

TARTU ÜLIKOOL

sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Liis Jääger

**Toitumise mõju keha koostisele ja kehalisele  
töövõimele Eesti M16 ja juuniorklassi ratturite seas**

**The impact of nutrition on body composition and physical performance  
among Estonian male 16 and juniorclass cyclists**

**Magistritöö**

Kehalise kasvatus ja spordi õppekava

Juhendajad:

PhD P. Purge

PhD L. Rimmel

Tartu, 2024

# SISUKORD

SISUKORD.....	2
KASUTATUD LÜHENDID.....	4
TÖÖ LÜHIÜLEVAADE.....	5
ABSTRACT.....	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1 Jalgrattaspordi üldiseloostus.....	7
1.2 Jalgratturite kehaline võimekus.....	8
1.3 Jalgratturite keha koostis.....	10
1.4 Jalgratturite toitumine.....	11
2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	12
3. METOODIKA.....	13
3.1. Uuringu taust ja vaatlusalused.....	13
3.2. Uurimismeetodid.....	13
3.2.1 Antropomeetrilised mõõtmised.....	13
3.2.2 Kehakoostise määramine.....	14
3.2.3 Kehalise töövõime määramine.....	14
3.2.4 Energiakulu ning toitumise määramine.....	14
3.2.5 Andmete statistiline analüüs.....	15
4. TÖÖ TULEMUSED.....	16
5. ARUTELU.....	21
5.1 Uuritavate sportlaste antropomeetrilised , keha koostise, kehalise töövõime ja energiakulu ning toitumise näitajad.....	21
5.2 Korrelatiivsed seosed toitumise ning keha koostise vahel.....	23
5.3 Korrelatiivsed seosed keha koostise ning kehalise töövõime näitajate vahel.....	24

5.4 Uurimustöö tugevused ning võimalikud puudujäägid .....	25
6. JÄRELDUSED .....	27
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU.....	28
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldusele kättesaadavaks tegemiseks .....	32

## **KASUTATUD LÜHENDID**

DXA - kahe energiatasemega röntgenabsorptsiomeetria

FTP- Functional Threshold Power- funktsionaalne läve võimsus

KMI - kehamassiindeks

LA max – maksimaalne laktaadi kontsentratsioon veres

LM - luumass

$P_{\max}$  - maksimaalne võimsus

KRM – keha rasvamass

PPO- Peak Power Output- maksimaalne võimsus

KRVM – keha rasvavaba mass

U16 - alla 16 aastased

U23 - under 23 - alla 23 aastased

UCI - Union Cycliste Internationale - Rahvusvaheline Jalgratturite Liit

$VO_{2\max}$  - maksimaalne hapnikutarbimine

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

VT<sub>1</sub>- Ventilatory Threshold 1- ventilatsiooni lävi 1 (iseloomustab aeroobset läve)

VT<sub>2</sub>- Ventilatory Threshold 2- ventilatsiooni lävi 2 (iseloomustab anaeroobset läve)

w/kg- vatti ühe kehakilogrammi kohta

WT - World Tour

## TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

**Eesmärk:** Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli hinnata toitumise mõju kehalise võimekusele Eesti M16 ja MJ võistlusklassi jalgratturite seas.

**Metoodika:** Uuringus osales vabatahtlikult kokku 12 Eesti M16 ja MJ võistlusklassi meesjalgratturit vanuses 14-18 eluaastat, kes osalevad vähemalt viiel korral nädalas treeningutel ning nende eesmärgiks on võtta osa oma vanuseklassi Eesti meistrivõistlustelt ja saavutada seal kõrge koht. Kahepäevane uuring viidi läbi Tartu Ülikooli sporditeaduste ja füsioteraapia instituudis. Kahe uuringupäeva vahe oli vähemalt nädal. Uuritavatel määrati antropomeetrilised näitajad, keha koostise näitajad, töövõime näitajad kasvavate koormustega testil kuni suutlikuseni. Lisaks võeti uuritavatel enne ja 3, 5 ja 15 minutit peale testi lõppu uuritavatel näpuotsast vereproov laktaadi määramiseks (EKF, UK). Lisaks täitsid uuritavad energiakulu- ning toitumise küsimustikud kolmel järjestikusel päeval.

**Tulemused:** Käesoleva uuringu tulemuste põhjal võib järeldada, et toitumise ja kehalise töövõime vahel otsene seos puudub. Kuid toitumine mõjutab keha koostist ning kehamassiindeks, mis omakorda on seoses kehalise töövõimega.

**Kokkuvõte:** Paremate võimalike tulemuste saavutamiseks on oluline pöörata tähelepanu ka toitumise parameetritele, et läbi toitumise ning keha koostise toetada ka kehalist töövõimet.

**Märksõnad:** jalgratturite kehaline töövõime, jalgratturite toitumine, jalgratturite keha koostis, jalgratturite antropomeetria

## **ABSTRACT**

**Aim:** The purpose of this master's thesis was to evaluate the effect of nutrition on physical performance among Estonian M16 and MJ competition class cyclists.

**Methods:** A total of 12 Estonian M16 and MJ competition class cyclists aged 14-18 participated in the study voluntarily. All participants regularly trained at least five times a week and had a goal to achieve the highest place in the Estonian national championships of their age group. The two-day study was conducted at the Institute of Sports Sciences and Physiotherapy of the University of Tartu. The time gap between the two survey days was at least a week. Anthropometric measurements and body composition assessments were measured, work capacity indicators were determined for the subjects in a physical test with increasing loads until exhaustion. In addition, a fingertip blood sample was taken from the subjects before the test and 3, 5 and 15 minutes after the end of the test for lactate determination (EKF, UK). In addition, the subjects filled out energy consumption and nutrition questionnaires.

**Results:** Based on the results of this study, it can be concluded that there is no direct relationship between nutrition and physical performance. However, nutrition affects body composition and body mass index, which in turn are related to and influence physical performance.

**Conclusions:** In order to achieve the best possible results, it is important to pay attention to the parameters of nutrition in order to support physical performance through nutrition and body composition.

**Keywords:** cyclists' physical performance, cyclists' nutrition, cyclists' body composition, cyclists' anthropometry

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Jalgrattaspordi üldiseloostus

Professionaalne maanteerattasport on üks ekstreemsemaid vastupidavusspordialasid, mille sportlaste treeninguid ja võistlusi viiakse läbi väga erineva kestuse, intensiivsuse ning sagedusega (Jeukendrup et al., 2000). Näiteks võib eraldistardiks või mägiste etappidega suurtuuriks valmistudes professionaalse maanteeratturi treeningute intensiivsus osutada tavapärasest oluliselt kõrgemaks. Mainitud võidusõitudel võisteldes kasutavad jalgratturid ligikaudu 90% oma maksimaalsest hapnikutarbimise ( $\dot{V}O_{2max}$ ) võimekusest (Lucia et al., 2001). Vastupidavusala sportlaste seas on laialdaselt levinud polariseeritud mudeli kasutamine. Ühtlasi peetakse mainitud treeningmeetodit tulemuste saavutamise parimaks viisiks. Polariseeritud mudeli põhjal treenides sooritatakse ligikaudu 80% treeningutest madala intensiivsusega (laktaadilävi  $\leq 2$ mmol) ning ülejäänud 20% lävepõhiselt või kõrge intensiivsusega treeninguna (näiteks 90%  $VO_{2max}$ ) (Neal et al., 2013; Seiler, 2010).

Rahvusvaheline Jalgratturite Liit (UCI) on jaganud rahvusvahelised võidusõidud vanuseklasside järgi kolme kategooriasse: juuniorid (17-18a), alla 23 aastased (U23) (19-23a) ning professionaalsed jalgratturid ehk eliitklassi jalgratturid ( $>23$ ) (Gallo et al., 2022). UCI reglementide kohaselt on professionaalsed rattaklubid jagatud omakorda erinevatesse kategooriatesse. Kõige kõrgema taseme klubid on registreeritud World Touri (WT) tiimidenä (Svendsen et al., 2018). WT mees- ja naiskondadesse pääseb vaid väikene osa kõige andekamatest jalgratturitest (Jamie, 2019). Tase madalamana on UCI-s registreeritud meesratturite UCI ProTeams meeskonnad (UCI, 2024). Nii WT kui ka ProTeami valitakse jalgratturid peamiselt varases täiskasvanueas ehk U23 vanuseklassis võistlustel saavutatud tulemuste põhjal. Sellest tulenevalt peavad jalgratturid juba varases eas näitama head kehalist võimekust (Svendsen et al., 2018). UCI ProTeam klubidele järgnevad paremuselt kolmanda taseme ehk UCI Continental Team võistkonnad (Marin- Pagán et al., 2021).

Professionaalsete maanteejalgratturite võistlushooaeg algab enamasti veebruari keskel ning lõppeb sügisel (Lucia et al., 2001). Professionaalsetel jalgratturitel koguneb hooaja vältel keskmiselt 100 võistluspäeva (Jeukendrup et al., 2000). Professionaalsete meesjalgratturite võistluskalender koosneb ühepäevasõitudest ehk klassikutest, lühikestest velotuuridest ning kolme nädalastest suurtuuridest (Lucia et al., 2001; Van Erp et al., 2019). Lisaks on maanteerattavõistlused ka Euroopa meistrivõistluste, maailmameistrivõistluste ning olümpiamängude kavas. Erinevalt tavapärasest ühepäevasõitudest ja velotuuridest, sõidavad sportlased tiitlivõistlustel rahvusmeeskondade ridades. (Van Bulck et al.,

2021). Alates 2016. aastast võivad U23 maailmameistrivõistlustel sõita kõik alla 23-aastased ratturid, sealhulgas ka professionaalid (Van Bulck et al., 2021).

