

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Helen Linnok

Luutiheduse seosed keha koostise ja hüppevõime näitajatega

14–18-aastastel iluvõimlejal

**Relationships between bone mineral density, body composition and jumping performance
parameters in 14–18-years-old rhythmic gymnasts**

Magistritöö

Kehalise kasvatus ja spordi õppekava

Juhendajad:

Teadur L. Remmel, PhD

Dotsent A.-L. Tamm

Tartu, 2019

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
LÜHIÜLEVAADE	4
ABSTRACT	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
1.1. Iluvõimlemine kui esteetiline spordiala.....	6
1.2. Keha koostise näitajad ja tähtsus iluvõimlejal	7
1.3. Luukoe areng iluvõimlejal	9
1.4. Hüppevõime iluvõimlejal.....	10
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	11
3. METOODIKA	12
3.1. Uuritavate üldiseloostus ja uuringu korraldus	12
3.2. Uurimismeetodid	13
3.2.1. Antropomeetrilised näitajad	13
3.2.2. DXA-meetod	13
3.2.3. Hüppevõime näitajad	13
3.2.4. Andmeanalüüs	14
4. TULEMUSED	15
5. ARUTELU.....	19
5.1. Keha koostise, luutiheduse ja hüppevõime näitajad.....	19
5.2. Keha koostise ja luutiheduse näitajate vahelised seosed	21
5.3. Hüppevõime ja luutiheduse näitajate vahelised seosed.....	22
5.4. Uurimustöö tugevused ja piirangud	22
6. JÄRELDUSED	23
KASUTATUD KIRJANDUS	24
LISAD.....	28
Lisa 1. Liikumisaktiivsuse küsimustik.....	28
Lisa 2. KMI-kõver	34

KASUTATUD LÜHENDID

CMJ	Püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüpe (<i>Counter-movement jump</i>)
DXA	Kaheenergialine röntgenabsorptsiomeetria (<i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i>)
FIG	Rahvusvaheline Võimlemise Föderatsioon (<i>Fédération Internationale de Gymnastique</i>)
IFAGG	Rahvusvaheline Rühmvõimlemise Föderatsioon (<i>International Federation of Aesthetic Group Gymnastics</i>)
KMI	Kehamassiindeks (kg/m^2)
RJ15s	15 sekundi jooksul sooritatud järjestikused üleshüpped (<i>Rebound jumps for 15 seconds</i>)
RMI	Rasvamassi indeks (kg/m^2)
RVMI	Rasvavaba massi indeks (kg/m^2)
SD	Standardhälve (<i>Standard deviation</i>)

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli selgitada luude arengut mõjutavaid keha koostise ja hüppevõime näitajaid 14–18-aastastel Eesti ilu- ja rühmvõimlejal (edaspidi iluvõimlejad).

Metoodika: Uuringus osales 18 treenitud võimlejat ja 18 mittetreenitud kontrollrühma tütarlast. Vaatlusalustel mõõdeti DXA-meetodiga keha rasvaprotsent, keha rasvamass, keha rasvavaba mass ning samuti kogu keha, lülisamba L2-L4 lülide ja reieluukaela luutihedus. Hüppevõime määramiseks kasutati kahte erinevat vertikaalset ülehüppe testi: ühekordne vertikaalhüpe ilma käte hoota (CMJ) ja 15 sekundi jooksul sooritatud järjestikused üleshüpped (RJ15s).

Tulemused: Iluvõimlejal oli keha rasvaprotsent, keha rasvamass ja rasvamassi indeks (RMI) väiksem ($p < 0,05$) kui mittetreenitud kontrollrühma tütarlastel. Lülisamba L2-L4 lülide, reieluukaela kui ka kogu keha luutiheduse näitajad olid võimlejal oluliselt suuremad ($p < 0,05$) ja RJ15s keskmine kõrgus iluvõimlejal oluliselt kõrgem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitud kontrollrühma vastavate näitajatega. Mõlema uuringurühma puhul ei leitud lülisamba L2-L4 lülide, reieluukaela ja kogu keha luutiheduse vahel statistiliselt olulisi seoseid nii paigalt CMJ keskmise kõrguse kui ka RJ15s kõrgusega ($p > 0,05$). Korrelatsioonanalüüsil selgus, et RMI, keha rasvaprotsent ja keha rasvamass olid seoses võimlejate kogu keha luutiheduse näitajatega ($p < 0,05$), samas kui rasvavaba mass oli seoses mittetreenitud kontrollrühmal kogu keha, lülisamba L2-L4 lülide- ja reieluukaela luutihedusega ($p < 0,05$).

Kokkuvõte: Regulaarne kehaline aktiivsus ja keha rasvamass on iluvõimlejal positiivselt seotud luutiheduse näitajatega. Seos hüppevõime ja luutiheduse näitajate vahel puudub kõigil uuritavatel.

Märksõnad: DXA, hüppevõime, iluvõimlemine, keha koostis, luutihedus

ABSTRACT

Aim: The aim of this present master's thesis was to determine the impact of the parameters of body composition and jump performance on bone development in Estonian rhythmic gymnasts and aesthetic group gymnasts aged 14 to 18 years (hereinafter rhythmic gymnasts).

Methods: The participants were 18 trained gymnasts and 18 non-trained girls in the control group. DXA method was used to measure subjects' body fat percentage, fat mass, lean mass and also bone density of all body, bone density of vertebrae L2-L4 and the bone density of femoral neck were measured. Two different vertical jump tests were used to determine jump performance: vertical countermovement jumps (CMJ) and rebound jumps for 15 seconds (RJ15s).

Results: Rhythmic gymnasts had lower body mass percentage, fat mass and fat mass index (FMI) ($p < 0.05$) than non-trained girls in control group. Moreover, it was found that rhythmic gymnasts had significantly increased parameters of bone density of vertebrae L2-L4, femoral neck and whole body ($p < 0.05$) and also significantly increased average height of RJ15s ($p < 0.05$) compared to the corresponding parameters in non-trained control group. Neither study groups demonstrated any statistically significant correlation between the bone density of vertebrae L2-L4, femoral neck and whole body and the average height of CMJ and height of RJ15s ($p > 0.05$). Correlation analysis revealed a correlation between parameters of whole-body bone density of rhythmic gymnasts and FMI, body fat percentage and body fat mass ($p < 0.05$), whereas lean mass correlated with bone density of whole body, vertebrae L2-L4 and femoral neck in non-trained control group ($p < 0.05$).

Conclusions: Regular physical activity and optimal body fat mass showed a positive correlation with bone density parameters in rhythmic gymnasts. All subjects showed no correlation between jump performance and bone density results.

Keywords: DXA, jumping ability, rhythmic gymnastics, body composition, bone mineral density

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Iluvõimlemine kui esteetiline spordiala

Iluvõimlemine on tehniline esteetiline võistlusspordiala, millega saab tegeleda individuaalselt või kuuludes rühma, mis koosneb 5–6 liikmest. Iluvõimlejate võistluskava koosneb peamiselt kohustuslikest võimlemise ja akrobaatilistest elementidest (Jastrjemskaiaja & Titov, 1999) ning seda esitatakse graatsiliselt erinevate võimlemisvahenditega (hüpits, rõngas, pall, kurikad ja lint) muusika saatel (FIG, 2018). Iluvõimlemise baaselementideks on erinevad hüpped, pöörded ja tasakaalud (FIG, 2018). Kava esitamisel sooritatakse lisaks rohkelt erinevaid tantsulisi ja tempovaheldusega liikumisi, mis nõuavad head rütmitunnet, koordineerimist ja üldist kehalist võimekust (Jastrjemskaiaja & Titov, 1999).

IFAGG kohaselt on rühmvõimlemine väga sarnane iluvõimlemisega, koosnedes rütmilisest ja dünaamilisest liikumistehnikast. Võistluskavades on oluline kava kompositsioon ja teemakohasus, kuna kava koreograafia väljendab jutustust. Rühmvõimlemise võistkond koosneb 6–15 liikmest, millest põhikoosseisu pääseb 6–10 võimlejat (IFAGG, 2018).

Harilikult alustatakse võimlemisega juba varases lapseas ehk 3–4-aastasena. Treeningud on mängulised, tutvutakse lihtsamate elementidega ja omandatakse treeningharjumus. 6–7-aastased lapsed alustavad baastreeninguga, mis koosneb peamiselt painduvuse ja koordineerimise arendamisest ning iluvõimlemise tehnika õppimisest (FIG, 2015). Täpsete liigutuste omandamine varajases eas on tähtis, kuna võistlustel hinnatakse erinevate liigutustegevuste korrektset sooritust (FIG, 2018). Kuna esteetilised spordialad nagu iluvõimlemine ja rühmvõimlemine nõuavad juba varajases lapseas alaspetsiifilisi ja üsna intensiivseid treeninguid, siis on väga oluline selekteerida ja kaasata treeningutele võimlejaid, kellel on vajalikud eeldused selle spordialaga tegelemiseks (Georgopoulos et al., 2004). Rahvusvahelise taseme saavutamine iluvõimlemises nõuab suurt pühendumist ja rohkelt treeningtunde; eliittaseme saavutamiseks kulub vähemalt 6–10 aastat (Russell et al., 2007). Arvestades, et iluvõimlemises saavutatakse tipp tulemusi 16-aastasena ning ala lõpetatakse sageli üsna noorelt (18–20-aastasena), on vajalik varajane spetsialiseerumine ja spordiga alustamine (Pion et al., 2015).

