

TARTU ÜLIKOOL

Kehakultuuri teaduskond

Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Piret Nämi

PUHKEOLEKU JA KOORMUSEGA SEOTUD VERERÕHU JA
SÜDAME LÖÖGISAGEDUSE HINDAMINE NOORSPOORTLASTEL
VANUSES 9-19 ELUAASTAT

Magistritöö

Füsioteraapia erialal

(Terviseedendus)

Juhendajad: MD, PhD Eve Unt

PhD Jarek Mäestu

Tartu 2015

SISUKORD

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID	4
SISSEJUHATUS	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
1.1. Kasvamine, küpsemine, areng ja kehaline aktiivsus	6
1.1.1. Treeningu ja spordialade klassifikatsioon	7
1.2. Südame-veresoonkonna adaptatsioon koormusele.....	8
1.2.1. Südame löögisageduse reaktsioon koormusele	9
1.2.2. Arteriaalse vererõhu reaktsioon koormusele	9
1.3. Koormustest.....	10
1.3.1. Koormustesti eesmärgid	11
1.3.2. Koormustesti läbiviimise tingimused	11
1.4. Noorsportlaste spordimeditsiiniline terviseuuring (SMTU).....	12
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	13
3. TÖÖ METOODIKA.....	14
3.1. Vaatlusalused.....	14
3.2. Uuringu korraldus.....	15
3.2.1. Uuringusse sisselülitavad kriteeriumid.....	16
3.2.2. Uuringust väljalülitavad kriteeriumid.....	16
3.3. Andmete statistiline analüüs	16
4. TÖÖ TULEMUSED.....	17
4.2. Vererõhk puhkeolekus, maksimaalsel koormusel ja taastumisel	17
4.2.1. Süstoolne vererõhk	17
4.2.2. Diastoolne vererõhk.....	18
4.1. Südame löögisagedus puhkeolekus, maksimaalsel koormusel ja taastumisel.....	21
4.3. Kehaline töövõime.....	22
4.4. Hemodünaamiliste parameetrite näitajad erinevate spordialade lõikes.....	22

4.5. Puhkeoleku vererõhu seos vanuse ja antropomeetriliste näitajatega.....	25
4.6. Kehalise töövõime seos hemodünaamiliste näitajate ja treeningmahtudega.....	25
5. TULEMUSTE ARUTELU	26
5.1. Vererõhk	26
5.1.1. Vererõhk puhkeolekus	26
5.1.2. Vererõhk maksimaalsel koormusel	27
5.1.3. Vererõhk koormusest taastumisel.....	28
5.2. Südame löögisagedus	28
5.2.1. Südame löögisagedus puhkeolekus	28
5.2.2. Südame löögisagedus maksimaalsel koormusel.....	29
5.2.3. Südame löögisagedus koormusest taastumisel	29
5.3. Koormusaegsed vererõhu ja südame löögisageduse näitajad erinevate spordialade esindajatel	30
JÄRELDUSED	31
KASUTATUD KIRJANDUS	32
SUMMARY	36
LISAD	37
Lisa 1. Spordialade klassifikatsioon (Mitchell et al. 2005)	37
Lisa 2. Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomitee luba	38
Lisa 3. Uuritavate keskmised vanused, treeningkoormused, antropomeetrilised näitajad, vererõhu- ja südame löögisageduse näitajad ning kehaline töövõime	39
Lisa 4. Vererõhu referentsväärtused	40
Lisa 5. Südame löögisageduse referentsväärtused	41

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID

DVR	diastoolne vererõhk
DVRmax	diastoolne vererõhk maksimaalsel koormusel
KMI	kehamassiindeks
MET	metaboolne ühik
n	uuritavate arv
RHK10	rahvusvaheline haiguste klassifikatsioon
SA	sihtasutus
SD	standardhälve
SLS	südame löögisagedus
SLSmax	südame löögisagedus maksimaalsel koormusel
SMTU	spordimeditsiiniline terviseuuring
SVR	süstoolne vererõhk
SVRmax	süstoolne vererõhk maksimaalsel koormusel
x	aritmeetiline keskmine

SISSEJUHATUS

Kehaline aktiivsus ja treening on olulised tegurid kardiovaskulaarsüsteemi tervise tagamiseks ja säilitamiseks. Seetõttu on oluline lapsi selles osas motiveerida ja võimaldada neil spordiga tegeleda. Ühiskonna teadlikkus kehalise aktiivsuse soodsatest mõjudest toob igal aastal spordi juurde järjest rohkem lapsi ja noori. Eestis on hetkeseisuga (18.01.15) registreeritud 83477 kuni 19-aastast noorsportlast (Kultuuriministeerium 2015).

Kõrge äkksurmariskiga sportlaste varajane identifitseerimine on terviseuuringute nurgakiviks. Valel diagnoosil võivad olla tõsised tagajärjed: aladiagnoositud patoloogia võib viia selleni, et eluohtlikud ilmingud jäävad märkamata ning hüperdiagnostika käigus võidakse tekitada sportimiseks ebavajalikke piiranguid (Dores et al. 2014).

Organkahjustus vähendab selle funktsionaalset reservi, kuid kahjustuse mõju ei pruugi väljenduda enne, kui organi funktsioon on juba suuresti häiritud. Koormustest esitab organismile suurenenud metaboolseid nõudmisi ning läbi selle võimaldab avastada kardiovaskulaarseid kõrvalekaldeid juba varases staadiumis (Swaminathan 1991). Seetõttu on koormustestil preventiivses meditsiinis ja funktsionaaldiagnostikas väga oluline koht.

Eestis viiakse noorsportlastel läbi ligikaudu 10000 terviseuuringut aastas. Uuringukeskustes kasutatakse küll kaasaegset ja täpset aparatuuri, kuid tulemuste interpreteerimiseks kasutavad spordiarstid ja –teadlased oma igapäevatoös normväärtusi, mis pärinevad 1980-ndatest aastatest ning nende väljatöötamise kohta puudub täpsem teave. Väga oluline on teada, milline on normaalsete laste kardiovaskulaarne reaktsioon koormusele tuvastamiseks normist kõrvalekaldeid.

Käesolevas magistritöös anname ülevaate noorsportlaste vererõhu ja südame löögisageduse normväärtustest, nende reaktsioonist koormusele ning koormusjärgsele taastumisele.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Kasvamine, küpsemine, areng ja kehaline aktiivsus

Täiskasvanuks saamiseks tuleb lastel läbida kolm omavahel tugevalt seotud protsessi: kasvamine, küpsemine ja areng. Tihti käsitletakse neid termineid kui sünonüüme, kuigi need viitavad erinevatele protsessidele, mis domineerivad laste ja noorte igapäevaelus ligikaudu kahe esimese elukümnendi vältel (Malina 2014).

Kasvamine tähendab keha ja selle osade suurenemist. Kui laps kasvab, suurenevad kehapikkus ja -mass. Viimase puhul on tegemist heterogeense parameetriga, sest see sisaldab endas muutusi nii skeleti, lihaste, rasva, siseorganite jne massis. Erinevad kehaosad kasvavad erineva kiirusega ning seetõttu tekivad muutused keha proportsioonides (Baxter-Jones et al. 2002; Malina 2014).

Küpsemine on protsess, mille käigus püütakse saavutada bioloogiliselt küps seisund ehk bioloogiline küpsus. Küpsemine erineb kasvamisest selle poolest, et kuigi erinevad bioloogilised süsteemid küpsevad erineva kiirusega, saavutavad kõik inimesed sama lõpptulemuse – saavad küpseks. Kasvamisel aga ei ole ühest lõpp-punkti, nagu näiteks täiskasvanu pikkusel ja kehaehitusel (Baxter-Jones et al. 2002).

Areng tähendab käitumusliku kompetentsuse omandamist – ühiskondlikult heakskiidetud käitumuslike õppimist. See on kultuurispetsiifiline – lapsed ja teismelised õpivad käituma kultuuriomaste kommete kohaselt (Baxter-Jones et al. 2002; Malina 2014).

Nagu juba eelpool mainitud, toimuvad kasvamine, küpsemine ning areng samaaegselt ning on omavahel tugevalt seotud. Näiteks sisaldab motoorne areng endas liikumise alustalade nagu iseseisev kõndimine ja liikumismustrid, õppimist. Selle protsessi aluseks on aga paljude protsesside koostoimimine nagu neuromuskulaarne küpsemine, mis on seotud kehasuuruse ja proportsioonide kasvuga ning omandatud kogemusega konkreetses keskkonnas (kodus, lasteaias, eelkoolis) (Malina 2014).

Kõik kolm eelnimetatud protsessi on mõjutatavad kehalise aktiivsuse poolt, samas võivad nad omakorda ka ise mõjutada kehalist aktiivsust, sooritusvõimet ning kehalist võimekust (Malina 2014). Näiteks on kehaehitus tihti spordis selektiivseks teguriks ning see on sarnane ühtedel spordialadel võistlevatel sportlastel. Paljudel spordialadel on edu saavutamiseks samuti tähtis

roll kehaehitusel ning mis omab erilist tähtsust esteetilistel spordialadel nagu võimlemine, iluuisutamine ja vettehüpped jne. Andmed teismeliste sportlaste kohta (vanuses 12-18 eluaastat) näitavad, et edukad sportlased omavad sarnast kehaehitust sama spordiala täiskasvanud sportlastega (Baxter-Jones et al. 2002).

Kehalise treeningu mõju kasvule ja küpsusele sõltub mitmetest teguritest, sealhulgas kehalise treeningu tüübist, intensiivsusest, sagedusest ning east, mil treenimist alustati (Georgopoulos et al. 2010). Mõõdukal kehalisel aktiivsusel on kasvu soodustav mõju, kuna see on seotud positiivsete muutustega kardio-vaskulaarsüsteemis ja kehakoostises, raskem treening aga võib omada hoopis kasvu pidurdavat efekti (eriti puberteedieas lastel) (Georgopoulos et al. 2010).

1.1.1. Treeningu ja spordialade klassifikatsioon

Treeningut on defineeritud kui tegevust, mil aktiveeritud lihaste poolt tekitatud jõuga saavutatakse homeostaatilise seisundi muutus. Dünaamilisel (isotoonilisel) harjutusel võib lihas lüheneda (kontsentriiline kontraktsioon) või välist vastupanu ületades pikeneda (ekstentriiline kontraktsioon). Kui lihasjõud tekitatakse ilma lihaspikkust muutmata, on tegu staatilise (isomeetrilise) harjutusega. Metaboolse klassifikatsiooni alusel jaotatakse treening aeroobseks ja anaeroobseks, mis viitab peamiselt hapniku kättesaadavusele kontraktsiooniprotsessil (Fletcher et al. 2013; Washington et al. 1994).

Spordialasid ei saa aga klassifitseerida ainult antud jaotuvuste alusel. Paljudes spordialades kombineeritakse elemente nii vastupidavus- kui jõuharjutustest ning seetõttu võib olla raske domineerivat komponenti identifitseerida (Dores et al. 2014). Mitchell et al. (2005) pakkusid välja spordialade klassifikatsiooni lähtudes treeningu staatiliste ja dünaamiliste komponentide intensiivsusest (Lisa 1). Kuigi antud klassifikatsioon on laialdaselt kasutusel, esinevad sellel mõned olulised piirangud. Näiteks ei arvesta see emotsionaalse stressiga, mida sportlased võistlussituatsioonides kogevad, samuti keskkonnafaktoritega. Emotsionaalne stress võib oluliselt tõsta sümpaatilise närvisüsteemi aktiivsust, mis võib tõsta katehoolamiinide kontsentratsiooni, vererõhku (VR), südame löögisagedust (SLS) ja müokardi kontraktiilsust ning seetõttu tõsta müokardi hapnikuvajadust (Mitchell et al. 2005). Samuti võib sümpaatilise närvisüsteemi aktiivsuse tõus tekitada arütmiaid ja süvendada olemasolevat müokardi isheemiat. Lisaks eelnevale mõjutavad kardiovaskulaarsüsteemi adaptatsiooni koormusele veel keskkonnategurid nagu kõrgus merepinnast, välisõhu temperatuur, õhuniiskus ja -saaste, seetõttu peaks nendega samuti arvestama (Mitchell et al. 2005).

1.2. Südame-veresoonkonna adaptatsioon koormusele

Kehaline koormus on protsess, kus kardiovaskulaarse süsteemi tööd tagavad mehhanismid peavad toime tulema kahe peamise ülesandega (Ichinose et al. 2013):

- transportima adekvaatsel hulgal hapnikku, rahuldamaks töötava lihase metaboolset nõudlust ning garanteerima metaboolsete lõpp-produktide ja toodetud soojuse eemaldamise,
- reguleerima arteriaalset vererõhku säilitamiseks elutähtsate organite adekvaatne perfusioon.

