

TARTU ÜLIKOOL  
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

**Stella Starkopf**

**NAIS-SAALIHOKIMÄNGIJATE FÜSIOLOOGILINE PROFIIL:  
ANAEROOBSE VÕIMEKUSE HOOAJALINE DÜNAAMIKA NING  
REAKTSIOONID SIMULEERITUD JA AMETLIKUL VÕISTLUSMÄNGUL**

**Physiological profile of female floorball players: seasonal dynamics of anaerobic  
capacity and responses during simulated and official competitive games**

**Magistritöö**

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:  
Funktsionaalse morfoloogia professor Priit Kaasik, PhD

Tartu 2026

# SISUKORD

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| KASUTATUD LÜHENDID .....                                                                     | 4  |
| LÜHIÜLEVAADE.....                                                                            | 5  |
| ABSTRACT.....                                                                                | 6  |
| 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....                                                                  | 7  |
| 1.1. Saalihoki iseloomustus.....                                                             | 7  |
| 1.2. Saalihoki füsioloogiline koormusprofiil .....                                           | 7  |
| 1.3. Vahelduva intensiivsusega spordialade võistluskoormuse füsioloogiline iseloomustus..... | 8  |
| 1.4. Kehalise töövõime hindamine vahelduva intensiivsusega spordialades .....                | 10 |
| 1.5. Tausta kokkuvõte ja magistr töö koostamise põhjendus .....                              | 11 |
| 2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED .....                                                            | 12 |
| 3. METOODIKA .....                                                                           | 13 |
| 3.1. Valim .....                                                                             | 13 |
| 3.2. Uuringu korraldus .....                                                                 | 13 |
| 3.2.1. Aeroobse võimekuse hindamine.....                                                     | 14 |
| 3.2.2. Anaeroobse võimekuse hindamine .....                                                  | 14 |
| 3.2.3. Simuleeritud ja ametlik võistlusmäng .....                                            | 15 |
| 3.2.4. Kapillaarvere laktaadisisalduse määramine .....                                       | 16 |
| 3.2.5. Südamelöögisageduse ja liikumisaktiivsuse registreerimine .....                       | 16 |
| 3.3. Andmete statistiline analüüs.....                                                       | 17 |
| 4. TÖÖ TULEMUSED .....                                                                       | 19 |
| 4.1. Anaeroobset võimekust hindavad jooksuproovid .....                                      | 19 |
| 4.1.1. Jooksuproovide seeriade iseloomustus.....                                             | 19 |
| 4.1.2. Jooksuproovide seeriade üksikkorduste iseloomustus .....                              | 20 |
| 4.1.3. Kapillaarvere laktaadisisaldus anaeroobset võimekust hindavatel jooksuproovidel ..... | 21 |
| 4.1.4. Südamelöögisagedus anaeroobset võimekust hindavatel jooksuproovidel.....              | 22 |
| 4.2. Simuleeritud saalihoki võistlusmäng .....                                               | 23 |
| 4.2.1. Liikumisaktiivsuse näitajad simuleeritud mängul.....                                  | 23 |
| 4.2.2. Südamelöögisagedus simuleeritud mängul .....                                          | 24 |
| 4.2.3. Kapillaarvere laktaadisisaldus simuleeritud mängul.....                               | 25 |
| 4.3. Ametlik saalihoki võistlusmäng .....                                                    | 26 |

|                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.1. Liikumisaktiivsuse näitajad ametlikul mängul .....                                                                                                                                       | 26 |
| 4.3.2. Südamelöögisagedus ametlikul mängul .....                                                                                                                                                | 26 |
| 5. ARUTELU .....                                                                                                                                                                                | 28 |
| 5.1. Anaeroobset võimekust hindavad jooksutestid .....                                                                                                                                          | 28 |
| 5.2. Simuleeritud ja ametlik saalihoki võistlusmäng .....                                                                                                                                       | 32 |
| 5.3. Töö tugevused ja limiteerivad faktorid .....                                                                                                                                               | 36 |
| 6. JÄRELDUSED .....                                                                                                                                                                             | 37 |
| KASUTATUD KIRJANDUS .....                                                                                                                                                                       | 39 |
| Lisa 1. Uuritavate 35 m jooksusprintide üksikkorduste ajad anaeroobset võimekust hindava jooksutesti seeriatega ja saalihoki võistlushooaja lõikes .....                                        | 46 |
| Lisa 2. Väljakumängijate liikumisaktiivsuse ja südamelöögisageduse näitajad simuleeritud ning ametlikul saalihoki võistlusmängul ja 3 erineva treeningu keskmistena .....                       | 47 |
| Lisa 3. Südamelöögisageduse profiil ja jaotus intensiivsustsoonides saalihoki simuleeritud võistlusmängul, ametlikul võistlusmängul ja treeningul ühe väljakumängija individuaalsel näitel..... | 48 |

## KASUTATUD LÜHENDID

CrP – kreatiinfosfaat

HA – hooaja algus

HK – hooaja keskpaik

HL – hooaja lõpp

IFF – *International Floorball Federation*, Rahvusvaheline Saalihoki Liit

MD – *mean difference*, keskmine erinevus

RAST – *running-based anaerobic sprint test*, jooksupõhine anaeroobne sprinditest

SLS – südamelöögisagedus

SLS<sub>avg</sub> – keskmine südamelöögisagedus

SLS<sub>max</sub> – maksimaalne südamelöögisagedus

SLS<sub>min</sub> – minimaalne südamelöögisagedus

VO<sub>2max</sub> – maksimaalne hapnikutarbimise võime

# LÜHIÜLEVAADE

## **Nais-saalihokimängijate füsioloogiline profiil: anaeroobse võimekuse hooajaline dünaamika ning reaktsioonid simuleeritud ja ametlikul võistlusmängul**

Saalihokit on vahelduva iseloomuga spordiala, kus kõrge intensiivsusega kehaline koormus vaheldub juhuslike või ajastatud koormusvabade perioodidega võrdlemisi pika aja (1–2 tunni) vältel. Vahelduva iseloomuga spordialades sõltub saavutusvõime suutlikkusest sooritada korduvaid maksimaalseid pingutusi nii lühikese aja vältel järjestikku kui pikemaajalisest koormusest tingitud väsimuse foonil. Aeroobse ja anaeroobse energjavarustuse koostoime tingib spordialale iseloomuliku füsioloogilise profiili, mida hinnatakse metaboolsete, kardiovaskulaarsete ja liikumisaktiivsuse näitajate kaudu.

**Eesmärk:** Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada saalihoki kui vahelduva koormuse iseloomuga sportmängu füsioloogilist profiili ning hinnata Eesti nais-saalihokimängijate anaeroobse võimekuse näitajate dünaamikat treening- ja võistlushooaja lõikes Eesti Maaülikooli saalihoki võistkonna tervikanalüüsi alusel.

**Metoodika:** Anaeroobse võimekuse dünaamikat uuriti võistlushooaja lõikes 3 korral, kasutades modifitseeritud jooksupõhist anaeroobset sprinditesti (*running-based anaerobic sprint test*, RAST). Mängulist koormust iseloomustavaid näitajaid – südamelöögisagedust (SLS), laktaadidünaamikat ja liikumismustrit – hinnati simuleeritud ja ametlikul saalihoki võistlusmängul ning treeningolukordades.

**Tulemused:** Uuringu tulemused näitasid, et korduvate maksimaalsete pingutuste tingimustes kujunevad füsioloogilised reaktsioonid sarnaste mehhanismide alusel nii kontrollitud testides kui mängulistes olukordades, kuid nende avaldumine sõltub koormuse kontekstist. RAST võimaldas selgelt esile tuua väsimuse kujunemise ja sellega seotud metaboolse stressi, mis avaldus sooritusvõime languses ja vere laktaadisisalduse tõusus. Simuleeritud saalihokimängus ilmneseid sarnased füsioloogilised reaktsioonid, kuid nende dünaamika oli vahelduv, peegeldades koormuse ja taastumise tsüklilist iseloomu. Ametlikus võistlusmängus püsisid nii liikumisaktiivsus kui SLS suhteliselt stabiilsed, mis viitab sportlaste suutlikkusele reguleerida koormust ning säilitada töövõimet vaatamata kujunevale väsimusele.

**Kokkuvõte:** Meie tulemuste alusel võib järeldada, et kuigi väsimus on võistkonnasportlasele iseloomulik ja vältimatu nähtus, ei pruugi see avalduda otseselt sooritusvõime langusena, vaid pigem liikumis- ja koormusmustrit muutustena, mille kaudu sportlased kohandavad oma tegevust vastavalt mänguolukorrale.

**Märksõnad:** jooksupõhine anaeroobne sprinditest, südamelöögisagedus, laktaat, simuleeritud võistluskeskkond

## ABSTRACT

### **Physiological profile of female floorball players: seasonal dynamics of anaerobic capacity and responses during simulated and official competitive games**

Floorball is an intermittent sport in which periods of high-intensity physical activity alternate with random or structured recovery periods over a relatively long duration (1–2 hours). In intermittent sports, performance depends on the ability to perform repeated maximal efforts both during short consecutive periods and under fatigue induced by prolonged exercise. The interaction between aerobic and anaerobic energy supply systems results in a sport-specific physiological profile, which has commonly been described through metabolic, cardiovascular, and movement activity variables.

**Aim:** The aim of the present study was to characterize the physiological profile of floorball as an intermittent team sport and to evaluate the dynamics of anaerobic performance indicators in Estonian female floorball players throughout the training and competitive season based on a collective analysis of the Estonian University of Life Sciences women's floorball team.

**Methods:** Anaerobic performance dynamics were assessed on three occasions during the competitive season using a modified version of the running-based anaerobic sprint test (RAST), while indicators characterizing game-related load and physiological adaptation (heart rate, lactate dynamics, and movement patterns) were analyzed in both simulated and official match conditions.

**Results:** The results of the study demonstrated that physiological responses during repeated maximal efforts develop through similar mechanisms in both controlled testing and game situations, although their manifestation depends on the exercise context. The RAST clearly revealed the development of fatigue and associated metabolic stress, expressed through both performance decrement and increased blood lactate concentration. Similar physiological responses were observed during the simulated floorball game; however, their dynamics were intermittent in nature, reflecting the cyclical interaction between loading and recovery. In contrast, movement activity and heart rate remained relatively stable during the official match, indicating the players' ability to regulate workload and maintain performance despite the development of physiological fatigue.

**Conclusions:** It can therefore be concluded that although fatigue is an inherent and unavoidable phenomenon in team sports, it may not manifest directly as a decline in performance, but rather through changes in movement and workload patterns by which athletes adapt their activity according to the demands of the game situation.

**Keywords:** running-based anaerobic sprint test, heart rate, lactate, simulated game

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Saalihoki iseloomustus

Saalihoki on süsinikust mängukeppide ja plastikust palliga mängitav sisespordiala (Tervo & Nordström, 2014). Mäng toimub 36–40 m pikkusel ja 18–20 m laiusel väljakul, kus võib korraga viibida 5 väljakumängijat ja 1 väravavaht mõlemast võistkonnast. Võistkonda saab kuuluda kuni 20 mängijat, kelle vahetused võivad toimuda mistahes ajal ja piiramatu arv kordi. Täispikk saalihokivõistlus koosneb 20-minutilistest kolmandikest, mille vahel on 10-minutilised vaheajad. Normaalaja viigiseisulise lõpu korral järgnevad võitja selgitamiseks 10-minutiline lisaaeg ning vajadusel karistusvisked. Mänguaeg on seisev ehk käib vaid siis, kui pall on mängus ja peatub iga kohtuniku vile korral. (IFF, 2022) Saalihokimängu eesmärk on lüüa vastasest rohkem väravaid (IFF, 2026).

Rahvusvahelise saalihokiliidu (*International Floorball Federation*, IFF) (2026) andmetel on maailmas 2018. aasta seisuga 3,5 miljonit saalihoki harrastajat. Lisaks harrastussportlastele leidub ligikaudu 330 000 litsentseeritud mängijat 71 erinevast riigist. Alates 2011. aastast on IFF Rahvusvahelise Olümpiakomitee liige ning 2017. aastast kuulub saalihoki maailmamängude ja eriolümpia maailmamängude programmi. (IFF, 2026) Eestis on registreeritud saalihokimängijaid üle 1400 (Eesti Spordiregister, 2026). Ajalooliselt on tegemist võrdlemisi uue spordialaga – 1970. aastatel kujunes välja tänapäevane saalihokimäng, 1986. aastal loodi Soome, Rootsi ja Šveitsi saalihokiliitude poolt IFF (IFF, 2026).

## 1.2. Saalihoki füsioloogiline koormusprofiil

Saalihoki spordialaspetsiifiline teaduskirjandus on äärmiselt piiratud, mistõttu on käesolevas kirjanduse ülevaates põhjendatud keskenduda põhjalikumalt üksikutele olemasolevatele uuringutele, mis käsitlevad võistlusaegset koormust terviklikult ja reaalses mängutingimustes. Autorile teadaolevalt on võistlustasemel saalihoki füsioloogilist profiili viimase 15 aasta jooksul süsteemselt kirjeldanud ainult Kirsilä (2023) magistritöö raames.

Uuringus osales 24 meessoost saalihokimängijat Soome U18, U21 liigadest ja kõrgeimast meeste- ehk F-liigast. Liikumisaktiivsuse ja südamelöögisageduse (SLS) näitajad registreeriti 27 ametlikus mängus. Oluline on välja tuua, et uuringutulemuste analüüs viidi läbi puhta mänguajaga kolmandike põhjal ehk kolmandike vaheaegadel registreeritud näitajaid analüüsi ei kaasatud. Uuringute tulemusena leiti, et puhas mänguaeg, st kolme kolmandiku summaarne kestus seisva ajaga, oli võistlusmängudes ligikaudu 91 min, mille jooksul tegid mängijad keskmiselt 22 vahetust ja läbisid keskmiselt 4165 m.

Uuringute andmed näitasid, et ühes mängus sooritasid mängijad keskmiselt 488 kiirendust, 528 aeglustust ja 16 jooksuprinti ( $> 22 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ). Pool kogudistantsist (2161 m) läbiti aeglase kiirusega ( $3,00\text{--}9,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) ning mõõdukates kiirustsoonides ( $10,00\text{--}13,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  ja  $14,00\text{--}17,99 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) läbisid uuritavad vastavalt 887 m ja 585 m. Suurima kiirusega ( $\geq 18,00 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) suutsid mängijad joosta ligikaudu 429 m, millest 159 m läbiti sprindikiirusel ( $> 22 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ). Uuritavate maksimaalne liikumiskiirus ulatus seejuures keskmiselt  $27,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Võistlusaegne keskmine südamelöögisagedus ( $\text{SLS}_{\text{avg}}$ ) oli uuringutulemuste põhjal 147 lööki/min ning mänguaegne maksimaalne südamelöögisagedus ( $\text{SLS}_{\text{max}}$ ) ulatus keskmiselt 190 löögini/min. Need näitajad moodustasid vastavalt 71% ja 92% uuritavate  $\text{SLS}_{\text{max}}$ . Valdava osa ehk ligikaudu 56% mängust veetsid saalihokimängijad mõõdukas intensiivsustsoonis ( $60\text{--}79\% \text{ SLS}_{\text{max}}$ ). Kõrge intensiivsusega ( $\geq 80\% \text{ SLS}_{\text{max}}$ ) mänguline tegevus moodustas keskmiselt 28% mänguajast ja madalaimas intensiivsustsoonis ( $50\text{--}59\% \text{ SLS}_{\text{max}}$ ) püsis uuritavate SLS 16% ajast. (Kirsilä, 2023).

Antud uuringutulemuste ja mängu ülesehituse põhjal saab saalihokit iseloomustada kui vahelduva intensiivsusega spordiala (*intermittent sport*) (Kirsilä, 2023), millele on omane kõrge intensiivsusega kehalise koormuse vaheldumine juhuslike või ajastatud koormusvabade perioodidega võrdlemisi pika aja (1–2 tunni) vältel (Baker *et al.*, 2015; Vigh-Larsen *et al.*, 2024).

### 1.3. Vahelduva intensiivsusega spordialade võistluskoormuse füsioloogiline iseloomustus

Vahelduva iseloomuga spordialades tugineb saavutusvõime suutlikkusele sooritada korduvaid maksimaalseid pingutusi (sprinte, hüppeid, kiirendusi, aeglustusi) nii lühikese aja vältel järjestikku kui pikemaajalisest koormusest tingitud väsimuse foonil. Seejuures ei ole kehalise koormuse määr ja iseloom ning tehnilis-taktikaline sooritus etteplaneeritavad ning sportlased peavad pidevalt reageerima mänguolukordade muutusega kaasnevatele välistele stiimulitele. Mängu ülesehitus määrab ühtlasi organismi võistlusaegse energiavarustuse iseärasused ja kehalise töövõime erinevate liikide osatähtsuse, mis varieerub erinevate sportmängude lõikes suuresti, sõltudes koormuse intensiivsusest, kestusest ja taastumiseks võimaldatavast ajast ning eriti konkreetse spordiaala reeglitest. (Vigh-Larsen *et al.*, 2024)

Võistluspuhuse koormusreaktsiooni kirjeldamiseks on mitmetes saalihokisarnastes sportmängudes uuritud vere laktaadisisalduse dünaamikat, mis võimaldab hinnata aeroobse ja anaeroobse ATP resünteesi tasakaalu muutust (Watanabe *et al.*, 2024). Kassiano *et al.* (2019) leidsid, et nais-saali jalgpallurite kapillaarvere laktaadisisaldus tõuseb futsali mängu esimese 20-minutilise poolaja lõpuks  $6,3 \pm 2,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  ning püsib suhteliselt kõrgel tasemel ka pärast teist poolaega ( $5,4 \pm 1,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Sarnased väärtused esinesid ka naiskorvpalluritel läbi viidud uuringute puhul, kus  $3 \times 3$  korvpalli ametlike

mängude lõpus ulatus vere laktaadisisaldus keskmiselt  $6,1 \pm 2,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  (Montgomery & Maloney, 2018).

