

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Panainti Posmatš

**Lühiajalise kõrge intensiivsusega intervalltreeningu mõju aeroobsele
ja anaeroobsele töövõimele noortel ning vanemaealistel meestel**

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendajad:
Prof. Priit Kaasik

Prof. Mati Pääsuke

Tartu, 2022

SISUKORD

LÜHENDITE LOETELU.....	3
LÜHIÜLEVAADE.....	4
ABSTRACT	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	10
3. METOODIKA	11
3.1.Vaatlusalusused.....	11
3.2.Uurimismeetodid	12
4. TULEMUSED	15
4.1.Maksimaalne hapnikutarbimine	15
4.2.Südame löögisagedus	16
4.3.Hingamissagedus.....	17
4.4.Anaeroobse võimsuse näitajad	17
4.5.Kehakaal	19
4.6.Korrelatiivsed seosed uuritud näitajate vahel	19
5. ARUTELU	20
6. JÄRELDUSED	24
KASUTATUD KIRJANDUS	25
AUTORI LIHTLITSENTS	33

LÜHENDITE LOETELU

KMI – kehamassi indeks

DEXA – kahe energiatasemega röntgen-absorptsioomeetria

KIIT – kõrge intensiivsusega intervalltreening

IT - intervalltreening

SLS – südame löögisagedus

HS – hingamissagedus

VM – vanemaealised mehed

SE – standardviga

VO₂_{max} – maksimaalne hapnikutarbimine

NM – noored mehed

P - võimsus

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva uuringu eesmärgiks oli hinnata kolmenädalase KIIT treeningu mõju veloergomeetril aeroobsele ja anaeroobsele töövõimele noortel ja vanemaealistel meestel.

Metoodika: Uuringus osales kümme noort meest (keskmine vanus 25.9 ± 3.5 eluaastat) ja üksteist vanemaealist meest (keskmine vanus 63.7 ± 8.3 eluaastat). Vaatlusalused sooritasid kolmel korral nädalas kolme järjestikuse nädala jooksul KIITi. KIITi korral sooritasid vaatlusalused 6 maksimaalset Wingate testi 30 s jooksul puhkeintervalliga 4 min. Enne ja pärast kolmenädalast KIITi registreeriti antropomeetrilised näitajad ja keha koostis DEXA meetodil, samuti maksimaalne hapnikutarbimine, hingamissagedus ja südame löögisagedus veloergomeetril koormustesti tingimustes. Määrati ka 30 s Wingate testi tingimustes maksimaalne anaeroobne võimsus. Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati programmi Excel 2022. Tunnustevaheliste seoste hindamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonianalüüsi. Erinevuste testimiste tulemuste erinevuse olulisuse hindamiseks kasutati paaride Studenti T-testi.

Tulemused: KIIT treeningu tulemusel suurenes kehaliselt aktiivsetel noortel meestel oluliselt ($p < 0.05$) $VO_{2\max}$ (enne treeningut $3,69 \pm 0,22$ l/min, pärast treeningut $3,92 \pm 0,46$ l/min). Vanemaealistel meestel suurenes $VO_{2\max}$ vähesel määral ($p > 0.05$) (enne $2,94 \pm 0,57$ l/min, pärast $3,0 \pm 0,47$ l/min). Maksimaalne anaeroobne võimsus suurenes oluliselt ($p < 0.05$) nii noortel meestel (enne $294,8 \pm 37,94$ W, pärast $312,60 \pm 33,67$ W) kui ka vanemaealistel meestel (enne $221,36 \pm 40,8$ W, pärast $233,9 \pm 41,55$ W). Maksimaalne hingamissagedus koormustesti tingimustes suurnes oluliselt ($p < 0.05$) nii noortel meestel (enne $52,83 \pm 12,68$ korda/min, pärast $59,15 \pm 15,84$ korda/min) kui ka vanemaealistel meestel (enne $45,31 \pm 8,52$ korda/min, pärast $49,21 \pm 6,85$ korda/min). Maksimaalne südame löögisagedus koormustesti ajal kasvas oluliselt ($p < 0.05$) ainult vanemaealistel meestel (enne $160,91 \pm 18,89$ lööki/min, pärast $169,27 \pm 13,95$ lööki/min). Kehakaalus treeningu tingimustes statistiliselt olulisi muutusi uuritud gruppidel ei toimunud.

Kokkuvõte: Kolmenädalane KIIT treening suurendab oluliselt anaeroobset töövõimet määratuna Wingate testi tingimustes nii noortel kui ka vanemaealistel meestel. Noortel meestel suurendab selline treening samuti aeroobset töövõimet määratuna koormustesti tingimustes veloergomeetril. Kehakaalu muutmiseks ei piisa kolmenädalasest KIIT treeningust.

Märksõnad: Wingate test, koormustest veloergomeetril, kõrge intensiivsusega intervalltreening, aeroobne töövõime, võimsus, vanemaealised ja noored mehed.

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the effect of three weeks of HIIT training on a bicycle ergometer on aerobic and anaerobic performance in young and elderly men.

Methods: Ten young men (mean age 25.9 ± 3.5 years) and eleven older men (mean age 63.7 ± 8.3 years) participated in the study. The subjects performed HIIT for three consecutive weeks, three times a week. For HIIT, subjects performed 6 maximal Wingate tests over 30 s with a rest interval of 4 min. Before and after the three-week HIIT, anthropometric parameters and body composition were recorded by dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA), as well as maximal oxygen consumption, respiration rate, and heart rate on a cycling ergometer under load test conditions. Under 30 s. of Wingate test conditions were also determined maximum aerobic power. Excel 2022 was used for statistical analysis of the data. Pearson correlation analysis was used to assess correlations between characteristics. Pairs Student's T-test was used to assess the significance of differences in test results.

Results: As a result of HIIT training, $VO_{2\max}$ was statistically significantly ($p < 0.05$) improved in physically active young men (before training 3.69 ± 0.22 l/min, after training 3.92 ± 0.46 l/min). In elderly men, $VO_{2\max}$ increased insignificantly ($p > 0.05$) (before 2.94 ± 0.57 l / min, after 3.0 ± 0.47 l / min). Maximum anaerobic power improved statistically significantly ($p < 0.05$) in both young men (before 294.8 ± 37.94 W, after 312.60 ± 33.67 W) as well as in older men (before 221.36 ± 40.8 W, after 233.9 ± 41.55 W). Respiratory rate improved statistically significantly ($p < 0.05$) in both young men (before 52.83 ± 12.68 times per minute, after 59.15 ± 15.84 times per minute) as well as older men (before 45.31 ± 8.52 times per minute, after 49.21 ± 6.85 times per minute). Heart rate increased statistically significantly ($p < 0.05$) only in elderly men (before 160.91 ± 18.89 beats per minute, after 169.27 ± 13.95 beats per minute). There were no statistically significant changes in body weight in the groups studied.

Conclusions: Three weeks of HIIT training significantly increases anaerobic performance in the Wingate test in both young and older men. In young men, this training also increases aerobic performance on a cycling ergometer. Three weeks of HIIT training is not enough to change weight.

Keywords: Wingate test, load test on bicycle ergometer, high intensity interval training, aerobic performance, output power, elderly and young men.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Intervalltreeninguid (IT) jagatakse valdavalt kaheks, ekstensiivseks IT-ks, kus sooritatakse suuremahulist keskmise intensiivsusega tööd (Stöggl & Sperlich, 2015), ja intensiivseks IT-ks, kus sooritatakse väikese mahuga intensiivset tööd (Boutcher, 2011). Kõrge intensiivsusega intervalltreening (KIIT) viitab treeningprogrammile või harjutusele, mida iseloomustavad suhteliselt lühiajalised plahvatuslikud ja jõulised liigutused, mille vahele jääb kas täielik taastumine või madala intensiivsusega liigutustegevus (Hannan et al., 2018). KIIT mis kestab lühiajaliselt 15–60 sekundit ning vaheldub 1–5 minutiliste puhkepausidega, on efektiivseks vahendiks nii aeroobse kui ka metaboolse võimekuse arendamiseks (MacInnis & Gibala, 2016). Antud treening on küll lühiajaline (15–20 minutit), võrreldes traditsioonilise madala intensiivsusega vastupidavus treeninguga (45–60 minutit), kuid sellegipoolest suureneb lühiajalise KIITi puhul võrreldes traditsioonilise treeninguga nii maksimaalne hapnikutarbimine, skeletilihase mass ning väheneb ka keha rasvasisaldus (Gibala et al., 2012). Kehalist koormust ja eriti aeroobset tööd peetakse südame-veresoonkonna tugevdamise aluseks, kuid selle tõhusus sõltub mitmetest teguritest ehk treeningu ajast ja intensiivsusest, aga ka kehakoostisest ning -kaalust (Ouerghi, 2014).

Vaatame lähedalt nii madala kui ka kõrge intensiivsusega pingutuste eripärasid. Aeroobset ehk vastupidavustreeningut võib defineerida kui füüsilist aktiivsust, mille käigus keha vajab ja tarbib pidevalt hapnikku, kuna suured lihasgrupid teevad pidevat tööd. Selline tegevus hoiab südame löögisageduse pikema aja jooksul kõrgemal. Energiat toodetakse nii rasvade kui ka süsivesikute põletamisel. Aeroobsete treeningute hulka kuuluvad näiteks järgmised alad: jooksmine, kõndimine, jalgrattasõit, ujumine, kus füüsiline aktiivsus kestab rohkem kui 60 s. Aeroobse treeningu käigus tugevneb süda ja kopsud ning areneb üldine füüsiline vorm (Chamari et al., 2015; Patel et al., 2017). Anaeroobset ehk kõrge intensiivsusega treeningut võib defineerida kui intensiivset füüsilist koormust, mida sooritatakse lühikese aja jooksul (15–60 s.). Energiat toodetakse ainult süsivesikute põletamisel. Anaeroobse tegevuse alla kuuluvad näiteks sprintimine ja raskuste tõstmine, kus tegevus on lühiajaline, aga samas intensiivne. Tihtipeale võib pingutus olla koguni maksimaalne. Kuigi tuleb arvestada, et selline tegevus on võimalik lühiajaliselt. Anaeroobne treening arendab lihastugevust, kasvatab lihaseid ja suurendab luutihedust (Chamari et al., 2015; Patel et al., 2017).

