesmärkidest (Treff *et al.*, 2017). Uuemad uuringud viitavad, et eliitsõudjate treeningintensiivsuse jaotus ei püsi kogu hooaja

vältel muutumatuna. Ettevalmistusperioodil kasutatakse sagedamini püramidaalset mudelit, samas võistlushooajale lähenedes suureneb polariseeritud treeningjaotuse osakaal (Zhong *et al.*, 2025).

Uuringutest selgub, et eliitsõudjate treeningmahud võivad oluliselt erineda ning ulatuda ligikaudu 10 kuni 31 tunnini nädalas. Kõige sagedamini jääb nädalane treeningmaht siiski vahemikku 14–20 tundi (Zhong *et al.*, 2025). Samuti on leitud, et isegi suhteliselt väike treeningmaht võib olla piisav VO₂max, vere maksimaalse laktaadikontsentratsiooni ja anaeroobse võimsuse säilitamiseks või parandamiseks. Maailmatasemel sõudjate hooajalise treeningu analüüsis leidsid Zhong *et al.*, (2025), et ligikaudu 87% kogu treeningmahust sooritati madala intensiivsusega tsoonis, samas kui mõõduka ja kõrge intensiivsusega treeningute osakaal jäi oluliselt väiksemaks. See viitab, et eliitsõudmises põhinevad treeningud suures mahus tehtava madala intensiivsusega töö, mille eesmärk on arendada aeroobset võimekust ja tehnilist efektiivsust ilma liigse füsioloogilise stressita. Seetõttu planeerivad paljud treenerid eliitsõudjatele suure mahuga, kuid valdavalt madala intensiivsusega treeninguid (Zhong *et al.*, 2025).

Treeningute planeerimisel on oluline ka periodiseerimine. Seeläbi jagatakse treeningprogramm väiksemateks perioodideks, et paremini manipuleerida koormustega ja maksimeerida sooritust, mis samal ajal peaks aitama vähendada ka ületreeningu ohtu. Sõudmises kasutatakse peamiselt lineaarset, kui ka pöördperiodiseerimist (Zhong *et al.*, 2025).

Klusiewicz'i *et al.*, (2015) Poola sõudjatel teostatud uuringust nähtus, et U23 rahvuskoondise 52 nädala treeningplaan, mis kestis septembrist augustini jagunes nelja perioodi. Vahetu ettevalmistusperiood, mis kestis 8 nädalat ja oli vastavalt jagatud nädalasteks mikrotsükliteks (september ja oktoober). Ettevalmistusperiood, mis koosnes 27 nädalast ja vastavast arvust mikrotsüklistest (novembrist aprilli lõpuni). Võistluseelne ja võistlusperiood, mis koosnes vastavalt 5 ja 8 mikrotsüklist (mai - juuli). Viimaseks oli üleminekuperiood, mis jagatud neljaks nädalaseks mikrotsüklik. Vahetu ettevalmistusperioodi eesmärgiks on treeningute järk-järguline taastamine pärast üleminekuperioodi. Järgnenud ettevalmistusperioodi 27 nädalat jaotati omakorda kolmeks 9 nädalaseks tsüklik. Nendest esimene 9 nädalat üldtreeningutsükkel, mille eesmärgiks oli keskenduda jõutreeningutele, kehakaalu kasvatamisele läbi lihasmassi suurenemisele ning koordinatsiooni ja üldvormi arendamisele. Järgnes eritsükkel eesmärgiga jõutreeningute järkjärguline muutmine suunitlusega jõuvastupidavuse ja võimsuse parandamiseks. Suurem rõhk oli sõudeergomeetria mahu ja intensiivsuse kasvatamisel. Viimased 9 nädalat ettevalmistusperioodist oli spetsiaallettevalmistuse periood, mille eesmärkide hulka kuulus järk-järguline veespetsiifiliste

treeningute sissetoomine ja tehnilise soorituse parandamine ning jõuvastupidavuse ja jõuvõimekuse säilitamine (Klusiewicz *et al.*, 2015).

1.3. Eliitsõudjate olulised füsioloogilised ja antropomeetrilised näitajad

1.3.1 Kehakoostis ja antropomeetrilised näitajad

Sõudmises määrab edu sageli sportlase võimsus ja efektiivsus. Võistlussõudmises jagatakse sportlased absoluut- ja kergekaalu kategooriatesse. Mõlemas kategoorias võistlevad sportlased samal alal ja distantstil, kuid nende kahe rühma vahel esinevad märkimisväärsed füsioloogilised erinevused, mis omakorda võivad mõjutada sooritustulemusi. Raskekaalusõudjatel on enamasti tänu oma suuremale kehakaalule suurem absoluutjõud ja võimsus, mis võimaldab sõudmise tõmbetsükli rakendada suuremat jõudu. Kergekaalusõudjatel on vajadus säilitada oma võistlusklassi piirkaal, mistõttu seab see lihassassi kasvatamisele piirangud. Seetõttu on vajalik keskenduda võimsuse ja kaalu suhtele ning vastupidavusele, et optimeerida sooritust, minimeerides samas kehamassi (Noreen, 2024). Sõudmine on vastupidavusalade hulgas ainulaadne istuva tööasendi poolest, mistõttu eristub see selgelt näiteks jooksmisest, kus kehakaal on selgelt piiravaks teguriks. Sõudmises ei ole suurem kehamass ebasoodne ja koos teatud kehaproportsioonidega nagu pikad jäsemed, suur kehapind ja suur käte siruulatus, tulenevad biomehaanilised eelised – suurem aerutõmbe pikkus ja optimaalsem jõu rakendamine aerule (Suszter *et al.*, 2026). Varasemates uuringutes on leitud, et suurema kehaehitusega sõudjad saavutavad enamasti kõrgema absoluutse võimsuse, mis on tugevalt seotud parema tulemusega 2000m distantstil (Ingham *et al.*, 2002). Arvukad uuringud on leidnud, et pikkus, kehakaal ja eriti käte ning jalgade pikkus on sõudeergomeetril sportlaste soorituse ennustajad (Suszter *et al.*, 2026).

1.3.2 Maksimaalne hapnikutarbimine

VO₂max on vastupidavusvõime üks olulisemaid näitajaid (Suszter *et al.*, 2026). Sõudjatel saavutatakse ühed kõrgeimad VO₂max väärtused vastupidavusalade sportlaste seas, mis peegeldab ala väga suurt aeroobset nõudlust (Treff *et al.*, 2017). Ka üheks tugevamini sõudmise tulemuslikkusega korreleeruvaks näitajaks on hapnikutarbimine, mistõttu on see oluline mõõdik treeningute planeerimisel. Maksimaalset hapnikutarbimist mõõdetakse tavapäraselt koormustestiga sõudeergomeetril. Koormustestid sõudeergomeetril on näidanud tugevat seost 2000m distantsti sooritusega ning neid kasutatakse laialdaselt sõudjate füsioloogilise võimekuse ja treeningtsoonide hindamisel (Cardoso *et al.*, 2024). Varasemates uuringutes on leitud, et kõrgem VO₂max on seotud parema sõudmise sooritusega ning eristab

edukamaid sõudjaid madalama tasemega sportlastest (Ingham *et al.*, 2002). Rahvusvahelise tasemega sõudjatel ületab VO₂max sageli 6,5-7 l/min, mida toetab suur kopsumaht ja olulised kardiovaskulaarsed kohanemised (Suszter *et al.*, 2026).

VO₂max on üks enim uuritud füsioloogilisi näitajaid vastupidavusaladel. Seda peetakse üheks olulisemaks näitajaks kardiorespiratoorse süsteemi funktsionaalse võimekuse hindamisel (Šmída *et al.*, 2017).

Sõudmises on kõrge VO₂max oluline, sest 2000m distantil toodetakse suurem osa energiast aeroobse ainevahetuse kaudu ning sportlased peavad säilitama kõrget töövõimet kogu võistluse vältel (Treff *et al.*, 2017).

1.3.3 Aeroobne ning anaeroobne lävi sõudmises

Aeroobne lävi, on füüsilise töö intensiivsus, mille juures toodetakse energia peamiselt aeroobse ainevahetuse kaudu ning laktaat ei hakka veres oluliselt kuhjuma. Aeroobse läve intensiivsusel püsib vere laktaadisaldus tavaliselt 2 mmol·L⁻¹ või sellest madalamal. Aeroobse läve ja laktaadipõhiste lävendite hindamine võimaldab määrata treeningtsoonide piire, kus vastupidavust arendada on kõige tõhusam. Aeroobse võimsuse mõõdik on tavapäraselt VO₂max.

Anaeroobne lävi tähistab töö intensiivsust, mille juures vere laktaadisaldus hakkab tõusma ja saavutab taseme (nt 4 mmol·L⁻¹). See annab infot, millisel tehtava töö võimsusel hakkab anaeroobne metaboolne panus kiiresti suurenema. On leitud, et võimsus tasemel 4 mmol·L⁻¹ või läve lähedal seostub tugevalt 2000m sõudeergomeetri maksimaalse sooritusega, mis omakorda teeb laktaadipõhisest lävest praktilise tööriista intensiivsuse määramiseks ja seeläbi treeningute planeerimiseks (Kilbey *et al.*, 2025). Anaeroobne võimsus tähendab võimet toota suurt võimsust lühiajaliste ja kõrge intensiivsusega pingutuse ajal. Sõudmises on anaeroobne energiavarustus eriti oluline stardikiirenduse ja võistluse lõppfaasis, kus sportlased peavad suutma säilitada maksimaalset või sellele lähedast kiirust. Üheks anaeroobse võimekuse näitajaks peetakse maksimaalset anaeroobset võimsust, mida saab hinnata näiteks lühiajaliste maksimaalsete testidega sõudeergomeetril (Šmída *et al.*, 2017). Seetõttu kasutatakse anaeroobse võimsuse arendamist ja jälgimist olulise osana võistlusettevalmistusest nii ergomeetri- kui jõutreeningutes (Kilbey *et al.*, 2025).

