

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Mihkel Keldoja

**13-18-aastaste mittetreenitud noormeeste kehalise töövõime ja keha
koostise seosed ühekordse HIIT treeningu tulemustega**

**Correlations between cardiorespiratory fitness, body composition and single HIIT
training results among 14-18-year old untrained boys**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi eriala

Juhendaja:

L. Rimmel, PhD

P. Purge, PhD

Tartu, 2023

SISUKORD

SISUKORD	2
KASUTATUD LÜHENDID	3
TÖÖ LÜHIÜLEVAADE	4
ABSTRACT	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1 Kehaline aktiivsus tänapäeva noorte seas	6
1.2 Ülekaalususe ja rasvumise levimus ning riskifaktorid	7
1.3 Kõrge intensiivsusega intervalltreening ja selle kasutegurid	8
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	11
3. METOODIKA	12
3.1 Uuringu taust ja vaatlusalused	12
3.2 Uurimismeetodid	13
3.2.1 Antropomeetrilised mõõtmised	13
3.2.2 Kehakoostise määramine	13
3.2.3 Kehalise töövõime määramine	13
3.2.4 HIIT treeningu läbiviimine	14
3.2.5 Andmete statistiline analüüs	14
4. TÖÖ TULEMUSED	15
4.1 Uuritavate antropomeetrilised ja keha koostise näitajad	15
4.2 Uuringugruppide kehalise töövõime näitajad	16
4.3 Uuringugruppide ühekordse HIIT treeningu näitajad	17
4.4 Keha koostise ja HIIT treeningu näitajate vahelised seosed	18
4.5 Töövõime näitajate ja HIIT treeningu näitajate vahelised seosed	20
5. ARUTELU	22
5.1 Uuritavate antropomeetrilised, keha koostise ja töövõime näitajad	22
5.2 Uuritavate HIIT treeningu näitajad	23
5.3 Korrelatiivsed seosed keha koostise ja HIIT treeningu näitajate vahel	24
5.4 Korrelatiivsed seosed töövõime ja HIIT treeningu näitajate vahel	25
5.5 Uurimusöö tugevused ning võimalikud puudujäägid	26
6. JÄRELDUSED	27
KASUTATUD KIRJANDUS	28
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	33

KASUTATUD LÜHENDID

AeL – aeroobne lävi

AnL – anaeroobne lävi

DXA – kahe energiatasemega röntgenabsorptsiomeetria

HIIT – kõrge intensiivsusega intervalltreening

KVV – kardiovaskulaarne võimekus

LM – lihasmass

NK - normaalkaalulised

P_{\max} – maksimaalne võimsus

$P_{\max/\text{kg}}$ – suhteline maksimaalne võimsus

PÜ - puusaümberrõõd

RM – rasva mass

RVM – rasvavaba mass

SLS_{\max} – maksimaalne südamelöögisagedus

SLS_{avg} - keskmine südamelöögisagedus

VE - ventilatsioon

$VO_{2\max}$ – maksimaalne hapnikutarbimine

$VO_{2\max/\text{kg}}$ – suhteline maksimaalne hapnikutarbimine

VÜ - vööümberrõõd

WHO – Maailma Terviseorganisatsioon

ÜK - ülekaalulised

ΔP_{avg} – keskmise võimsuse muutus

ΔP_{\max} – maksimaalse võimsuse muutus

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Hinnata seoseid Eesti mittetreenitud ülekaaluliste noormeeste kehakoostise ja töövõime näitajate ning ühekordse HIIT treeningu näitajate vahel ning võrrelda neid mittetreenitud normaalkaaluliste ea- ja sookaaslaste vastavate näitajatega.

Metoodika: Uuringus osales vabatahtlikult kokku 17 mittetreenitud Tartu ja Tartumaa noormeest vanuses 13 kuni 18 eluaastat, kes jagunesid ülekaalulisteks ($n=9$) ja normaalkaalulisteks ($n=8$). Uuritavatel määrati antropomeetrilised näitajad, kehakoostise parameetrid, töövõime näitajad tõusvate raskustasemetega koormustestil ning ühekordse HIIT treeningu näitajad. Keha koostise näitajate määramiseks kasutati kaheenergialise röntgenabsorptsioomeetria (DXA) meetodit ning HIIT treeninguks kasutati veloergomeetrit, kus sooritati kuus 30-sekundilist maksimaalset pingutust koos 4-minutilise taastussõiduga.

Tulemused: Ülekaalulistel noormeestel oli kehakoostise näitajatest kõrgem kehakaal, kehamassiindeks, rasvamass, vööümbermõõt ja ka lihasmass võrreldes normaalkaaluliste noormeestega ($p<0,05$). Töövõime näitajatest olid ülekaaluliste noormeeste suhteline maksimaalne hapnikutarbimine ja suhteline maksimaalne võimsus oluliselt madalamad kui normaalkaalulistel noormeestel ($p<0,05$). HIIT treeningu näitajate osas oli ülekaaluliste noormeeste puhul esimese intervalli keskmine ja maksimaalne võimsus oluliselt suurem ea- ja sookaaslastest ($p<0,05$), aga esimese ja viimase intervalli keskmise võimsuse muutus oli ülekaalulistel samuti oluliselt suurem ($p<0,05$). Mõlemas uuringugrupis korreleerusid positiivselt lihasmassi näitaja HIIT treeningu maksimaalse ja keskmise võimsuse näitajaga ($p<0,05$). Ülekaaluliste noormeeste puhul ilmnis positiivne seos ka lihasmassi ja HIIT treeningu intervallide keskmiste võimsuste muutuse vahel ($p<0,05$). Töövõime näitajate seostest HIIT treeninguga tuli välja positiivne seos ülekaaluliste noormeeste maksimaalse hapnikutarbimise näitaja ja HIIT treeningu intervallide maksimaalse ja keskmise võimsuse näitajate vahel ($p<0,05$). Lisaks korreleerusid positiivselt töövõime maksimaalse võimsuse näitaja ja HIIT treeningu intervallide maksimaalse ja keskmise võimsuse näitajad ($p<0,05$).

Kokkuvõte: Ülekaaluliste noormeeste kehakoostise näitajad erinesid normaalkaaluliste näitajatest, kusjuures ülekaalulisusega kaasnes ka suurem lihasmass. Suurem lihasmassi näitaja oli ka üheks põhjuseks, miks ülekaalulised suutsid näidata paremaid tulemusi HIIT treeningu esimese intervalli maksimaalse ja keskmise võimsuse näitajate osas. Samas oli ülekaaluliste suhteline töövõime oluliselt väiksem kui normaalkaalulistel ea- ja sookaaslastel ja ülekaaluliste töövõime langus ilmnis ka HIIT treeningu esimese ja viimase intervalli võrdluses.

Märksõnad: HIIT, ülekaalulisus, noormehed

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to evaluate the associations between body composition, work capacity and single HIIT training markers of overweight and untrained Estonian boys and compare the results with those of the age- and gender-matched untrained non-overweight controls.

Methods: Seventeen boys (aged 13-18) from Tartu and Tartumaa participated in this study. They were divided into two groups: 1) overweight (n=9) and 2) normal weight (n=8). The protocol consisted of anthropometric measurements, body composition assessments, work capacity assessments with medical screening and single HIIT training performance. Participants' body composition was assessed using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) and for HIIT training a electronically-braked cycle ergometer. The HIIT training consisted of 6 30-second intervals of all-out sprints followed by a 4-minute recovery ride.

Results: Overweight boys had higher body mass, body mass index, fat mass, waist circumference but lean muscle mass compared to age- and gender-matched untrained controls ($p < 0,05$). Overweight boys showed lower results in relative oxygen consumption and relative power output in work capacity measurements than age- and gender-matched controls ($p < 0,05$). On the HIIT training first interval, overweight boys showed higher values in maximal and average power output ($p < 0,05$) and they also showed a larger variation in power output comparing the first interval with last interval ($p < 0,05$). Both groups had positive correlations between muscle mass and HIIT trainings maximal and average power output markers ($p < 0,05$). Overweight boys also showed positive correlation between lean muscle mass and HIIT trainings first and last interval power output variation ($p < 0,05$). Overweight boys had positive correlation between maximal oxygen consumption and HIIT training maximal and an average power output marker ($p < 0,05$). Overweight boys also showed a positive correlation between maximal work capacity power output and HIIT training maximal and average power output markers ($p < 0,05$)

Conclusions: Overweight boys' body composition markers differed from non-overweight boys, where overweight boys showed that with increased obesity lean mass increased, too. Higher lean mass was shown to be one of the reasons why overweight boys had better results in HIIT training first interval maximum and average power output. However, overweight boys had lower values in relative work capacity markers, which was also shown in HIIT interval power output variations between first and last interval.