Vastavalt uuringule, mille on läbi viinud Adamson et. (2014), kui teha KIIT treeningut vähemalt kaks korda nädalas, on juba nähtavad muutused – isegi VO_{2s} – see väljendub VO₂ kõveras, funktsionaalne võimekus paraneb ja metaboolne tervis paraneb isegi mitte treenitul keskealistel rahvastikul (Adamson et al., 2014). KIIT on efektiivne treeningustrateegia selleks,

et väikse ajakuluga viia väsimuseni, ning mis aitab ülekaalulistel/rasvunudel vähendada nende rasvamassi, rahvastikul vanuses 33–46 aastat KMI 32-38 kg/m² (Smith-Ryan et al , 2016).

KIIT treening ei ole selle sajandi avastus, esimesed kirjalikud dokumendid viivad meid 19. sajandisse, kus seda on mainitud esimestes protokollides, kus on tehtud intervalljooksmist ning kõndimist (Bloomfield, 1962). Kui vaadata KIIT treeningut üldiselt, siis on näha, et seda on kasutanud esmalt sportlaste seas juba pikki aastaid, tuletame meelde selliseid sportlasi nagu 1912. a olümpiavõitja Hannes Kolehmainen – tema kasutas oma treeningutes KIIT-i. Emil Zatopek, 1940. a olümpiavõitja, kasutas ka KIIT treeningut. 1980. a olümpiavõitja Sebastian Coe toob teaduslikult välja KIIT mõju organismile. Umbes 2005. aastast hakkab meditsiiniline maastik rääkima KIIT-i mõjudest kliinilises keskkonnas (Thomas et al. 2020).

Uuringud näitavad, et KIIT treeningu mõjul toimub nii tervetel kui ka südamepuudulikkusega inimestel juurdekasv VO₂-es ning südame koed saavad rohkem hapnikku, mis omakorda toetab kiiremat taastumist (Helgerud et al. 2007; Weston et al. 2014; Milanovic et al. 2015). Regulaarne KIIT treeninguga tegelemine ning jõuharjutused sobivad eakatele patsientidele, kellel on krooniline obstruktiivne kopsuhaigus – täpsus, kõndimise kiirus ja aeroobne võimekus paranevad ilma kõrvaltoimeteta. (Guadalupe Grau et al ., 2017). KIIT treeningu tulemusteks on positiivne mõju üldisele kolesterooli alandamisele ning ka halva kolesterooli (LDL) parandamisele, samuti hea kolesterooli (HDL) stabiliseerimisele. Ka on märkimisväärne fakt, et KIIT tõstab rakkude insuliinitundlikkust (Racil et al. 2013; Sogaard et al. 2018).

Tänapäeva ühiskonnas on probleemiks rasvumine, seda nii noorte kui ka eakate seas, uuringutest on leitud, et 12-nädalane KIIT treening avaldab positiivset mõju kehakaalu langetamisele, kardiorespiratoorsele võimekusele ja glükoliseeritud hemoglobiini (HbA1c) langetamisele (Wormgoor et al. 2018). KIIT treening on efektiivne strateegiline instrument selleks, et vähendada rasva sisaldust organismis nii abdominaalselt kui ka visteraalselt rasva massi foonil (Maillard et al. 2018). Head mõju on KIIT treening avaldanud ka erinevatele kroonilistele haigustele: insult, hüpertensioon, diabeet (Molmen-Hansen et al. 2012; Askim et al. 2014; Støa et al. 2017; Rose et al. 2020). Vaadates KIIT-i mõju organismi metaboolsele, kardiaalsele ja süsteemsele vaskulaarsele adaptatsioonile, on hämmastav, et avaldatud on ainult kaks artiklit (Drapeau et al. 2019; Northey et al. 2019) ja ei ole suuremaid uurimusi, kuidas KIIT mõjutab tserebraalset tsirkulatsiooni.

Adaptatsiooni mehhanismi uuringus, mis uuris skeletilihaseid KIIT treeningus, põhjustab oksüdatiivne protsess stressi, mis on oma korda loomulik ja vajalik protsess, mis põhjustab erinevate struktuuride degradatsiooni.(Bellinger et al , 2008). Akuutne adaptatsioon manifesteerub selles, et lihaste kontraktiilne võimekus langeb 24 tunniks, peale ühte KIIT

sessiooni (Place et al., 2015). Siiski parandab regulaarne KIIT treening lihaste kontraktiilset võimekust eesmärgipäraselt kroonilise adaptatsiooni läbi. (Little et al., 2010)

Vananemisega väheneb ka põhiainevahetuse kiirus 5–25%, mis viib eelkõige kehakaalu tõusu ning keha rasvasisalduse suurenemiseni, isegi kui inimese toitumis- ja liikumisharjumused püsivad ilma muutusteta (St-Onge & Gallagher, 2010). Tavapärane on, et keha rasvamass hakkab järk-järgult tõusma 20.–25. eluaasta vahel ning seda kuni 65. eluaastani (Wilson & Kennel, 2002; Hunter et al., 2010). Oluline on märkida, et rasva ladestumine toimub enamasti peritoneumi ehk kõhupiirkonna elutähtsatesse organitesse ja nende ümber ning samuti ka luudesse ja lihastesse (Hunter et al., 2010; Lang et al., 2010; Bredella et al., 2014; Ilich et al., 2014). Sellele vaatamata kaasneb vananemisega nii lihase kui luukoe vähenemine. Lihasmass jõuab haripunkti ligikaudu 30. eluaastatel ning hakkab siis järk-järgult kahanema. 70-aastaselt inimesel leitakse keskmiselt olevat lihasmassi kadu umbkaudu 20–40% (Cohn et al., 1980; Kalyani et al., 2014). Vananemine on normaalne ja inimesele loomumane progressiivne protsess, mis põhjustab funktsionaalse võimekuse languse. Vananemine kui füsioloogiline protsess viib muutusteni skeletilihaste kvantiteedis ja kvaliteedis ning põhjustab järk-järgult lihasjõu ja lihasvastupidavuse vähenemist ning töövõime langust (Power et al., 2013). Skeletilihaste massi ja jõu progressiivset vähenemist nimetatakse sarkopeeniaks, mida peetakse suurimaks märgatavaks muutuseks vananemise puhul (Cruz-Jentoft et al., 2010). 50. eluaastast alates kaotab inimene lihasmassis ja jõus umbkaudu 1–2% aastas. Vananemisest tuleneva sarkopeenia tekkega kaasnevad lisaks lihasmassi ja lihasjõu kahanemisele ka lihasesisese rasva ladestumise lihasatroofia, satelliitrakkude proliferatsiooni ja diferentseerumise võime ning mootorsete ühikute vähenemine (Muscaritoli et al., 2012). Orr (2006) teeb kokkuvõtte oma uuringust, et enne veel, kui hakkab kahanema inimese lihasjõud, väheneb lihaste jõugenereerimise võime, sellist nähtust nimetatakse dünapeeniaks (Clark & Manini, 2008).

Kuigi kõrge intensiivsusega intervalltreening on leidnud kindla koha tervisega seotud kardiorespiratoorse ja metaboolse võimekuse arendamisel, on seejuures vähe uuritud skeletilihaste akuutse ja kroonilise adaptatsiooni ealisi iseärasusi. Vananemisega kaasneb oksüdatiivne stress ja krooniline põletik skeletilihastes (Cruz-Jentoft et al., 2010). Areneb sarkopeenia, millega kaasneb lihasatroofia ja funktsionaalse võimekuse vähenemine (Cruz-Jentoft et al., 2010), samuti tekitab anaboolne resistentsus ehk lihasvalkude sünteesi alanemine kehalisel treeningul (Kumar et al., 2009).

Vananemisega kaasneb kardiorespiratoorse võimekuse langus ja südamehaiguste riski suurenemine. On leitud, et 8-nädalase kõrge intensiivsusega intervalltreeningu tagajärjel suurenes vanemaelistel (üle 60 a) kardiorespiratoorne võimekus. Uuringus leiti, et

hapnikutarbimine kasvas keskmiselt 11% ja insuliini resistentsus vähenes keskmiselt 26%. (Hwang et al., 2016).

Mitmed uuringud näitavad, et KIIT treening on sobilik nii nooremaealistele kui ka vanemaelistele inimestele. Wisløff (2007) leidis, et KIIT treening on jõukohane ning teostatav ka vanemaaliste seas, kellel esineb südamehaigusi, ning veel enam tuleb antud treening kasuks ka infarktijärgsetele patsientidele elukvaliteedi parandamisel. Samuti on leitud, et KIIT treening alandab vanemaelistel maksimaalset südame löögisagedust ning rahuoleku pulssi, suurendab maksimaalset hapnikutarbimist ja maksimaalset kopsude ventilatsiooni (Broman et al., 2006).

Westoni (2014) tehtud metaanalüüsis, mis hõlmas 51 artiklit, jõuti järeldusele, et VO_{2max} tõuseb intensiivse intervalltreeningu mõjul enam just mittetreenitud ja istuva eluviisiga inimestel. Mõju treenitud inimestel on märksa tagasihoidlikum. Maksimaalse võimsuse suuremat tõusu seostati madalama algtasemega. Samas uuringus täheldati, et mida pikem uuringuperiood, seda suuremaid muudatusi saavutati. KIIT treeningut mõjutavate faktoritena toodi välja ka vanus, kehaline aktiivsus (Weston et al., 2014), kehakoostis, toitumine, treeningu pikkus ja intensiivsus (Ouerghi et al., 2014). Uuritava sugu ei mõjuta KIIT treeningu mõjusid (Astorino et al., 2011).

Saades aru rohkem mehhanismidest, mis rakenduvad KIIT treeningu ajal, annavad need meile teaduslikult põhjendatud aluse, kuidas optimeerida tulevikus paremat sekkumist ning edendada tervislikku elu noorte seas ning kuidas edendada tervislikku vananemist, vältides kroonilisi haigusi, nagu kõrge vererõhk, mis võib põhjustada insulti. Ennetades teatud haigusi, avaldub positiivne mõju indiviididele, nende peredele, kogukonnale ja üldises kontekstis ühiskonnale (Thomas et al. 2020).