## 1.2 Jalgratturite kehaline võimekus

Maanteerattaspordis rahvusvahelisel tasemel võistlemiseks on vajalik läbida pikaajaline ettevalmistusperiood, mis hõlmab mitmeaastast regulaarset suure mahu ja kõrge intensiivsusega treenimist. Mainitud ettevalmistusperiood algab enamasti juba noorte, juuniorite ja U23 vanuseklassidest alates (Marín-Pagán et al., 2021). Esimene võimalus maailma parimate tippjalgratturite sekka jõudmiseks on olla juunioride koondise tasemel sõitev jalgrattur (Menaspà et al., 2010).

Professionaalsed jalgratturid sõidavad hooaja jooksul ligikaudu 30000-35000 kilomeetrit (Lucia et al., 2001). U23 vanuseklassi jalgratturitel on hooaja kilometraaž ligikaudu 20000-25000 kilomeetrit (Artetxe-Gezuraga et al., 2019). Juuniorite klassi jalgratturite hooaja keskmine kilometraaž jääb vahemikku 14000-17000 kilomeetrit (Rodríguez-Marroyo et al., 2011).

Gallo et al. (2022) läbiviidud uuringus analüüsiti noorsportlasest profijalgratturiks saamise mustreid. Sportlaste treeningute ja võistluste kohta kogutud andmete põhjal selgus, et tippjalgratturiks saamisel mängib olulist rolli juba juuniorklassis saavutatud edu. Tõenäosus saada edukast noorsportlasest professionaalseks jalgratturiks suureneb vanuseklassi kasvades. Kõige suurem tõenäosus on U23 vanuseklassi sportlaste puhul, eriti vanuseklassi noorimate jalgratturite puhul. Kõige raskem üleminek on juuniorklassist U23 klassi. Gallo et al. (2022) uuring kinnitab, et kõige keerulisema üleminekuga toimetulek ning vanemate ja kogenumate jalgratturite vastu võistlemisega kohanemine on noorte jalgrattaspordis üks olulisemaid tegureid edu saavutamisel.

Marín-Pagán et al. (2021) viis läbi uuringu, mille eesmärgiks oli võrrelda kuni 16-aastaste (U16), juuniorite- ning U23 vanuseklassi jalgratturite kehalisi võimeid ja nende kehalist arengut, mis mõjutavad sportlase füüsilist võimekust. Uuringus osales 61 noort jalgratturit vanuses 15-22 eluaastat. Uuringu tulemusena selgus, et suurimad muutused kehalises võimekuses ilmsid U16 ja juuniorite vanuseklassi vahel ning vähesed muutused juunioride ja U23 vanuseklassi vahel. Sellest võib järeldada, et suurim mõju kehalisele võimekusele avaldub U16 klassist üleminekul juunioride sekka. Lisaks saab mainitud uuringu põhjal järeldada, et mõned sportlase kehakaalust sõltuvad füsioloogilised näitajad, näiteks suhteline maksimaalne hapnikutarbimine (ml/kg/min.) ( $\dot{V}O_{2max/kg}$ ), koormus ja funktsionaalne läve võimsus väljendatuna w/kg kohta (FTP) võivad osutada olulisteks teguriteks noorte ja U23 vanuseklassides edu saavutamisel (Marín-Pagán et al., 2021).

Peamised kehalist võimekust iseloomustavad tegurid, mis mõjutavad jalgrattasõidu sooritust, on  $VO_{2max}$ , laktaadilävi ning tehtud töö kasutegur (Atkinson et al., 2007). Mujika & Padilla (2001) ja Marin-Pagan et al. (2021) läbiviidud uuringutest selgus, et professionaalsete maanteeratturite füsioloogilised näitajad on varieeruvad. Profijalgratturite ühiseks tunnuseks on hea aeroobne vastupidavus, mis väljendub kõrge keskmise võimsuse rakendamises pika aja jooksul (Mujika & Padilla, 2001). Professionaalsetel maanteeratturitel on varasemalt  $VO_{2max/kg}$  väärtusi, mis on kõrgemad kui 70–80 ml/kg/min (Marin-Pagan et al., 2021). Marin Pagan et al. (2021) leidis enda uuringus, et U16 klasis jalgratturite  $VO_{2max/kg}$  väärtused ulatusid kuni 63.3 ml/kg/min, juuniorklassil 68.5 ml/kg/min ning U23 klassil 69.7 ml/kg/min (Marin-Pagan et al., 2021).

Svendsen et al. (2018) läbiviidud uuringus osalesid 18-aastased jalgratturid, kes dokumenteerisid oma treeninguid Norra jalgratta föderatsiooni poolt välja töötatud Microsoft Exceli tabelisse. Uuringu eesmärgiks oli määrata kindlaks, kas need jalgratturid, kes jõudsid 23 aastasele WT tasemele, treenisid ja võistlesid 18-aastaselt erinevalt nende konkurentidest, kes samale tasemele ei jõudnud. Lisaks uuriti, kas 18-aastaselt saab välja selgitada füsioloogilisi omadusi, mille põhjal saab kindlaks määrata, kas jalgrattur jõuab hiljem WT tasemele või mitte. Uuringu tulemused näitasid, et juba juunioride tasemel olid WT jalgratturite treeningmahud oluliselt suuremad ja tulemused paremad võrreldes teiste jalgratturitega. WT tasemele jõudnud jalgratturid treenisid oluliselt rohkem kui 23-aastased amatöörtasemel jalgratturid ( $91,5 \pm 19,1$  tundi vs  $62,8 \pm 21,8$  tundi) või need, kes olid sportlaskarjääri lõpetanud ( $91,5 \pm 19,1$  tundi vs  $61,8 \pm 23,4$  tundi). Erinevus tulenes osaliselt WT sportlaste pikemast treeningkestusest võrreldes klubitasemel olevatega ( $1,9 \pm 0,4$  tundi vs  $1,5 \pm 0,2$  tundi). WT kuuluvad jalgratturid saavutasid ka oluliselt paremaid tulemusi riigi meistrivõistlustel 18-aastaselt võrreldes teistesse gruppidesse kuuluvate sportlastega. Mainitud uuring näitab selgelt, et treenitud juunioride maanteeratturite hulgas on võistluste sooritus, suur treeningmaht ja pikema kestusega võistlused olulised eeldused WT taseme saavutamiseks eliitjalgratturina. WT sportlastel oli 23-aastaselt oluliselt kõrgem keskmine maksimaalne võimsus võrreldes nendega, kes sinna ei jõudnud ( $533$  w vs  $451$  w ja  $6,9$  w/kg vs  $6,2$  w/kg.). Siiski võivad selle uuringu tulemused suunata noortsportlasi tegema teadlikumaid otsuseid professionaalse jalgrattasõidu karjääri osas pärast noorukieast väljumist ning aidata kaasa andekate noorte sõitjate paremale valikule ja arengule (Svendsen et al., 2018).

Alejo et al. (2022) viisid läbi uuringu, mille tulemusena selgus, et vastupidavus, eriti eraldistardi sooritus, maksimaalne võimsus (PPO) ning ventilatsioonilävi (VT) ning keha koostis (rasva- ja lihasmassi suhe) on olulised tegurid, mis eristavad juuniori, U23 ning eliitklassi vanuserühmades sõitvaid jalgrattureid. Professionaalsed jalgratturid omavad kõrgemat maksimaalset võimekust võrreldes U23

ning juuniorklassi jalgratturitega,  $7,3 \pm 0,3$  w/kg (eliit),  $6,9 \pm 0,4$  w/kg (U23) ning  $6,6 \pm 0,3$  w/kg (juunior) ning  $4,8 \pm 0,3$  w/kg (eliit),  $4,2 \pm 0,4$  w/kg (U23),  $4,1 \pm 0,4$  w/kg (juunior). Need tulemused võivad aidata hilisema soorituse prognoosimisel ja/või talendi tuvastamisel ning võivad aidata treenereid treeningplaanide koostamisel keskendudes olulistele muutustele (Alejo et al., 2022).

### 1.3 Jalgratturite keha koostis

Da Rocha Penteado et al. (2010) läbi viidud uuringust leiti, et jalgrattaspordi harrastamisel on positiivne mõju keha koostisele. Uuringust selgus, et jalgratturitel on oluliselt kõrgem lihasmass ning madalam rasvaprotsent (keha rasva %) võrreldes samaealiste mittejalgratturitest meestega. Seejuures oli uuringu läbiviimisel jalgratturite tarbitav energiakogus ning makro- ja mikrotoitainete kogus suurem kui kontrollgrupil (Da Rocha Penteado et al., 2010). Lisaks on leitud, et professionaalsed jalgratturid omavad madalamat suhtelist keha rasvamassi (KRM) ja suuremat lihasmassi võrreldes U23 ja juuniorklassi jalgratturitega. Alejo et al. (2022) uuringu tulemusena selgus samuti, et professionaalsed jalgratturid on märkimisväärselt madalama suhtelise KRM kui noorsportlased. Eliitklassi jalgratturite KRM protsent oli  $9.78 \pm 1.33\%$ , U23 vanuseklassi jalgratturitel  $11.66 \pm 1.36\%$  ning juunioritel  $11.90 \pm 2.31\%$ . Eliitklassi jalgratturite lihasmass oli  $86.77 \pm 1.31\%$ ,  $84.67 \pm 1.30\%$  U23 vanuseklassi ratturitel ning  $84.58 \pm 2.36\%$  juunioritel (Alejo et al., 2022).