Iluvõimlemises on pingutuse pikkus lühiajaline ja maksimaalne, mille puhul töötavad nii aeroobsed kui ka anaeroobsed energiatootmismehhanismid (Batista et al., 2018; Gateva, 2014). Seega on antud spordialal oluline nii aeroobne kui ka anaeroobne töövõime. Vastavalt FIG nõuetele

kestab iluvõimlemises individuaalala vahemikus 1 min 15 s – 1 min 30 s ja rühmkava 2 min 15 s – 2 min 30 s (FIG, 2018). Treeningute maht on aastate jooksul kasvanud. Näiteks 70-ndatel ja 80-ndatel oli iluvõimlejate treeningkoormus nädalas 15–20 tundi (Georgopoulos et al., 2012), kuid tänapäeval treenivad eliitvõimlejad vajaliku ettevalmistuse ja hea tulemuse saavutamiseks 25–30 tundi nädalas ja vahel 40 tundi nädalas (Malina et al., 2013). Rühmvõimlejate võistluskava kestab vahemikus 2 min 15 s – 2 min 45 s (IFAGG, 2018). Eesti rühmvõimlemise toimkonna esinaine Lea Kriibi sõnul (isiklik kontakt, 18.05.2019) treenivad Eestis rahvusvahelisel tasemel võistlevad rühmvõimlejad 15–18 tundi nädalas.

Iluvõimlemisega tegelemisel on olulisteks võimeteks paindumus, kiirus, jõud ja vastupidavus, kuid oluline on ka esteetilisus, mida hinnatakse võistluskava sooritamisel (Oliveira et al., 2017). Iluvõimlemises saavutavad tipptulemusi tavaliselt väiksema kehamassi, madalama keha rasvaprotsendi, väiksema puusaümbermõõdu, suurema painduvuse ja parema anaeroobse võimekusega iluvõimlejad (Pion et al., 2015).

Kirjandusallikate põhjal selgus, et puuduvad erinevad uuringud, mis võrdleksid 14–18-aastaseid regulaarselt treenivaid ilu- ja rühmvõimlejaid mittetreenitud kontrollrühmaga ning uuriks seoseid kehakoostise, hüppevõime ja luutiheduse vahel. Antud vanusegrupp on võimlemise seisukohast oluline, sest tipptulemusi saavutatakse juba 16-aastasena. Sellest lähtuvalt annab käesolev uurimustöö informatsiooni võimlejate keha koostise, luutiheduse ja hüppevõime näitajate ja seoste kohta regulaarselt treenivatel võimlejal ja mittetreenitud kontrollrühmal.

1.2. Keha koostise näitajad ja tähtsus iluvõimlejal

Keha koostise (keha rasvamass, keha rasvavaba mass ja luutihedus) näitajate määramiseks on kõige objektiivsemaks meetodiks DXA- ehk kaheenergialine röntgenabsorptsioomeetria meetod, mida on korduvalt kasutatud ka erinevates uuringutes iluvõimlejatega (Gracia-Marco et al., 2011; Maimoun et al., 2013; Oh & Naka, 2017; Vösoberg et al., 2017). Tänapäeval on see levinud laboratoorne meetod, mille eeliseks on väike radiatsioonidoos ja täpsus. Sealjuures on DXA-meetod lihtsasti teostatav ja uuritavale mugav, kuna uuritav peab lamama rahulikult seliliasendis ning arvuti teostab skaneerimise ca 10-20 minuti jooksul (Gracia-Marco et al., 2011).

Eelnevalt on leitud, et kõrgema võistlustasemega iluvõimlejal on kehamass väiksem kui keskmise tasemega võistlussportlastel (Bacciotti et al., 2017). Lähtuvalt iluvõimlejate tervisest, kehalisest võimekusest ja esteetilisest väljanägemisest on oluline hinnata iluvõimlejal

kehakoostise näitajaid (Purenović-Ivanović et al., 2018) ja kontrollida kehamassi (Võsoberg et al., 2017). Suurem kehamass võib mõjuda negatiivselt iluvõimlejate võistlussooritusele (Klentrōu & Plylay, 2003). Korduvalt on leitud, et iluvõimleja võistlustulemused on otseselt seotud tema kehaehituse iseärasustega, kuna eduka soorituse saavutamiseks on oluline väike kehamass (Klentrōu & Plylay, 2003; Oh & Naka, 2017; Purenović-Ivanović et al., 2018).

16–18-aastaste eliitvõimlejate treeningmaht on suur, st 20–30 tundi nädalas (Malina et al., 2013) ning iluvõimlejad on inaktiivsete eakaaslaste ja ka teiste spordiala esindajatega võrreldes tavaliselt väiksema kehamassiindeksi ja keha rasvaprotsendiga (Klentrōu & Plylay, 2003; Maimoun et al., 2013). Varasemates uuringutes osalenud iluvõimlejate ja kontrollrühma tütarlaste kehakoostise keskmised näitajad on esitatud tabelis 1 ja selle põhjal võib öelda, et iluvõimlejal on võrreldes mittetreenitud tütarlastega väiksem KMI ja keha rasvaprosent.

Tabel 1. Iluvõimlejate ja mittetreenitud kontrollide keskmised \pm SD kehakoostise näitajad

Autor	n=	Vanus (a)	KMI (kg/m ²)	Keha rasva (%)	Märkused
Klentrōu & Plyley, 2003	30	14,7 \pm 0,4	17,2 \pm 0,3	16,2 \pm 0,4	Kanada iluvõimlejad
Klentrōu & Plyley, 2003	40	14,2 \pm 0,1	22,3 \pm 0,7	25,1 \pm 1,3	Mittetreenitud kanadalased
Maimoun et al., 2013	20	13,8 \pm 2,2	18,3 \pm 2,0	19,4 \pm 3,7	Prantsusmaa iluvõimlejad
Maimoun et al., 2013	20	13,7 \pm 2,0	19,0 \pm 3,0	22,8 \pm 5,1	Mittetreenitud prantslased
Purenović-Ivanović et al., 2018	19	14,6 \pm 0,5	18,6 \pm 1,2	16,6 \pm 3,6	Serbia iluvõimlejad
Võsoberg et al., 2017	20	10,9 \pm 0,6	17,0 \pm -1,6	21,2 \pm 4,9	Eesti iluvõimlejad
Võsoberg et al., 2017	25	11,2 \pm 0,5	19,1 \pm 3,0	30,0 \pm 8,5	Mittetreenitud eestlased

KMI – kehamassiindeks

1.3. Luukoe areng iluvõimlejal

Luukude on ainevahetuslikult aktiivne kude, mis eluea jooksul pidevalt uueneb (Kemper, 2008). Pidev uuenemine on vajalik luukoe kiireks muutustega kohanemiseks (Jürimäe, 2010).

Luutihedust mõjutavad pärilikkus ja keskkond. Ligikaudu 80% luutihedusest on määratud geneetiliste ja 20% keskkonnafaktoritega. Muutused keskkonnafaktorites, näiteks toitumises, kehalises aktiivsuses või suguhormoonide tasemes organismis, on olulised luutihedust mõjutavad tegurid. Mitmekülgne toitumine ja mõõdukas kehaline aktiivsus suurendab lapse- ja noorukieas luutiheduse arengut, mis omakorda vähendab osteoporoosi ja luumurdude riski hilisemas elus (Davies et al., 2005).

Luukoe areng toimub kõige intensiivsemalt nooruki bioloogilise küpsemise ja kasvamise ajal ning eriti puberteediperioodil (Georgopoulos et al., 2004; Kemper, 2008). Puberteet on arenguperiood, mille jooksul toimuvad kiired muutused keha mõõtmetes, kehakujus ja keha koostises (Rogol et al., 2000). Seega on antud perioodi vältel inimese luukude mehaaniliste koormuste suhtes kõige mõjutatavam ja tundlikum (Georgopoulos et al., 2004) ning on oluline noorte sportlaste luutihedust mõjutavate tegurite hindamisel (Davies et al., 2005). Maksimaalne luumass ja luutihedus saavutatakse neidudel 16. ja 23. eluaasta vahel (Kemper, 2008). Pikaajalised uuringud näitavad, et tütarlaste puhul esineb suurim luumassi suurenemine 12–15-aastasena ning luumassi kujunemise kiirus aeglustub 16–18-astasel (Davies et al., 2005).

Luumassi kujunemisel mängib olulist rolli suurema mehaanilise koormusega kehaline tegevus (Groudyte et al., 2010; Maimoun et al., 2013). Näiteks Sayers jt (2011) on leidnud, et noorukitel, kes tegelevad regulaarse kehalise aktiivsusega nagu sörkimine, on luumassi näitajad suuremad kui noorukitel, kes tegelevad näiteks jalutamisega. Iluvõimlejate suurem mehaaniline koormus väljendub regulaarse ja intensiivse hüppelise ehk löögilise iseloomuga kehalises tegevuses (Gruodyte et al., 2009; Parm et al., 2012). Seega intensiivsel kehalisel tööol on spordialast sõltuv mõju luumassi tihenemisele. Mõju luumassi tihenemisele suureneb peamiselt kasvuperioodi ajal (Maimoun et al., 2013). Iluvõimlemises alustatakse varajases lapseeas intensiivsete ja mahukate treeningutega, mida iseloomustab suurema mehaanilise koormusega kehaline aktiivsus (Parm et al., 2012). Negatiivset mõju luukoe mineraliseerumisele seostatakse negatiivse energiatasakaaluga ja väikese keha rasvamassiga (Jürimäe et al., 2018). Iluvõimlejate väike keha rasvaprotsent ning suur treeningkoormus võivad omakorda pidurdada luulise vanuselist arengut, samas kui

iluvõimlemise treeningu käigus saadud mehaaniline koormus mõjutab positiivselt luukoe mineraliseerumist juba prepuberteediealistel võimlejal (Parm et al., 2012).