Reaalseid mängusituatsioone analüüsivate spordiuuringute metoodika peab arvestama võistluste korraldusega, mis seab sageli olulised piirangud andmete kogumisele. Seetõttu on sportmängude füsioloogilise profiili selgitamise uuringutes tavaline ja enamasti ka paratamatu, et vereproovid analüüsideks kogutakse üksnes mängu või mänguperioodide lõpus (Dos-Santos *et al.*, 2020). Selline lähenemine limiteerib vahelduval intensiivsusele omase koormusreaktsiooni täpset kirjeldamist, mistõttu on tähelepanuväärne Lögdaal *et al.* (2022) uuring vere laktaadisisalduse kineetika selgitamiseks meeste juuniorklassi jäähoki matši ajal iga üksiku vahetuse järgselt võetud vereproovide alusel. Ühes kolmandikus sooritasid uuritavad keskmiselt 7 vahetust kestusega  $63,0 \pm 22,5 \text{ s}$ . Antud koormuse foonil ulatus ründemängijate vere laktaaditase keskmiselt  $\sim 6\text{--}7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  ning oli seejuures oluliselt kõrgem võrreldes kaitsmängijatega ( $F = 75,2$ ;  $p < 0,001$ ), kelle vere laktaadisisaldus piirdus  $\sim 3\text{--}4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Dos-Santos *et al.* (2020) uuringus kestis futsali meeste kõrgliiga sõpruskohtumise üks vahetus keskmiselt  $8,19 \pm 2,27 \text{ min}$ , mis on võrreldav jää mängitud ajaga jäähoki ühes kolmandikus. Samas oli vahetusejärgne laktaadireaktsioon mõnevõrra kõrgem ( $8,32 \pm 2,88 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), osutades töö ja puhkuse suhte mõjule laktaadi formeerumise, transpordi ja taaskasutamise protsessides.

Eeltoodud uuringud näitavad, et vere laktaadisisaldus tõuseb vahelduva intensiivsusega sportmängudes märkimisväärselt, peegeldades anaeroobse energiavarustuse olulist rolli. Samal ajal mõjutavad laktaadiväärtusi spordispetsiifilised tegurid, mistõttu ei ole olemasolevaid tulemusi võimalik otseselt üle kanda saalihoki konteksti. Samuti peab arvestama, et mängude taktikalis-situatsiooniliste faktorite mõju tõttu ei pruugi vahelduva iseloomuga spordialade füsioloogilised reaktsioonid ja liikumiskoormuse näitajad olla lineaarses seoses (Buchheit & Laursen, 2013; Scanlan *et al.*, 2014).

Mitteinvasiivsetest meetoditest on sportmängude füsioloogia kirjeldamisel kõige levinum SLS registreerimine (Alexandre *et al.*, 2012). Nii leiti naiste saaljalgpallile keskendunud uuringutes, et ametlike mängude tingimustes toimus mänguline tegevus üle 80% ajast kõrge intensiivsusega ( $> 80\% \text{ SLS}_{\text{max}}$ ), kuid samal ajal langes suurima intensiivsusega ( $> 90\% \text{ SLS}_{\text{max}}$ ) mänguaja osakaal 2. poolajal ligikaudu 10% võrreldes 1. poolajaga (Oliva-Lozano *et al.*, 2023).  $3 \times 3$  korvpalli võistlusmängud osutasid McGown *et al.* (2020) uuringutulemuste põhjal veelgi intensiivsemaks – naissportlased veetsid analüüsitud matšides keskmiselt 89% mänguajast kõrgeimas intensiivsustsoonis ( $> 90\% \text{ mängul registreeritud SLS}_{\text{max}}$ ). Naiste jäähoki uuringutes hindasid Jackson *et al.* (2016) matšiaegset koormust üksikute vahetuste ajal registreeritud SLS kaudu ja leidsid, et võrdlemisi lühiajalised (32–54 s) jääl uisutatud vahetused põhjustasid märkimisväärse kardiovaskulaarse reaktsiooni, kus  $\text{SLS}_{\text{avg}}$  ulatus 92%-

ni  $SLS_{max}$ . Uuringute põhjal saab öelda, et kõrge intensiivsusega tegevused on kahtlemata kõigis vahelduva intensiivsusega sportmängudes olulised, kuid nende osakaal varieerub sõltuvalt spordiala koormusprofiilist, mida kinnitavad ka südamelöögisagedusepõhised näitajad.

Tulenevalt asjaoludest, et SLS reageerib kehalise koormuse taustal ka keskkonnatingimuste ja tsirkadiaanrütmi eripäradele ning ei ole kõrge intensiivsusega töö puhul lineaarses seoses koormuse intensiivsuse kasvuga, on sportmängude füsioloogilise profiili igakülgselt ja adekvaatseks kirjeldamiseks soovitatav iseloomustada SLS reaktsiooni paralleelselt liikumisaktiivsusega (Alexandre *et al.*, 2012). Liikumisnäitajaid on lisaks saalihokile uuritud ka teiste jooksupõhiste sportmängude ametlikes kohtumistes, näiteks futsalis (Oliva-Lozano *et al.*, 2023; Ribeiro *et al.*, 2020), 3 × 3 korvpallis (Montgomery & Maloney, 2018; Willberg *et al.*, 2023) ja käsipallis (Luteberget & Spencer, 2017; Ramírez *et al.*, 2026). Taylor *et al.* (2017) võrdlesid oma süstemaatilises ülevaates mitmesuunalist liikumist nõudvate sportmängude – jalgpalli, korvpalli, käsipalli, maahoki, saali jalgpalli, võrkpalli – aktiivsuseprofiili ja leidsid, et liikumisnäitajate osas esinesid olulised erinevused nii spordialade kui erinevate vanuseklasside ning nais- ja meessportlaste lõikes. Ülevaates käsitletud uuringutulemuste lahknevused matšiaegses läbitavas distantsis, sprintide vs. aeglase liikumise osakaalus, kiirenduste ja aeglustuste arvus ning liikumise iseloomus (otse- ja lateraalsuunaline liikumine, hüppamine) ei olnud autorite sõnul üllatavad, sest ka väljaku suurus, mänguaeg ja tehniliste elementide sooritamiseks vajalik liigutusmuster varieeruvad sportmängude vahel suurel määral. Küll aga rõhutasid uuringutulemused vajadust analüüsida võistluskoormusi spordi- ja soospetsiifiliselt, et nende põhjal saaks suunata sportlaste ettevalmistust treeningutel ja taastusravis. (Taylor *et al.*, 2017)

#### **1.4. Kehalise töövõime hindamine vahelduva intensiivsusega spordialades**

Sportlaste ettevalmistuse ja sooritusvõime objektiivseks hindamiseks on vahelduva intensiivsusega spordialade puhul kasutatud mitmesugust lähenemist. Kuigi sporditeaduse fundamentaalsed laboratoorsed testid – nt maksimaalse hapnikutarbimise võime ( $VO_{2max}$ ) mõõtmine – on täpsed ja usaldusväärsed, on nende isoleeritud tulemuste ülekantavus sportmängude esindajate sooritusvõimele hinnangu andmisel küsitav. Sel põhjusel on välja töötatud ka praktilises spordikeskkonnas rakendatavaid teste, mis hindavad kombineeritult mitmeid sportliku soorituse aspekte – aeroobse ja anaeroobse energiavahetuse koostoimimist, väsimusresistentsust ja liigutuslikku vilumust. (Vigh-Larsen *et al.*, 2024) Wingate testi (Bar-Or, 1987) edasiarendusena Draper & Whyte (1997) poolt loodud jooksupõhine anaeroobne sprinditest (*running-based anaerobic sprint test*, RAST) on valideeritud meetod anaeroobse võimekuse hindamiseks (Zagatto *et al.*, 2009) ja jäljendab ülesehituse – 6 × 35 m 10-sekundiliste

pausidega – poolest väljakuspordialade koormust (Keir *et al.*, 2013). Milioni *et al.* (2017) näitasid oma uuringute tulemusena kvantitatiivselt ATP resünteesi mehhanismide osakaalu (saali)jalgpallurite organismis RAST sooritamisel. Mõistagi domineerisid sprintide jooksmise ajal energiavarustuses anaeroobsed reaktsioonid – keskmiselt 44% ATP-st resünteediti glükolüütilise fosforüülimise ja 36% kreatiinfosfaadi (CrP) lagundamise kaudu. Viimase energeetiline panus küündis maksimaalse võimaliku CrP lagundamise piirideni, mistõttu osutus 10 s taastumisel oksüdatiivse fosforüülimise osakaal väga tähtsaks, korreleerudes negatiivselt sprindiaegadega. Seega eeldab vahelduva iseloomuga spordialade peamine soorituslik komponent – korduv sprintimisvõime (*repeated sprint ability*) – kiirusliku ja vastupidavusliku töövõime tasakaalustatud ja paralleelset arendamist (Bishop *et al.*, 2011; Keir *et al.*, 2013). Samas on teada, et korduvate sprintide füsioloogilised ja metaboolsed vastused sõltuvad suurel määral kasutatavast protokollist, sealhulgas sprintide kestusest ja arvust, taastumise iseloomust ning sportlaste treenituse tasemest (Bishop *et al.*, 2011; Girard *et al.*, 2011; Spencer *et al.*, 2005). Seetõttu on üha enam rõhutatud vajadust kohandada RAST-i ja sarnaseid teste viisil, mis vastaks paremini konkreetsete spordialade liikumismustritele ja koormusprofiilile (Impellizzeri *et al.*, 2008; Spencer *et al.*, 2005).

### **1.5. Tausta kokkuvõte ja magistritöö koostamise põhjendus**

Kirjanduse andmetel kujuneb vahelduva intensiivsusega spordialade füsioloogiline profiil aeroobse ja anaeroobse energiavarustuse koostoimes ning seda iseloomustavad sagedased kõrge intensiivsusega pingutused. Võistlusaegset koormust on kirjeldatud metaboolsete, kardiovaskulaarsete ja liikumisaktiivsuse näitajate kaudu. Need füsioloogilised parameetrid erinevad spordialade lõikes olulisel määral, sõltudes sportmängude iseärasustest ning kasutatud uurimismetoodikast. Seetõttu ei saa ühe spordiala põhjal saadud tulemusi otseselt üle kanda teiste, vähemuuritud spordialade konteksti.

Saalihoki füsioloogilist profiili käsitlev teaduskirjandus piirdub üksikute allikatega, mis põhinevad üksnes meessportlastel. Magistritöö autorile teadaolevalt puudub nais-saalihokimängijate osas terviklik ülevaade nii ametliku ja simuleeritud võistluskonteksti koormusprofiilist kui ka selle aluseks olevatest füsioloogilistest mehhanismidest ja nende dünaamikast hooaja lõikes.

Samuti on varasemates uuringutes sageli käsitletud üksikuid näitajaid eraldiseisvalt, mis ei võimalda hinnata organismi koormusreaktsiooni kui tervikut. Lisaks treeningmetoodika täiustamisele aitaks saalihoki igakülgne spordi- ja soospetsiifiline füsioloogiline analüüs luua raamistiku, millele saaksid edaspidi toetuda sporti naasmise kriteeriumid ja füsioterapeutilise sekkumise valik vigastustejärgses taastusravis (Taylor *et al.*, 2017).

## 2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli selgitada saalihoki kui vahelduva iseloomuga sportmängu füsioloogilist profiili ning hinnata Eesti nais-saalihokimängijate anaeroobse võimekuse näitajate dünaamikat treening- ja võistlushooaja vältel, tuginedes Eesti Maaülikooli saalihokinaiskonna tervikanalüüsile.

Töö eesmärgi täitmiseks püstitati järgnevad uurimuslikud ülesanded:

1. Hinnata nais-saalihokimängijate anaeroobse võimekuse näitajate dünaamikat treening- ja võistlushooaja lõikes, kasutades korduvatel sprindikoormustel põhinevat jooksutesti.
2. Selgitada saalihokimängu füsioloogilist profiili simuleeritud võistluskeskkonnas liikumisaktiivsuse, südamelöögisageduse ja kapillaarvere laktaadisisalduse näitajate põhjal.
3. Selgitada saalihokimängu füsioloogilist profiili ametliku võistlusmängu tingimustes liikumisaktiivsuse, südamelöögisageduse ja kapillaarvere laktaadisisalduse näitajate põhjal.

Uurimuslike eesmärkide saavutamiseks seati järgmised metoodilised ülesanded:

1. Töötada välja ja rakendada saalihoki füsioloogiliste parameetrite uurimiseks sobiv simuleeritud võistlustingimuste formaat.
2. Laiendada ja kohendada korduvate sprindikoormuste test vahelduva iseloomuga sportmängude, sh saalihoki, sportlaste anaeroobse võimekuse uurimiseks sobivasse formaati.
3. Määrata uuritavate individuaalsele võimekusele vastavad kiirustsoonide referentsväärtused ning rakendada neid liikumisaktiivsuse analüüsis.

### 3. METOODIKA

#### 3.1. Valim

Algses valimis oli 14 ning uuringus osales neist 12 litsentseeritud Eesti nais-saalihokimängijat, kelle vanus, antropomeetrilised ja treenituse näitajad on toodud tabelis 1. Antropomeetrilised näitajad ning treeningstaaž põhinevad uuritavate eneseraporteeritud andmetel. Valim moodustati mugavusvalimina uuritavate kättesaadavuse alusel. Uuringus osalemise kriteeriumiks oli treenimine ja võistlemine Eesti Maaülikooli saalihoki naiskonnas hooaegadel 2024/25 ja 2025/26. Väljaarvamise kriteeriumiks oli sooritusvõimet mõjutavate vigastuste olemasolu. Uuringus osalemine oli vabatahtlik ning osalejad võisid sellest loobuda igal hetkel. Kõik uuritavad allkirjastasid enne uuringu algust kirjaliku informeeritud nõusoleku vormi. Uuring oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega (protokoll nr 397/T-6, väljastatud 20.01.2025).

**Tabel 1.** Uuritavate vanus, antropomeetrilised ja treenituse näitajad (n = 12)

|                                    | <b>Vanus (a)</b> | <b>Keha-<br/>pikkus (cm)</b> | <b>Keha-<br/>mass (kg)</b> | <b>Treening-<br/>staaž (a)</b> | <b>VO<sub>2max</sub><br/>(ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b> |
|------------------------------------|------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b><math>\bar{X} \pm SD</math></b> | 23,6 ± 5,4       | 167,2 ± 5,2                  | 64,3 ± 5,0                 | 9,8 ± 4,4                      | 46,5 ± 2,5                                                         |
| <b>Max</b>                         | 34               | 178                          | 70                         | 18                             | 51,5                                                               |
| <b>Min</b>                         | 16               | 157                          | 55                         | 2                              | 45,1                                                               |

max – maksimaalne väärtus; min – minimaalne väärtus; VO<sub>2max</sub> – maksimaalne hapnikutarbimise võime

#### 3.2. Uuringu korraldus

Uuring hõlmas uuritavate aeroobse ja anaeroobse võimekuse hindamist ning andmete kogumist treeningutel, simuleeritud ja ametlikul võistlusmängul. Aeroobset võimekust hindav jooksutest viidi läbi saalihoki hooaja lõpus (mai 2025). Anaeroobset võimekust hindava jooksutesti läbisid uuritavad 3 korral: hooaja lõpus (mai 2025), hooaja alguses (september 2025) ja hooaja keskel (november 2025). Kõik jooksutestid viidi läbi Eesti Maaülikooli ja Tartu Ülikooli spordihoonetes. Simuleeritud võistlusmäng (jaanuar 2026) ning ametlik võistlusmäng (aprill 2026) toimusid võistlushooaja keskel Eesti Maaülikooli spordihoones. Võistlushooaja alguse, keskpäiga ja lõpu määratlemisel lähtuti 2025–2026 treening- ja võistluskalendrist. Hooaja algusena käsitleti perioodi, mil toimusid organiseeritud regulaarsed treeningud ilma võistlusteta. Hooaja keskpäik hõlmas ajavahemikku esimestest Eesti-Läti ühisliiga võistlustest kuni Eesti meistrivõistluste viimaste mängudeni. Hooaja lõpp tähistas võistlustejärgseid kuid, mil toimus veel organiseeritud treeningtegevus.

### 3.2.1. Aeroobse võimekuse hindamine

Uuritavate aeroobse võimekuse hindamiseks kasutati astmelist 20 m süstikjooksu testi. Testi käigus jooksid uuritavad kahe paralleelse joone vahel, mis paiknesid üksteisest 20 m kaugusel. Eesmärk oli jõuda jooneni samaaegselt helisignaaliga, mis esitati eelnevalt salvestatud helifaililt. Helisignaali sagedus suurenes vastavalt jooksukiiruse kasvule: test algas kiirusel  $8,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  ning kiirus suurenes iga minuti järel  $0,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  võrra. Test lõppes, kui uuritav ei suutnud enam etteantud tempot säilitada või katkestas soorituse vabatahtlikult. (Léger *et al.*, 1988) Testi sooritamise kumulatiivse aja alusel määrati sportlastele vastav astmeline tase vahemikus 1/1 kuni 21/16. Taseme põhjal leiti arvutuslik  $\text{VO}_{2\text{max}}$  väärtus. Hinnangu andmisel ei kasutatud vaheväärtuste interpoleerimist –  $\text{VO}_{2\text{max}}$  seoti tasemega, mille jooksul uuritav testi katkestas, sõltumata taseme täielikust läbimisest. (Wood, 2019) Saadud  $\text{VO}_{2\text{max}}$  väärtusi kasutati üksnes valimi aeroobse võimekuse kirjeldamiseks ning need on esitatud tabelis 1.

### 3.2.2. Anaeroobse võimekuse hindamine

Uuritavate anaeroobse võimekuse hindamiseks kasutati Wingate testil (Bar-Or, 1987) põhinevat RAST-i (Draper & Whyte, 1997) koos meepoolsete kohandustega saalihokile omasele anaeroobsele koormusele, mis seisnes 6 jooksusprintide seeria läbimises. Iga seeria sisaldas 6 korda 35-meetrise lõigu jooksmist maksimaalse kiirusega. Iga 35-meetrise lõigu läbimisele järgnes 10-sekundiline paus ümberpööramiseks ja stardipositsiooni naasmiseks. Seeriavaheline puhkepaus kestis 10 minutit. 35-meetrise lõigu piirid märgistati põrandakattest eristuva teibi ja koonustega ning lõigu otstes oli tagatud piisav ruum aeglustamiseks. Lõigu kummaski otsas registreeris ajamõõtja ühe stopperkellaga lõikude läbimise ajad ning teise stopperiga 10-sekundilised puhkepausid. Uuritav alustas teibijoone tagant jooksmist ajamõõtja valjuhäälse märguande „5, 6, 7, 8, 9, start“ peale. Sõna „start“ kuuldes käivitas lõigu teises otsas paiknev ajamõõtja jooksudistantsi aega registreeriva stopperi. Stopper peatati, kui uuritava esimene jalg jõudis üle finišijoone ja samal hetkel käivitati 10-sekundilist pausi mõõtev stopper. Üks ajamõõtja registreeris sprintide 1, 3 ja 5 läbimise ajad ning teine ajamõõtja sprintide 2, 4 ja 6 ajad. Stopperkellad töötasid sajandiku (0,01 s) täpsusega.