Akuutsed hemodünaamiline ja kardiaalne adaptatsioon treeningule varieeruvad sõltuvalt treeningu tüübist ja intensiivsusest. Dünaamiline harjutus suurendab maksimaalset hapnikutarbimist ja südame minutimahtu, samal ajal kui perifeerne vaskulaarne resistentsus jääb muutumatuks või väheneb. Spordialad nagu murdmaasuusatamine, pikamajooks, tennis või jalgpall, on seotud valdavalt südame mahukoormusega (Maaroos 2002). Staatiliste harjutuse puhul aga tõuseb oluliselt vererõhk ning perifeerne vaskulaarne resistentsus, samas jääb südame minutimaht muutumatuks või tõuseb ainult vähesel määral. Spordialad nagu mägironimine, võimlemine, maadlus ja kulturism on seotud peamiselt südame rõhukoormusega (Dores et al. 2014).

Kardiovaskulaarsüsteemi krooniline adaptatsioon dünaamilisele treeningule väljendub maksimaalse hapnikutarbimise võime suurenemises. See toimub läbi suurenenud löögimahu ja hapniku arteriovenoosse diferentsi. Sportlased, kes treenivad kõrge dünaamilise komponendiga aladel, omavad suurt vasaku vatsakese absoluutmassi ja kambri suurust – tegemist on nn ekstsentrilise hüpertroofiaga. Selline ekstsentriline hüpertroofia areneb järkjärgult ning korreleerub suurema südame löögimahu ja kõrge maksimaalse hapnikutarbimise võimega (Mitchell et al. 2005). Kardiovaskulaarsüsteemi krooniline adaptatsioon staatilisele treeningule väljendub maksimaalse hapnikutarbimise võime muutumatutes või siis selle tagasihoidlikus tõusus. Staatilise komponendiga spordialade esindajatel esineb samuti vasaku vatsakese massi suurenemine (peamiselt vatsakeste seina arvelt), kuid see toimub vatsakese kambri mõõtmete suurenemiseta (nn kontsentriiline hüpertensioon) (Mitchell et al. 2005).

Kuigi laste süda ja kopsud on väiksemad kui täiskasvanutel, on nad enamasti kehasuurusega proportsioonis. Puhkeoleku ja koormusaegne südame löögisagedus on lastel kiirem kui täiskasvanutel, samas südame löögi- ja minutimaht on väiksemad. Südameindeks ($l/min/m^2$)

erineb laste ja täiskasvanute vahel väga vähe, millest võib järeldada, et vereringe on vastav keha suurusele. Verevool läbi töötavate lihaste on lastel proportsionaalselt suurem kui täiskasvanutel, samuti on lastel täheldatud suuremat hapniku arteriovenooset diferentsi submaksimaalsel koormusel (Zauner et al. 1989). See, et laste organismil on suurem võime kanda rohkem verd läbi lihaste ning omastada suuremal määral hapnikku, kompenseerib madalamat südame minutimahtu ja hapnikutarbimist. Samuti on täheldatud lastel võrreldes täiskasvanutega suhteliselt madalamat koormusaegset arteriaalset vererõhku, eeskätt süstoolse vererõhu (SVR) osas (Zauner et al. 1989).

1.2.1. Südame löögisageduse reaktsioon koormusele

Kardiovaskulaarse süsteemi akuutne reaktsioon koormusele seisneb südame löögisageduse tõusus, mis tuleneb uitnärvi toonuse langusest ning sellele järgnevast sümpaatilise närvisüsteemi aktiivsuse tõusust. Dünaamilisel harjutusel tõuseb SLS lineaarselt koos koormuse ja hapnikunõudluse tõusuga (Washington et al. 1994). Isikud, kes ei kasuta β -blokaatoreid, sõltub koormusaegne maksimaalne südame löögisagedus (SLS_{max}) tugevasti vanusest. SLS_{max}-i eeldatava väärtuse prognoosimiseks on kasutusel mitmeid erinevaid valemeid. Kõige sagedamini kasutatakse valemit: $SLS_{max} = 220 - \text{vanus aastates}$, selle juures tuleb aga arvestada, et samaealiste inimeste hulgas esineb suur varieeruvus (± 12 lööki/minutis) (Gellish et al. 2007; Tanaka et al. 2001).

Nagu juba eelpool mainitud, kompenseeritakse laste väiksem süda ja madalam löögimaht kõrgema löögisagedusega antud koormusel, seega saavutavad lapsed võrreldes täiskasvanutega kõrgema maksimaalse südamelöögisageduse. On leitud ka, et sama koormuse juures on ülekaalulistel lastel kõrgem submaksimaalne SLS võrreldes asteenilise kehaehitusega lastega (Washington et al. 1994). Peale puberteediiga langeb maksimaalne SLS aastaga keskmiselt 0,7-0,8 löögi võrra minutis ning tüdrukutel/naistel on võrreldes poiste/meestega kõrgemad SLS väärtused sama koormustaseme juures (Washington et al. 1994). Seega võib koormusaegne SLS olla mõjutatud ülekaalust ja soolisest diferentsist.

1.2.2. Arteriaalse vererõhu reaktsioon koormusele

Vererõhk on parameeter, mis vastuseks mitmetele füsioloogilistele ja keskkondlikele stiimulitele võib kiiresti muutuda (Lurbe 2004). Eelkõige sõltub puhkeoleku vererõhk perifeerses vaskulaarses resistentsusest ja südame minutimahust (Fletcher et al. 2001; Washington et al. 1994).

Koormuse mõjul naha ja lihaste veresooneid laienevad, tekitades vaskulaarse resistentsuse vähenemise. Samuti tekitab koormuse tõus muutuse südame minutimahu. Südame minutimaht suureneb koormuse suurenedes peaaegu lineaarselt koos hapnikutarbimisega ning tõuseb tavaliselt suuremal määral kui veresoonte resistentsus langeb, mis põhjustab süstoolse vererõhu tõusu (Washington et al. 1994). Diastoolne vererõhk (DVR) koormuse suurenedes enamasti langeb või jääb muutumatuks (Pescatello et al. 2014).

Normaalne süstoolse vererõhu tõus koormuse suurenedes on ligikaudu 10 ± 2 mmHg ühe metaboolse ühiku (MET) kohta ning reeglina saavutab maksimaalsel koormusel platoo (Pescatello et al. 2014). Tavaliselt peetakse maksimaalsel koormusel normaalse vererõhu reaktsiooni ülemiseks piiriks järgmisi väärtusi: süstoolne vererõhk (SVR) < 210 mmHg meestel ja < 190 mmHg naistel ning DVR < 110 mmHg (Lauer et al. 1992).

Maksimaalne koormusaegne süstoolne vererõhk (SVR_{max}) lastel ületab harva 200 mmHg, aga kirjanduses puuduvad andmed, et asümptomaatilistel lastel ja noorukitel oleks süstoolse vererõhu tõus koormusel kuni 250 mmHg seotud terviseriskidega (Washington et al. 1994). Laste normaalne diastoolse vererõhu reaktsioon koormusele ei ole täpselt teada, kuna täpseid mõõtmisi raskendavad koormustestiga kaasnev ümbritsev müra ja lapse käe liikumine. Tavaliselt on see probleem suurem koormustestidel, mida sooritatakse liikurrajal võrreldes veloergomeetriga (Washington et al. 1994).

Nii süstoolne kui diastoolne vererõhk omavad tähtsat rolli koormusaegse ebanormaalse kardiovaskulaarse reaktsiooni määramisel, kuna kõrgem minutimaht ei tõsta ainult süstoolset vererõhku, vaid põhjustab ka märkimisväärse diastoolse vererõhu tõusu (Fara et al. 2009).

Peale maksimaalse koormuse lõppu toimub tavaliselt süstoolse vererõhu langus, mis normaalsel juhul saavutab puhkeoleku väärtused 6. minutiks ning võrreldes koormuseelsete väärtustega võib jääda püsima madalamale tasemele veel mitmeks tunniks (Fletcher et al. 2001).

1.3. Koormustest

Koormus kui tüüpiline füsioloogilise stressi tekitaja võib esile tuua kardiovaskulaarseid hälbeid, mida puhkeolekus ei esine ning mida võib kasutada kardiaalse funktsiooni adekvaatsuse määramiseks (Fletcher et al. 2001).

1.3.1. Koormustesti eesmärgid

Koormustesti eesmärk on progressiivselt kasvava kehalise stressi tingimustes hinnata koormusele reageerivate organsüsteemide kvaliteeti (ATS/ACCP 2003). Koormustesti on kasutatud müokardi isheemia provokatsiooniks ja identifitseerimiseks juba üle 60 aasta ning selle aja jooksul on antud testile lisandunud veel mitmeid kasutusvõimalusi. Tänapäeval kasutatakse koormustesti laialdaselt järgmistel eesmärkidel (Fletcher et al. 2013; Silvia, Saraiva 2004):

- koronaarhaiguse avastamiseks rindkerevaluga patsientidel,
- koronaarhaiguse anotoomilise ja funktsionaalse ägeduse hindamiseks,
- kardiovaskulaarsete häirete ja nendest tingitud surma ennetamiseks,
- kehaline võimekuse ja koormustaluvuse hindamiseks,
- koormusega seotud sümptomite hindamiseks,
- kronotroopse reservi, arütmiate ja implanteeritud simulaatori ravi tulemuste hindamiseks,
- meditsiiniliste sekkumiste mõju hindamiseks jne.

Koormustesti erinevate eesmärke mõistmine võimaldab testi läbiviijal valida sobiv meetod ning prognoosida testi maksimaalne koormus, et see oleks ohutu kuid samas sisaldaks piisavalt prognostilist ja diagnostilist informatsiooni (Fletcher et al. 2013).

Lastel kasutatakse koormustesti peamiselt kehalise töövõime, teadaolevate kardiaalsete kõrvalekallete ning koormusel ilmnevate sümptomite hindamiseks. Lastel teostatud koormustestide komplikatsioone esineb väga harva, seda isegi kaasasündinud südamehaiguste ja arütmiatega lastel (Gibbons et al. 1997).

1.3.2. Koormustesti läbiviimise tingimused

Standardsel koormustestil mõõdetakse vererõhk enne koormuse algust, koormusaegselt ning peale koormuse lõppu. Puhkeoleku vererõhu väärtused on üheks koormustesti alustamise kriteeriumiks – suhtelised vastunäidustused koormustesti läbiviimiseks täiskasvanutel on SVR>200 mmHg või DVR>120 mmHg (ATC/ACCP 2003) ning samuti kasutatakse neid koormusaegsete vererõhu väärtustega võrdlemiseks (kas toimub adekvaatne reaktsioon võrreldes puhkeoleku näitudega). Registreeritakse koormusaegne vererõhk, kusjuures liigne või tagasihoidlik vererõhu tõus võib viidata olulisele patoloogiale ning võib ekstreemsetel juhtudel olla ka testi katkestamise tingimuseks. Tuginedes ekspertide arvamusele,

katkestatakse test koheselt kui vaatamata koormuse tõusule langeb SVR>10 mmHg alla puhkeoleku väärtuste ning kui esineb ka teisi tunnuseid isheemiale. Samuti katkestatakse test kui SVR>250 mmHg ja DVR>115 mmHg (Fletcher et al. 2001). Hemodünaamiline monitooring jätkub ka koormusjärgsel perioodil, kuna mõningad kõrvalekalded (k.a. ebaadekvaatne vererõhu või südamelöögisageduse taastumine) võivad ilmned just taastumisperioodil (Sharman, LaGerche 2014).

1.4. Noorsportlaste spordimeditsiiniline terviseuuring (SMTU)

Spordimeditsiiniline terviseuuring annab ülevaate noor-, tervise või võistlussportlaste tervislikust seisundist ja kehalisest võimekusest. Terviseuuringu peamisteks eesmärkideks on vastunäidustuste ja osaliste piirangute väljaselgitamine spordiga tegelemiseks ning terviseriskide kindlakstegemine, mis võivad edaspidi olla põhjuseks äkksurma, vigastuste ja haiguste tekkel (Mägi et al 2009).

Eestis teostatakse noorsportlaste terviseuuringuid alates 2000. aastast. 2009. aasta aprillist viiakse seda läbi Eesti Haigekassa spordimeditsiiniliste terviseuuringute ennetusprojekti „Noorsportlaste tervisekontroll spordiga seotud terviseriskide ennetamiseks“ raames. Noorsportlaste tervisekontrolli sihtgruppi kuuluvad 9-19-aastased noored, kes tegelevad regulaarselt spordiga (lisaks kehalise kasvatus tundidele) ning kelle treeningtundide kestus on 5 või enam tundi nädalas (Eesti Spordimeditsiini Föderatsioon 2015).

Selles projektis osalevate asutuste arv on aasta-aastalt järjest kasvanud ning hetkel on neid juba 9. Kuigi nendes uuringukeskustes kasutatakse väga täpset aparatuuri, puuduvad siiani kaasajastatud ja ühtlustatud andmete interpreteerimise juhendmaterjalid.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Antud töö eesmärgiks on anda ülevaade 9-19-aastaste noorsportlaste puhkeoleku ja koormusega seotud vererõhu ning südame löögisageduse näitajatest, nende seostest vanuse, antropomeetriliste näitajate, kehalise töövõime ja spordialaga.

