

TARTU ÜLIKOOL
sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Esko Tõnisson

**CrossFiti harrastussportlaste töövõime seosed erinevate antropomeetriliste
ja funktsionaalsete parameetritega**

**Relationships between physical performance measures, antropometrics and functional
parameters in recreational CrossFit athletes**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendajad:

Dotsent J. Mäestu, PhD

Doktorant R. Pind, MSc

Tartu, 2020

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
LÜHIÜLEVAADE	4
ABSTRACT	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
1.1. CrossFit treeningu mõju töövõimele	7
1.2. Erinevate funktsionaalsete näitajate seosed Crossfit spetsiifilise harjutusega.....	8
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	10
3. METOODIKA	11
3.1. Uuritavad.....	11
3.2. Uuringu disain	11
3.3. CrossFit spetsiifiline töövõimetest	11
3.4. Jõutõmme	13
3.5. Kasvavate koormustega test jooksulindil.....	13
3.6. Kehakoostise määramine	14
3.7. Anaeroobne alaktaatne ja laktaatne võimsus	15
3.8. Tulemuste statistiline analüüs	15
4. TÖÖ TULEMUSED	16
5. ARUTELU	20
6. JÄRELDUSED.....	25
KASUTATUD KIRJANDUS	26
LISAD	28

KASUTATUD LÜHENDID

SLS – südame löögisagedus ($l\ddot{o}öki \cdot min^{-1}$)

VE – ventilation – ventilatsioon ($l \cdot min^{-1}$)

VO₂ – oxygen uptake – hapnikutarbimine ($l \cdot min^{-1}$)

VO_{2max} – maximal oxygen uptake - maksimaalne hapnikutarbimine ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)

WOD – workout of the day - spetsiifiline päeva treening CrossFit klubis

HIIT - high intensity interval training - kõrge intensiivsusega intervalltreening

RPE - rating of perceived exertion – pingutuse tajutav raskusaste

SE – standard error - standardviga

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva magistr töö eesmärk oli hinnata CrossFit spetsiifilise töövõime seoseid erinevate antropomeetriliste ja funktsionaalsete parameetritega CrossFitiga tegelevate nais- ja meesharrastussportlaste hulgas.

Metoodika: Uuringus osales 23 CrossFit harrastussportlast, kes olid vanuses 18-48 eluaastat. Uuritavad kutsuti kahel päeval laborisse testima. Esimesel päeval mõõdeti osalejate peamised antropomeetrilised näitajad (kehakaal, pikkus) ja sooritati maksimaalse hapnikutarbimise test jooksulindil (1% tõusunurk). Teisel külastusel määrati vaatlusalustel kehakoostis DXA meetodil ja sooritati Wattbike veloergomeetria kaks testi – 6-sekundi maksimaalse võimsuse test ning 30-sekundi anaeroobne Wingate'i test. Samal nädalal sooritasid uuritavad CrossFit spetsiifilise töövõimetesti ehk WOD ja jõutõmbe testi.

Tulemused: Naiste leiti korrelatsioon WOD ja maksimaalse hapniku tarbimise ($r = 0,670$; $p < 0,05$), ventilatsiooni ($r = 0,741$; $p < 0,05$), maksimaalse töövõime ($r = 0,684$; $p < 0,05$), keskmises võimsuses 6-sekundi testil ($r = 0,586$; $p < 0,05$) ja maksimaalsel jõutõmbel ($r = 0,847$; $p < 0,05$). Regressioonianalüüs näitas naistel CrossFit töövõime seost maksimaalse jõutõmbega ($R^2 = 0,717$; $p < 0,05$). Meeste leiti korrelatsioon WOD ja maksimaalses hapniku tarbimises ($r = 0,674$; $p < 0,05$), maksimaalses töövõimes ($r = 0,700$; $p < 0,05$), aeroobse ($r = -0,655$; $p < 0,05$) ja anaeroobse läve ($r = -0,704$; $p < 0,05$) RPE väärtuses, keskmise võimsuse 6-sekundi ($r = 0,690$; $p < 0,05$) ja keskmise võimsuse 30-sekundi ($r = 0,649$; $p < 0,05$) testide vahel. Meestel ennustab kõige paremini CrossFit töövõimet anaeroobsel lävel antud subjektiivse raskuse hinnang ($R^2 = 0,496$; $p < 0,05$). Lisades mudelisse maksimaalse töövõime kasvavate koormustega testil kasvas mudeli ennustustugevus ($R^2 = 0,73$; $p < 0,05$).

Kokkuvõte: CrossFit spetsiifiline töövõime on meestel ja naistel usutavalt seotud maksimaalse töövõime ja anaeroobse alaktatse võimekusega. Lisaks oli meestel oluline anaeroobne laktaatne võimekus ja naistel maksimaaljõu näitaja, mis oli ka töövõime kõige olulisem parameeter. Meesvaatlusaluste CrossFit töövõimet iseloomustab kõige paremini maksimaalne töövõime ning subjektiivne hinnang koormuse raskusel anaeroobsel lävel.

Märksõnad: CrossFit, töövõime, antropomeetrilised parameetrid, füsioloogilised parameetrid

ABSTRACT

Aim: The aim of this master's thesis was to evaluate the relationships between physical performance measures, antropometrics and functional parameters among female and male recreational CrossFit athletes.

Methods: The study involved 23 recreational CrossFit athletes aged 18-48 years. Subjects were invited to the laboratory for two days to test. On the first day the participants' main anthropometric parameters (body weight, height) were measured and maximum oxygen consumption test was performed on the treadmill (1% inclination). During the second day the subject's body composition was determined by DXA and two tests were performed on a Wattbike bicycle ergometer - a 6-second maximum power test and a 30-second anaerobic Wingate test. In the same week, subjects performed a CrossFit specific workout of the day – WOD and deadlift test.

Results: The correlation of female subjects were found between WOD and maximum oxygen consumption ($r= 0.670$; $p < 0,05$), ventilation ($r = 0.741$; $p < 0,05$), maximum performance ($r=0.684$; $p<0,05$), mean power in the 6-second test. ($r = 0.586$; $p < 0,05$) and maximum deadlift strength ($p = 0.847$; $p < 0,05$). The regression analysis showed a correlation only between WOD and maximum deadlift with R^2 of 0.717 ($p < 0,05$) for the female subjects. The correlation of male subjects were found between WOD and maximal oxygen consumption ($r = 0.674$; $p < 0,05$), maximal performance ($r = 0.700$; $p < 0,05$), aerobic ($r = -0.655$; $p < 0,05$), and anaerobic threshold ($r = -0.704$; $p < 0,05$) in the RPE value, between tests with a mean power of 6-seconds ($r = 0.690$; $p < 0,05$) and a mean power of 30-seconds ($r = 0.649$; $p < 0,05$). Regression analysis found that CrossFit performance was best predicted by subjective severity assessment at the anaerobic threshold ($R^2 = 0.496$; $P < 0.05$) by adding maximum performance to the model in the test with increasing loads, the predictive power of the model increased ($R^2 = 0.73$; $P < 0.05$).

Conclusions: CrossFit specific performance is believed to be associated with maximal performance and anaerobic lactate capacity in men and women. In addition, anaerobic alactic capacity was important in men and maximal strength in women, which was also the most important parameter of work capacity. The performance of the CrossFit male subjects is best characterized by maximum performance and a subjective severity assessment of the load at the anaerobic threshold.

Keywords: CrossFit, performance, anthropometric parameters, physiological parameter

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. CrossFit treeningu olemus

Kõrge intensiivsusega treeningute osakaal tänapäeva spordis on kasvava tõusutrendiga (Teetor 2014). Sellega on ka kaasnenud viimasel kümnendil CrossFiti treeningute populaarsuse tõus (Dawson 2017). Väga populaarseks on CrossFit saanud alates selle loomisest 20 aastat tagasi (Hak et al., 2013) CrossFit on oma olemuselt kõrge intensiivsusega intervalltreeningu (HIIT) vorm (Milanović et al., 2015). Nimetatud spordialal puuduvad kindlad fikseeritud puhkepausid, mistõttu ta erineb tavapärasest HIIT treeningust (Smith et al., 2013). CrossFit koosneb erinevatest treeningutest, mille jooksul sooritatakse treeningutel erinevaid harjutusi kõrgel intensiivsusega minimaalse või väga lühikese puhke perioodiga (Maté-Muñoz et al., 2018). Treeningutel on rõhk püsivalt kõrgel võimsusel ning funktsionaalsetel harjutustel, mis hõlmavad enamasti kogu keha ja mitut liigest korraga (Smith et al., 2013; Keldoja 2019). Tegemist on pidevalt varieeruva spordialaga.