Maimoun jt (2013) on leidnud, et iluvõimlejal on suurem luutihedus kui samaealistel kontrollgrupi tütarlastel. Eliitvõimlejate luutiheduse näitajad võivad erineda harrastusvõimlejate luutiheduse näitajatest, kuna range söömise piiramine ja negatiivne energiatasakaal võivad mõjuda kahjulikult luukoe arengule. Kõrge intensiivsusega mehaaniline koormus suurendab luukoe arengut, mistõttu ongi võimlejate luutiheduse näitajad paremad, kui samaealistel kontrollgrupi uuritaval (Jürimäe et al., 2018). Suurema luutihedusega eliitvõimlejal on võistlustulemused konkurentsivõimelisemad, kuna väheneb vigastuste risk. Selleks, et püsida tiptulemuse saavutamise ajal pikemaajaliselt konkurentsisis ning vähendada luumurdude ja vigastuste tekke oht minimaalseks, on oluline hinnata võimlejal luutiheduse näitajaid (Oh & Naka, 2017).

1.4. Hüppevõime iluvõimlejal

Võimlemistreeningutel alustatakse varakult erinevate hüplemist ja hüpete treenimisega, kuna hüpped on pöörete ja tasakaaluelementide baaselementideks. Hüppevõime ja hüppe amplituud näitavad võimleja meisterlikkuse taset (Jastrjemskaia & Titov, 1999). Igasugused hüpped ehk lühikesed plahvatusliku iseloomuga harjutused (nt hüppenööriga hüppamine, lühikest aega kestvad ootamatu suunamuutuse ja plahvatusliku iseloomuga dünaamilised harjutused) avaldavad positiivset mõju luukoe arengule, stimuleerides luutiheduse suurenemist, tugevust ja luukoe massi (Georgopoulos, 2004; Kemper, 2008).

Noorte sportlaste uurimisel on kasutatud hüppevõime hindamiseks erinevaid hüppeteste: eelneva allaliikumisega käte hoota üleshüpe (CMJ) või järjestikused üleshüpped 15 ja 30 sekundi jooksul (Kellis et al., 1999). Iluvõimlejate seas kasutatakse hüppevõime testimisel kõige enam CMJ testi ja RJ15s testi (Gruodyte et al., 2009; Võsoberg et al., 2017). On leitud, et iluvõimlejate hüppe kõrgus on inaktiivsete eakaaslastega võrreldes suurem (Kums et al., 2005).

Võsoberg jt (2017) läbi viidud uuringus leiti, et sugulise küpsemise perioodil on iluvõimlejal luutihedus positiivselt seotud keha rasvavaba massiga ja mittetreenitud tütarlastel on leitud seos keha rasvamassiga (Võsoberg et al., 2017). Samuti on välja toodud, et korduvalt sooritatud vertikaalsed hüpped (mitte üksikud hüpped) soodustavad luutiheduse suurenemist, kuna suurem luutihedus on seotud treenitusastmega (Jürimäe et al., 2008; Võsoberg et al., 2017).

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Iluõimlejate luutiheduse, kehakoostise ja hüppevõime näitajate kohta leidub suhteliselt vähe teadusuuringuid. Lähtuvalt sellest oli magistritöö eesmärgiks selgitada luude arengut mõjutavaid kehakoostise ja hüppevõime näitajaid 14–18-aastastel Eesti iluvõimlejal.

Töö eesmärgist lähtuvalt püstitati järgnevad konkreetsed ülesanded:

1. Võrrelda kehakoostise (rasvamass, rasvaprotsent, rasvavaba mass, RMI, RVMI), luutiheduse (lülisamba L2-L4 lülide-, reieluukaela- ja kogu keha luutihedus) ja hüppevõime (CMJ, RJ15s) näitajaid iluvõimlejal ja mittetreenitud ea- ja sookaaslastel.
2. Analüüsida kehakoostise ja luutiheduse näitajate seoseid 14–18-aastastel iluvõimlejal ja mittetreenitud ea- ja sookaaslastel.
3. Analüüsida hüppevõime ja luutiheduse näitajate seoseid 14–18-aastastel iluvõimlejal ja mittetreenitud ea- ja sookaaslastel.

3. METOODIKA

3.1. Uuritavate üldiseloostus ja uuringu korraldus

Uuringusse kutsuti rahvusvahelisel tasemel võistlevad ilu- ja rühmvõimlejad ning samasoolised regulaarselt mittetreenivad kontrollrühma tütarlapsed. Kuna suure koormusega treenivaid ja individuaalselt võistlevaid iluvõimlejaid on Eestis antud vanuseklassis vähe, siis otsustati uuringusse kaasata ka rühmvõimlejad. Rühmvõimlejate treeningmetoodika on iluvõimlejatega väga sarnane, sisaldades samuti saali-, balleti- ning üldfüüsilisi treeninguid. Uuritavate vanus pidi olema uuringu hetkeks 14–18 aastat. Võimlejad treenisid Eesti erinevates võimlemisklubides. Kontrollrühma tüdrukud õppisid Jõgeva Gümnaasiumis ja Kristjan Jaak Petersoni Gümnaasiumis. Liikumisaktiivsuse küsimustiku kohaselt (1.–3. küsimus) treenisid ilu- ja rühmvõimlejad keskmiselt 2,5 tundi päevas, kuus korda nädalas, kokku 13–20 tundi nädalas (LISA 1). Kontrollrühma tüdrukud osalesid ainult kooli kehalise kasvatus tundides kaks korda nädalas.

Uuringus osalemine oli vabatahtlik. Selleks, et kõik uuringus osalejad oleksid teadlikud uuringu käigust, eesmärkidest ja võimalikest riskidest, jagati uuritavatele ning nende vanematele juhend informatsiooniga ning jagati informatsiooni ka suuliselt. Enne uuringule tulekut pidid nii vaatlusalused kui ka lapsevanemad, kelle laps oli alla 18-aasta vana, allkirjastama nõusolekulehe ning edastama selle uuringu läbiviijatele.

Käesolev uuring viidi läbi suurema projekti raames („Vere biokeemilised näitajad erineva spordialaga noortel naissportlastel: seosed keha koostise, luutiheduse ja energiatasakaalu markeritega.“). Uuringu läbiviimiseks saadi Tartu Ülikooli inimuuringu eetika komitee luba 2018. aastal (loa number: 288/M-8). Käesoleva magistritöö autori ülesanded projektis olid järgmised:

- 1) informeerida uuritavaid ja nende vanemaid uuringu käigust ja eesmärkidest nii kirjalikult kui ka suuliselt;
- 2) vastata küsimustele, mis tekkisid uuritavatel uuringu läbiviimise käigus;
- 3) koostada graafik testimisaegadega ning kutsuda uuritavaid selle alusel testimistele;
- 4) teostada andmeanalüüs.

Vaatlusaluste testimised algasid aprillis 2018 ja lõppesid jaanuaris 2019. Kõiki uuritavaid testiti kahel erineval päeval kahe nädala jooksul. Esimesel testimisel määrati antropomeetrilised ja

hüppevõime näitajad. Teisel korral määrati DXA-meetodit kasutades keha koostise ja luutiheduse näitajad.

3.2. Uurimismeetodid

3.2.1. Antropomeetrilised näitajad

Kehapikkus mõõdeti Martini metallist antropomeetriga, mis on 0,1 cm täpsusega. Mõõtmisel oli antropomeeter vertikaalses asendis plastikust alusel ning uuritav seisis sellel sirge seljaga vastu mõõdupuud, kannad koos. Kehamass määrati meditsiinilise kaaluga 0.1 kg täpsusega (A&D Instruments, Ltd, UK), mille peal uuritav seisis jalad koos, sirge seljaga, kerges riietuses. Kehamassiindeks (KMI) arvutati valemiga: kehamass jagatud kehapikkuse ruuduga ($KMI = \text{kg}/\text{m}^2$) ning järgnevalt hinnati KMI-kõverale (Grünberg jt, 1998) tuginedes uuritavate ala-, norm-, ja ülekaalulisust (LISA 2).

3.2.2. DXA-meetod

Keha koostise näitajad ja luutihedus määrati DXA-meetodil, kasutades Lunar DPX-IQ densitomeetrit (Lunar Corporation, Madison, WI, USA). Uuritav lamas mõõtmise ajal densitomeetril selili asendis, käed kõrval, kerges riietuses liikumatult ning aparaat skaneeris samal ajal kogu keha. Protseduuri ajal (ca 12 min) mõõdeti vaatlusalusel keha koostist – keha rasvaprotsenti, keha rasvavaba massi, keha rasvamassi, samuti kogu keha luutihedust, lülisamba L2-L4 lülide- ja reieluukaela luutihedust. Rasvamassi indeks (RMI) arvutati valemiga: rasvamass jagatud kehapikkuse ruuduga ($RVI = \text{kg}/\text{m}^2$) ja rasvavaba massi indeks (RVMI) arvutati: rasvavaba mass jagatud kehapikkuse ruuduga ($RVMI = \text{kg}/\text{m}^2$). Käesolevas uurimistöös on luutiheduse andmetest kasutatud kogu keha luutihedust, reieluukaela luutihedust ja lülisamba L2-L4 lülide luutihedust.