Keywords: HIIT, overweight, boys

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Kehaline aktiivsus tänapäeva noorte seas

Kehalise aktiivsuse all mõistetakse tegevust, mille puhul kulutab inimene rohkem energiat kui puhkeolekus. Selle alla kuulub näiteks kõndimine, aiatööd, erinevad liikumismängud ja treenimine (Tartu Ülikool 2022). Maailma terviseorganisatsiooni (WHO) poolt on kehtestatud liikumisaktiivsusele ja treenimisele normid, mille järgi lapsed ja noored peaksid igapäevaselt liikuma keskmise või kõrge intensiivsusega vähemalt 60 minutit, millest 30 minutit võiks olla kooliväline tegevus (Chaput et al., 2020). Lisaks on soovituslik vähemalt kolm korda nädalas 30 minutit liikuda just kõrge intensiivsusega ja kaasata liikumisele ka harjutusi, mis tugevdaks luid ja lihaseid. Selle saavutamiseks on vaja osaleda kooli liikumistundides, koolivälistel treeningutel ning aega veeta muul sellisel viisil, mis kvalifitseerub aktiivse tegevusena. Kahjuks aga sarnaselt üldise liikumisaktiivsuse näitajate langusele on vanuse tõustes langust täheldatud ka koolivälistel treeningutel osalemise osas (Guthold et al., 2020; Rullestad et al., 2021).

Kehalise aktiivsuse ja treeningu põhilisteks kasuteguriteks on WHO märkinud kehaliste võimete arengu, südame- ja veresoonkonna tervise, luustiku tugevnemise, rasvumisest hoidumise, kognitiivsete võimete arengu, vigastuste riski vähenemise ja vaimse tervise säilimise. Lisaks neile on kehaline aktiivsus ja treenimine ka positiivse väljundiga sotsiaalsete oskuste osas ja parandab une kvaliteeti (Chaput et al., 2020). Uuringud on ka näidanud, et mõõdukas või tugev kehaline aktiivsus on seotud parema kehakoostisega, kus aktiivsematel lastel on väiksem keha rasvaprotsent ning väiksema aktiivsusega laste puhul on see vastupidi kõrgem (Riso et al., 2018).

Kahjuks on WHO andmetel 81% maailma lastest ja noortest vanuses 11-17 ebapiisavalt kehaliselt aktiivsed ning vanuse kasvades langeb ka koolivälistel treeningutel osalemise aktiivsus, ohustades sellega inimkonna tervist ja heaolu. Hollandi näitel osaleb 10-14 aastastest lastest umbes 60% koolivälistel treeningutel, aga 18 aastaseks saamiseks on see langenud 40%-ni (Spruijtenburg et al., 2022). Hiljutine uuring näitab, et uued koolilastele mõeldud liikumisprogrammid ei ole olnud piisavad, et panna lapsi WHO soovituste kohaselt liikuma. Endiselt ei suuda ligi 80% 5-18 aastastest noortest täita päevast normi liikuda päevas vähemalt 60 minutit keskmise või kõrge intensiivsusega, mis tähendab, et kooli liikumistundides osalemine ei ole piisav koormus, et saavutada vajalikku aktiivsust (Love et al., 2019). Kui 6 aastaste Norra laste hulgast 87% tüdrukuid ja 96% poisse liiguvad

igapäevaselt vähemalt 60 minutit mõõduka või kõrge intensiivsusega, siis 15 aastaste hulgas on need näitajad aga vastavalt 43% ja 58%, mis näitab selgelt vanuse kasvades liikumisaktiivsuse langust (Rullestad et al., 2021).

Laste ja noorte käitumismustrid kehalise aktiivsuse, ekraaniaja ja toitumise osas on seoses nende käitumismustritega ka täiskasvanueas. On leitud, et tervislikult elav nooruk on suure tõenäosusega ka tervislikke eluviise jälgiv täiskasvanu (Friel et al., 2020). Et laps püsiks normaalkaalus ja oleks terve, peab tema üles kasvamise keskkond olema selleks soodne. Vajalik on kiire ja uudne sekkumine, et luua uusi ja erinevaid liikumisprogramme laste ja noorte liikumisaktiivsuse tõstmiseks, koolivälistel treeningutel osalemise populariseerimiseks ning istuva eluviisi vähendamiseks (Chaput et al., 2020). Kõrge intensiivsusega kehalise aktiivsuse saavutamise üheks võimaluseks – nii koolikeskkonnas kui ka väljaspool kooli – võib pidada kõrge intensiivsusega intervalltreeningut (HIIT), mis on aega kokkuhoidev ja näidanud ülesse positiivseid seoseid laste ja noorte tervisenäitajatega (Silva et al., 2023).

1.2 Ülekaalulisuse ja rasvumise levimus ning riskifaktorid

Uuringud on näidanud, et vahemikus 1975 kuni 2016 tõusis rasvunud tüdrukute arv maailmas viielt miljonilt 50 miljonini. Poiste hulgas oli tõus veel suurem – rasvunute arv tõusis sama ajaga kuult miljonilt 74 miljonini (Abarca-Gómez et al., 2017). Sellele lisaks leiti, et 213 miljonit last oli ületanud normaalkaalu piiri, aga ei kuulunud veel rasvumise alla. Näiteks 2020. aasta seisuga oli maailmas ligi 40 miljonit alla 5 aastast last, kes kuulusid ülekaaluliste või rasvunud laste hulka (Belando-Pedreño et al., 2023). Ülekaalulisus ja rasvumine lapseas soodustab erinevate mittenakkushaiguste teket hilisemas eas. Mittenakkushaigused nagu näiteks veresoonkonnahaigused ja diabeet on tõusnud peamisteks suremuse põhjuseks ja need moodustavad 70% kõikidest surmadest. Arvutuste kohaselt on ühe ülekaalulise lapse ravikulud tema elujooksul ligi 150 tuhat eurot (Love et al., 2019).

Eesti Tervis Arengu Instituudi andmetel on 2021/2022 õppeaasta uuringute tulemuste põhjal 19,9% Eesti 11-15 aasta vanustest poistest ja tüdrukutest ülekaalulised või rasvunud. Võrdluseks – 2001/2002 õppeaastal oli see näit vaid 7,3%, st hetkeseisust kolm korda väiksem (Tervise Arengu Instituut 2017). Samuti kinnitab ülekaaluliste laste arvu tõusu ka Eesti Tervisekassa, mille kohaselt oli 2004/2005 see näit 6,5% ja 2013/2014 õppeaastal juba 11% (Tervise Arengu Instituut 2017).

Tšiili rahvastiku andmete näitel on 51% algkooli ja põhikooli lastest ülekaalulised. Leidub ka piirkondi Tšiilis, kus laste ülekaalulisuse protsent on tõusnud viimase kümne aastaga 45%-lt 69%-le (Silva et al., 2023). Hispaania näitel on 2-17 aastaste laste hulgast kümnest kaks ülekaalulised ja üks rasvunud ning kokkuvõttes on ülekaaluliste ja rasvunud laste osakaal Hispaanias ligi 40% (Fernández et al., 2017).

Ameerika Ühendriikides seisavad ligi 27% noortest silmitsi kroonilise haigusega. Rasvumine, II tüüpi diabeet ja probleemid vaimse tervisega on tõusev trend USA laste ja noorukite seas, mille üheks põhjuseks on ülekaalulisus ja rasvumine (Friel et al., 2020). Uuringud on ka näidanud, et rasvunud lastel ja noortel on võrreldes keskmiselt ülekaaluliste laste ja noortega täiskasvanuikka jõudes palju suuremad riskid tervisele (Bass & Eneli, 2015). Kahe kuni 19-aastaste USA laste hulgas on 31,8% lastest ülekaalulised, kellest 18,5% on rasvunud (Faircloth et al., 2019). Samuti näitavad uuringud, et ülekaalulisus ja rasvumine on otseselt negatiivselt seotud noorte kehalise võimekusega ning osalemisega organiseeritud treeningutel (Liu et al., 2020; Silva et al., 2023). Kuigi ülekaalulisus ei mängi rolli maksimaalses jõus, siis võrreldes normaalkaaluliste ea- ja sookaaslastega oli joonejooksu testi tulemused selgelt ülekaalulistel kehvemad, mis viitab ülekaaluliste halvemale kardiovaskulaarsele töövõimele (Fernández et al., 2017).

Kardiovaskulaarse töövõime parandamiseks on uuringute põhjal üheks parimaks viisiks HIIT treening (Silva et al., 2023). Ülekaaluliste laste puhul on täheldatud, et klassikalised kooli kehalise kasvatuse tunnid ei ole piisavad, et parandada nende töövõime ja kehakoostise näitajaid. Seevastu osalemine HIIT treeningutel on näidanud kiiremaid ja efektiivsemaid tulemusi ülekaaluliste laste kehakoostise ja töövõime paranemisele (Cvetković et al., 2018). HIIT treeningu positiivse mõju kohta töövõime näitajatele saab tuua ka Salus et al. (2022) uuringust, kus 12-nädalase HIIT treeningu tulemustena paranes oluliselt 12-16 aastaste ülekaaluliste noormeeste suhteline maksimaalne hapnikutarbimine.