Sitko et al. (2019) viisid läbi nelja nädala pikkuse uuringu koostöös üheteistkümne  $31.00 \pm 5.00$  aastat vana meesjalgratturiga. Uuringu eesmärgiks oli hinnata madala süsivesikusisaldusega toitumise mõju organismile jalgratturite keha koostise parandamiseks ning uurida, kas see mõjutab ka nende võimekust. Uuritavad sooritasid nelja järjestikuse nädala jooksul igal nädalal 4 treeningut intensiivusega 70-80% FTP-st, ühe treeningu kestus oli 150minutit. FTP tulemuseks oli 20 minuti testi jooksul saadud keskmine võimsus -5%. Samal ajal said uuritavad ka toitumisalast nõu sertifitseeritud toitumisspetsialistilt ning pidid järgima toitumisspetsialisti poolt koostatud toitumiskava (10% kaloritest süsivesikutest, 25% valkudest ja 65% rasvadest). Uuritavad tarbisid 50kcal/kg/päevas, see arv tulenes sellest, et sobituda päevas energiakuluga. Uuringu järgselt vähenes oluliselt uuritavate jalgratturite kehamass. Madala süsivesikusisaldusega toitumiskava järgi treenitud maanteeratturite kehamass langes uuringu lõpuks keskmiselt 2,51 kg ning keha rasva % vähenes keskmiselt 2,42%. Samaaegselt paranes nende suhteline võimsus- kehamassi suhtes väljendatuna ( $+0,2$  w/kg 20 minutil ja  $+0,25$  w/kg 5 minutil), aga 5 ja 20 minuti absoluutne võimsus jäi samaks (Sitko et al., 2019).

## 1.4 Jalgratturite toitumine

Professionaalseks jalgratturiks olemine nõuab hoolikalt kavandatud toitumisplaani enne treeninguid ja võistlusi, treeningute ja võistluste ajal ning peale treeninguid ja võistlusi (Ørtenblad et al., 2013). Sportlase igapäevased toitumisharjumused on olulised, et toetada treeninguid ja tagada kehale vajalikud toitained taastumiseks (Eberle, 2014). Tervisliku toitumise olulisust ettevalmistusperioodile rõhutab ka Muros et al., (2022) oma uuringus, kuna see soodustab taastumist, tagab organismile vajalikud toitained ning aitab säilitada sobivat keha koostist.

Vastupidavusaladel nagu jalgrattasport annavad enamiku energiast süsivesikuterikkad toidud. Süsivesikud on oluline energiaallikas vastupidavusalade sportlastele, pakkudes kehale kõige kiiremini kättesaadavat energiat. Piisava süsivesikute tarbimata jätmine võib kaasa tuua soorituse languse, mille põhjuseks on endogeense maksa- ja skeletilihaste glükogeeni ammendumine ning veresuhkru kontsentratsiooni langus (Ørtenblad et al., 2013). Süsivesikud on vajalikud rasvade ainevahetuses. Mida suurem on treeningu või võistluse intensiivsus, seda suurem on vajadus tarbida süsivesikuid. Süsivesikute tarbimise vajadus sõltub keha massist, energiakulust, spordiala spetsiifilistest metaboolsetest nõudmistest ning treeningutest ja võistlustest. Kogu energiavajadusest peaksid süsivesikud katma 45-65% päevasest kaloraazist. Sportlastel, kes treenivad 6-7 korda nädalas, päevas vähemalt 4 tundi peaksid tarbima süsivesikuid 10-12 g/kg kohta. (Eberle, 2014).

Hiljutised uuringud ning Ameerika Spordimeditsiini Kolledži uusimad toitumis- ja sportliku soorituse juhised soovivad tarbida valku vahemikus 1,2–2,0 g/kg päevas. Vahemik on soovituslik aeroobsete treeningute puhul, jõutreeningute puhul võiks tarbitava valgu kogus olla veelgi suurem (Egan, 2016). Organismi üldine tervis ja sportlikud tulemused võivad olla negatiivselt mõjutatud kui valgu tarbimine on alla või üle normi. Rasvad tagavad organismi normaalse funktsioneerimise ning pakuvad olulisi ravshappeid, annavad toidule maitset ning on energiarikkad (1g=9kcal) toitained, mis suudavad rahuldada sportlaste kõrget päevast energiavajadust (Fink, 2015). Rasvad on olulised energiavarud mõõduka intensiivsusega treeningu ajal. Umbes 20-30% kogu päevasest energiast peaks tulema rasvade arvelt (Thomas *et al.*, 2016).

## **2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED**

Käesoleva tööesmärk oli hinnata toitumise rolli ja olulisust seoses kehalise võimekusega Eesti noortel meesjalgratturitel.

Töös püstitati järgmised ülesanded:

1. Hinnata jalgratturite keha koostist, kehalist aktiivsust ja energiakulu.
2. Hinnata jalgratturite kehalist töövõimet sooritatuna koormustestil veloergomeetril.
3. Analüüsida jalgratturite toitumist ja sellest saadavat energiat.
4. Leida seoseid toitumise, töövõime ja keha koostise parameetrite vahel.

## **3. METOODIKA**

### **3.1. Uuringu taust ja vaatlusalused**

Käesolev magistritöö on osa uuringust Tartu Ülikooli Sporditeaduste ja füsioteraapia instituudi doktorandi Ave Kängsepa doktoritöö projektis teemal „Energiatasakaalu iseloomustavad vere biokeemilised markerid noorsportlastel: seosed treeningukoormuse, kehalise võimekuse ja keha koostise näitajatega“. Uuring on viidud läbi kooskõlas Tartu Ülikooli inimuuringu eetikakomiteega (loa number: 371/T-6). Magistritöök koguti andmeid 2023. aasta sügisest kuni 2024. aasta kevadeni.

Magistritöö autori ülesanneteks oli uuringu läbiviimisel uuritavate (vastupidavusala rühma-jalgratturite) otsimine ja uuringule kutsumine. Autor tegeles uuringupäevade kokkuleppimisega ning abistas laboris viies läbi kasvavate koormustega testi veloergomeetril kuni suutlikkuseni, ja abistas antropomeetriliste mõõtmiste läbiviimisel. Autori tööülesandeks oli ka energiakulu ja toitumise sisestamine ning selle analüüs. Viimaks oli autori ülesandeks saadud andmete statistiline analüüs ja tulemuste analüüsimine ja kirjeldamine.

Käesoleva magistritöö uuringus osales 12 noort meessoost jalgratturit vanuses 14-18, kes treenisid regulaarselt vähemalt 5 korral nädalas eesmärgiga osaleda oma vanuseklassi Eesti meistrivõistlustel. Uuringus osalemine oli kõigile noorsportlastele vabatahtlik. Uuringus osalevatele noorsportlastele tutvustati täpsemalt uuringu disaini, eesmärgi ja tulemustest saadavaid väljundeid.

Uuringu testimised viidi läbi Tartu Ülikooli Sporditeaduste ja Füsioteraapia instituudi laboris kahel erineval päeval, mille vahe oli vähemalt üks nädal, ajakulu mõlemal uuringupäeval oli orienteeruvalt kaks tundi ühe uuritava kohta.

### **3.2. Uurimismeetodid**

#### **3.2.1 Antropomeetrilised mõõtmised**

Kõikidel uuritavatel mõõdeti keha pikkus, istepikkus (Seca antropomeeter täpsusega 0,1 cm) ning kehamass. Kehamassi mõõtmiseks kasutati A&D Instruments Ltd. Kaalu täpsusega 0,05 kg. KMI arvutamiseks kasutati järgnevat valemit: kehamass (kg)/pikkuse ruut(m<sup>2</sup>).

### **3.2.2 Kehakoostise määramine**

Keha koostis määrati DXA aparadi abiga (*Dual-energy X-ray absorptiometry*) (DPX-IQ densitomeeter Hologic, Discovery W, USA) ehk kasutati röntgeniirteel töötavat luudensitomeetrit. Antud protseduuri viis läbi kvalifitseeritud töötaja. DXA aparadi abil määrati keha rasva %, KRVM, KRM, jäsemete lihasmass ning samuti luutihedus kogu kehas. Protseduuri ajal lamas uuritav liikumatult selili asendis ning aparaat skanneeris kogu tema keha.

### **3.2.3 Kehalise töövõime määramine**

Uuritavatel viidi läbi kasvavate koormustega test kuni suutlikkuseni, mille abil määrati kehaline töövõime ja maksimaalne hapnikutarbimine. Test sooritati Cyclus 2 (RBM Elektronik-automation GmbH, Saksamaa) veloergomeetril, millele oli kinnitatud sportlaste isiklikud jalgrattad. Testimise alguses oli koormuseks 40 w ja koormus tõusis iga 1 minuti järel 20 w kuni suutlikkuseni. Väljahingatava õhu parameetrid määrati aparadiga METAMAX (Cortex GMBH, Leipzig, Saksamaa), vaatlusalune hingas läbi näomaski kogu testi jooksul. Kasutatav näomask ei takistanud uuritaval hingamist. Südame löögisagedust määrati Polar'i testriga. Testi käigus kogutavad andmed salvestati jooksvalt edasiseks analüüsiks. Enne ja peale 3 ja 5 minutit testi lõppu võeti näpuotsast vereproov laktaadi kontsentratsiooni määramiseks (EKF, UK). Testimise ajal paluti uuritaval iga koormuse minuti lõpus hinnata koormuse subjektiivset raskusastet (RPE). Uuritavate  $VO_{2max}$  (ml/min/kg) määrati METAMAX (Cortex GMBH, Leipzig, Saksamaa) aparadi abil. Test loeti lõppenuks ja maksimaalne pingutus saavutatuks kui vaatlusalune ei suutnud etteantud võimsust enam hoida.