3.2.3. Hüppevõime näitajad

Uuritavate hüppevõime näitajate määramiseks kasutati kahte erinevat vertikaalset üleshüppe testi. Testid viidi läbi Newtest OY (Oulu, Soome) kontaktmatil. Maksimaalse hüppevõime hindamiseks testiti uuritavaid kahe erineva üleshüppe testiga. Esimesel üleshüppe testil registreeriti ühekordne suurim püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüpe (CMJ) ilma käte hoota. Testi ajal olid uuritaval käed puusadel ja poolkükist sooritati ühekordne maksimaalne vertikaalhüpe üles. Sooritati kolm katset, millest läks arvesse parim vertikaalhüpe tulemus. Teise testi ajal registreeriti

15 sekundi jooksul sooritatud järjestikused üleshüpped (RJ15s), üleshüpete keskmine kõrgus (Võsoberg et al., 2017). Kõiki osalejaid informeeriti enne hüppetesti sooritamist ning seejärel julgustati uuritavaid hüppama nii kõrgele kui võimalik. Kontaktmatt salvestas digitaalselt õhulennu aja, sooritatud hüpete arvu ja hüppe kõrguse. Enne hüppetesti anti uuritavatele juhiseid ja testi ajal innustati suuliselt hüppama võimalikult kiiresti ja kõrgele. Testide ajal olid uuritaval käed puusal, et vältida käte hoogu vertikaalhüppekõrguse määramisel.

3.2.4. Andmeanalüüs

Andmete statistiline analüüs tehti programmi SPSS 20.0 abil. Andmeanalüüsile eelnevalt kontrolliti andmete normaaljaotuvust. Leiti aritmeetiline keskmine ja standardhälve (\pm SD). Gruppidevahelised erinevused leiti normaaljaotusega parameetrite puhul T-testi ja mittenor-maaljaotusega parameetrite puhul Mann-Whitney U-testi abil. Mõõdetud parameetrite vahelised korrelatsioonid leiti Spearman korrelatsioonianalüüsi abil. Kõikide testide puhul seati statistiliselt olulise erinevuse nivooks $p < 0,05$.

4. TULEMUSED

Iluvõimlejate ning mittetreenitud kontrollrühma tütarlaste antropomeetrilised ja kehakoostise näitajad ning erinevused kahe uuringugrupi näitajate vahel on esitatud tabelis 2. Iluvõimlejad olid kontrollgrupi neidudest vanemad ($p < 0,05$), kuid statistiliselt usutavaid erinevusi ei leitud kehapikkuse, kehamassi ja KMI näitajate vahel ($p > 0,05$). KMI-kõverale vastavalt olid kõik iluvõimlejad normaalkaalulised ($KMI = 18,4 - 23,7 \text{ kg/m}^2$) ja kontrollrühma tütarlastest olid kaks tüdrukut ülekaalulised ($KMI = 27,5$ ja $28,3 \text{ kg/m}^2$) ning üks alakaaluline ($KMI = 17,5 \text{ kg/m}^2$). Iluvõimlejatel olid keha rasvaprotsent, keha rasvamass ja RMI statistiliselt oluliselt väiksemad ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitud kontrollrühma tütarlaste vastavate näitajatega. Sealjuures iluvõimlejate keha rasvavaba mass ja RVMI olid võrreldes mittetreenitud kontrollrühmaga suuremad ($p < 0,05$).

Tabel 2. Keskmised (\pm SD) antropomeetrilised ja keha koostise näitajad iluvõimlejatel ja mittetreenitud kontrollrühma tütarlastel.

	Iluvõimlejad (n=18)	Kontrollrühm (n=18)
Vanus (a)	16,17 \pm 1,46*	17,44 \pm 1,54*
Kehapikkus (cm)	167,07 \pm 5,92	167,66 \pm 5,34
Kehamass (kg)	57,96 \pm 6,17	62,19 \pm 8,67
KMI (kg/ m ²)	20,71 \pm 1,29	22,12 \pm 2,85
RMI (kg/m ²)	4,54 \pm 0,89	7,15 \pm 2,53*
RVMI (kg/m ²)	15,33 \pm 1,57	13,75 \pm 1,04*
Keha rasva %	21,87 \pm 3,53	32,08 \pm 7,55*
Keha rasvamass (kg)	12,72 \pm 2,87	19,97 \pm 6,92*
Keha rasvavaba mass (kg)	45,53 \pm 4,79	41,06 \pm 4,19*

KMI – kehamassiindeks

RMI – rasvamassi indeks

RVMI – rasvavaba massi indeks

* Statistiliselt oluliselt erinev võimlejatest, $p < 0,05$.

Tabelis 3 on välja toodud iluvõimlejate ning mittetreenitud kontrollrühma keskmised hüppevõime ja luutiheduse näitajad ja nende vahelised erinevused. Kuigi ühekordselt sooritatud

paigalt maksimaalse CMJ keskmine näitaja oli iluvõimlejalte suurem kui kontrollgrupi tütarlastel, siis statistiliselt olulisi erinevusi kahe grupi vahel ei esinenud ($p > 0,05$). Samas RJ15s keskmine kõrgus oli iluvõimlejalte statistiliselt oluliselt kõrgem ($p < 0,05$) võrreldes mittetreenitud kontrollrühma vertikaalhüpete keskmise kõrgusega. Samuti leiti, et nii lülisamba L2-L4 lülide, reieluukaela kui ka kogu keha luutiheduse näitajad olid iluvõimlejalte statistiliselt oluliselt suuremad ($p < 0,05$) kui mittetreenitud kontrollrühma tütarlastel.

Tabel 3. Uuritavate keskmised \pm SD hüppevõimenäitajad ja luutiheduse näitajad.

	IV (n=18)	KR (n=18)
CMJ (cm)	25,33 \pm 2,79	23,50 \pm 4,85
RJ15s (cm)	21,58 \pm 3,24	18,79 \pm 3,88*
L2-L4 lülide luutihedus (g/cm ²)	1,44 \pm 0,14	1,18 \pm 0,13*
Reieluukaela luutihedus (g/cm ²)	1,35 \pm 0,09	1,07 \pm 0,12*
Kogu keha luutihedus (g/cm ²)	1,21 \pm 0,06	1,13 \pm 0,06*

IV – iluvõimlejad

KR – kontrollrühm

CMJ – püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüpe

RJ15s – 15 sekundi jooksul sooritatud järjestikused üleshüpped

* Statistiliselt oluliselt erinev iluvõimlejatest $p < 0,05$.

Tabelis 4 on välja toodud korrelatiivsed seosed luutiheduse ja keha koostise parameetrite vahel iluvõimlejalte ning mittetreenitud kontrollrühma tütarlastel. Iluvõimlejate kogu keha luutihedus oli seotud RMI, keha rasvaprotsendi ja keha rasvamassi näitajatega ($p < 0,05$), mis tähendab, et iluvõimlejalte on oluline optimaalne keha rasvaprotsent, et tagada luukoe areng. Iluvõimlejalte ei leitud teistes luukoe piirkondade lülisamba L2-L4 lülide ja reieluukaela luutiheduse tulemustes statistiliselt usutavaid seoseid keha koostise näitajatega ($p > 0,05$). Mittetreenitud kontrollrühmal korreleerus lülisamba L2-L4 lülide, reieluukaela ja kogu keha luutihedus statistiliselt usutavalt keha rasvavaba massi näitajatega ($p < 0,05$), mis tähendab, et regulaarne kehaline aktiivsus, mille kohaselt suureneb lihassmass, on seotud luukoe arenguga. Samuti leiti kontrollrühma tüdrukutel lülisamba L2-L4 lülide ja kogu keha luutiheduse näitajates statistiliselt oluline seos kehamassiga ($p < 0,05$).

Tabel 4. Korrelatiivsed seosed luutiheduse ja keha koostise näitajate vahel iluvõimlejal ja mittetreenitud kontrollrühmal.

	L2-L4 lülide luutihedus (g/cm ²)		Reieluukaela luutihedus (g/cm ²)		Kogu keha luutihedus (g/cm ²)	
	IV (n=18)	KR (n=18)	IV (n=18)	KR (n=18)	IV (n=18)	KR(n=18)
Kehapikkus (cm)	0,368	0,665*	0,015	0,652*	0,081	0,576*
Kehamass (kg)	0,154	0,567*	0,020	0,289	0,126	0,801*
KMI (kg/ m ²)	-0,197	0,281	0,015	0,012	0,076	0,539*
RMI (kg/m ²)	-0,004	0,045	0,407	-0,132	0,569*	0,392
RVMI (kg/m ²)	-0,286	0,410	-0,290	0,412	-0,404	0,211
Keha rasvaprotsent (%)	0,032	-0,036	0,406	-0,162	0,580*	0,336
Keha rasvamass (kg)	0,042	0,212	0,395	0,032	0,562*	0,569*
Keha rasvavaba mass (kg)	0,154	0,776*	-0,049	0,718*	-0,077	0,525*

IV – iluvõimlejad

KR- kontrollrühm

KMI – kehamassiindeks

RMI – rasvamassi indeks

RVMI – rasvavaba massi indeks

* Statistiliselt oluline seos p<0,05.

Kahe uuritava rühma korrelatiivsed seosed luutiheduse ja hüppevõime näitajate vahel on välja toodud tabelis 5. Mõlema uuringurühma puhul ei leitud lülisamba L2-L4 lülide, reieluukaela ja kogu keha luutiheduse vahel statistiliselt olulisi seoseid nii CMJ keskmise kõrguse kui RJ15s kõrgusega ($p > 0,05$).

Tabel 5. Korrelatiivsed seosed luutiheduse ja hüppevõime vahel iluvõimlejal ja mittetreenitud kontrollrühmal.