Lähtuvalt eesmärgist püstitati järgmised ülesanded:

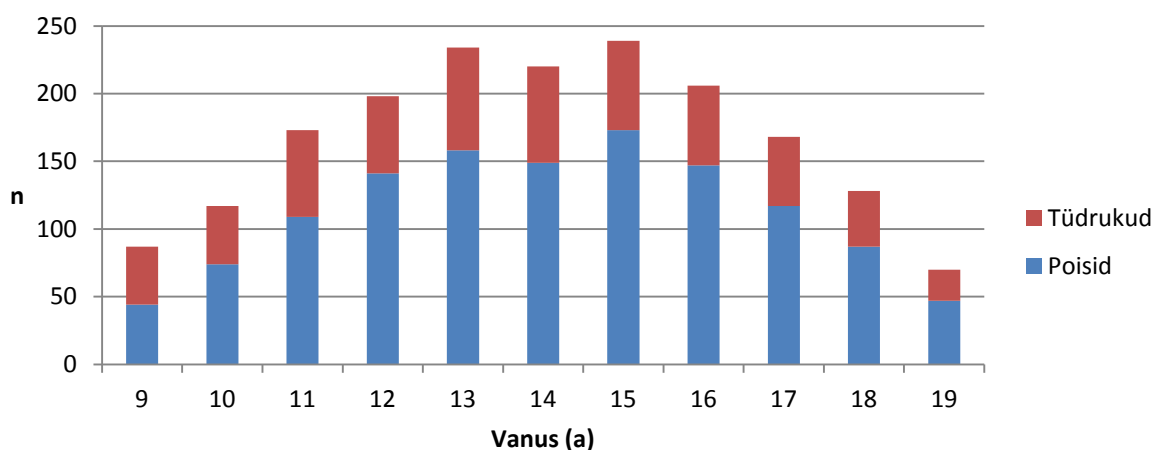
1. Kirjeldada puhkeoleku keskmisi vererõhu ja südame löögisageduse väärtusi erinevates vanusegruppides lastel nii poistel kui tüdrukutel.
2. Analüüsida koormusaegseid vererõhu ja südame löögisageduse reaktsioone ning nende taastumiskiirust, sh erinevate spordialade lõikes.
3. Hinnata hemodünaamiliste näitajate seoseid antropomeetriliste näitajate ja maksimaalse koormustaluvusega.

3. TÖÖ METOODIKA

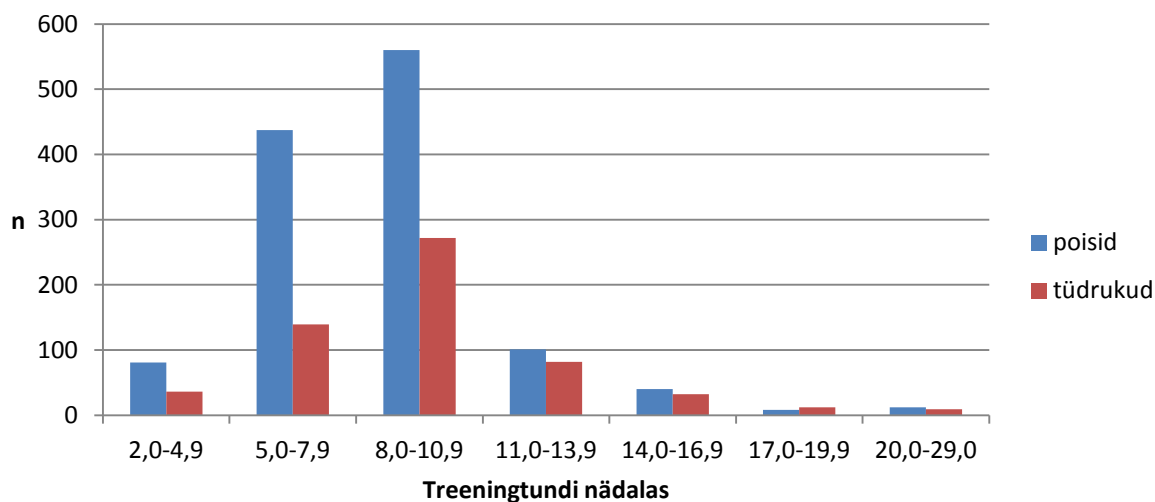
3.1. Vaatlusalused

Uuringusse kaasati 1. aprill - 15. november 2009 ja 1. jaanuar – 30. juuni 2014 a. spordimeditsiinilises terviseuuringus osalenud regulaarselt spordiga tegelevad lapsed ja noored vanuses 9-19 a. Kokku osales uuringus 1840 noorsportlast, kellest 1246 (67,7%) olid poisid ja 594 (32,3%) tüdrukud (Joonis 1).

Sportlaste keskmine treeningkoormus oli $8,6 \pm 3,0$ treeningtundi nädalas, poistel vastavalt $8,3 \pm 2,8$ ja tüdrukutel $9,2 \pm 3,4$ tundi nädalas. 12 noorsportlaste treeningkoormuste kohta puudusid andmed (Joonis 2).



Joonis 1. Noorsportlaste ealine ja sooline jaotuvus (n=1840)



Joonis 2. Noorsportlaste treeningkoormus nädalas (n=1828)

Erinevaid spordialasid, millega noorsportlased tegelesid oli kokku 33. Kõige suuremal määral olid esindatud jalgpall (n=383), korvpall (n=214) ja kergejõustik (n=198).

Spordialade grupeerimisel kasutati Mitchelli klassifikatsiooni (lisa 1), kus uuritavad jaotati erinevasse 9-sse rühma sõltuvalt spordiala dünaamilise või staatilise komponendi intensiivsusest.

Uuringu läbiviimiseks esitati taotlus ja saadi luba 237/M-11 Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteelt (Lisa 2)

3.2. Uuringu korraldus

Uuring viidi läbi SA Tartu Ülikooli Kliinikumi Spordimeditsiini ja taastusravi kliinikus. Noorsportlastel teostati arstlik läbivaatus koos koormustestiga. Terviseuuringule minnes pidi sportlasel ägedast haigusest möödama vähemalt kaks nädalat. Noorsportlaste tervisliku seisundi objektiivseks hindamiseks valiti testimiseks päev, millele ei eelnenud treeningut samal päeval ning raskeid treeninguid ja võistlusi ka eelnevatel päevadel. Samuti soovitati uuritavatel enne testi 3 tunni jooksul mitte süüa (Fletcher et al. 2001; Pescatello et al. 2014).

Uuritavatel mõõdeti kehapikkus (cm), kehamass (kg) ning arvutati välja kehamassiindeks (KMI) (kg/m^2). Seejärel registreeriti puhkeoleku vererõhk, milleks kasutati manuaalset meetodit (Mercury sfügmomanomeeter). Uuritavad olid istuvas asendis, mansett kinnitati paremale käsivarrele, nii et aparaat asetseks südamega samal kõrgusel. Puhkeoleku VR mõõtmine toimus peale viie minutist uuritavate rahunemist. Mõõtmisi teostati kolm korda ning vererõhu näiduks jäi mõõtmise madalaim tulemus (EHÜ 2009). Kõikidel uuringus osalejatel teostati 12-lülituseline puhkeoleku elektrokardiograafia (Cardiosoft versioon 5 GE Medical System, USA), mille käigus mõõdeti südame löögisagedus lamavas asendis (Sharman, LaGerche 2014; Mägi et al. 2009).

Koormustest viidi läbi veloergomeetril (eBike/PC Firmware Version 1.1, GE Medical systems, USA), kasutades puhkepausideta astmeliselt suurenevat koormust kuni maksimaalse suutlikkuseni. Esimese koormusastme raskus 0,5-1 W/kg, koormust suurendati iga kolme minuti järel 0,5-1 W/kg võrra (Maiste et al. 1999). Koormusaegse subjektiivse väsimuse hindamiseks kasutati Borgi skaalat 0-10 (Fletcher et al. 2001) Testi käigus registreeriti kehaline töövõime maksimaalsel koormusel (W, W/kg), mõõdeti vererõhk (mmHg) ja südame löögisagedus (lööki/min) koormuse iga koormusastme 2. ja 3. minutil. Maksimaalseks

vererõhuks loeti koormusel saavutatud kõrgeim vererõhk. Lisaks registreeriti vererõhu näitajad ning südame löögisagedus taastumisperioodi igal minutil 5 minuti vältel (Sharman, LaGerche 2014).

3.2.1. Uuringusse sisselülitavad kriteeriumid

- Koormustest, mis oli teostatud veloergomeetril
- Vanus 9-19 a.

3.2.2. Uuringust väljalülitavad kriteeriumid

- Kõrgeim vererõhk (rahvusvahelise haiguste klassifikatsiooni (RHK-10) diagnoosigrupid I10-I15, R03.0; kus I10-I15 on kõrgvererõhkaigused ning R03.3 kõrgeim vererõhu näit ilma hüpertensiooni diagnoosita),
- Koormustestide tulemused, mis olid sooritatud liikurajal.

3.3. Andmete statistiline analüüs

Andmete analüüsiks kasutati andmetöötlusprogrammi IBM SPSS Statistics 20. Uuritavate kirjeldamisel kasutati kirjeldavat statistikat (n, x, SD, %). Rühmadevaheliseks võrdluseks kasutati t-testi sõltumatutele ja sõltuvatele tunnustele. Tunnustevaheliste seoste hindamiseks kasutati korrelatsioon- ja osakorrelatsioonanalüüsi (r). Statistilise usalduse nivooks võeti $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

Uuritavate keskmised vanused, treeningkoormused, antropomeetrilised parameetrid, vererõhu-, südame löögisageduse ning kehaline töövõime näitajad on iga vanusaasta lõikes välja toodud lisas 3. Puhkeoleku ning koormusaegsed vererõhu ja südame löögisageduse referentsväärtused erinevates vanusegruppides on esitatud lisas 4 ja 5.

4.2. Vererõhk puhkeolekus, maksimaalsel koormusel ja taastumisel

Keskmised süstoolse ja diastoolse vererõhu väärtused puhkeolekus, maksimaalsel koormusel ja koormusjärgsel taastumisel on illustreeritud joonistel 3 ja 4.

4.2.1. Süstoolne vererõhk

Puhkeoleku süstoolne vererõhk vanuse suurenedes näitas tõusutendentsi. Poistel tõusis süstoolne vererõhk vanuse suurenedes keskmiselt 1,4 mmHg aastas, tüdrukutel vastavalt 0,6 mmHg. Vanuses 9-13 aastat ei olnud poiste ja tüdrukute keskmistel puhkeoleku süstoolsetel vererõhkudel statistiliselt olulist erinevust. Statistiliselt oluline diferents tüdrukute ja poiste vahel ilmnes 14-ndast eluaastast, näidates oluliselt kõrgemaid puhkeoleku SVR väärtusi poistel ($\geq 4,9$ mmHg; $p < 0,001$).

Võrreldes puhkeolekuga tõusis maksimaalsel koormusel süstoolne vererõhk poistel keskmiselt 55% ja tüdrukutel 52%. Sarnaselt puhkeolekuga olid maksimaalse koormuse süstoolse vererõhu näitajad vanuse suurenedes kõrgemad. Statistiliselt oluline erinevus sugude vahel maksimaalse süstoolse vererõhu näitajates ilmnes alates 13-ndast eluaastast ($\geq 5,2$ mmHg; $p = 0,02$) ning erinevus suurenes vanuse kasvades. Kõige suurem erinevus ilmnes 19 a poiste ja tüdrukute vahel (25 mmHg; $p < 0,0001$).

Süstoolse vererõhu koormusjärgsel taastumisel võis täheldada kõige kiiremat langust taastumise esimesel minutil. Vanuse suurenedes suurenes ka SVR taastumiskiirus (SVR_{max}-SVR_{T1}) esimeseks koormusjärgseks minutiks. Näiteks taastus SVR esimesel koormusjärgsel minutil 9-aastastel poistel 9%, 15-aastastel 27% ja 19-aastastel 37% maksimaalsest koormusaegsest SVR-st. Vastavas näitajas täheldati 16-19-aastastel poistel võrreldes tüdrukutega statistiliselt oluliselt kiiremat taastumist ($\geq 7,2$ mmHg; $p < 0,001$).