### **3.2.4 Energiakulu ning toitumise määramine**

Uuritavad täitsid kodus toitumise sagedusküsimustiku kolmel järjestikusel päeval, millest üks oli puhkepäev (laupäev või pühapäev). Uuritav märkis üles toiduainete võimalikult täpse kirjelduse koos tarbitud kogusega. Küsimustiku tagastamisel vaatas spetsialist üle täidetud küsimustiku ning vajadusel esitas täpsustavaid küsimusi täpsustamiseks toidukoguseid kolme päeva jooksul täidetud toitumispäeviku alusel. Toitumisandmete sisestamiseks ja analüüsiks kasutati programmi Nutridata. Lisaks täitis uuritav ka päevase üldise energiakulu küsimustiku. Seda küsimustikku täideti samaaegselt toitumisküsimustikuga ning sinna märkis uuritav päeva jooksul toimunud tegevused.

### 3.2.5 Andmete statistiline analüüs

Uurimistöö statistiliseks analüüsiks kasutati programmi IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM SPSS Statistics, Armonk, NY, USA). Statistilise analüüsi käigus arvutati aritmeetilised keskmised ( $\bar{X}$ ) ja standardhälbed ( $\pm SD$ ). Tunnuste vahelised seosed arvutati Pearsoni korrelatsioonanalüüsiga, sest andmed olid normaaljaotusega. Erinevatel päevadel tarbitud toitu analüüsiti Paired sample t-testiga. Lineaarse regressioonanalüüsiga hinnati omavahelisi seoseid omavate parameetrite mõju. Statistilise olulisuse nivooks rakendati kõikidel analüüsidel  $p < 0,05$ .

## 4. TÖÖ TULEMUSED

Kõigepealt registreeriti jalgratturite põhiandmed, mõõdeti keha pikkus ja kehamass ning arvutati kehamassiindeks (KMI). KMI keskmine väärtus on uuringus osalenud poiste puhul 20,9 kg/m<sup>2</sup> ning lubatud kõikumine ulatub  $\pm 1,9$  kg/m<sup>2</sup>, seega jääb kehamassiindeks KMI-kõvera kohaselt tulemus normaalse vahemikku. Järgnevalt mõõdeti DXA meetodiga sportlaste keha koostis, mille tulemused on välja toodud tabelis 1.

**Tabel 1.** Jalgratturite keskmised ( $\pm$  SD), miinimum (min) ja maksimum (max) antropomeetrilised ja keha koostise näitajad.

Parameetrid	Keskmine (X $\pm$ SD)	Miinimum	Maksimum
Vanus (a)	16,2 $\pm$ 1,3	14,0	18,0
Kehapikkus (cm)	182,0 $\pm$ 5,8	175,0	191,4
Kehamass (kg)	70,0 $\pm$ 7,2	54,2	80,0
KMI (kg/m <sup>2</sup> )	21,1 $\pm$ 1,9	17,7	24,0
Keha rasva %	15,9 $\pm$ 2,2	12,5	20,1
KRM (kg)	10,8 $\pm$ 1,9	8,33	15,5
KRVM (kg)	54,8 $\pm$ 5,7	41,9	62,3
LM (kg)	2,7 $\pm$ 0,3	2,0	3,1

KMI- kehamassiindeks, keha rasva % -rasvaprotsent, KRM- keha rasvamass, KRVM- keha rasvavaba mass, LM- luumass

Uuringus osales 12 meessoost jalgratturit, kes oma vanuse järgi (16,2  $\pm$  1,3 aastat) võistlesid M16 ja juunior vanuseklassis.

Lisaks meie uuringus osalenud jalgratturite kehakoostise parameetritele sooritasid poisid veloergomeetril koormustesti ja määrati laboratoorsetes tingimustes nende kehalise töövõime parameetrid (Tabel 2).

**Tabel 2.** Jalgratturite keskmised ( $\pm$  SD), miinimum (min) ja maksimum (max) töövõime näitajad.

Parameetrid	Keskmine ( $X \pm SD$ )	Miinimum	Maksimum
VO <sub>2max</sub> (l/min)	4,5 $\pm$ 0,5	3,5	5,3
VO <sub>2max</sub> (ml/min/kg)	64,0 $\pm$ 4,2	55,0	70,0
VO <sub>2max</sub> (w)	387,6 $\pm$ 57,6	272,0	490,0
VO <sub>2max</sub> (w/kg)	5,6 $\pm$ 0,5	4,5	6,1
P <sub>max</sub> (w)	396,2 $\pm$ 60,1	280,0	500,0
P <sub>max</sub> (w/kg)	5,7 $\pm$ 0,6	4,6	6,4
La <sub>max</sub> (mmol/l)	11,9 $\pm$ 3,1	5,2	16,7
VT <sub>1</sub> (w)	210 $\pm$ 29,7	138	243
VT <sub>2</sub> (w)	303 $\pm$ 45,7	1208	360
VT <sub>1</sub> (l/min)	147,3 $\pm$ 12,0	130	165
VT <sub>2</sub> (l/min)	175,8 $\pm$ 9,5	158	188

VO<sub>2max</sub> – maksimaalne hapnikutarbimine, VO<sub>2max/kg</sub> – suhteline maksimaalne hapnikutarbimine, P<sub>max</sub> – maksimaalne võimsus, P<sub>max/kg</sub> – suhteline maksimaalne võimsus, VO<sub>2max</sub> (w)- maksimaalne hapnikutarbimisvõime väljendatuna vattides, VO<sub>2max</sub> (w/kg)- suhteline maksimaalne hapnikutarbimisvõime väljendatuna vattides, La<sub>max</sub> (mmol/l)- maksimaalne laktaadi kontsentratsioon, VT<sub>1</sub> (w)- ventilatsiooni lävi 1 võimsus (iseloomustab aeroobset läve), VT<sub>2</sub> (w)-ventilatsiooni lävi 2 võimsus (iseloomustab anaeroobset läve), VT<sub>1</sub> (l/min)- ventilatsiooni läve 1 pulss (iseloomustab aeroobset läve), VT<sub>2</sub> (l/min)- ventilatsiooni lävi 2 pulss (iseloomustab anaeroobset läve)

Tabelis 3 on välja toodud jalgratturite igapäevane energiakulu ja toidust saadud energia. Toidust saadud energia erines keskmiselt 100-150 kcal ulatuses, samas üldine energiakulu erines päevade lõikes 105-280 kcal ulatuses (Tabel 2).

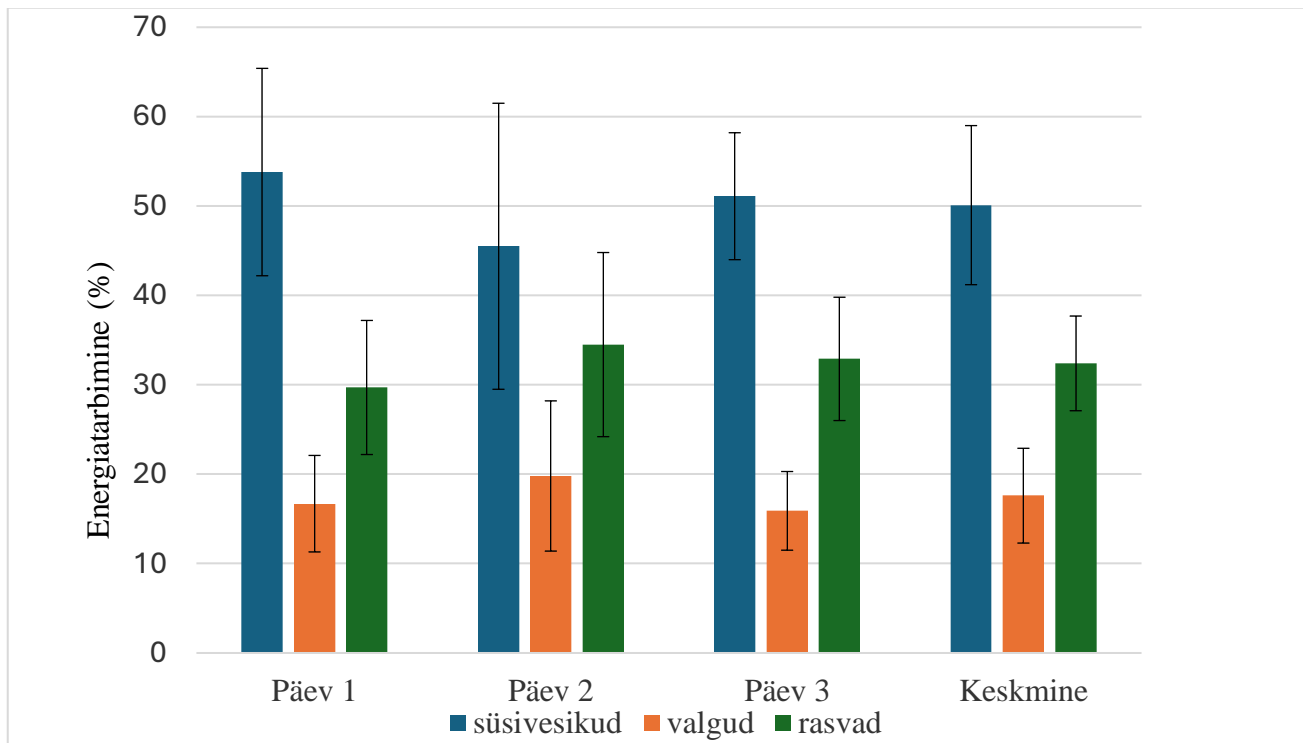
**Tabel 3.** Jalgratturite keskmised ( $\pm$  SD) toitumise ja energiakulu näitajad, energia tasakaal näitajad.