2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva tööesmärk oli selgitada välja aeroobse ja anaeroobse töövõime näitajate muutused kolmenädalase KIIT treeningu mõjul noortel ja vanemaealistel meestel.

Töös püstitati järgmised ülesanded:

1. Määrata maksimaalse hapnikutarbimise ja pulsisageduse näitajad veloergomeetril sooritatud koormustesti tingimustes enne ja pärast KIIT treeningut.
2. Määrata Wingate testi tingimustes arendatava võimsuse näitajad enne ja pärast KIIT treeningut.
3. Määrata kehakaalu muutused enne ja pärast KIIT treeningut.

3. METOODIKA

Käesoleva magistritöö uuring on osa laiapõhjalisemast uuringuprojektist, mis selgitab erinevas vanuses meeste hulgas KIIT treeningu mõju noortel ja vanemaealistel. Magistritöö autor on tuntud kui üks laiapõhjalise uuringu uuritavatest. Magistritöö autor sai uurimisprojektist vajalikke andmeid, et hinnata KIIT treeningu võimalikku mõju VO_2 max muutustele enne ja pärast uuringuperioodi. Uuring on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega: (prot. nr. 267/T-9, 20.02.2017).

3.1. Vaatlusalused

Algselt registreerus uurimusse 24 meestsoost vaatlusalust, kellest osutus valituks 21. Kolm meest on uurimusest väljajäänud, kuna neil oli kõrge arteriaalne rõhk treeningu ajal (vanemaealised mehed, $n = 2$) ja põlvevalu (noored mehed, $n = 1$). Enne mõõtmisi külastas iga vabatahtlik laboratooriumit, selleks et lugeda läbi ja kirjutada alla oma nõusolekule uurimuses osalemiseks. Peale seda tutvusid nad kõikide testide ja harjutuste protseduuridega. Kokku võttis uurimusest osa 21 tervet meest. Nad olid jagatud kahte gruppi vastavalt eale: noored mehed, vanuses vastavalt 25–29 eluaastat ($n = 10$), ja grupp vanemaealisi mehi, vastavalt vanuses 63–72 eluaastat ($n = 11$).

Uuringus osalejad ei olnud suitsetajad, neil ei esinenud mingeid kroonilisi ega akuutseid haigusi (kardiovaskulaarseid, pulmonaarseid, nefroloogiliseid ega neuromuskulaarseid), nemad ei kasutanud ei ravimeid ega toidulisandeid. Uuritavatel ei olnud mingeid traumasid alakehas viimase 6 kuu jooksul ja uuritavad ei tegelenud KIIT treeninguga väljaspoolt uuringut. Erinev füüsiline aktiivsus esines mõlemas rühmas nii eakatel kui ka noortel meestel.

Osalejad kõrvaldati uuringust, kui nad olid rasvunud ($\text{KMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) või kui neil esines alakaal ($\text{KMI} < 18.5 \text{ kg/m}^2$), kõrge arteriaalne vererõhk ($\geq 140/90 \text{ mmHg}$), *Mini-Mental Test* skoor 23 punkti ja vähem, akuutsed ja kroonilised traumad, neuroloogilised haigused, ülitundlikkus elektrilistele impulssidele, südamestimulaator, endoproteesid või luuplaadid luumurdude kohtades. Vaatlusalused võivad olla tegelenud tervise huvides kehalise treeninguga, kuid võistlussportlasi uuringusse ei kaasata. Vaatlusaluste vanus, kehakaal, antropomeetrilised andmed ja kehakoostis on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Vaatlusaluste näitajad enne treeningut (keskmine $\pm$ SE)

Näitajad	Noored mehed (n = 10)	Vanemaealised mehed (n = 11)
Vanus (a)	25.9 $\pm$ 3.5	63.7 $\pm$ 8.3
Keha pikkus (cm)	177.8 $\pm$ 5.9	177.5 $\pm$ 5.0
Kehakaal (kg)	82.2 $\pm$ 13.3	83.6 $\pm$ 8.6
KMI (kg/m ²)	25.9 $\pm$ 3.6	27 $\pm$ 2.1
Keha rasvamass (kg)	16.0 $\pm$ 5.7	18.7 $\pm$ 5.0
Keha rasvavaba mass (kg)	61.3 $\pm$ 7.6	60.0 $\pm$ 4.3
Keha rasvaprotsent (%)	19.3 $\pm$ 4.0	22.6 $\pm$ 3.8

3.2. Uurimismeetodid

3.2.1. Antropomeetria

Keha pikkust mõõdeti antropomeetriga (*Soehnle Professional, Saksamaa*) mõõteveaga $\pm$ 0.1 cm. Keha mass määrati standartse elektrilise kaaluga (kergetes riietes ja ilma jalatsiteta) mõõteveaga $\pm$ 0.1 kg. KMI arvutati kasutades standartset valemit: kehakaal (kg) jagatud pikkusega (m) ruudus.

3.2.2. Keha koostise määramine

Kogu keha koostist määrati DEXA (*dual-energy x-ray absorptiometry*) skanneri abil. Enne mõõtmist olid kõik osalejad informeeritud sellest mõõtmise meetodist ning iga osaleja valmistati vastavalt ette, et mõõtetulemus oleks valideeritud. Mõõtmise ajal skaneeriti osalejaid horisontaalasendis vastavalt juhendile (Madsen et al., 1997). Määrati keha rasvamass (kg), keha rasvavaba mass (kg) ja keha rasvaprotsent (%) (tabel 1).

3.2.3. Aeroobse töövõime määramine

Selleks et mõõta aeroobset mahtu ja kardiovaskulaarset tööd, tehti uuritavatel ka EKG protseduuriga koormustest veloergomeetril (*Lode Corival Ergometer, LODE Holding Co, Groningen, Holland*). Test algas 2 min koormusega 40 W, iga minutiga koormust tõsteti 20 W võrra. Hapniku tarbimist mõõdeti (*Cortex Metamax 3B, Saksamaa*) VO_{2max} abil, et teada saada suurimat hapniku tarbimist viimase 30 s jooksul (Andersen, 1995). VO₂ maxi hindamiseks kasutati hermeetiliselt suletud näomaski (*Version 2 Oronasal Mask, Hans Rudolph, inc*), mis registreeris sisse- ja väljahingatavate gaaside kogused ning neid analüüsiti arvutitarkvara LABManager 5.3.0.4 abil. Kogu koormustesti vältel registreeriti osaleja südame löögisagedus Polar RS400 pulsikella abil. Testi käigus mõõdeti uuritavatel väljahingatavast õhust VO_{2max}, VO₂/kg ja HS. VO_{2max} on esitatud joonisel 1.

3.2.4. Kõrge intensiivsusega intervalltreening

KIIT viidi läbi veloergomeetril (*Monark 834E, Rootsi*), uuritavad olid õpetatud trenningut läbi viima uuringu meeskonna poolt, uuringu personal osales igal treeningul. Iste kõrgus veloergomeetril mõõdeti ära ja fikseeriti uuringu esimesel päeval, kui tutvustati kõiki uuringu etappe. KIIT treeningu protokoll oli nagu Wingate test (Bar-Or, 1987). Enne uuringut sai iga osaleja eelsoojenduse (kiirus kuni 6 km/t), treeningu protokoll alguses 5 min.

Peale soojendust uuringus osalejad pedaleerisid 5 s koormuseta kiirusel 100 pöört minutis ja neid oli instrueeritud säilitama maksimaalset pedaleerimiskiirust. Treeninguid oli 9 korda kolme nädala jooksul. Ühel treeningul sooritasid osalejad 6 maksimaalse intensiivsusega Wingate testi, kestvusega 30 s, puhkeintervalliga 4 minutit. Veloergomeetrile lisatud koormus moodustas 7,5% osaleja kehakaalust. Taastumise ajal võisid uuritavad istuda, lamada või kõndida, soovi korral vett juua. Südame löögisagedust jälgiti kogu treeningu ajal FR monitori ja käekella abil (*Polar RS300X, Soome*). Osalejaid motiveeriti treeningu ajal verbaalselt.

3.2.5. Anaeroobse võimsuse määramine

Maksimaalne võimsus ja suhteline võimsus määrati nii enne kui ka pärast eraldi uuringuga 30 s Wingate testi tingimustes.

3.2.6. Uuringu korraldus

Uuringueelsed ja -järgsed protseduurid (antropomeetrilised mõõtmised, vereanalüüsid, kehakoostise mõõtmised, koormustestid) korraldati Tartu Ülikooli sporditeduste ja füsioteraapia instituudi spordifüsioloogia laboratooriumis Tartus, Jakobi 5. Jõutreeningud viidi läbi Tartu Ülikooli Spordihoone jõusaali 2. korrusel Tartus, Ujula 4.

Käesolev magistritöö on kirjutatud rahvusvahelise projekti raames “Adaptive changes in skeletal muscles during high-intensity interval training in young and older men”, mis oli läbi viidud Kinesioloogia ja Biomehaanika Laboratooriumis (Ujula 4, Tartu) ja Kinaatropoloogia Laboratooriumis (Jakobi 5, Tartu) Tartu Ülikoolis ajavahemikus sügis 2017–kevad 2018. Antud rahvusvahelise projekti raames kirjutasid sellest uuringust oma lõputöid Tartu Ülikooli magistrandid Luik Martin (2018) ning Anna Ivanova (2019).

Autori roll antud uuringus oli nii osalemine kui ka andmete töötlemine, füüsiline aktiivsuse küsimustiku koostamine, andmete kandmine Microsoft Exceli (2022) tabelisse, kui ka statistiline töötlemine ning gruppide võrdlus. Noorte meeste füüsilise aktiivsuse alad olid peamiselt fitness, jalgpall ja võrkpall ning vanemaealiste meeste alad olid korvpall, tennis ja jooksmine. Tavaliselt autor osales ettevalmistusprotsessis (osaleja naha puhastamine ning andurite peale geeli panek, andurite paigaldus osalejate nahale nii testimise kui ka treeningu

ajal), samuti motiveeris ta osalejaid verbaalselt. Tehti ka erimõõtmisi: antropomeetrilisi, kehakompositsiooni ja kardivaskulaarse fitnessi testi. Nädala aega hiljem tegid osalejad Wingate testi.