CrossFit treeningut saab läbi viia peaaegu mistahes keskkonnas, kasutades olemasolevat maastikku, kive ja muid kergesti kättesaadavaid vahendeid (O'Hara et al., 2012; Burdin 2014). CrossFit programm põhineb kõrge intensiivsusega võimsustreeningul, mis kasutab nimelisi erineva pikkusega nn päevatreeninguid (*Workout of the day*, WOD) (Smith et al., 2013). CrossFit treeningu põhiosa (WOD) kestab umbes 20 minutit ja sisaldab endas mitmesuguseid oma keharaskusega harjutusi, sportvõimlemist, klassikalist- ja jõutõstmist, jooksmist, sõudmist, hüppitsaga hüppamist ja erinevate kangide, sangpommide ning teiste vahendite kasutamist (Hak et al., 2013).

Mõned treeningud CrossFitis on sooritatavad aja peale, teised aga on suunatud maksimaalsele korduste arvule, kasutades erinevaid ajalisi piiranguid. Näiteks, üks populaarne WOD, nimega „Fran“ koosneb kolmest seeria kombinatsioonist, kus kordusteks on 21, 15 ja 9, harjutusteks kükk kang ees, koos õlgadelt surumisega pea kohale ja kangil rippes käte kõverdused. Seda päeva treeningut (WOD'd) sooritatakse eesmärgiga lõpetada need harjutused ja kordused võimalikult kiiresti (Smith et al., 2013)

WOD on kohandatav erineva jõu ja ettevalmistuse tasemega treeningul osalevatele inimestele ja on tavaliselt mõõdetav, samuti sisaldab endas võistluslikku elementi koos treenivate inimeste vahel ja indiviidi enda varasemate tulemustega (Hak et al., 2013).

CrossFit treeningprogramm on populaarne tuletõrjajate, politseinike ning sõjaväelaste seas, kuna pakub pidevalt uusi väljakutseid ja olukordi, mis sarnanevad antud valdkondade töö

iseloomudega (Feito et al., 2018). Ameerika sõjaväe üksustes on sadu CrossFit treeningsaale, mis on mõeldud sõdurite füüsilise ettevalmistuse tagamiseks (Feito et al., 2018). CrossFit treening sisaldab ootamatuse efekti ja sarnaneb selle poolest sõjaväelise tegevusega (Feito et al., 2018).

CrossFit'i ja teiste kõrge intensiivsusega treeningprogrammidega kaasneb ka mõnevõrra suurenenud oht vigastuste tekkeks (Smith et al., 2013; Keldoja 2019). Suurenenud ohu põhjusteks on kõrge intensiivsus ja võistluslikkus ning õige tehnika kadumine pikkade ja suuri kordusi hõlmavate päeva treeningute (WOD'de) ajal (Hak et al., 2013; Weisenthal et al. 2014). Vigastuste esinemissagedus CrossFit'is on kirjanduse andmetel sarnane spordialadele nagu klassikaline tõstmine, jõutõstmine ja sportvõimlemine, kuid samas madalam kui kontaktspordialadel nagu ragbi ja jalgpall (Hak et al., 2013).

Feito et al. (2018) nelja aasta pikkune uuring CrossFiti vigastustest näitas, et CrossFiti harrastajatel esineb aasta jooksul umbes 2,7 vigastust 1000 treeningtunni kohta. Kõige sagedasemad olid õlavigastused (39%), sellele järgnesid seljavigastused (36%) ning põlve-, küünarnuki- ja randmevigastused, vastavalt 15%, 12%, 11% (Feito et al., 2018). Enamik vigastusi on tingitud ülekoormusest (Feito et al., 2018).

1.2. CrossFit treeningu mõju töövõimele

Tulenevalt suurte lihasgruppide kaasatusest, võrdlemisi kõrge intensiivsusest ning sageli üsna olulise jõukomponendi lisandumisest esitavad CrossFit treeningud organismile üsnagi suuri nõudmisi. Erinevates uuringutes on leitud, et nii meeste kui naiste hulgas parandab CrossFit sportlase väga erinevaid funktsionaalseid omadusi – südame-veresoonkonna ja hingamisteede võimekust, vastupidavust, jõudu, painduvust, lihasvõimsust, kiirust, koordineerimist, osavust, tasakaalu ning liigutuste täpsust (Claudino et al., 2018).

2013. aastal viis Smith läbi uuringu, kus vaatlusalused treenisid 10 nädalat, kasutades CrossFiti harjutusi. Uuringust selgus, et treenitavate maksimaalse hapnikutarbimise tulemused paranesid oluliselt. Katse lõpptulemusena paranes meeste VO_{2max} keskmiselt $43,1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ pealt $48,96 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ning naiste vastav näitaja tõusis $35,98 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ pealt $40,22 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Smith et al., 2013).

Brisebois' uuringus osalejad polnud varem treeningutega kokku puutunud ja uuritavate hapnikutarbimise näitaja kasvas 8 nädala vältel $32,51 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ pealt $34,31 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. Uuringu osalejaid külastasid CrossFit'i treeninguid 3 korda nädalas, kus üks treening kestis 60 minutit (Brisebois et al., 2018).

Smith et al. (2013) uuringus osalenud uuritavatel hinnati CrossFit treeningu mõju maksimaalsele aeroobsele võimekusele ning kehakoostisele. 10-nädalase perioodi vältel sooritasid sportlased kõrge intensiivsusega CrossFit treeningut, mis hõlmas kükke, jõutõmbeid, kangi rebimist ja kangi rinnale võttu ning üle pea tõukamist. Kõiki harjutusi tehti võimalikult kiire tempoga ja treeningud toimusid tavapärase CrossFit treeningu baasil, kus esmalt õpiti osavust ja tehnikat ning treeningu lõpus sooritati spordialaspetsiifiline kontroll-WOD. 10-nädalase testperioodi lõpul saavutati oluliselt paremad kontroll-WOD tulemused võrreldes uuringuperioodi algusega. Uuringu andmed näitasid, et CrossFit treening parandab maksimaalset hapnikutarbimise võimet ja mõjutab oluliselt kehakoostist, alandades keha rasvamassi. CrossFit treeningute mõju meeste ja naiste aeroobse võimekuse ning kehakoostise muutusele on sarnased (Bellar et al., 2015). Seega võib öelda et, CrossFitiga igapäevaselt tegelevad ja võistlustel osalevad sportlased on suutlikumad CrossFit treeningutel (Bellar et al., 2015). Et CrossFit treeningutel head sooritust saavutada on sportlastele oluline aeroobne võimekus ja anaeroobne võimsus (Bellar et al., 2015).

Uurides Paleo dieeti mõju ja erineva kehalise võimekusega CrossFitiga tegelevaid sportlasi, leidis Smith et al. (2013), et vaatlusaluste keharasva protsent vähenes 10 nädala jooksul keskmiselt ca 15% ja $VO_2\max$ tõusis ca 12%. Uuringus jõuti järeldusele, et CrossFit treening võib parandada aeroobset võimekust ja kehakoostist erineva võimekusega indiviidide seas (Smith et al., 2013). Uuringus täheldatud kehakoostise muutused võisid olla tingitud ka dieedist või dieedi ja treeningu kombinatsioonist, sest osa sportlasi olid Paleo dieedil. Kehakoostise paranemist CrossFit treeningute tagajärjel (vööümbermõõt, KMI) toetas ka Eather et al. (2016) läbi viidud uuring 15-aastastel noorukitel. Eather et al. (2016) uuringus osales 51 vaatlusalust ja selgus, et CrossFit'i noortele mõeldud programm on tõhus ja hästi jälgitav. Tulenevalt uuringutest näeme, et CrossFit treening mõjutab organismi väga erinevatest külgedest. Kuna CrossFit võistlused muutuvad järjest populaarsemaks on oluline ka hinnata, millised võimekused on olulised, ennustamaks võistlustulemust CrossFit spetsiifilisel töövõimel.