Parameetrid	Päev 1	Päev 2	Päev 3	Keskmine
Energiakulu (kcal)	2932,9 $\pm$ 424,7	2750,2 $\pm$ 395,2	3038,5 $\pm$ 522,3	2907,2 $\pm$ 317,9
Toidust saadud energia (kcal)	2547,2 $\pm$ 697,2	2579,4 $\pm$ 768,2	2684,5 $\pm$ 1020,5	2603,7 $\pm$ 641,6
Energia tasakaal (kcal)	-385,7 $\pm$ 806,1	-170,8 $\pm$ 849,3	-354,0 $\pm$ 1156,1	-303,5 $\pm$ 604,0

Energiakulu - energiakulu keskmine, toidust saadud energia- energiatarbimine keskmine, energia tasakaal- energiatarbimine miinus energiakulu

Töö eesmärgist lähtuvalt analüüsiti järgneva nädala jooksul jalgratturite toitumist ning üldist energiakulu. Toitumine pandi kirja kolmel järjestikkusel päeval. Kõikidel päevadel oli jalgratturitel energiatasakaal negatiivne jäädes uuringupäevade keskmisena  $-303,5 \pm 604,0$  kcal juurde (Tabel 2).

Kuigi päevade lõikes toidu tarbimisel saadavas energias olulisi erinevusi ei olnud ( $p > 0,05$ ), erines siiski uuringupäevadel tarbitud süsivesikute ( $p < 0,05$ ), ja rasvade ( $p < 0,05$ ) osakaal (Joonis 1).

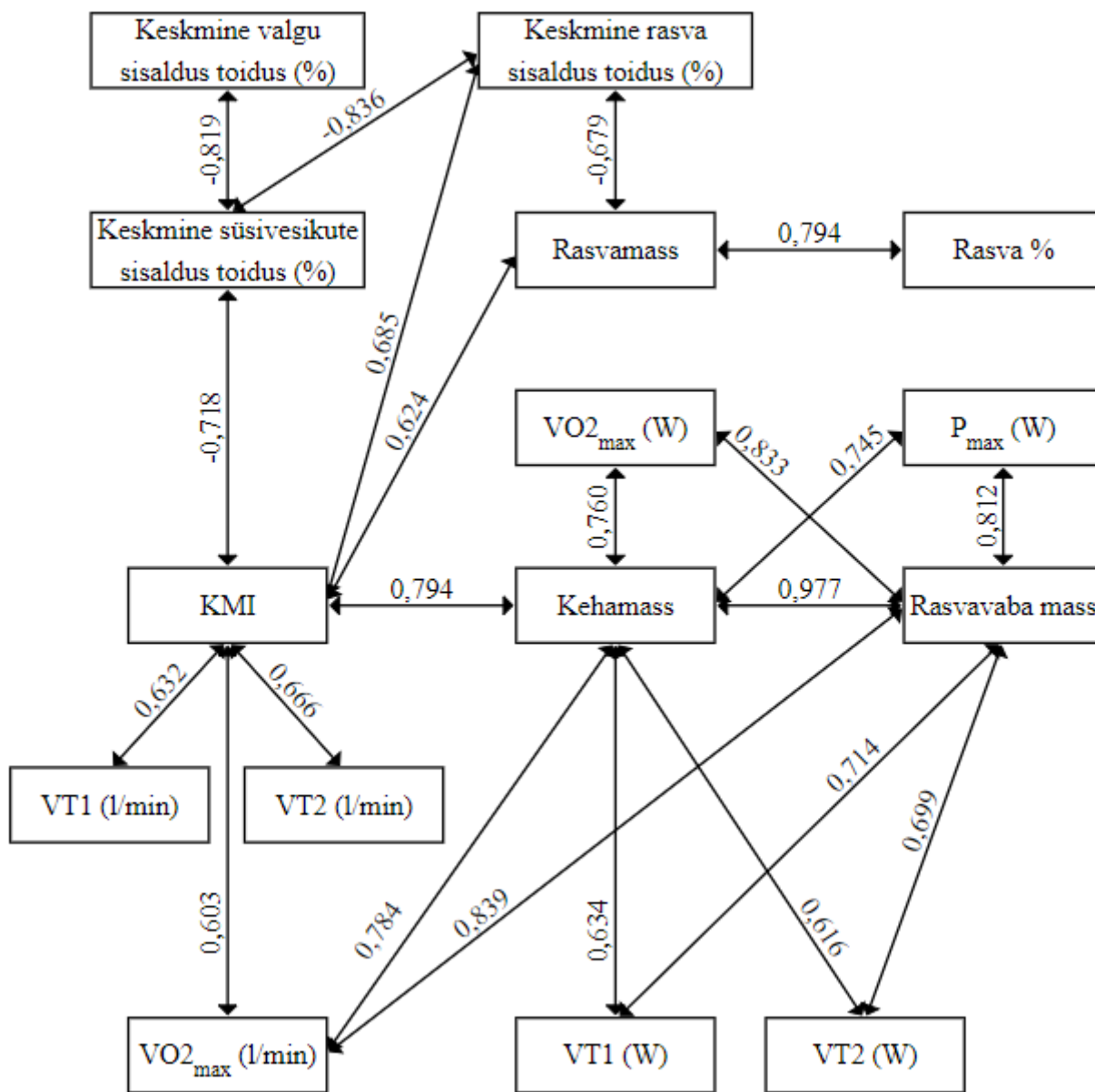


Joonis 1. Jalgratturite päeva energiatarbimine

Joonise (Joonis 1) järgi on näha ka valkude tarbimise erinevusi, kuid statistiline analüüs statistiliselt olulist erinevust ei näidanud ( $p > 0,05$ ). Keskmiselt tarbiti toiduga süsivesikuid ( $50,1 \pm 8,9$  %), rasvu ( $32,4 \pm 5,3$  %) ja valke ( $17,6 \pm 5,3$  %).

Joonisel 2 on välja toodud jalgratturite erinevate mõõdetud parameetrite omavahelised seosed. Korrelatiivsed olulised ( $p < 0,05$ ) seosed esinesid stoidus sisalduvate SV% ja Rasv% vahel ainult KMI-ga. KMI väärtusega korreleerus ( $p < 0,05$ ) samuti KRM. Jalgrattasportlastele saavutusvõimet iseloomustavate markeritega  $VO_{2max}$  ja  $P_{max}$  korreleerus ( $p < 0,05$ ) KRVM ( $r = 0,81$ ), kehamass ( $r = 0,78$ ) (Joonis 2), kuid ükski toitumisega seotud parameeter saavutusvõimet iseloomustava parameetriga ei korreleerunud ( $p > 0,05$ ).

Lineaarse regressioonanalüüsiga hindasime korrallitvsete seoste mõju seotud parameetritele. KMI muutust mõjutas kõige enam 46% ulatuses SV% osakaal toidus ( $F = 9,57$ ,  $p = 0,13$ ). Maksimaalsele hapnikutarbimisele ( $VO_{2max}$ ) muutusele omas antropomeetristest parameetritest kõige suuremat mõju 67% ulatuses KRVM ( $F = 23,8$ ,  $p = 0,001$ ).  $P_{max}$  ennustas aga juba 86% ulatuses  $VO_{2max}$  väärtust ( $F = 70,6$ ,  $p = 0,001$ ).



Joonis 2. Jalgratturite antropomeetrised, keha koostise, kehalise töövõime ja energiakulu ning toitumise seosed

Rasva %, KMI- kehamassiindeks, keha rasva % -rasvaprotsent, KRM- keha rasvamass, KRVM- keha rasvavaba mass, VO<sub>2max</sub> (l/min)– maksimaalne hapnikutarbimine, P<sub>max</sub> – maksimaalne võimsus, VO<sub>2max</sub> (w)- maksimaalne hapnikutarbimisvõime väljendatuna vattides, VO<sub>2max</sub> (w)- maksimaalne hapnikutarbimisvõime väljendatuna vattides, VT<sub>1</sub> (w)- ventilatsiooni lävi 1 võimsus (iseloostab aeroobset läve), VT<sub>2</sub> (w)-ventilatsiooni lävi 2 võimsus (iseloostab anaeroobset läve), VT<sub>1</sub> (l/min)- ventilatsiooni läve 1 pulss (iseloostab aeroobset läve), VT<sub>2</sub> (l/min)- ventilatsiooni lävi 2 pulss (iseloostab anaeroobset läve).

## 5. ARUTELU

Antud töö eesmärgiks oli hinnata toitumise rolli ja olulisust seoses kehalise võimekusega Eesti noortel meesjalgratturitel. Uuringus osales kokku 12 meesjalgratturit vanuses 14-18 eluaastat, kes osalesid vähemalt viiel korral nädalas treeningutel ning nende eesmärgiks oli võtta osa oma vanuseklassi Eesti meistrivõistlustel ja saavutada seal kõrge koht.

Uuringu tulemused näitasid, et toitumisel on oluline mõju keha koostisele ning kehamassile, mis omakorda mõjutavad oluliselt noorte meesjalgratturite kehalist võimekust. Käesolev uuring näitab toitumise olulisust optimaalse sportliku tulemuse saavutamisel. Võib järeldada, et teadlik toitumine võib olla väärtuslik vahend sportlaste potentsiaali maksimeerimisel.