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Antud uurimustöö eesmärk oli analüüsida Eesti A koondise ja U23 vanuseklassi sõudjate kehalise töövõime muutusi ühe treeninghooaja jooksul ning hinnata treeningmahu, intensiivsuse jaotuse ja antropomeetriliste näitajate võimalikku mõju töövõime arengule.

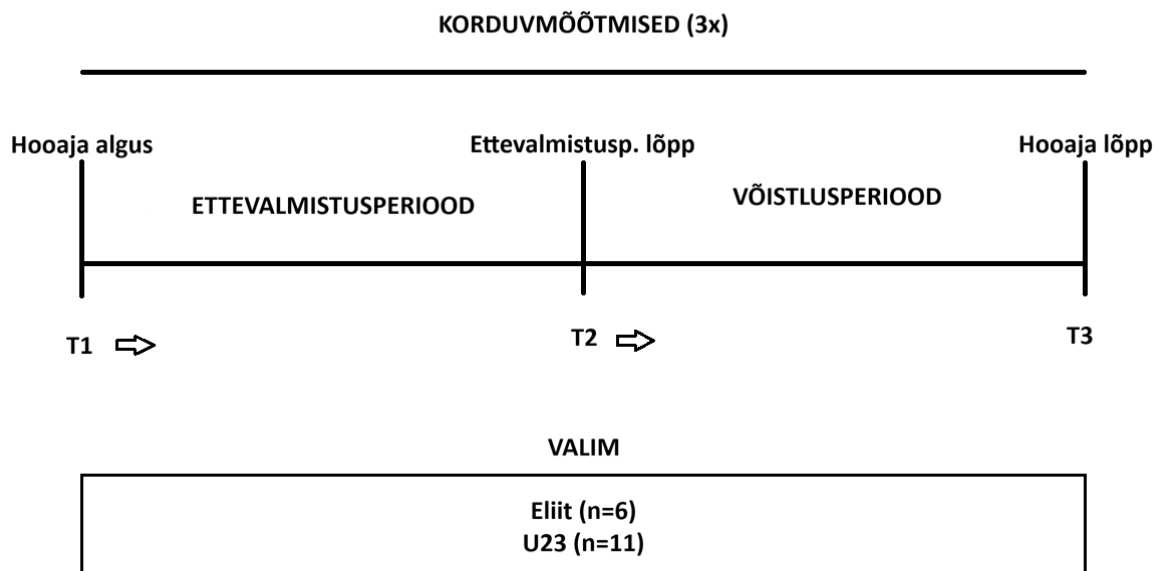
Ülesanded:

1. Kirjeldada eliit- ja U23 sõudjate aeroobse, anaeroobse ja maksimaalse töövõime näitajaid hooaja jooksul.
2. Võrrelda töövõime muutuste ulatust eliit- ja U23 sõudjate vahel.
3. Analüüsida treeningmahu ja treeningintensiivsuse jaotuse võimalikke seoseid töövõime muutustega.
4. Hinnata antropomeetriliste näitajate ja töövõime näitajate omavahelisi seoseid.

3. METOODIKA

3.1 Uuringu korraldus

Uuring viidi läbi hooajal 2016/2017 ning uuritavaid mõõdeti kokku kolmel korral: ettevalmistusperioodi alguses (T1), lõpus (T2) ja võistlusperioodi lõpus (T3). Testimine viidi läbi kahes osas, millest mõlemad sooritati võimalusel samal päeval ja kindlaks määratud järjekorras, Tartu Ülikooli Treeningteaduste laboris, kus uuritavatele tehti DXA meetodil kehakoostise mõõtmine. Teises osas sooritasid sportlased astmelise koormustesti sõudeergomeetrial, mille käigus mõõdeti ka vere laktaadisisaldus 10 µl verest aparaadiga Dr. Lange (Leipzig, Saksamaa). Kogu uuringuperioodi vältel peeti treeningmahtude ja intensiivsuse jaotamisel arvestust läbi sportlyzeri keskkonna, kus uuritavad täitsid individuaalset treeningpäevikut. Uuringute skeem on kujutatud Joonis 1. Testimiste perioodil registreeriti lisaks ka uuritavate treeningute maht ja intensiivsus. Uuring on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomiteega protokollid nr 273/T-9 ja nr 300/T-3.



Joonis 1. Uuringu illustreeritud skeem

3.2 Uuritavad

Käesolevas uuringus osales 17 sõudjat, kes esindasid antud hooajal Eestit erinevatel sõudmise tiitivõistlustel. Uuringus osalenud sportlased kategoriseeriti kahte gruppi: A koondis

(n=6), kuhu kuulusid Eesti Olümpiakomitee A ja B kategooria sportlased ja U23 vanuseklassi sportlased (n=11), kuhu kuulusid sportlased, kelle eesmärgiks oli edukas osalemine rahvusvahelistel tiitlivõistlustel. Uuringus osalenud sportlased olid akadeemilise sõudmisega tegelenud rohkem kui viis aastat, olid uuringute ajal terved ja teadaolevalt ei tarvitanud ravimeid.

3.3 Uurimismeetodid

Sportlaste võimekuse määramiseks kasutati mitmeid füsioloogilise töövõime ja kehaehituse hindamise teste. Füsioloogiliste sooritusandmete kogumine sõudjatel erialaselt ehk veepeal ja välitingimustes on raskendatud keerukate testimisprotseduuride ja seadmete kahjustumise ohu tõttu, mistõttu toimub nende hindamine laboris, kasutades sõudeergomeetria läbitavaid teste, aksepteeritud alternatiivina. Laboritingimustes sõudeergomeetria sooritatavad testide füsioloogilised nõudmised on analoogiks vee peal sõudmisele, kuid võimaldavad vere laktaadisisalduse mõõtmist. Antud tulemusi kasutatakse treeningintensiivsuse tsoonide määramisel (Cardoso *et al.*, 2024).

3.3.1 Kehaehituse määramine

Kehaehitust määrati kaheenergia-röntgenabsorptsiomeetria, ehk DXA meetodil, mis võimaldas mõõta eraldi keha rasvamassi, rasvavaba massi, rasvaprotsenti ning lisaks mõõta kehakoostist ka segmentide kaupa, näiteks võrrelda vasaku ja parema kehapoole jäseseid omavahel (Messina *et al.*, 2020). Mõõtmised toimusid Tartu Ülikooli Chemikumis meetodil (Hologic Discovery ODR Series, USA). Uuringu täpsuse huvides selgitati protseduuri läbiviimise korda eelnevalt uuritavale, paluti eemaldada kehalt kõik metallist ehted ning metalldetailidega riideesemed ning järgida uuringuprotokoll. Mõõtmise ajal lamas uuritav selili, jalad väljasirutatult ning käed kõrval. Mõõtmise ajal (kestus umbes 7 minutit) püsis uuritav liikumatult.

3.3.2 Astmeline koormustest

Uuritavad sooritasid astmelise koormustesti sõudeergomeetria Concept2, mudel D. Enne testi läbiviimist uuritavad eraldi soojendust läbi ei viinud, kasutati standardiseeritud protokoll. Testi algkoormuseks määrati 40W ning koormust suurendati iga minuti järel 20 W võrra vastavalt (Hoffman *et al.*, 2007) protokollile. Uuritavatel paluti hoida ühtlast sõudetempot kogu testi toimumise jooksul. Uuritavate test kestis, kuni nad enam etteantud koormust säilitada ei suutnud. Testi lõpetamise kriteeriumiks loeti olukorda, kus uuritav ei suutnud hoida ettenähtud

töö intensiivsust vaatamata suulisele julgustusele. Testi ajal teostati hingamisgaaside analüüs kaasaskantava metaboolse analüsaatoriga Cortex Metamax 3B, mis kalibreeriti vastavalt tootja juhistele. Testi ajal mõõdeti pidevalt hapnikutarbimist (VO₂) ja süsihappegaasi produktsiooni (VCO₂) Vere laktaadisisaldus määrati kapillaarverest (sõrmeotsast) taastumise kolmandal, viiendal ja 15. minutil pärast pingutuse lõppu ning tulemused väljendati millimoolides liitri kohta (mmol/L).

3.3.3 Treeningmahtude ja intensiivsuse jaotuse mõõtmine

Treeningmahu ja intensiivsuse hindamiseks pidid uuritavad kogu uuringuperioodi jooksul täitma elektroonilises treeningmonitooringu keskkonnas (sportlyzer) individuaalset treeningpäevikut. Treeningpäevikusse kanti iga treeningu kohta andmed treeningu kestuse, mahu, treeninguliigi ning koormuse intensiivsuse kohta. Nõutav oli isikliku treeningut monitoorinud spordikella andmete sünkroniseerimine sportlyzer keskkonnaga. Saadud andmete põhjal arvutati iga uuritava treeningtunnid ning treeningkoormuse jaotus erinevate intensiivsustsoonide vahel uuringuperioodi jooksul. Saadud näitajaid kasutati eliit- ja U23 grupi treeningkoormuse võrdlemiseks ning seoste hindamiseks kehalise töövõime muutustega.