1.3 Kõrge intensiivsusega intervalltreening ja selle kasutegurid

Kõrge intensiivsusega intervalltreening (HIIT) on treeningmeetod, mis koosneb kõrge intensiivsusega lühiajalisest pingutustest, millele järgneb puhkefaas, kus sooritatakse taastumise eesmärgil madala intensiivsusega tööd. HIIT treeningu all ei peeta silmas kindlaid liigutusmustreid, vaid oluline on töö intensiivsus. See võib olla nii lastele mõeldud mänguline liikumine, jooksmine või näiteks veloergomeetril sooritatud intervalltreening (Martin-Smith et

al., 2020; Silva et al., 2023). Näiteks Silva et al. (2023) uuringu põhjal on lastel ja noortel võrreldes teiste treeninguvormidega kõige nauditavam treening just kõrge intensiivsusega intervalltreening, mida saab modifitseerida lastele sobilikuks näiteks läbi erinevate lühikeste ja intensiivsete mängude. HIIT treeningule omane intensiivne tegutsemine on positiivselt seotud laste ja noorte kehalise aktiivsusega ning ülekaalulisuse ja rasvumise ennetamisega (Silva et al., 2023).

Erinevates uuringutes kasutatud HIIT treeningu ülesehitused on olnud erinevad, kus tööintervallide pikkused on olnud nii 40 sekundilised kui ka 4 minutilised, mille juures pingutus on olnud keskmiselt 80-100% maksimaalsest hapnikutarbimise näitajast või maksimaalsest pulsagedusest. Tööintervallidele järgneb alati kuni 4 minutiline passiivne või madala intensiivsusega taastumine (Liu et al., 2020). HIIT on kogunud viimaste aastatega palju populaarsust ning on endiselt üheks peamiseks trendiks spordimaailmas nii laste, noorte kui ka täiskasvanute hulgas (Štajer et al., 2022). HIIT treeningu efektiivsust võrreldes keskmise intensiivsusega treeninguga on palju uuritud, mille käigus on kogutud andmeid nii laste, täiskasvanute, sportlaste kui ka vanurite ja erinevate haigustega inimeste kohta. Uuringute tulemused on olnud tõhusamad või sama tõhusad kui seda mittetreenitud või teiste treeningvorm puhul parandades kehakoostist, töövõime näitajaid ja langetades kardiovaskulaarsete haiguste tekke riski (Cao et al., 2021; Dias et al., 2018; Silva et al., 2023).

Sarnaselt käesoleva magistr töö uuringu HIIT treeningu ülesehitusele, kasutati HIIT treeninguid (6x 40 sekundit spurt + 5 minutit taastumist) ka Lazzeri uuringus (Lazzer et al., 2017), kus 3 nädala jooksul paranesid 15-17 aastaste ülekaaluliste poiste kehakoostise ja maksimaalse hapnikutarbimise näitajad. Lisaks on ühekordse HIIT treeningu järgselt täheldatud positiivset mõju ka inimese kognitiivsetele võimetele, kus võrreldes treeningu eelse testiga oli paranenud nii keskendumisvõime kui ka tähelepanuga seotud võimekus (Quintero et al., 2018).

HIIT treeningu kasuks räägib selle ajaliselt lühike kestvus, mille abil saavutatakse sarnaseid või paremaid tulemusi töövõime ja kehakoostise näitajate osas võrreldes näiteks keskmise intensiivsusega treeningutega, millel on pikem ajaline kestvus (Martin-Smith et al., 2020). Uuringute põhjal on HIIT treeningu keskmine kestvus 30 minutit, mis on 15 minutit lühem aeg võrreldes keskmise intensiivsusega treeningutega, mille keskmine kestvus on 45 minutit. Sellegi poolest on leitud, et HIIT on oma intensiivsuse tõttu sama tõhus või tõhusam parandamaks nii ülekaaluliste kui ka normaalkaaluliste laste tervise- ja töövõime näitajaid (Cvetković et al., 2018). Näiteks on saadud HIIT treeningu võrdluses keskmise intensiivsusega vastupidavustreeninguga sarnased tulemused kehakoostise muutustele, mille

juures HIIT treeningu kestvus oli 70% vähem. Samuti on leitud, et ka töövõimet on võimalik parandada 10 minutiliste HIIT treeningutega sama efektiivselt kui 50 minuti pikkuste kestvustreeningutega. Seega tuleb täheldada, et HIIT treeningutega sarnaste efektide saavutamiseks on teiste treeningvormide puhul vaja panustada rohkem aega (Delgado-Floody et al., 2019).

Võrreldes HIIT treeningut teiste treeningvormidega on leitud, et HIIT treeningul on efekt kehakoostise muutustele suurem või vähemalt sama suur. Näiteks võrreldes madala intensiivsusega jõutreeninguga, leiti HIIT treeningu puhul positiivsemad tulemused ülekaaluliste laste nahavoltide muutustele (Delgado-Floody et al., 2019). Liu et al. (2020) aasta uuring leidis, et keskmise intensiivsusega treening andis ülekaaluliste laste kehakoostise näitajate osas sama positiivsed tulemused kui seda tegi HIIT. Kehakoostise osas on Liu et al. (2020) poolt toodud välja HIIT treeningu positiivne mõju kehakaalule, kehamassiindeksile, rasvaprotsendi langusele ja vööümbermõõdule. Cao et al. (2021) poolt läbi viidud ülekaaluliste koolilaste uuring andis samuti 12 nädalase HIIT treeningu tsükli järel positiivseid tulemusi, parandades ülekaaluliste koolilaste kehamassiindeksit, rasvaprotsenti ja nahavoltide näitajaid.

Kuigi kehakoostise osas oli Liu et al. (2020) uuringu näitel keskmise intensiivsusega treening ja HIIT treening sama efektiivsed, siis kardiovaskulaarse võimekuse (KVV) paranemise osas näitas HIIT positiivsemaid tulemusi. KVV on ühtlasi üheks peamiseks kardiovaskulaarsete haiguste ennetamise näitajaks – mida parem KVV, seda väiksem on risk südame ja veresoonkonna haiguste tekkele (Liu et al., 2020). HIIT treeningu positiivne mõju KKV-le on leitud ka vaid ühekordse HIIT treeningu järgselt, kus sooritati kaksteist 30 sekundi pikkust intervalli 90% pingutuse juures (Delgado-Floody et al., 2019). Lisaks on HIIT võrreldes keskmise intensiivsusega kestva treeningu näidanud ülekaaluliste laste puhul paremaid tulemusi maksimaalse hapnikutarbimise ja süstoolse vererõhu paranemise osas (Cao et al., 2021). Samuti on HIIT treeningu tulemusena täheldatud noorte südame- ja veresoonkonna haiguste riskide vähenemist, mis viitab selgelt HIIT treeningu kasulikkusele võitlemaks laste ja noorte ülekaalulisusega (Liu et al., 2020). Lisaks on HIIT treening toonud kasutegureid ka veremarkerite paranemise juures noortel vanuses 10-13 eluaastat, langetades kolesterooli taset ja vähendades insuliini tundlikkust (Meng et al., 2022).

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on hinnata ülekaaluliste 13-18-aastaste mittetreenitud noormeeste kehakoostise ja töövõime näitajate seoseid ühekordse HIIT treeningu sooritamise tulemustega ning võrrelda vastavaid näitajaid normaalkaaluliste mittetreenitud noormeestega.

Magistritöö eesmärgi täitmiseks püstitati järgmised ülesanded:

- Määrata ülekaaluliste mittetreenitud noormeeste antropomeetrilised näitajad, keha koostis ning võrrelda saadud tulemusi normaalkaaluliste mittetreenitud ea- ja sookaaslastega vastavate näitajatega.
- Viia läbi ühekordne HIIT treening ülekaaluliste mittetreenitud noormeestega ning võrrelda treeningu tulemusi normaalkaaluliste mittetreenitud ea- ja sookaaslaste vastavate näitajatega.
- Leida võimalikud seosed kehalise töövõime näitajate ja HIIT treeningu tulemuste vahel mõlemas uuringugrupis ning võrrelda gruppide vahelisi erinevusi võimalike seoste suhtes.
- Leida võimalikud seosed keha koostise näitajate ja HIIT treeningu tulemuste vahel mõlemas uuringugrupis ning võrrelda gruppide vahelisi erinevusi võimalike seoste suhtes.

3. METOODIKA

3.1 Uuringu taust ja vaatlusalused

Käesolev magistritöö on osa uuringust „Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu mõju kehakoostisele, kehalisele võimekusele ja vere biokeemiliste markerite muutustele 13-18-aastastel rasvunud poistel“). Uuring on viidud läbi kooskõlas Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomiteega (loa number: 340/T14). Magistritööks koguti andmeid 2021. aasta sügisest kuni 2022. aasta kevadeni.

Magistritöö autori ülesanneteks uuringu juures oli vaatlusaluste otsimine, uuringule kutsumine ning uuringu sisu ja eesmärgi selgitamine. Lisaks tegeles töö autor uuringupäevade ja spordiarsti vastuvõtude kokkuleppimisega ning viis laboris läbi HIIT treeningu veloergomeetril ning abistas küsimustike täitmisel ja antropomeetriliste mõõtmiste läbiviimisel. Kolmandaks oli töö autori ülesandeks saadud andmete statistiline analüüs ja saadud andmete põhjal tulemuste analüüsimine ja kirjeldamine.