Erinevad uuringud on leidnud, et keha koostis mõjutab oluliselt jalgrattasõidu efektiivsust (Ratamess, 2024). Suurenenud kehamass, mis tuleneb suurenenud lihasmassist, ei mõjuta jalgrattasõidu anaeroobset võimsust negatiivselt, kuid suurenenud kehamass, mis tuleb suurenenud KRM võib negatiivselt mõjuda jalgrattasõidu võimsusele (Maciejczy et al., 2015). Muros et al. (2019) uuringus on järeldatud, et toitumisspetsialistid peaksid looma sportlastele individuaalsed toitumiskavad, et tagada tasakaalsutatud toitumine kontrollimaks võimalikke keha koostise muutusi, mis võiksid mõjutada jalgratturi sooritusvõimet (Muros et al., 2019).

### **5.1 Uuritavate sportlaste antropomeetrilised , keha koostise, kehalise töövõime ja energiakulu ning toitumise näitajad**

Võistlustel maksimaalse tulemuse saavutamiseks püüavad tippportlased tihtipeale säilitada keha koostist, mis on nende spordialale kõige sobivam tipp tulemuse saavutamiseks (Loucks, 2003). Sportlase üldise kehalise seisundi hindamisel annab olulist informatsiooni antropomeetriliste näitajate ja keha koostise mõõtmine ning nende tulemused on aluseks sportlase treeningute ning toitumisharjumuste kujundamisel (Fryar et al., 2016). Antud magistr töö uuringu tulemused näitasid, et meesjalgratturitel on keha rasva % ja KRM sarnased võrreldes mitmetes varasemates uuringutes välja toodud samaealiste meesjalgratturite tulemustega (Alejo et al, 2022; Kumar & Singh, 2019). Selleks, et saavutada jalgrattaspordis häid võistlustulemusi ja olla konkurentsisis, on vajalik võrreldes tavainimestega suhteliselt kõrgem KRVM ja madalam keha rasva %, sest vastasel juhul võib kannatada sooritusvõime (Da Rocha Penteadó et al., 2010).

Kehalise töövõime hindamine annab võimaluse hinnata sportlase füüsilist vormi ja võimekust ning võimaldab mõista sportlase hetkevõimekust ja potentsiaali vastaval spordialal (Chaabene et al.,

2018). Uuringus mõõdetud kehalist võimekust iseloomustavad tegurid annavad hea ülevaate uuringus osalenute kehalisest võimekusest ning aitavad seeläbi paremini mõista nende tugevusi ja nõrkuseid. Kehalise töövõime hindamine on abiks koostades treeningkavasid, mis vastavad sportlase eesmärkidele ja vajadustele. Jalgratturite kehalise töövõime hindamise testid jagatakse tavaliselt kaheks: laboritestid ning välitingimustes sooritatavad testid. On leitud, et välitingimustes sooritatavad testid (4 minutit ja 20 minutit) on usaldusväärsed näitamaks jalgratturi füüsilist võimekust. Kuna need testid on lihtsamini läbiviidavad, siis on neid lihtsam sportlaste treeningutesse lisada (Nimmerichte et al., 2010). Mieras et al., (2014) leidsid enda uuringust, et kui võrrelda 40km väljas sõitmise tingimusi sisetingimustega, siis väljas sõites suureneb võimsus ja südamesöögisagedus võrreldes siseruumis sõitmisel. See tähendab, et väljas sõitmine annab parema treeningefekti tänu kõrgemale intensiivsusele, kuid tajutud koormus jääb samaks.

Sportlase toitumine on otseses seoses tema keha koostisega, mis omab omakorda seost kehalise võimekusega. Etteplaneeritud plaanipärane toitumine tagab optimaalse kehamassi ning sobiva keha koostise ja energiavaru, võimaldades sportlasel tänu sellele parandada ka kehalist võimekust, mis omakorda mõjutab sportlike tulemuste saavutamist. Käesoleva töö tulemuste põhjal võib öelda, et uuritavate enesehinnatud toitumise ja energiakulu põhjal on nende igapäevane energiatasakaal negatiivne. Negatiivset energiatasakaalu näitas ka Sánchez-Benito ja Sánchez Soriano (2007) uuring Hispaania 34 jalgratturiga vanuses 15-18-aastast, kus uuritavate energiakulu oli 65 kcal suurem kui energiatarbimine. Negatiivne päevane energiatasakaal võib osaliselt tingitud olla vales kehalise aktiivsuse hinnangust, samas kui toidukordade arvu või portsjonite suurust vastupidiselt alahinnatakse liiga suureks ja kaloririkkaks. See võib omakorda viia olukorrani, kui inimene ei saa piisavas koguses toitaineid, mis potentsiaalselt võib tekitada terviseprobleeme.

Tervisliku toitumise toidukogused võiksid olla 60% süsivesikud, 30% rasvad ning 10% valgud (Sánchez-Benito & Sánchez Soriano, 2007). Käesoleva töö uuringu tulemustest selgus, et energiatarbimisest moodutasid süsivesikud keskmiselt 49,5%, rasvad 33% ning valgud 17,9%. Näiteks Sánchez-Benito ja Sánchez Soriano (2007) uuringus tarbisid samaealised poisid süsivesikuid 44,93%, rasvu 38,71% ning valke 16,36%. Kuna uuringu raames analüüsiti 3 erinevat päeva, oli näha olulisi muutusi päevade lõikes. Ideaalis võiks muutuda ainult valgu osakaal toidus ja seda ennekõike seotuna raskete või jõusaali treeningutega. Käesoleva uuringu ning teiste eelmainitud uuringute põhjal võib järeldada, et tihtipeale tarbivad jalgratturid liigselt rasvu ja valke, kuid ei tarbi piisavas koguses süsivesikuid. Leitud tulemused võivad olla tingitud mitmest tegurist. Üheks põhjuseks võib olla noorte jalgratturite puuduvad või ebapädevad teadmised toitumise kohta. Lisaks selgus käesolevast uuringust,

et jalgratturid tarbivad vähem energiat kui nende päevane energiakulu nõuab. Pikaajaline energiadefitsiit võib avaldada negatiivset mõju sportlase kehalisele võimekusele ning kahjustada nende üldist tervist ja heaolu (Melin et al, 2018). Seetõttu on oluline teha noortele jalgratturite seas teavitustööd toitumisharjumuste parandamiseks, et aidata neil saavutada tasakaalustatud toitumine, mis soodustab sportlikke tulemuste saavutamist.

## **5.2 Korrelatiivsed seosed toitumise ning keha koostise vahel**

Käesolevas magistritöös leiti mitmeid olulisi seoseid toitumise ning keha koostise vahel. Näiteks leiti tugev positiivne seos rasva tarbimise ja KRM-i vahel ning rasva tarbimise ja KMI-i vahel ( $p < 0,05$ ) (Joonis 2). Tulemused näitavad, et mida suurem on rasva kogus tarbitud toidus, seda suurem on KRM kehas ning seda suurem on keha rasva % ning KMI. Sarnaseid seoseid on oma uuringust leidnud ka Hooper et al, (2020), kes leidis, et rasva osakaalu vähendamine toidus viib märgatava kehamassi ja KMI-i vähenemiseni. Leitud seosed aitavad mõista, kuidas mõjutavad igapäevased toitumisharjumused sportlaste keha ning selle koostist.

Antud uuringus leiti negatiivne korrelatsioon toiduga tarbitavate süsivesikute ning KMI-i vahel ( $p < 0,05$ ) (Joonis 2). Inimesed, kes tarbivad toiduga vähem süsivesikuid, võib olla KMI madalam kui inimestel, kes tarbivad toiduga rohkem süsivesikuid, kuid alati ei pruugi see nii olla. Näiteks olukorras, mil inimene vähendab toidu tarbimisel süsivesikute osakaalu, kuid hakkab tarbima suuremas koguses rasva sisaldavaid toiduaineid. Selline tegevus võib hoopis suurendada KMI-i. On oluline märkida, et madala süsivesikute tarbimisega on võimalik vähendada keharavsa %, kuid tuleb jälgida, et päevane energia oleks tasakaalus. Sarnaselt on leidnud ka Sitko et al., (2019) oma uuringus, mis viidi läbi 11 meesjalgratturi hulgas. Jalgratturid järgisid nelja nädala jooksul madala süsivesikusisaldusega toitumisprogrammi ning nende treeningud oli toitumiskavaga vastavusse viidud. Sportlased treenisid intensiivsusega 70-80% funktsionaalsest lävevõimsusest (FTP). FTP määrati kindlaks 20 minutit kestnud maksimaalse võimekuse testi abil, mille keskmisest tulemusest lahutati 5%. Uuringust järeldati, et selleks, et muuta keha koostist, sealhulgas vähendada keha rasva % kehas, on oluline treenida madala intensiivsusega. Kõrgel intensiivsusel treenimine võib kaasa tuua süsivesikute varude ammendumise, mis omakorda viib soorituse languseni. Sarnaseid seoseid leiti ka Ørtenblad et al., (2013) uuringus, mille autorid leidsid, et piisava süsivesikute tarbimata jätmine võib kaasa tuua soorituse languse, mille põhjuseks on endogeense maksa- ja skeletilihaste glükogeeni ammendumine ning veresuhkru kontsentratsiooni langus.