3.4 Andmeanalüüs

Uuringu andmete statistiliseks analüüsiks kasutati programmi Microsoft Excel (2016) ja IBM SPSS Statistics versioon 30.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Enne analüüsi viidi läbi normaaljaotuse kontroll kõigi parameetrite osas kasutades selleks Shapiro - Wilk testi. Statistilise analüüsi käigus arvutati aritmeetilised keskmised (\bar{X}) ja standardhälve (\pm SD). Normaaljaotusega tunnuste grupivõrdluseks kasutati Student-t testi. Erinevate testide vahelise muutuse olulisuse hindamisel kasutati *Paired Sample T-testi*, võttes väiksemaks olulisuse nivooks $p < 0.05$. Lisaks arvutati muutuste efekti suurused: Student's t-testi puhul *Cohen'i d*. Erinevate näitajate omavaheliste seoste hindamiseks kasutati Spearman'i korrelatsioonianalüüsi, arvutati välja Spearmani korrelatsioonikordaja (*Spearman's rho*, r-väärtus). Statistilise olulisuse tasemeks seati $p < 0,05$. Tugevateks seosteks loeti korrelatsioonikordajad, mille absoluutväärtus jäi vahemikku 0,7 kuni 1 ($|x| \geq 0,7$); mõõdukateks 0,3 kuni 0,7 ($0,3 \leq |x| < 0,7$); ning nõrkadeks alla 0,3 jäävad väärtused ($0 < |x| < 0,3$). Kõikide analüüside puhul loeti statistiliselt oluliseks $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

Töö tulemustes esitatakse eelnevalt kirjeldatud uuringu tulemused. Need käsitlevad eliit- ja U23 sõudjate antropomeetrilisi näitajaid, kehakoostise ning kehalise töövõime muutusi ühe treeninghooaja jooksul. Samuti tuuakse välja gruppidevahelised erinevused treeningute mahus ja intensiivsuses ning nende seos kehalise töövõime muutustega.

4.1. Kehakoostis ja antropomeetrilised näitajad

Esimene testimine (T1) viidi läbi ettevalmistusperioodi alguses, kus mõõdeti uuritavate kehakoostist ning antropomeetrilisi näitajaid. Eliitgrupi sportlased olid võrreldes U23 vanuseklassi sportlastest statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$) pikemad, vanemad ja suurema kehakaaluga (Tabel 1).

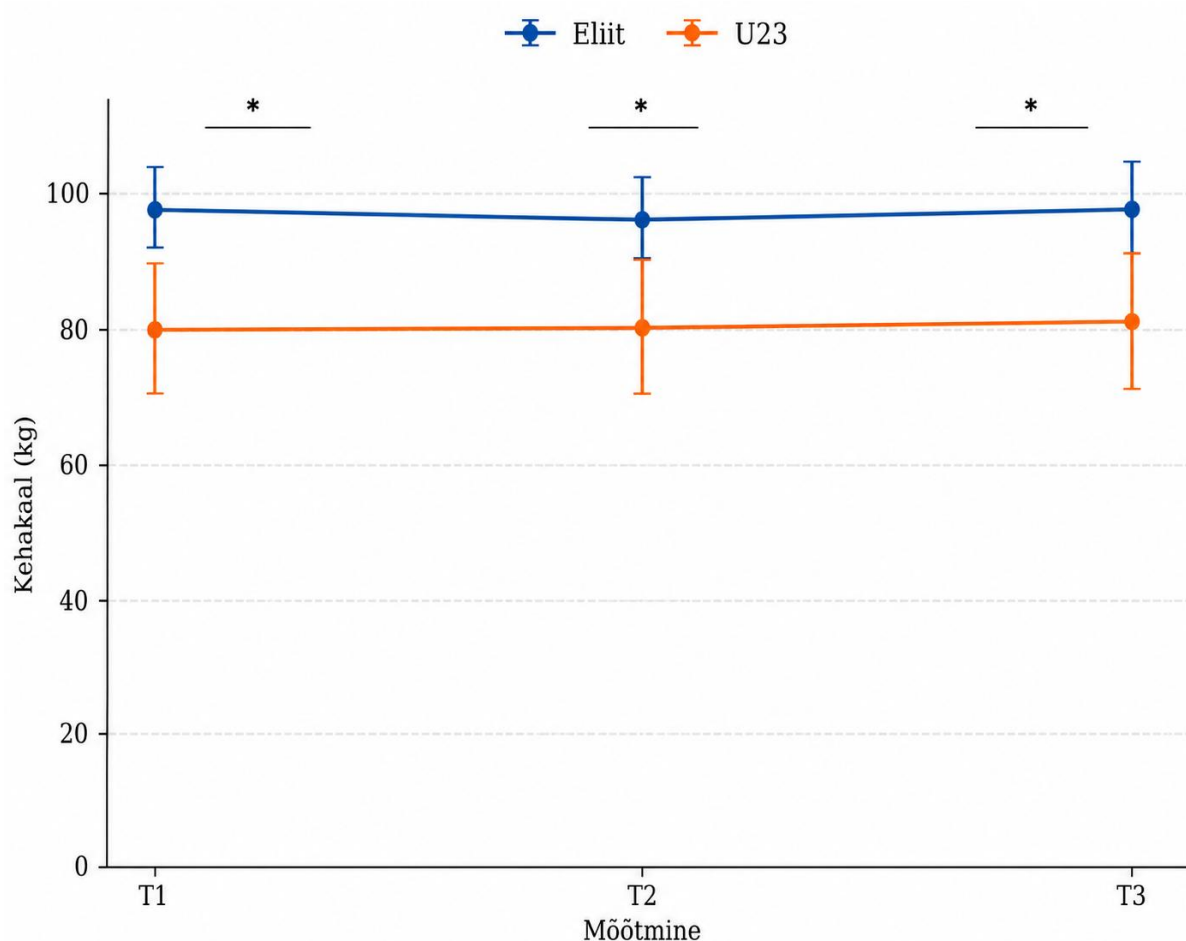
Tabel 1. Uuringus osalenud Eesti sõudjate antropomeetrilised ja kehakoostise näitajad ettevalmistusperioodi alguses (keskmine \pm SD)

	Eliit (n=6)	U23 (n=11)	ES	p
Vanus	29,3 \pm 5,13	20,6 \pm 1,6	0,56	<0,001*
Kehakaal (kg)	97,8 \pm 5,6	80,4 \pm 9,7	0,52	<0,001*
Pikkus (cm)	192,7 \pm 5,1	185,3 \pm 5,4	0,34	0,014*
Keha rasva % (%)	12,9 \pm 3,9	13,9 \pm 3,9	0,02	0,604
Lihasmass (kg)	80,9 \pm 5,7	67,0 \pm 8,8	0,49	0,003*
Rasvamass (kg)	12,2 \pm 4,3	11,2 \pm 4,1	0,01	0,661

*statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$); ES - efekti size; U23 - alla 23-aastaste vanuseklass; Eliit - Eesti A koondise sõudjad; n - valimi suurus

Kehakaalu muutused hooaja jooksul oli mõlemas uuritavas grupis väikesed (joonis 2). Eliitgrupis kehakaal vähenes ettevalmistusperioodi lõpuks, kuid suurenes hooaja lõpuks, kuid muutus ei olnud statistiliselt oluline ($p > 0,05$). U23 grupis püsis kehakaal hooaja vältel

stabiilsemana, kuid täheldasime siiski väikest ja mitteolulist ($p>0,05$) järk-järgulist suurenemist (joonis 2).



Joonis 2. Kehakaalu muutused hooaja jooksul eliit- ja U23 grupis (keskmine \pm SD)

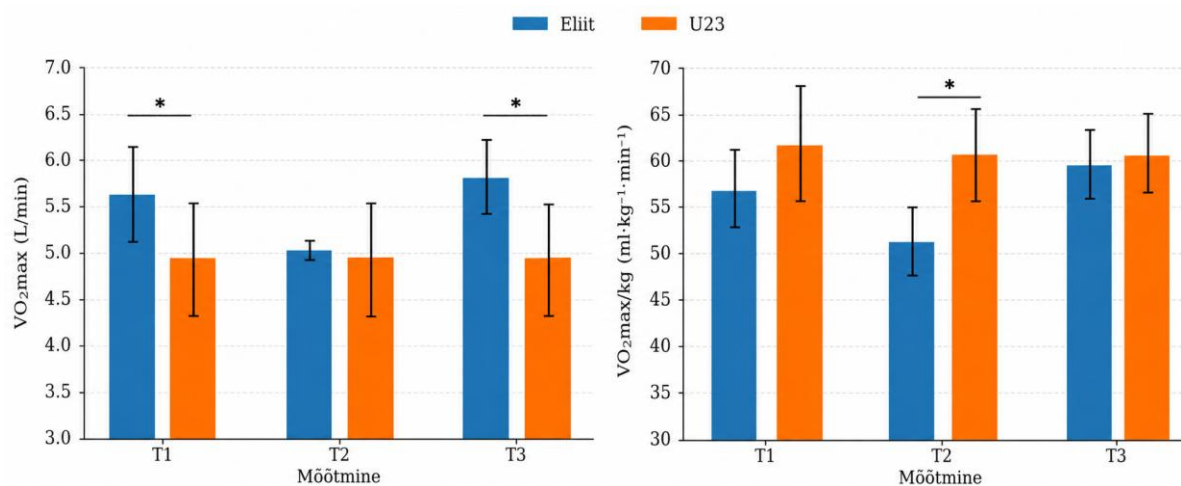
* Statistiliselt oluline erinevus võrreldes eliitgrupiga ($p<0,05$)

4.2. Füsioloogilised näitajad ja nende muutused hooaja jooksul

Testimiste käigus analüüsiti aeroobse töövõime hindamiseks VO_{2max} ja VO_{2max}/kg . Lisaks mõõdeti aeroobse läve pulsagedust (AeL) (lööki/min) ning AeL ja AnL juures saavutatud võimsusi.