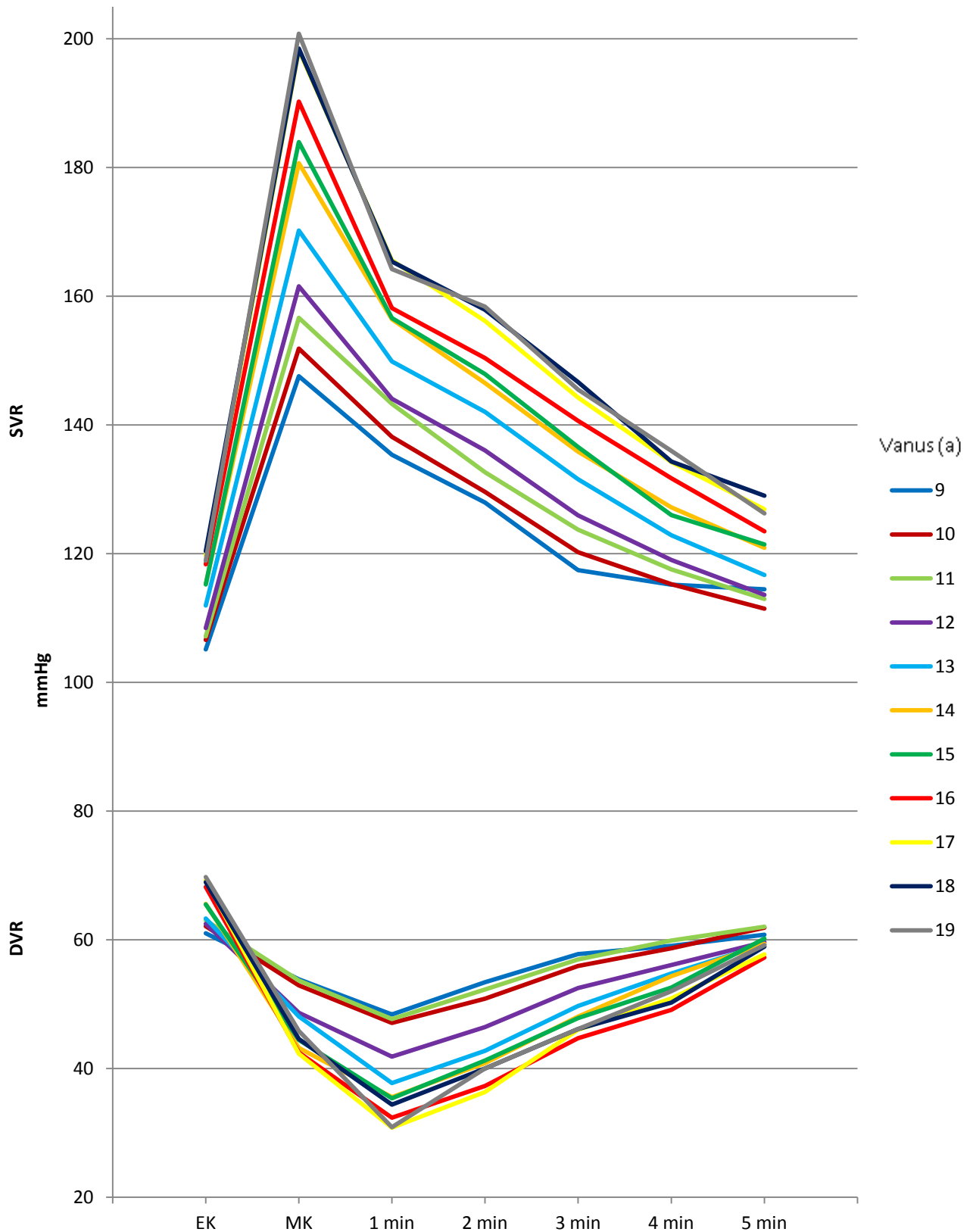
Teisel koormusjärgsel minutil SVR languse kiirus aeglustus oluliselt ($p < 0,05$) võrreldes nii esimese kui ka kolmanda minutiga, välja arvatud 11-aastastel noortel. Viies koormusjärgseks minutiks oli süstoolne vererõhk taastunud keskmiselt 94,2% ulatuses koormuseelsest SVR väärtusest.

4.2.2. Diastoolne vererõhk

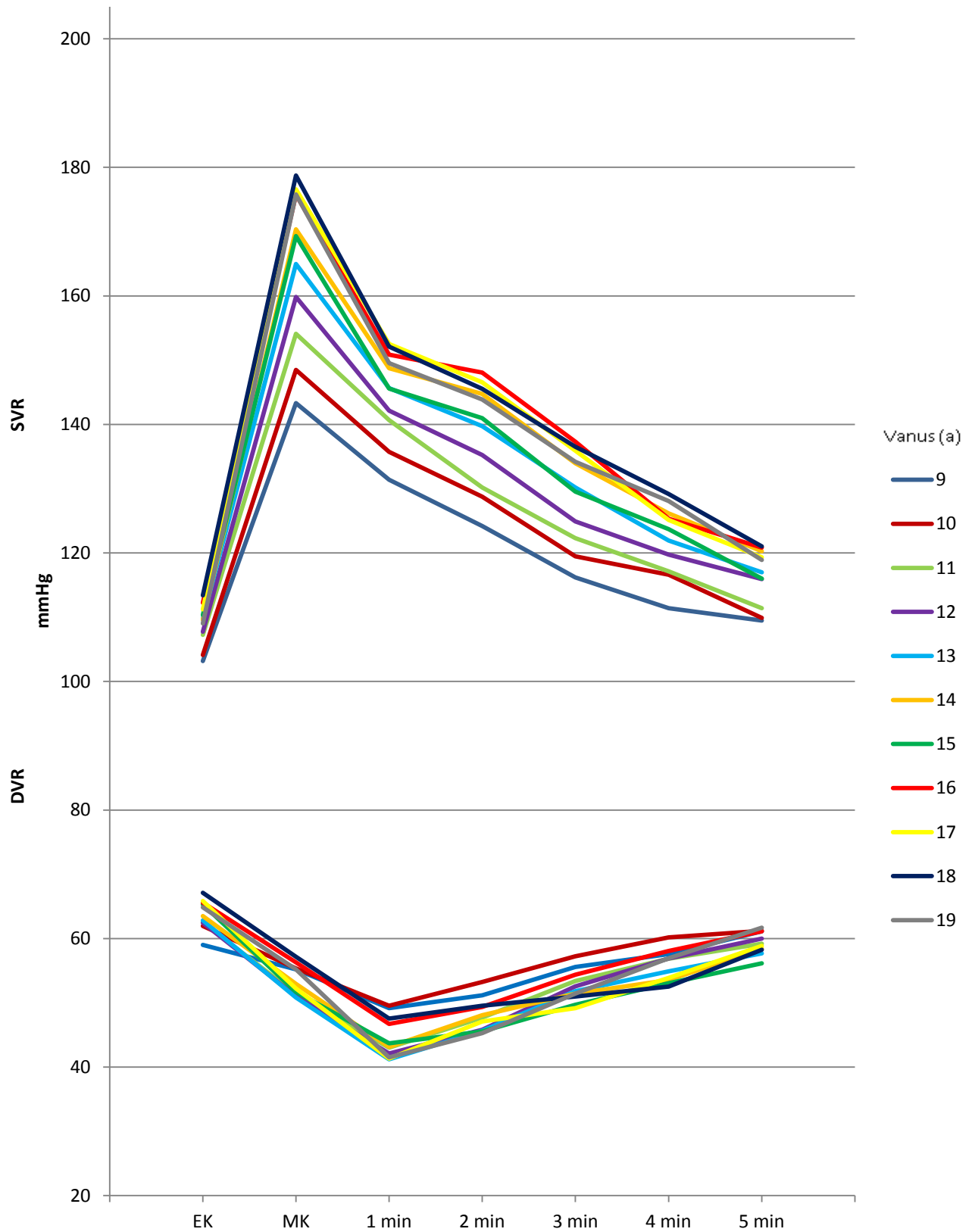
Sarnaselt süstoolse vererõhuga olid vanuse kasvades diastoolse vererõhu näitajad puhkeolekus suuremad, poistel vastavalt keskmiselt 0,9 ja tüdrukutel keskmiselt 0,6 mmHg aastas. Võrreldes tüdrukutega täheldati poistel statistiliselt oluliselt kõrgem puhkeoleku diastoolne vererõhk vanuses 14, 16, 17 ja 19 a ($\geq 2,1$ mmHg; $p < 0,05$).

Maksimaalsel koormusel langes diastoolne vererõhk statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$) võrreldes puhkeoleku DVR-ga, poistel keskmiselt 27% ning tüdrukutel 16%. Suurim DVR-i langus ilmnis poistel vanuses 16 a (38%), tüdrukutel vanuses 15 a (21%). Vanuses 14-19 a oli poistel statistiliselt oluliselt madalam diastoolne vererõhk maksimaalsel koormusel (DVRmax) võrreldes tüdrukutega ($\leq 7,3$ mmHg; $p < 0,05$).

Esimesel koormusjärgsel minutil ilmnis diastoolse vererõhu langustendents. Võrreldes DVR-ga maksimaalsel koormusel, langes see esimeseks koormusjärgseks minutiks poistel keskmiselt 19% ja tüdrukutel 17%. Alates teisest koormusjärgsest minutist hakkas DVR järkjärgult tõusma, saavutades viies minutiks keskmiselt 92,5% koormuseelsest diastoolsest vererõhust.



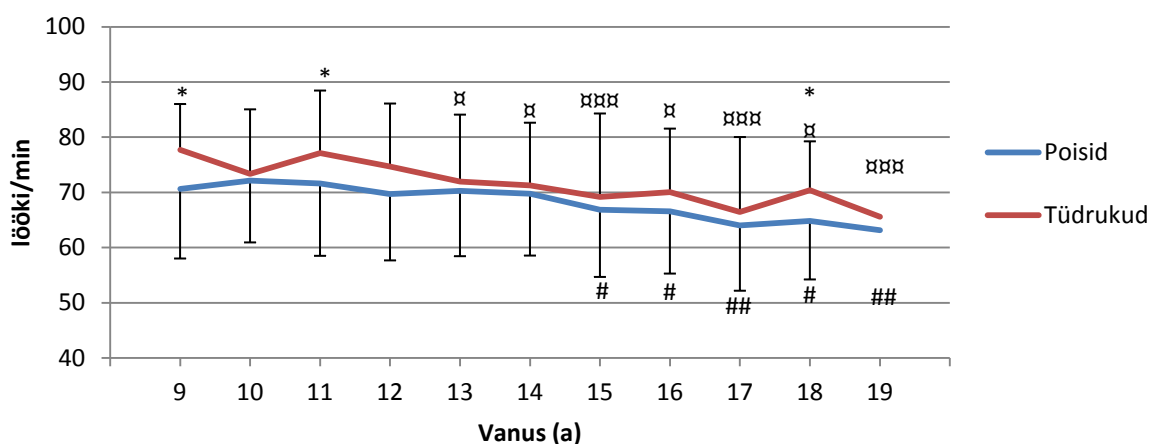
Joonis 3. 9-19-aastaste poiste süstoolne ja diastoolne vererõhk puhkeolekus, koormusel ja koormusjärgsel taastumisel, kus EK tähistab vererõhku enne koormuse algust, MK-maksimaalsel koormusel



Joonis 4. 9-19-aastaste tüdrukute süstoolne ja diastoolne vererõhk puhkeolekus, koormusel ja koormusjärgsel taastumisel, kus EK tähistab vererõhku enne koormuse algust, MK-maksimaalsel koormusel

4.1. Südame löögisagedus puhkeolekus, maksimaalsel koormusel ja taastumisel

Poiste ja tüdrukute puhkeoleku keskmised südame löögisagedused langesid vanuse kasvades (Joonis 5). Statistiliselt oluline erinevus keskmistes SLS väärtustes võrreldes 9-aastastega ilmnes poistel alates 15-ndast eluaastast ($p < 0,05$) ning tüdrukutel alates 13-ndast eluaastast ($p < 0,05$). Kuigi tüdrukute SLS oli poiste omast kõrgem igas vanuses, oli see statistiliselt oluliselt kõrgem vaid vanuses 9, 11 ja 18 eluaastat ($\geq 5,0$ lööki/min; $p < 0,05$).



Joonis 5. SLS puhkeolekus 9-19-aastastel noorsportlastel. * $p < 0,05$; võrreldes samaealiste poistega. # $p < 0,05$; ## $p < 0,001$; võrreldes 9-aastaste poistega. □ $p < 0,05$; □□□ $p < 0,000$; võrreldes 9-aastaste tüdrukutega

Keskmised südame löögisageduse väärtused maksimaalsel koormusel ja koormusjärgsel taastumisel on välja toodud joonisel 7 ja 8.