Vahetult pärast iga jooksuseeria lõppu ning enne järgmise seeria algust võeti uuritavatelt sõrmeotsa kapillaarvere proov laktaadisisalduse määramiseks. Kokku koguti ühe jooksutesti raames 11 proovi. Lisaks paigaldati uuritavatele jooksutestide ajaks SLS andurid, mille abil registreeriti südametöö näitajad. Enne jooksutesti algust oli sportlastele ette nähtud 10-minutiline iseseisev soojendus. Testi eel ja ajal ei piiratud vedeliku ega toidu tarbimist. Andmeanalüüsi kaasati nende uuritavate andmed, kes läbisid anaeroobset võimekust hindava jooksutesti kõigil 3 korral ( $n = 12$ ).

### 3.2.3. Simuleeritud ja ametlik võistlusmäng

Simuleeritud võistlusmäng korraldati uuritavate ja U14–U16 vanuseklassi poiste vahel. Individaalne mänguaeg ning pingutuse ja puhkuse suhe normaliseeriti, et kõrvaldada mänguaja varieeruvusest tulenev mõju ning tagada näitajate korrektne võrreldavus kolmandike vahel. Iga kolmandiku jooksul sooritasid mängijad 10 vahetust kestusega 1 minut, mille vahel olid 1-minutilised puhkepausid. Vahetuste kestus põhines ametlikel saalihoki võistlusmängudel. Iga 1 minuti möödudes kõlas helisignaal, pall jäeti paigale ning võimalikult kiiresti viidi läbi viisikute vahetus. Rünnakut jätkas võistkond, kelle kätte jäi pall signaali kõlades. Mänguaeg oli seisev, st mängukatkestuse (vahetus, värav, lahtilöök, sisselöök, vabalöök) ajaks peatati nii üldaeg kui 1-minutilist vahetust mõõtev taimer. Simuleeritud mängu üldaeg vastas ametlikule saalihoki võistlusmängule:  $3 \times 20$  minutit 10-minutiliste vaheaegadega. Mängus osales 10 väljakumängijat ja 1 väravavaht; andmeanalüüs viidi läbi väljakumängijatelt kogutud andmete põhjal.

Mängureeglites tehti uuringu tarbeks järgmised muudatused:

1. Mängureeglite rikkumiste korral, mis tavaliselt tingivad karistuse või karistusviske, määrati reegleid mitterikkunud võistkonna kasuks vabalööki.
2. Edasilükatud karistuse või karistusviske asemel määrati edasilükatud vabalööki.
3. Edasilükatud vabalöögi olukorras võis reegleid mitterikkunud võistkond rünnakut jätkata, kuid väljakumängijate arv pidi jääma samaks ehk väravavaht ei tohtinud väljakult lahkuda.
4. Kolmandike vaheaegadel võistkondade poolte vahetust ei toimunud.
5. *Time-out*'e võistkondadele ei võimaldatud.

Kõikides muudes aspektides järgiti IFF (2022) kehtivaid reegleid. Uuritavatele anti korraldus mängida samasuguse intensiivsuse ja motiveeritusega nagu ametlikel võistlusmängudel. Enne simuleeritud võistlusmängu sooritasid uuritavad tavapärase 30-minutilise mängueelse soojenduse, millele järgnes 15-minutiline paus enne avavilet. Mängu eel ja ajal ei piiratud vedeliku ega toidu tarbimist. Vahetult pärast soojenduse lõppu, pärast iga mängukolmandiku viimast vahetust ning enne uue mängukolmandiku esimest vahetust võeti uuritavatel sõrmeotsa kapillaarvere proov laktaadisisalduse määramiseks. Kokku koguti mängu raames 6 vereproovi. Lisaks registreeriti mängu vältel südametöö ja liikumisaktiivsuse näitajad.

Uuritavaks ametlikuks võistlusmänguks oli naiste saalihoki Eesti meistrivõistluste finaalseeria kohtumine, mille puhul registreeriti SLS ja liikumisaktiivsuse näitajad. Ametlikus mängus osales uuringu valimist 7 saalihoki väljakumängijat.

#### **3.2.4. Kapillaarvere laktaadisisalduse määramine**

Kapillaarvere proovid võeti 2., 3. või 4. sõrme distaalse lüli pinnalt standardse kapillaarvere võtmise protseduuri alusel. Vereproov koguti spetsiaalse hemolüüsilahusega eeltäidetud reaktsioonitopsi, mis stabiliseerib proovi, ning säilitati kuni analüüsimiseni. Vereproovide analüüs teostati esimesel võimalusel pärast jooksutesti või simuleeritud mängu lõppu. Laktaadisisaldus määrati ensümaatilisel ja amperomeetrilisel meetodil laktaadi ja glükoosi analüsaatoriga *EKF Diagnostics Biosen C-Line Clinic* (EKF-diagnostic GmbH, Saksamaa). Analüsaatori mõõtetäpsus hinnati variatsioonikordaja  $\leq 3\%$  põhjal kõrgeks (EKF-diagnostic GmbH, 2024). Tulenevalt uuringu korralduslikest aspektidest ei määratud uuritavate vereproovides vereplasma mahtu.

#### **3.2.5. Südamelöögisageduse ja liikumisaktiivsuse registreerimine**

Jooksutestide, võistlusmängude ja treeningute ajal registreeriti uuritavate südame töö ja liikumisaktiivsus *Polar Team Pro* süsteemi abil (Polar Electro Oy, Soome). Uuritavatele kinnitati rindkerevöö abil *Polar Pro* andur, mis mõõtis reaalajas südamelöögisagedust ja liikumisandmeid – läbitavat distantssi, jooksukiirust, kiirendusi, aeglustusi, sprintide arvu ning läbitavat distantssi erinevates kiirustsoonides. Liikumisandmete kogumine põhines integreeritud sensoritel (*micro-electro-mechanical systems*, MEMS), mis hõlmasid aktseleromeetrit, güroskoopi ja digitaalset kompassi (Polar Electro Oy, 2023). Andmed edastati juhtseadmesse ning salvestati edasiseks analüüsiks.

Anaeroobset võimekust hindava jooksutesti käigus fikseeritud stabiliseerunud maksimaalset südamelöögisagedust käsitleti uuritavate individuaalse pingutusaegse maksimaalse südamelöögisagedusena SLS tsoonide referentsväärtuse jaoks. SLS tsoonide protsentuaalsed vahemikud vastasid *Polar Team Pro* süsteemi originaalseadistusele. Anaeroobse jooksutesti esimeste korduste kiireimate sooritusaegade keskmise põhjal määrati 5. kiirustsooni piirväärtus, mille alusel arvutati ülejäänud kiirustsoonide piirkiirused. Kiirustsoonide vahemike ulatus järgis arvutuskäigult *Polar Team Pro* originaalseadistust. Uuringus rakendatud kiirus- ja SLS tsoonide jaotus on leitav tabelis 2.

**Tabel 2.** Uuringu raames toimunud saalihoki võistlusmängude ja treeningute andmete kogumisel rakendatud kiirus- ja SLS tsoonide jaotus.

|                      | Kiirus (km·h <sup>-1</sup> ) |                    | %SLS <sub>max</sub> |
|----------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Kiirustsoon 1</b> | ≤ 10,4                       | <b>SLS tsoon 1</b> | 50–59               |
| <b>Kiirustsoon 2</b> | > 10,4 ≤ 12,6                | <b>SLS tsoon 2</b> | 60–69               |
| <b>Kiirustsoon 3</b> | > 12,6 ≤ 15,8                | <b>SLS tsoon 3</b> | 70–79               |
| <b>Kiirustsoon 4</b> | > 15,8 ≤ 19                  | <b>SLS tsoon 4</b> | 80–89               |
| <b>Kiirustsoon 5</b> | > 19                         | <b>SLS tsoon 5</b> | 90–100              |
| <b>Sprint</b>        | > 15,5                       |                    |                     |

SLS<sub>max</sub> – maksimaalne südamelöögisagedus

### 3.3. Andmete statistiline analüüs

Andmeanalüüsiks kasutati tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel ning statistikaprogrammi JASP Statistics (versioon 0.19.1.0). Kirjeldava statistika esitamiseks arvutati aritmeetiline keskmine ja standardhälve. Anaeroobset võimekust hindava jooksutesti sprindiaegade ning simuleeritud ja ametliku võistlusmängu andmete (liikumisaktiivsus, SLS, vere laktaadisisaldus) analüüsimiseks kasutati korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsi (ANOVA). Andmete sfäärilisuse eeldust kontrolliti Mauchly testiga ning selle rikkumise korral rakendati Greenhouse-Geisser korrektsiooni. Mudeli jääkide vastavust normaaljaotusele hinnati kvantiil-kvantiil graafiku abil. Peamõjude ja koosmõjude statistilist olulisust hinnati F-statistiku ja p-väärtuse alusel, efekti suuruse hindamiseks kasutati osalist eta-ruutu ( $\eta^2_p$ ). Statistiliselt oluliste peamõjude ja koosmõjude täpsustamiseks viidi läbi Holmi korrektsiooniga *post hoc* paarvõrdlused. Simuleeritud ja ametliku saalihoki võistlusmängu tulemuste erinevuse hindamiseks kasutati andmete normaaljaotuse eelduse täitmise korral sõltuvate valimite t-testi ja eelduse rikkumise korral Wilcoxon astakmärgitesti. Andmete normaaljaotusega kattumist kontrolliti Shapiro-Wilk testi abil.

Üksikute puuduolevate andmete tõttu teatud ajapunktides (10 ebaõnnestunud kapillaarvere proovi 396-st) kasutati anaeroobset võimekust hindava jooksutesti laktaadisisalduse väärtuste analüüsimiseks lineaarset segamudelit (*linear mixed model*). Mudelis käsitleti uuritavat juhusliku efektina, et arvestada korduvmõõtmiste sõltuvusega samadel isikutel. Mudeli parameetrid hinnati *restricted maximum likelihood* (REML) meetodil ning vabadusastmete hindamiseks kasutati Satterthwaite'i lähendust. Statistilist olulisust hinnati F-statistiku ja p-väärtuse alusel ning statistiliselt oluliste efektide täpsustamiseks viibi läbi Holmi korrektsiooniga kontrastid.

Kõikide statistiliste testide puhul määrati olulisuse nivooks  $p < 0,05$ . Lisaks käsitleti väärtusi vahemikus  $0,05 < p < 0,1$  trendina statistilise olulisuse suunas. Joonistel ja tabelites on statistiliselt olulised erinevused esitatud visuaalse selguse huvides ühtse tasemega ( $p < 0,05$ ). Ajaandmed koguti ja analüüsiti sekundites, kuid esitatakse tabelites minutite ja sekundite kujul parema loetavuse eesmärgil. Magistritöö tekstilise osa keelelisel toimetamisel kasutati tehisaru tekstirobotit ChatGPT (OpenAI, isiklik suhtlus, 15.05.2026).

## 4. TÖÖ TULEMUSED

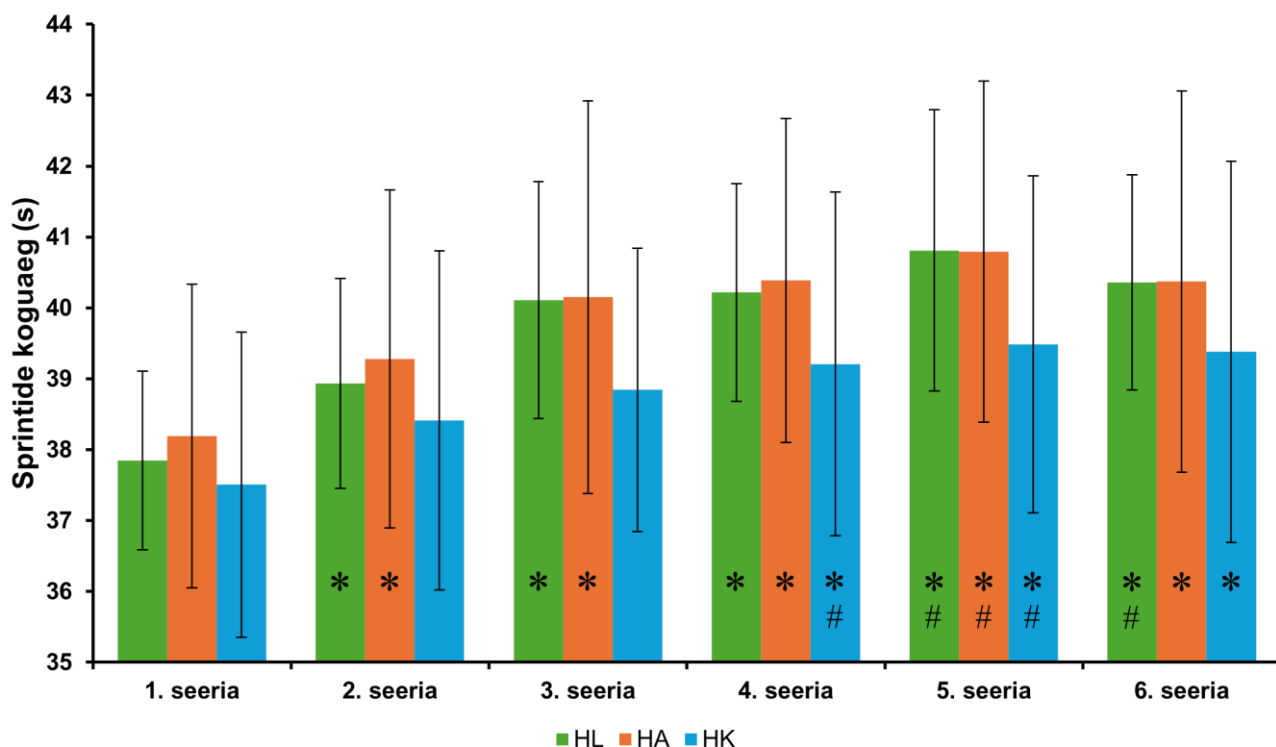
### 4.1. Anaeroobset võimekust hindavad jooksutestid

#### 4.1.1. Jooksusprintide seeriade iseloomustus

Meie uuringute tulemused näitasid, et uuritavad läbisid ühe seeria jooksusprinte ( $6 \times 35$  m) keskmiselt  $39,46 \pm 2,30$  sekundiga. Seeria kiireim keskmine sprintide koguaeg  $37,50 \pm 2,16$  s registreeriti saalihoki võistlushooaja keskpaigas 1. seeria puhul. Kõige aeglasem keskmine sprintide koguaeg  $40,81 \pm 1,98$  s esines võistlushooaja lõpus 5. seerias.

Korduvmõõtmiste dispersioonanalüüs näitas, et seeria peamõju (edaspidi mõju) sprintide koguaegadele oli statistiliselt oluline ( $F = 64,688$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,855$ ), mis väljendub sprintide koguaegade muutuses 6 seeria lõikes joonisel 1. Treening- ja võistlushooaja lõpp- ja algusperioodil esines sarnane muster, kus 1. seeria sprindid sooritati oluliselt kiiremini võrreldes kõigi järgnevate seeriatega ( $p < 0,05$ ). 2. seeria sprintide koguaega tulemus erines statistiliselt oluliselt 5. ja 6. seeriast hooaja lõpus ( $p < 0,05$ ) ning 5. seeriast hooaja alguses ( $p < 0,05$ ). Erinevalt saalihoki hooaja lõpp- ning algusfaasi tulemustest ei tõusnud hooaja keskpaiga uuringuetapi seeria summaarne aeg statistiliselt oluliselt 1., 2. ja 3. seeria omavahelises võrdluses. Lisaks oli hooaja lõpus 2. seeria tulemus oluliselt kiirem 4. ja 5. seeriast ( $p < 0,05$ ). Ühegi uuritud hooaja etapi puhul ei ilmnunud 3. ja järgnevate seeriade (seeriad 3–6) vahel olulisi muutusi sprintide koguaegades, mis viitab soorituse stabiliseerumisele töövõime madalamal tasemel (kumuleerunud väsimuse foonil).

Saalihoki hooaja uuringuetapi mõju sprintide koguaegadele ei olnud statistiliselt oluline. Küll aga ilmnes *post hoc* paarvõrdlustes trend lühemate koguaegade suunas hooaja keskel võrreldes hooaja algusega (*mean difference*,  $MD = 1,06$  s;  $p < 0,1$ ). Samuti ei olnud statistiliselt oluline hooaja etapi ja seeriade koosmõju, mis viitab sellele, et sprintide koguaega muutumise dünaamika seeriade lõikes oli erinevatel uuritavatel hooaja etappidel sarnane.



**Joonis 1.** Uuritavate 6 × 35 m sprintide koguaeg anaeroobset võimekust hindava jooksuproovi seeriade ja saalihoki võistlushooaja lõikes (n = 12;  $\bar{X} \pm SD$ )

HL – hooaja lõpp; HA – hooaja algus; HK – hooaja keskpaik; \* –  $p < 0,05$  võrreldes 1. seeriaga; # –  $p < 0,05$  võrreldes 2. seeriaga; Y-telg on esitatud kitsendatud skaalal, et paremini visualiseerida statistilises analüüsis ilmnenu sprintide koguaega stabiliseerumist alates 3. seeriast

#### 4.1.2. Jooksusprintide seeriade üksikkorduste iseloomustus

Meie uuringu tulemused näitasid, et uuritavad läbisid ühe 35-meetrise jooksuproovi korduse keskmiselt  $6,57 \pm 0,5$  sekundiga. Kõige kiiremini läbiti võistlushooaja keskpaigas toimunud uuringuetapi 1. seeria 1. sprint (keskmiselt  $5,76 \pm 0,42$  s) ning kõige aeglasemaks osutus hooaja alguses sooritatud jooksuproovi 6. seeria 5. sprint (keskmiselt  $7,07 \pm 0,62$  s).