VO_{2max} (L/min) ja VO_{2max}/kg ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$) muutused hooaja jooksul on esitatud joonisel 3. Eliitgrupi VO_{2max} vähenes teisel mõõtmisel võrreldes hooaja algusega ($p=0,020$), kuid tõusis hooaja lõpuks võrreldes nii T1 kui ka T2 kõrgeimale tasemele ($p<0,05$). U23 grupis püsis sama näitaja kogu hooaja vältel stabiilselt, kuid statistiliselt olulisi muutusi ei täheldatud ($p>0,05$) (Joonis 3). Eliitgrupis langes VO_{2max}/kg oluliselt ($p<0,05$) 2 testimisel võrreldes

algtasemega, kuid hooaja lõpuks (T3) jälle suurenes olles algtasemest (T1) natuke kõrgemal (Joonis 3). Eliit ja U23 koondiste võrdluses esines statistiline oluline erinevus ($p < 0,05$) VO₂max väärtustes T1 ($p = 0,020$) ja T3 ($p = 0,006$) mõõtmisel. VO₂max/kg väärtustes esines Eliit ja U23 grupi vahel statistiline oluline erinevus ainult T2 mõõtmisel ($p = 0,001$) (Joonis 3).



Joonis 3. VO₂max ja VO₂max/kg muutused hooaja jooksul eliit- ja U23 uuritavate grupis (keskmine ± SD)

* statistiliselt oluliselt erinev eliit ja U23 grupi vahel ($p < 0,05$)

AeL ja AnL näitajad ning nende muutused hooaja jooksul on esitatud tabelis 2. Eliit ja U23 grupi vahel esines oluline ($p < 0,05$) erinevus AeL südamelögisageduses T1 mõõtmisel, kuid T2 ja T3 mõõtmisel seda enam ei esinenud ($p > 0,05$). PAeL ja PAnL tulemustes näitasid Eliit grupi sõudjad oluliselt ($p < 0,05$) kõrgemaid tulemusi nii T1 kui ka T2 ja T3 korral (Tabel 2).

Tabel 2. Aeroobse ja anaeroobse läve näitajate muutused hooaja jooksul eliit- ja U23 grupis (keskmine \pm SD; $\Delta\%$)

Näitaja	Grupp	T1	T2	T3	Δ (T1–T3) %
AeL (lööki/min)	Eliit	136.0 \pm 9.3	143.8 \pm 11.7	143.7 \pm 8.0**	+5,7
	U23	149.1 \pm 8.1*	147.4 \pm 8.8	148.7 \pm 8.1	-0,3
P _{AeL} (w)	Eliit	227.7 \pm 14.5	239.7 \pm 21.6	247.3 \pm 13.2	+8,6
	U23	193.7 \pm 25.9*	202.8 \pm 17.6*	203.4 \pm 14.4*	+5,0
AnL (lööki/min)	Eliit	173.8 \pm 7.0	173.8 \pm 5.8	173.2 \pm 6.2	-0,3
	U23	177.5 \pm 6.2*	177.6 \pm 6.7	178.8 \pm 5.8	+0,7
P _{AnL} (w)	Eliit	326.0 \pm 16.0	336.7 \pm 25.0	346.3 \pm 19.7	+6,2
	U23	286.4 \pm 37.8*	292.2 \pm 24.8*	295.2 \pm 18.5*	+3,1

T1 - esimene mõõtmine ; T2 - teine mõõtmine ; T3 - kolmas mõõtmine; Δ (T3–T1)% - muutus esimese ja kolmanda mõõtmise vahel; AeL - aeroobne lävi; P_{AeL} - aeroobse läve juures saavutatud võimsus; AnL - anaeroobne lävi; P_{AnL} - Anaeroobse läve juures saavutatud võimsus; w - võimsus vattides; U23 - alla 23-aastaste vanuseklass; Eliit - Eesti A koondise sõudjad;

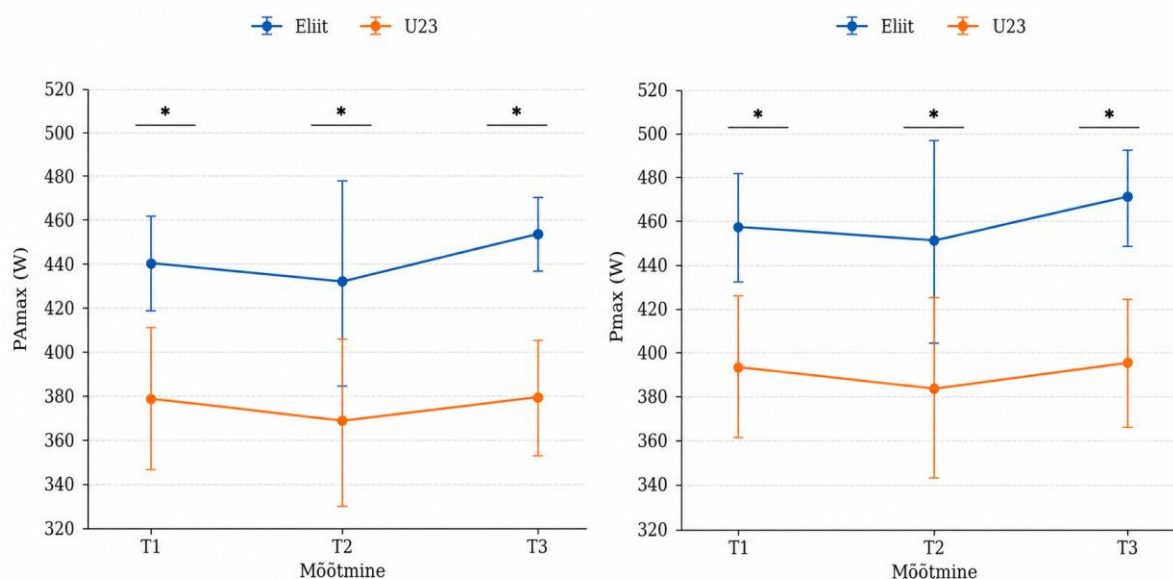
*Statistiliselt oluline erinevus võrreldes eliitgrupiga ($p < 0,05$)

** Statistiliselt oluliselt erinev T1 mõõtmisest ($p < 0,05$)

Eliitgrupis suurenesid hooaja jooksul nii aeroobse, kui anaeroobse läve võimsusnäitajad järjepidevalt, kuid need muutused ei olnud statistiliselt olulised ($p > 0,05$), kuid siiski võrreldes T1 näitajatega oli muutus üle 5% (Tabel 2). Aeroobse ja anaeroobse läve südame löögisageduse näitajad püsisid Eliit grupis läbi hooaja stabiilsena (Tabel 2). U23 grupis olid muutused tagasihoidlikumad ning sarnaselt eliitgrupile toimus areng peamiselt võimsusnäitajates, kuid muutused jäid statistiliselt mitteoluliseks ($p < 0,05$) ja alla 5% taseme (Tabel 2).

Pamax ja maksimaalse Pmax muutused on esitatud joonisel 4. Mõlemas grupis teise mõõtmise tulemused langesid, kuid kolmandal saavutati seisundi mõningane paranemine, kuid siiski muutused ei olnud statistiliselt oluline ($p > 0,05$). Siiski saab täheldada, et eliitgrupis oli hooajaline areng suurem, võrreldes U23 grupiga (Joonis 4). Pmax ja Pamax tulemused, olid

Eliitgrupi sõudjatel nii T1 kui ka T2 ja T3 korral oluliselt kõrgemad ($p < 0,05$) kui U23 grupi sõudjatel (Joonis 4).



Joonis 4. PAmax (w) ja P_{Max} (w) muutused hooaja jooksul eliit- ja U23 gruppides (keskmine ± SD)

PAmax (W) - maksimaalse hapnikutarbimise juures saavutatud võimsus; Pmax (W) - maksimaalne võimsus; T1 - esimene mõõtmine; T2 - teine mõõtmine; T3 - kolmas mõõtmine; statistiliselt oluline erinevus eliit ja U23 grupi vahel; U23 - alla 23-aastaste vanuseklass; Eliit - Eesti A koondise sõudjad

* $p < 0,05$

4.3. Treeningmaht ja intensiivsuse jaotus hooaja jooksul

Eliitgrupi ja U23 grupi treeningmaht ettevalmistusperioodil ja võistlusperioodil on esitatud tabelis 4. Eliit- ja U23 grupi treeningute jaotust intensiivsustsoonides (Z1, Z2 ja Z3) nii ettevalmistus-, kui võistlusperioodil kasutati treeningkoormuse hindamiseks.