	L2-L4 lülide luutihedus (g/cm ²)		Reieluukaela luutihedus (g/cm ²)		Kogu keha luutihedus (g/cm ²)	
	IV (n=18)	KR (n=18)	IV (n=18)	KR (n=18)	IV (n=18)	KR (n=18)
CMJ (cm)	0,146	0,121	-0,138	0,261	0,000	-0,133
RJ15s (cm)	0,232	0,108	0,003	0,258	-0,062	-0,116

IV – iluvõimlejad

KR- kontrollrühm

CMJ – püstiasendist eelneva allaistega sooritatud üleshüpe

RJ15s – 15 sekundi jooksul sooritatud järjestikused üleshüpped

5. ARUTELU

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli hinnata seoseid luutiheduse, keha koostise ja hüppevõime näitajate vahel 14–18-aastastel Eesti iluvõimlejal. Uuringu tulemused näitasid, et iluvõimlejal on rasvaprotsent oluliselt väiksem kui kontrollrühmal. Vaatamata iluvõimlejate rasvamassi vähesusele, olid nende luutiheduse näitajad paremad, kui ea- ja sookaaslastel.

Eelnevalt on uuritud luutiheduse, keha koostise ja hüppevõime näitajaid ning seoseid prepuberteedieas iluvõimlejal (Võsoberg et al., 2017), kuid leidub vähe kirjandusallikaid, mis käsitleksid neid seoseid 14–18-aastastel iluvõimlejal (valdavalt n-ö meistriklassi võimlejad). Seega on uuringu käigus kogutud andmete põhjal antud ülevaade 14–18-aastaste iluvõimlejate luutiheduse, keha koostise ja hüppevõime keskmistest näitajatest.

Iluvõimlejad võistlevad tipptasemel juba 16-aastasena (Pion et al., 2015). Selles eas toimuvad mitmed muutused organismis ning suur treeningkoormus võivad raskendada tippvormis püsimist (Georgopoulos et al., 2004). Lisaks pidev väline surve tippvormis püsimiseks ja madala kehamassi olulisuse rõhutamine võivad põhjustada võimlejal liigset söömise piiramist, mille tõttu hakkab negatiivsest energiataskaalust tingituna keha rasvaprotsent kahanema (Klentrou & Plylay, 2003). Iluvõimlejate väike keha rasvamass ja energiadefitsiit võivad omakorda mõjuda negatiivselt luutihedusele (Jürimäe et al., 2018) ning väiksem luutihedus tõenäoliselt suurendab riski luumurdude tekkeks, mis pidurdab sportlase tippvormis püsimist (Oh & Naka, 2017). Konkurentsipüsimiseks on iluvõimlejal ja nende treeneritel oluline teada antud spordiala spetsiifiliste treeningute mõju noorte naissoost võimlejate luutihedusele ja seda mõjutavatele keha koostise ja hüppevõime näitajatele. Käesoleva uuringu tulemusel selgus, et võimlejal on keha rasvamass seotud luutihedusega ning hüppevõimel luutihedusega seos puudus.

5.1. Keha koostise, luutiheduse ja hüppevõime näitajad võimlejal

Antud magistritöö uuringu tulemused näitasid, et iluvõimlejal on keha rasvaprotsent ja rasvamass oluliselt väiksem võrreldes regulaarselt mittetreenivate ea- ja sookaaslastega. Sarnaselt meie uuringus leitule on mitmetes varasemates uuringutes välja toodud iluvõimlejate väiksem keha rasvaprotsent ja rasvamassi osakaal võrreldes samaealiste kontrollgrupi tütarlastega (Galletta et al., 2015; Klentrou & Plyley, 2003). Selleks, et saavutada esteetilistel spordialadel häid võistlustulemusi ja olla konkurentsipüsimiseks, on vajalik esteetiliste alade esindajatel olla väiksema kehamassi (Klentrou & Plyley, 2003) ja saleda kehaehitusega (Galletta et al., 2015), sest suur keha rasvamass võib iluvõimlejal takistada spordiaala baaselementide

sooritamist (Miletic et al., 2004). Erinevad uuringud on leidnud, et iluvõimlejal esineb ka päevast energiadefitsiiti. Näiteks on Michopoulou jt (2011) leidnud, et eelpuberteedialistel iluvõimlejal on päevane energiatarbimise puudujääk 223 kcal, samal ajal kui kontrollgrupi tütarlastel oli energia ülejääk 122 kcal. Seega antud uuringus võimlejate väiksem keha rasvamass võib tuleneda toitumisega saadavast energiast ja suuremast kehalisest aktiivsusest.

Võrreldes kontrollrühmaga on iluvõimlejal keha rasvavaba mass suurem. Samuti Galetta jt (2015) märkasid 13–19-aastastel iluvõimlejal suuremat keha rasvavaba massi võrreldes kontrollgrupiga. Rasvavaba mass koosneb lisaks teistele kudedele lihaskoest (Heyward & Wagner, 2004) ning arvestades võimlejate suuremat treeningmahtu nädalas, on võimalik, et võimlejate suuremat keha rasvavaba massi tingib treeningute tulemusena suurenenud lihasmass. Näiteks käesolevas uuringus treenisid võimlejad 13–20 tundi, mis on märkimisväärne treeningmaht.

Iluvõimlejal olid luutiheduse näitajad oluliselt suuremad lülisamba L2-L4 lülidel, reieluukaelal kui ka kogu keha luutiheduses. Sarnaselt antud uuringule leidsid Courteix jt (2007) oma uuringus 13–15-aastastel iluvõimlejal suuremad luutiheduse näitajad lülisamba L2-L4 lülidel ja kogu keha luutiheduses võrreldes kontrollrühmaga. Aastaid treeninud suurema treeningmahu ja intensiivsusega iluvõimlejal on suurem luutihedus võrreldes lühiajaliselt kestnud väiksema treeningmahu ja intensiivsusega treeninud võimlejatega (Oh & Naka, 2017). Pikaajaliselt iluvõimlemisega tegelenud noortel võimlejal on magistritöö autori hinnangul suurem luutihedus, mis on tingitud suuremast treeningmahust, intensiivsusest ning harjutuste korduste arvust (nt hüppelise iseloomuga harjutused).

Puberteedi perioodil avaldab suurema mehaanilise koormusega kehaline tegevus mõju sportlaste luukoemassi kasvule (Hind & Burrows, 2007; Maimoun et al., 2013), mille jooksul toimub kiiresti luumassi suurenemine ja luukoe mineraliseerumine, sest luukude on eelkõige tundlik hüppelise iseloomuga treeningutele. Iluvõimlemises on mehaaniline koormus suur, kuna selle spordiala treeningutel kasutatakse palju hüppeid ning sellest tulenevalt on ka võimlejate luutihedus suurem kui mõne teise spordiala puhul (Groudyte et al., 2009). Lisaks on varasemad uuringud sarnaselt meie uuringu tulemustele märganud, et suurem kehaline aktiivsus avaldab luutihedusele positiivset mõju (Davies, 2005; Gracia-Marco et al., 2011; Modlesky & Lewis, 2002; Oh & Naka, 2017). See kinnitab leitud tulemust, et iluvõimlejal on luutiheduse näitajad suuremad võrreldes mittetreenitud kontrollrühma tütarlastega.

Iluvõimlejate hüppevõime hindamiseks on kasutatud CMJ ja RJ15s hüppeteste (Groudyte et al., 2009; Vösoberg et al., 2017). Antud uuringu tulemused näitasid, et võrreldes

kontrollrühma CMJ kõrgusega oli võimlejal parem CMJ kõrgus, kuid statistiliselt see erinev ei olnud. Sarnane tulemus on välja toodud Di Cagno jt (2008) uuringus, kus eliitvõimlejate ja kontrollgrupi vahel ei leitud erinevust CMJ sooritamises. Võrreldes kontrollgrupi tüdrukutega oli võimlejal paigalt RJ15s keskmine kõrgus statistiliselt oluliselt suurem. Sarnaselt meie uuringus leitud, leidsid Gruodyte jt (2009), et iluvõimlejal on parem RJ15s kõrgus kui kontrollrühmal. Tulemused võivad tuleneda sellest, et CMJ on plahvatusliku iseloomuga, kuid ei allu treeningutele niivõrd hästi kui vastupidavust nõudvad järjestikused üleshüpped (Võsoberg et al., 2017). Iluvõimlejate treeningul sooritatakse regulaarselt spordialaspetsiifilisi hüppeid võistluskavades nii üksikult kui ka järjest (nt hüpeteseeriad). Sellest tulenevalt on iluvõimlejate treenitustase oluliselt parem ja kuna järjestikused üleshüpped nõuavad ka vastupidavust, siis on võimlejal paremad tulemused oodatud ja see seletab leitud tulemust, et RJ15s keskmine kõrgus on iluvõimlejal oluliselt suurem.

5.2. Keha koostise ja luutiheduse näitajate vahelised seosed

Antud magistritöö tulemused näitasid, et võimlejal on keha rasvaprosentil ja keha rasvamassil oluline seos kogu keha luutihedusega. Courteix jt (2007) on samuti uuritavatel leidnud, et kogu keha ja lülisamba L2-L4 lülide luutihedus on statistiliselt seoses rasvamassiga. Energiadefitsiit avaldab ebakorrapärase toitumise ja suurte treeningkoormuste juures kahjulikku mõju organismile (Michopulou et al., 2011) sealjuures ka luukoele ning see võib põhjustada amenorröad ja mineraalainete kadu luudes (McManus & Armstrong, 2011). Liigselt väikese rasvamassi korral võib sportlasel areneda amenorröa ja luudehõrenemine ehk osteoporoos. Spordialad, kus on oluline väike kehamass, esineb sagedamini naissportlaste triaadi, mille puhul esineb naissportlastel kolm erinevat tervise probleemi: söömishäire, amenorröa ja luudehõrenemine (Nattiv et al., 2007). Omakorda liiga väike kehamass ja rasvamass suurendavad luumurdude riski. Seetõttu on oluline saavutada iluvõimlejal toidu ja kehalise aktiivsusega optimaalne keha rasvamass ja rasvavaba mass, et parandada luukoe tervist ning vältida luumurdude riski (Oh & Naka, 2017).