Võrreldes omavahel uuritud treening- ja võistlushooaja erinevaid faase, näitasid meie uuringu tulemused, et kiiremad ajad registreeriti valdavalt hooaja keskpaigas, eriti varajastes kordustes ja seeriates (lisa 1). Hooaja alguses ning lõpus läbi viidud anaeroobse jooksuproovi sprintide üksikkorduste ajad olid aeglasemad. Hoolimata nendest erinevustest ei olnud saalihoki hooaja erinevate etappide mõju sprindikorduse ajale seeriade sees statistiliselt oluline.

Seevastu ilmnis korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsis statistiliselt oluline korduse mõju ( $F = 54,504$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,832$ ), mis tähendab, et soorituse tulemus muutus oluliselt korduste lõikes. Samuti osutus hooaja ja korduse koosmõju statistiliselt oluliseks ( $F = 2,858$ ;  $p < 0,05$ ;  $\eta^2_p = 0,206$ ), mis

näitab, et sprindiaja muutuse dünaamika korduste jooksul sõltus saalihoki võistlushooaja etapist. *Post hoc* analüüs täpsustas, et hooaja keskpaigas esines kõige süsteemsem muster, kus esimesed kordused (1. ja/või 2. kordus) erinesid statistiliselt oluliselt ( $p < 0,05$ ) viimastest kordustest (5. ja/või 6. kordus) kõigis seeriates. See osutab, et võistlushooaja keskel suudeti iga seeria esimesed sprindid joosta oluliselt kiirema tempoga. Saalihoki hooaja lõpp- ja algusperioodil ilmnes korduste osas samasugune muster, kuid see avaldus valdavalt esimeses kolmes seerias (erandina hooaja lõpu 5. seeria, kus 1. ja 5. kordus erinesid statistiliselt oluliselt nivool  $p < 0,05$ ).

#### **4.1.3. Kapillaarvere laktaadisisaldus anaeroobset võimekust hindavatel jooksutestidel**

Meie uuringute tulemused näitasid, et saalihokimängijate kapillaarvere laktaadisisaldus pärast  $6 \times 35$  m jooksusprintide seeriat oli keskmiselt  $12,42 \pm 3,31 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  ning enne uue seeria alustamist keskmiselt  $11,76 \pm 2,88 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Joonisel 2 on esitatud lineaarse segamudeli analüüsi tulemused. Kapillaarvere laktaadisisalduse väärtused muutusid jooksutesti vältel sõltuvalt koormusest, mida kinnitas mõõtetetke statistiliselt oluline mõju ( $F = 18,590$ ;  $p < 0,001$ ). Holmi korrektsiooniga kontrastid teostati erinevuste täpsustamiseks kahesuunaliselt: enne vs. pärast sama seeriat (eesmärgiga uurida vere laktaadisisalduse kineetikat koormuse ajal) ning pärast seeriat vs. enne järgmist seeriat (eesmärgiga uurida laktaaditaseme muutust taastumisel).

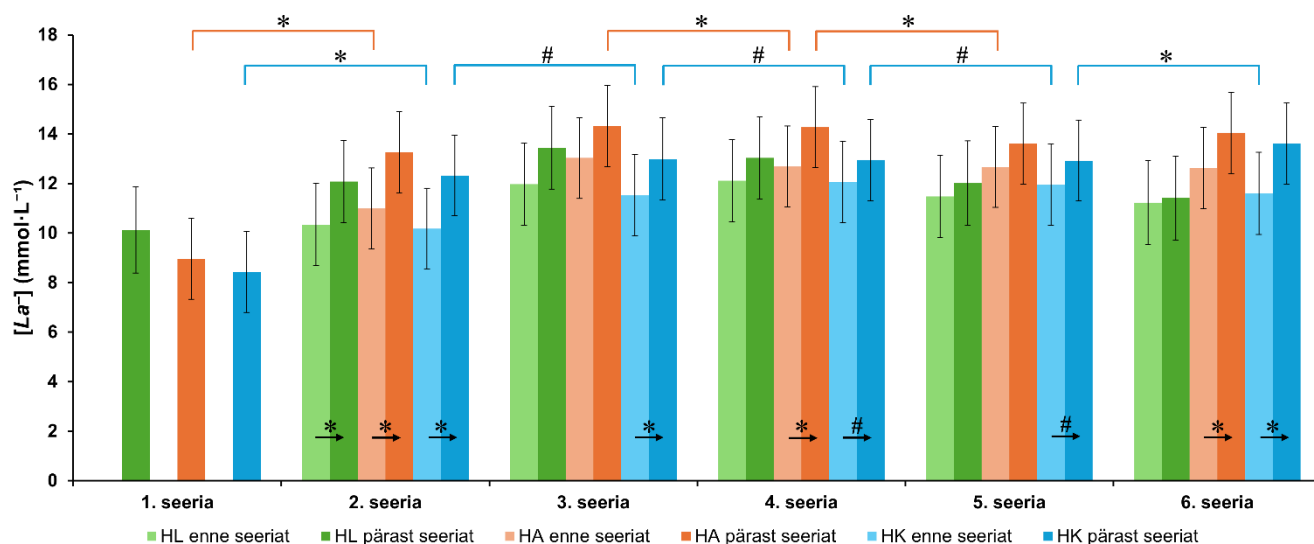
Esimesel juhul näitasid kontrastide tulemused, et ühe seeria  $6 \times 35$  m sprintide jooksmine põhjustas kapillaarvere laktaadisisalduse tõusu kõigi seeriade lõikes. Võistlushooaja lõpus toimunud uuringufaasis oli see muutus statistiliselt oluline ainult 2. seeria puhul ( $MD = 1,73 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ). Hooaja alguses sooritatud jooksutestil suurenes laktaadikontsentratsioon statistiliselt oluliselt 2. seerias ( $MD = 2,27 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ), 4. seerias ( $MD = 1,59 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ) ning 6. seerias ( $MD = 1,42 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ). Lisaks esines 3. seeria puhul trend statistilise olulisuse suunas ( $p < 0,1$ ). Hooaja keskpaigas esines kõige süsteemsem koormuspuhune vere laktaadisisalduse tõus. Statistiliselt olulised erinevused ilmnesid 2. seerias ( $MD = 2,15 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ), 3. seerias ( $MD = 1,54 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ) ning 6. seerias ( $MD = 2,06 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ). 4. ja 5. seeria puhul täheldati trendi statistilise olulisuse suunas ( $p < 0,1$ ).

Taastumise-suunalised kontrastid ei näidanud saalihoki hooaja lõpp-perioodil statistiliselt olulisi erinevusi ühegi seeria lõikes. Hooaja alguses vähenes vere laktaadisisaldus olulisel määral 3. ja 4. seeria ning 4. ja 5. seeria vahelistel puhkepausidel ( $MD \approx 1,6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ). Võistlushooaja keskpaiga uuringud näitasid sprindiseeriade vahelise taastumise osas parimaid tulemusi – pärast 2., 3. ja 4. seeriat

esines trend laktaadisisalduse statistiliselt olulise vähenemise suunas ( $p < 0,1$ ) ning 5. ja 6. seeria vahel oli muutus veelgi ilmekam ( $MD = 1,37 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ). Huvitav on märkida, et teatud juhtudel jätkus laktaadi intensiivne transport lihasrakkudest verre ka seeriajärgsel puhkepausil, põhjustades statistiliselt olulise vere laktaadisisalduse tõusu hooaja alguse ( $MD = 2,04 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ) ning hooaja keskpaiga ( $MD = 1,74 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ) 1. seeriale järgnenud puhkepausi jooksul.

Ka saalihoki võistlushooaja etapil oli statistiliselt oluline mõju laktaadisisaldusele ( $F = 13,092$ ;  $p < 0,001$ ). Holmi korrigeerimisega kontrastid täpsustasid, et oluline erinevus ilmnes üksnes pärast 6. seeriat võetud proovi puhul, kus laktaadisisaldus oli hooaja lõpus oluliselt madalam võrreldes hooaja alguse ( $MD = 2,63 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ) ja keskpaigaga ( $MD = 2,20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ).

Seevastu uuringuetapi ja mõõtetetke koosmõju ei olnud statistiliselt oluline, mis viitab asjaolule, et kuigi laktaadisisalduse muutuse statistiline olulisus avaldus hooaja etappide lõikes erinevalt, kulges see muutus nii hooaja alguses, keskel kui lõpus siiski sarnase dünaamika alusel.



**Joonis 2.** Uuritavate kapillaarvere laktaadisisaldus anaeroobset võimekust hindavatel jooksutestidel seeriade ja saalihoki võistlushooaja lõikes ( $n = 12$ ;  $EMM \pm 95\% \text{ CI}$ )

HL – hooaja lõpp; HA – hooaja algus; HK – hooaja keskpaik;  $[La^-]$  – kapillaarvere laktaadisisaldus; EMM – *estimated marginal means*, hinnangulised keskmised; CI – *confidence interval*, usadusvahemik; \* –  $p < 0,05$ ; # –  $p < 0,1$ ; → – erinevus sama seeria koormuseelse ja -järgse laktaadisisalduse vahel (jooksukoormus); □ – erinevus seeria koormusjärgse ja järgmise seeria koormuseelse laktaadisisalduse vahel (puhkeperioodi koormuste vahel)

#### 4.1.4. Südamelöögisagedus anaeroobset võimekust hindavatel jooksutestidel

Meie tulemuste põhjal oli uuritavate SLS pärast  $6 \times 35 \text{ m}$  jooksusprintide seeriat keskmiselt  $179 \pm 8$  lööki/min ning enne uue seeria alustamist keskmiselt  $114 \pm 11$  lööki/min. Seeriavahelise 10-

minutilise pausi ajal langes vaatlusaluste SLS keskmiselt  $65 \pm 12$  lööki/min. Uue jooksusprintide seeria sooritamisega tõusis SLS samaväärselt – keskmiselt  $65 \pm 11$  lööki/min. Korduvmõõtmiste dispersioonanalüüs näitas, et SLS absoluutväärtused varieerusid jooksutesti lõikes statistiliselt oluliselt ( $F = 465,034$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,977$ ). *Post hoc* analüüs täpsustas, et erinevused ilmnescid kõigi järjestikuste seeriade vahel ( $p < 0,05$ ) ja seda nii hooaja alguses, lõpus kui keskeajal. Saalihoki treening- ja võistlushooaja etapil ei olnud statistiliselt olulist mõju SLS absoluutväärtustele.

## 4.2. Simuleeritud saalihoki võistlusmäng

### 4.2.1. Liikumisaktiivsuse näitajad simuleeritud mängul

Tabelis 3 on esitatud väljakumängijate liikumisaktiivsuse näitajad simuleeritud saalihoki võistlusmängul. Mängukolmandike lõikes esines statistiliselt olulisi erinevusi kiirenduste arvus ( $p < 0,05$ ) ning aeglustuste arvus ( $p < 0,05$ ), mida sooritati 1. kolmandikul vähem võrreldes 2. ja 3. kolmandikuga. Samuti suurenes mängukolmandike võrdluses läbitud distants 1. kiirustsoonis ( $p < 0,05$ ). Samas ei täheldatud mängukolmandike omavahelises võrdluses statistiliselt olulisi erinevusi teiste liikumisaktiivsuse parameetrite osas.

**Tabel 3.** Väljakumängijate liikumisaktiivsuse näitajad simuleeritud saalihoki võistlusmängul ( $n = 10$ ;  $\bar{X} \pm SD$ )

|                                                                        | 1. kolmandik    | 2. kolmandik     | 3. kolmandik          | Terve mäng     |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------------|----------------|
| <b>Läbitud distants (m)</b>                                            | $1590 \pm 179$  | $1640 \pm 166$   | $1658 \pm 204$        | $4888 \pm 530$ |
| <b>Maksimaalne kiirus (<math>\text{km} \cdot \text{h}^{-1}</math>)</b> | $19,3 \pm 3,3$  | $18,7 \pm 3,0$   | $21,1 \pm 3,8$        | $21,7 \pm 3,9$ |
| <b>Sprintide arv</b>                                                   | $7 \pm 4$       | $7 \pm 5$        | $8 \pm 5$             | $22 \pm 13$    |
| <b>Kiirenduste arv</b>                                                 | $424 \pm 21 *$  | $451 \pm 12$     | $455 \pm 13 \dagger$  | $1333 \pm 22$  |
| <b>Aeglustuste arv</b>                                                 | $454 \pm 25 *$  | $493 \pm 26$     | $500 \pm 26 \dagger$  | $1448 \pm 61$  |
| <b>Läbitud distants tsoonis 1 (m)</b>                                  | $1132 \pm 88 *$ | $1158 \pm 93 \#$ | $1180 \pm 79 \dagger$ | $3470 \pm 255$ |
| <b>Läbitud distants tsoonis 2 (m)</b>                                  | $238 \pm 87$    | $249 \pm 94$     | $233 \pm 107$         | $720 \pm 273$  |
| <b>Läbitud distants tsoonis 3 (m)</b>                                  | $160 \pm 64$    | $182 \pm 85$     | $192 \pm 85$          | $534 \pm 224$  |
| <b>Läbitud distants tsoonis 4 (m)</b>                                  | $48 \pm 39$     | $38 \pm 34$      | $42 \pm 30$           | $129 \pm 96$   |
| <b>Läbitud distants tsoonis 5 (m)</b>                                  | $12 \pm 19$     | $13 \pm 21$      | $12 \pm 13$           | $37 \pm 49$    |

\* –  $p < 0,05$  1. ja 2. kolmandiku vahel;  $\dagger$  –  $p < 0,05$  1. ja 3. kolmandiku vahel;  $\#$  –  $p < 0,05$  2. ja 3. kolmandiku vahel

#### 4.2.2. Südamelöögisagedus simuleeritud mängul

Tabelis 4 on esitatud väljakumängijate südamelöögisageduse näitajad simuleeritud saalihoki võistlusmängul. Meie uuringu tulemused näitasid, et teatud südametöö parameetrid muutusid mängukolmandike lõikes statistiliselt oluliselt.  $SLS_{avg}$  oli 2. kolmandikul madalam võrreldes 1. kolmandiku ( $p < 0,05$ ) ja 3. kolmandikuga ( $p < 0,05$ ). Ka  $SLS_{min}$  väärtused olid 2. kolmandikul madalamad, erinedes statistiliselt oluliselt 3. kolmandiku väärtustest ( $p < 0,05$ ). Tsoonis 2 mängitud aeg oli oluliselt erinev kõigi kolmandike omavahelises võrdluses ( $p < 0,05$ ). Sama tsooni protsentuaalne osakaal erines statistiliselt oluliselt ainult 1. ja 2. kolmandiku vahel ( $p < 0,05$ ); ülejäänud kolmandikevahelistes võrdlustes ilmnas trend statistilise olulisuse suunas ( $p < 0,1$ ). Kõrgeimas SLS intensiivsustsoonis viibitud aja osakaal oli 2. kolmandikul väiksem, erinedes statistiliselt oluliselt 1. kolmandikust ( $p < 0,05$ ) ning trendi alusel 3. kolmandikust ( $p < 0,1$ ). Teistes südamelöögisagedust iseloomustavates näitajates statistiliselt olulisi erinevusi mängukolmandike lõikes ei ilmnenu.

**Tabel 4.** Väljakumängijate südamelöögisageduse näitajad simuleeritud saalihoki võistlusmängul ( $n = 10$ ;  $\bar{X} \pm SD$ )

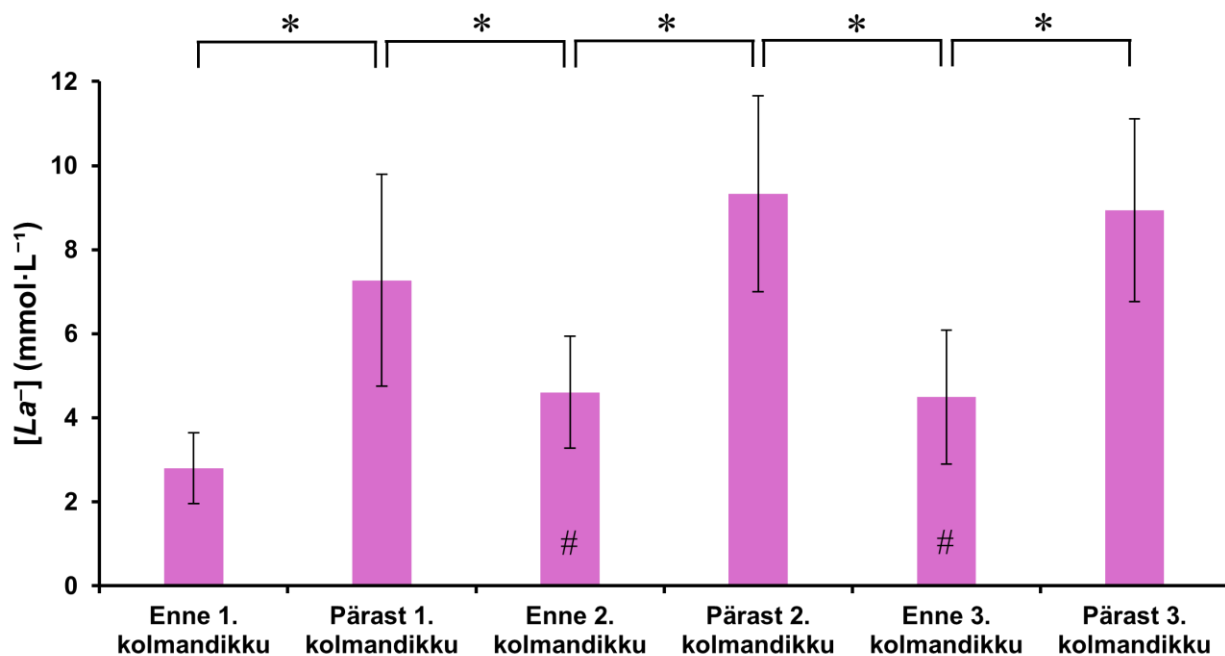
|                                           | 1. kolmandik        | 2. kolmandik        | 3. kolmandik        | Terve mäng        |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| <b><math>SLS_{avg}</math> (lööki/min)</b> | 161 $\pm$ 8 *       | 155 $\pm$ 9 #       | 159 $\pm$ 9         | 158 $\pm$ 8       |
| <b><math>SLS_{min}</math> (lööki/min)</b> | 114 $\pm$ 14        | 107 $\pm$ 13 #      | 113 $\pm$ 15        | 104 $\pm$ 12      |
| <b><math>SLS_{max}</math> (lööki/min)</b> | 187 $\pm$ 8         | 185 $\pm$ 8         | 187 $\pm$ 8         | 188 $\pm$ 8       |
| <b>Aeg tsoonis 1 (min:s)</b>              | 00:30 $\pm$ 00:54   | 01:07 $\pm$ 01:26   | 00:53 $\pm$ 01:05   | 02:30 $\pm$ 03:17 |
| <b>Aeg tsoonis 2 (min:s)</b>              | 02:42 $\pm$ 01:55 * | 05:04 $\pm$ 01:58 # | 03:49 $\pm$ 02:25 † | 11:35 $\pm$ 05:54 |
| <b>Aeg tsoonis 3 (min:s)</b>              | 05:59 $\pm$ 01:08   | 06:44 $\pm$ 01:07 # | 05:47 $\pm$ 01:04   | 18:30 $\pm$ 02:43 |
| <b>Aeg tsoonis 4 (min:s)</b>              | 09:06 $\pm$ 01:51   | 09:02 $\pm$ 02:26   | 09:27 $\pm$ 02:20   | 27:35 $\pm$ 06:04 |
| <b>Aeg tsoonis 5 (min:s)</b>              | 06:37 $\pm$ 03:54   | 05:21 $\pm$ 04:02   | 06:38 $\pm$ 04:22   | 18:35 $\pm$ 11:57 |
| <b>% tsoonis 1</b>                        | 2 $\pm$ 4           | 4 $\pm$ 5           | 3 $\pm$ 4           | 3 $\pm$ 4         |
| <b>% tsoonis 2</b>                        | 11 $\pm$ 8 *        | 19 $\pm$ 7          | 14 $\pm$ 9          | 15 $\pm$ 7        |
| <b>% tsoonis 3</b>                        | 24 $\pm$ 5          | 25 $\pm$ 4          | 22 $\pm$ 4          | 23 $\pm$ 3        |
| <b>% tsoonis 4</b>                        | 37 $\pm$ 7          | 33 $\pm$ 9          | 36 $\pm$ 9          | 35 $\pm$ 8        |
| <b>% tsoonis 5</b>                        | 27 $\pm$ 16 *       | 20 $\pm$ 15         | 25 $\pm$ 16         | 24 $\pm$ 15       |