1.3. Erinevate funktsionaalsete näitajate seosed Crossfit spetsiifilise harjutusega

CrossFit sai alguse tavalise treeningprogrammina, parandamaks füüsilist vormi, kuid on kiiresti kasvanud väga populaarseks iseseisvaks spordialaks. Füsioloogilistest näitajatest, mis määravad CrossFitis, kui spordialas, edu teatakse CrossFitis teaduskirjanduse põhjal suhteliselt vähe (Dexheimer et al., 2019).

Uuringus, kus osales 14 CrossFiti võistlejat sportlast määrati sportlaste füsioloogilised näitajad ja ennustati edukust kolmel sarnasel CrossFiti treeningul. Sportlastel määrati ühe korduse maksimum kükil kang turjal, kangi pea kohale surumisel ja jõutõmbel. Lisaks määrati maksimaalne hapniku tarbimine (VO_{2max}) ja sooritati Wingate'i test anaeroobse võimsuse määramiseks. Uuringus selgus, et CrossFiti töövõimet iseloomustavaid tulemusnäitajaid ei saa maksimaalse hapniku tarbimise ja anaeroobse võimsuse järgi ennustada. Kolmest treeningust kahel oli tugev seos maksimaalse ühe korduse maksimumiga ja anaeroobse lävega, mida seostati üldise võimekusega. Tehti järeldus, et lisaks tavapärasele CrossFit treeningule peaksid CrossFiti võistlejad keskenduma pigem jõu- ja vastupidavustreeningule (Butcher et al., 2015).

Teises samalaadses uuringus, mille koostas Dexheimer et al. (2019), oli eesmärgiks kindlaks teha, milline füsioloogilise jõudluse näitaja on CrossFiti treeningu sooritamisel parim indikaator. Sportlastel mõõdeti jooksulindil maksimaalne hapniku tarbimine (VO_{2max}), sooritati 3 minuti jooks tasasel rajal, kus sportlased pidid maksimaalselt pingutama, et määrata maksimaalne jooksukiirus. Anaeroobse võimekuse ja võimsuse hindamiseks kasutati Wingate testi veloergomeetrial. Kogu keha tugevuse määramiseks kasutati sarnaselt Butcher et al. (2015) uuringuga kolme jõuharjutust, milleks on kükk kangiga turjal, kangi surumine õlgadelt peakohale ja jõutõmme. Iga harjutuse puhul määrati ühe korduse maksimum. Lisaks sooritasid sportlased kolm CrossFitile omast treeningut. Uuringus selgus, et parimateks indikaatoriteks CrossFiti treeningute prognoosimisel olid kükk kangiga turjal, maksimaalne hapnikutarbimine ja anaeroobne lävi (Dexheimer et al., 2019).

Kokkuvõtvalt võib öelda, et uuringuid, mis on ennustanud CrossFiti spetsiifilist töövõimet on kirjanduses olnud vähe. Senini on erinevad uuringud näidanud, et CrossFit treeningutel on positiivne mõju organismi vastupidavusele, jõunäitajatele ning kehakoostisele. CrossFit treening parandab algajatel hapnikutarbimist, tõstab aeroobset ja anaeroobset läve ning parandab kehakoostist. Edasijõudnud CrossFit sportlastel on hea vastupidavusvõime ja kogu keha tugevus ning hea CrossFiti spordiala spetsiifiline osavus, mis aitab neil CrossFit treeninguid paremini sooritada. Lisaks on uuritud erinevate füsioloogiliste parameetrite seost ennustamiseks CrossFiti päeva treeningute (WOD) tulemusi. Heaks indikaatoriks WOD ennustamisel on anaeroobne lävi, maksimaalne hapniku tarbimise võime (VO_{2max}) ja üldine keha tugevus. Samas on puudulikud teadmised, millised füsioloogilised näitajad ennustavad maksimaalse korduste stiilis päeva treeningu tulemusi. Maksimaalse korduste stiil on kindla aja jooksul suutlikus ammendumiseni kordusi sooritada. Samuti pole meie teadmiste kohaselt uuritud CrossFiti spetsiifilist töövõimet iseloomustavaid näitajaid naissoost vaatlusalustel.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistritöö eesmärk oli hinnata CrossFiti spetsiifilise töövõime seoseid erinevate antropomeetriliste ja funktsionaalsete parameetritega CrossFitiga tegelevate nais- ja meesharrastussportlaste hulgas. Vastavalt peamisele eesmärgile püstitati järgnevad konkreetsed ülesanded:

- 1) Määrata nais- ja meessoost vaatlusaluste kehakoostise parameetrid;
- 2) Määrata nais- ja meessoost vaatlusaluste maksimaaljõu ning aeroobse ja anaeroobse töövõime parameetrid;
- 3) Leida võimalikud seosed millised kehakoostise ja/või funktsionaalsed parameetrid iseloomustavad CrossFit spetsiifilist töövõimet nais- ja meessoost CrossFitiga tegelevatel harrastussportlastel.

3. METOODIKA

3.1. Uuritavad

Uuringus osalemiseks andis nõusoleku 23 sportlast, kes olid vanuses 18-48 eluaastat. Uuritavad osalesid Tartu CrossFiti klubi treeningutel oma tavapärasel rütmil. Kõik uuritavad olid CrossFit treeningutel osalenud minimaalselt 6 kuud. Tartu CrossFiti klubi koostas uuritavatele treeningplaane oma parimaid teadmisi silmas pidades ning olid oma olemuselt ning struktuurilt sarnased, mida CrossFiti harrastajad kasutavad oma treeningutel igapäevaselt. Uuritavad pidid tegelema CrossFiti treeningutega vähemalt kolmel korral nädalas ning nad võisid olla nii hiljuti treeningutega liitunud, kui ka edasijõudnud sportlased. Vastavalt soole jaotati vaatlusalused kahte gruppi - G_{mehed} ja G_{naised} . Kõik uuritavad osalesid uuringus vabatahtlikult.

Uuringu protseduurid ja protokollid olid heaks kiidetud Tartu Ülikooli Eetikakomitee poolt ning vastasid Helsingi deklaratsioonile (luba nr. 240/T-9, väljastatud 15.09.2014). Kõikidele uuringus osalejatele selgitati testimise protseduure ja võimalikke riske ning nad andsid oma kirjaliku informeeritud nõusoleku uuringus osalemiseks.

3.2. Uuringu disain

Pärast uuringu informeeritud nõusoleku andmist ning uuringus osalemisega nõustumist paluti uuritaval täita lühike küsimustik seoses uuritava sportliku taustaga, mis sisaldas tema vanust, treeningutega tegelemise ning spetsiifiliselt CrossFitiga tegelemise aega ning keskmisi nädala koormuseid viimase kuu aja jooksul. Seejärel kutsuti uuritavad kahel päeval laborisse testimiseks. Esimesel päeval mõõdeti osalejate peamised antropomeetrilised näitajad (kehakaal, pikkus) ja sooritati maksimaalse hapnikutarbimise test jooksulindil (1% tõusunurk). Teisel külastusel (minimaalselt 24-tundi pärast esimest külastust) määrati vaatlusaluste kehakoostis DXA meetodil ja sooritati Wattbike veloergomeetril (Wattbike Ltd, Nottingham, UK) kaks testi – 6-sekundi maksimaalse võimsuse test ning 30-sekundi anaeroobne Wingate'i test. Samal nädalal sooritasid uuritavad CrossFit spetsiifilise töövõimetesti ehk WOD ja jõutõmbe maksimaalse ühe korduse maksimumi testi.

3.3. CrossFit spetsiifiline töövõimetest

Vaatlusalused sooritasid CrossFitile omase spetsiaalse kontroll-WOD, et analüüsida CrossFiti spetsiifilist töövõimet. Kontroll-WOD sooritati Tartu CrossFiti klubis, kes koostas treeningu CrossFitile omaseid harjutusi silmas pidades. Kontroll-WOD oli maksimaalsete korduste stiilis, mis on kindla aja jooksul suutlikus ammendumiseni kordusi sooritada.