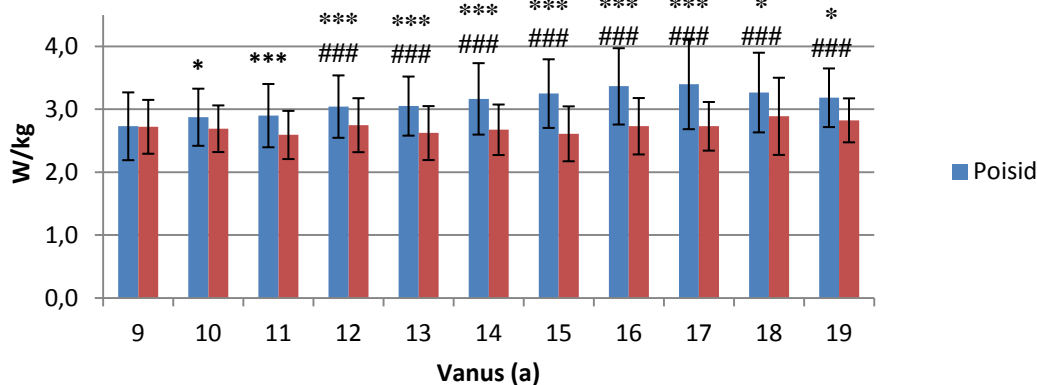
Võrreldes puhkeolekuga tõusis noorsportlaste SLS maksimaalsel koormusel keskmiselt 62,2%. Kogu valimi keskmine südame löögisagedus maksimaalsel koormusel oli 185 ± 11 lööki/min. Nii poistel kui tüdrukutel ilmnes SLSmax langustendents vanuse suurenedes. Statistiliselt oluline erinevus poiste ja tüdrukute maksimaalsel koormusel saavutatud SLS-ide vahel esines vaid 10-ndal eluaastal, kus see oli tüdrukutel keskmiselt 4,5 löögi võrra kõrgem ($p = 0,025$).

Südame löögisageduse suurim langus ilmnes esimesel koormusjärgsel minutil, alanedes võrreldes SLSmax väärtustega keskmiselt 38 ± 12 lööki/min poistel ja 33 ± 11 lööki/min tüdrukutel. Statistiliselt oluliselt kiiremat taastumist esimesel koormusjärgsel minutil täheldati

nooremates vanusegruppides (9-11 a) võrreldes vanemate vanusegruppidega ($p < 0,05$). Samuti oli viiendaks koormusjärgseks minutiks nooremates vanusegruppides SLS taastunud suuremal määral kui vanemates vanusegruppides, nt 9-aastastel oli see taastunud 74,1%, 19-aastastel 59,5% ulatuses. Sugudevahelises võrdluses selgus, et poistel olid statistiliselt oluliselt madalamad SLS väärtused esimesel taastumisminutil võrreldes samas vanuses tüdrukutega ($p < 0,05$), välja arvatud vanuses 16, 17 ja 19 eluaastat. Sugudevaheline erinevus SLS-s vähenes taastumisminutite jooksul ning viiendaks minutiks oli statistiliselt oluline erinevus säilinud 10, 11, 12, 14 ja 18-aastastel.

4.3. Kehaline töövõime

Poiste suhtelise kehalise töövõime (W/kg) näitajates täheldati kasvutendentsi vanuse suurenedes, tüdrukutel vastavates näitajates statistiliselt olulist erinevust ei esinenud. Poiste töövõime näitajad võrreldes tüdrukutega olid oluliselt kõrgemad alates 10-ndast eluaastast (Joonis 6).



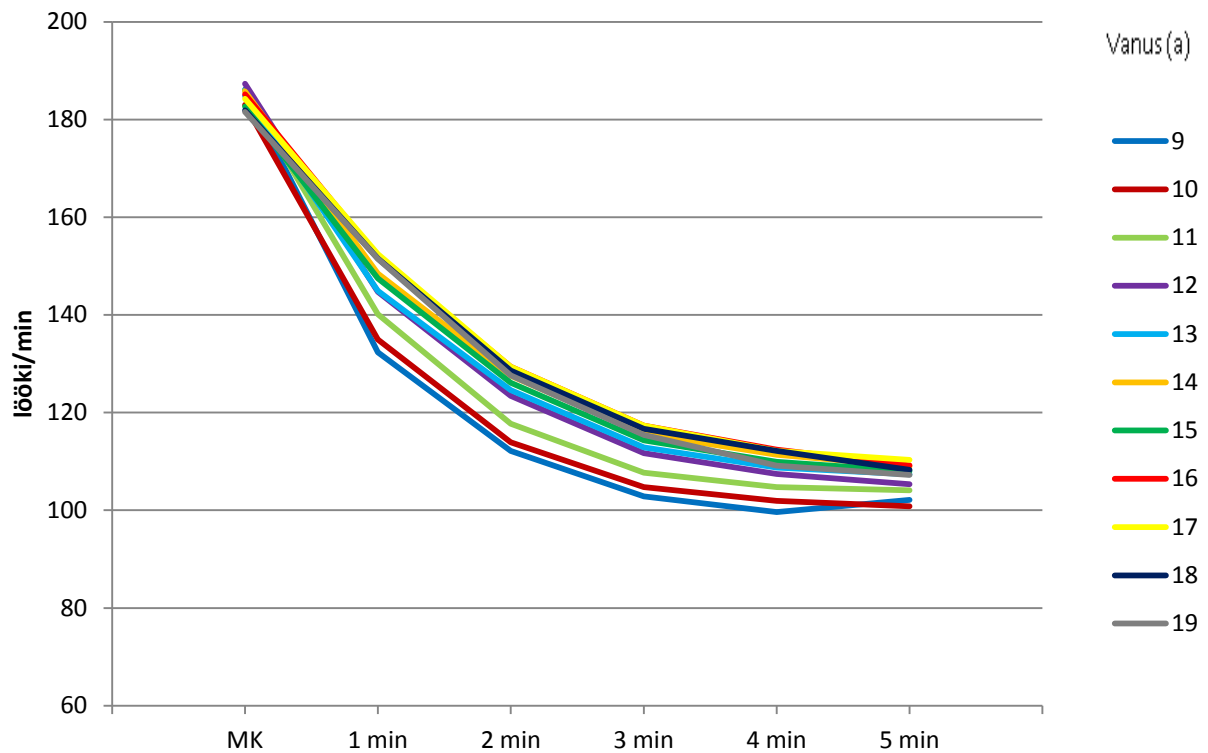
Joonis 6. Maksimaalne koormustaluvus (W/kg) erinevates vanuserühmades poistel ja tüdrukutel. * $p < 0,05$; *** $p < 0,0001$; võrreldes samaealiste tüdrukutega. #### $p < 0,0001$; võrreldes 9-aastaste poistega

4.4. Hemodünaamiliste parameetrite näitajad erinevate spordialade lõikes

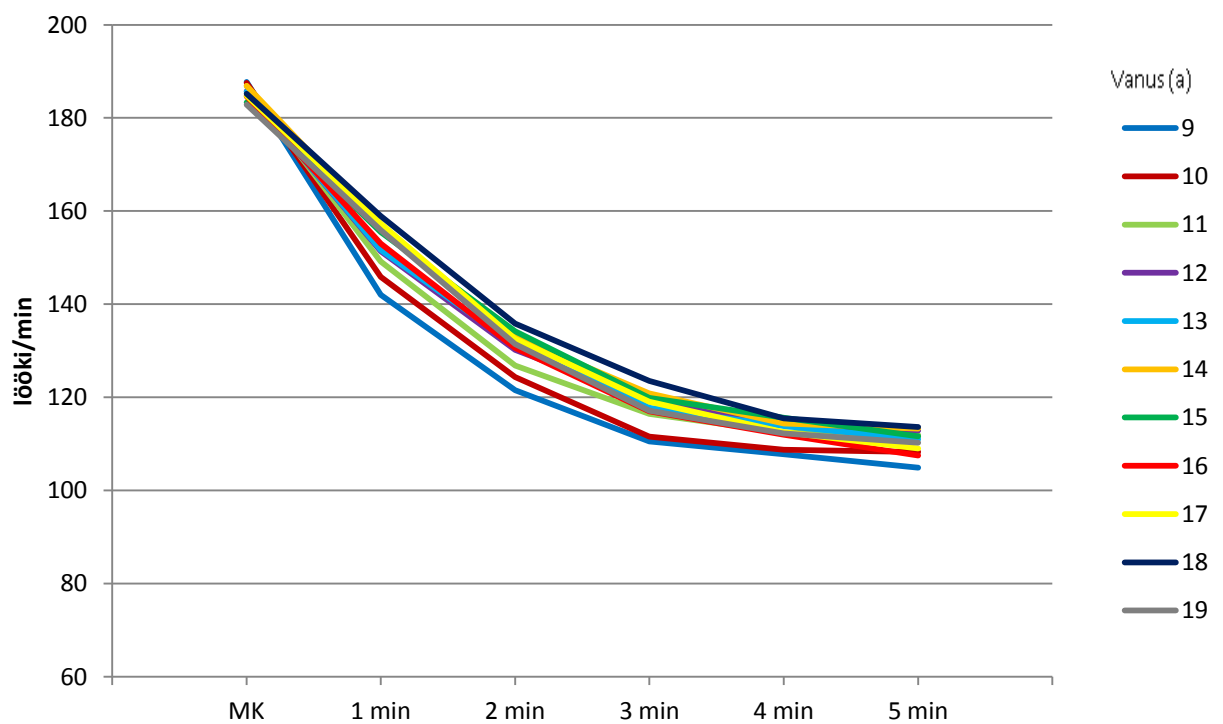
Tulenevalt spordialade ebäühtlasest jaotuvusest erinevate vanusegruppide vahel ei teostatud hemodünaamiliste parameetrite ja kehalise töövõime näitajate võrdlust igas vanuserühmas eraldi. Antud analüüs on teostatud ainult 15-aastaste poiste seas, kus uuritavate arv erinevates spordialagruppides (Mitchelli klassifikatsiooni alusel, vt lisa 1) oli kõige suurem.

Puhkeolekus SLS ja VR väärtustes gruppidevahelisi erinevusi ei täheldatud. Statistiliselt oluliselt madalam keskmine SVRmax oli grupis CI (kõrge dünaamiline/madal staatiline) võrreldes grupiga CII (kõrge dünaamiline/keskmine staatiline) (vastavalt 178 ± 20 mmHg ja 192 ± 17 mmHg; $p=0,001$). Grupi CI võrdlusele grupiga CIII (kõrge dünaamiline/kõrge staatiline) ilmnes statistiliselt oluline erinevus keskmistes SLSmax väärtustes, olles kõrgem grupis CIII (vastavalt 180 ± 12 mmHg ja 187 ± 11 mmHg; $p=0,025$). Koormusest taastumisel esines statistiliselt oluline erinevus gruppide CI ja CIII vahel vaid SVR taastumise kolmandal (vastavalt 133 ± 13 mmHg ja 142 ± 18 mmHg) ning neljandal minutil (vastavalt 122 ± 13 mmHg ja 131 ± 16 mmHg).

Samas vanuses poistel üksikute spordialade lõikes teostatud võrdluses ilmnesid statistiliselt oluliselt madalamad keskmised SRVmax väärtused jalgpalluritel (kuulub Mitchelli klassifikatsiooni järgi gruppi CI) võrreldes kergejõustikuga (kuulub gruppi BII) tegelevate noortega (vastavalt 177 ± 18 mmHg ja 188 ± 20 mmHg; $p=0,024$) ja korvpalluritega (kuulub gruppi CII) (191 ± 15 mmHg; $p=0,001$). Keskmine SLSmax oli statistiliselt oluliselt kõrgem jalgrattaspordi (kuulub gruppi CIII) esindajatel võrreldes jalgpalluritega (vastavalt 192 ± 11 lööki/min ja 180 ± 12 lööki/min; $p=0,001$), kergejõustiklastega (181 ± 8 lööki/min; $p=0,001$) ja korvpalluritega (184 ± 10 lööki/min; $p=0,018$).



Joonis 7. 9-19 aastaste poiste keskmised südame löögisagedused maksimaalsel koormusel ning koormusjärgsel taastumisel, kus MK tähistab vererõhku maksimaalsel koormusel



Joonis 8. 9-19 aastaste tüdrukute keskmised südame löögisagedused maksimaalsel koormusel ja koormusjärgsel taastumisel, kus MK tähistab vererõhku maksimaalsel koormusel

4.5. Puhkeoleku vererõhu seos vanuse ja antropomeetriliste näitajatega

Poistel (n=1246) täheldati SVR-i statistiliselt oluline seos nii kehapikkuse ($r=0,486$; $p=0,000$) kui KMI-ga ($r=0,392$; $p=0,000$). DVR-l oli oluline seos kehapikkuse ($r=0,337$; $p=0,000$) ja KMI-ga ($r=0,278$; $p=0,000$). Vanuse mõju elimineerimisel jäid antud seosed statistiliselt oluliseks ($r=0,126-0,222$; $p=0,000$).

Tüdrukutel (n=594) täheldati samuti SVR-i statistiliselt olulist seost kehapikkuse ja KMI-ga (vastavalt $r=0,291$; $p=0,000$ ning $r=0,310$; $p=0,000$). DVR-l oli statistiliselt oluline seos nii kehapikkuse ($r=0,241$; $p=0,000$) kui KMI-ga ($r=0,228$; $p=0,000$). Vanuse mõju elimineerimisel jäi oluline seos püsima SVR-i ja kehapikkuse ($r=0,123$; $p=0,003$), SVR-i ja KMI ($r=0,190$; $p=0,000$) ning DVR-i ja KMI ($r=0,088$; $p=0,032$) vahel. Vanuse mõju elimineerides muutus seos DVR-i ja kehapikkuse vahel statistiliselt mitteoluliseks ($r=0,046$; $p=0,262$).