Uuringus osales kokku 19 Tartu ja Tartumaa noormeest vanuses 13 kuni 18 eluaastat. Kõikidelt uuringus osalenud noormeestelt ja nende vanematelt saadi kirjalik nõusolek uuringus osalemise kohta. Noormeeste uuringusse valimise kriteeriumiks oli vähene kehaline aktiivsus väljaspool kooli kehalise kasvatuse tunde. Vaatlusalused jagati kahte uuringugruppi pärast DXA kehakoostise analüüsi kehamassiindeksi alusel. Käesoleva uuringu puhul toimus jagunemine ülekaalulisteks ja normaalkaalulisteks lähtudes KMI-ist, kus normaalkaalulisuse näitaja ülemiseks piiriks võeti 25 (Morina et al., 2022). Käesolevas uuringus osalenud 17 noormeest vanuses 13 kuni 18 eluaastat jagati kahte uuringugruppi, mille puhul võeti normaalkaalulise KMI ülempiiriks 25. Ülekaaluliste grupi (n=9) moodustasid noormehed, kelle KMI oli vahemikus 25,8 kuni 36,2 ning normaalkaaluliste (n=8) puhul jäi KMI vahemikku 15,7 kuni 24,7.

Vaatlusaluse esimeseks sammuks uuringus oli Tartu Ülikooli kliinikumis spordiarsti poolt läbi viidud terviseseisundi hindamine koos koormustestiga. Saades spordiarstilt koormustest läbimise järel positiivse kinnituse edasiseks uuringuks, kutsuti vaatlusalune Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituudi laborisse HIIT treeningule, millele eelnes DXA kehakoostise analüüs ning antropomeetriline mõõtmine.

3.2 Uurimismeetodid

3.2.1 Antropomeetrilised mõõtmised

Uuringus osalenud vaatlusalustel viidi läbi antropomeetrilistest mõõtmistest kehapikkuse ja istepikkuse mõõtmine (Seca antropomeeter täpsusega 0,1 cm). Lisaks mõõdeti vöökoha ja puusade ümbermõõt (Salus et al., 2022). Kehamassi mõõtmiseks kasutati A&D Instruments Ltd. täpsusega 0,05 kg. Kehamassiindeksi arvutamiseks kasutati valemit: kehamass (kg)/pikkuse ruut(m²).

3.2.2 Kehakoostise määramine

Vaatlusaluste kehakoostise määramine toimus kahe energiatasemega röntgenabsorptsiomeetria meetodil (DXA; DPX-IQ densitomeeter Hologic, Discovery W, USA). Vaatlusalused pidid selleks lamama selili võimalikult liikumatult umbes 10 minutit. Kehakoostise parameetritest mõõdeti nii rasvamass, lihassmass, rasvaprotsent, rasvavaba mass ja arvutati ka luutiheduse näitaja (Z-score).

3.2.3 Kehalise töövõime määramine

Vaatlusaluste kehalise töövõime määramine toimus Tartu Ülikooli Kliinikumi spordimeditsiini osakonnas, kus viidi läbi tõusvate koormustasemetega koormustaluvuse test veloergomeetril Lode Corival CPET (Holland). Selle käigus määrati vaatlusaluste maksimaalne ventilatsioon (VE), hapnikutarbimine ($VO_{2\ max}$), suhteline maksimaalne hapnikutarbimine ($VO_{2\ max}/kg$), maksimaalne võimsus (P_{max}) ja suhteline võimsus (P_{max}/kg). Lisaks määrati südame löögisagedus (SLS) puhkeolekus ning maksimaalne südame löögisagedus (maksimaalne SLS), aeroobne lävi (AeL) ning anaeroobne lävi (AnL). Hapnikutarbimise näitajaid määrati Cosmed Quark CPET (Itaalia) aparatuuri abil.

3.2.4 HIIT treeningu läbiviimine

Vaatlusalused tegid laboris kõrge intensiivsusega intervalltreeningu (HIIT), kasutades selleks veloergomeetrit (Wattbike Pro/Trainer, Vermont House, Wilford Ind Est, Nottingham, England). HIIT treening algas 10 minuti pikkuse soojendussõiduga. Pärast soojendussõitu sooritati kuus 30-sekundilist maksimaalse pingutusega spurti, millele järgnes 4-minutiline taastav sõit. Vaatlusalune oli kogu treeningu vältel veloergomeetril. Iga maksimaalse pingutusega intervalli järel paluti vaatlusalusel hinnata oma pingutusastet Borg CR-10 hindamisskaalal (Borg & Kaijser, 2006). HIIT treeningu intervallide vahel koguti ja salvestati vaatlusaluse maksimaalne ja keskmine võimsus (P) ning maksimaalne ja keskmine pulsisagedus (SLS). Pulsisageduse mõõtmiseks kasutati Polar H7 pulsivööd (Polar Electro OY, Kempele, Finland).

3.2.5 Andmete statistiline analüüs

Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati SPSS statistikaprogrammi, versiooni 20.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Enne andmete analüüsimist kontrolliti kõikide parameetrite puhul, kas tegemist on normaaljaotusega. Kõikide määratud parameetrite puhul leiti aritmeetiline keskmine ja standardhälve (\pm SD). Gruppide vahelised erinevused leiti normaaljaotusega parameetrite puhul T-testi abil. Määratud parameetrite vahelised korrelatiivsed seosed leiti Pearsoni korrelatsioonianalüüsi abil. Statistiliselt olulise erinevuse nivooks seati kõikide testide puhul $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

4.1 Uuritavate antropomeetrised ja keha koostise näitajad

Ülekaaluliste ja normaalkaaluliste noormeeste antropomeetrised ja keha koostise näitajad ning nende uurimis gruppidevahelised erinevused on välja toodud Tabelis 1. Kõik uuritavad olid sarnase pikkuse ja vanusega. Ülekaaluliste poiste grupp oli statistiliselt oluliselt suurema kehakaalu ($p<0,05$), rasvamassi ($p<0,05$), rasvavabamassi ($p<0,05$), lihasmassi ($p<0,05$), kehamassiindeksi ($p<0,05$) ja keha rasvaprotsendiga ($p<0,05$) ning statistiliselt oluliselt suurem oli ka nende vöö- ja puusaübermõõt ($p<0,05$).

Tabel 1. Uuritavate keskmised (\pm SD) antropomeetrised ja keha koostise näitajad.

	Normaalkaalulised (n=8)	Ülekaalulised (n=9)
Vanus (a)	15,4 \pm 1,1	15,3 \pm 1,8
Kehapikkus (cm)	177,3 \pm 7,3	182,3 \pm 6,7
Kehakaal (kg)	65,4 \pm 8,7	98,8 \pm 13,0*
KMI (kg/m ²)	20,7 \pm 2,7	29,7 \pm 3,6*
Keha rasva %	18,3 \pm 2,8	31,1 \pm 4,1*
Keha RM (kg)	11,7 \pm 2,6	30,2 \pm 6,2*
Keha RVM (kg)	53,7 \pm 7,2	68,6 \pm 9,2*
Keha LM (kg)	49,8 \pm 6,7	63,9 \pm 8,4*
PÜ (cm)	87,3 \pm 9,4	105,8 \pm 9,2*
VÜ (cm)	73,8 \pm 6,4	92,9 \pm 5,9*

* Statistiliselt usutavalt erinev normaalkaalulistest ea- ja sookaaslastest, $p<0,05$;

KMI – kehamassiindeks; RM – rasvamass; RVM – rasvavabamass; LM – lihasmass; PÜ – puusaübermõõt; VÜ – vööübermõõt

4.2 Uuringugruppide kehalise töövõime näitajad

Tabelis 2 on toodud välja nii normaalkaaluliste kui ka ülekaaluliste noormeeste töövõime näitajad ning uuringugruppide vahelised erinevused. Kui spordiarsti juures astmeliselt tõusvate koormustega koormustesti käigus mõõdetud maksimaalse hapnikutarbimise osas gruppidevaheline statistiline erinevus puudus, siis suhtelise maksimaalse hapnikutarbimise (maksimaalse hapnikutarbimise näitaja jagatuna kehamassiga) juures ilmnes gruppide vahel statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$), kus normaalkaaluliste grupi näitaja oli suurem (vastavalt 41,0 ja 29,3).

Sarnaselt maksimaalsele hapnikutarbimisele puudus gruppide vaheline statistiline erinevus ka maksimaalse võimsuse näitajate osas, kuid suhtelise maksimaalse võimsuse (jagatuna kehakaaluga) näitajate osas ilmnes statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$), kus ülekaaluliste grupi näitaja oli väiksem (vastavalt 2,1 ja 3,2).

Tabel 2. Uuringugruppide keskmised (\pm SD) töövõime näitajad.