Kontrollrühmal märgati vastupidiselt iluvõimlejatele olulist seost keha rasvavaba massi ja luutihedusega lülisamba L2-L4 lülidel, reieluukaenal ja kogu keha luutiheduses. Suurem keha rasvamass ja keha rasvavaba mass avaldavad kehalise aktiivsuse ajal 13–15-aastaste iluvõimlejate luudele suuremat mehaanilist koormust (Groudyte et al., 2010). Vastupidiselt on Ivuskans jt (2013) välja toonud, et nimelt rasvavaba mass on normaalse kehamassiga laste puhul parem luutihedust soodustav tegur. Sellest tulenevalt võis meie uuringus seos rasvavaba massi ja luutiheduse vahel tähendada seda, et lihasmassi suurus on luukoe arengus oluliseks mõjutajaks.

Kokkuvõtteks võib öelda, et võimlejal mõjutavad luutihedust keha koostise näitajatest rasvamas ja mittetreenitud kontrollrühmal rasvavaba mass. Seetõttu peaksid tagama iluvõimlejad korrapärase toitumisega optimaalse rasvamassi ning kontrollrühma tütarlapsed regulaarse kehalise aktiivsusega suurema lihasmassi.

5.3. Hüppevõime ja luutiheduse näitajate vahelised seosed

Käesolevas uuringus ei leitud olulist seost hüppevõime ja luutiheduse näitajate vahel. Intensiivne mehaaniline koormus, kus kasutatakse rohkelt löögilise iseloomuga harjutusi, on üks tähtsamaid tegureid, mis mõjutab positiivselt luutiheduse arengut kasvamise ja sugulise küpsemise ajal (Hind & Borrows, 2007; Parm et al., 2012). Eliitvõimlejatele avaldab hüppelise iseloomuga intensiivne kehaline aktiivsus positiivset mõju luukoe arengule (Kemper, 2008). Sellest tulenevalt eliitvõimlejal, kellel on suurem luutihedus, esineb vähem luumurde ning seega omavad nad suuremat konkurentsivõimet oma spordialal (Oh & Naka, 2017). Erinevalt meie tulemustest on leitud statistiliselt oluline seos RJ15s kõrguse ja reieluukaela luutiheduse näitajate vahel nii eelpuberteedieas iluvõimlejal (Võsoberg et al., 2017) kui ka puberteedieas iluvõimlejal (Groudyte et al., 2010). Kuna antud uuringus leiti seos keha koostise näitajate ja luutiheduse vahel, siis võib järeldada, et luukoe arengus on olulisemaks teguriks keha koostise näitajad.

5.4. Uurimustöö tugevused ja piirangud

Käesoleva uuringu tugevuseks võib pidada asjaolu, et seni on uuritud rohkem prepuberteediealisi aga mitte rahvusvahelisel tasemel võistlevaid 14–18-aastaseid võimlejaid. Uuringusse kaasati meistersportlasi nii Tartust kui ka Tallinnast. Töö praktiliseks väljundiks on pakkuda teemakohast infot treeneritele, Eesti Võimlemisliidule ja antud spordialaga seotud inimestele.

Uurimistöö piirangud hõlmavad asjaolu, et uuritavate vanus oli mõnevõrra erinev, kuid pikkus homogeenne. Samuti võib uurimustöö piiranguks välja tuua vähest vaatlusaluste arvu, mis võrreldes teiste sarnastel teemadel tehtud uuringutega on siiski samalaadne (Maimoun et al., 2013; Purenović-Ivanović et al., 2018). Töö edasiarendamiseks tuleks keskenduda vaatlusaluste arvu suurendamisele, seda teiste välisriikide võimlejate uuringusse kaasamisega. Lisaks tuleks tähelepanu suunata uuringugruppide koostamisele, et välja tuua eraldi meisterklassi iluvõimlejad ja rühmvõimlejad, mis annaks veelgi täpsema ülevaate. Võimalike edasiste uurimissuundadena huvitaks magistritöö autorit puberteedieas ilu- ja rühmvõimlejate toitumise, hormoonide ja keha koostise näitajate mõju luutihedusele.

6. JÄRELDUSED

Käesoleva uurimustöö tulemuste põhjal tehti järgmised järeldused:

1. Iluvõimlejal on võrreldes kontrollrühmaga madalam keha rasvaprotsent, keha rasvamass, RVI ja suurem keha rasvavaba mass, RVMI; suurem luutihedus nii L2-L4 lülidel, reieluukaelal ja kogu keha luutiheduse näitajates; RJ15s vertikaalhüpete keskmised näitajad iluvõimlejal oluliselt kõrgemad ning CMJ keskmine näitaja kõrgem, kuid statistiliselt oluline erinevus CMJ tulemustes puudus.
2. Iluvõimlejal on keha koostise näitajad (RMI, rasvaprotsent ja rasvamass) seotud luutihedusega (kogu keha luutihedus). Kontrollrühmal on luutihedus (kogu keha luutihedus, lülisamba L2-L4 lülide- ja reieluukaela luutihedus) seotud rasvavaba massiga.
3. Nii iluvõimlejal kui ka kontrollrühma tütarlastel ei leitud olulist seost hüppevõime näitajate ja luutiheduse vahel.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Bacciotti S, Baxter-Jones A, Gaya A, Maia J. The physique of elite female artistic gymnasts: a systematic review. *J Hum Kinet* 2017; 247-259.
2. Batista A, Comes TN, Garganta R, Avila-Carvalho L. Training intensity of group in rhythmic gymnastics. *Sci, Mov Health*, Vol. XVIII, ISSUE 1 2018; 18: 17-24.
3. Courteix D, Rieth N, Thomas T. Preserved bone health in adolescent elite rhythmic gymnasts despite hypoleptinemia. *Horm Res* 2007; 68: 20-27.
4. Davies JH, Evans BAJ, Gregory JW. Bone mass acquisition in healthy children. *Arch Dis Child*. 2005; 90: 373-378.
5. Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Brasili P, Merni F, Piazza M, Toselli S, Ventrella AR, Guidetti L. Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48: 341-346.
6. FIG (International Gymnastics Federation). Age group development and competition program for women's artistic gymnastics, Switzerland. 2015. <http://www.fig-docs.com/website/agegroup/manuals/Agegroup-wag-manual-e.pdf>, 26.01.2019.
7. FIG (International Gymnastics Federation). Code of Points rhythmic gymnastics. FIG Executive Committee. 2018; 3: 30-4. https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_RG%20CoP%202017-2020%20with%20Errata%20Dec.%202017.pdf, 25.01.2019.
8. Galetta F, Franzoni F, D'Alessandro C, Piazza M, Tocchini L, Fellahi P, Antonelli A, Cupisti F, Santoro G. Body composition and cardiac dimensions in elite rhythmic gymnasts. *J Sports Med Phys fitness* 2015; 55: 946-52.
9. Gateva M. Investigation of the effect of the training load on the athletes in rhythmic and aesthetic group gymnastics during the preparation period. *Res Kines* 2014; 4: 40-44.
10. Georgopoulos NA, Markou KB, Theodoropoulou A, Vagenakis GA, Mylonas P, Vagenakis AG. Growth, pubertal development, skeletal maturation and bone mass acquisition in athletes. *Horm (Athens)* 2004; 3: 233-243.
11. Georgopoulos NA, Theodoropoulou A, Roupas N, Rottstein L, Tsekouras A, Mylonas P, Vagenakis G, Koukkou E, Armeni A, Sakellaropoulos G, Leglise M, Vagenakis K, Markou K. Growth velocity and final height in elite female rhythmic and artistic gymnasts. *Horm* 2012; 11: 61-69.

12. Gracia-Marco L, Moreno LA, Ortega FB et al. Levels of physical activity that predict optimal bone mass in adolescents: the HELENA study. *Am J Prev Med* 2011; 40: 599-607. doi:10.1016/j.amepre.2011.03.001
13. Gruodyte R, Jürimäe J, Saar M, Maasalu K, Jürimäe T. Relationships between areal bone mineral density and jumping height in pubertal girls with different physical activity patterns. *J Sports Med Phys Fitness* 2009; 49: 474-479.
14. Groudyte R, Jürimäe J, Cicchella A, Stefanelli C, Passariello C, Jürimäe T. Adipocytokines and bone mineral density in adolescent female athletes. *Acta Paediatr* 2010; 99: 1879-84.
15. Grünberg H, Adojaan B, Thetloff M. Kasvamine ja kasvuhäired: metoodiline juhend laste füüsilise arengu hindamiseks. Tartu: Tartu Ülikool 1998.
16. Heyward VH, Wagner DR. Applied body composition assessment. Second edition. Champaign: Hum Kinet 2004.
17. Hind K, Burrows M. Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone* 2007; 40: 14-27.
18. IFAGG (International federation of aesthetic group gymnastics). Competition rules of aesthetic group gymnastics 2018; 3-4. http://www.eevl.ee/files/fi-lemanager/files/IFAGG_competition_rules_updated_2018%281%29.pdf, 25.03.2019.
19. Ivuskans A, Lätt E, Mäesalu J, Saar M, Purge P, Maasalu K, Jürimäe T, Jürimäe J. Bone mineral density 11-13-year-old boys: relative importance of the weight status and body composition factors. *Rheumatol Int* 2013; 33:1681-1687.
20. Jastrjemskaia N, Titov Y. Rhythmic gymnastics. *J Hum Kinet* 1999.
21. Jürimäe T, Hurbo T, Jürimäe J. Relationships between legs bone mineral density, anthropometry and jumping height in prepubertal children. *Coll Antropol* 2008; 32: 61-66.
22. Jürimäe J. Interpretation and application of bone turnover markers in children and adolescents. *Curr Opin Pediatr* 2010; 22: 494-500.
23. Jürimäe J, Gruodyte-Raciene R, Baxter-Jones ADG. Effects of gymnastics activities on bone accrual during growth: A systematic review. *J Sport Sci Med* 2018; 17: 245-258.
24. Kellis SE, Tstskaris GK, Nikopoulou MD, Mousikou KC. The evaluation of jumping ability in male and female basketball players according to their chronological age and major leagues. *J Strength Con Res* 1999; 13: 40-46.