Kokkuvõttes iseloomustavad leitud korrelatiivsed seosed, kuidas toitumisharjumused võivad mõjutada sportlase keha koostist ja üldist tervist. Tasakaalustatud toitumine on oluline, tagamaks organismile vajalike toitainete kättesaadavuse ja energia tasakaalu.

### 5.3 Korrelatiivsed seosed keha koostise ning kehalise töövõime näitajate vahel

Käesoleva uuringu tulemusena leiti mitmeid seoseid antropomeetriliste näitajate, keha koostise näitajate ja kehalise töövõime vahel.

Positiivne seos ( $p < 0,05$ ) leiti KMI-i ja  $VT_1$  (l/min) ja  $VT_2$  (l/min) vahel (Joonis 2). Lisaks mõjutab kehamass ja keha rasvavaba mass  $VT_1$  (l/min) ( $p < 0,05$ ) ning omavahel on seoses  $VT_1$  ja  $VT_2$  (l/min) ( $p < 0,05$ ) (Joonis 2). Siiski ei ilmnenud seost aeroobse ja anaeroobse läve südamelöögisageduse ning töövõime näitajate vahel ( $p > 0,005$ ) (Joonis 2). Sarnaselt leidsid ka Hofmann et al., (2001) oma uuringus, kus LTP2 (second lactate turn point) ja HRTP 2 (heart rate turn point) (vastavad anaeroobsele lävele) olid stabiilsed ning nende väärtuste seost töövõime näitajatega ei leitud. Seega võib sellest järeldada, et need 2 näitajat on eraldiseisvad tegurid füüsilise võimekuse hindamisel.

Uuringus leiti positiivne korrelatsioon KMI-i ja  $VO_{2max}$ -i vahel, seos kehamassi ja  $VO_{2max}$ -i vahel ning tugev seos kehamassi ning  $P_{max}$ -i vahel ( $p < 0,05$ ) (Joonis2). Need leiud viitavad sellele, et sportlastel, kellel oli kõrgem KMI oli ka kõrgem  $VO_{2max}$  ning sportlastel, kellel oli kõrgem kehamass oli ka kõrgem  $P_{max}$ . Käesoleva uuringu tulemuste põhjal ei saa teha otsest järeldust KMI sõltuvusest  $VO_{2max}$ -ist, kuna KMI sõltub ka teistest teguritest, näiteks keha koostisest. Suurem KMI võib olla ülekaalulisuse märk, mis võib omakorda vähendada  $VO_{2max}$ . Samas võib kõrge KMI viidata ka suuremale lihassmassile, mis omakorda viitab paremale kehalisele töövõimekusele. Seetõttu on oluline  $VO_{2max}$  ja selle muutuste mõju uurimisel jälgida ka teisi tegureid, mitte ainult KMI-i. Samuti tuleb arvestada ka asjaoluga, et suurem kehamass ei pruugi olla alati seotud suurema  $P_{max}$ -i ning  $VT_1$  (w) ning  $VT_2$  (w) võimsusega, kuna need kehalise töövõime näitajad võivad olla mõjutatud ka teistest teguritest, näiteks keha koostis ja treeningtase.

Uuringu tulemusena leiti, et sportlaste KRVM oli tugevalt seotud kehalise töövõime näitajatega nagu näiteks  $P_{max}$  ning  $VO_{2max}$ .

Keha koostisel on suur mõju jalgratturi anaeroobsele võimsusele ( $p < 0,05$ ) (Joonis2). Mitte ainuüksi suur kehamass, vaid suurenenud lihassmassist tulenev suurenenud kehamass (LBM) mõjutab jalgrattasõidu anaeroobset võimsust positiivselt. Vastupidavusspordialadel tuleks püüda vähendada keha rasvamassi keha koostises (Maciejczyk et al., 2015). Seega spordialadel, kus võimsus mängib olulist rolli, tuleb pöörata erilist tähelepanu mitte ainult kehamassile, vaid ka keha koostisele

Käesolevas uuringus leiti seos kehamassi ja  $VO_{2max}$  vahel ( $p < 0,05$ ) (Joonis 2). See näitab, et nendel jalgratturitel, kellel on kõrgem kehamass on ka kõrgem  $VO_{2max}$  lävi. Maciejczyk et al., (2014) leidsid enda uuringust, et mida kõrgem on kehamass, keha koostis siinkohal ei ole oluline, seda madalam on hapnikutarbimisvõime kehakaalu kohta. See kinnitab asjaolu, et  $VO_{2max}$  väärtusi on vajalik mõõta kehamassi suhtes arvestatuna.

Uuringus leiti positiivne seos KRVM ning  $VO_{2max}$  (w),  $VT_1$  (w) ning  $VT_2$  (w) vahel ( $p < 0,05$ ) (Joonis1). Suurenenud kehamass tingituna suurenenud lihasmassist ei mõjuta jalgrattasõidu anaeroobset võimekust negatiivselt, kuid kehamassi suurenemine, mis on mõjudaud KRM suurenemistest võib mõjutada tippvõimsust negatiivselt (Maciejczyk et al., 2015).

Eelmainitud seosed näitavad, et mitte ainult kehamass ja kehamassiindeks ei mõjuta kehalist töövõimet, vaid ka keha koostise komponendid nagu rasvamass, rasvavaba mass ning luumass võivad oluliselt mõjutada kehalist võimekust. On leitud, et kõrgema anaeroobse võimekuse saavutamise seisukohast on olulisem keha koostis, mitte kehamass (Maciejczyk et al., 2015).

#### **5.4 Uurimustöö tugevused ning võimalikud puudujäägid**

Käesoleva magisitritöö üks tugevusi seisneb uurimistöö uudsuses. Eestis puuduvad uuringud, kus analüüsitakse noorte meesjalgratturite toitumise mõju nende keha koostisele ning seeläbi kehalisele võimekusele. Lisaks on võimalik uuringus saadud tulemusi võrrelda mujal maailmas sama vanade noormeestega läbiviidud uuringutega. Antud töö aitab paremini mõista, kuidas toitumine mõjutab noorte jalgratturite keha koostist ja kehalist töövõimet. See omakorda võib olla oluline abivahend aitamaks treeneritel, toitumisspetsialistidel ning sportlastel teha koostööd parimate sportlike tulemuste saavutamiseks.

Töö peamiseks kitsaskohaks on väike valim, kuna uuringus osales vaid 12 noorsportlast. Samas valim on sarnane varasemalt samal teemal tehtud uuringule (Sitko et al., 2019). Sellise valimi suurust arvestades on töö tulemuste põhjal raske hinnata kõikide Eestis sarnase tasemega noorte jalgratturite toitumise mõju keha koostisele ja kehalisele töövõimele. Käesolev uuring annab ligikaudse ülevaate Eesti noorte jalgratturite toitumisest ning selle mõjust kehakoostisele ning kehalisele töövõimele.

Teise kitsaskohana võib tuua välja asjaolu, et antud uuringus osalesid vaid meesjalgratturid ning puudus kontrollgrupp. Seega ei saa neid tulemusi kellegagi võrrelda.

Lisaks võib kitsaskohaks pidada ka asjaolu, et uuring toimus laboritingimustes, mistõttu ei iseloomusta käesoleva uuringu tulemused reaalses elus olevaid olusid, mil tuleb mängu ka kehakaal sõltuvalt erinevatest väliskeskkonna tingimustest.

Töö praktiliseks väärtuseks on uuringu tulemused, mis annavad ülevaate Eesti noorte meesjalgratturite toitumisest, energiakulust, kehakoostisest ning kehalisest töövõimest. Uuringu tulemused on oluliseks informatsiooniks sportlastele, treeneritele ja teistele spordialaga seotud inimestele. Töö tulemused rõhutavad tasakaalustatud toitumise olulisust kehakoostise ning kehalise töövõime parendamisel. Uuring annab ülevaate sellest, miks on toitumine oluline kehalise töövõime seisukohast.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et antud magistritöö tulemuste kinnitamiseks on vajalikud edasised uuringud. Tagamaks täieliku ülevaate Eesti noorte jalgratturite toitumisharjumustest ning nende mõjust sportlase keha koostisele ning kehalisele töövõimele, tuleks sarnase vaatluse alla võtta suurem valim ning uuringu läbiviimisel kaasata ka naisjalgrattureid.