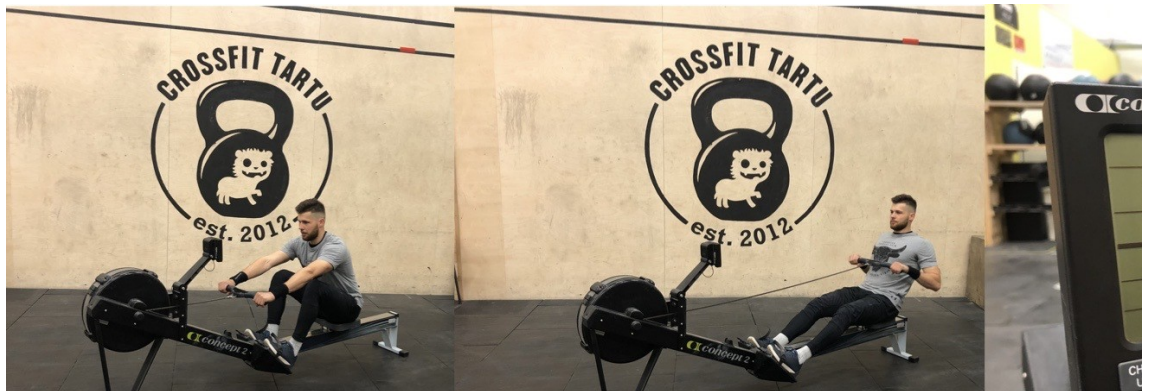
Kontroll-WOD maksimaalsete korduste peale kestis 15 minutit ning koosnes kolmest harjutusest, mida tuli kirjeldatud järjekorras sooritada:

- Kük kang ees koos õlgadelt surumisega pea kohale (joonis 1) 9 kordust. Naistel oli kangi raskuseks 25 kg ja meestel 40 kg;



Joonis 1. Kük kang ees koos õlgadelt surumisega pea kohale

- Concept 2 sõudeergomeetri monitoril kalorienäidu sõudmine (joonis 2), kus meestel oli vaja sõuda 12 kalorit ja naistel 10 kalorit. Concept 2 sõudeergomeetri monitoril näitab kalorienäit üldist kulutatud tööhulka;



Joonis 2. Sõudeergomeetri monitoril kalorienäidu sõudmine

- Tasaselt pinnalt kastile hüpped (joonis 3) 15 kordust, kus naiste puhul oli kasti kõrgus maast 40 cm ja meestel 60 cm.



Joonis 3. Tasaselt pinnalt kastile hüpped

Kontroll-WOD viidi läbi CrossFit treeningu käigus ning see kuulus tavapärase CrossFit'i treeningkavade hulka, kus tehti eelnevalt läbi soojendus, kirjeldati ja harjutati kontroll-WOD tulevaid harjutusi ning seejärel sooritati WOD.

3.4. Jõutõmme

Uuringu perioodi nädalal sooritati ühe korduse maksimum jõutõmbes kangiga. Jõutõmbe ühe korduse maksimumi ja kontrolltesti vahel oli 7 päeva. Jõutõmbe ühe korduse maksimumi test viidi läbi CrossFit treeningu alguses ning see kuulus tavapärase CrossFit'i treeningkavade hulka, kus viidi eelnevalt läbi soojendus ja harjutati jõutõmbe korrektset tehnikat. Jõutõmbe ühe korduse maksimum hinnati järkjärgult raskusi kangile juurde pannes, kus kõik vaatlusalused said ühe korduse iga kahe minuti tagant. Vaatlusalused said kokku 8 võimalust oma parima tulemuse sooritamiseks.

3.5. Kasvavate koormustega test jooksulindil

Laborikülastuse esimesel päeval sooritasid vaatlusalused kasvavate koormustega testi jooksulindil (Viasys LE 300 C 175/65, HP CosmosQuasar Sports & Medical GmbH Nussdorf-Traunstein, Saksamaa). Testi protokoll sõltus vaatlusaluse soost, kus testprotokollid olid järgmised: alustati $6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 1% tõusunurk (Pind 2016) naistel ning meestel $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 1% tõusunurgaga (Pind 2016) ja iga kahe minuti järel tõsteti kiirust $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Jooksulindi test sooritati maksimaalse suutlikkuseni. Testi jooksul määrati uuritava hapnikutarbimine väljahingatava õhu parameetrite alusel ning testi käigus kandsid uuritavad näomaski ja gaasivahetuse näitajaid mõõdeti seadmega Metamax 3B (Cortex Biophysic GmbH, Leipzig, Germany), mis kalibreeriti enne iga testi algust vastavalt tootja juhendile. Kogu testi vältel salvestati sportlase südame löögisagedus (Polar M400, Polar Electro Oy, Kempele, Soome).

Pärast igaminutilist koormuse kasvu, jooksulindi testi käigus, küsiti sportlastelt subjektiivselt tajutud koormust, kasutades 10-punkti RPE skaalat (Foster et al. 2001). Testi käigus määrati uuritavate maksimaalne hapnikutarbimise võime, aeroobne ning anaeroobne lävi. Pärast koormustesti lõpetamist mõõdeti uuritavate laktaadi kontsentratsioon (Dr. Lange, Leipzig, GER) sõrmeotsa kapillaarverest 3-ndal ja 5-ndal taastumisinutil, hindamaks pingutuse ulatust ning anaeroobsete protsesside kaasatust. Selleks võetakse sportlasel sõrme otsast 10 µl verd vastava kapillaari (Servoprax, Saksamaa) abil. Sõrme otsa augu tegemiseks kasutati ühekordseid Haemolance nõelasid (HTL-Strefa SA, Poola).



Joonis 4. Maksimaalse hapnikutarbimise test TÜ laboris

3.6. Kehakoostise määramine

Teisel labori külastusel mõõdeti uuritavate kehakoostis (keha lihassmass, rasvamass, käte ja jalgade lihassmass). Kehakoostist mõõdeti enne Wingate'i ja 6-sekundi testi. Kehakoostise määramine viidi läbi DXA meetodil, kus uuritav lamab selili ning aparaat (Hologic QDR Discovery, Hologic Inc, USA) skaneeris kogu tema keha. Antud protseduuri viis läbi selleks kvalifitseeritud teadlane.

3.7. Anaeroobne alaktaatne ja laktaatne võimsus

Teisel laborisse tuleku päeval (vahemikus 24-48 tundi esimesest testimisest) sooritati esmalt 6-sekundiline maksimaalse võimsuse test, kus veloergomeetri magnetiline takistus oli naistel vastupanul 1 ja meestel vastupanul 4 ning õhutakistuse raskusastet oli võimalik valida individuaalselt, vastavalt individuaalsele eelistusele soojendusel sooritatud lühikestele proovikatsetele. Pärast 6-sekundilist testi vaatlusalused puhkasid aktiivselt vähemalt 10 minutit, millele järgnes 30-sekundiline Wingate'i test. Wingate'i testi magnetiline ja õhutakistus olid individuaalselt identsed 6-sekundi testiga. Pärast Wingate'i testi määrati vaatlusaluste laktaadi kontsentratsioon kapilaarverest 5-ndal taastumisminutil. 6-sekundiline maksimaalse võimsuse test ja Wingate test sooritati Wattbike (Wattbike Ltd, Nottingham, UK) veloergomeetril. Testide käigus tuli vaatlusalusel pedalleerida maksimaalse võimusega vastavalt 6 ja 30 sekundi jooksul. Mõlema testi tulemusena määrati nii maksimaalne võimsus, kui keskmine võimsus testil.

3.8. Tulemuste statistiline analüüs

Uurimistöö statistiliseks analüüsiks kasutati programmi IBM SPSS Statistics for Windows versiooni 26.0 (IBM SPSS Statistics, Armonk, NY, USA). Statistilise analüüsi käigus arvutati aritmeetilised keskmised (\bar{X}) ja standardhälbed ($\pm SD$). Erinevate gruppide keskmiste näitajate võrdlemine toimus ühe-faktorilise dispersioonanalüüsi mudeli (One-Way ANOVA) ja kahe sõltuva grupi kesk väärtuste võrdlemise (Paired-Samples T-Test) abil, sest andmed olid normaaljaotusega. Tunnuste vahelised seosed arvutati Pearsoni korrelatsioonanalüüsiga. Ennustamiseks erinevate mõõdetavate parameetrite seost CrossFit spetsiifilise töövõimega kasutati astmelist lineaarse regressiooni meetodit. Statistilise olulisuse nivooks rakendati kõikidel analüüsidel $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

Uuringu analüüsil kasutati 23 Tartu CrossFiti spordiklubis treeniva harrastussportlase andmeid, kes jagunesid kahte gruppi. G_{mehed} meessoost CrossFiti sportlased ja G_{naised} naissoost CrossFiti sportlased. Uuritavate peamised tunnused ja antropomeetrilised näitajad on näha Tabelis 1.