Osalejaid oli palutud hoiduma kofeiinist 24 tundi enne igat testi ja vältima igasugust füüsilist koormust väljaspool uuringut. Nagu varasemalt oli uuritud, mõjutab kofeiin ergogeenilist efekti (Tarnopolsky, 2008), skeleti lihase jõu kasvu ja kontraktsiooni kestvuse aega (Olorunshola and Achie, 2011). Kõik testid olid tehtud sisserruumides, kus temperatuur oli püsivalt 22 kraadi sooja ning treeningu viisid läbi sama uuringu liikmed. Uuritavad kandsid T-särki, lühikesi pükse ja spordijalatseid. KIIT treeningu päev valiti sõltuvalt uuritava võimalusest (kuupäevad ja kellaaeg).

Kohtudes vaatlusalustega, selgitati uuringu eesmärki, sisu, testide olemust ning sellega kaasnevat koormust ja kasu vaatlusalustele. Juhul, kui oli huvilisi, võeti nende kontaktandmed ning kontakteeruti nendega uuesti telefoni teel, et kokku leppida uuringus osalemine või mitteosalemine ning positiivse vastuse korral uuringusse tulemise aeg.

Iga osaleja sooritas koormustesti kahel korral – enne ja pärast kolmenädalast treeningperioodi. Enne KIIT treeningu algust toimus nädalane kohanemis- ja testimisperiood.

Esimesel uuringu päeval tutvustati uurimismetoodikat. Esimese nädala jooksul määrati kehakoostise ja töövõime näitajad. Teisel nädalal pärast lähteandmete registreerimist sooritas uuringus osaleja esimese kõrge intensiivsusega IT veloergomeetril. Uuringus osaleja sooritas kõrge intensiivsusega IT veloergomeetril kolm korda nädalas kolme järjestikuse nädala jooksul, kokku üheksal treeningul.

Kordustestimine, mille käigus määrati uuritavad parameetrid, toimus vähemalt 72 tundi pärast viimast kõrge intensiivsusega IT-d.

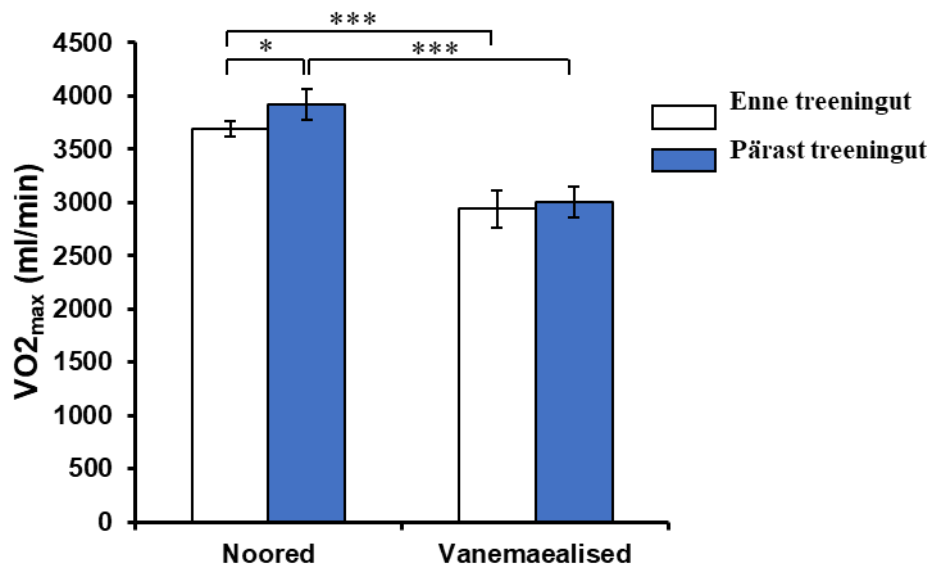
3.2.7. Andmete statistiline töötlus

Kogutud andmete statistiline analüüs toimus tarkvaraprogrammide Microsoft Excel 2022 ja Statistica 13.3 abil. Arvutati parameetrite aritmeetiline keskmine ja standardviga. Tunnustevaheliste seoste hindamiseks võeti kasutusele Pearsoni korrelatsioonianalüüs. Erinevate testide tulemuste erinevuse olulisuse hindamiseks kasutati paari Studenti T-testi. Madalaimaks statistilise erinevuse olulisuse nivooks on $p < 0,05$.

4. TULEMUSED

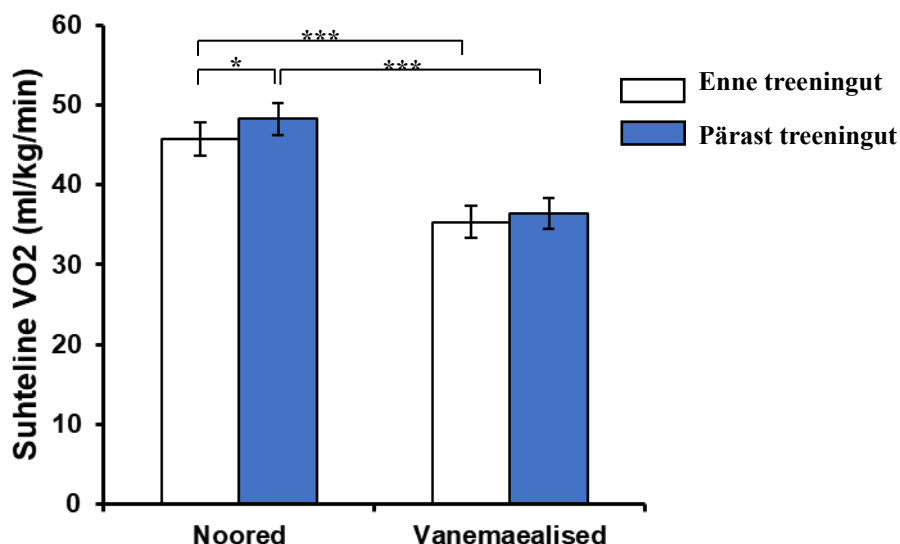
4.1. Maksimaalne hapnikutarbimine

Maksimaalne hapnikutarbimine on esitatud joonisel 1 ja suhteline hapnikutarbimine on joonisel 2. Tulemustest võib näha, et noortel meestel oli enne KIIT treeningu algust VO_{2max} keskmiselt näitajaga 3687 ± 70 ml/min ning pärast uuringu lõppu oli keskmiselt 3920 ± 146 ml/min, seejuures oli see muutus statistiliselt oluline ($p < 0.05$). Vanemaealistel meestel oli enne KIIT treeningut VO_{2max} keskmiselt 2939 ± 172 ml/min ning uuringu lõpus oli keskmiselt 3005 ± 142 ml/min, seejuures see muutus ei olnud statistiliselt oluline.



Joonis 1. Maksimaalne VO_2 koormustesti tingimustes veloergomeetril enne ja pärast KIIT treeningut (keskmine $\pm$ SE), * $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

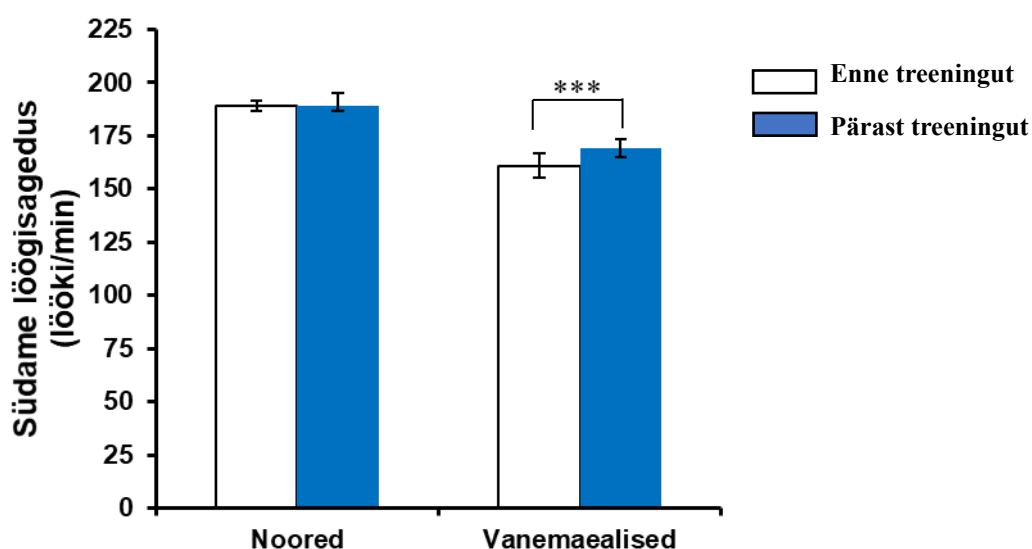
Suhtelises hapnikutarbimises kehakaalu kilogrammi kohta töövõimest on toimunud muutused mõlemal rühmal, noortel meestel oli VO_2 uuringu alguses keskmiselt $45,7 \pm 2,1$ ml/kg/min ning uuringu lõpus suurenes see keskmiselt $48,2 \pm 2,0$ ml/kg/min, seejuures oli see muutus statistiliselt oluline ($p < 0.05$). Vanemaealistel meestel on toimunud järgnevad muutused VO_2 uuringu alguses keskmiselt $35,3 \pm 2,0$ ml/kg/min ning pärast uuringu lõppu oli keskmiselt $36,4 \pm 2,0$ ml/kg/min, seejuures see muutus ei olnud statistiliselt oluline.