## 6. JÄRELDUSED

Käesoleva uurimistöö põhjal saab teha järgmised konkreetsete järeldused:

1. Eesti M16 ja juunior klassi ratturite keha koostis on võrreldav teistes sarnastes uuringutes saadud eakaaslastega. Milline on meie uuringus osalenud jalgratturite töövõime?
2. Eesti M16 ja juunior klassi jalgratturite olulisemad töövõime näitajad, sealhulgas maksimaalne hapnikutarbimine, maksimaalne võimsus ning aeroobne ja anaeroobne lävi olid sarnased teiste samas vanuseklassis olevate sportlaste tulemustega varasemates uuringutes.
3. Uuringus osalenud jalgratturitel oli enesehinnatud toitumise ja energiakulu põhjal nende igapäevane energiatasakaal negatiivne ja sissetarbitud energia süsivesikute, valkude ja rasvade arvelt polnud soovituslikus tasakaalus, mille tulemusel oleks vaja paremate võimalike tulemuste tagamiseks teha igapäevases menüüs korrekture.
4. Toitumise ja kehalise töövõime vahel otsene seos puudus, kuid toitumine omab mõju kehakoostisele läbi kehamassiindeksi, mis omakorda on seoses kehalise töövõimega. Seega paremate võimalike tulemuste saavutamiseks on oluline pöörata rohkem tähelepanu toitumisele.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Alejo, L. B., Montalvo-Pérez, A., Valenzuela, P. L., Revuelta, C., Ozcoidi, L. M., de la Calle, V., Mateo-March, M., Lucia, A., Santalla, A., & Barranco-Gil, D. (2022). Comparative analysis of endurance, strength, and body composition indicators in professional, under-23, and junior cyclists. *Frontiers in Physiology*, 13, 945552. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.945552>
2. Artetxe-Gezuraga X, Maldonado-Martin S, Freemye BG, Camara J. (2019). Gross Efficiency and the Relationship with Maximum Oxygen Uptake in Young Elite Cyclists During the Competitive Season. *J Hum Kinet* ; 67: 123–131. DOI: 10.2478/hukin-2018-0089
3. Atkinson, G., Peacock, O., St Clair Gibson, A., & Tucker, R. (2007). Distribution of power output during cycling: impact and mechanisms. *Sports Medicine*, 37(8), 647–667. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737080-00001>
4. Chaabene, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Capranica, L., Franchini, E., Prieske, O., Hbacha, H., & Granacher, U. (2018). Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: A systematic review with practical recommendations. *Frontiers in Physiology*, 386. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00386>
5. Da Rocha Penteadó, V. S., de Moura Castro, C. H., Pinheiro, M. de M., Santana, M., Bertolino, S., de Mello, M. T., & Szejnfeld, V. L. (2010). Diet, Body Composition, and Bone Mass in Well-Trained Cyclists. *Journal of Clinical Densitometry*, 13(1), 43-50. DOI: 10.1016/j.jocd.2009.09.002
6. beEberle SG. *Endurance Sports Nutrition*. 3rd ed.(2014). Champaign: Human Kinetics
7. Egan, B. (2016). Protein intake for athletes and active adults: Current concepts and controversies. *Nutrition Bulletin*. <https://doi.org/10.1111/nbu.12215>
8. Fryar, C. D., Gu, Q., Ogden, C. L., & Flegal, K. M. (2016). Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2011-2014. *Vital Health Stat 3 Anal Stud*, (39), 1-46. z
9. Fink, H. H., & Mikesky, A. E. (2015). *Practical Applications in Sports Nutrition* (4th ed.)
10. Gallo, G., Mostaert, M., Faelli, E., Ruggeri, P., Delbarba, S., Codella, R., Vansteenkiste, P., & Filipas, L. (2022). Do race results in youth competitions predict future success as a road cyclist? A retrospective study in the Italian Cycling Federation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(4), 621–626. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0297>
11. Gallo, G., Leo, P., Mateo March, M., Giorgi, A., Faelli, E., Ruggeri, P., Mujika, I., & Filipas, L. (2022). Differences in training characteristics between junior, Under 23, and professional cyclists.

- International Journal of Sports Medicine, 43(14), 1183–1189. <https://doi.org/10.1055/a-1847-5414>
12. Gallo, G., Leo, P., Mateo-March, M., & Giorgi, A., Faelli, E., Ruggeri, P., Mujika, I., Flipas, L (2022). Cross-sectional differences in race demands between junior, Under 23, and professional road cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 17(3): 450-457. DOI:10.1123/ijsp.2021-0256
  13. Given, J. (2019). A Finnish Junior's Eight-Year Road to Cycling's World Tour (Bachelor's thesis). Degree Programme in Sports and Leisure Management.
  14. Hofmann, P., von Duvillard, S. P., Seibert, F-J., Pokan, R., Wonisch, M., Lemura, L. M., & Schwaberg, G. (2001). %HRmax target heart rate is dependent on heart rate performance curve deflection. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(10), 1726–1731.
  15. Hooper, L., Abdelhamid, A., Bunn, D., Brown, T., Summerbell, C. D., & Skeaff, C. M. (2020). Effects of total fat intake on body weight. *Cochrane Database of Systematic Reviews (Intervention)*, (Year of Publication). DOI: 10.1002/14651858.CD011834
  16. Jeukendrup, A. E., Craig, N. P., Hawley, J. A. (2000). The bioenergetics of world class cycling. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4), 414–433. DOI:[https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(00\)80008-0](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(00)80008-0)
  17. Kumar, V., & Singh, A. (2019). Anthropometric and body composition differences in sprint and endurance cyclists. *International Journal of Yogic, Human Movement and Sports Sciences*, 4(1), 1010-1016.
  18. Loucks, A.B. (2007). Energy balance and body composition in sports and exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/0264041031000140518>
  19. Lucia A., Hoyos J., Chicharro JL. 2001. Physiology of Professional Road Cycling. *Sports Medicine*; 31(5): 325-337. DOI: 10.2165/00007256-200131050-00004
  20. Maciejczyk, M., Więcek, M., Szymura, J., Szygula, Z., Wiecha, S., & Cempla, J. (2014). The influence of increased body fat or lean body mass on aerobic performance. *PLoS One*, 9(4), e95797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095797>
  21. Maciejczyk, M., Wiecek, M., Szymura, J., Szygula, Z., & Brown, L. E. (2015). Influence of Increased Body Mass and Body Composition on Cycling Anaerobic Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(1), 58-65. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000727>

22. Marín-Pagán, C., Dufour, S., Freitas, T. T., & Alcaraz, P. E. (2021). Performance Profile among Age Categories in Young Cyclists. *Biology (Basel)*, 10(11), 1196. DOI: 10.3390/biology10111196
23. Melin, A. K., Heikura, I. A., Tenforde, A., & Mountjoy, M. (2018). Energy availability in athletics: Health, performance, and physique. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 152-164. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0201>
24. Menaspà P, Sassi A, Impellizzeri FM. (2010) Aerobic Fitness Variables Do Not Predict the Professional Career of Young Cyclists. *Med Sci Sports Exerc*; 42: 805–812. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181ba99bc
25. Mieras, M E., Heesch, M W.S., Slivka, D R. (2014) Physiological and Psychological Responses to Outdoor vs. Laboratory Cycling *Journal of Strength and Conditioning Research* 28(8): 2324-2329 | DOI: 10.1519/JSC.0000000000000384
26. Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Medicine*, 31(7), 479–487. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131070-00003>
27. Muros, J. J., Sánchez-Muñoz, C., Campos, D., Hinojosa-Nogueira, D., Rufián-Henares, J. Á., Mateo-March, M., Zabala, M. (2022). Nutritional habits of professional cyclists during pre-season. *Nutrients*, 14(18), 3695. <https://doi.org/10.3390/nu14183695>
28. Muros, J. J., Sánchez-Muñoz, C., Hoyos, J., & Zabala, M. (2019). Nutritional intake and body composition changes in a UCI World Tour cycling team during the Tour of Spain. *Journal of Sports Sciences*, 36(1), 86-94. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1497088>
29. Neal, C. M., Hunter, A. M., Brennan, L., O'Sullivan, A., Hamilton, D. L., De Vito, G., & Galloway, S. D. R. (2013). Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 114(4), 461-71. DOI: 10.1152/jappphysiol.00652.2012
30. Nimmerichter, A., Williams, C., Bachl, N., & Eston, R. (2010). Evaluation of a Field Test to Assess Performance in Elite Cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 31(3), 160-166. DOI: 10.1055/s-0029-1243222.
31. Ørtenblad, N., Westerblad, H., & Nielsen, J. (2013). Muscle glycogen stores and fatigue. *Journal of Physiology*, 591 (Pt 18), 4405–4413. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.251629>
32. Ratamess, N. A. Jr. (2024). The impact of nutrition on body composition in young male cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(5), 123-135.

33. Rodriguez-Marroyo, J. A., Pernía, R., Cejuela, R., & Garcia-Lopez, J. , Llopis, J., Villa, J G(2011). Exercise Intensity and Load During Different Races in Youth and Junior Cyclists. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 511-519. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bf4426>
34. Sánchez-Benito, J.L., & Sánchez Soriano, E. (2007). The excessive intake of macronutrients: does it influence the sportive performances of young cyclists? *Nutrición Hospitalaria*, 22(4), 461-470.
35. Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276-291. DOI: 10.1123/ijsp.5.3.276
36. Sitko, S., Cirer Sastre, R., & López Laval, I. (n.d.)(2019). Effects of a low-carbohydrate diet on performance and body composition in trained cyclists. *Nutrición Hospitalaria*, 36(6), 1384-1388. [10.20960/nh.02762](https://doi.org/10.20960/nh.02762)
37. Svendsen, I. S., Tønnesen, E., Tjelta, L. I., & Ørn, S. (2018). Training, Performance, and Physiological Predictors of a Successful Elite Senior Career in Junior Competitive Road Cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(10), 1287–1292. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0824>
38. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. (2016).Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*; 501-528. DOI: 10.1016/j.jand.2015.12.006
39. UCI (Union Cycliste Internationale). (01.04.2024). Road Riders Teams. <https://www.uci.org/riders/road-riders-teams/4uEfoErsvL4hkRJriqkdiw?tab=riders-list-teams&page=1>
40. Van Bulck, D., Vande Weghe, A., & Goossens, D. (2023). Result-based talent identification in road cycling: discovering the next Eddy Merckx. *Annals of Operations Research*, 325, 539–556. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04380-2>
41. Van Erp, T., Sanders, D., & de Koning, J. J. (2019). Training Characteristics of Male and Female Professional Road Cyclists: A Four-Year Retrospective Analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, DOI: 10.1123/ijsp.2019-0320

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

Mina Liis Jääger,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Toitumise mõju keha koostisele ja kehalisele töövõimele Eesti M16 ja juuniorklassi ratturite seas, mille juhendaja(d) 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.

Liis Jääger

20.05.2024