Tabel 1. Nais- ja meessoost vaatlusaluste ($n = 23$) vanus ning antropomeetrilised ja kehakoostise näitajad ($X \pm SD$)

	Keskmine \pm SD	Keskmine \pm SD	
	G_{naised} (n=13)	G_{mehed} (n=10)	p
Vanus (a)	29,8 \pm 8,2	29,8 \pm 4,3	0,95
Pikkus (cm)	170,8 \pm 5,2	181,5 \pm 7,1	0,00
Keha mass (kg)	68,0 \pm 12,0	84,0 \pm 9,3	0,00
KMI (kg.m ⁻²)	23,2 \pm 3,2	25,5 \pm 2,4	0,10
Rasvamass (%)	18,6 \pm 5,1	14,6 \pm 3,0	0,04
Lihasmass (kg)	45,5 \pm 7,3	64,4 \pm 6,4	0,00
Käte lihasmass (kg)	4,5 \pm 0,9	8,1 \pm 1,1	0,00
Jalgade lihasmass (kg)	15,8 \pm 2,6	21,8 \pm 2,4	0,00

KMI – kehamassi indeks; Rasvamass – kogu keha rasvamass; Lihasmass – kogu keha lihasmass; Käte lihasmass – vasaku ja parema käe lihasmassi summa; Jalgade lihasmass – vasaku ja parema jala lihasmassi summa; G_{mehed} - meessoost CrossFiti sportlased; G_{naised} - naissoost CrossFiti sportlased.

Tabelis 2. on näha 23 Tartu CrossFiti spordiklubis treenivate harrastussportlase jooksulindi testil saadud jõudlusnäitajaid kahes grupis G_{mehed} meessoost CrossFiti sportlased ja G_{naised} naissoost CrossFiti sportlased.

Tabel 2. Nais- ja meessoost vaatlusaluste jõudlusnäitajad jooksulindi testil ($X \pm SD$)

	Keskmine \pm SD		p
	G _{naised} (n=13)	G _{mehed} (n=10)	
VO _{2max} (L/min)	3075,8 \pm 540,1	4729,8 \pm 433,5	0,00
VO _{2max/kg} (mL/min/kg)	45,6 \pm 6,9	56,2 \pm 3,8	0,00
Ventilatsioon (L/min)	113,6 \pm 23,0	171,4 \pm 16,6	0,00
SLS max (lööki/min)	192,8 \pm 9,0	188,0 \pm 9,3	0,22
Maksimaalne töövõime (W)	248,6 \pm 52,8	362,4 \pm 43,9	0,00
Maksimaalne töövõime (W/kg)	3,7 \pm 0,5	4,3 \pm 0,3	0,00
Aeroobne lävi (lööki/min)	161,5 \pm 5,8	156,3 \pm 10,2	0,14
Aeroobne lävi (W)	167,2 \pm 37,8	257,3 \pm 36,3	0,00
Aeroobne lävi (W/kg)	2,3 \pm 0,7	3,0 \pm 0,2	0,00
Aeroobne lävi (RPE)	3,9 \pm 1,0	4,3 \pm 1,3	0,42
Anaeroobne lävi (lööki/min)	178,2 \pm 6,2	175,2 \pm 7,0	0,29
Anaeroobne lävi (W)	212,9 \pm 46,7	327,7 \pm 42,3	0,00
Anaeroobne lävi (W/kg)	2,9 \pm 0,9	3,9 \pm 0,3	0,00
Anaeroobne lävi (RPE)	6,6 \pm 1,5	7,6 \pm 1,3	0,11
Laktaat 3 min (mmol/L)	9,3 \pm 2,1	11,6 \pm 2,3	0,02
Laktaat 15 min (mmol/L)	6,3 \pm 1,7	7,9 \pm 2,1	0,05

VO_{2max} - maksimaalne hapniku tarbimine; SLS max - maksimaalne südamelöögi sagedus; RPE – subjektiivselt hinnatud koormuse raskus; W-Watid; G_{mehed} - meessoost CrossFiti sportlased; G_{naised} - naissoost CrossFiti sportlased;

Tabelis 3. on välja toodud 23 Tartu CrossFiti spordiklubis treenivate harrastussportlase erinevad funktsionaalsete testide tulemused kahes grupis G_{mehed} meessoost CrossFiti sportlased ja G_{naised} naissoost CrossFiti sportlased.

Tabel 3. Nais- ja meessoost vaatlusaluste funktsionaalsete testide tulemused ($X \pm SD$)

	Keskmine \pm SD G_{naised} (n=13)	Keskmine \pm SD G_{mehed} (n=10)	P
Keskmine võimsus 6sek (W)	662,9 \pm 162,6	1165,4 \pm 214,5	0,00
Maksimaalne võimsus 6sek (W)	728,8 \pm 183,4	1264,1 \pm 248,5	0,00
Keskmine võimsus 30sek (W)	463,2 \pm 91,8	772,0 \pm 113,8	0,00
Maksimaalne võimsus 30sek (W)	669,3 \pm 136,2	1148,6 \pm 220,6	0,00
Väsimuse indeks 30sek (%)	48,5 \pm 10,4	53,4 \pm 10,0	0,25
Laktaat 30sek (mmol/L)	11,5 \pm 1,7	14,3 \pm 2,1	0,00
Jõutõmme (kg)	90,3 \pm 27,2	168,5 \pm 26,7	0,00
CrossFit test (kordused)	167,3 \pm 50,8	211,1 \pm 30,1	0,03

W-Watid; G_{mehed} - meessoost CrossFiti sportlased; G_{naised} - naissoost CrossFiti sportlased

Naissoost vaatlusaluste korrelatsioon WOD ja erinevate parameetrite vahel leiti maksimaalse hapniku tarbimise, ventilatsiooni, maksimaalse töövõime, keskmises võimsuses 6 sekundi testil ja maksimaalsel jõutõmbel ($p < 0,05$) (Tabel 4). Ükski kehakoostise parameeter ei olnud usutavas seoses WOD tulemusega.

Tabel 4. Naissoost (n = 13) vaatlusaluste statistiliselt olulised korrelatiivsed seosed CrossFit päeva treeningu (WOD) ja funktsionaalsete näitajate vahel

	Korrelatsioonikordaja G_{naised} (n=13)	P
$VO_{2\text{max}}$ (L/min)	0,670	0,017
Ventilatsioon (l/min)	0,741	0,006
Maksimaalne töövõime (W)	0,684	0,014
Keskmine võimsus 6sek (W)	0,586	0,040
Jõutõmme (kg)	0,847	0,010

$VO_{2\text{max}}$ - maksimaalne hapnikutarbimine; W-Watid; G_{naised} - naissoost CrossFiti sportlased

Naissoost vaatlusalustel ilmnes regressioonanalüüsil WOD seos vaid üksikparameetri maksimaalse jõutõmbe vahel, mille R^2 on 0,717 ($P < 0,05$; $SE = 28,31$). Maksimaalse jõutõmbe ühe kordus maksimum iseloomustab naiste WOD tulemust 71,7% ulatuses. Täiendavate parameetrite lisamine regressioonanalüüsi mudeli ennustusvõimet ei suurendanud.

Meesoost vaatlusaluste usutavad seosed WOD ja erinevate parameetrite vahel leiti maksimaalses hapniku tarbimises, maksimaalses töövõimes, aeroobse ja anaeroobse läve RPE väärtuses, keskmise võimsuse 6-sekundi ja keskmise võimsuse 30-sekundi testide vahel ($p < 0,05$) (Tabel 5). Ükski kehakoostise parameeter ei olnud usutavas seoses WOD tulemusega.