$SLS_{avg}$  – keskmine südamelöögisagedus;  $SLS_{min}$  – minimaalne südamelöögisagedus;  $SLS_{max}$  – maksimaalne südamelöögisagedus; \* –  $p < 0,05$  1. ja 2. kolmandiku vahel; † –  $p < 0,05$  1. ja 3. kolmandiku vahel; # –  $p < 0,05$  2. ja 3. kolmandiku vahel

#### 4.2.3. Kapillaarvere laktaadisisaldus simuleeritud mängul

Meie uuringu tulemused näitasid, et väljakumängijate kapillaarvere laktaadisisaldus muutus simuleeritud saalihoki võistlusmängu käigus oluliselt (joonis 3). Enne 1. kolmandikku oli vere laktaadisisaldus keskmiselt  $2,80 \pm 0,85 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , tõustes kolmandiku lõpuks  $7,27 \pm 2,52 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Enne 2. kolmandiku algust oli vere laktaadisisaldus taas madalam ( $4,61 \pm 1,33 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), kuid saavutas 2. kolmandiku lõpus kõrgeimad väärtused ( $9,32 \pm 2,33 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Enne 3. kolmandikku ulatus laktaadisisaldus  $4,49 \pm 1,60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  ning pärast 3. kolmandikku  $8,94 \pm 2,17 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsis ilmnes, et võistlusmängu kolmandikul oli statistiliselt oluline mõju uuritavate kapillaarvere laktaadisisaldusele ( $F = 10,231$ ;  $p < 0,01$ ;  $\eta^2_p = 0,532$ ) ning *post hoc* paarvõrdlused täpsustasid, et statistiliselt olulised erinevused esinesid kõigi järjestikuste vereproovide laktaadisisalduse vahel ( $p < 0,05$ ; joonis 3). Lisaks oli enne 2. ja 3. kolmandikku võetud vereproovide laktaadisisaldus oluliselt kõrgem ( $p < 0,05$ ) võrreldes 1. kolmandikule eelnenud vereproovi laktaadisisaldusega.



**Joonis 3.** Väljakumängijate kapillaarvere laktaadisisaldus simuleeritud saalihoki võistlusmängul kolmandike lõikes ( $n = 10$ ;  $\bar{X} \pm \text{SD}$ )

[La<sup>-</sup>] – kapillaarvere laktaadisisaldus; \* –  $p < 0,05$  enne ja pärast kolmandikke võetud vereproovide laktaadisisalduse vahel; # –  $p < 0,05$  võrreldes pärast 1. kolmandikku võetud vereproovi laktaadisisaldusega

### 4.3. Ametlik saalihoki võistlusmäng

#### 4.3.1. Liikumisaktiivsuse näitajad ametlikul mängul

Tabelis 5 on esitatud väljakumängijate liikumisaktiivsuse näitajad ametlikul saalihoki võistlusmängul. Mängukolmandike vahel esines statistiliselt oluline erinevus ainult kiirustsoonis 2 läbitud distant si puhul, mis oli 3. kolmandiku näitajate puhul madalam võrreldes 1. kolmandikuga ( $p < 0,05$ ). Ülejäänud registreeritud liikumisaktiivsuse parameetrid ei erinenud kolmandike lõikes statistiliselt oluliselt.

**Tabel 5.** Väljakumängijate liikumisaktiivsuse näitajad ametlikul saalihoki võistlusmängul ( $n = 7$ ;  $\bar{X} \pm SD$ )

|                                               | 1. kolmandik   | 2. kolmandik   | 3. kolmandik   | Terve mäng     |
|-----------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Läbitud distant s (m)</b>                  | 1540 $\pm$ 255 | 1512 $\pm$ 244 | 1541 $\pm$ 447 | 4593 $\pm$ 887 |
| <b>Maksimaalne kiirus (km·h<sup>-1</sup>)</b> | 20,6 $\pm$ 3,9 | 20,8 $\pm$ 2,8 | 20,1 $\pm$ 2,7 | 21,7 $\pm$ 3,1 |
| <b>Sprintide arv</b>                          | 12 $\pm$ 10    | 13 $\pm$ 10    | 10 $\pm$ 7     | 34 $\pm$ 26    |
| <b>Kiirenduste arv</b>                        | 392 $\pm$ 32   | 416 $\pm$ 31   | 443 $\pm$ 90   | 1251 $\pm$ 105 |
| <b>Aeglustuste arv</b>                        | 428 $\pm$ 34   | 448 $\pm$ 43   | 464 $\pm$ 117  | 1339 $\pm$ 167 |
| <b>Läbitud distant s tsoonis 1 (m)</b>        | 980 $\pm$ 123  | 1018 $\pm$ 168 | 1023 $\pm$ 190 | 3021 $\pm$ 400 |
| <b>Läbitud distant s tsoonis 2 (m)</b>        | 225 $\pm$ 83   | 208 $\pm$ 71   | 181 $\pm$ 81 † | 614 $\pm$ 227  |
| <b>Läbitud distant s tsoonis 3 (m)</b>        | 229 $\pm$ 126  | 193 $\pm$ 117  | 199 $\pm$ 161  | 621 $\pm$ 398  |
| <b>Läbitud distant s tsoonis 4 (m)</b>        | 76 $\pm$ 68    | 73 $\pm$ 64    | 65 $\pm$ 59    | 214 $\pm$ 184  |
| <b>Läbitud distant s tsoonis 5 (m)</b>        | 30 $\pm$ 40    | 20 $\pm$ 27    | 8 $\pm$ 13     | 59 $\pm$ 72    |

† –  $p < 0,05$  1. ja 3. kolmandiku vahel

#### 4.3.2. Südamelöögisagedus ametlikul mängul

Tabelis 6 on esitatud väljakumängijate südamelöögisageduse näitajad ametlikul saalihoki võistlusmängul. Mängukolmandike lõikes ilmnesid statistiliselt olulised erinevused üksnes SLS intensiivsustsoonide osas. 3. kolmandikul oli tsoonis 3 viibitud aeg oluliselt pikem võrreldes 1. kolmandiku ( $p < 0,05$ ) ja 2. kolmandikuga ( $p < 0,05$ ). SLS tsoonis 4 mängiti 2. mängukolmandikul rohkem võrreldes ülejäänud kolmandikega ( $p < 0,05$ ). Samaväärsed erinevused ilmnesid ka protsentuaalselt, kus tsooni 3 osakaal oli suurim viimasel kolmandikul ( $p < 0,05$  võrreldes 1. kolmandikuga;  $p < 0,1$  võrreldes 2. kolmandikuga). Tsooni 4 osakaal oli kõige suurem 2. kolmandikul, erinedes statistiliselt oluliselt 3. kolmandikust ( $p < 0,05$ ) ning trendi alusel 1. kolmandikust ( $p < 0,1$ ).

**Tabel 6.** Väljakumängijate südamelöögisageduse näitajad ametlikul saalihoki võistlusmängul (n = 7;  $\bar{X} \pm SD$ )

|                                      | 1. kolmandik    | 2. kolmandik    | 3. kolmandik    | Terve mäng    |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| <b>SLS<sub>avg</sub> (lööki/min)</b> | 170 ± 9         | 167 ± 7         | 165 ± 8         | 167 ± 7       |
| <b>SLS<sub>min</sub> (lööki/min)</b> | 128 ± 12        | 127 ± 9         | 122 ± 10        | 121 ± 10      |
| <b>SLS<sub>max</sub> (lööki/min)</b> | 193 ± 7         | 191 ± 6         | 191 ± 6         | 194 ± 6       |
| <b>Aeg tsoonis 1 (min:s)</b>         | 00:01 ± 00:04   | 00:00 ± 00:01   | 00:02 ± 00:05   | 00:04 ± 00:06 |
| <b>Aeg tsoonis 2 (min:s)</b>         | 01:04 ± 01:18   | 01:36 ± 02:05   | 02:07 ± 01:32   | 04:47 ± 04:00 |
| <b>Aeg tsoonis 3 (min:s)</b>         | 05:19 ± 03:00   | 05:46 ± 01:49 # | 07:36 ± 02:28 † | 18:41 ± 06:55 |
| <b>Aeg tsoonis 4 (min:s)</b>         | 08:03 ± 03:13 * | 10:31 ± 02:46 # | 08:46 ± 02:37   | 27:19 ± 07:58 |
| <b>Aeg tsoonis 5 (min:s)</b>         | 09:42 ± 05:45   | 08:04 ± 04:23   | 08:29 ± 04:30   | 26:15 ± 14:07 |
| <b>% tsoonis 1</b>                   | 0 ± 0           | 0 ± 0           | 0 ± 0           | 0 ± 0         |
| <b>% tsoonis 2</b>                   | 4 ± 5           | 6 ± 8           | 8 ± 6           | 6 ± 5         |
| <b>% tsoonis 3</b>                   | 22 ± 12         | 22 ± 7          | 29 ± 10 †       | 24 ± 10       |
| <b>% tsoonis 4</b>                   | 33 ± 13         | 40 ± 10 #       | 32 ± 8          | 35 ± 10       |
| <b>% tsoonis 5</b>                   | 40 ± 24         | 31 ± 17         | 31 ± 16         | 34 ± 18       |

SLS<sub>avg</sub> – keskmine südamelöögisagedus; SLS<sub>min</sub> – minimaalne südamelöögisagedus; SLS<sub>max</sub> – maksimaalne südamelöögisagedus; \* – p < 0,05 1. ja 2. kolmandiku vahel; † – p < 0,05 1. ja 3. kolmandiku vahel; # – p < 0,05 2. ja 3. kolmandiku vahel

Uuritavate rutiinset treeningkoormust ning liikumis- ja füsioloogiliste näitajate avaldumist illustreerivad (3 treeningu summaarsed) andmed on toodud lisa 2. Treeningandmete kogumine magistritöö raames toimus treeningute koormust ja sisu kirjeldava eesmärgiga. Võrreldes omavahel simuleeritud ja ametliku võistlusmängu ning treeningute SLS ja liikumismustri parameetreid, saame näitajate absoluutväärtuste alusel hinnata, et treeningute intensiivsust iseloomustavad näitajad on madalamad võrreldes saalihoki võistlusmängudega (lisa 2 ja 3). Lisaks ilmnes simuleeritud ja ametliku saalihoki võistlusmängu omavahelises võrdluses, et simuleeritud mäng kopeerib võrdlemisi täpselt ametliku mängu struktuuri nii liigutismustri kui SLS näitajate poolest (lisa 2).

## 5. ARUTELU

Käesoleva töö tulemuste arutelu lähtub asjaolust, et saalihoki füsioloogilist koormusprofiili käsitlev teaduskirjandus on piiratud ning olemasolevad uuringud erinevad oluliselt nii ülesehituse, kasutatud testiprotokollide kui koormuse kirjeldamise viiside poolest. Sellest tulenevalt ei ole võimalik ega metodoloogiliselt põhjendatud tugineda otsestele kvantitatiivsetele võrdlustele ega püüda tulemusi asetada rangelt vastavusse teiste vahelduva iseloomuga sportmängude konkreetsete ajaperioodide või koormustunnustega. Seetõttu keskendub käesolev arutelu füsioloogiliste reaktsioonide kujunemisele korduvate maksimaalsete pingutuste tingimustes, käsitledes töövõime, väsimuse ja metaboolse stressi dünaamikat ja koormuse reguleerimise mehhanisme nii kontrollitud testides, simuleeritud mängulistes olukordades kui ametlikes võistlusmängudes. Saadud tulemused on püütud siduda laiemasse vahelduva iseloomuga sportmängude füsioloogilisse raamistikku, rõhutades protsesside ja mustrite mõistmist üksikute absoluutsete näitajate võrdlemise asemel.

### 5.1. Anaeroobset võimekust hindavad jooksutestid

Käesolevas magistritöös kasutati uuritavate anaeroobse võimekuse hindamiseks modifitseeritud RAST uuringuprotokoll (6 × [6 × 35 m]), mis võimaldas detailselt analüüsida töövõime dünaamikat nii sprindiseeriade siseselt kui seeriavahelises võrdluses. Selline lähenemine erineb RAST-i algsest eesmärgist, milleks on anaeroobse võimsuse tippnäitaja ühekordne hindamine ja ühe koondatud väsimusindeksi arvutamine (Draper & Whyte, 1997). Käesoleva uuringu eesmärgiks oli seevastu kirjeldada väsimuse ja sooritusvõime ajalis-struktuurset dünaamikat, mis eeldas kumulatiivsete sprindiaegade ning nende muutuste analüüsi korduvate maksimaalsete pingutuste jooksul. Mitmeseerialine maksimaalne koormus kutsus uuritavate organismis esile väljendunud anaeroobse stressi, võimaldades selgitada, kuidas sellistes tingimustes kujunevad ja kohanevad töövõimet piiravad füsioloogilised mehhanismid.

Sprintide koguaegade dünaamika peegeldas otseselt koormuse kuhjumist ja väsimuse arengut, kusjuures statistiliselt olulised muutused ilmnesisid juba varajastes seeriates. Murdepunktiks võib pidada ligikaudu 2.–3. seeriat, millest alates hakkas sprintide koguaeg pikenema, viidates taastumisprotsesside ebapiisavusele. Samas ei ilmnenu 3. ja järgnevate seeriade vahel olulisi erinevusi, mis osutab sooritusvõime stabiliseerumisele väsimuse tingimustes. Selline stabiliseerumine ei tähenda väsimuse kadumist, vaid pigem organismi kohanemist tekkinud metaboolse stressiga, mille tulemusena säilib töövõime algsest madalamal, kuid suhteliselt stabiilsel tasemel.

Jooksusprintide üksikkorduste analüüs võimaldas hinnata väsimuse kujunemist detailsemal tasandil. Meie tulemused näitasid, et sprindiaeg pikenes statistiliselt oluliselt korduste lõikes, mis viitab sellele, et korduvate maksimaalsete pingutuste korral ei ole taastumisprotsessid piisavad isegi ühe seeria sees. Seeriasisene väsimus peegeldab tõenäoliselt energiavarude, eeskätt CrP, ammendumist ning metaboolse stressi kuhjumist, mis piirab sprindi tippkiiruse säilitamise võimekust.

Korduste- ja seeriapõhine väsimuse kujunemine ei ole iseloomulik üksnes kontrollitud sprinditestidele, vaid vastab ka saalihoki mängulisele koormusprofiilile, kus töövõime kujuneb korduvate kiirenduste, aeglustuste ja sprintide koosmõjus. Reaalses saalihoki võistlusolukorras registreeritud liikumisandmete analüüs näitas, et mängijad sooritasid keskmiselt 488 kiirendust, 528 aeglustust ja 16 jooksusprinti ( $>22 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) (Kirsilä, 2023). Meie uuringute andmed Eesti saalihoki meistriliiga ametliku võistlusmängu põhjal kinnitavad varemleitud, näidates, et saalihoki on vahelduva iseloomuga, kuid kõrge intensiivsusega pikaajaline kehaline tegevus, mis esitab märkimisväärsed nõudmisi anaeroobsele võimekusele (keskmiselt 34 sprinti, 1251 kiirendust ja 1339 aeglustust).