4.6. Kehalise töövõime seos hemodünaamiliste näitajate ja treeningmahtudega

Poiste suhteline kehaline töövõime (W/kg) seostus oluliselt saavutatud maksimaalse koormusaegse SVR ja SLS-ga ning koormusjärgse (1-5 min) SVR ja SLS-ga ($r=0,059-0,312$; $p\leq 0,05$). Pöörvõrdeline seos ($r=-0,244-(-0,062)$; $p\leq 0,05$) esines kehaline töövõime ja maksimaalse koormusaegse ning taastumise DVR-ga.

Tüdrukutel esines statistiliselt oluline seos suhtelise kehalise töövõime ja saavutatud maksimaalse koormusaegse SVR-i ja SLS-ga, SVR-i taastumisega 1-5 koormusjärgsel minutil ning koormusjärgse taastumise SLS-ga esimesel minutil ($r=0,102-0,307$; $p<0,05$).

Nii poistel kui tüdrukutel esines statistiliselt oluline võrdeline seos treeningmahu ja suhtelise kehalise töövõime vahel (vastavalt $r=0,351$; $p=0,000$ ning $r=0,205$; $p=0,000$).

5. TULEMUSTE ARUTELU

Käesoleva töö eesmärgiks oli anda ülevaade 1.aprill - 15.november 2009 ja 1. jaanuar – 30. juuni 2014 a. SA Tartu Ülikooli Kliinikumi spordimediitsiini ja taastusravi kliinikus läbi viidud regulaarselt spordiga tegelevate laste ja noorte puhkeoleku ja koormusaegsete vererõhu ning südame löögisageduse näitajatest, nende seostest vanuse, antropomeetriliste näitajate ja kehalise töövõimega.

Kokku osales uuringus 1840 noorsportlast vanuses 9-19 eluaastat, kellest 67,7% olid poisid ja 32,3% tüdrukud. Sportlaste keskmine treeningkoormus oli $8,6 \pm 3,0$ treeningtundi nädalas. Noorsportlased treenisid kõige sagedamini koormusega 5-11 tundi nädalas, kuid oli ka neid, kelle treeningkoormused ületasid 20 tundi nädalas ($n=21$).

Erinevaid spordialasid esines kokku 33. Enim olid esindatud jalgpall, korvpall ja kergejõustik. Eesti spordiregistri andmetel (seisuga 13.01.2015) on Eestis alla 19-aastaste noorte seas kõige populaarsem spordiala jalgpall ($n=14337$), sellele järgnevad ujumine ($n=8475$), võimlemine ($n=8380$), korvpall ($n=5668$) ja kergejõustik ($n=5351$) (Kultuuriministeerium 2015). Seega on meie uuringus populaarsemad spordialad kõik esindatud.

Uuringusse valiti need koormustestide tulemused, mis olid teostatud veloergomeetril, kuna liikurrajal sooritatud testil on tehnilistel põhjustel koormusaegsete adekvaatsete vererõhu väärtuste määramine raskendatud ning vastavad andmed reeglina koormustesti protokollis puuduvad.

Meie uuringutulemuste alusel on esitatud keskmised puhkeoleku ja koormusaegsete vererõhkude ja südamelöögisageduste andmed nii iga vanusaasta kohta eraldi kui ka vanusegrupiti.

5.1. Vererõhk

5.1.1. Vererõhk puhkeolekus

Antud töö tulemustest järeldus, et puhkeoleku vererõhk (nii süstoolne kui diastoolne) tõusid vanuse suurenedes nii poistel kui tüdrukutel (Joonis 3 ja 4). Seda on näidanud ka mitmed varasemad uuringud (Barba et al. 2014; Wanne, Haapoja 1988). Nooremaeliste madalama

vererõhu põhjuseks arvatakse olevat nende väiksem südame minuti- ja löögimaht ning madalam perifeerne resistentsus võrreldes vanemaelistega (Bar-Or 1983).

Käesoleva töö tulemused näitasid, et puhkeoleku vererõhkude keskmiste väärtuste statistiliselt olulised erinevused poiste ja tüdrukute vahel ilmnisid alates 14-ndast eluaastast. Wanne ja Haapoja (1988), kes uurisid tervete laste (9-18 a) vererõhu näitajaid, leidsid samuti, et poistel esines peale puberteeti (vanuses 14-18 a) oluliselt kõrgemad puhkeoleku SVR väärtused kui tüdrukutel, samas ei leitud olulist erinevust vanuses 9-12 aastat. Ahmad et al. (2001) ja Becker et al. (2006) kirjeldasid analoogselt soolise diferentsi ilmnemist puhkeoleku süstoolse vererõhus alates 14-ndast eluaastast, kuid erinevusi puhkeoleku DVR väärtustes nad ei leidnud. Meie tööst selgus aga, et puhkeoleku diastoolne vererõhk erines samuti oluliselt poiste ja tüdrukute vahel alates 14-ndast eluaastast (va 18-aastaste võrdlusel), näidates kõrgemaid väärtusi poistel.

Becker et al. (2007), kes uurisid 218 10-19-aastase noore vererõhu näitajaid, leidsid statistiliselt olulise seose puhkeoleku vererõhu ja vanuse ning antropomeetrilist parameetrite vahel (va tüdrukute süstoolse vererõhu ja KMI vahel). Meie poolt läbiviidud analüüsil ilmnis samuti positiivne korrelatsioon puhkeoleku süstoolse ja diastoolse vererõhu ning pikkuse ja KMI vahel nii poistel kui tüdrukutel. Vanuse mõju elimineerimisel jäi statistiliselt oluline seos antud näitajate vahel püsima (va tüdrukute diastoolse vererõhu ja pikkuse vahel).

5.1.2. Vererõhk maksimaalsel koormusel

Maksimaalne süstoolne vererõhk on seotud maksimaalse töövõime ja puhkeoleku süstoolse vererõhu absoluutväärtustega. Süstoolse vererõhu tõus maksimaalsel koormusel on südame löögimahu, süsteemse vaskulaarse resistentsuse ja vasaku vatsakese väljutusaja koosmõju tulemus (James et al. 1980). Käesolevas uurimuses täheldati SVR tõusu rahuolekust maksimaalsele koormusele keskmiselt 55% ulatuses poistel ja 52% ulatuses tüdrukutel. Kehaline töövõime oli positiivses olulises korrelatsioonis SVR_{max}-ga.

Kirjanduses leidub vastakaid kirjeldusi diastoolse vererõhu reaktsioonist koormusele. Ühed autorid väidavad, et diastoolne vererõhk koormusel tõuseb (Ahmad et al. 2001), teised aga, et DVR püsib muutumatuna või langeb (Becker et al. 2006; Fletcher et al. 1995). Meie töö tulemused toetavad viimaste autorite arvamust – DVR langes maksimaalsel koormusel statistiliselt olulisel määral võrreldes puhkeoleku DVR-ga. Üheks võimalikuks põhjuseks uuringute vahelisele vastuolulistele tulemustele võib olla tingitud asjaolust, et lastel on

koormusaegne vererõhu mõõtmine tehnilistel põhjustel raskendatud (Washington et al. 1994). Üldjoontes võib täheldada, et teaduskirjanduses ja kliinilises praktikas DVR koormusaegsele muutusele olulist diagnostilist tähendust ei omistata.

Sugudevahelises võrdluses leidsime statistiliselt olulise erinevuse SVRmax näitajates alates 13-ndast eluaastast ja erinevus kasvas vanuse suurenedes, näidates kõrgemaid SVRmax väärtusi poistel. DVRmax erinevus poiste ja tüdrukute vahel ilmnes alates 14-ndast eluaastast, kus poistel täheldati statistiliselt oluliselt madalamaid DVRmax väärtusi kui tüdrukutel. Üks põhjendustest, miks suurematel kehalistel koormustel sugudevaheline erinevus tekib, võib olla poistel esinev kõrgem südame minutimaht (Bar-Or 1983). Veel arvatakse sugudevahelise SVRmax erinevuse põhjuseks olevat asjaolu, et naissoost isikutel on väiksemad südame mõõtmed, väiksem veremaht ja hemoglobiini kontsentratsioon, millest tingituna on neil ka väiksem südame löögimaht ja vere hapniku transpordivõime (Rivera-Brown, Frontera 2012).

5.1.3. Vererõhk koormusest taastumisel

Normaalsetel juhtudel süstoolne vererõhk peale maksimaalse koormuse lõppu enamasti langeb kiiresti ning saavutab puhkeoleku taseme kuue minuti jooksul või isegi varem (Becker et al. 2006; Fletcher et al. 1995; Washington et al. 1994). Käesolevas uuringus vaadeldi vererõhu taastumist peale maksimaalse koormuse lõppu 5 minuti jooksul ning selleks ajaks oli SVR taastunud keskmiselt 95% ulatuses.

DVR näitas langustendentsi esimesel koormusjärgsel minutil, saavutades 205-l juhul isegi väärtuse 0 mmHg. Selline koormuse ajal või pärast koormust tekkivat lõputu tooni fenomen viitab üldise perifeerse takistuse tugevale vähenemisele koormuse ajal. Antud düstooniline reaktsioon võib tekkida pärast tugevat koormust ja seda ei peeta noorukitel patoloogiliseks (Maiste et al. 1999). Alates teisest koormusjärgsest minutist hakkas DVR järk-järgult tõusma ning saavutas viiendaks minutiks 92% koormuseelsest DVR-st.

5.2. Südame löögisagedus

5.2.1. Südame löögisagedus puhkeolekus

Puhkeoleku südame löögisagedusel on kindel ealine dünaamika. Vastsündinutel on see väga kõrge (130-160 lööki/min), sest südame kambrite maht on väike ja organismi verega varustamiseks on vaja kiiremat südame löögisagedust. Vanemaks saades laste süda suureneb ning südamekambrite maht kasvab. Selle tulemusena suureneb südame löögimaht ja vastavalt

väheneb rahuoleku südame löögisagedus. Täiskasvanule omane südame löögisageduse rahuolekutase (60-90 lööki/min) saavutatakse vanuses 18-22 aastat (Landör 2009). Meie poolt läbiviidud uuringus täheldati samuti SLS-i langust vanuse kasvades, vanuses 19 eluaastat oli see keskmiselt poistel 63 lööki/min ja tüdrukutel 66 lööki/min (lisa 3).

5.2.2. Südame löögisagedus maksimaalsel koormusel

Kardiovaskulaarsüsteemi esmane reaktsioon koormusele on uitnärvi toonuse langusest tingitud südamelöögisageduse tõus (Washington et al. 1994). Südame löögisageduse reaktsiooni koormusele mõjutavad mitmed tegurid – kehaasend, teatud kehalised seisundid, tervis, veremaht, keskkond jne (Fletcher et al. 1995). Kõige enam aga mõjutab SLSmax-i eluiga – vanuse suurenedes keskmine SLSmax väheneb (Tanaka et al. 2001). Mitmed allikad viitavad, et maksimaalset SLS-i hakkab vanus mõjutama aga alles alates puberteedieast, mille tulemusena SLSmax langeb keskmiselt 0,7-0,8 lööki/min aastas (Bar-Or 1983; Washington et al. 1994). Käesoleva töö tulemused kinnitavad samuti, et alates 14-ndast eluaastast on SLSmax langustendents suurem kui nooremates vanusegruppides (14-19-aastastel langes SLSmax vanusega keskmiselt 0,8 lööki/min aastas; 9-13-aastastel vastavalt 0,1 lööki/min aastas).

Erinevate allikate põhjal jäävad tervete laste ja noorte veloergomeetrial saavutatud keskmised maksimaalsed SLS väärtused vahemikku 186-211 lööki/min (Turley 1997). Käesolevas töös oli uuritavate keskmine SLS maksimaalsel koormusel 185 ± 11 lööki/min.

5.2.3. Südame löögisagedus koormusest taastumisel

Südame löögisageduse koormusjärgne taastumine vanuse suurenedes aeglustub. Käesolevas töös ilmnis, et noorematel lastel taastus SLS kiiremini ja suuremas ulatuses kui vanemates vanusegruppides. SLS taastumine oli enamasti kiirem poistel kui tüdrukutel. Vanuse mõju SLS taastumisele on täheldatud ka varasemates uuringutes (Antelmi et al. 2008; Baraldi et al. 1991). Baraldi et al. (1991) mõõtsid SLS taastumist peale 1-minutilist koormust 9-aastastel lastel (n=10) ning 33-aastastel meestel (n=12) ning leidsid, et kõrge intensiivsusega koormusest taastumine oli lastel statistiliselt ($p < 0,001$) oluliselt kiirem kui täiskasvanutel. Antelmi et al. (2008), kes uurisid 485 terve inimese (vanuses 15-82 a) koormusjärgset SLS-i taastumist leidsid samuti positiivse korrelatsiooni taastumisaegse SLS-i ja vanuse vahel – nooremad taastusid kiiremini kui vanemad vaatlusalused. Samuti leidsid nad, et naistel taastus SLS esimesel kolmel koormusjärgsel minutil kiiremini kui meestel (Antelmi et al. 2008).