Joonis 2. Suhteline VO₂ koormustesti tingimustes veloergomeetril enne ja pärast KIIT treeningut (keskmine $\pm$ SE), * $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

4.2. Südame löögisagedus

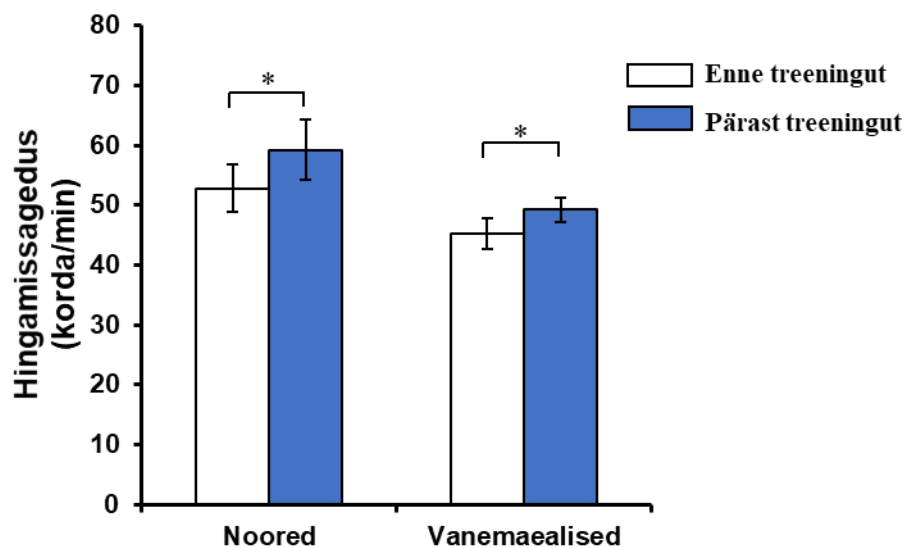
Maksimaalne südame löögisagedus koormustesti tingimustes veloergomeetril on toodud joonisel 3. Noortel meestel oli enne KIIT treeningu algust keskmiselt see näitaja $189 \pm 2,3$ lööki/min ning pärast uuringu lõppu oli keskmiselt $189,1 \pm 2,5$ lööki/min, seejuures see muutus ei olnud statistiliselt oluline. Südame löögisagedus vanemaealistel meestel enne KIIT treeningut oli keskmiselt $160,9 \pm 5,7$ lööki/min ning uuringu lõpuks oli keskmiselt $169,3 \pm 4,2$ lööki/min, seejuures see muutus oli statistiliselt oluline.



Joonis 3. Maksimaalne südame löögisagedus koormustesti tingimustes veloergomeetril enne ja pärast KIIT treeningut (keskmine $\pm$ SE), *** $p < 0.01$

4.3. Hingamissagedus

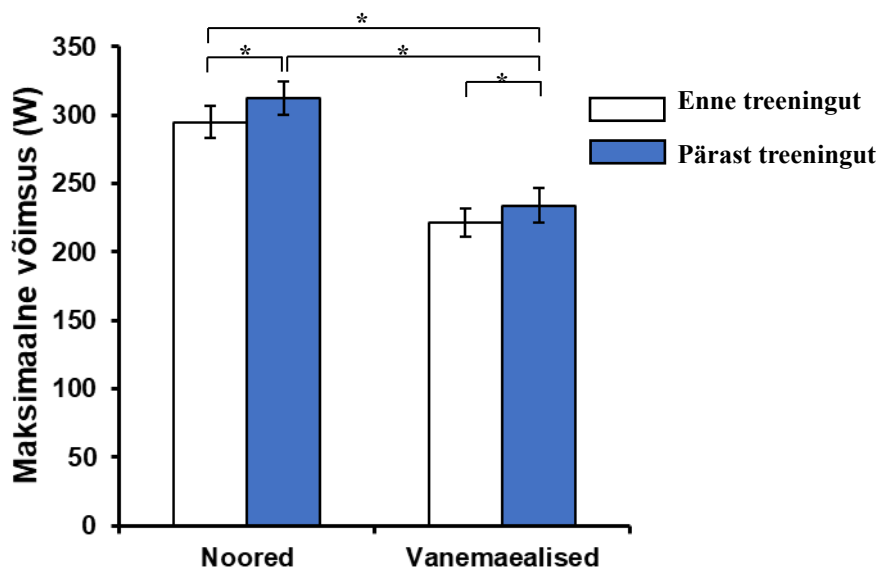
Maksimaalne hingamissagedus koormustesti tingimustes veloergomeetril on toodud joonisel 4. Noortel meestel oli enne KIIT treeningu algust keskmiselt see näitaja $52,83 \pm 4,01$ korda/min ning pärast uuringu lõppu oli keskmiselt $59,15 \pm 5,01$ korda/min, seejuures see muutus oli statistiliselt oluline ($p < 0.05$). Maksimaalne hingamissagedus vanemaealistel meestel enne KIIT treeningut oli keskmiselt $45,31 \pm 2,57$ korda/min ning uuringu lõpuks oli keskmiselt $49,21 \pm 2,06$ korda/min, kusjuures see muutus oli statistiliselt oluline ($p < 0.05$).



Joonis 4. Maksimaalne hingamissagedus koormustesti tingimustes veloergomeetril enne ja pärast KIIT treeningut (keskmine $\pm$ SE), * $p < 0.05$

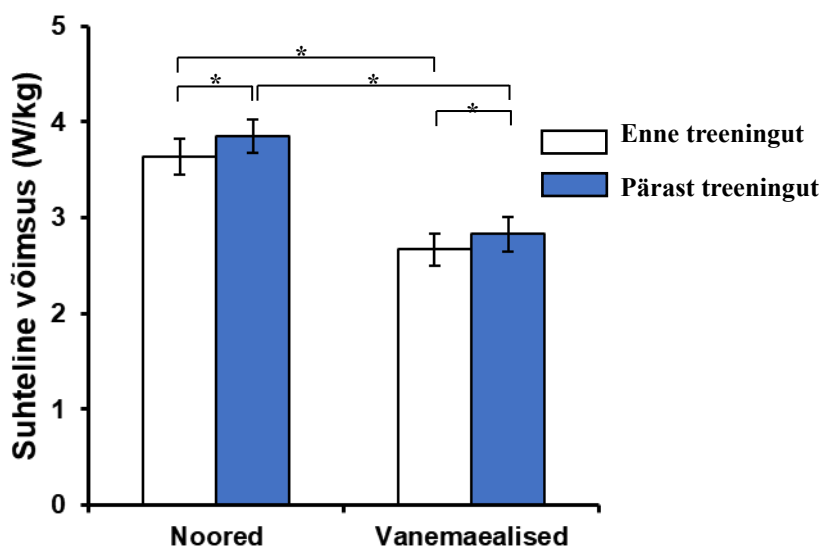
4.4. Anaeroobse võimsuse näitajad

Maksimaalse võimsuse näitajad Wingate testi tingimustes koormustesti ajal on toodud joonisel 5. Maksimaalne võimsus noortel meestel oli enne KIIT treeningu algust keskmiselt näitajana $294,8 \pm 12,0$ W ning pärast uuringu lõppu oli keskmiselt $312,6 \pm 10,7$ W, seejuures see muutus oli oluline ($p < 0.05$). Vanemaealistel meestel enne KIIT treeningut oli maksimaalne võimsus keskmiselt $221,4 \pm 12,3$ W ning uuringu lõpuks oli keskmiselt $233,9 \pm 12,5$ W, seejuures see muutus oli oluline ($p < 0.05$).



Joonis 5. Veloergomeetril arendatud maksimaalne võimsuse näitajad Wingate testi tingimustes enne ja pärast KIIT treeningut (keskmine $\pm$ SE), * $p < 0.05$

Suhtelise võimsuse näitaja Wingate testi tingimustes koormustesti ajal on toodud joonisel 6. Noortel meestel oli enne KIIT treeningu algust keskmiselt näitaja $3,64 \pm 0,19$ W/kg ning pärast uuringu lõppu oli keskmiselt $3,85 \pm 0,17$ W/kg, seejuures see muutus oli oluline ($p < 0.05$). Vanemaealistel meestel enne KIIT treeningut oli suhteline võimsus keskmiselt $2,67 \pm 0,17$ W/kg ning uuringu lõpuks oli keskmiselt $2,83 \pm 0,18$ W/kg, kusjuures see muutus oli oluline ($p < 0.05$).



Joonis 6. Veloergomeetril arendatud suhtelise võimsuse näitajad Wingate testi tingimustes enne ja pärast KIIT treeningut (keskmine $\pm$ SE), * $p < 0.05$

4.5. Kehakaal

Noortel meestel oli enne KIIT treeningu algust kehakaal keskmiselt $82,19 \pm 4,22$ kg ning pärast uuringu lõppu oli keskmiselt $82,36 \pm 4,22$ kg. Kehakaal vanemaealistel meestel enne KIIT treeningut oli keskmiselt $83,55 \pm 2,6$ kg ning uuringu lõpuks oli keskmiselt $83,35 \pm 2,73$ kg.

4.6. Korrelatiivsed seosed uuritud näitajate vahel

Korrelatiivsed seosed Wingate testi tingimustes arendatud võimsuse ja teiste näitajate vahel noortel meestel on toodud tabelis 2 ja vanemaealistel meestel tabelis 3. Noortel meestel oli oluline ($p < 0.05$) positiivne korrelatiivne seos südamelöögisagedusel ja mõlema võimsuse näitajaga, teiste näitajate osas olulisi korrelatiivseid seoseid ei olnud.

Tabel 2. Korrelatsiooni kordajad Wingate testi tingimustes arendatud võimsuse ja teiste näitajate vahel noortel meestel.

	Võimsus (W)	Võimsus (W/kg)
VO2 (ml/kg/min)	-0,10	-0,18
V'O2 (ml/min)	-0,12	-0,28
HS (1/min)	-0,08	-0,22
SLS (1/min)	0,46	0,41

Vanemaealistel meestel teiste näitajate osas olulisi korrelatiivseid seoseid ei olnud.

Tabel 3. Korrelatsiooni kordajad Wingate testi tingimustes arendatud võimsuse ja teiste näitajate vahel vanemaealistel meestel.

	Võimsus (W)	Võimsus (W/kg)
VO2 (ml/kg/min)	0,30	0,27
V'O2 (ml/min)	0,35	0,20
HS (1/min)	0,24	0,12
SLS (1/min)	-0,23	-0,40

5. ARUTELU

Antud töös selgitati välja, kuidas mõjutab kolmenädalane KIIT treening veloergomeetril kehaliselt aktiivsetel noortel ja vanemaealistel meestel aeroobset ja anaeroobset töövõimet ning kehakaalu. Varasemates uuringutes on uuritud pikemajalisemat perioodi ehk 3,6 kuud KIIT treeningu mõju organismile, selle uuringu eripäraks on noorte meeste kehalise muutuse võrdlus eakate meeste organismi muutusega, mis toimub kolmenädalase KIIT treeningu tagajärjel. See teema vääris uurimist, kuna KIIT ning intervalltreening on üleüldiselt paljulubavad meetodid ka kardiovaskulaarsete riskide vähendamisel, aeroobse võimekuse ja anaeroobsele võimekuse tõstmisel ning kehakaalu langetamisel (Helgerud et al., 2007; Weston et al., 2014; Milanovic et al., 2015; Logan et al., 2014). Mitmed teised uurimused on näidanud positiivset mõju südame- ja kopsusüsteemile (Ramos et al., 2015 ;Burgomaster et al., 2008; Trapp et al., 2008) ning kehalisele töövõimele (Drapeau et al., 2019; Northey et al., 2019; Burgomaster et al., 2005).