25. Kemper HCG. Physical activity, physical fitness and bone health. In: Armstrong, N. van Mechelen, W. *Pediatric Exerc Sci Med*. Oxford: Oxford University Press 2008: 365-374.
26. Klentrou P, Plyley M. Onset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls. *Br J Sports Med* 2003; 37: 490-494.
27. Kums T, Erelina J, Gapeyeva H, Paasuke M. Vertical jumping performance in young RG. *Biol Sport* 2005; 22: 237-246.
28. Malina RM, Baxter-Jones ADG, Armstrong N. Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts. *Sports Med* 2013; 43: 783-802. doi:10.1007/s40279-013-0058-5
29. Maimoun L, Coste O, Philibert P, et al. Peripubertal female athletes in high-impact sports show improved bone mass acquisition and bone geometry. *Metab* 2013; 62: 1088-1098.
30. McManus AM, Armstrong N. *Physiology of elite young female athletes*. Med Sport Sci Basel, Karger 2011; 56: 23–46.
31. Michopoulou E, Avloniti A, Kambas A, Leontsini D, Michalopoulou M. Elite premenarcheal rhythmic gymnasts demonstrate energy and dietary intake deficiencies during periods of intense training. *Pediatric Exerc Sci* 2011; 23: 560-572.
32. Miletic D, Katic R, Maleš B. Some antropological factors of performance in rhythmic gymnastics novices. *Coll Anthropol* 2004; 2: 727-737.
33. Modlesky CM, Lewis RD. Does exercise during growth have a long-term effect on bone health? *Exerc. Sport Sci Rev* 2002; 30: 171–176. doi:0091-6631/3004/171–176
34. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP, American College of Sports Medicine: American College of Sports Medicine position stand: the female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1867–1882.
35. Oh T, Naka T. Comparison of bone metabolism based on the different ages and competition levels of junior and high school female rhythmic gymnasts. *J Exerc Nutr Biochem* 2017; 21: 9-15.
36. Oliveira GL, Gonçalves PSP, Oliveira TAP, Silva JRV, Fernandes PR, Fernandes Filho J. Assessment of body composition, somatotype and eating disorders in rhythmic gymnasts. *J Exerc Phys* 2017; 126.

37. Parm A-L, Jürimäe J, Saar M, Pärna K, Tillmann V, Maasalu K, Neissaar I, Jürimäe T. Bone mineralization in rhythmic gymnasts before puberty: No longitudinal associations with adipocytokine and ghrelin levels. *Horm Res Paediatrics* 2012; 77: 369-375.
38. Pion J, Lenoir M, Vandorpe B, Segers V. Talent in female gymnastics: a survival analysis based upon performance characteristics. *Int J Sports Med* 2015; 94: 935-940.
39. Purenović-Ivanović T, Popović R, Bubanj S, Stanković R. Body composition in high-level female rhythmic gymnasts of different age categories. *Sci Sports* 2018; 8.
40. Rogol AD, Clark PA, Roemmich JN. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *Ann J Clin Nutr* 2000; 72: 521-528.
41. Russell J, Martindale J, Collins D, Abraham A. Effective talent development: the elite coach perspective in UK sport. *J Appl Sport Psychol* 2007; 19: 187–206.
42. Sayers A, Mattocks C, Deere K, Ness A, Riddoch C, Tobias JH. Habitual levels of vigorous, but not moderate or light, physical activity is positively related to cortical bone mass in adolescents. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96: 793-802.
43. Võsoberg K, Tillmann V, Tamm A-L, Maasalu K, Jürimäe J. Bone mineralization in rhythmic gymnasts entering Puberty: associations with jumping performance and body composition variables. *J Sports Sci Med* 2017;16: 99-104.

LISAD

Lisa 1. Liikumisaktiivsuse küsimustik

Kood:.....

LIIKUMISAKTIIVSUSE KÜSIMUSTIK (võistlussportlane)

1. **Mitu kuud** Te viimase aasta jooksul selles trennis käisite? kuud
2. Mitu **korda nädalas** Teie treening tavaliselt toimub? korda nädalas
3. Mitu **minutit järjest** Teie trenn tavaliselt kestab? minutit järjest
4. Kas treening pani Teid tavaliselt **hingeldama ja/või higistama**? 1 Jah 2 Ei
5. Mitu **aastat kokku** olete oma senises elus käinud **sporditreeningutel**?

 <1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 >10 aastat
6. Kuidas **Te läksite eelmisel nädalal kooli**? (kui läksite osa teest jalgsi ja osa bussiga, siis märkige üles mõlema kestus min). Märkige iga liikumisviisi kohta päevade arv nädalas ning mitu minutit **KOKKU**.

 A Jalgsi või jalgrattagapäeva..... minutit
 B Bussi või autoga või muu mootorsõidukigapäeva..... minutit
 C Muul moel (täpsustage, kuidas)päeva.....minutit
7. Kuidas **Te tulite eelmisel nädalal koolist koju**? (kui tulite osa teest jalgsi ja osa bussiga, siis märkige üles mõlema kestus minutites). Märkige iga liikumisviisi kohta päevade arv nädalas ning mitu minutit **KOKKU**.

 A Jalgsi või jalgrattagapäeva..... minutit
 B Bussi või autoga või muu mootorsõidukigapäeva..... minutit
 C Muul moel (täpsustage, kuidas)päeva.....minutit
8. Kui kaugel **Teie kool** asub?

 km

9. Kuidas hindaksite oma **kehalist aktiivsust klassikaaslastega võrreldes?**

- 1 Ma olen kehaliselt palju vähem aktiivne kui teised
- 2 Ma olen kehaliselt veidi vähem aktiivne kui teised
- 3 Ma olen kehaliselt sama aktiivne kui enamus
- 4 Ma olen kehaliselt veidi aktiivsem kui teised
- 5 Ma olen kehaliselt palju rohkem aktiivne kui teised

10. Mitu tundi Te tavaliselt **ööpäevas magate koolipäeval?**

- 1 Vähem kui 7 tundi
- 2 7-8 tundi
- 3 8-9 tundi
- 4 9-10 tundi
- 5 10-11 tundi
- 6 11-12 tundi
- 7 Rohkem kui 12 tundi

11. Mis kell lähete tavalisel **koolipäeval magama?**

- 1 Varem kui 21:00
- 2 21-22:00
- 3 22-23:00
- 4 23-24:00
- 5 Hiljem, kui 24:00

11. Mitu tundi Te tavaliselt ööpäevas **nädalavahetusel** (mitte koolipäeval) **magate?**

- 1 Vähem kui 7 tundi
- 2 7-8 tundi
- 3 8-9 tundi
- 4 9-10 tundi
- 5 10-11 tundi
- 6 11-12 tundi
- 7 Rohkem kui 12 tundi

12. Mis kell lähete tavaliselt **nädalavahetusel** (mitte koolipäeval) **magama?**

- 1 Varem kui 21:00
- 2 21-22:00
- 3 22-23:00
- 4 23-24:00
- 5 Hiljem kui 24:00

13. Mitu tundi vaatate tavalisel koolipäeval peale kooli TV-d?

- 1 Mitte ühtegi tundi
- 2 Vähem kui 1 tund
- 3 1-2 tundi
- 4 3-4 tundi
- 5 Rohkem kui 4 tundi

14. Mitu tundi olete koolipäeval peale kooli nutiseadmes?

- 1 Mitte ühtegi tundi
- 2 Vähem kui 1 tund
- 3 1-2 tundi
- 4 3-4 tundi
- 5 Rohkem kui 4 tundi

15. Mitu tundi vaatate tavaliselt **nädalavahetusel** (mitte koolipäeval) **TV-d**?

- 1 Mitte ühtegi tundi
- 2 Vähem kui 1 tund
- 3 1-2 tundi
- 4 2-3 tundi
- 4 3-4 tundi
- 5 Rohkem kui 4 tundi

16. Mitu tundi olete tavaliselt **nädalavahetusel** (mitte koolipäeval) **nutiseadmes**?

- 1 Mitte ühtegi tundi
- 2 Vähem kui 1 tund
- 3 1-2 tundi
- 4 2-3 tundi
- 4 3-4 tundi
- 5 Rohkem kui, 4 tundi

KÜSIMUSED TEIE ENESETUNDE JA TERVISLIKU SEISUNDI KOHTA

T1. Milliseks hindate oma **tervist üldiselt**

- 1 Väga halb
- 2 Üsna halb
- 3 Kuidas kunagi
- 4 Üsna hea
- 5 Väga hea

T2. Milliseid **ägedaid haigusi** või tervisehäireid järgnevalt loetletutest olete põdenud ja mitmel korral **VIIMASE AASTA** jooksul?