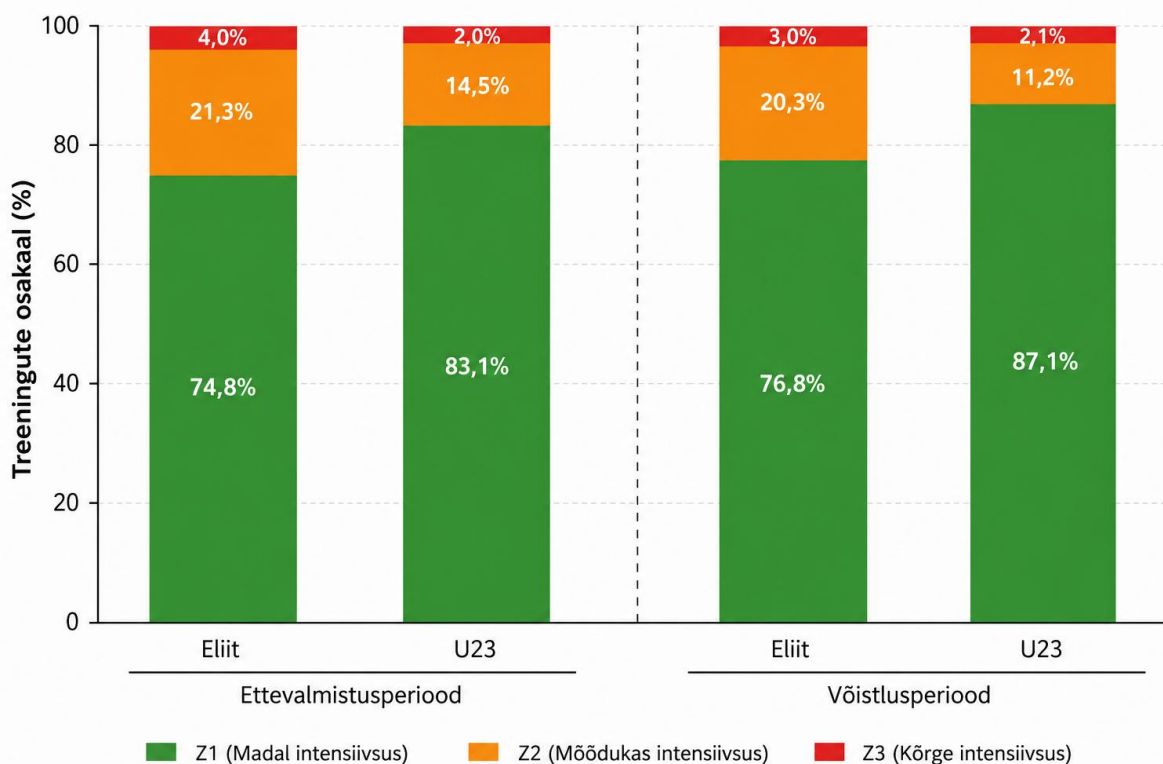
Eliitgrupil treeningmaht oli ettevalmistusperioodil suurem, kui U23 grupil ($p=0,011$) ning vähenes võistlusperioodil ($p=0,010$). U23 grupis püsis treeningmaht nii ettevalmistusperioodil kui ka võistlusperioodil suhteliselt stabiilsena ja ei erinenud statistiliselt oluliselt ($p=0,841$) (Tabel 3). U23 grupi puhul täheldasime suurt treeningmahu varieeruvust (Tabel 3).

Tabel 3. Treeningtunnid ja nende jaotus eliit- ja U23 grupis ettevalmistusperioodil ja võistlusperioodil (keskmine \pm SD) ning muutus protsentides (%)

Grupp	Ettevalmistusperiood (h)	Võistlusperiood (h)	Muutus (%)
Eliit	293,9 \pm 7,3	247,9 \pm 34,4	-15,6
U23	227,6 \pm 55,1	225,6 \pm 39,9	-0,9

U23 - alla 23-aastaste vanuseklass; Eliit - Eesti A koondise sõudjad

Treeningute intensiivsuse jaotus ei muutunud oluliselt kummaski grupis. Mõlemas moodustas suurema osa madala intensiivsusega treeningud (Z1), samas mõõduka jakõrge intensiivsusega treeningute osakaal jäi väiksemaks. Samas treenisid Eliitgrupi sportlased oluliselt rohkem tsoonis 2 (Z2) ($p=0,037$) ja tsoonis 3 (Z3) ($p=0,026$) kui U23 grupi sportlased.



Joonis 5. Treeningintensiivsuse tsoonide jaotus eliit- ja U23 grupis ettevalmistus ja võistlusperioodil

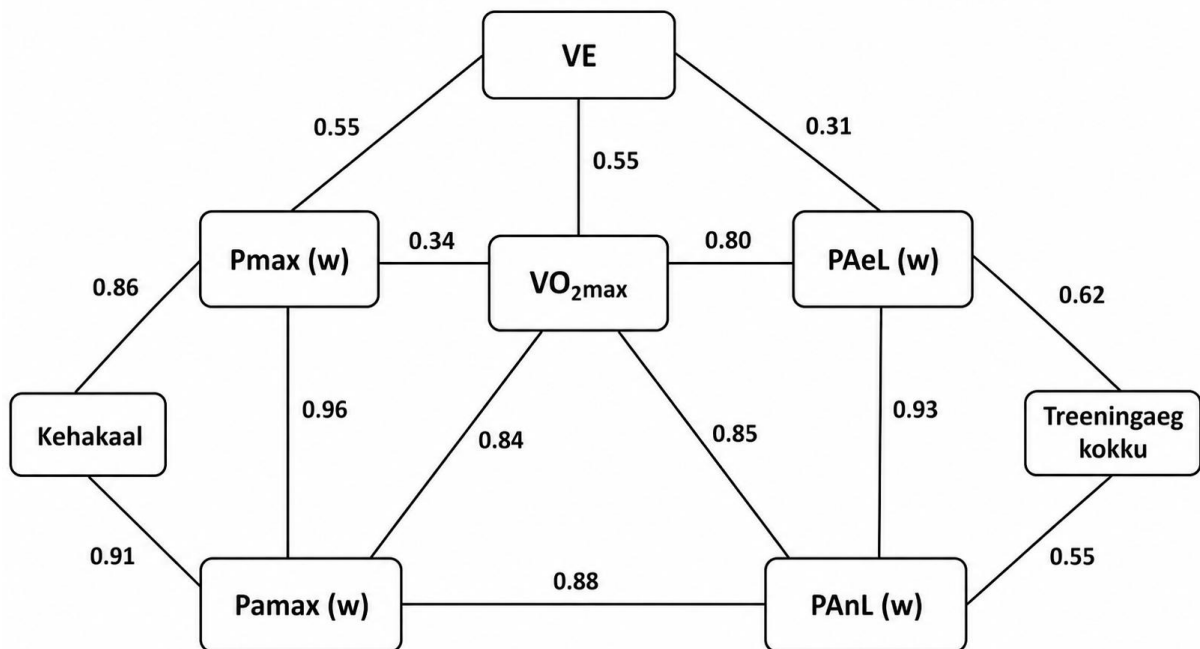
4.4 Seosed treeningandmete ja töövõime näitajate vahel

Tulemuste statistiline analüüs näitas, et uuritavate töövõime näitajate vahel esinesid mitmed olulised seosed. Kõige selgemalt ilmnis seos VO₂max ja submaksimaalsete ning

maksimaalsete võimsusnäitajate vahel. VO_{2max} oli tugevas seoses nii Pmax ($r \approx 0,84$), PAnL ($r \approx 0,85$).

Samuti esines tugev seos Pmax ja Pmax vahel ($r \approx 0,96$), ning tugev seos PAeL ja PAnL vahel ($r \approx 0,88-0,93$), mis viitab töövõimekomponentide koordineeritud arengule.

Ilmnes ka kehakaalu oluline seos võimsusnäitajatega ($r \approx 0,86-0,91$), samas treeningmahu seos lähevõimsutega oli mõõdukas ($r \approx 0,55-0,62$), viidates sellele, et töövõime areng ei sõltu üksnes treeningmahust, vaid ka selle struktuurist. Leitud seosed on esitatud joonisel 6.



Joonis 6. Valitud töövõime näitajate omavahelised seosed ja neid mõjutavad tegurid uuritavatel (eliit ja U23). Skeem illustreerib näitajate omavaheliste seoste suunda ja tugevust

r - Spearmani korrelatsioonikordajad; PAeL - aeroobse läve juures saavutatud võimsus; PAnL - Anaeroobse läve juures saavutatud võimsus; w - võimsus vattides; VO_{2max} - maksimaalne hapnikutarbimine; Pmax (W) - maksimaalse hapnikutarbimise juures saavutatud võimsus; Pmax (W) - maksimaalne võimsus; VE – ventilatsioon ehk minutiventilatsioon (L/min)

5. ARUTELU

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli analüüsida eliittasemega ja U23 vanuseklassi sõudjate kehalise töövõime muutusi ühe hooaja jooksul ning võrrelda kahe grupi arenguid selle vältel. Uuringus hinnati sportlaste aeroobset ja anaeroobset töövõimet, maksimaalset võimsust ning treeningmahtu ja selle intensiivsuse jaotust ettevalmistus- ja võistlusperioodil. Tegemist oli monitooriva uuringuga mistõttu sportlaste treeningplaanidesse sekkumist ei toimunud. Antud teema on jätkuvalt aktuaalne, sest paljud kasutatud allikad on avaldatud lähiaastatel.

5.1. Aeroobse töövõime muutused hooaja jooksul

Uuringus mõõdetud aeroobse töövõime näitajates toimusid hooaja jooksul muutused mõlemas grupis. Eliitgrupis ilmnis mõõdukas aeroobse töövõime paranemine, samas kui U23 grupis olid muudatused väiksemad (Tabel 2). See võib viidata eliitgrupi suuremale aeroobse töövõime arengule hooaja jooksul ning võimalikule erinevusele periodiseerimises võrreldes U23 grupiga.

Eliitgrupi märgatavad muutused toimusid nii VO_{2max} kui VO_{2max}/kg näitajates, kus ilmnis mittelineaarne dünaamika. Mõõtmiste käigus registreeriti teisel mõõtmisel oluline tulemuste langus, kuid viimasel mõõtmisel oli saavutatud tõus, mis ületas esimese mõõtmise taseme (Tabel 2).

Sarnast hooajasisest kõikumist on kirjeldatud ka eliitsõudjate uuringutes, kus füsioloogilised näitajad ei muutu lineaarselt, vaid sõltuvad treeningtsüklist ja selle ajastusest võistlushooajale (Mikulic, 2012).