	Normaalkaalulised (n=8)	Ülekaalulised (n=9)
VO _{2 max} (l/min)	2,78 \pm 0,42	2,84 \pm 0,51
VO _{2 max/kg} (ml/min/kg)	41,00 \pm 3,90	29,30 \pm 4,98*
P _{max} (W)	221,00 \pm 40,72	207,57 \pm 38,16
P _{max/kg} (W/kg)	3,23 \pm 0,44	2,11 \pm 0,27*

* Statistiliselt usutavalt erinev normaalkaalulistest, $p < 0,05$;

VO_{2 max} – maksimaalne hapnikutarbimine; VO_{2 max/kg} – suhteline maksimaalne hapnikutarbimine

P_{max} – maksimaalne võimsus; P_{max/kg} – suhteline maksimaalne võimsus

4.3 Uuringugruppide ühekordse HIIT treeningu näitajad

Tabelis 3 on välja toodud uuringugruppide HIIT treeningu näitajad ning gruppide vahelised erinevused. HIIT treeningu nii esimese kui ka viimase intervalli puhul puudus uuringugruppide vahel statistiliselt oluline erinevus nii keskmiste kui ka maksimaalsete pulsisageduste osas. Küll aga ilmnes oluline erinevus HIIT treeningu esimese intervalli keskmise võimsuse ja maksimaalse võimsuse ($p>0,05$) osas, kus mõlemal juhul oli ülekaaluliste noormeeste näitaja statistiliselt oluliselt suurem. Maksimaalsete võimsuste näitajad olid vastavalt 859,56W ja 647,12W ($p<0,05$) ja keskmiste võimsuste näitajad vastavalt 609,33 ja 470,50W ($p<0,05$). Samuti oli statistiliselt oluline erinevus ($p<0,05$) ka esimese ja viimase HIIT treeningu intervalli keskmiste võimsuste muutuse osas, kus ülekaaluliste grupi näitaja oli oluliselt suurem (vastavalt 175,33W ja 61,25W).

Tabel 3. Uuringugruppide keskmised (\pm SD) HIIT treeningu näitajad.

	Normaalkaalulised (n=8)	Ülekaalulised (n=9)
SLS _{max} - 1 (l/min)	153,0 \pm 17,90	163,45 \pm 13,57
SLS _{avg} - 6 (l/min)	170,00 \pm 12,10	147,89 \pm 56,60
SLS _{max} - 1 (l/min)	173,25 \pm 9,50	180,34 \pm 16,41
SLS _{max} - 6 (l/min)	183,25 \pm 10,35	160,23 \pm 61,38
P _{avg} - 1 (W)	470,50 \pm 67,78	609,33 \pm 150,42*
P _{avg} - 6 (W)	409,25 \pm 108,73	385,78 \pm 165,68
Δ P _{avg} (W)	61,25 \pm 72,31	175,33 \pm 107,85*
P _{max} - 1 (W)	647,12 \pm 81,33	859,56 \pm 265,17*
P _{max} - 6 (W)	596,87 \pm 195,41	601,44 \pm 288,76
Δ P _{max} (W)	50,25 \pm 135,44	192,67 \pm 158,78

* Statistiliselt usutavalt erinev normaalkaalulistest ea- ja sookaaslastest, $p<0,05$;

SLS_{avg} – intervallide keskmine pulsisagedus, SLS_{max} – intervallide maksimaalne pulsisagedus

P_{avg} – intervallide keskmine võimsus, P_{max} – intervallide maksimaalne võimsus

Δ P_{avg} – P_{avg} 1 ja P_{avg} 6 vaheline muutus, Δ P_{max} – P_{max} 1 ja P_{max} 6 vahe

4.4 Keha koostise ja HIIT treeningu näitajate vahelised seosed

Antud uuringu üheks eesmärgiks oli analüüsida erinevate keha koostise näitajate seoseid ühekordse HIIT treeningu näitajatega. Keha koostise hindamiseks on kasutatud nii antropomeetrilisi mõõtmisi kui ka DEXA kehakoostise analüüsi. Keha koostise ja ühekordse HIIT treeningu näitajate vahelised seosed on välja toodud tabelis 4.

Mõlema uuringugrupi puhul tuli korrelatsioonianalüüsis välja positiivne seos lihasmassi ja HIIT treeningu maksimaalse võimsuse kui ka keskmise võimsuse näitajate vahel ($p < 0,05$). Sama seos kehtib mõlemas grupis ka rasvavaba massi kohta, kus rasvavaba mass on positiivses seoses nii keskmiste kui ka maksimaalsete võimsustega ($p < 0,05$). Ülekaaluliste noormeeste grupi puhul esineb positiivne seos rasvavabamassi ja lihasmass ning HIIT treeningu esimese ja viimase intervalli keskmiste võimsuste muutuse näitajate vahel ($P < 0,05$). Normaalkaaluliste noormeeste puhul sellist seost ei ilmnenud. Lisaks ei esinenud korrelatsioonanalüüsi tulemustes statistiliselt olulisi seoseid kehamassiindeksi või rasvamassi ja HIIT treeningu näitajate vahel, seda nii normaalkaaluliste kui ka ülekaaluliste grupis ($p > 0,05$).

Tabel 4. Keha koostise ja ühekordse HIIT treeningu näitajate vahelised korrelatiivsed seosed

Näitaja	P _{max}		P _{avg}		ΔP _{avg}		ΔP _{max}	
	NK	ÜK	NK	ÜK	NK	ÜK	NK	ÜK
	(n=8)	(n=9)	(n=8)	(n=9)	(n=8)	(n=9)	(n=8)	(n=9)
Rasvamass (kg)	0,26	0,16	0,24	0,08	0,16	0,61	-0,09	0,60
Rasva %	-0,25	-0,35	-0,41	-0,55	0,42	0,14	0,18	0,18
KMI (kg/m ²)	0,30	0,16	0,24	0,43	0,36	0,58	0,10	0,54
RVM (kg)	0,74*	0,70*	0,89*	0,85*	0,33	0,72*	-0,39	0,62
LM(kg)	0,72*	0,69*	0,90*	0,85*	-0,35	0,70*	-0,39	0,60

* - statistiliselt oluline seos (p<0,05)

NK – normaalkaaluliste grupp; ÜK – ülekaaluliste grupp; ΔP_{avg} – võimsuste keskmiste muutus; ΔP_{max} – võimsuste maksimumide muutus; P_{max} – võimsuste maksimumide keskmine; P_{avg} – võimsuste keskmiste keskmine; KMI – kehamassiindeks; RVM – rasvavabamass; LM – lihasmass

4.5 Töövõime näitajate ja HIIT treeningu näitajate vahelised seosed

Antud uuringu teiseks eesmärgiks oli analüüsida erinevate töövõime näitajate seoseid ühekordse HIIT treeningu näitajatega. Töövõime ja HIIT treeningu näitajate vahelised seosed on toodud välja tabelis 5.

Ülekaaluliste noormeeste grupis ilmnes korrelatsioonianalüüsis (Tabel 5) positiivne seos ($p < 0,05$) maksimaalse hapnikutarbimise ja HIIT treeningu intervallide P_{max} tulemuste vahel. Samasugune seos (Tabel 5) oli ülekaaluliste noormeeste grupis ka maksimaalse hapnikutarbimise ja HIIT treeningu kõigi intervallide keskmiste võimsuste vahel ($p < 0,05$). Normaalkaaluliste ea- ja sookaaslaste hulgas selliseid seoseid ei täheldatud ($p > 0,05$).

Sarnaselt seostele maksimaalse hapnikutarbimisega, leiti korrelatsioonianalüüsi käigus positiivsed seosed ($p < 0,05$) ülekaaluliste noormeeste töövõime maksimaalse võimsuse ja HIIT treeningu intervallide keskmiste ja maksimaalsete võimsuste vahel (Tabel 5). See tähendab, et mida parem on koormustel sooritatud maksimaalne töövõime näitaja, seda parem on ka HIIT treeningu käigus näidatud maksimaalne ja keskmine võimsuse näitaja. Normaalkaaluliste ea- ja sookaaslaste hulgas selliseid seoseid ei leitud ($p > 0,05$).

Korrelatsioonianalüüs viidi läbi ka HIIT treeningu intervallide nii keskmiste kui ka maksimaalsetele võimsuse näitajate muutuste kohta (intervalli 1 ja intervalli 6 erinevus), aga kummaski uuringugrupis ei ilmnenu seoseid koormustel saadud töövõime näitajatega ($p > 0,05$).