Äge haigus või trauma		Seda ei ole põdenud	Seda olen põdenud			
			1 kord	2-3 korda	4-5 korda	>6 korda
A.	Palavik	1	2	3	4	5
B.	Palavik koos nohu-köha ja/või kurguvaluga	1	2	3	4	5
C.	Nohu-köha ilma palavikuta	1	2	3	4	5
D.	Angiin (kurgumandlite põletik)	1	2	3	4	5
E.	Kõrvapõletik	1	2	3	4	5
F.	Põskkoopapõletik	1	2	3	4	5
G.	Põiepõletik	1	2	3	4	5
H.	Neerupõletik	1	2	3	4	5
I.	Kõhulahtisus	1	2	3	4	5
J.	Kõhukinnisus	1	2	3	4	5
K.	Bronhiit	1	2	3	4	5
L.	Kopsupõletik	1	2	3	4	5
M.	Midagi muud, täpsusta, mis see oli.....	1	2	3	4	5

T3. Kas Teil on oma **elu jooksul esinenud või esineb jätkuvalt** mõni allnimetatud **krooniline** (pikka aega, üle 6 kuu kestnud) haigus või terviserike?

Krooniline haigus või terviserike		Ei	Jah
A	Astma	1	2
B	Langetõbi (epilepsia)	1	2
C	Südamelihase põletik	1	2
D	Südamelihase kahjustus pärast mõnd ägedat haigust (näiteks peale grippi)	1	2
E	Kaasasündinud südamerike	1	2
F	Krooniline neerupõletik	1	2
G	Krooniline kurgumandlite põletik	1	2
H	Sagedane kõhukinnisus	1	2
I	Kehvveresus (madal hemoglobiin veres)	1	2
J	Allergilised haigused (ekseem, nõgestõbi, heinanohu jt)	1	2
K	Diabeet (suhkrutõbi) või kõrgenenud suhkrutase veres	1	2
L	Kilpnäärmehaigus	1	2
M	Kõrgvererõhutõbi, kõrgenenud vererõhk	1	2
N	Südame isheemiatõbi, südameinfarkt	1	2
O	Krooniline bronhiit	1	2
P	Krooniline skeleti-lihasprobleem	1	2

T4. Kui kaua olete **viimase aasta jooksul koolist puudunud** haiguse tõttu?

- 1 Vähem kui 1 nädal
- 2 1-2 nädalat
- 3 Rohkem kui 2 nädalat

T5. Mitmel korral olete oma elu jooksul olnud **haiguse tõttu haiglas** (välja arvatud sündimisel)?

..... korral

T6. Milliseid ravimeid olete tarvitanud viimasel aastal?

	Ravim	Ei	Ja
A	Valuvaigistavad	1	2
B	Allergiavastased	1	2
C	Antibiootikumid	1	2
D	Rahustid	1	2
E	Unerohi	1	2
F	Depressiooniravimid	1	2
G	Astmaravimid	1	2
H	Pillid	1	2
I	Lahtistid	1	2
J	Palavikuvastased	1	2
K	Vitamiinid	1	2
L	Rauatabletid	1	2
M	Ravimteed	1	2
N	Vererõhu alandajad	1	2
O	Suhkrutõve ravimid	1	2
P	Liigeshaiguste ravimid	1	2
Q	Muud, palun täpsustage		

T7. Kas Teiega on **viimase aasta jooksul juhtunud õnnetusi** (vigastusi, mürgistusi)?

- 1 Jah
- 2 Ei → jätkake küsimusest T11

T8. Mis laadi tegevuse korral toimus see vigastus või mürgistus? Eluks vajalik tegevus hõlmab näiteks söömisega, magamisega jms seotud tegevusi.

- 1 Haridusega seotud tegevus (kehaline kasvatus)
- 2 Sportlik tegevus vabal ajal (treening)
- 3 Puhkamine või mängimine
- 4 Eluks vajalik tegevus
- 5 Hoolduse ja/või ravi all olek
- 6 Muu, kirjutage.....

T9. Kas te arvate, et see õnnetus juhtus Teie enda ettevaatamatusest ja/või liiga riskivast käitumisest?

- 1 Jah
- 2 Ei
- 3 Ei oska öelda

T10. Mitmel korral oma senise **elu jooksul olete murdnud mõne luu?**

..... korral

T11. Mitu korda päevas Te sööte tavaliselt **sooja toitu?** (näit. putru, praadi, suppi, pitsat, praekartuleid jne, kirjuta kordade arv)

..... korda

T12. Millistel järgnevalt loetletud **toidukordadel Teie sööte tavaliselt regulaarselt?** (märgi igale reale sobiv vastus)

Söögikord	Ei söö	Mõnikord söön	Jah, alati
A. Hommikusöök	1	2	3
B. Lõunaode	1	2	3
C. Lõunasöök	1	2	3
D. Õhtuode	1	2	3
E. Õhtusöök	1	2	3

T13. Kas Te tarvitate igapäevaselt vitamiine või toidulisandeid?

Jah → Täpsustage
milliseid.....
Ei

TÄNAME VASTAMISE EEST!

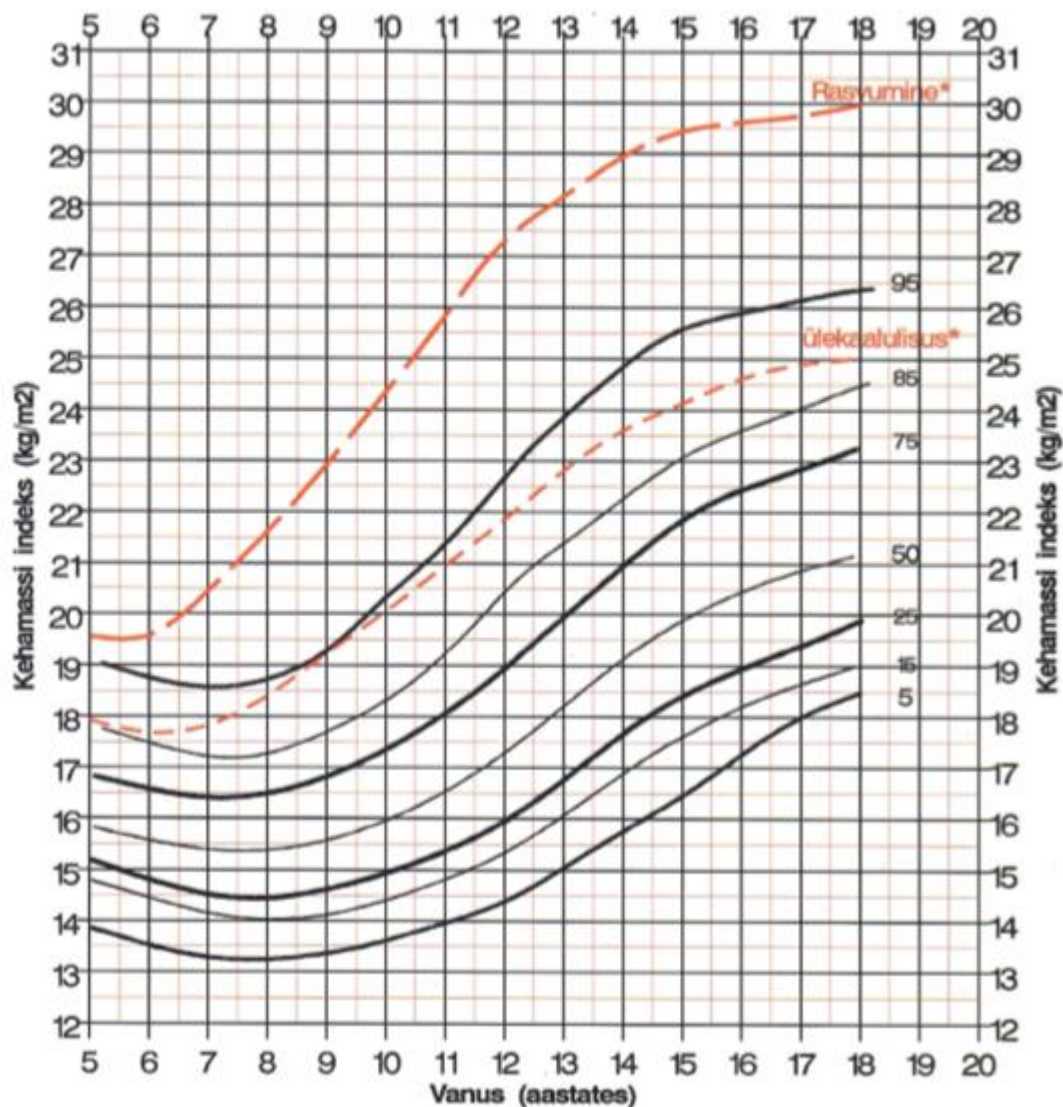
Lisa 2. KMI-kõver

Nimi: _____

Tütarlapsed

Sünniaeg: _____

Vanus (a)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Rind (Ma 1–5)											
Pub. karvastik (Pu 1–5)											
Menarhe											



Grünberg jt, 1998.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Helen Linnok, (07.02.1995)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

Luutiheduse seosed keha koostise ja hüppevõime näitajatega 14-18-aastastel iluvõimlejal, mille juhendajad on Liina Remmel ja Anna-Liisa Tamm,

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.

Helen Linnok

Tartus, 20.05.2019