Tabel 5. Meessoost ($n = 10$) vaatlusaluste statistiliselt olulised korrelatiivsed seosed CrossFit päeva treeningu (WOD) ja funktsionaalsete näitajate vahel

	Korrelatsiooniokrdaja $G_{mehed} (n=10)$	P
VO_{2max} (L/min)	0,674	0,033
Maksimaalne töövõime (W)	0,700	0,024
Aeroobne lävi (RPE)	-0,655	0,040
Anaeroobne lävi (RPE)	-0,704	0,023
Keskmine võimsus 6sek (W)	0,690	0,027
Keskmine võimsus 30sek (W)	0,649	0,042

VO_{2max} - maksimaalne hapnikutarbimine; W-Watid; G_{mehed} - meessoost CrossFit'i sportlased; RPE – subjektiivselt hinnatud koormuse raskus

Korrelatsioonanalüüsil usutavaid seoseid näidanud parameetrid lisati regressioonanalüüsi ning leiti, et kõige paremini ennustab CrossFit'i töövõimet (WOD) anaeroobsel lävel antud subjektiivse raskuse hinnang ($R^2 = 0,496$; $P < 0,05$). Lisades mudelisse maksimaalse töövõime kasvavate koormustega testil kasvas mudeli ennustustugevus ($R^2 = 0,73$; $p < 0,05$) ehk see kombinatsiooni tulemus iseloomustab WOD tulemust 73% ulatuses ($p < 0,05$) (Tabel 6). Täiendavate parameetrite lisamine mudeli ennustustugevust ei suurendanud.

Tabel 6. Meessoost vaatlusaluste testi tulemuste regressioonanalüüs päeva treeningu tulemuse ja funktsionaalsete näitajate vahel

	R^2	SE	P
Anaeroobne lävi (RPE)	0,496	22,7	0,023
Anaeroobne lävi (RPE) + Maksimaalne töövõime (W)	0,73	17,6	0,010

SE – Standardviga (standard error of estimate) W-Watid; RPE – subjektiivselt hinnatud koormuse raskus

5. ARUTELU

Käesoleva magistritöö eesmärk oli hinnata CrossFiti spetsiifilise töövõime seoseid erinevate antropomeetriliste ja funktsionaalsete parameetritega CrossFitiga tegelevate nais- ja meesharrastussportlaste hulgas. Varasemad uuringud on näidanud, et CrossFit treeningute tagajärjel on vaatlusalustel paranenud jõud, aeroobne ja anaeroobne võimekus ning keha koostis (Babiash 2013; Eather et al., 2016; Smith et al., 2013). Meie uuringus oli meessoost vaatlusalustel CrossFiti spetsiifiline töövõime seotud aeroobse ja anaeroobse töövõimega, aga naissoost vaatlusalustel aeroobse, anaeroobse töövõime ja maksimaaljõuga.

CrossFit on arenenud treeningprogrammist fitnessi spordiks, samas on CrossFiti kohta tehtud senini vähe uuringuid. Antropomeetriliste ja funktsionaalsete parameetrite seos CrossFiti spetsiifilise töövõime vahel annab parema võimaluse märgata CrossFiti talente, parema nägemuse CrossFiti võistlusteks treenimiseks ning erinevate treeningkavade koostamiseks tagades oluliste võimekuste igakülgse arengu. Sellega seonduvalt oleks oluline uurida füsioloogilisi ja antropomeetrilisi parameetreid, mis mõjutavad CrossFiti töövõimet (Dexheimer et al. 2019).

Käesoleva uuringu meessoost vaatlusalusalused näitasid jooksurajal kõrgemat maksimaalset hapnikutarbimist ($55,0 \pm 4,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$), kui eliidi tasemel meestega tehtud Bellar et al. (2015) uuringus ($52,5 \pm 4,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Naissoost vaatlusaluste tulemust eraldi varasemalt tehtud uuringuga võrrelda ei saanud vastavate andmete puudumisel teaduskirjanduses. Samas, käesoleva uuringu naissoost vaatlusaluste $\text{VO}_{2\text{max}}$ näitaja on ca 19% madalam kui meestel. Allison et al. (2015) Ameerika Ühendriikide sõdurite peal läbiviidud uuring, kus on võrreldud mees- ja naissoo vahelisi füsioloogilisi erinevusi näitab, et meeste aeroobne võimekus on ca 16% parem, kui naistel. Seega, võime järeldata, et ka käesolevas uuringus osalenud naissoost vaatlusalustel oli mees vaatlusalustega nõrgemal tasemel maksimaalne aeroobne töövõime.

Meie uuringu meessoost vaatlusaluste anaeroobne laktaatne võimsus $1127,3 \pm 197,6 \text{ (W)}$ oli oluliselt kõrgem võrreldes Bellar et al. (2015) uuringus $864,8 \pm 154,8 \text{ (W)}$ osalenud eliidi tasemel meestega. Samas, naissoost vaatlusaluste anaeroobne laktaatne maksimaalse võimsuse tulemus oli ca 40% madalam, kui käesoleva uuringu meeste tulemus ning võrreldes seda teaduskirjanduse andmetega võime öelda, et anaeroobse võimekuse tasemelt olid meie naissoost vaatlusalused pigem nõrgema tasemega kui meessoost vaatlusalused (Allison et al., 2015). Samas, võrreldes meie vaatlusaluste, nii naiste kui meeste, maksimaaljõu võimeid kirjandusega näeme, et siinkohal jäävad nii mehed kui naised alla kirjanduses olevate andmetega (Dexheimer et al., 2019). Seega võime kokkuvõtvalt öelda, et anaeroobse laktaats

võimekuse osas olid meie vaatlusealused paremad võrreldes kirjanduses olevate andmetega, võrdsed aeroobse võimekuse osas, kuid maksimaaljõu näitajad olid madalamad. Kehakoostise näitajast on mees- ja naissoost vaatlusalustel Dexheimer et al. (2019) mõõtnud keha rasvaprotsendi ($15,5 \pm 4,9\%$), mis on madalam käesolevas uuringus osalenud mees- ja naissoost vaatluste ($16,7 \pm 4,5\%$) keha rasva protsendi näitajast. Oluline on siiski ka märkida, et kirjanduses on suhteliselt vähe andmeid erinevate tasemega CrossFit sportaste funktsionaalse võimekuse andmeid ning selles osas oleks kindlasti rohkemate uuringute olemasolu, et erineva tasemega CrossFit sportalasi profileerida.

Sarnaselt funktsionaalse võimekuse profiilile CrossFiti harrastajate seas on kirjanduses vähe uuringuid ka CrossFiti spetsiifilise töövõime ja erinevate võimekuste ning kehakoostise vaheliste seoste uurimisel. Käesolevas uuringus koostasime CrossFiti spetsiifilise töövõime hindamiseks WOD, milles oleksid esindatud CrossFitis kasutatavad tüüpilised harjutused ning millega saaksid hakkama erineva tasemega sportlased. Samas on selge, et harjutusvara valik siinkohal võib olulisel määral mõjutada ka seoseid funktsionaalsete parameetritega. Näiteks, CrossFiti töövõime seost maksimaalse hapnikutarbimisega kirjeldab Smith et al. (2013) uuring, kus 10-nädalase CrossFit treeningperioodi järgselt vaatlusalustel paraneb maksimaalne hapnikutarbimine. Käesolevas uuringus leidsime meessoost vaatlusalustel usutava seose maksimaalse hapniku tarbimise ($r = 0,674$, $p < 0,05$) maksimaalse töövõime ($r = 0,700$, $p < 0,05$) ja CrossFiti spetsiifilise töövõime vahel. Bellar et al. (2015) uuring, kus osalesid eliidi tasemel võistlejad mehed, leiti samuti seos käesoleva uuringuga samalaadse WOD ja maksimaalse hapnikutarbimise ($r = 0,503$, $p \leq 0.001$) vahel. Naissoost vaatlusalustel leiti käesolevas uuringus seos maksimaalse hapnikutarbimise ($r = 0,670$, $p < 0,05$), minutiventilatsiooni ($r = 0,741$, $p < 0,05$), maksimaalse töövõime ($r = 0,684$, $p < 0,05$) ja CrossFiti spetsiifilise töövõime vahel. Paralleeli saab tuua ka Farrar et al. (2010) uuringust, kus uuriti CrossFiti laadses harjutuses, mis koosnes harjutusest sangpommiga (16 kg) hooglemise harjutusest 12 minuti jooksul korduste maksimumi saavutamiseni. Farrar, et al. (2010) uuring näitas, et selline harjutus annab kehale piisava koormuse, mis on piisav maksimaalse hapnikutarbimise parandamiseks. Kuigi sarnane näide ei ole üks-ühele sama, on uuringus piisavalt põhijooni nagu harjutuse kestvus ja funktsionaalne harjutus, et CrossFitiga võrrelda. Seega, võime kokkuvõtlikult öelda, et CrossFit töövõime oluline osa on seotud maksimaalse aeroobse töövõimega nii meestel kui naistel.