Käesolev uuring näitas et kolmenädalane KIIT treening parandas aeroobset töövõimet noortel meestel. Kuusjuures noortel meestel kasvas keskmiselt VO_{2max} (ml/kg/min) – 6%, see muutus oli statistiliselt oluline, ning eakatel meestel kasvas keskmiselt omakorda VO_2 (ml/kg/min) – 3%. VO_{2max} tõus oli tõusu tendentsis, nagu viitavad ka teistes sarnastes uuringute tulemuste näitajad, tõusis KIIT treeningul laktaadi tase oluliselt kõrgemale kui kehvustreeningus (Foster et al., 2015). See omakorda suurendab VO_{2max} i ning lihaste oksüdatiivse potentsiaali tõusu (Burgomaster et al., 2005).

Vaccari (2020) ja Bacon (2013) tõid välja oma uuringust, et VO_{2max} tõuseb proportsionaalselt koos intensiivsuse tõusuga ehk mida intensiivsemalt treenitakse, seda enam peaks tõusma VO_{2max} . Sarnaselt käesoleva uuringuga on VO_{2max} tõusnud ka teistes uuringutes (Arad et al., 2015; Cocks et al., 2015; Jung et al., 2015; Robinson et al., 2015; Sawyer et al., 2016; Skleryk et al., 2013). Kolmekuine KIIT uuring, mida viis läbi Vaccari (2020), on mõjutanud keskmiselt VO_{2max} i 16%.

VO_2 suurenemist on täheldatud Kongi (2016) oma uuringus, mis on kestnud 5 nädalat, see KIIT treening on tehtud naistega vanuses 19–20 eluaastat, kes olid füüsiliselt keskmiselt aktiivsed, enne treeningut oli nende VO_2 $34,1 \pm 5,7$ ml/kg/min ning peale treeningut oli see vastavalt $36,6 \pm 6,6$ ml/kg/min. Adamsoni (2014) ja tema kolleegide läbi viidud uuringus oli täheldatud märgatav VO_{2max} i suurenemine, uuritavad olid naised vanuses 43–51, kes ei treeninud pidevalt, olid keskmise aktiivsusega, enne treeningut oli neil $27,2 \pm 7$ ml/kg/min ning KIIT treeningu ajal oli $29,9 \pm 7$ ml/kg/min. Meie uuringus oli noortel meestel aeroobse võimekuse kasv suurem kui vanemaealistel meestel, protsentuaalselt on noortel meestel keskmiselt 23% suurem aeroobne võimekus võrreldes vanemaealiste meestega, see on ka

üleüldine fakt, et vanusega aeroobne võimekus langeb. Meie uuringust võib ka täheldada, et uuritavad olid füüsiliselt keskmiselt aktiivsed mehed, nii noored kui ka vanemaealised.

Antud uuringus sooritasid uuritavad maksimaalsel võimsusel sprinte – seda näitab see, et maksimaalne südame löögisagedus oli noortel meestel koormustesti sooritamisel keskmiselt 189 lööki/min ning vanemaealistel meestel keskmiselt 161 lööki/min. Teised uurijad MacInnis ja Gibala (2017) seostavad VO_{2max} tõusu ning löögimahtu südamepeatsluse võimsuse tõusuga. Kui võrrelda noorte meeste ja vanemaealiste meeste südame löögisagedust, siis vahe on keskmiselt 15% ehk vanusega on tekkinud ka maksimaalse südamepeatsluse vähenemine ehk ealised muutused. Peale treeningu perioodi oli see 10% ehk vahe oli vähenenud, seega isegi kolmenädalane KIIT treening avaldab positiivset mõju.

Noortel on südame löögisageduse juurdekasv väiksem ning eakatel on südamepeatsluse kasv suurem, see on tingitud omakorda ealistest muutustest. KIIT treeningu läbi ei kasvanud südame löögisagedus noortel meestel, kuid vanemaealistel meestel kasvas keskmiselt 5%. Kuid Fosteri ja kolleegide (2015) poolt läbiviidud uuringus tuuakse välja, et treeningud anaeroobsel tasemel parandavad südamelihase efektiivsust.

Ka ei ilmnunud antud uuringus olulisi muutusi aeroobse ja anaeroobse läve hapnikutarbimistes ega võimsustes. See võib olla seletatav sellega, et antud uuringus kasutatud KIIT treening oli intensiivsusest aeroobsest lävest oluliselt kõrgem. Ka Fosteri ja kolleegide läbiviidud uuringus (2015) on täheldatud maksimaalse võimsuse ning hapnikutarbimise tõusu, aga samas on võimsuse tase jäänud samaks. Arendamaks aeroobse ja anaeroobse taseme võimsusi, tuleks teha ka madala intensiivsusega treeninguid.

Hingamissagedus kasvas antud uuringus noortel meestel koormustesti sooritamisel keskmiselt 8% ning vanemaealised meestel kasvas see keskmiselt 6% ning kui võrrelda noorte meeste ja vanemaealiste meeste hingamissageduse vahet – enne treeningut oli see 15%, ning peale treeningut oli juba 17%. Siin on näha sama treeningu mõju erinevust, vanemaealistel ei toimunud nii suurt juurdekasvu hingamissageduses, see vastab ealistele muutustele.

Meie uuring näitas, et võimsus kasvas KIIT treeningu mõjul, – P max. Noortel meestel on keskmine võimekuse tõus 5% ning eakatel meestel on keskmine tõus 6%. Kuna vaatlusaluste kehakaal oli suhteliselt stabiilne, siis suurenes keskmine P max tõusuga ka uuritavate keskmine P max/kg, noortel meestel peale KIIT-i kasvas keskmiselt 5%, eakatel meestel kasvas peale KIIT-i aga keskmiselt 6% ning kui võrrelda noorte meeste võimsust ja vanemaealiste meeste võimsust, siis vahe on 25%, see on tingitud ealistest muutustest.

Varasemad uuringud Wingate testiga saavutasid maksimaalse võimsuse tõusu, sarnaselt järeldus ka meie uuringus (Drapeau et al., 2019; Ouerghi et al., 2014; Weston et al., 2014). Varasemate uuringute baasil võib maksimaalse võimsuse tõusu seostada fosfokreatiini varude

suurenemisega lihastes (Cooke et al., 1991; Rodas et al., 2000), ka glükolüüsimisvõime tõusuga ning anaeroobsete ensüümide aktiivsuse tõusuga (Bolduc et al., 2013; Larsen et al., 2014). Lisaks seostub lihastöö võimsuse tõus ka neuraalsel tasandil neuraalse adaptatsiooni läbi, mille kaudu kaasatakse töösse suurem arv motoorseid ühikuid ja läbi selle mehhanismi paraneb ka lihaste sünkronisatsioon ning tagajärjeks on võimsuse tõus. Seda on näidanud uuringud, kus on vaadeldud HIIT treeningu mõju närvisüsteemi kohastumise tasandil (Marley et al., 2017; Vera-Ibañez et al., 2017). Kindlasti oleks pikaajalisem uuring oluliselt rohkem kehakaalu langetanud ning lihahüpertroofiat esile kutsunud nii noortel kui ka vanemaealistel meestel.

Antud uuringus on täheldatud maksimaalse võimsuse suurenemine, aga arvatavasti on põhjuseks neuraalne adaptatsioon, kuna lihasmassi kasv toimub pikema treeningu läbi, meie uuring kestus oli 3 nädalat. Küll on seda täheldatud ka varasemates uuringutes (Kong et al., 2016), kuid need uuringud on olnud pikaajalisemad ehk rohkem kui kolm nädalat. Arvatavasti antud uuringu ajaperiood kolm nädalat on nii väike, et kutsuda esile lihahüpertroofiat, kuid ka kolm nädalat avaldab juba mõju teistel tasanditel, kuid mitte lihasmassi tasandil. Muutusi kehakaalus ei täheldatud ka teistes KIIT treeningu uuringutes, mis kestsid vaid 14 päeva (Kelly et al., 2017).

Rasvumine ja ülekaalulisus on ka meie ühiskonnas kasvav probleem, seda nii arenenud kui ka arenguriikides (Maillard et al., 2018; Wormgoor et al., 2018; Speiser et al., 2015). Uuringus me vaatleme, kas KIIT treening on mõjutanud kehakaalu. Persooniti on olnud kõige suurem kehakaalu langus noortel meestel 1,5 kg ning vanemaealistel meestel 3,5 kg. Keskmiselt muutus kehakaal noorte meeste rühmas, kasvades 0,2%, ning eakatel meestel treeningu järgselt kahanes keskmiselt 0,3% ning kui võrrelda noorte meeste keskmist kehakaalu vanemaealiste meeste omaga, siis vahe on 2%.

Varasemates uuringutes on leitud, et KIIT treening on hea meetod parandamaks kehakoostist (Van Proeyen et al., 2011; Richards et al., 2010). Eelisena on välja toodud ka see fakt, et KIIT treeningule kulub oluliselt vähem aega kui traditsioonilisele vastupidavustreeningule (Thomas et al., 2020).

Vaccari ja kollegide (2020) uuringutest täheldatakse kehakaalu muutust keskmiselt 6% võrra, aga Keatingi ja kollegide (2014) uuringutest ei täheldata, nagu ka käesolevas uuringus, KIIT treeningu mõjul statistiliselt olulisi muutusi kehakaalu näitajates. Uuringute vahe on pikkuses: üks uuring kestis rohkem aega ehk kolm kuud ning seal oli kehakaalu muutus suurem, teine vähem aega ning kehakaalu muutust ei esinenud, meie uuring toetab seda seisukohta. Üldiselt on varasemad uuringud näidanud, et KIIT treeningu mõjul keha rasvamass väheneb (Thomas et al., 2020; Gillen et al., 2013; Heydari et al., 2012; Kong et al., 2016).