Väsimuse kujunemise dünaamika on seega võtmekohal võistlus- ja treeningolukorras erialalise kvaliteedi säilitamisel. Kirjanduse andmetel võivad anaeroobset töövõimet iseloomustavad testitulemused korduvate sprintide puhul muutuda mõnenädalase mõõduka treeningkoormuse foonil (Serpiello *et al.*, 2011). Statistiliselt oluline hooaja ja seeriatesisese korduse interaktsioon meie uuringute tulemustes kinnitas, et väsimuse kujunemise dünaamika korduste jooksul ei olnud hooaja erinevates etappides ühesugune, vaid sõltus sportlaste hetkeseisundist ja koormustaluvusest. Võistlushooaja keskpaigas ilmnis kõige süsteemsem muster, kus esimesed kordused erinesid järjekindlalt viimastest kordustest kõigis seeriates. See viitab stabiilsemale ja prognoositavamale töövõime langusele, mis võib olla seotud parema kohanemisega korduvatele maksimaalsetele pingutustele hooaja keskfaasis. Hooaja lõpu- ja algfaasides avaldus kordustevaheline muutus ebaühtlasemalt ning peamiselt varasemates seeriates, mis viitab suuremale varieeruvusele sportlaste töövõimes. Selline varieeruvus võib olla seotud treeningprotsessi väiksema standardiseeritusega, eriti hooajavälisel perioodil, kus sportlaste individuaalne ettevalmistus võib erineda.

Sooritusvõime näitajate muutuste tõlgendamisel on oluline arvestada ka kehalise tööga kaasnevate ainevahetuslike protsessidega, mis võivad korduvate maksimaalsete pingutuste korral oluliselt mõjutada väsimuse kujunemist ja töövõime säilitamist (Girard *et al.*, 2011; Spencer *et al.*, 2005). Kapillaarvere laktaadisisalduse muutused kinnitasid, et kasutatud jooksutest tingis selgelt väljendunud anaeroobse metaboolse stressi. Laktaadikontsentratsiooni kõrged väärtused ning nende püsimine seeriade vahel viitavad sellele, et taastumisintervallide pikkus ei olnud uuritavatele piisav metaboolse koormuse

kompanseerimiseks, mistõttu toimus laktaadi akumulatsioon kogu läbiviidud testi vältel (Gaitanos *et al.*, 1993; Spencer *et al.*, 2005). Samas on oluline märkida, et hoolimata laktaadisisalduse minimaalsest langusest seeriade vahel suutsid uuritavad järgmistes sprindiseeriates laktaaditaset veelgi tõsta. Selline laktaaditaseme dünaamika viitab sportlaste võimele mobiliseerida täiendavaid energeetilisi ressursse ka mittetäieliku taastumise tingimustes, mis vastab varasematele fundamentaalsetele käsitlustele anaeroobse energiavarustuse reguleerimisest korduvate maksimaalsete pingutuste ajal (Bogdanis *et al.*, 1996) ning on leidnud kinnitust ka kaasaegsemates uuringutes, mis rõhutavad anaeroobse panuse säilimist ja metaboolse stressi taluvust korduvates sprindiprotokollides (Bishop *et al.*, 2003; Gołaś *et al.*, 2025; Spencer *et al.*, 2005). Seega ei tähenda laktaadi akumulatsioon üksnes piiratud taastumisvõimet, vaid osutab sportlaste suutlikkusele jätkata intensiivset pingutust ka kõrge laktaadikontsentratsiooni tingimustes (Edge *et al.*, 2005). See on ühtlasi kooskõlas meie uuringute sprintide ajaliste parameetritega, kus hoolimata töövõime langusest suutsid sportlased säilitada võrdlemisi stabiilse sooritus taseme hilisemates seeriates.

Hooaja erinevate etappide võrdluses ilmnes laktaadisisaldusele statistiliselt oluline mõju, kuid muutuste dünaamika jäi sarnaseks. Kuigi uuritavate metaboolne vastus võis hooaja jooksul mõnevõrra varieeruda, säilis üldine reaktsioonimuster – laktaadi tõus korduvate maksimaalsete pingutuste korral ja selle mittetäielik taastumine seeriade vahel (Bishop *et al.*, 2011; Girard *et al.*, 2011). Võistlushooaja keskpaigas täheldatud süsteemsem laktaadisisalduse tõus viitab sportlaste ühtlasemale reaktsioonile korduvatele koormustele, mis võib olla seotud parema kohanemisega hooaja keskfaasis (Edge *et al.*, 2005). Samasugune muster ilmes ka sprintide ajaparametrite puhul, kus hooaja keskpaigas toimus stabiilsem ja prognoositavam töövõime langus. Seega kinnitavad laktaadinäitajad, et töövõime langus jooksutesti vältel on seotud eelkõige anaeroobse energiavarustuse piirangute ja metaboolse stressi kuhjumisega, mis avaldub paralleelselt nii üksiksprintide kui ka sprindiseeriade tasandil (Girard *et al.*, 2011; Spencer *et al.*, 2005).

On teada, et laktaadisisalduse kõrge tase või isegi tõus taastumisfaasis on kooskõlas laktaadi kineetikaga, mille kohaselt võib laktaadi maksimaalne kontsentratsioon veres ilmnedagi viitega peale koormuse lõppu, seoses laktaadi jätkuva transpordiga lihaskoest vereringesse ning selle eemaldamise aeglasema kineetikaga (Brooks, 2018; Messonnier *et al.*, 2013; van Hall, 2010). Meie andmete alusel tõusis laktaadikontsentratsioon 1. ja 2. jooksuseeria vahelisel puhkeperioodil, kuid järgnevatel koormustevahelistel puhkeperioodidel esines trend laktaadisisalduse langusele. Kuigi võis eeldada laktaadi järkjärgulist pealevoolu korduvate seeriade käigus, näitasid käesoleva uuringu tulemused, et ulatuslikum laktaadikontsentratsiooni tõus toimus juba esimese sprindiseeria järel, millele järgnes

vastavate väärtuste stabiliseerumine või isegi langustrend. Järelikult saavutati anaeroobse glükolüüsi maksimaalne aktivatsioon varases faasis, samas kui hilisemates seeriates vähenes glükolüütiline panus ning suurenes laktaadi eemaldamise suhteline osakaal. Nii meiepoolsete kui kirjanduse andmete põhjal on oluline märkida, et laktaadi dünaamika korduvate lühiajaliste maksimaalsete pingutuste korral ei ole lineaarne, vaid peegeldab tasakaalu laktaadi formeerumise ja taaskasutamine vahel.

Varasemalt on leitud, et laktaadi taaskasutamist soodustab madala intensiivsusega aktiivne taastumine (alla anaeroobse läve), mis intensiivistab laktaadi oksüdatsiooni töötavates lihastes (Ahmaidi *et al.*, 1996; Monedero & Donne, 2000). Vastupidiselt on passiivse taastumise korral potentsiaal laktaadi utiliseerimiseks madalam, mistõttu võib laktaadikontsentratsioon taastumisfaasis püsida kõrgem või isegi ajutiselt suureneda (Bishop *et al.*, 2003). Vastav nähtus esines ka meie poolt läbi viidud RAST protokollil puhul, kus koormustevaheliste puhkepauside ajal oli uuritavatele ette nähtud vabalt valitud puhkus, mida võib käsitleda lähedasena passiivsele taastumisele. Vere laktaadisisaldus püsis koormustevahelisel puhkeperioodil suhteliselt kõrgel tasemel ning ei suurenenud oluliselt järgnevas seeriates, mis on kooskõlas laktaadi produktsiooni ja utiliseerimise tasakaalu muutumisega korduvate maksimaalsete pingutuste tingimustes. Lisaks tuleb arvestada, et vere laktaadikontsentratsioon võib lühiajalise pingutuse järselt sõltuda vaatlusaluste erialalisest sportlikust tasemest. Nii ulatus Santos *et al.* (2021) andmetel kõrge tasemega meessprinterite (100 m jooksu isiklik rekord 10,0–10,15 s) vere laktaadisisaldus 20 m jooksu järgselt 20–21 mmol·L<sup>-1</sup>, kuid sprinterid, kelle 100 m jooksu isiklik rekord oli ~ 11 s näitasid samades uuringutingimustes laktaadikontsentratsiooni tasemeid 3,9–4,9 mmol·L<sup>-1</sup>. Samas ei saa käesoleva magistritöö tulemusi otseselt võrrelda üksikkorduste näitajatega, kuna meie poolt läbi viidud jooksutesti käigus mõõdetud koormusjärgne vere laktaadisisaldus peegeldab mitme sprindikorduse summaarset taset.

Meie uuringute tulemused südamelöögisageduse näitajate kohta kinnitavad, et kasutatud jooksutest kujutas endast väga kõrge intensiivsusega koormust. Seeriatega järgselt saavutatud keskmised väärtused ligikaudu 179 lööki/min viitavad sellele, et uuritavate kardiovaskulaarse süsteemi näitajad olid vastusena koormusele maksimaalsele tasemele lähedases tsoonis. Koormusseeriatega vahel esinenud SLS langus (keskmiselt  $114 \pm 11$  lööki/min enne järgmise seeria algust) näitab, et taastumisprotsessid olid küll aktiveeritud, kuid mittetäielikud. Hoolimata püsivast südame-veresoonkonna aktivatsioonist puhkeperioodidel saavutas SLS iga järgneva koormusseeria alguses taas kõrged väärtused. Järelikult peegeldavad jooksutesti löikes esinenud statistiliselt olulised erinevused SLS absoluutväärtustes eelkõige koormuse korduvat iseloomu, mitte töövõime dünaamika muutust. Hooaja etappide võrdluses SLS näitajates olulisi erinevusi ei ilmnenud, mis viitab sellele, et kardiovaskulaarne reaktsioon korduvatele

maksimaalsetele koormustele ei olnud sportlaste funktsionaalse seisundi muutuste suhtes sama tundlik kui sprindiaja või laktaadi näitajad. Selline SLS dünaamika on kirjanduse andmetel iseloomulik väga kõrge füsioloogilise intensiivsusega koormustele ning korduvatele maksimaalsetele pingutustele (Buchheit & Laursen, 2013). Seega täidavad SLS näitajad eelkõige kontrollfunktsiooni, kinnitades, et jooksumist viidi läbi võrreldava intensiivsusega kõikides mõõtmisperioodides ning et täheldatud muutused sprindiaegades ja laktaadisisalduses ei tulene koormuse erinevast intensiivsusest, vaid sportlaste funktsionaalsest seisundist ja koormustaluvusest.

## **5.2. Simuleeritud ja ametlik saalihoki võistlusmäng**

Võistkonnaspordialade liikumismustrit ja füsioloogilisi reaktsioone on viimastel aastakümnetel ulatuslikult uuritud, pöörates erilist tähelepanu mängudele omase vahelduva iseloomuga koormusprofiilile (Mohr *et al.*, 2003; Spencer *et al.*, 2005). Seejuures on uuringutes valdavalt kasutatud suhteliselt pikki järjestikuseid mänguperioode või modifitseeritud mängutingimusi, mis ei pruugi täielikult peegeldada konkreetse spordiala tegelikku võistlussituatsiooni (Buchheit & Laursen, 2013; Randers *et al.*, 2014). Käesolevas magistritöös kasutati simuleeritud saalihoki võistlusmängu puhul vahelduvat koormusrežiimi (1 min mänguaega ja 1 min puhkeaega, kokku 10 vahetust ühel mängukolmandikul), mis vastab suuremal määral ametliku võistlusmängu struktuurile. Selline lähenemine võimaldas täpsemalt hinnata mängu aktiivsete faaside koormust ning andis realistliku ülevaate sportlaste liikumis- ja füsioloogilisest reaktsioonist.

Meie uuringu tulemusena selgunud simuleeritud saalihokimängu puhused liikumisnäitajate andmed on kooskõlas varasemate meeskonnaspordialade liikumisanalüüsi uuringutega, mille kohaselt domineerib sportmängudes madala intensiivsusega liigutustegevus ning olulist rolli mängivad sagedased kiirendused ja aeglustused (Barbero-Alvarez *et al.*, 2008; Mohr *et al.*, 2003). Kuigi läbitud distants ja sprintide arv ei muutunud simuleeritud mängukolmandike lõikes oluliselt, suurenes kiirenduste ja aeglustuste arv, mis viitab koormusstruktuuri muutusele mängu edenedes (Bradley *et al.*, 2009; Varley & Aughey, 2013). Sarnaselt on leitud, et liikumisaktiivsuse muutused ei avaldu alati liikumiskiiruse või läbitud distantsi vähenemisena, vaid pigem muutustena liikumismustris ja koormuse intensiivsuses (Carling, 2013; Varley & Aughey, 2013). Seega võib järeldada, et sportmängudes, sh saalihokis, ei väljendu väsimus üksnes soorituse kvantitatiivses languses, vaid ka liikumisstruktuuri kvalitatiivsetes muutustes.

Meie tulemuste võrdluses tuleb arvestada, et liikumisaktiivsuse analüüsis rakendati individuaalselt määratud kiirustsoone, mis erinesid tootjapoolsetest standardsetest (nt Polar) tsoonidest.

Liikumisaktiivsuse analüüsimisel kasutatavate kiirus- ja kiirendustsoonide määratlemisel puudub ühtne standard ning kirjanduses esineb märkimisväärne varieeruvus nii sprintide kui ka erinevate intensiivsustsoonide piirväärtustes (Sweeting *et al.*, 2017). Sarnastele metodoloogilistele probleemidele on tähelepanu juhitud ka naiste korvpalli käsitlevas süstemaatilises ülevaates, kus rõhutati, et uuringutevahelised erinevused koormusnäitajate kirjeldamisel, mänguaja arvestamisel ja intensiivsustsoonide kasutamisel raskendavad tulemuste sisulist võrdlemist ning võivad mõjutada mängijate positsioonist sõltuvate näitajate interpretatsiooni (Power *et al.*, 2022). Lisaks ei pruugi absoluutsetel kiirustel põhinevad tsoonid adekvaatselt peegeldada sportlaste tegelikku koormust, kuna sama kiirus võib erinevate sportlaste jaoks tähendada erinevat suhtelist intensiivsust (Dwyer & Gabbett, 2012). Seetõttu on kiirustsoonide määramisel soovitatud lähtuda sportlaste individuaalsest maksimaalsest liikumiskiirusest (Sweeting *et al.*, 2017). Käesolevas uuringus kasutatud meetodika, kus kiirustsoonid määrati jooksetestil saavutatud maksimaalse kiiruse alusel, on kooskõlas nende soovitustega ning võimaldab paremini arvestada nii uuritavate individuaalseid eripärasid kui ka saalihokile iseloomulikku koormusprofiili. Selline lähenemine sobib võistkonnaspordialade konteksti, kus liikumisintensiivsuse hindamisel on oluline arvestada nii sportlaste individuaalsust kui ka spordiala spetsiifikat.

Südamelöögisageduse andmed simuleeritud saalihoki mängus näitasid, et mäng kulges valdavalt kõrge intensiivsusega, kus  $SLS_{avg}$  ulatus ligikaudu 80–90%-ni maksimaalsest tasemest. Vastav koormusvahemik on vahelduva iseloomuga võistkonnaspordialadele omane ning kinnitab simuleeritud mängu kõrget füsioloogilist intensiivsust (Buchheit & Laursen, 2013). Samas ilmnes mängukolmandike lõikes mittelineaarne muutus SLS dünaamikas. Teisel mängukolmandikul täheldati SLS langust ning kõrgema intensiivsusega tsoonides viibitud aja osakaalu vähenemist, mis võib viidata ajutisele koormuse reguleerimisele väsimuse kompenseerimise või mängutaktika muutuste tulemusena. Kolmandal mängukolmandikul täheldatud SLS tõus viitab omakorda töövõime osalisele taastumisele või intensiivsuse tõusule mängu lõppfaasis. Sarnaseid koormusmuutusi on täheldatud ka teistes võistkonnaspordialade uuringutes, kus väsimus ei avaldu üksnes lineaarse koormuse langusena, vaid pigem intensiivsuse ja koormusjaotuse muutumisena mängu jooksul (Barbero-Alvarez *et al.*, 2008; Mohr *et al.*, 2003).

Kapillaarvere laktaadisisaldus näitas simuleeritud saalihoki võistlusmängus selgelt vahelduva iseloomuga metaboolset vastust. Laktaadikontsentratsioon tõusis märkimisväärselt mängukolmandike jooksul, kuid vähenes osaliselt, ent oluliselt, kolmandikevahelistel puhkeperioodidel. Selline dünaamika viitab vahelduvale koormusrežiimile omasele olukorrale, kus laktaadi akumulatsioon ei toimu

lineaarselt, vaid peegeldab tasakaalu laktaadi produktsiooni ja eemaldamise vahel. Kolmandikevahelistel puhkeperioodidel esines laktaadisisalduse langus, kuid taastumist algtasemele ei toimunud, mis osutab kumulatiivse metaboolse stressi kujunemisele mängu käigus. Kõrgeimaid vere laktaadisisalduse väärtuseid täheldati teisel mängukolmandikul, mis võib olla seotud eelneva koormuse mõjuga ning anaeroobse glükolüüsi jätkuva aktiveeritusega. Kolmandal mängukolmandikul ilmnenu laktaaditaseme stabiliseerumine võib omakorda viidata koormuse reguleerimisele või glükolüütilise panuse vähenemisele mängu edenedes. Saadud tulemused on kooskõlas varasemate võistkonnaspordialade uuringutega, kus on näidatud, et laktaadikontsentratsioon suureneb intensiivsete mängufaaside ajal ning väheneb osaliselt puhkeperioodidel (Ben Abdelkrim *et al.*, 2007; Krustrup *et al.*, 2006; Spencer *et al.*, 2005). Meie andmete põhjal võib järeldada, et laktaadikontsentratsiooni mittetäielik langus kolmandikevahelistel puhkeperioodidel on siiski piisav võimaldamaks töövõime säilitamist järgnevates mängufaasides ning vältimaks progresseeruva metaboolse ülekoormuse kujunemist. Samasugused järeldused on varasemalt selgunud ka vahelduva iseloomuga reketispordialades – simuleeritud sulgpalli võistluspäeva analüüs näitas, et vaatamata SLS ja vere laktaadikontsentratsiooni kõikumistele ning vigade arvu suurenemisele ei vähenenud mänguaegne liikumisaktiivsus lineaarselt, vaid peegeldas sportlaste adaptiivset koormuse reguleerimist (Järveoja, 2017).

Erinevalt simuleeritud mängust, kus koormustingimused olid kontrollitud, võimaldasid ametliku saalihoki võistlusmängu andmed hinnata liikumisaktiivsust ja füsioloogilisi reaktsioone reaalses ja muutlikus mängukeskkonnas. Meie tulemuste interpreteerimisel on oluline arvesse võtta, et analüüsitud ametlik saalihoki kohtumine oli Eesti meistrivõistluste finaalseeria mäng, kus meistritiitli saatus oli lahtine. Selline mängusituatsioon võib mõjutada mängijate koormuse jaotust ning mängustrateegiat, soodustades intensiivsuse teadlikku reguleerimist.