Meessoost vaatlusalustel ennustas WOD tulemust lisaks koormustestil antud subjektiivse raskuse hinnang aeroobsel ($r = -0,655$, $p < 0,05$) ja anaeroobsel ($r = -0,704$, $p < 0,05$) lävel, mis

oli vaatlusalustel keskmiselt vastavalt $4,3 \pm 1,2$ RPE ja $7,6 \pm 1,3$ RPE. Kuna subjektiivse raskuse hinnang on tunnetuslik parameeter, siis see selgitab seda, kuidas vaatlusalused hindavad submaksimaalsetel võimsustel koormuse raskust ning mida madalam see on, seda eeldatavamalt jõuab ta ka WOD-s pingutada oma võimete tunnetusliku maksimumi lähedal. Varasemast uuringus, mis oli koostatud (Fernández et al., 2015) poolt ja kasutati käesolev uuringuga ülesehituselt sarnast WOD, kus pidi töötama maksimaalse suutlikkuseni. Fernández et al. 2015 uuring näitas, et samalaadses WOD-s saavutab sportlane maksimaalse füsioloogilise ja tajutava taseme piiri.

Käesolevas uuringus seostus meessoost uuritavatel anaeroobse laktaatse töövõimega ja CrossFiti spetsiifilise töövõime vahel keskmise võimsusega ($r = 0,649$, $p < 0,05$) ja 6-sekundi testis samuti keskmise võimsusega ($r = 0,690$, $p < 0,05$). See tulemus kinnitab kirjanduses olevat infot, mis iseloomustab CrossFit'i kui väga erinevaid võimekusi vajavat spordiala (Butcher et al., 2015; Dexheimer et al., 2019). Samas võib seoste ulatust võimendada asjaolu, et anaeroobset võimekust mõõtsime me veloergomeetril (valdavalt jalalihased) ning ka meie uuringu WOD oli seotud palju alakeha võimekusega, sest WOD koosnes maast kastile hüppest ja kükkimisest kang ees õlgadel koos surumisega pea kohale. Lisaks on ka sõudmine ergomeetril suures osas seotud jalalihaste tööga. Võimalik, et teistuguse WOD korral (kasutades rohkem käe- ja ülakehalihaseid) oleksid ka uuringus leitud seosed olnud mõnevõrra teistsugused. Naissoost vaatlusalustel leiti anaeroobse võimekuse seos 6 sekundi testi (alaktaatne kokmponent) ja CrossFiti spetsiifilise töövõimega ($r = 0,589$, $p < 0,05$). See on mõneti erinev Dexheimer et al. (2019) uuringuga, kus leiti anaeroobse laktaatse töövõimega ja kükkimisel kang turjal testi vahel. Seega, on tulevikus mõistlik püüda standardiseerida CrossFit spetsiifilist töövõime testi, et võimalikul efektiivselt töövõimet hinnata.

Maksimaalse jõutõmbe ühe korduse maksimum oli usutavalt seotud naissoost vaatlusaluste WOD tulemusega ($r = 0,847$; $p < 0,05$), samas kui meessoost vaatlusalustel jõutõmbe ühe korduse maksimumi ja WOD vahel seos puudus. Varasemalt tehtud uuringud (Bellar et al., 2015; Butcher et al., 2015; Dexheimer et al., 2019) kasutasid uuritavate jõunäitajate hindamiseks kangiga jõutõmbe, kang turjal küki ja kang õlgadelt üles surumise ühe korduse maksimumi summaarset näitajat, millel oli korrelatsioon CrossFiti spetsiifilise töövõime vahel. Käesolevas uuringus kasutasime jõutõmbe ühe korduse maksimumi iseloomustamiseks kogu keha jõudu. Naissoost vaatlusaluste jõutõmbe ühekordse maksimumi seos CrossFit spetsiifilise töövõimega annab indikatsiooni, et naissoost vaatlusalused peaksid tõstma üldist jõud maksimumi, et WOD paremini sooritada. Meestel maksimaalne jõud (jõutõmme) WOD

sooritust oluliselt ei mõjutanud. Üheks põhjuseks võib olla see, et meie vaatlusalustel oli suhteliselt hea aeroobne töövõime, mis oli isegi võrreldav eliit CrossFit'i sportlastega ning seetõttu on maksimaaljõu osa seoste tekkimisel tagasihoidlikuma kaaluga.

Käesolevas uuringus ei leidnud me seoseid kehakoostise ja WOD vahel ei nais- ega meessoost vaatlusalustel. Võimalik, et siin mängis teatavat rolli ka WOD harjutuste valik, millest ühe osa moodustas sõudmine sõudeergomeetril. Samas on uuringud sõudjatel näidanud, et kehamass on sõudmistulemust soodustavaks teguriks, eriti kui sellega kaasneb ka kõrge lihasmassi osakaal (Mäestu et al., 2000). Seega võisid suurema kehamassiga vaatlusalused sooritada suhteliselt paremini sõudeergomeetri testi osa võrreldes näiteks kastile hüpete testi osaga. Seetõttu võis meie poolt kasutusel olnud WOD test soosida oma erinevates osades erineva kehakoostisega sportlasi, mis ilmselt ei võimaldanud ka usutavate seoste tekkimist töövõimega. Samas on oluline märkida, et kuna aeroobne töövõime oli väga olulisel määral seotud WOD ($r = 0,67 - 0,74$; $p < 0,05$) nii meestel kui naistel, siis on selge, et kokkuvõttes suure kehamassi või lihasmassi omamine ei ole mõistlik.

Käesoleva uuringu regressioonanalüüs näitas meessoost vaatlusalustel kõige kõrgemat üksikparameetri seost WOD-ga anaeroobsel lävel antud subjektiivse raskuse hinnang $R^2 = 0,496$; $p < 0,05$). Lisades veel mudelisse subjektiivse raskuse hinnangu anaeroobsel lävel kasvavate koormustega testil, kasvas ennustustugevus ($R^2 = 0,73$; $p < 0,05$). Kuna subjektiivse raskuse hinnang on tunnetuslik parameeter, siis mida madalam see teataval intensiivsusel on, seda parem. Vaatamata sellele, et anaeroobse läve intensiivsus üksi ei olnud seotud töövõimega ($r = 0,512$; $p > 0,05$) näitab see, et mida kergem tundub pingutus intensiivsusel, millest alates hakkab väsimus kiiresti kuhjuma, et üldine kõrge aeroobne töövõime on CrossFit võistlusharjutuse soorituseks väga oluline. See lubab oletada ka, et Crossfit spetsiifilise töövõime parandamisel on üsna olulised intervalltreeningud, mille puhul on näidatud ka mõju nii anaeroobse läve intensiivsusele, kui ka maksimaalsele aeroobsele võimsusele (Seiler 2010). Naissoost vaatlusalustel oli kõige tugevamaks CrossFit töövõimet ennustavaks parameetriks maksimaaljõud mõõdetuna jõutõmbega ($R^2 = 0,717$; $p < 0,05$), mis on mõneti erinev meessoost vaatlusalustega, kus peamine ennustav faktor oli pigem aeroobne töövõime. Võimalik, et naissoost vaatlualuste puhul käesolevas uuringus mängis mõnevõrra suuremat rolli vaatlusaluste erinev tase, mille tulemusel sooritasid WOD paremini keskmisest tugevamad sportlased. Samas on oluline märkida, et keskmine vastupidavuse võimekus oli ka naistel mõnevõrra madalamal tasemel võrrelduna meie uuringus osalevate meessoost vaatlusalustega

($45,6 \pm 6,9 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ vs $56,2 \pm 3,8 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$), mis võis ka maksimaaljõu komponendi olulisust võimendada.