Meie uuringus olid aga poistel enamasti taastumisel madalamad SLS väärtused kui tüdrukutel (Joonis 7 ja 8).

5.3. Koormusaegsed vererõhu ja südame löögisageduse näitajad erinevate spordialade esindajatel

Uuringud on näidanud, et erineva suunitlusega (vastupidavus/jõutreening) treeningud võivad olla seotud hüpertensiooni tekke riskiga. Oluliseks riskirühmaks peetakse eelkõige jõualade esindajaid ning uuringud on näidanud, et nendel võib olla kõrgeenenud vererõhk üsna sage probleem (Zatsiorsky 1995). Paraku ei ole kõrgvererõhktõvesse haigestumuse riski osas jõualade esindajate seas ühesele seisukohale jõutud, näidates vastuolulisi tulemusi (Kujala et al. 2003; Hernelahti et al. 2002). Karpinos et al. (2013) väidavad, et noortel jalgpalluritel on suurem risk hüpertensiooni tekkeks kui teistel samaealistel spordialade esindajatel. Meie aga leidsime oma töös, et 15-aastaste poiste seas olid jalgpalluritel statistiliselt oluliselt madalamad SVRmax näitajad kui kergejõustiklastel või korvpalluritel, samuti täheldati jalgpalluritel statistiliselt oluliselt madalamaid SVR väärtusi ka taastumise kolmandal ja neljandal minutil. Erinevusi puhkeoleku SVR ja SLS väärtustes ei täheldatud. Kuigi vastuolulisus karpinos et al. (2013) uuringutulemustega võib olla tingitud paljudest teguritest alustades uuringu korraldusest, uuritavate vanuselisest erinevusest, pärilikkusest, keskkonnafaktoritest jne. Meie töös olid vererõhu ja südamelöögisageduse spordialaspetsiifilise hindamise takistavateks teguriteks valimi ebaühtlane jaotuvus spordialade lõikes, seega ei olnud otstarbekas spordialasid omavahel võrrelda.

JÄRELDUSED

Antud uuringu tulemustest järeldus, et:

1. Keskmine puhkeoleku vererõhk (nii süstoolne kui diastoolne) vanuse tõustes näitab kõrgemaid väärtusi. Sooline diferents ilmneb alates 14-st eluaastast ning näitab oluliselt kõrgemaid väärtusi poistel võrreldes tüdrukutega. Vanuse suurenedes puhkeoleku südamelöögisagedus langeb ning omab soolist diferentsi, näidates tüdrukutel kõrgemaid väärtusi võrreldes poistega.
2. Koormusaegne süstoolne vererõhk tõuseb oluliselt ning on väga variatiivne näitaja, jäädes vahemikku 110-260 mmHg. Koormusaegne diastoolne vererõhk langeb oluliselt võrreldes puhkeoleku väärtustega. Maksimaalse koormusaegse südame löögisageduse näitajates ei täheldatud statistiliselt olulist soolist ega vanuselist erinevust, südame löögisageduse taastumine on oluliselt kiirem nooremates vanusegruppides. Süstoolse vererõhu ja südame löögisageduse taastumiskiirus on koormusjärgselt kõige suuremad taastumise esimesel minutil.
3. Puhkeoleku vererõhk seostub oluliselt keha pikkuse ja kehamassiindeksiga ning vanuse mõju nendele seostele on statistiliselt ebaoluline. Suhteline kehaline töövõime (W/kg) seostub oluliselt saavutatud maksimaalse koormusaegse ning koormusjärgse süstoolse vererõhu ja südame löögisagedusega nii poistel kui tüdrukutel.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Ahmad, F., Kavey, R.E.W., Kveselis, D.A., Gaum, W.E., Smith, F.C.** Responses of non-obese white children to treadmill exercise. *The Journal of Pediatrics*, 2001;139:284-290.
2. **American Thoracic Society/American College of Chest Physicians.** ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003;167:211–277.
3. **Antelmi, I., Chuang, E.Y., Grupi, C.J., Latorre, M.R.D.O., Mansur, A.J.** Heart Rate Recovery after Treadmill Electrocardiographic Exercise Stress Test and 24-Hour Heart Rate Variability in Healthy Individuals. *Arq Bras Cardiol*, 2008;90:380-385.
4. **Baraldi, E., Cooper, D.M., Zanconato, S., Armon, Y.** Heart Rate Recovery from 1 Minute of Exercise in Children and Adults. *Pediatric Research*, 1991;29:575-579.
5. **Barba, G., Buck, C., Bammann, K., Hadjigeorgiou, C., Hebestreit, A. et al.** Blood pressure reference values for European non-overweight school children: The IDEFICS study. *International Journal of Obesity*, 2014;38:S48-S56.
6. **Bar-Or, O.** Pediatric sports medicine for the practitioner. 1983, New York: Springer-Verlag.
7. **Baxter-Jones, A.D.G., Thompson, A.M., Malina, R.M.** Growth and Maturation in Elite Young Female Athletes. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 2002;10:42-49.
8. **Becker, M., Silva, O.B., Moreira, I.E.G., Victor, E.G.** Arterial Blood Pressure in Adolescents During Exercise Stress Testing. *Arq Bras Cardiol*, 2007;88:297-300.
9. **Dores, H., Freitas, A., Malhotra, A., Mendes, M., Sharma, S.** The hearts of competitive athletes: An up-to-date overview of exercise-induced cardiac adaptations. *Rev Port Cardiol.*, 2014;1-14.
10. **Eesti Hüpertensiooni Ühing (EHÜ) ja Eesti Kardioloogide Selts (EKS).** Eesti Hüpertensiooniühingu ja Eesti Kardioloogide Seltsi arteriaalse hüpertensiooni juhised. *Journal of the Estonian Society of Hypertension*, 2009; 12-49
11. **Eesti Spordimeditsiini Föderatsioon.** Noorsportlase tervis. 2009-2015.
[<http://www.kliinikum.ee/noorsportlasele/index.php?pageID=1>] 8.01.2015.
12. **Fletcher, G.F., Ades, P.A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G.J., Bittner, V.A., Coke, L.A., Fleg, J.L., Forman, D.E., Gerber, T.C., Gulati, M., Madan, K.,**

- Rhodes, J., Thompson, P.D., Williams, M.A.** Exercise Standards for Testing and Training. A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 2013; 128:873-934.
- 13. Fletcher, G.F., Balady, G., Froelicher, V.F., Hartley, H.L., Haskell, W.L., Pollock, M.L.** A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation*, 1995;91:580-615.
- 14. Fletcher, G.F., Balady, G.J., Amsterdam, E.A., Chaitman, B., Eckel, R., Fleg, J. et al.** Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001;104:1694–1740.
- 15. Gellish, R.L., Goslin, B.R., Olson, R.E., McDonald, A., Russi, G.D., Moudgil, V.K.** Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc.*, 2007;39:822-829.
- 16. Georgopoulos, N.A., Roupas, N.D., Theodoropoulou, A., Tsekouras, A., Vagenakis, A.G., Markou, K.B.** The influence of intensive physical training on growth and pubertal development in athletes. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 2010;1205:39-44.
- 17. Gibbons, R.J., Balady, G.J., Beasley, J.W., Bricker, J.T., Duvernoy, F.C., Froelicher, V.F., et al.** ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol*, 1997;30:260-315.
- 18. Hernelahti, M., Kujala, U.M., Kaprio, J., et al.** Long-term vigorous training in young adulthood and later physical activity as predictors of hypertension in middle-aged and older men. *Int J Sports Med*, 2002;23:178-182.
- 19. Ichinose, M., Maeda, S., Kondo, N., Nishiyasu, T.** Blood pressure regulation II: what happens when one system must serve two masters – oxygen delivery and pressure regulation? *Eur J Appl Physiol*, 2013.
- 20. James, F.W., Kaplan, S., Glueck, C.J., Tsay, J.Y., Knight, M.J.S., Sarwar, C.J.** Responses of Normal Children and Young Adults to Controlled Bicycle Exercise. *Circulation*, 1980;61:902-912.
- 21. Karpinos, A.R., Roumie, C.L., Nian, H., Diamond, A.B., Rothman, R.L.** High Prevalence of hypertension Among Collegiate Football Athletes. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2003;6:716-723.
- 22. Kujala, U.M., Marti, P., Kaprio, J., et al.** Occurrence of chronic disease in former top-level athletes. Predominance of benefits, risks or selection effects? *Sports Med*, 2003;33:553-561.

- 23. Kultuuriministeerium. Spordikoolituse ja –Teabe SA.** Eesti Spordiregister. 2015.
[<https://www.spordiregister.ee/index.php?ac=stat>] 13.01.2015
- 24. Landõr, A.** Südame löögisageduse monitoring võistlusspordis, tervisespordis ning liikumisravis. 2009, Tartu, Tartu Ülikooli Kirjastus.
- 25. Lauer, M.S., Levy, D., Anderson, K.M., Plehn, J.F.** Is there a relationship between exercise systolic blood pressure response and left ventricular mass? The Framingham Heart Study. *Ann Intern Med* 1992; 116: 203–210.
- 26. Lurbe, E., Sorof, J.M., Daniels, S.R.** Clinical and Research Aspects of Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Children. *J Pediatr*, 2004;144:7-16.
- 27. Maaros, J.** Südamepuudulikkusega haigete taastusravi. Tartu Ülikool, 2002
- 28. Maiste, E., Matsin, T., Utso, V.** Tervise ja kehalise töövõime arendamine noorukieas. 1999, Tartu, Tartu Ülikooli Kirjastus
- 29. Malina, R.M.** Top 10 Research Questions related to Growth and Maturation of Relevance to Physical Activity, Performance, and Fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2014;85:157-173.
- 30. Mitchell, J.H., Haskell, W., Snell, P., Van Camp, S.P.** Task Force 8: Classification of Sports. 36th Bethesda Conference: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:1364-1367.
- 31. Mägi, A., Kuik, R., Maaros, J., Mardna, M., Landõr, A., Ignatjeva, N., Ojamaa, M.** Noorsportlaste spordimeditsiiniliste terviseuringute juhised. Projekt: Noorsportlaste tervisekontroll spordiga seotud terviseriskide (sh südame-veresoonkonna haiguste ja äkksurma) ennetamiseks. 2009.
[<http://www.kliinikum.ee/noorsportlastele/uploads/files/Noorsportlaste%20spordimeditsiiniliste%20terviseuringute%20juhised%202009.pdf>], 28.01.2014.
- 32. Pescatello, L.S., Arena, R., Riebe, D., Thompson, P.** American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th edition Wolters Kluwer: Philadelphia, PA, USA, 2014.
- 33. Rivera-Brown, A.M., Frontera, W.R.** Principles of Exercise Physiology: Responses to Acute Exercise and Long-term Adaptations to Training. *PM R*, 2012;4:797-804.
- 34. Sharman, J.E., LaGerche, A.** Exercise blood pressure: clinical relevance and correct measurement. *Journal of Human Hypertension*, 2014;1-8.
- 35. Silva, O.B., Saraiva, L.C.R.** Exercise test indications in children and adolescents. *Rev Bras Med Esporte*, 2004;10:420-423

36. **Swaminathan, S.** Exercise Testing in Children: Indications and Technique. *Indian J Pediatr*, 1991;58:305-310.
37. **Zatsiorsky, M.V.** Science and Practise of Strenght Training. Human Kinetics, 1995
38. **Zauner, W.Z., Maksud, M.G., Melichna, J.** Physiological Considerations in Training Young Athletes. *Sports Medicine*, 1989;8:15-31.
39. **Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R.** Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:153-156.
40. **Turley, K.R.** Cardiovascular Responses to Exercise in Children. *Sports Med.*, 1997;24:241-257
41. **Wanne, O.P.S., Haapoja, E.** Blood pressure during exercise in healthy children. *Eur J Appl Physiol*, 1988;58:62-67.
42. **Washington, R.L., Bricker, J.T., Alpert, B.S., Daniels, S.R., Deckelbaum, R.J., Fisher, E.A., Giddings, S.S., Isabel-Jones, J., Kavey, R.E., Marx, G.R.** Guidelines for exercise testing in the pediatric age group. From the Committee on Atherosclerosis and Hypertension in Children, Council on Cardiovascular Disease in the Young, the American Heart Association. *Circulation*, 1994;90:2166-2179.

Evaluation of blood pressure and heart rate at rest and maximal intense exercise in 9 to 19 year old athletes.