Ametliku saalihoki võistlusmängu liikumisandmed näitasid, et enamik liikumisaktiivsuse parameetreid püsis mängukolmandike lõikes suhteliselt stabiilsena, mis viitab sportlaste suutlikkusele säilitada töövõimet kogu mängu vältel. Sarnaseid tulemusi on täheldatud ka teistes meeskonnaspordialades, kus vaatamata füsioloogilise väsimuse kujunemisele säilib mängu üldine koormus ning väsimus väljendub pigem kehalise töö struktuursetes muutustes (Bradley *et al.*, 2009; Mohr *et al.*, 2003). Ka teadaolevalt ainsa meeste saalihoki ametlikke võistlusmänge analüüsinud uuringu tulemused kinnitasid, et liikumis- ja SLS näitajate erinevused avalduvad mängukolmandike lõikes eeskätt struktuursete, mitte üldise töömahu muutustena (Kirsilä, 2023). Selline muster viitab koormuse reguleerimisele ja mängulisele kohanemisele, kus sportlased kohandavad oma liikumiskäitumist vastavalt mängusituatsioonile (Carling, 2013). Sarnaseid tendentse on täheldatud ka noorte jalgpallurite

uuringutes, kus korduvate sprintide aktiivsus ei olnud seotud üksnes mängijate kehalise võimekusega, vaid sõltus ka mängulistest ja taktikalistest teguritest (Buchheit *et al.*, 2013). Saalihoki liikumisnäitajate kontekstis on lisaks oluline märkida, et nii meiepoolsete kui Kirsilä (2023) andmete põhjal ületab ametlikes võistlusmängudes aeglustuste arv kiirenduste arvu, mis tingib saalihokile iseloomuliku mehaanilise koormuse profiili. Aeglustuste domineerimine on saalihokispetsiifiline aspekt, millega saavad edaspidi arvestada nii üldkehalise ettevalmistuse treeningmetoodika kui vigastustejärgse füsioteraapia sporti naasmise kriteeriumid.

Meie poolt analüüsitud ametliku võistlusmängu südamelöögisageduse andmed kinnitasid kõrget mänguintensiivsust, kus  $SLS_{avg}$  püsis kõrgel tasemel kogu mängu vältel. Samas ei ilmnunud olulisi erinevusi SLS näitajates mängukolmandike lõikes, mis viitab töövõime säilitamisele mängu edenedes kujuneva väsimuse foonil. Sarnaseid koormusmustreid on kirjeldatud nii jalgpallis kui ka teistes vahelduva iseloomuga sportmängudes, kus SLS võib püsida võrdlemisi stabiilsena hoolimata muutustest liikumisaktiivsuse struktuuris, viidates organismi füsioloogilise reaktsiooni ja liikumiskoormuse mittelinearsele seosele (Buchheit *et al.*, 2025; Buchheit & Laursen, 2013; Krstrup *et al.*, 2005, Saclan *et al.*, 2014). Võrreldes simuleeritud mänguga, kus täheldati selgemaid muutusi liikumismustris ja füsioloogilistes näitajates, esines ametliku mängu puhul ulatuslikum koormuse varieerumine. Seega kinnitavad meie uuringu tulemused, et muutliku iseloomuga koormus ja sellega kohanemine võib sportmängudes, sh saalihokis, olla reaalsetes võistlustingimustes avalduva füsioloogilise profiili võtmekomponendiks.

Käesoleva töö tulemused näitasid, et korduvate maksimaalsete pingutuste tingimustes kujunevad füsioloogilised reaktsioonid sarnaste mehhanismide alusel nii kontrollitud testides kui ka mängulistes olukordades, kuid nende avaldumine sõltub oluliselt koormuse kontekstist. Modifitseeritud RAST protokoll võimaldas selgelt esile tuua väsimuse tekke ja sellega seotud metaboolse stressi, mis avaldus nii sooritusvõime languses kui ka vere laktaadisisalduse tõusus. Simuleeritud saalihoki mängus ilmnesisid sarnased füsioloogilised reaktsioonid, kuid nende dünaamika oli vahelduv, peegeldades koormuse ja taastumise tsüklilist iseloomu. Ametlikus võistlusmängus püsisid seevastu nii liikumisaktiivsus kui SLS suhteliselt stabiilsena, mis viitab sportlaste suutlikkusele reguleerida koormust ja säilitada töövõimet vaatamata kujunevale väsimusele. Seega võib järeldada, et kuigi väsimus on võistkonnaspordialadele iseloomulik ja vältimatu nähtus, ei pruugi see avalduda otseselt sooritusvõime langusena, vaid pigem liikumis- ja koormusmustris muutustena, mille kaudu sportlased kohandavad oma tegevust vastavalt kehalise töö ja mänguliste olukordadele.

### 5.3. Töö tugevused ja limiteerivad faktorid

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli saalihoki kui vahelduva iseloomuga sportmängu füsioloogilise profiili selgitamine ning anaeroobse võimekuse hooajalise dünaamika hindamine. Selle eesmärgi saavutamiseks oli vajalik kohandada ja laiendada olemasolevaid testimismetoodikaid ning töötada välja simuleeritud mängutingimuste formaat, mis võimaldaks uurida füsioloogilisi reaktsioone mängule võimalikult lähedastes, kuid samas teaduslikuks analüüsiks sobivates tingimustes. Sellest lähtuvalt saab töö metoodiliste aspektide hulgas esile tuua järgmised:

1. RAST testiprotokolli laiendamine korduvatele seeriatele, mis võimaldas põhjalikumalt uurida anaeroobse võimekuse ja väsimuse arengu dünaamikat.
2. Saalihoki simuleeritud võistlusmängu läbiviimine, mis vaatamata rahvusvaheliste mängureeglite muudatustele oli väga lähedane ametlikule võistlusmängule ning võimaldas adekvaatselt hinnata mängulise koormuse dünaamikat reaalses võistlusolukorras.
3. Individuaalse võimekuse alusel kohandatud kiirustsoonide kasutamine simuleeritud ja ametlikus võistlusmängus, mis suurendas liikumisnäitajate mõõtmise valiidsust ja nende analüüsi täpsust.

Töö eesmärkide ja ülesannete kavandamisel ning teostamisel ilmnes mitmeid tulemuste tõlgendamist piiravaid tegureid, mis olid samuti seotud eelkõige töö metoodiliste valikutega:

1. RAST testiprotokolli läbiviimisel kasutati käsiajavõttu ning kuigi jooksukorduste ja -seeriade ajaliste näitajate selgitamine ei olnud käesoleva töö fookuseks, võimaldaks elektriline ajavõtt täpsemat tulemuste tõlgendamist.
2. Saalihoki mängude analüüs teostati ühe simuleeritud ja ühe ametliku võistlusmängu andmete põhjal, mis ei võimalda teha järeldusi uuritud parameetrite dünaamika osas mitmete mängude lõikes.
3. Uuringus osalenud sportlaste arv oli võrdlemisi väike, mistõttu ei saa tulemusi täielikult laiendada nais-saalihokimängijate tervikpopulatsioonile, eriti saalihokis laialdaselt levinud 3 viisikuga mängimise konteksti.
4. Eesti saalihoki meistriliiga tasemel teostatav tehniline protokoll ei võimalda taandada sportlaste andmeid reaalsele väljakul viibimise ajale, mistõttu piirdus uuritavate andmestiku analüüs mängukolmandike summaarse näitajatega.

## 6. JÄRELDUSED

Meie töö tulemuste alusel saame teha järgnevad järeldused:

1. Korduvate sprindikoormuste test (modifitseeritud RAST) näitas, et Eesti Maaülikooli nais-saalihokimängijate anaeroobse töövõime keskmised näitajad püsisid treening ja võistlushooaja vältel võrdlemisi stabiilsena. Samas ilmnes, et korduvate maksimaalsete pingutuste ajal kujunev töövõime languse dünaamika varieerus erinevate hooaja etappide lõikes, peegeldades sportlaste koormustaluvuse ja taastumisvõime muutusi. Kapillaarvere laktaadisisalduse muutused kinnitasid kõrge anaeroobse metaboolse stressi kujunemist ning näitasid, et väsimus ei avaldu lineaarselt, vaid on seotud koormuse kuhjumise ja taastumise tasakaaluga.
2. Simuleeritud saalihoki võistlusmängul saadud tulemused näitasid, et saalihokile on omane vahelduva iseloomuga koormusprofiil, kus kõrge intensiivsusega tegevused vahelduvad madalama intensiivsusega liikumise ja osalise taastumisega. Simuleeritud mängu tingimustes viitab tulemuste dünaamika sellele, et väsimus võib avalduda eelkõige liikumismustri, südamelöögisageduse ja vere laktaadisisalduse muutustes, mitte otsese töövõime langusena.
3. Ametliku saalihoki võistlusmängu andmed näitasid, et mängijate liikumisaktiivsus ja südamelöögisagedus püsisid mängukolmandike lõikes suhteliselt stabiilsed. See viitab sportlaste suutlikkusele säilitada töövõimet reaalses võistlusolukorras, kus koormuse ja intensiivsuse jaotus muutub vastavalt mängusituatsioonile. Tulemuste põhjal võib eeldada, et koormuse jaotumine ning liikumismustri kohandumine võimaldavad säilitada soorituse taset ka võimaliku väsimuse kujunemise tingimustes.

Töös püstitatud metoodiliste ülesannete põhjal võib teha järgmised järeldused:

1. Käesolevas töös välja töötatud simuleeritud saalihoki võistlusmängu formaat võimaldas kontrollitud tingimustes uurida saalihokispetsiifilist koormusprofiili, säilitades samal ajal ametlikule võistlusmängule iseloomuliku vahelduva koormusstruktuuri. Simuleeritud mängu liikumis- ja füsioloogilised näitajad olid üldjoontes võrreldavad ametliku võistlusmängu näitajatega, mis viitab selle formaadi sobivusele uurimisvahendina olukorras, kus ametlike mängude kättesaadavus on piiratud.

2. Korduvate sprindikoormuste testi (RAST) laiendamine mitmele järjestikusele seeriale võimaldas detailsemalt hinnata väsimuse kujunemise dünaamikat ning anaeroobse energiavarustuse reaktsioone korduvate maksimaalsete pingutuste tingimustes. Võrreldes klassikalise ühekordse RAST protokolliga annab käesoleva uuringu raames loodud mitmeseerialine modifitseeritud versioon rohkem teavet vahelduva iseloomuga spordialade sportlaste anaeroobse võimekuse kirjeldamiseks.
3. Individuaalselt määratud kiirustsoonide kasutamine võimaldas hinnata mängijate liikumisaktiivsust vastavalt nende individuaalsele võimekusele ning osutus sobivaks lähenemiseks vahelduva iseloomuga võistkonnaspordialade uurimisel. Võrreldes standardiseeritud absoluutsete kiirustsoonidega võib kohandatud kiirustsoonide rakendamine võimaldada täpsemalt kirjeldada tegelikku füsioloogilist koormust ja sportlaste koormustaluvust.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ahmaidi, S., Granier, P., Taoutaou, Z., Mercier, J., Dubouchaud, H., *et al.* (1996). Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(4): 450–456. DOI: 10.1097/00005768-199604000-00009
2. Alexandre, D., da Silva, C.D., Hill-Haas, S., Wong, D.P., Natali, A.J., *et al.* (2012). Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10): 2890–2906. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182429ac7
3. Baker, L.B., Rollo, I., Stein, K.W., Jeukendrup, A.E. (2015). Acute effects of carbohydrate supplementation on intermittent sports performance. *Nutrients*, 7(7): 5733–5763. DOI: 10.3390/nu7075249
4. Barbero-Alvarez, J.C., Soto, V.M., Barbero-Alvarez, V., Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1): 63–73. DOI: 10.1080/02640410701287289
5. Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, 4(6): 381–394. DOI: 10.2165/00007256-198704060-00001
6. Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2): 69–75. DOI: 10.1136/bjsm.2006.032318
7. Bishop, D., Girard, O., Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability – part II: recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9): 741–756. DOI: 10.2165/11590560-000000000-00000
8. Bishop, D., Lawrence, S., Spencer, M. (2003). Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(2): 199–209. DOI: 10.1016/S1440-2440(03)80257-5
9. Bogdanis, G.C., Nevill, M.E., Boobis, L.H., Lakomy, H.K.A. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80(3): 876–884. DOI: 10.1152/jappl.1996.80.3.876

10. Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., *et al.* (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2): 159–168. DOI: 10.1080/02640410802512775
11. Brooks, G.A. (2018). The science and translation of lactate shuttle theory. *Cell Metabolism*, 27(4): 757–785. DOI: 10.1016/j.cmet.2018.03.008
12. Buchheit, M., Akubat, I., Ellis, M., Campos, M., Rabbani, A., *et al.* (2025). Revisiting dose-response relationships between heart rate zones, TRIMPs, and aerobic-related physiological and performance markers in elite team sports. *Sport Performance & Science Reports*, 269, v1.
13. Buchheit, M., Laursen, P.B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5): 313–338. DOI: 10.1007/s40279-013-0029-x
14. Buchheit, M., Simpson, B.M., Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine*, 34(1): 40–48. DOI: 10.1055/s-0032-1306280
15. Carling, C. (2013). Interpreting physical performance in professional soccer match-play: should we be more pragmatic in our approach? *Sports Medicine*, 43(8): 655–663. DOI: 10.1007/s40279-013-0055-8
16. Dos-Santos, J.W., da Silva, H.S., da Silva Junior, O.T., Barbieri, R.A., Penafiel, M.L., *et al.* (2020). Physiology responses and players' stay on the court during a futsal match: a case study with professional players. *Frontiers in Psychology*, 11. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.620108
17. Draper, N., Whyte, G. (1997). Anaerobic performance testing. *Peak Performance*, 87: 7–9.
18. Dwyer, D.B., Gabbett, T.J. (2012). Global positioning system data analysis: velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3): 818–824. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182276555
19. Edge, J., Bishop, D., Goodman, C., Dawson, B. (2005). Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11): 1975–1982. DOI: 10.1249/01.mss.0000175855.35403.4c
20. Eesti Spordiregister (2026, 22. aprill). Saalihoki.  
<https://www.spordiregister.ee/et/spordiala/38/saalihoki>
21. EKF-diagnostic GmbH. (2024). Biosen C-Line: lab accurate glucose and lactate measurement in one test. <https://www.ekfdiagnostics.com/wp-content/uploads/2024/09/BS-Data-EN-EU-Rev-6.0-06-2024.pdf>

22. Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H., Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75(2): 712–719. DOI: 10.1152/jappl.1993.75.2.712
23. Girard, O., Mendez-Villanueva, A., Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability – part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8): 673–694. DOI: 10.2165/11590550-000000000-00000
24. Golaś, A., Terbalyan, A., Gepfert, M., Roczniok, R., Matusiński, A., *et al.* (2025). Repeated sprint performance and inter-limb asymmetry in elite female sprinters: a study of lactate dynamics and lower limb muscle activity. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(2): 213. DOI: 10.3390/jfmk10020213
25. IFF (International Floorball Federation). (2022). Rules of the game – rules & interpretations. [https://dltaw1vhj9zy5.cloudfront.net/2022/05/Rules-of-the-Game-2022-Final\\_updated\\_18.05.2022.pdf](https://dltaw1vhj9zy5.cloudfront.net/2022/05/Rules-of-the-Game-2022-Final_updated_18.05.2022.pdf)
26. Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., Ferrari Bravo, D., *et al.* (2008). Validity of a repeated-sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11): 899–905. DOI: 10.1055/s-2008-1038491
27. International Floorball Federation (IFF) koduleht (2026, 23. aprill). <https://floorball.sport/>
28. Jackson, J., Snyder Miller, G., Game, A., Gervais, P., Bell, G. (2016). Movement characteristics and heart rate profiles displayed by female university ice hockey players. *International Journal of Kinesiology & Sports Science*, 4(1): 43–54. DOI: 10.7575/aiac.ijkss.v.4n.1p.43
29. Järveoja, L. (2017). Simuleeritud võistluspäeva mõju meessulgpallurite mängulisele kvaliteedile ning füsioloogilistele ja liikumisnäitajatele. [Magistritöö]. Tartu Ülikool. <http://hdl.handle.net/10062/57076>
30. Kassiano, W., Jesus, K., Assumpção, C., Lamboglia, C.G., Mendes, A., *et al.* (2019). Physiological and neuromuscular responses during the game in female futsal players. *Journal of Physical Education and Sport*, 30. DOI: 10.4025/jphyseduc.v30i1.3061
31. Keir, D.A., Thériault, F., Serresse, O. (2013). Evaluation of the running-based anaerobic sprint test as a measure of repeated sprint ability in collegiate-level soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6): 1671–1678. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31827367ba
32. Kirsilä, J. (2023). Physical loading in floorball match – cross-sectional study at three different levels of series. [Master's thesis]. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202303202184>