Tabel 5. Töövõime ja ühekordse HIIT treeningu näitajate vahelised korrelatiivsed seosed

Näitaja	HIIT P _{max}		HIIT P _{avg}		HIIT ΔP _{avg}		HIIT ΔP _{max}	
	NK	ÜK	NK	ÜK	NK	ÜK	NK	ÜK
	(n=8)	(n=9)	(n=8)	(n=9)	(n=8)	(n=9)	(n=8)	(n=9)
VO _{2 max}	0,28	0,72*	0,49	0,86*	-0,08	0,02	-0,02	-0,13
VO _{2 max/kg}	0,01	0,31	0,31	0,42	0,33	-0,58	0,26	-0,63
P _{max}	0,79	0,91*	0,44	0,93*	-0,32	0,37	-0,32	0,29
P _{max/kg}	0,76	0,42	0,41	0,55	-0,21	-0,36	-0,26	-0,32

* - statistiliselt oluline seos (p<0,05)

NK – normaalkaaluliste grupp; ÜK – ülekaaluliste grupp; VO_{2max} – maksimaalne hapnikutarbimine; VO_{2max/kg} – maksimaalne hapnikutarbimine jagatud kehakaaluga; P_{max} – maksimaalne võimsus; P_{max/kg} – maksimum võimsus jagatud kehakaaluga; HIIT ΔP_{avg} – võimsuse keskmiste muutus, HIIT ΔP_{max} – HIIT võimsuse maksimumide muutus; HIIT P_{max} – HIIT võimsuse maksimumide keskmine; HIIT P_{avg} – HIIT võimsuse keskmiste keskmine

5. ARUTELU

Antud uuringu eesmärgiks oli hinnata ülekaaluliste mittetreenitud noormeeste kehakoostise ja töövõime näitajate seoseid ühekordse HIIT treeningu näitajatega ning võrrelda neid mittetreenitud normaalkaaluliste ea- ja sookaaslaste näitajatega. Uuringus osales kokku 17 noormeest vanuses 13-18 eluaastat, kes jagunesid mittetreenitud normaalkaalulisteks (n=8) ja mittetreenitud ülekaalulisteks (n=9). Uuringu tulemused näitasid, et ülekaaluliste noormeestel on lisaks suuremale rasvamassile ja rasvaprotsendile ka suurem lihasmass. Lihasmass on käesoleva uuringu põhjal määravaks faktoriks HIIT treeningu maksimaalse võimsuse näitajatele, aga ülekaaluliste noormeeste puhul tuli välja ka oluline töövõime langus HIIT treeningu esimese ja viimase intervalli võrdluses (tabel 3 ja tabel 4). Samuti selgus, et paremate maksimaalsete võövõime näitajatega ülekaalulised suudavad ka HIIT treeningul näidata paremaid maksimaalseid näitajaid (tabel 5.)

Erinevad uuringud on leidnud, et ülekaalulisus ja rasvumine on peamiseks riskifaktoriks südame- ja veresoonkonnahaiguste tekkel ning et selle ennetamiseks tuleb olla kehaliselt piisavalt aktiivne (Chen et al., 2021; Liu et al., 2020). Samuti näitavad erinevate uuringute tulemused, et kõrge intensiivsusega intervalltreeningud on tõhusad parandamaks ülekaaluliste noorte keha koostise näitajaid ning kardiovaskulaarset võimekust (Martin-Smith et al., 2020; Meng et al., 2022).

5.1 Uuritavate antropomeetrilised, keha koostise ja töövõime näitajad

Käesolevas magistritöö uuringu tulemused näitasid, et meie uuringus osalenud poiste vahel ilmsid selged erinevused nii kehakaalu, KMI-i, RVM-i, rasvaprotsendi, kui ka vöö- ja puusaümbermõõdu osas, kuid puudusid gruppide vahel statistiliselt olulised antropomeetrilised erinevused vanuse ja pikkuse osas, mis näitab positiivselt gruppide jagunemise võrdsust. Ühtlasi saab tuua välja, et suurema rasvaprotsendi ja KMI-iga noormeestel oli ka suurem lihasmass. Sarnaseid seoseid KMI ja lihasmassi vahel on leidnud ka Bhammar et al. (2019), kelle uuringus oli 10-12 aastaste ülekaaluliste noorte lihasmass suurem kui normaalkaalulistel. Kuigi antud töö puhul ei ilmnenu statistiliselt olulisi seoseid rasvaprotsendi ja HIIT treeningul mõõdetud töövõime vahel, siis on suurema valimiga uuringud seda täheldanud, mille kohaselt on 12-17-aastaste noormeeste KMI, RM ja rasva protsent negatiivselt seotud kardiovaskulaarse töövõimega (Mendoza-Muñoz et al., 2020). Lisaks näitavad ka meie uuringu tulemused, et ülekaaluliste noormeeste suhteline töövõime

on kehvem, kui normaalkaalulistel noormeestel. Sarnaseid seoseid töövõime ja kehakoostise näitajate vahel on leidnud oma uuringuga ka Morina et al. (2022), kus sarnase KMI-iga 8 kuni 10 aastaste laste puhul on parem töövõime nendel, kelle rasvamass ja rasvaprotsent on madalam ning lihasmass suurem. Kuna käesolevas uuringus oli tegu mittetreenitud noormeestega, siis võib oletada, et kehakaalu tõusuga võib suurened ka lihasmass ning sellega ka maksimaalse võimsuse näitaja.

Antud magistritöö raames tehtud uuringus kasutati töövõime hindamisel Tartu Ülikooli kliinikumis spordiarsti juures läbi viidud astmeliselt tõusvate koormustega koormustesti käigus registreeritud näitajaid, mille puhul maksimaalne hapnikutarbimine ja maksimaalne võimsus oli nii ülekaalulistel kui ka normaalkaalulistel noormeestel sarnane, kuid suhteline maksimaalne võimsus ja suhteline maksimaalne hapnikutarbimine oli ülekaalulistel oluliselt väiksemad. Sarnaseid tulemusi on leidnud ka teised – KMI ja ülekaalulisus on oluliselt mõjutanud laste suhtelise töövõime näitajaid, kus suurem KMI näitaja ja ülekaalulisus on positiivselt seotud töövõime näitajatega (Bhammar et al., 2019). Seda kinnitab ka Gupta et al. (2022) uuring, mille kohaselt on 8-15 aastaste ülekaaluliste mittetreenitud laste kehaline töövõime ja KMI negatiivselt seotud ehk mida suurem KMI, seda kehvem on ka maksimaalne hapnikutarbimise näitaja. Seega võib olla keha koostise määramine abiks noormeeste suhtelise töövõime hindamisel siis, kui kõrgem kehamassiindeks viitab kehvemale suhtelisele maksimaalsele hapnikutarbimise näitajale. Toetudes avaldatud kirjandusele ja antud uuringu tulemustele, võib oletada, et 13-18-aastaste noormeeste puhul on ülekaalulisus oluliseks näitajaks suhtelise maksimaalse töövõime hindamise juures. Seega tasub suhtelise maksimaalse töövõime parandamisel pöörata tähelepanu noorte kehakoostise näitajatele.

5.2 Uuritavate HIIT treeningu näitajad

Kuigi suhteline töövõime spordiarsti juures läbi viidud koormustestil oli ülekaalulistel noormeestel antud uuringu puhul ea- ja sookaaslastest madalam (vastavalt 29,3 ja 41,0), selgus ühekordse HIIT treeningu tulemustest, et ülekaaluliste noormeestel on oluliselt parem võimekus arendada suuremaid võimsuse näitajaid HIIT treeningu esimesel intervallil. Kusjuures ülekaaluliste noormeeste puhul suudeti keskmiselt näidata 609W võimsust, aga normaalkaaluliste uuritavate puhul jäi see näitaja 470W juurde. Ülekaalulisuse uuritavate positiivseid seoseid maksimaalse jõu ja võimsusega on leidnud ka Mendoza-Muñoz et al., (2020) uuring, mis kinnitab antud magistritöö tulemusi ülekaalulisuse ja maksimaalse

võimsuse positiivse seose kohta. Mendoza-Muñoz et al. (2020) uuringus leiti, et 13 aastaste noormeeste ülekaaluliste ülakeha maksimaalne jõunäitajad olid normaalkaaluliste näitajatest oluliselt suuremad. Kuigi käesolevas uuringus testiti alakeha maksimaalset võimust, võib nende tulemuste põhjal oletada, et ülekaalulisus on seotud maksimaalse jõu näitajatega.

Erinevalt esimese intervalli tulemustest on viimase intervalli tulemused erinevad, kus ülekaaluliste keskmise võimsuse näitaja on 386W ning normaalkaalulistel 409W. Seega on HIIT treeningu algusega võrreldes toimunud ülekaaluliste noormeeste puhul märgatav kukkumine ehk võimsuse langus, samas kui normaalkaaluliste puhul oli see minimaalne. Ülekaaluliste ja normaalkaaluliste noorte (vanuses 12 kuni 17 eluaastat) töövõime näitajaid on võrrelnud oma uuringutes ka teised, kelle uuringud kinnitavad ülekaaluliste kehvat töövõimet võrreldes normaalkaaluliste ea- ja sookaaslastega. (Hsu et al., 2021; Mendoza-Muñoz et al., 2020). Ülekaalulisusest tingitud töövõime langust treeningu ajal on täheldanud oma uuringus ka Bhammar et al. (2019), kelle uuringu kohaselt langes ülekaaluliste laste töövõime näitaja rohkem kui normaalkaaluliste näitaja. Siit saab oletada, et ülekaal võib olla teguriks, mis seletab sedavõrd suurt töövõime langust ülekaaluliste grupis. Kuna HIIT treeningu puhul ilmneb seos töövõime ja ülekaalulisuse osas, siis võib arvata, et koormustel registreeritud suhteline kardiovaskulaarne võimekuse näitaja saab olla ka seotud HIIT treeningu näitajatega. Seega saab oletada, et mida parem on suhteline kardiovaskulaarne võimekus, seda väiksem on HIIT treeningu kestel võimsuse langus. Kuna ülekaalulistel noormeestel oli koormustel suhteline töövõime madalam kui normaalkaalulistel ea- ja sookaaslastel, siis see võib viidata, et ülekaalulisus on HIIT treeningu töövõime säilimise tulemustega negatiivselt seotud.