Korrelatsiooni analüüsis on leitud seoseid südame löögisagedus ja võimsuse vahel. Kui suureneb lihaste võimsus, siis kasvab omakorda nõudlus hapniku järgi, ning et tagada hapniku vajadust, on vaja suurendada südamelöögisagedust ehk suureneb südamepulsi sagedus, mis viib vajaliku hapniku rakutasemele, selleks et tagada hapnikuvajadust, tõuseb ka hingamissagedus. On näha, et noortel on suurem positiivne korrelatsiooni suhe ning vanemaealistel on väiksem. Noorematel on maksimaalne pulsisagedus kõrgem, kuna tegemist on noorema organismiga, ning organismi vananedes toimuvad ealised muutused ja organismil on maksimaalne südame löögisagedus madalam, mida korrelatsiooni analüüs toetab.

Käesoleva uuringu plussidest võiks tuua välja uuringu heal tasemel organiseerituse, andmete kogumise objektiivsete meetoditega, adekvaatse kontrollsüsteemi, tänu millele on uuringu objektiivsuse tase autori hinangul hea, selleks et teha kaalukaid järeldusi. Töö objektiivsust parandab kaasajastatud ja täpse atribuuтика kasutamine uuringus. Uuringu puudusteks võib lugeda väikest uuritavate hulka ning uuritavate väljalangemise protsentiili – kõikidest alustanud uuritavatest ei suutnud uuringu kõiki kriteeriume täita 13%. Autor spekulatsioon, et põhjuseks võis olla KIIT treeningu mõju vanemaealiste meeste südamealutlusele, ning et uuringu ettevalmistusfaasis jäeti need välja. Kuigi uuritavad olid juhendatud oma elustiili mitte muuta, oli siiski neil võimalus tegeleda spordialadega, mis võis mõjutada nende VO_{2max} taset.

Kokkuvõtteks võimaldab KIIT treening nii noortel meestel kui vanemaealistel meestel juba kolme nädalaga arendada maksimaalse hapnikutarbimise võimet ning maksimaalset võimsust, kui aga treening kestab pikemalt kui 3 nädalat, on võimalik ka kehakaalu langetada.

6. JÄRELDUSED

1. Kolmenädalase KIIT treeningu tulemusena veloergomeetril suureneb noortel meestel aeroobne töövõime hinnatuna maksimaalse hapnikutarbimise näitajate järgi.
2. KIIT treeningu tulemusena suureneb vanemelistel meestel veloergomeetril sooritatud koormustesti tingimustes registreeritud südame löögisagedus.
3. KIIT treeningu tulemusena suureneb nii noortel kui ka vanemelistel meestel Wingate testi tingimustes arendatav maksimaalne ja suhteline võimsus.
4. KIIT treeningu mõjul olulisi muutusi kehakaalus noortel meestel ja vanemaealistel meestel ei toimu.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Adamson, S**, Lorimer, R., Cobley, J., Lloyd, R., Babraj, J. High Intensity Training Improves Health and Physical Function in Middle Aged Adults. *Biology*. 2014;3:333–344
2. **Arad AD**, DiMenna FJ, Thomas N, Tamis-Holland J, Weil R, et al. High-intensity interval training without weight loss improves exercise but not basal or insulin-induced metabolism in overweight/obese African American women. *J. Appl Physiol* 2015; 119: 352–362.
3. **Askim T**, Dahl AE, Aamot IL, Hokstad A, Helbostad J & Indredavik B. High-intensity aerobic interval training for patients 3–9 months after stroke. A feasibility study. *Physiother Res Int* 2014; 19, 129–139.
4. **Astorino TA**, Allen RP, Roberson DW, Jurancich M, Lewis R, et al. Adaptations to high-intensity training are independent of gender. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111: 1279–1286.
5. **Bacon AP**, Carter RE, Ogle EA, Joyner MJ. $VO_{2\max}$ Trainability and High Intensity Interval Training in Humans: A Meta-Analysis. *PLoS One* 2013; 8: 73182. doi:10.1371/journal.pone.0073182.
6. **Bar-Or, O**. The Wingate Anaerobic Test: An Update on Methodology, Reliability and Validity. *Sports Med*. 1987; 4:381–394.
7. **Bellinger, A.M.**, Reiken, S., Dura, M., Murphy, P.W., Deng, S.-X., et al. Remodeling of ryanodine receptor complex causes “leaky” channels: A molecular mechanism for decreased exercise capacity. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 2008; 105:2198–2202.
8. **Broman G**, Quintana M, Lindberg T, Jansson E, Kaijser L. High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *European Journal of Applied Physiology* 2006; 98(2): 117–23
9. **Bredella M.A**, Fazeli P.K, Daley S.M, Miller K.K, Rosen C.J, Klibanski A, Torriani M. Marrow fat composition in anorexia nervosa. *Bone* 2014; 66: 199–204
10. **Bloomfield P**. Captain Barclay. *Eugen Rev* 1962; 54, 25.
11. **Bolduc V**, Thorin-Trescases N & Thorin E. Endothelium-dependent control of cerebrovascular functions through age: exercise for healthy cerebrovascular aging. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2013; 305, H620–H633.
12. **Boutcher SH**. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes* 2011; 2011: 1–10.
13. **Burgomaster KA**, Hughes SC, Heigenhauser GJF, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol* (1985) 2005; 98: 1985–1990.

14. **Burgomaster KA**, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 2008; 586: 151-160.
15. **Chamari K**, Padulo J. „Aerobic“ and „Anaerobic“ terms used in exercise physiology: a critical terminology reflection. *Sports Med Open* 2015 Dec; 1:9.
16. **Clark B.C**, Manini T.M. Sarcopenia=/?dynapenia. *Journal Gerontology: Series A* 2008; 63: 829–834
17. **Cohn S.H**, Vartsky D, Yasumura S, Sawitsky A, Zanzi I, Vaswani A, Ellis K.J. Compartmental body composition based on total-body nitrogen, potassium, and calcium. *American Journal of Physiology* 1980; 239: 524–530
18. **Cocks M**, Shaw CS, Shepherd SO, Fisher JP, Ranasinghe A, et al. Sprint interval and moderate-intensity continuous training have equal benefits on aerobic capacity, insulin sensitivity, muscle capillarisation and endothelial eNOS/NAD(P)H oxidase protein ratio in obese men. *J Physiol* 2016; 594: 2307-2321.
19. **Cooke JP**, Rossitch E Jr, Andon NA, Loscalzo J & Dzau VJ. Flow activates an endothelial potassium channel to release an endogenous nitrovasodilator. *J Clin Invest* 1991; 88, 1663.
20. **Cruz-Jentoft A.J**, Baeyens J.P; Bauer J.M, Boirie Y, Cederholm T, Landi F et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing* 2010; 39: 412-423
21. **Drapeau A**, Labrecque L, Imhoff S, Paquette M, Le Blanc O, Malenfant S & Brassard P. Six weeks of high intensity interval training to exhaustion attenuates dynamic cerebral autoregulation without influencing resting cerebral blood velocity in young fit men. *Physiol Rep* 7, 2019; e14185.
22. **Foster C**, Farland CV, Guidotti F, Harbin M, Roberts B, et al. The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *J Sports Med* 2015; 14: 747-755.
23. **Gibala M.J** et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J. Physiol* 2012; 590: 1077-1084
24. **Gillen JB**, Percival ME, Ludzki A, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. Interval training in the fed or fasted state improves body composition and muscle oxidative capacity in overweight women. *Obesity (Silver Spring)* 2013; 21: 2249–2255.
25. **Guadalupe-Grau A**, Aznar-Laín S, Mañas A, Castellanos J, Alcázar J, et al. Short- and Long-Term Effects of Concurrent Strength and HIIT Training in Octogenarians with COPD. *J. Aging Phys. Act.* 2017; 25:105–115.

26. **Hannan A.L**, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes J.S, et al. High-intensity intervall training versus moderaate-intensity continuos training within cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *J. Sports Med* 2018; 9: 1-17.
27. **Heydari M**, Freund J, Boutcher SH. The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *J Obes* 2012; 2012: 1-8.
28. **Hunter G.R**, Govwer B.A, Kane B.L. Age related shift in visceral fat. *International Journal of Body Composition* 2010; 8: 103-108
29. **Helgerud J**, Hoydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjorth N & Bach R. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂_{max} more than moderate training. *Med Sci Sports Exercise* 2007; 39, 665–671.
30. **Hwang C.-L**, Yoo J.-K, Kim H.-K, Hwang M.-H, Handberg E.M, Petersen J.W, Christou D.D. Novel all-extremity high-intensity interval training improves aerobic fitness, cardiac function and insulin resistance in healthy older adults. *Exp. Gerontology* 2016; 82: 112-119.
31. **Ilich J.Z**, Kelly O.J, Kim Y, Spicer M.T. Low-grade chronic inflammation perpetuated by modern diet as a promoter of obesity and osteoporosis. *Archives of Industrial Hygiene & Toxicology* 2014; 65: 139-148.
32. **Ivanova A**. Neuromuscular fatigue and recovery after a high-intensity intermittent exercise in young and older men. *Magistritöö. Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituut*; 2019.
33. **Jung ME**, Bourne JE, Beauchamp MR, Robinson E, Little JP. High-Intensity Interval Training as an Efficacious Alternative to Moderate-Intensity Continuous Training for Adults with Prediabetes. *J Diabetes Res* 2015; 2015: 191595.
34. **Kalyani R.R**, Corriere M, Ferrucci L. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *The Lancet* 2014; 2: 819–82
35. **Keating SE**, Machan EA, O'Connor HT, Geroñi JA, Sainsbury A, et al. Continuous Exercise but Not High Intensity Interval Training Improves Fat Distribution in Overweight Adults. *J Obes* 2014; 2014: 834865.
36. **Kelly BM**, Xenophontos S, King JA, Nimmo MA. An evaluation of low volume high intensity intermittent training (HIIT) for health risk reduction in overweight and obese men. *BMC Obes* 2017; 4: 17.
37. **Kong Z**, Fan X, Sun S, Song L, Shi Q, et al. Comparison of High-Intensity Interval Training and Moderate-to-Vigorous Continuous Training for Cardiometabolic Health and Exercise Enjoyment in Obese Young Women: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One* 2016; 11: 0158589. doi:10.1371/journal.pone.0158589.