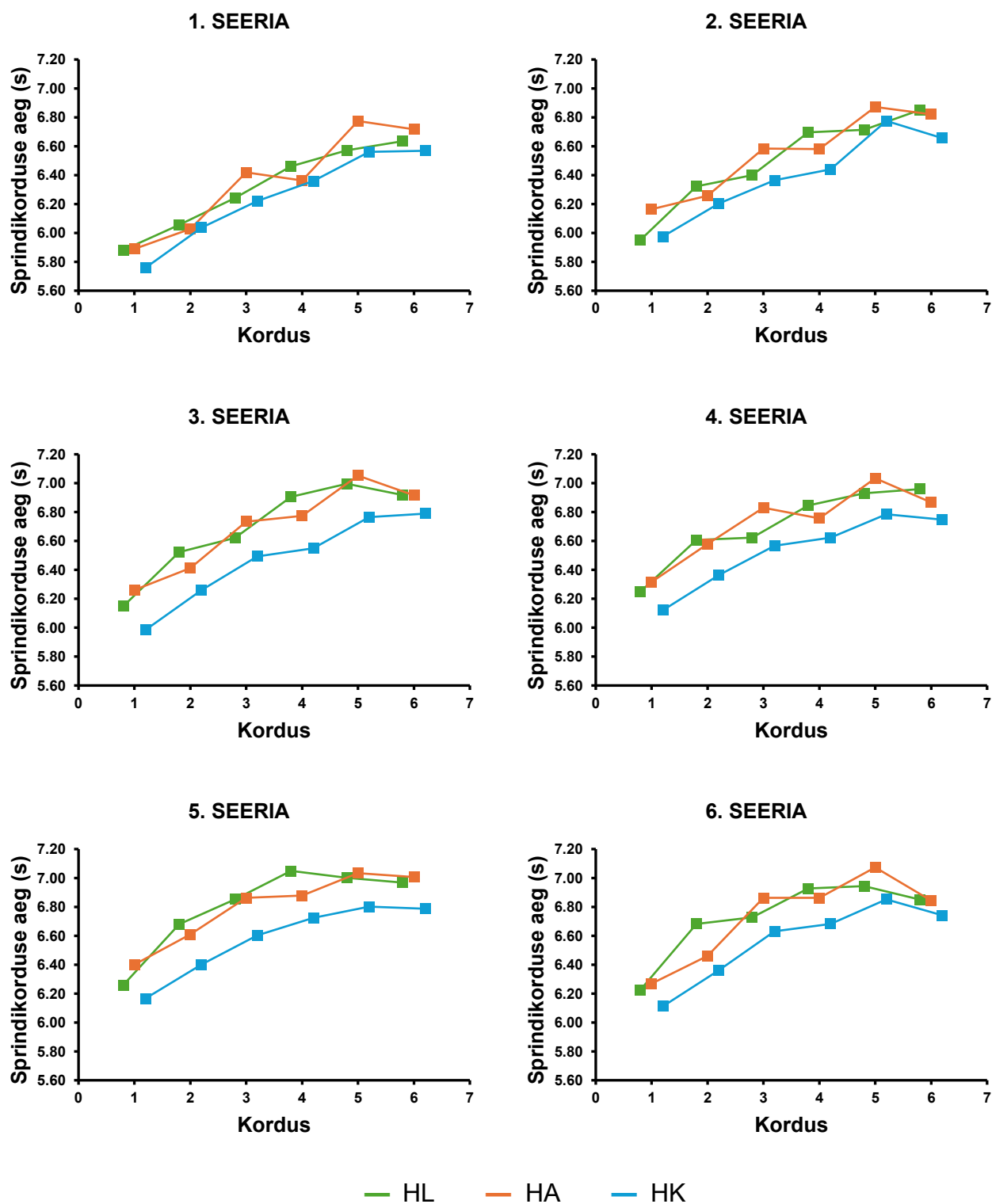
33. Krstrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(7): 1242–1248. DOI: 10.1249/01.mss.0000170062.73981.94
34. Krstrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., *et al.* (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(6): 1165–1174. DOI: 10.1249/01.mss.0000222845.89262.cd
35. Léger, L.A., Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sport Sciences*, 6(2): 93–101. DOI: 10.1080/02640418808729800
36. Luteberget, L.S., Spencer, M. (2017). High-intensity events in international women's team handball matches. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(1): 56–61. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0641
37. Lögda, N., Laaksonen, M.S., Andersson, E.P. (2022). Individual fluctuations in blood lactate concentration during an ice hockey game; differences between player positions. *International Journal of Exercise Science*, 15(6): 985–993. DOI: 10.70252/YLUG3231
38. McGown, R.B., Ball, N.B., Legg, J.S., Mara, J.K. (2020). The perceptual, heart rate and technical-tactical characteristics of 3 × 3 basketball. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(5-6): 772–782. DOI: 10.1177/1747954120930916
39. Messonnier, L., Emhoff, C.-A.W., Fattor, J.A., Horning, M.A., Carlson, T.J., *et al.* (2013). Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 114(11): 1593–1602. DOI: 10.1152/jappphysiol.00043.2013
40. Milioni, F., Zagatto, A.M., Barbieri, R.A., Andrade, V.L., Dos-Santos, J.W., *et al.* (2017). Energy systems contribution in the running-based anaerobic sprint test. *International Journal of Sports Medicine*, 38(03): 226–232. DOI: 10.1055/s-0042-117722
41. Mohr, M., Krstrup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7): 519–528. DOI: 10.1080/0264041031000071182
42. Monedero, J., Donne, B. (2000). Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. *International Journal of Sports Medicine*, 21: 593–597. DOI: 10.1055/s-2000-8488

43. Montgomery, P.G., Maloney, B.D. (2018). 3 × 3 basketball: performance characteristics and changes during elite tournament competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(10): 1349–1356. DOI: 10.1123/ijsp.2018-0011
44. Oliva-Lozano, J.M., Muyor, J.M., Ortuño, D.P., Rico-González, M., Pino-Ortega, J. (2023). Analysis of key external and internal load variables in professional female futsal players: a longitudinal study. *Research in Sports Medicine*, 31(4): 309–318. DOI: 10.1080/15438627.2021.1963728
45. OpenAI. (2026, 15. mai) ChatGPT, suur keelemudel, 2025, <https://chat.openai.com/>
46. Polar Electro Oy. (2023). Polar Team Pro kasutusjuhend. [https://support.polar.com/e\\_manuals/Team\\_Pro/Polar\\_Team\\_Pro\\_user\\_manual\\_Eesti/manual.pdf](https://support.polar.com/e_manuals/Team_Pro/Polar_Team_Pro_user_manual_Eesti/manual.pdf)
47. Power, C.J., Fox, J.L., Dalbo, V.J., Scanlan, A.T. (2022). External and internal load variables encountered during training and games in female basketball players according to playing level and playing position: a systematic review. *Sports Medicine – Open*, 8(1): 107. DOI: 10.1186/s40798-022-00498-9
48. Ramírez, A.G., Lozano, D., Cartón-Llorente, A., Manchado, C. (2026). Acceleration and speed profiles by playing position in elite women's handball: insights from the EHF EURO 2024. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 21(3): 408–415. DOI: 10.1123/ijsp.2025-0247
49. Randers, M.B., Andersen, T.B., Rasmussen, L.S., Larsen, M.N., Krstrup, P. (2014). Effect of game format on heart rate, activity profile, and player involvement in elite and recreational youth players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(Suppl. 1): 17–26. DOI: 10.1111/sms.12255
50. Ribeiro, J.N., Gonçalves, B., Coutinho, D., Brito, J., Sampaio, J., *et al.* (2020). Activity profile and physical performance of match play in elite futsal players. *Frontiers in Psychology*, 11. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01709
51. Santos, J.A., Affonso, H.O., Boullosa, D., Pereira, T.M.C., Fernandes, R.J., *et al.* (2021). Extreme blood lactate rising after very short efforts in top-level track and field male sprinters. *Research in Sports Medicine*, 30(5): 566–572. DOI: 10.1080/15438627.2021.1917406
52. Scanlan, A.T., Wen, N., Tucker, P.S., Dalbo, V.J. (2014). The relationships between internal and external training load models during basketball training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9): 2397–2405. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000458

53. Serpiello, F.R., McKenna, M.J., Stepto, N.K., Bishop, D.J., Aughey, R.J. (2011). Performance and physiological responses to repeated-sprint exercise: a novel multiple-set approach. *European Journal of Applied Physiology*, 111(4): 669–678. DOI: 10.1007/s00421-010-1687-2
54. Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12): 1025–1044. DOI: 10.2165/00007256-200535120-00003
55. Sweeting, A.J., Cormack, S.J., Morgan, S., Aughey, R.J. (2017). When is a sprint a sprint? A review of the analysis of team-sport athlete activity profile. *Frontiers in Physiology*, 8: 432. DOI: 10.3389/fphys.2017.00432
56. Zagatto, A.M., Beck, W.R., Gobatto, C.A. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6): 1820–1827. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b3df32
57. Taylor, J.B., Wright, A.A., Dischiavi, S.L., Townsend, M.A., Marmon, A.R. (2017). Activity demands during multi-directional team sports: a systematic review. *Sports Medicine*, 47(12): 2533–2551. DOI: 10.1007/s40279-017-0772-5
58. Tervo, T., Nordström, A. (2014). Science of floorball: a systematic review. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5: 249–255. DOI: 10.2147/OAJSM.S60490
59. Van Hall, G. (2010). Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise. *Acta Physiologica*, 199(4): 499–508. DOI: 10.1111/j.1748-1716.2010.02122.x
60. Varley, M.C., Aughey, R.J. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(1): 34–39. DOI: 10.1055/s-0032-1316315
61. Vigh-Larsen, J.F., Junge, N., Cialdella-Kam, L. Tomàs, R., Young, L., *et al.* (2024). Testing in intermittent sports – importance for training and performance optimization in adult athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 56(8): 1505–1537. DOI: 10.1249/MSS.0000000000003442
62. Watanabe, T., Inaba, T., Van Rassel, C.R., MacInnis, M.J., Kakinoki, K., *et al.* (2024). Identifying physiological determinants of 800 m running performance using post-exercise blood lactate kinetics. *European Journal of Applied Physiology*, 124(10): 2951–2964. DOI: 10.1007/s00421-024-05504-4
63. Willberg, C., Wellm, D., Behringer, M., Zentgraf, K. (2023). Analyzing acute and daily load parameters in match situations – a comparison of classic and 3 × 3 basketball. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(1): 207–219. DOI: 10.1177/17479541211067989

64. Wood, R. (2019). The complete guide to the beep test. <https://www.beepetestguide.com/>

**Lisa 1.** Uuritavate 35 m jooksuprintide üksikkorduste ajad anaeroobset võimekust hindava jooksutesti seeriates ja saalihoki võistlushooaja lõikes ( $n = 12$ ;  $\bar{X}$ )



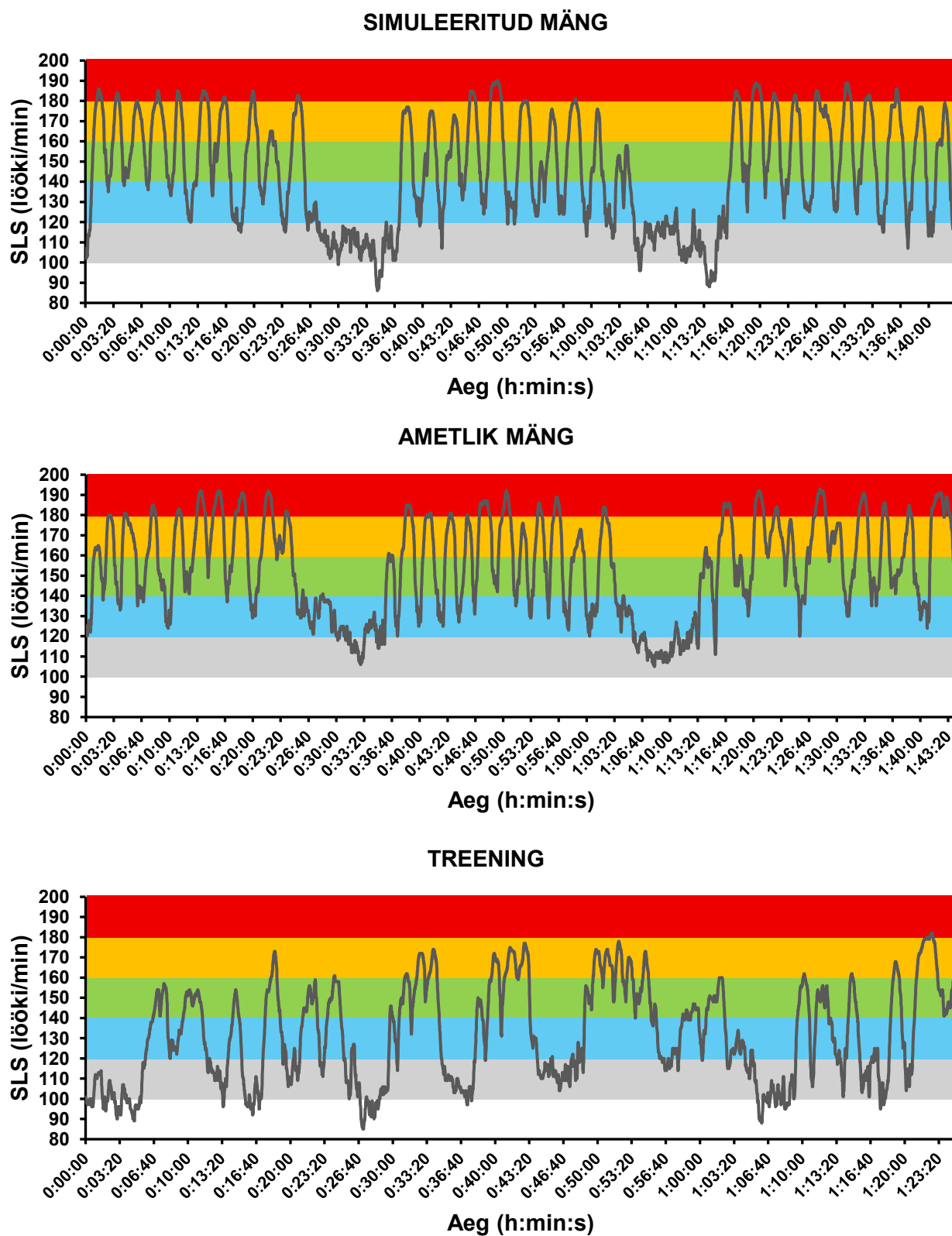
HL – hooaja lõpp; HA – hooaja algus; HK – hooaja keskpaik

**Lisa 2.** Väljakumängijate liikumisaktiivsuse ja südamelöögisageduse näitajad simuleeritud ning ametlikul saalihoki võistlusmängul ja 3 erineva treeningu keskmistena ( $\bar{X} \pm SD$ )

|                                               | <b>Sim. mäng</b><br><b>n = 7</b> | <b>Ametlik mäng</b><br><b>n = 7</b> | <b>Treeningud</b><br><b>n = 5</b> |
|-----------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Kestus (min:s)</b>                         | 79:06 ± 00:10                    | 77:05 ± 03:44                       | 87:28 ± 02:03                     |
| <b>Vahetuste arv</b>                          | 30 ± 0 *                         | 32 ± 1                              | –                                 |
| <b>Läbitud distants (m)</b>                   | 4836 ± 522                       | 4593 ± 887                          | 2927 ± 500                        |
| <b>Maksimaalne kiirus (km·h<sup>-1</sup>)</b> | 21,5 ± 4,1                       | 21,7 ± 3,1                          | 20,0 ± 3,4                        |
| <b>Sprintide arv</b>                          | 23 ± 15                          | 34 ± 26                             | 13 ± 10                           |
| <b>Kiirenduste arv</b>                        | 1338 ± 20                        | 1251 ± 105                          | 493 ± 69                          |
| <b>Aeglustuste arv</b>                        | 1447 ± 65                        | 1339 ± 167                          | 519 ± 69                          |
| <b>Läbitud distants kiirustsoonis 1 (m)</b>   | 3448 ± 304 *                     | 3021 ± 400                          | 1565 ± 252                        |
| <b>Läbitud distants kiirustsoonis 2 (m)</b>   | 702 ± 255                        | 614 ± 227                           | 706 ± 136                         |
| <b>Läbitud distants kiirustsoonis 3 (m)</b>   | 502 ± 176                        | 621 ± 398                           | 351 ± 219                         |
| <b>Läbitud distants kiirustsoonis 4 (m)</b>   | 139 ± 111                        | 214 ± 184                           | 70 ± 68                           |
| <b>Läbitud distants kiirustsoonis 5 (m)</b>   | 47 ± 57                          | 59 ± 72                             | 10 ± 13                           |
| <b>SLS<sub>avg</sub> (lööki/min)</b>          | 161 ± 8 *                        | 167 ± 7                             | 133 ± 9                           |
| <b>SLS<sub>min</sub> (lööki/min)</b>          | 107 ± 9 *                        | 121 ± 10                            | 72 ± 16                           |
| <b>SLS<sub>max</sub> (lööki/min)</b>          | 191 ± 7 *                        | 194 ± 6                             | 189 ± 14                          |
| <b>Aeg SLS tsoonis 1 (min:s)</b>              | 01:52 ± 02:09                    | 00:04 ± 00:06                       | 19:34 ± 06:31                     |
| <b>Aeg SLS tsoonis 2 (min:s)</b>              | 11:06 ± 06:54 *                  | 04:47 ± 04:00                       | 20:01 ± 02:46                     |
| <b>Aeg SLS tsoonis 3 (min:s)</b>              | 18:10 ± 02:51                    | 18:41 ± 06:55                       | 19:29 ± 05:08                     |
| <b>Aeg SLS tsoonis 4 (min:s)</b>              | 26:56 ± 06:50                    | 27:19 ± 07:58                       | 14:54 ± 04:37                     |
| <b>Aeg SLS tsoonis 5 (min:s)</b>              | 21:02 ± 11:53                    | 26:15 ± 14:07                       | 04:17 ± 05:41                     |
| <b>% SLS tsoonis 1</b>                        | 2 ± 3                            | 0 ± 0                               | 22 ± 8                            |
| <b>% SLS tsoonis 2</b>                        | 14 ± 9 *                         | 6 ± 5                               | 23 ± 3                            |
| <b>% SLS tsoonis 3</b>                        | 23 ± 4                           | 24 ± 10                             | 22 ± 5                            |
| <b>% SLS tsoonis 4</b>                        | 34 ± 9                           | 35 ± 10                             | 17 ± 5                            |
| <b>% SLS tsoonis 5</b>                        | 27 ± 15                          | 34 ± 18                             | 5 ± 7                             |

n – uuritavate arv; \* – p < 0,05 simuleeritud ja ametliku mängu vahel

**Lisa 3.** Südamelöögisageduse profiil ja jaotus intensiivsustsoonides saalihoki simuleeritud võistlismängul, ametlikul võistlismängul ja treeningul ühe väljakumängija individuaalsel näitel



Punane – SLS tsoon 5; oranž – SLS tsoon 4; roheline – SLS tsoon 3; sinine – SLS tsoon 2; hall – SLS tsoon 1

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Stella Starkopf,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Nais-saalihokimängijate füsioloogiline profiil: anaeroobse võimekuse hooajaline dünaamika ning reaktsioonid simuleeritud ja ametlikul võistlusmängul“, mille juhendaja on Priit Kaasik, 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 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.

Stella Starkopf

18.05.2026