5.3 Korrelatiivsed seosed keha koostise ja HIIT treeningu näitajate vahel

Antud töö tulemustest selgus, et lihasmass korreleerus positiivselt nii ülekaaluliste kui ka normaalkaaluliste grupi keskmiste ja maksimaalsete HIIT treeningu võimsuste näitajatega. See tähendab, et mida suurem on uuritava lihasmass, seda suuremat võimsust on ta võimeline näitama nii maksimaalse kui ka intervalli keskmise näitajana. Lihasmassi positiivset seost maksimaalse ülakeha jõu ja võimsuse näitajatega on leidnud ka Hsu et al. (2021) uuring, kus osales 180 noormeest vanuses 9-12 eluaastat. Samas uuringus on toodud ka välja, et suurem lihasmass ei ole seotud parema vastupidavusega (Hsu et al., 2021). Samas ei leitud meie uuringu tulemustest olulisi seoseid rasva % või rasvamassi ja HIIT treeningu võimsuste näitajate vahel.

Mujal maailmas tehtud uuringutes (Manzano-Carrasco et al., 2023) on leitud, et ülekaaluliste laste ja noorte maksimaalsed jõunäitajad on olnud paremad kui normaalkaalulistel eakaaslastel, kus eriti suur erinevus oli rasvunud noormeeste puhul. Samas uuringus on aga ka toodud välja, et kardiovaskulaarne töövõime on parem just normaalkaalulistel noortel vanuses, kus testiti tõusvate tempodega jooksutesti näitajaid, mille puhul ülekaaluliste kardiovaskulaarne näitaja oli 4,5 (keskmine läbitud kiirustasemete arv) ja normaalkaalulistel 6,0 (Manzano-Carrasco et al., 2023). Seega võib antud tulemuste ja kirjanduse põhjal arvata, et HIIT treeningu puhul sõltuvad maksimaalse võimsuse näitajad treeningu sooritaja lihasmassist, kus suurema lihasmassiga treenija suudab treeningul näidata suuremaid võimsuseid. Teise järelalusena võib oletada, et kogu keha mass ei ole seotud HIIT treeningul näidatud võimsustega, aga nagu käesoleva uuringu tulemused näitavad (tabel 1), siis on ülekaaluliste noormeeste puhul lihasmass suurem kui normaalkaalulistel ea- ja sookaaslastel. Lisaks võib oletada, et normaalkaalulistel ja väiksema lihasmassiga noormeestel on paremad vastupidavuslikud omadused HIIT treeningu kontekstis.

5.4 Korrelatiivsed seosed töövõime ja HIIT treeningu näitajate vahel

Töö tulemusi analüüsid selgub, et statistiliselt olulised seosed töövõime ja HIIT treeningu näitajate vahel ilmnevad vaid ülekaaluliste noormeeste puhul. Positiivsed seosed leiti maksimaalse hapnikutarbimise ja HIIT treeningul määratud maksimaalsete ja keskmiste võimsuste vahel (tabel 5). Seega on meie uuringu puhul HIIT treeningutel edukam ülekaaluline nooruk, kes omab paremat kardiovaskulaarset võimekust. Antud uuring leidis seosed ka ülekaaluliste noormeeste puhul koormustestil leitud maksimaalse võimuse näitaja ja HIIT treeningu maksimaalsete ja keskmiste võimsuste näitajate vahel (tabel 5), mis tähendab, et ülekaaluliste noormeeste paremad võimsuse näitajad on positiivselt seotud paremate võimsuse näitajatega HIIT treeningul. Sarnaseid leide on kinnitanud teised uuringud, kus on leitud HIIT treeningu kasulikkus töövõime näitajate parandamisel ning seda just ka ülekaaluliste laste ja noorte puhul (Martin-Smith et al., 2020; Meng et al., 2022). Martin-Smith metanalüüsis on tehtud kokkuvõtte erinevatest uuringutest, mille kohaselt on HIIT treening töövõime paranemise osas kasulikum kui keskmise intensiivsusega treeningud, kus erinevate uuringute keskmise tulemusega paranesid töövõime näitajad 4-15 nädala jooksul 7% (Martin-Smith et al., 2020) . Meng et al. (2022) on aga toonud välja, kuidas HIIT treening annab 10-12 aastaste ülekaaluliste poiste puhul kooli keskkonnas töövõime arengule sama efekti nagu keskmise intensiivsusega treening, kuid selle juures on HIIT treening olnud kolm

korda lühema kestvusega. Antud magistritöö tulemustest lähtudes võib oletada, et mida parem on ülekaaluliste laste töövõime näitajad, seda paremaid tulemusi võib näha ka HIIT treeningu tulemustes ning korduvate HIIT treeningute tulemusel paraneb ka ülekaaluliste laste töövõime näitaja.

5.5 Uurimusöö tugevused ning võimalikud puudujäägid

Käesoleva magistritöö üks tugevusi seisneb läbiviidud uuringu uudsuses, kuna keha koostise ja töövõime näitajate seoseid ühekordse HIIT treeningu registreeritud tulemustega ei ole siiani Eestis uuritud. Lisaks on töö tulemuste põhjal võimalik analüüsida ülekaalulisuse seoseid HIIT treeningu näitajatega ning võrrelda neid mujal maailmas tehtud sarnaste uuringutega. HIIT treening on kogumas järjest rohkem populaarsust nii noorte kui ka täiskasvanute hulgas ning seetõttu saab teema aktuaalsust samuti pidada töö tugevuseks. Samuti seisneb töö aktuaalsus selles, et maailmas on üha suuremaks probleemiks ülekaalulisus ning seda järjest nooremas eas ning ülekaalulisuse mõjude kohta otsitakse järjest rohkem informatsiooni.

Töö peamiseks kitsaskohaks on eelkõige väike valim, kuid see on sarnane varasemalt korraldatud võrreldava mahuga uuringutega (Meng et al., 2022; Salus et al., 2022), kus osalejate arv on olnud vastavalt 36 ja 37.

Lisaks võib tuua töö puudusena välja asjaolu, et antud valimi suurust arvestades on raskendatud anda töö tulemuste põhjal üldistavate järelduste tegemine ülekaaluliste uuringugrupiga sarnaste noormeeste populatsioonile raskendatud, kuid siiski annab käesolev uuring hea ülevaate mittetreenitud ülekaaluliste noormeeste kehakoostise ja töövõime näitajate kohta ning nende seostes HIIT treeninguga.

Töö praktiliseks väärtuseks on töö käigus saadud oluline informatsioon Eesti mittetreenitud ülekaaluliste noormeeste kehakoostise ja töövõime näitajate kohta ning nende seostest HIIT treeningu tulemustega -- nii lastevanematele, õpetajatele, treeneritele kui ka teistele laste ja noortega tegelevatele inimestele, et rõhutada treeningu olulist mõju laste ja noorte tervise ja töövõime näitajatele.

Kokkuvõtlikult saab öelda, et antud magistritöö tulemuste kinnitamiseks on vajalikud edasised uuringud, mille puhul tuleks rõhuda suuremale valimile, et tagada suurem andmebaas, mille põhjal teha üldistavamaid järeldusi.

6. JÄRELDUSED

1. Ülekaalulistel mittetreenitud noormeestel oli võrreldes normaalkaaluliste ea- ja sookaaslastega lisaks oluliselt suuremale kehakaalule, kehamassiindeksile, keha rasvaprotsendile, rasvamassile, vöö- ja puusatümbemõõdule ka oluliselt suurem lihasmass.
2. Ülekaalulistel mittetreenitud noormeestel olid suhteline maksimaalne hapnikutarbimine ja suhteline maksimaalne võimsus statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$) madalamad kui normaalkaalulistel ea- ja sookaaslastel.
3. Ülekaaluliste mittetreenitud noormeeste puhul olid HIIT treeningu esimese intervalli maksimaalse ja keskmise võimsuse näitajad statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$) paremad kui normaalkaalulistel ea- ja sookaaslaste puhul.
4. Ülekaaluliste mittetreenitud noormeeste puhul oli HIIT treeningu esimese ja viimase intervalli vaheline erinevus statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$) suurem kui see oli normaalkaaluliste ea- ja sookaaslaste puhul.
5. Mõlema uuringugrupi puhul oli lihasmass ja rasvavaba mass positiivselt seotud HIIT treeningu maksimaalse võimsuse ja keskmise võimsuse näitajatega.
6. Ülekaaluliste mittetreenitud noormeeste puhul leiti positiivne seos maksimaalse hapnikutarbimise ja HIIT treeningu maksimaalse ning keskmise võimsuse näitajate vahel.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Abarca-Gómez, Abdeen, Z., & Hamid, Z. A. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet (London, England)*, *390*(10113), 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
2. Bass, R., & Eneli, I. (2015). Severe childhood obesity: An under-recognised and growing health problem. *Postgraduate Medical Journal*, *91*(1081), 639–645. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2014-133033>
3. Bhammar, D. M., ADAMS-HUET, B., & BABB, T. G. (2019). Quantification of Cardiorespiratory Fitness in Children with Obesity. *Medicine and science in sports and exercise*, *51*(11), 2243–2250. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002061>
4. Borg, E., & Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *16*(1), 57–69. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00448.x>
5. Cao, M., Tang, Y., Li, S., & Zou, Y. (2021). Effects of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Cardiometabolic Risk Factors in Overweight and Obesity Children and Adolescents: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(22), 11905. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211905>
6. Chaput, J.-P., Willumsen, J., Bull, F., Chou, R., Ekelund, U., Firth, J., Jago, R., Ortega, F. B., & Katzmarzyk, P. T. (2020). 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5–17 years: Summary of the evidence. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *17*. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z>
7. Chen, T., Lin, J., Lin, Y., Xu, L., Lu, D., Li, F., Hou, L., & Yu, C. C. W. (2021). Effects of aerobic exercise and resistance exercise on physical indexes and cardiovascular risk factors in obese and overweight school-age children: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, *16*(9), e0257150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257150>
8. Cvetković, N., Stojanović, E., Stojiljković, N., Nikolić, D., & Milanović, Z. (2018). Effects of a 12 Week Recreational Football and High-Intensity Interval Training on