38. **Krawczyk R.S**, Vinther A, Petersen N.C, Faber J, Iversen H.K, Christensen T, Lambertsen K.L, Rehman S, Wirenfeldt Klausen T, Rostrup E, Kruuse C. Effect of Home-Based High-Intensity Interval Training in Patients With Lacunar Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Front Neurol*. 2019. Jun 28;10:664.
39. **Kumar V**, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, Williams J, Smith K, Seynnes O, Hiscock N, Rennie M.J. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old man. *J. Physiol* 2009; 587:211-217.
40. **Lang T**, Cauley J.A, Tylavsky F, Bauer D, Cummings S, Harris T.B & Health ABC Study. Computed tomographic measurements of thigh muscle cross-sectional area and attenuation coefficient predict hip fracture: The health, aging, and body composition study. *Journal of Bone and Mineral Research* 2010; 25: 513-519.
41. **Larsen RG**, Maynard L, Kent JA. High-Intensity Interval Training Alters ATP Pathway Flux During Maximal Muscle Contractions in Humans. *Acta Physiol (Oxf)* 2014; 211: 147-160.
42. **Little, J.P.**, Safdar, A., Wilkin, G.P., Tarnopolsky, M.A., Gibala, M.J. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms: Interval training adaptations. *J. Physiol*. 2010; 588:1011–1022.
43. **Logan GRM**, Harris N, Duncan S, Schofield G. A Review of Adolescent High-Intensity Interval Training. *Sports Med* 2014; 44: 1071.
44. **Luik M**. HIIT treeningu mõju aeroobsele töövõimele ja kehakoostisele noortel kehaliselt aktiivsetel meestel. Magistritöö. Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituut; 2018.
45. **MacInnis, M.J**, Gibala, M.J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol* 2017; 595: 2915–2930.
46. **Maillard F**, Pereira B, Boisseau N. Effect of High-Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. *Sports Med*. 2018; Feb;48(2):269-288.
47. **Muscaritoli M**, Lucia S, Molino A, Cederholm T, Fenelli F.R. Muscle atrophy in aging and chronic disease: is it sarcopenia or cachexia? *Internal and Emergency Medicine* 2012; 8: 553-560
48. **MacInnis M.J**, Gibala M.J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J. Physiol* 2016

49. **Marley CJ**, Hodson D, Brugniaux JV, Fall L & Bailey DM. Post-prandial hyperlipidaemia results in systemic nitrosative stress and impaired cerebrovascular function in the aged. *Clin Sci* 2017;131, 2807–2812.
50. **Milanovic Z**, Sporis G & Weston M. Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO_{2max} improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Med* 2015; 45, 1469.
51. **Molmen-Hansen HE**, Stolen T, Tjonna AE, Aamot IL, Ekeberg IS, Tyldum GA, Wisloff U, Ingul CB & Stoylen A. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. *Eur J Prev Cardiol* 2012; 19, 151–160.
52. **Northey JM**, Pumpa KL, Quinlan C, Ikin A, Toohey K, Smee DJ & Rattray B. Cognition in breast cancer survivors: a pilot study of interval and continuous exercise. *J Sci Med Sport* 2019; 22, 580–585
53. **Orr R**, de Vos N.J, Singh N.A et al. Power training improves balance in healthy older adults. *Journal Gerontology: Series A* 2006; 61: 78-85.
54. **Olorunshola K.V**, Achie, L.N. Caffeine Alters Skeletal Muscle Contraction by Opening of Calcium Ion Channels. 2011; 3:521–525.
55. **Ouerghi N**, Boukorraa S, Kaabachi N, Khammassi M, Feki M, et al. Effects of a high intensity intermittent training program on aerobic capacity and lipid profile in trained subjects. *Open Access J Sports Med* 2014; 5: 243-248.
56. **Patel H**, Alkhawam H, Madanieh R, Shah N, Kosmas CE, Vittorio TJ. Aerobic and anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol* 2017 Feb 26; 9 (2): 134-138.
57. **Place, N.**, Ivarsson, N., Venckunas, T., Neyroud, D., Brazaitis, M., et al. Ryanodine receptor fragmentation and sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ leak after one session of high-intensity interval exercise. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2015; 112:15492–15497.
58. **Power G.A**, Dalton B.H, Rice C.L. Human neuromuscular structure and function in old age: A brief review. *J Sport Health Science* 2013; 2(4): 215-226.
59. **Racil G**, Ounis OB, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K & Amri M. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *Eur J Appl Physiol* 2013; 113, 2531–2540.
60. **Ramos JS**, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS & Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015; 45, 679.

61. **Robinson E**, Durrer C, Simtchouk S, Jung ME, Bourne JE, et al. Short-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training reduce leukocyte TLR4 in inactive adults at elevated risk of type 2 diabetes. *J Appl Physiol* 2015; 119: 508–516.
62. **Rodas G**, Ventura JL, Cadefau JA, Cussó R, Parra J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *Eur J Appl Physiol* 2000; 82: 480–486.
63. **Rose GA**, Adamson MJ, Davies RG, Appadurai IR & Bailey DM. High-intensity exercise training improves perioperative risk stratification in the high-risk patient. *Physiol Rep* 2020; (in press)
64. **Richards JC**, Johnson TK, Kuzma JN, Lonac MC, Schweder MM, et al. Short-term sprint interval training increases insulin sensitivity in healthy adults but does not affect the thermogenic response to beta-adrenergic stimulation. *J Physiol* 2010; 588: 2961-2972.
65. **Sawyer BJ**, Tucker WJ, Bhammar DM, Ryder JR, Sweazea KL, et al. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. *J Appl Physiol* 2016; 121: 279–288.
66. **Skleryk JR**, Karagounis LG, Hawley JA, Sharman MJ, Laursen PB, et al. Two weeks of reduced-volume sprint interval or traditional exercise training does not improve metabolic functioning in sedentary obese men. *Diabetes Obes Metab* 2013; 15: 1146– 1153.
67. **Smith-Ryan, A.E.**, Trexler, E.T., Wingfield, H.L., Blue, M.N.M. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in overweight/obese women. *J.Sports Sci.* 2016; 34:2038-2046.
68. **Sogaard D**, Lund M.T, Scheuer C.M, Dehlbaek M.S, Dideriksen S.G, Abildskov C.V, Christensen K.K, Dohlmann T.L, Larsen S, Vigelso A.H, Dela F & Helge J.W. High-intensity interval training improves insulin sensitivity in older individuals. *Acta Physiol* 2018; 222, e13009.
69. **Speiser PW**, Rudolf MCJ, Anhalt H, Comacho-Hubner C, Chiarelli F, et al. Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 1871–1887.
70. **Støa EM**, Meling S, Nyhus L-K, Strømstad G, Mangerud KM, Helgerud J, Bratland-Sanda S & Støren Ø. High-intensity aerobic interval training improves aerobic fitness and HbA1c among persons diagnosed with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol* 2017; 117, 455–467.
71. **St-Onge M.P** & Callagher D. Body composition changes with aging: the cause or the result of alternations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition* 2010; 26: 152-155.
72. **Stöggl TL**, Sperlich B. The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes. *Front Physiol* 2015; 6:295.

73. **Tarnopolsky M.A.** Effect of caffeine on the neuromuscular system — potential as an ergogenic aid. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2008; 33:1284–1289.
74. **Thomas A.C,** Shigehiko Ogoh¹, Christopher J. Marley, Martin Steggall, Nicola Marchi, Patrice Brassard , Samuel J.E. Lucas , James D. Cotter, Marc Roig , Philip N. Ainslie, Ulrik Wisløff and Damian M. Bailey. HIITing the brain with exercise: mechanisms, consequences and practical recommendations. *J Physiol* 598.13, 2020; pp 2513–2530.
75. **Trapp EG,** Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32: 684–691.
76. **Vaccari F,** Passaro A, D'Amuri A, Sanz JM, Di Vece F, Capatti E, Magnesa B, Comelli M, Mavelli I, Grassi B, Fiori F, Bravo G, Avancini A, Parpinel M, Lazzer S. Effects of 3-month high-intensity interval training vs. moderate endurance training and 4-month follow-up on fat metabolism, cardiorespiratory function and mitochondrial respiration in obese adults. *Eur J Appl Physiol.* 2020; Aug;120(8):1787-1803.
77. **Van Proeyen K,** Szlufcik K, Nielens H, Ramaekers M, Hespel P. Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. *J Appl Physiol* 2011; 110: 236-245.
78. **Vera-Ibañez A,** Colomer-Poveda D, Romero-Arenas S, Viñuela-García M, Márquez G. Neural adaptations after short-term wingate-based high-intensity interval training. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2017; 17: 275-282.
79. **Weston KS,** Wisløff U & Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2014; 48, 1227–1234.
80. **Weston M,** Taylor KL, Batterham AM, Hopkins WG. Effects of Low-Volume High-Intensity Interval Training (HIIT) on Fitness in Adults: A Meta-Analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Med* 2014; 44: 1005-1017.
81. **Wisløff U,** Stoylen A, Loennechen J.P, Bruvold M, Rognmo O, Haram P.M. Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients. A Randomized Study. *Circulation* 2007; 115:3086- 3094.
82. **Wilson P.W,** Kannel W.B. Obesity, diabetes and risk of cardiovascular disease in the elderly. *American Journal of Geriatric Cardiology* 2002; 11: 119-123.

83. **Wormgoor S.G,** Dalleck L.C, Zinn C, Borotkanics R, Harris N.K. High-Intensity Interval Training Is Equivalent to Moderate-Intensity Continuous Training for Short- and Medium-Term Outcomes of Glucose Control, Cardiometabolic Risk, and Microvascular Complication Markers in Men With Type 2 Diabetes. *Front Endocrinol.* 2018; Aug 28; 9:475.

AUTORI LIHTLITSENTS

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Panainti Posmatš,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Lühiajalise kõrge intensiivsusega intervalltreeningu mõju aeroobsele ja aneroobsele töövõimele noortel ja vanemaealistel meestel.“, mille juhendajateks olid prof. Mati Pääsuke ning prof. 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 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

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

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