Selline hooajasisene kõikumine on seotud mitmete treeningprotsessi mõjutavate teguritega. Samas U23 grupil püsis antud näitaja stabiilsena ja ilma suuremate muutusteta terve hooaja vältel (Tabel 2). See võib viidata, et U23 sportlastel oli aeroobse töövõime areng tagasihoidlikum ning treeningkoormusega ei kaasnenud samaväärseid muutusi nagu eliitgrupis.

VO_{2max}/kg sõltub nii absoluutsest VO_{2max} -st, kui kehakaalust, mistõttu võib kehakaalu suurenemine vähendada suhtelist näitajat ilma tegeliku aeroobse võimekuse languseta. Samas võimaldab see võrrelda erineva kehakaaluga sportlasi (Suszter *et al.*, 2026). Sõudeergomeetrial läbi viidud uuringute ülevaates on leitud, et VO_{2max} kuulub näitajate hulka, mis on kõige paremini seotud sõudmise 2000m distantsi tulemustega (Borges *et al.*, 2025). Mõõdetud

tulemuste põhjal selgus ka, et VO₂max/kg oli U23 grupil võrreldes eliitgrupiga kõrgem, mille põhjuseks saab pidada U23 uuritavate madalamat kehakaalu (Tabel 1).

VO₂max võimalik mõjutaja eliitgrupil võib olla eelnev Rio de Janeiro olümpiahooaeg ja sellega seotud suur koormus. Sellest tulenevalt võis treener planeerida üleminekuperioodi, mille jooksul treeningkoormus langes nii füüsilise, kui psühholoogilise taastumise eesmärgil. Varasemates uuringutest on leitud, et treeningmahu ja treeningkorduste vähenemine võib isegi mõne nädala jooksul põhjustada aeroobse võimekuse ajutist langust, sealhulgas maksimaalses hapnikutarbimises. Samuti on välja toodud, et treeningpausi või koormuse olulise vähenemise järel võivad vastupidavusaladel ilmned negatiivsed muutused vereplasma mahus, südame löögimahus ning maksimaalses hapnikutarbimises (Murach & Bagley, 2015).

VO₂max hooajasisene langus võib olla seotud treeningute periodiseerimisega, kus ettevalmistusperioodi lõpus akumulunud väsimus mõjutab testitulemusi. Samas on periodiseeritud treeningu eesmärk saavutada maksimaalne töövõime hooaja põhivõistluseks, mistõttu ei pruugi hooaja keskel tehtud mõõtmised kajastada sportlaste tegelikku võimekust (Loturco & Nakamura, 2016).

U23 grupi VO₂max ja VO₂max/kg tagasihoidlik areng võis olla seotud suurema madala intensiivsusega treeningute osakaaluga. Antud uuringus moodustasid U23 uuritavate treeningus suurema osa Z1 tsoonis tehtud treeningud, samas kui eliitgrupil oli suurem just Z2 ja Z3 treeningute osakaal. Kirjanduses leidub viiteid, et vastupidavusaladel ei määra tulemust ainult suur treeningmaht, vaid väga oluline on ka intensiivsuse optimaalne jaotus ning sobiv kombinatsioon madala ja kõrge intensiivsusega treeningutest (Zhong *et al.*, 2025).

Vaatamata VO₂max hooajalisele kõikumisele paranes eliitgrupis PAeL järjepidevalt kogu hooaja jooksul (Tabel 2). See näitab tendentsi submaksimaalse töövõime paranemisele, vaatamata maksimaalsete näitajate ajutisele langusele.

U23 grupis olid PAeL muutused väiksemad ning absoluutne tase jäi madalamaks, kui eliidil (Tabel 2). Varasemates uuringutes on leitud, et aeroobse lävega seotud näitajad kirjeldavad sportlase võimet säilitada pikaajaliselt submaksimaalset tööintensiivsust (Held *et al.*, 2025). Ka teistes sõudmise teemalistes uuringutes on leitud, et lisaks VO₂max näitajatele on just submaksimaalsel intensiivsusel saavutatud võimsus tugevalt seotud 2000m sõudesooritusega (Ingham *et al.*, 2002).

Pamax hooajasisene muutus oli sarnane VO₂max dünaamikale, kus mõlemas grupis esines teisel mõõtmisel ajutine langus, millele järgnes taastumine hooaja lõpuks. Eliitgrupis oli Pamax esimesel mõõtmisel $440,3 \pm 21,4$ W, teisel $432,0 \pm 46,9$ W ning kolmandal $453,7 \pm$

17,4 W. Seega vähenes näitaja hooaja keskosas ajutiselt, kuid tõusis hooaja lõpuks üle algtaseme, kogu hooajaline paranemine oli 13,4 W.

U23 grupis olid vastavad mõõtmiste tulemused $378,4 \pm 32,1$ W, $368,5 \pm 38,7$ W ja $379,5 \pm 26,4$ W. Sarnaselt eliitgrupile esines ka U23 grupis teisel mõõtmisel langus, kuid hooaja lõpuks saavutati sisuliselt algtasemega võrreldav tulemus. Kogu hooajaline muutus oli U23 grupis vaid 1,1 W, mis viitab tagasihoidlikumale arengule võrreldes eliitgrupiga.

Sarnased muutusmuster maksimaalsetes võimsusnäitajates on kirjeldatud ka eliitsõudjatel, kus testitulemused sõltuvad treeningtsükli faasist ja akumulbeerunud väsimusest (Mikulic, 2012; Mikulic & Gulin, 2024)

Pamax on sõudmises oluline näitaja, kuna see peegeldab sportlase suutlikkust realiseerida aeroobne võimekus mehaaniliseks tööks. Seetõttu peegeldab Pamax lisaks hapnikutranspordi võimekusele ka tööökonoomsust, liigutuse efektiivsust ning tehnilist suutlikkust. Sõudjatel tehtud astmelise koormustesti uuringutes on leitud, et maksimaalse hapnikutarbimise juures saavutatud võimsus ning maksimaalne aeroobne võimsus on tugevalt seotud sõudjate treenituse taseme ja sõudmise sooritusega (Penichet-Tomas *et al.*, 2023). Käesoleva uuringu tulemused viitavad sellele, et eliitgrupp saavutas suurema arengu Pamax näitajas, kui U23 uuritavad.

Antud uuringu põhjal võib järeldada, et eliitgrupi suurem aeroobne areng oli kõige rohkem nähtav just läveintensiivsuse töövõimes PAeL, samas kui VO₂max näitajate kõikumine võis rohkem olla seotud treeningute perioodiseerimisest tingitud ajutise väsimusega. U23 grupi uuritavate tagasihoidlikumad muutused võivad viidata vanusest ja tasemest tingitud treeningute planeerimisele, silmas pidades aeroobse baasi loomist tulevikuks. Eliitgrupi aeroobse töövõime paranemine toimus samaaegselt treeningmahu vähenemisega hooaja teises pooles, mis viitab treeningkoormuse efektiivsemale perioodiseerimisele.

5.2. Anaeroobse ja maksimaalse töövõime muutused

Käesoleva uuringu tulemused näitasid, et anaeroobset ja maksimaalset töövõimet iseloomustavates näitajates toimusid hooaja jooksul positiivsed muutused mõlemas grupis, kuid suuremas ulatuses eliitgrupis. Suurimad muutused registreeriti PAnL ja Pmax, kus eliitgrupi areng oli oluliselt suurem U23 grupi vastavatest tulemustest.

PAnL suurenes eliitgrupi uuritavatel hooaja jooksul oluliselt rohkem, kui U23 sportlastel. See võib viidata paremale võimekusele taluda kõrge intensiivsusega töö käigus tekkivat metaboolset stressi ning säilitada suuremat töövõimsust anaeroobse läve lähedal. Samuti kinnitavad varasemad uuringud, et edukamatel sõudjatel on kõrgemad nii maksimaalsed, kui

submaksimaalsed võimsusnäitajad, mis on otseselt seotud parema sooritusega (Ingham *et al.*, 2002).

Eliitgrupi suurem areng PAnL võib olla seotud kõrgema intensiivsusega treeningute suurema osakaaluga võrreldes U23 grupiga. Antud uuringus selgus, et eliitgrupil võrreldes U23 grupiga oli suurem mõõduka (Z2) ja kõrge intensiivsusega (Z3) treeningute osakaal. See võib olla seotud laktaadi ainevahetuse ja puhverdusvõime kohanemisega ning parandada töövõimet anaeroobse läve lähedal. Uuringud kinnitavad, et kõrge intensiivsusega intervalltreeningud võivad suurendada glükolüütilist võimekust, laktaadi transporti ning lihaste puhverdusvõimet (Seiler & Kjerland 2006). See viitab, et lisaks treeningmahule on oluline ka intensiivsuse jaotus.

Eliitgrupis täheldati uuringu käigus suuremat Pmax muutust, kui U23 uuritavatel. Suurem paranemine eliitgrupis viitab paremale suutlikusele taluda astmeliselt tõusvat koormust ning saavutada testi lõppfaasis kõrgem tööintensiivsus. Kuna Pmax määrati astmelisel koormustestil viimase lõpetatud koormusastme põhjal, näitab see nii aeroobse, kui anaeroobse energiavarustuse koostoimimist ning sportlaste üldist koormustaluvust. On leitud, et maksimaalsete koormustestide käigus saavutatud kõrgeim võimsus seostub nii maksimaalse hapnikutarbimisega, kui sooritustulemusega sõudeergomeetril (Penichet-Tomas *et al.*, 2023).