Käesoleva uuringu üheks puuduseks võib pidada vaatlusaluste erinevat taset CrossFitis, füsioloogilistes võimetes ja antropomeetrilistes näitajates, mis seadis meile teatavad piirangud WOD koostamisel ning valima universaalsemad harjutused, mida kõik vaatlusalused suudaksid probleemideta sooritada. Kindlasti oleks vaja uurida edasi CrossFit spetsiifilist töövõime seost erinevate füsioloogiliste näitajatega ja selgitada välja WOD, mis iseloomustaks kõige paremini CrossFit'i töövõimet. Arvestades seda, et CrossFit on uudne ja kiiresti kasvav fitnessi sport, siis on oluline uurida ja välja töötada mudel CrossFit töövõime ennustamiseks, mis aitab kaasa CrossFit talentide leidmisel ja treeningplaanide koostamisel.

6. JÄRELDUSED

- 1) Uuringu meessoost vaatlusaluseid iseloomustas suhteliselt kõrge lihasmassi osakaal, aeroobne ja anaeroobne laktaatne töövõime ning suhteliselt madal maksimaaljõu näitaja, kui naissoost vaatlusalustel oli aeroobne töövõime, anaeroobse laktaatses töövõime ja maksimaaljõu näitajad madalamad võrreldes kirjanduse andmetega;
- 2) CrossFit spetsiifiline töövõime on meestel usutavalt seotud maksimaalse töövõime, anaeroobse laktaatses ning anaeroobse alaktaatses võimekusega ning naistel maksimaalse töövõime, anaeroobse alaktaatses ning maksimaaljõu näitajatega;
- 3) Meessoost vaatlusaluste CrossFit töövõimet iseloomustab kõige paremini maksimaalne töövõime ning subjektiivne hinnang koormuse raskusel anaeroobsel lävel. Naissoost vaatlusalustel on kõige olulisemaks parameetrik CrossFit spetsiifilise töövõime ennustamisel jõutõmbe ühe korduse maksimum.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Allison FK, Keenan KA, Sell TC, Abt JP, Nagai T, et al. Musculoskeletal, biomechanical, and physiological gender differences in the US military. *US Army Medical Department Journal*; 2015
2. Babiash PE. Determining the energy expenditure and relative intensity of two CrossFit workouts. PhD Thesis. University of Wisconsin- La Crosse; 2013
3. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. The Relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biology of Sport* 2015; 32 (4): 315–20.
4. Brisebois MF, Rigby BR, Nichols DL. Physiological and fitness adaptations after eight weeks of high-intensity functional training in physically inactive adults. *Sports* 2018; 6 (4): 146.
5. Burdin I. CrossFit treeningu mõju meeste vererõhule. Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituut; 2014
6. Butcher SJ, Neyedly TJ, Horvey KJ, ja Benko CR. Do physiological measures predict selected CrossFit benchmark performance?. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2015; 6 (juuli): 241–47.
7. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, de Sá Souza H, Miranda RC, et al. CrossFit overview: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open* 2018; 4 (1): 11.
8. Dawson MC. CrossFit: Fitness cult or reinventive institution?. *international review for the Sociology of Sport* 2017; 52 (3): 361–79.
9. Dexheimer JD, Schroeder ET, Sawyer BJ, Pettitt RW, Aguinaldo AL, et al. Physiological performance measures as indicators of CrossFit performance. *Sports* 2019; 7 (4).
10. Eather N, Morgan PJ, Lubans DR. Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences* 2016; 34 (3): 209–223.
11. Farrar RE, Mayhew JL, Koch AJ. Oxygen cost of kettlebell swings. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010; 24 (4): 1034–1036.
12. Feito Y, Heinrich KM, Butcher SJ, Poston WSC. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports* 2018; 6 (3): 76.

13. Fernández JF, Solana RS, Moya D, Marin JMS, Ramón MM. Acute physiological responses during CrossFit workouts. *European Journal of Human Movement* 2015; 35 (0): 114–24.
14. Foster CG, Florhaug JA, Franklin JE, Gottschall L, Hrovatin LA. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of strength and conditioning research* 2001;
15. Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013
16. Keldoja M. CrossFit treeningu kasutegurid ja riskifaktorid. Bakalaureusetöö. Tartu: Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituut; 2019
17. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, Cañuelo-Márquez AM, Guode J. Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different CrossFit workouts, *Journal of Sports* 2018; 13.
18. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine* 2015; 45 (10): 1469–81.
19. Mäestu J. Prediction of rowing performance from anthropometric and metabolic variables in lightweight and heavyweight male rowers Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituut; 2000.
20. O'Hara RB, Serres J, Traver KL, Wright B, Vojta C, Eveland E. The Influence of nontraditional training modalities on physical performance: review of the literature. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 2012; 83 (10): 985–90.
21. Pind R. Parem jooksu ökonoomsus jooksurajal võrreldes jooksulindil jooksmisega. Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituut; 2016
22. Seiler S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes?. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2010; 5 (3): 276–291.
23. Smith MM, Sommer AJ, Devor ST, Starkoff BE. CrossFit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition: retraction. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2013; 31 (7): e76.
24. Teetor P. „The Story of How CrossFit Went From Zero to 10,000 Locations“. *LA Weekly*. 14. august 2014. <https://www.laweekly.com/the-story-of-how-crossfit-went-from-zero-to-10000-locations/>.
25. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury rate and patterns among CrossFit athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2014; 2 (4).

LISAD

Lisa 1. Uuringus kasutusel olnud naiste protokoll

CrossFit N						
Kuupäev		Tase	Aeg (min)	Kiirus (kmh)	SLS	RPE 10
Kellaeg		0	00:00-00:59	0		
Nimi		1	01:00-01:59	6.0		
			02:00-02:59			
Mask		2	03:00-03:59	7.0		
Sünnikuupäev			04:00-04:59			
Pikkus	cm	3	05:00-05:59	8.0		
Kaal	kg		06:00-06:59			
		4	07:00-07:59	9.0		
Nõusolek			08:00-08:59			
DXA		5	09:00-09:59	10.0		
Kell & vöö			10:00-10:59			
Eilne trenn		6	11:00-11:59	11.0		
			12:00-12:59			
6" Peak Power		7	13:00-13:59	12.0		
Kuupäev			14:00-14:59			
Kellaeg		8	15:00-15:59	13.0		
Eilne trenn			16:00-16:59			
Magnetic: 1	Air:	9	17:00-17:59	14.0		
Power AVG			18:00-18:59			
Power pk		10	19:00-19:59	15.0		
			20:00-20:59			
30" Wingate		11	21:00-21:59	16.0		
Kellaeg			22:00-23:00			
Power AVG			aeg:			
Power pk						
Fatigue factor						
LA 5'						
Glük 5'						
					LA 3'	Glük 3'
					LA 15'	Glük 15'

Lisa 2. Uuringus kasutusel olnud meeste protokoll

CrossFit M						
Kuupäev		Tase	Aeg (min)	Kiirus (kmh)	SLS	RPE 10
Kellaaeg		0	00:00-00:59	0		
Nimi		1	01:00-01:59	8.0		
			02:00-02:59			
Mask		2	03:00-03:59	9.0		
Sünnikuupäev			04:00-04:59			
Pikkus	cm	3	05:00-05:59	10.0		
Kaal	kg		06:00-06:59			
		4	07:00-07:59	11.0		
Nõusolek			08:00-08:59			
DXA		5	09:00-09:59	12.0		
Kell & vöö			10:00-10:59			
Eilne trenn		6	11:00-11:59	13.0		
			12:00-12:59			
6" Peak Power		7	13:00-13:59	14.0		
Kuupäev			14:00-14:59			
Kellaaeg		8	15:00-15:59	15.0		
Eilne trenn			16:00-16:59			
Magnetic: 4	Air:	9	17:00-17:59	16.0		
Power AVG			18:00-18:59			
Power pk		10	19:00-19:59	17.0		
			20:00-20:59			
30" Wingate		11	21:00-21:59	18.0		
Kellaaeg			22:00-23:00			
Power AVG			aeg:			
Power pk						
Fatigue factor						
LA 5'						
Glük 5'						

LA 3'	Glük 3'	
LA 15'	Glük 15'	

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina _____ Esko Tõnisson _____
(sünnikuupäev: _____ 27.06.1984 _____)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose CrossFiti harrastussportlaste töövõime seosed erinevate antropomeetriliste ja funktsionaalsete parameetritega, mille juhendajad on Jarek Mäestu ja Rasmus Pind

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartu, 21.05.2020