Physical Fitness in Overweight Children: EFEKTI REKREATIVNOG FUDBALA OD 12 NEDELJA I INTERVALNOG TRENINGA VISOKOG INTENZITETA (HIIT) NA FIZIČKU SPREMNOST KOD DECE SA PREKOMERNOM TEŽINOM. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 16(2), 435–450. <https://doi.org/10.22190/FUPES180604039M>

9. Delgado-Floody, P., Latorre-Román, P., Jerez-Mayorga, D., Caamaño-Navarrete, F., & García-Pinillos, F. (2019). Feasibility of incorporating high-intensity interval training into physical education programs to improve body composition and cardiorespiratory capacity of overweight and obese children: A systematic review. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 17(2), 35–40. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.11.003>
10. Dias, K. A., Ingul, C. B., Tjønnå, A. E., Keating, S. E., Gomersall, S. R., Follestad, T., Hosseini, M. S., Hollekim-Strand, S. M., Ro, T. B., Haram, M., Huuse, E. M., Davies, P. S. W., Cain, P. A., Leong, G. M., & Coombes, J. S. (2018). Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(3), 733–746. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0777-0>
11. Eesti laste ja noorte liikumisaktiivsuse tunnistus 2021. Tartu Ülikool, sporditeaduste ja füsioteraapia instituut, 2022
12. Faircloth, R. S., Brooks, D. I., Vogt, K. S., & Emerick, J. E. (2019). Talking About Childhood Obesity: A Survey of What Parents Want. *Academic Pediatrics*, 19(7), 756–763. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2019.03.003>
13. Fernández, I., Canet, O., & Giné-Garriga, M. (2017). Assessment of physical activity levels, fitness and perceived barriers to physical activity practice in adolescents: Cross-sectional study. *European Journal of Pediatrics*, 176(1), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s00431-016-2809-4>
14. Friel, C. P., Duran, A. T., Shechter, A., & Diaz, K. M. (2020). U.S. Children Meeting Physical Activity, Screen Time, and Sleep Guidelines. *American Journal of Preventive Medicine*, 59(4), 513–521. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2020.05.007>
15. Gupta, P., Kumar, B., Banothu, K. K., & Jain, V. (2022). Assessment of Cardiorespiratory Fitness in 8-to-15-Year-Old Children with Overweight/Obesity by Three-Minute Step Test: Association with Degree of Obesity, Blood Pressure, and

- Insulin Resistance. *Indian Journal of Pediatrics*, 1–7. <https://doi.org/10.1007/s12098-022-04311-z>
16. Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: A pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
 17. Hsu, C.-Y., Chen, L.-S., Chang, I.-J., Fang, W.-C., Huang, S.-W., Lin, R.-H., Ueng, S. W.-N., & Chuang, H.-H. (2021). Can Anthropometry and Body Composition Explain Physical Fitness Levels in School-Aged Children? *Children*, 8(6), 460. <https://doi.org/10.3390/children8060460>
 18. Lazzer, S., Tringali, G., Caccavale, M., De Micheli, R., Abbruzzese, L., & Sartorio, A. (2017). Effects of high-intensity interval training on physical capacities and substrate oxidation rate in obese adolescents. *Journal of Endocrinological Investigation*, 40(2), 217–226. <https://doi.org/10.1007/s40618-016-0551-4>
 19. Liu, J., Zhu, L., & Su, Y. (2020). Comparative Effectiveness of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training for Cardiometabolic Risk Factors and Cardiorespiratory Fitness in Childhood Obesity: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Physiology*, 11, 214. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00214>
 20. Love, R., Adams, J., & van Sluijs, E. M. F. (2019). Are school-based physical activity interventions effective and equitable? A meta-analysis of cluster randomized controlled trials with accelerometer-assessed activity. *Obesity Reviews*, 20(6), 859–870. <https://doi.org/10.1111/obr.12823>
 21. Manzano-Carrasco, S., Garcia-Unanue, J., Haapala, E. A., Felipe, J. L., Gallardo, L., & Lopez-Fernandez, J. (2023). Relationships of BMI, muscle-to-fat ratio, and handgrip strength-to-BMI ratio to physical fitness in Spanish children and adolescents. *European Journal of Pediatrics*, 182(5), 2345–2357. <https://doi.org/10.1007/s00431-023-04887-4>
 22. Martin-Smith, R., Cox, A., Buchan, D. S., Baker, J. S., Grace, F., & Sculthorpe, N. (2020). High Intensity Interval Training (HIIT) Improves Cardiorespiratory Fitness (CRF) in Healthy, Overweight and Obese Adolescents: A Systematic Review and

- Meta-Analysis of Controlled Studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2955. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082955>
23. Mendoza-Muñoz, M., Adsuar, J. C., Pérez-Gómez, J., Muñoz-Bermejo, L., Garcia-Gordillo, M. Á., & Carlos-Vivas, J. (2020). Influence of Body Composition on Physical Fitness in Adolescents. *Medicina*, 56(7), 328. <https://doi.org/10.3390/medicina56070328>
24. Meng, C., Yucheng, T., Shu, L., & Yu, Z. (2022). Effects of school-based high-intensity interval training on body composition, cardiorespiratory fitness and cardiometabolic markers in adolescent boys with obesity: A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 22(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-03079-z>
25. Metsoja A, Nelis L, Nurk E. Euroopa laste rasvumise seire. WHO Childhood Obesity Surveillance Initiative (COSI). Eesti 2015/16. õa raport Tallinn: Tervise Arengu Instituut; 2017.
26. Morina, B., Miftari, F., Georgiev, G., & Gontarev, S. (2022). Total and Abdominal Adiposity are Lower in Overweight and Obese Children with High Cardiorespiratory Fitness. *Sport Mont*, 20(1), 103–107.
27. Quintero, A. P., Bonilla-Vargas, K. J., Correa-Bautista, J. E., Domínguez-Sánchez, M. A., Triana-Reina, H. R., Velasco-Orjuela, G. P., García-Hermoso, A., Villa-González, E., Esteban-Cornejo, I., Correa-Rodríguez, M., & Ramírez-Vélez, R. (2018). Acute effect of three different exercise training modalities on executive function in overweight inactive men: A secondary analysis of the BrainFit study. *Physiology & Behavior*, 197, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.09.010>
28. Riso, E.-M., Kull, M., Mooses, K., & Jürimäe, J. (2018). Physical activity, sedentary time and sleep duration: Associations with body composition in 10–12-year-old Estonian schoolchildren. *BMC Public Health*, 18, 496. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5406-9>
29. Rullestad, A., Meland, E., & Mildestvedt, T. (2021). Factors Predicting Physical Activity and Sports Participation in Adolescence. *Journal of Environmental and Public Health*, 2021, e9105953. <https://doi.org/10.1155/2021/9105953>
30. Salus, M., Tillmann, V., Rimmel, L., Unt, E., Mäestu, E., Parm, Ü., Mägi, A., Tali, M., & Jürimäe, J. (2022). Effect of Sprint Interval Training on Cardiometabolic Biomarkers and Adipokine Levels in Adolescent Boys with Obesity. *International*

Journal of Environmental Research and Public Health, 19(19), 12672.
<https://doi.org/10.3390/ijerph191912672>

31. Silva, J. M., Latorre Román, P. Á., Cabrera Linares, J. C., Párraga Montilla, J. A., & Martínez Salazar, C. (2023). Effects of a High Intensity Interval Training (HIIT) Program on Anthropomorphic and Cardiometabolic Variables in School Children with Overweight and Obesity. *Children*, 10(2), 317.
<https://doi.org/10.3390/children10020317>
32. Spruijtenburg, G. E., van Abswoude, F., Platvoet, S., de Niet, M., Bekhuis, H., & Steenbergen, B. (2022). Factors Related to Adolescents' Participation in Organized Sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), Article 23. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315872>
33. Štajer, V., Milovanović, I. M., Todorović, N., Ranisavljev, M., Pišot, S., & Drid, P. (2022). Let's (Tik) Talk About Fitness Trends. *Frontiers in Public Health*, 10, 899949.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.899949>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, *Mihkel Keldoja*,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose 14.-18. aastaste noormeeste kehalise töövõime ja keha koostise seosed ühekordse HIIT treeningu tulemustega, mille juhendajad on Liina Remmel ja Priit Purge, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile. 4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.