Hooajasisene muutus Pmax ja PAnL näitajates ei olnud lineaarne. Mõlemas grupis täheldati teisel mõõtmisel ajutist langust, millele järgnes hooaja lõpuks paranemine. Sarnast muutusmuutrit on kirjeldatud ka eliitsõudjate uuringutes (Mikulic, 2012), kus eliitsõudjate füsioloogilised näitajad sõltusid treeningtsükli faasist ning akumulatsioon väsimusest. Seega võivad hooaja keskel mõõdetud tulemused peegeldada treeningkoormusest tingitud väsimust, mitte tegelikku töövõime taset.

Kahe grupi vaheliste erinevuste tõlgendamisel peab arvestama ka märkimisväärsete antropomeetriliste erinevustega. Eliitgrupp oli võrreldes U23 uuritavatega vanem, kaalult raskem ja pikem ning suurema lihasmassiga (Tabel 1), mis loob eeldused suurema absoluutse töövõimsuse saavutamiseks. Varasemad uuringud kinnitavad, et suurem lihasmass võimaldab toota suuremat mehaanilist jõudu ning parandab sooritust jõudu nõudvatel vastupidavusaladel (Noreen, 2024). Samuti võib suurem keha pikkus sõudmises anda biomehaanilise eelise sõudmises (Suszter *et al.*, 2026). Seetõttu võivad eliitgrupi kõrgemad Pmax ja PAnL väärtused peegeldada lisaks paremale treenitusele ka soodsamaid antropomeetrilisi eeldusi.

Anaeroobse läve pulsi näitaja muutused olid mõlemas grupis väikesed, mis on kooskõlas varasemate uuringutega, kus on leitud, et südamelögisagedus on treeningu tulemusena vähem muutuv, kui võimsusnäitajad. Töövõime areng väljendub pigem võimes saavutada sama

pulsisageduse juures suurem töövõimsus (Dwyer *et al.*, 2025). See võib viidata, et võimsusnäitajad kirjeldavad hooajalisi muutusi paremini, kui pulsinäitajad.

Käesoleva uuringu tulemused viitavad, et eliitgrupi treeningud toetasid anaeroobse ja maksimaalse töövõime arengut paremini, kui U23 grupis. Samas tuleb tulemuste tõlgendamisel arvestada lisaks treeningule ka sportlaste vanuse, treeningkogemuse ja antropomeetriliste eripäradega. See viitab, et töövõime areng sõltub mitme füsioloogilise komponendi koosmõjust, mitte üksikust näitajast.

5.3. Treeningmahu ja intensiivsuse võimalik mõju tulemustele

Käesoleva uuringu tulemused näitasid, et eliit- ja U23 grupi treeningmahus ja intensiivsuse jaotuses esinesid erinevused, mis võisid mõjutada ka hooajalisi töövõime muutusi. Eliitgrupi treeningmaht oli ettevalmistusperioodil suurem kui U23 uuritavatel, kuid võistlusperioodil langes. U23 uuritavatel oli treeningmaht ettevalmistusperioodil madalam ning püsis võistlusperioodil suhteliselt stabiilsena (Tabel 3).

Eliitgrupi treeningute jaotust võib tõlgendada vormi säilitamise ja võistlusvalmiduse optimeerimisena, kus hooaja teises pooles väheneb treeningmaht ning suureneb rõhk kvaliteedile ja spetsiifilisele intensiivsusele. Käesolevas uuringus vähenes eliitgrupi treeningmaht ligikaudu 46 tundi, kuid samal ajal paranesid töövõime näitajad, mis võib viidata treeningprotsessi efektiivsele periodiseerimisele. Sarnast hooajasisest dünaamikat on kirjeldatud ka sõudjate uuringus, kus töövõime areng ei toimu lineaarselt (Mikulic & Gulin, 2024). Sarnast treeningmahu ja töövõime mitte-lineaarset seost on kirjeldatud ka eliitsõudjatel, kus tulemused sõltuvad treeningtsükli faasist ja koormuse ajastusest (Mikulic, 2012).

U23 uuritavate treeningmaht püsisid hooaja jooksul stabiilsena, mis viitab ühtlasele koormusele kogu hooaja vältel. Ettevalmistusperioodi väiksem treeningmaht võib olla seotud sportlaste samaaegse õppe- ja töökoormuse. Samas ei toonud see kaasa samaväärset töövõime arengut võrreldes eliitgrupiga.

U23 grupis moodustas suurema osa madala intensiivsusega treeningud (Z1), samas mõõduka ja kõrge intensiivsusega treeningute osakaal oli väiksem (Joonis 5). Noorematel sportlastel kasutatakse sageli suurema mahuga ja madalama intensiivsusega treeninguid aeroobse baasi arendamiseks ja pikaajalise arengupotentsiaali toetamiseks. Vastupidavusalade treeningu käsitluses on näidatud, et edukamate sportlaste treeningutes moodustavad suurema osa just madalama intensiivsusega töö, mis võimaldab koguda suuremat treeningmahtu, ilma liigse füsioloogilise stressita (Seiler, 2010).

Kuigi madala intensiivsusega treening on aeroobse baasvõimekuse arendamisel oluline, viitavad antud uuringu tulemused sellele, et ainult treeningmahu säilitamine ei taga töövõime arengut. Käesoleva uuringu põhjal võib eeldada, et oluline roll on ka treeningute intensiivsuse jaotusel ning treeningprotsessi periodiseerimine. U23 grupi tagasihoidlikum areng võib viidata vajadusele suurendada kõrgema intensiivsusega treeningute osakaalu ning kohandada treeninguid individuaalselt.

Kokkuvõtteks võib järeldada, et eliitgrupi treeningmudel oli suunatud olemasoleva kõrge töövõime säilitamiseks ja realiseerimiseks hooaja tähtsamatel võistlustel, samas U23 grupi treeningud keskendusid rohkem üldise aeroobse baasi ja pikaajalise arengupotentsiaali arendamisele. Mõlemad lähenemised on sportlase arenguid silmas pidades põhjendatud, kuid annavad hooajalistes töövõime näitajates erineva tulemuse.

5.4. Töövõime näitajate omavahelised seosed ja neid mõjutavad tegurid

Käesoleva uuringu tulemused näitasid, et töövõime erinevad näitajad on omavahel tihedalt seotud ning nende muutused toimusid sarnaselt. Tugev seos VO₂max ja P_{amax} vahel viitab, et aeroobne võimekus otsustab suurel määral sportlase suutlikkuse realiseerida see mehaaniliseks tööks (Penichet-Tomas *et al.*, 2023). Samuti oli VO₂max seotud P_{ANL} näitajaga, mis viitab aeroobse süsteemi tähtsusele töövõimes erinevatel intensiivsustasemetel (Borges *et al.*, 2025).

Tulemused näitasid, et VO₂max muutused ei olnud lineaarsed, kuid töövõime võimsusnäitajad paranesid hooaja jooksul järjepidevalt. Sarnast hooajalist dünaamikat on kirjeldatud ka eliitsõudjatel, kus füsioloogilised näitajad sõltuvad treeningtsükli faasist ja akumulierenud väsimusest (Mikulic, 2012). See viitab, et VO₂max ei ole ainus ega kõige tundlikum näitaja hooajaliste muutuste hindamisel.

Tugev seos ilmnes P_{amax} ja P_{max} vahel näitab, et maksimaalne töövõime sõltub lisaks aeroobsele võimekusele ka selle efektiivsest realiseerimisest mehaaniliseks tööks. Varasemates uuringutes on leitud, et P_{max} on seotud nii VO₂max, kui ka sooritusega sõudeergomeetrial (Mikulic & Gulin, 2024). See kinnitab, et töövõime areng hõlmab mitme füsioloogilise süsteemi koostoimet. Treeningandmete analüüs näitas, et töövõime areng ei sõltu üksnes treeningmahust, vaid ka treeningute intensiivsuse jaotusest ning treeningprotsessi periodiseerimisest. Eliitgrupi puhul paranesid töövõime näitajad hoolimata treeningmahu vähenemisest, mis viitab koormuse optimaalsele ajastamisele (Mikulic, 2012).

Töövõime näitajaid mõjutavad ka sportlaste antropomeetrilised omadused. Eliitgrupi suurem kehakaal, pikkus ja lihasmass loovad eelduse suurema absoluutse töövõimsuse saavutamiseks (Noreen, 2024). Samas U23 grupi kõrgem VO₂max/kg viitab paremale suhtelisele aeroobsele efektiivsusele, mis ei pruugi väljenduda suuremas absoluutvõimsuses (Borges *et al.*, 2025).

Kokkuvõttes näitavad käesoleva uuringu tulemused, et sõudjate töövõime kujuneb mitmete tegurite koosmõjul. Maksimaalse ja submaksimaalse töövõime näitajad on omavahel tihedalt seotud ning nende areng sõltub nii treeningute struktuurist, intensiivsuse jaotusest ning sportlaste antropomeetrist eeldustest. Eliitgrupi suurem areng viitab tõenäoliselt efektiivsemale treeningute periodiseerimisele ning soodsamale kombinatsioonile füsioloogilistest ja kehalistest eeldustest.

5.5. Uuringu piirangud ja tugevused

Käesoleva uuringu tulemustes tuleb arvestada mitmete piirangutega, mis võivad mõjutada saadud järelduste üldistatavust ja täpsust.

Üheks olulisemaks piiranguks on uuritavate väike arv, eriti eliitgrupis (n=6), mis samas eliitsportlaste seas paratamatu. Väike valim võib piirata statistilist analüüsi ning vähendada tulemuste üldistatavust laiemale sportlaskonnale. Samas võimaldas see keskenduda kõrge tasemega sportlaste detailsele jälgimisele.

Samuti hõlmas uuring ainult meessportlasi, mistõttu ei ole võimalik saadud tulemusi otseselt üldistada naissõudjatel. Sugudevahelised erinevused füsioloogilistes näitajates ja kehalises töövõimes võivad olla märkimisväärsed ning vajavad eraldi käsitlemist.

Piiranguna saab käsitleda ka treeningandmete kogumist läbi treeningpäevikute. See võib sisaldada teatud määral mõõtmis- ja registreerimisvigu. Sportlased ei pruugi treeningpäevikutesse kanda kõiki oma treeninguid. Lisaks võib treeningute intensiivsuse määramist tsoonidesse sõltuda kasutatud meetoditest ning individuaalsetest erinevustest, mis võib mõjutada tulemuste täpsust. Kasutades otsesünkroonimist spordikellast treeningpäeviku keskkonda tekivad olukorrad, kus pulsiandmed ei pruugi õigesti iseloomustada intervalltreeningute intensiivsusi.

Samuti ei hõlmanud analüüs kõiki võimalikke töövõimet mõjutavaid tegureid, nagu toitumine, taastumine, une kvaliteet või psühholoogiline seisund, mis võivad samuti mõjutada sportlase sooritusvõimet ja selle muutusi hooaja jooksul.

Vaatamata piirangutele on antud uuringul ka mitmeid tugevusi. Esiteks annab uuring infot Eesti eliit- ja U23 taseme sõudjate töövõime muutustest treeninghooaja jooksul, mis on

praktilises treeningtöös oluline. Samuti võimaldasid korduvmõõtmised hinnata hooajasiseseid muutusi ning näitas töövõime näitajate dünaamikat, mida üksikmõõtmine ei võimaldaks. Uuringu tugevuseks võib ka lugeda selle mitmekülgse lähenemise, kus analüüsiti samaaegselt füsioloogilisi näitajaid, treeningandmeid ja antropomeetrilisi omadusi. See võimaldas käsitleda töövõime muutusi terviklikult ning hinnata erinevate tegurite võimalikku koosmõju.

Lisaks on uuringu tugevuseks ka see, et uuritavateks olid kõrge tasemega sportlased, kelle treeningprotsess on hästi struktureeritud ning tulemused peegeldavad tippspordi reaalseid tingimusi. Selliseid andmed on teaduskirjanduses väärtuslikud nii teaduslikus, kui praktilises kontekstis.

Kokkuvõtteks võimaldavad uuringu tugevused teha järeldusi töövõime muutuste ja neid mõjutavate tegurite kohta, kuid tulemuste tõlgendamisel tuleb arvestada esitatud piirangutega.

6. JÄRELDUSED

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli analüüsida eliit- ja U23 vanuseklassi sõudjate kehalise töövõime muutusi ühe treeninghooaja jooksul ning võrrelda kahe grupi arenguid. Tulemuste põhjal saab teha järgmised järeldused:

1. Hooajalise töövõime hindamisel annavad võimsusnäitajad töövõime muutustest selgema ülevaate kui üksnes maksimaalne hapnikutarbimine või südamelöögisageduse näitajad, seega tuleb sõudjate võimekuse arengut hinnata mitme näitaja koosmõjus.
2. Eliit- ja U23 sõudjate töövõime hooajaline areng erineb nii ulatuse kui iseloomu poolest. Kui eliitgrupi hooajaline treening väljendub töövõime arengus pigem võimsusnäitajate ja maksimaalse võimsuse arengus, siis U23 grupi hooajaline treening jättis muutused tagasihoidlikuks.
3. Suurem treeningmaht on seotud aeroobse kui ka anaeroobse läve ökonoomsusega. Olulist rolli mängivad treeningute intensiivsuse jaotus, koormuse ajastamine ning treeningprotsessi periodiseerimine.
4. Sõudjate töövõime kujuneb füsioloogiliste ja antropomeetriliste tegurite koosmõjul, kus suurem kehakaal ja lihasmass toetavad kõrgemate absoluutsete võimsusnäitajate saavutamist ja seeläbi paremat võistlustulemust.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Messina, C., Albano, D., Gitto, S., Tofanelli, L., Bazzocchi, A., Ulivieri, F.M., Guglielmi, G., Sconfienza, L.M.. Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: from basics to new tools. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery* 2020, 10(8):1687–1698.
2. Hofmann, P., Jürimäe, T., Jürimäe, J., Purge, P., Maestu, J., Wonisch, M., Pokan, R., von Duvillard, S.P. HRTP, prolonged ergometer exercise, and single sculling. *International Journal of Sports Medicine* 2007, 28: 964–9.
3. Huang, C.-J., Nesser, T. W., Edwards, J.E. Strength and power determinants of rowing performance. *Journal of Exercise Physiology (online)* 2007, 10 (4): 43- 50.
4. Cardoso, R., Rios, M., Cardoso, F., Fonseca, P., Ferreira, F.A., Abraldes, J.A., Gomes, B.B., Vilas-Boas, J. B., Fernandes, R. J. Physiological and Biomechanical Characteristics of Olympic and World-Class Rowers—Case Study. *Applied Sciences* 2024, 14(10), 4273.
5. Winkert, K , Steinacker, J.M., Koehler, K., Treff, G. High Energetic Demand of Elite Rowing – Implications for Training and Nutrition. *Frontiers in Physiology* 2022, 19;13:829757.
6. Tønnessen, E., Sandbakk, Ø., Sandbakk, S.B., Seiler, S., Haugen, T. Training Session Models in Endurance Sports: A Norwegian Perspective on Best Practice Recommendations. *Sports Medicine* 2024, 16;54(11):2935–2953.
7. Zhong, Y., Weldon, A., Casado, A., González-Mohíno, F., González Ravé, J.M., Cao, Y., Zheng, H., Yin, M., Xu, K., Li, Y. Training-Intensity Distribution, Volume, Periodization, and Performance in Elite Rowers: A Systematic Review. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2025, 20; 5: 610- 621.
8. Klusiewicz, A., Szumanski, M., Piotr, K., Starczewska-Czapowska, J., Burkhardjagodziniska, K., Dlugolecka, B Sitkowski, D. Impact of the annual training cycle on the physical capacity of young rowers. *Polish Journal of Sport and Tourism* 2015, 22, 229-234.
9. Noreen, I. Comparative Analysis of Power-Related Performance Indicators between Heavyweight and Lightweight Rowers. *Journal of Obesity & Weight Loss Therapy* 2024, 14:3.

10. Suszter, L., Gombos, Z., Benczenleitner, O., Ihász, F., Alföldi, Z. Anthropometric Determinants of Rowing Performance in a Multinational Youth Cohort. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2026, 17;11(1):39.
11. Šmída, M., Clementis, M., Hamar, D., Macejková, Y. Relation between Maximal Anaerobic Power Output and Tests on Rowing Ergometer. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae* 2017, 57; 1: 68-76.
12. Kilbey, T., Vecchi, E., Salbany, P., Handa, A., Stride, E., Sheth, M. Associations Between Lactate Thresholds and 2000 m Rowing Ergometer Performance: Implications for Prediction—A Systematic Review. *Sports Medicine* 2025, 11: 21.
13. Murach, K. A., Bagley, J. R. Less Is More: The Physiological Basis for Tapering in Endurance, Strength, and Power Athletes. *Sports* 2015, 3, 209-218.
14. Borges, I., Veiga, S., González-Frutos, P. The Evaluation of Physical Performance in Rowing Ergometer: A Systematic Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2025, 10(4), 437.
15. Loturco, I., Nakamura, F.Y. Training periodisation. *Aspetar Sports Medicine Journal* 2026, 5: 1.
16. Held S., Rappel L., Wiedenmann T., Rommelmann J., Gronwald T., Donath L. HRV-Based Thresholds in Rowing: Validity and Reliability Assessment. *Eur European Journal of Sport Science* 2025, 25 (10).
17. Penichet-Tomas A, Jimenez-Olmedo JM, Pueo B, Olaya-Cuartero J. Physiological and Mechanical Responses to a Graded Exercise Test in Traditional Rowing. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, 18;20(4).
18. Seiler KS, Kjerland GØ. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2006, 16(1):49-56.

19. Mikulic P, Gulin J. The Physiological and Performance Development of Two Multiple Olympic Champion Rowers: A 20-Year Follow-Up Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2024, 1;56(11):2211-2219.
20. Dwyer, D.B., Lester, K.D., Siegel, R., Rice, A.J., Hoffmann, S. Critical Power Is More Strongly Associated With Rowing Performance Than the Second Lactate Threshold. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2025, 20(10):1-8.
21. Ingham, S.A., Whyte, G.P., Jones, K., Nevill, A.M. Determinants of 2,000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology* 2002, 88(3):243-6.
22. Seiler, S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2010, 5(3):276-9.
23. Mikulic, P. Seasonal Changes in Fitness Parameters in a World Champion Rowing Crew. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2012, 7(2), 189-192.
24. Treff G., Winkert K., Sareban M., Steinacker JM., Becker M., Sperlich, B. Eleven-Week Preparation Involving Polarized Intensity Distribution Is Not Superior to Pyramidal Distribution in National Elite Rowers. *Frontiers in Physiology* 2017, 8:515.

Autori lihtlitsents töö avaldamiseks

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Reigo Pihlak

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Eesti A koondise ja U23 koondise sõudjate kehalise töövõime muutused aastase treeningperioodi jooksul”, mille juhendaja(d) on Priit Purge, 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 litsentsiga CC BY NC ND 4.0, 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.

Reigo Pihlak

11.05.2026