SUMMARY

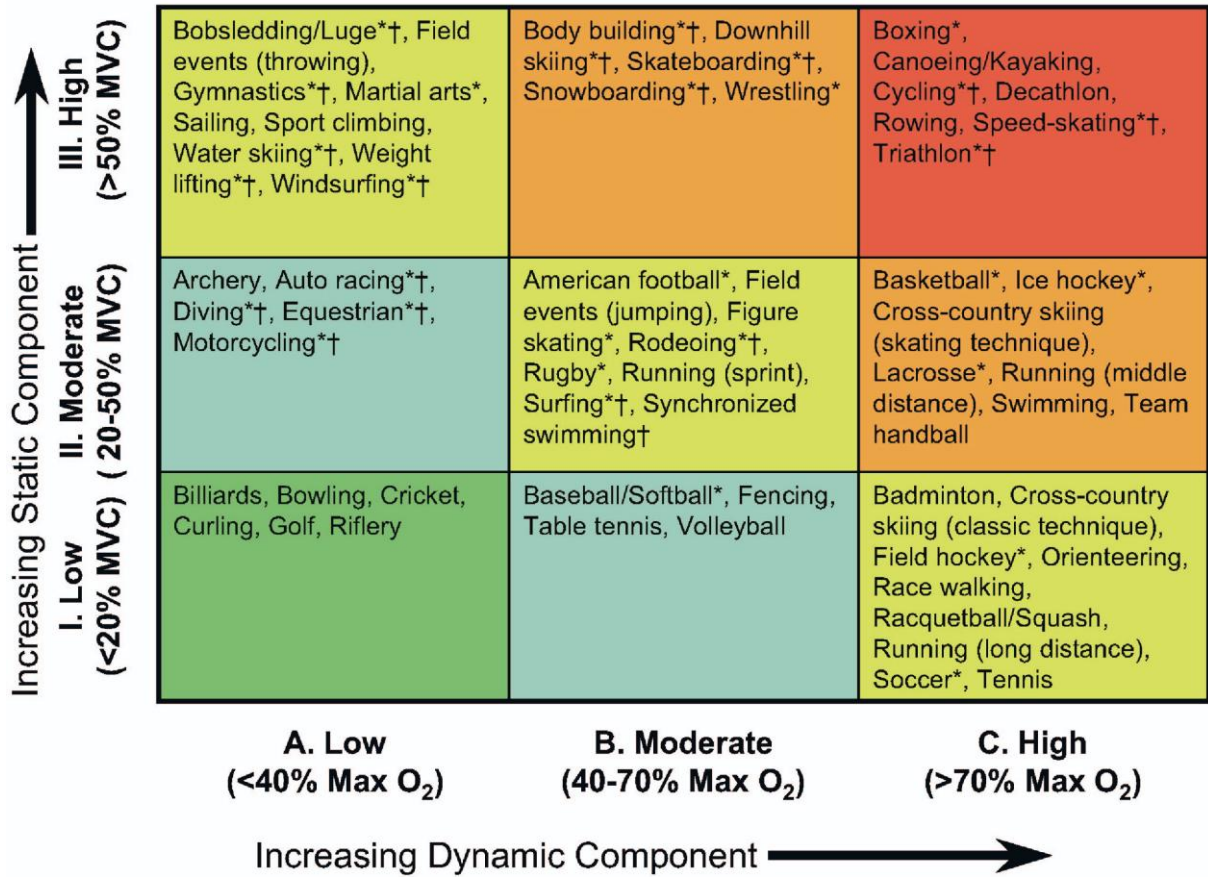
Physical activity and exercise are very important factors to maintain cardiovascular health. Thanks to increased awareness about health benefits of exercise, more and more children participate in sports every year. The health screening of young athletes assures the early detection of health problems and prevent serious injuries, diseases and sudden death. The purpose of the present study was to describe and analyze the hemodynamic parameters at rest, at maximal intense exercise, and during recovery period.

A retrospective review of cycle ergometer exercise studies on 1840 Estonian young athletes (1246 boys, 594 girls) aged 9 to 19 years was performed. Data on resting and exercise-related heart rate, blood pressure, and work capacity variables were assessed and compared between age groups, sexes and different sports events.

We concluded that systolic and diastolic blood pressure at rest increases with age, and shows sex differences after age 14, the boys had greater blood pressure values than the girls in same age. Heart rate at rest decreased with age. The maximum systolic blood pressure increased and diastolic decreased with increasing age in both boys and girls. Boys had significantly higher maximum systolic blood pressure after 13 years of age, and significantly lower diastolic blood pressure after 14 years of age compared to girls. There was no significant difference in maximum heart rate with respect to age or sex. Systolic blood pressure and heart rate showed fastest recovery during the 1th minute after maximal exercise. The achieved maximum systolic blood pressure and heart rate correlated with work capacities.

LISAD

Lisa 1. Spordialade klassifikatsioon (Mitchell et al. 2005)



Lisa 2. Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomitee luba

Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee

Research Ethics Committee of the University of Tartu (UT REC)

Protokolli number: 237/M-11

koosolek: 19.05.2014

Vastutav uurija (asutus):

Eve Unt (Tartu Ülikool, arstiteaduskond, spordimeditsiini ja taastusravi kliinik, L. Puusepa 1a, 50406 Tartu)

Uurimistöö nimetus:

Sagedasemad terviseprobleemid ja kehalise töövõime näitajad noorsportlastel vanuses 7-19 eluaastat

Komitee koosseis:

Nimi	Asutus, amet	Osalemine otsuse tegemisel
Aime Keis (esimees)	TÜ arstiteaduskond, lektor	+
Oivi Uibo (aseesimees)	TÜ arstiteaduskond, dotsent	+
Ruth Kalda	TÜ arstiteaduskond, professor	-
Vahur Oöpik	TÜ kehakultuuriteaduskond, professor	+
Vallo Olle	TÜ õigusteaduskond, dotsent	-
Arvo Tikk	TÜ arstiteaduskond, emeritprofessor	+
Mare Remm	Tartu Tervishoiu Kõrgkool, õppejõud-dotsent	+
Judit Strömpl	TÜ sotsiaal- ja haridusteaduskond, dotsent	-
Maire Peters	TÜ arstiteaduskond, vanemteadur	+
Küllli Jaako	TÜ arstiteaduskond, vanemteadur, vanemassistent	+
Kaia Kastepõld-Tõrs	TÜ sotsiaal- ja haridusteaduskond, lektor	-
Naatan Haamer	TÜK naistekliinik, hingehoidja	+
Kristi Lõuk	TÜ filosoofiateaduskond, projektijuht	+

Komiteele läbivaatamiseks esitatud dokumendid:

1. Kaaskiri, allkirjastatud 05.05.2014
2. Uurimistöö avaldus kooskõlastuse saamiseks Tartu Ülikooli Inimuuringute eetika komiteelt koos täiendustega
3. Lisandunud uurimistöö teostaja CV (P.Nämi)

Uuringu lõpp: detsember 2017

Komitee otsus: Luba antud uurimistöö jätkamiseks.

Komitee esimees: Aime Keis

Komitee vastutav sekretär: Eveli Kadarik

Väljastatud: 13.06.2014

Tartu Ülikool
Teadus-ja arendusosakond
Lossi 3
51003, Tartu, Eesti

tel: (+372) 7 375 514

Lisa 3. Uuritavate keskmised vanused, treeningkoormused, antropomeetrilised näitajad, vererõhu- ja südame löögisageduse näitajad ning keheline töövõime

POISID

Vanus(a)	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
n	44	74	109	141	158	149	173	147	117	87	47
Pikkus (cm)	141,2 ± 5,8	146,0 ± 7,0	151,2 ± 6,8	157,4 ± 8,6	165,9 ± 9,3	173,6 ± 8,4	176,6 ± 8,2	179,5 ± 7,2	181,1 ± 7,2	181,5 ± 6,5	182,0 ± 6,6
Kaal (kg)	36,1 ± 9,7	38,6 ± 8,1	43,3 ± 10,4	46,5 ± 9,4	55,5 ± 11,6	62,7 ± 12,3	65,6 ± 11,4	70,4 ± 10,8	73,0 ± 10,5	76,5 ± 11,3	78,0 ± 9,7
KMI (kg/m ²)	18,1 ± 3,4	18,0 ± 2,5	18,7 ± 3,2	18,6 ± 2,5	20,1 ± 2,8	20,7 ± 3,2	20,9 ± 2,6	21,8 ± 2,6	22,1 ± 2,4	23,2 ± 2,8	23,4 ± 3,2
Maht (h/nädalas)	7,1 ± 2,3	7,6 ± 2,3	7,7 ± 2,0	7,4 ± 2,1	8,2 ± 2,4	8,1 ± 2,8	8,5 ± 2,8	8,9 ± 3,0	9,5 ± 3,9	9,2 ± 3,5	8,8 ± 2,2
SVR	105,1 ± 7,1	106,6 ± 8,3	107,2 ± 9,2	108,4 ± 8,4	112,0 ± 9,1	115,3 ± 8,8	115,2 ± 9,4	118,3 ± 8,7	119,7 ± 10,7	120,4 ± 10,0	118,9 ± 7,8
DVR	61,0 ± 5,5	62,1 ± 6,2	63,0 ± 7,6	62,5 ± 6,5	63,3 ± 6,9	65,6 ± 7,3	65,5 ± 7,2	68,2 ± 8,2	69,2 ± 8,6	69,0 ± 7,9	69,7 ± 7,9
SLS	70,6 ± 10,6	72,1 ± 12,6	71,6 ± 11,2	69,7 ± 13,1	70,3 ± 12,0	69,7 ± 11,9	66,8 ± 11,2	66,6 ± 12,2	64,0 ± 11,3	64,9 ± 11,9	63,1 ± 10,6
SVRmax	147,6 ± 10,9	151,8 ± 15,6	156,3 ± 13,6	161,5 ± 13,2	170,2 ± 17,0	180,7 ± 16,9	184,0 ± 19,4	190,3 ± 17,2	198,3 ± 19,7	198,5 ± 16,8	200,8 ± 20,2
DVRmax	53,9 ± 11,8	52,9 ± 12,3	53,7 ± 14,0	48,6 ± 17,9	48,1 ± 17,3	43,2 ± 22,1	44,4 ± 19,4	42,5 ± 21,2	42,3 ± 23,8	44,6 ± 22,3	45,8 ± 21,8
SLSmax	186,2 ± 10,2	183,0 ± 10,3	185,9 ± 11,3	187,3 ± 10,7	184,8 ± 11,4	185,8 ± 10,7	182,6 ± 11,2	185,2 ± 10,6	184,2 ± 12,0	181,9 ± 11,5	181,6 ± 10,5
W/kg	2,7 ± 0,5	2,9 ± 0,4	2,9 ± 0,5	3,0 ± 0,5	3,1 ± 0,5	3,2 ± 0,6	3,3 ± 0,5	3,4 ± 0,6	3,4 ± 0,7	3,3 ± 0,6	3,2 ± 0,5

TÜDRUKUD

Vanus(a)	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
n	43	43	64	57	76	71	66	59	51	41	23
Pikkus (cm)	138,5 ± 5,7	145,6 ± 7,6	151,5 ± 7,8	159,0 ± 7,4	163,3 ± 6,4	167,0 ± 6,6	169,0 ± 5,4	168,3 ± 5,7	168,4 ± 5,8	170,4 ± 6,1	168,0 ± 6,4
Kaal (kg)	30,9 ± 3,9	35,0 ± 5,8	41,2 ± 8,5	45,9 ± 9,2	55,1 ± 10,5	57,5 ± 9,7	59,9 ± 7,3	61,2 ± 8,9	62,1 ± 7,6	62,6 ± 7,0	60,9 ± 7,7
KMI (kg/m ²)	16,1 ± 1,4	16,5 ± 1,5	17,8 ± 2,6	18,1 ± 2,5	20,5 ± 3,6	20,5 ± 3,2	21,0 ± 2,4	21,6 ± 2,5	21,9 ± 2,6	21,5 ± 2,1	21,6 ± 2,3
Maht (h/nädalas)	10,8 ± 3,9	9,7 ± 2,8	10,0 ± 3,6	9,3 ± 3,1	9,7 ± 3,7	8,4 ± 2,6	8,2 ± 2,7	8,7 ± 3,2	9,9 ± 4,5	8,6 ± 2,9	8,3 ± 2,4
SVR	103,2 ± 6,2	104,1 ± 7,2	107,3 ± 7,5	107,7 ± 7,5	109,7 ± 8,6	109,6 ± 7,9	110,4 ± 9,5	112,3 ± 10,4	111,2 ± 6,8	113,4 ± 7,5	109,0 ± 9,9
DVR	59,0 ± 5,1	62,0 ± 5,8	62,5 ± 6,1	62,5 ± 6,3	62,8 ± 5,9	63,5 ± 6,5	65,3 ± 6,7	65,6 ± 7,0	65,8 ± 6,5	67,1 ± 6,3	64,9 ± 7,6
SLS	77,7 ± 12,8	73,3 ± 8,3	77,1 ± 11,7	74,7 ± 11,3	71,9 ± 11,4	71,3 ± 12,1	69,2 ± 11,3	70,1 ± 15,1	66,5 ± 11,5	70,4 ± 13,5	65,6 ± 8,8
SVRmax	143,3 ± 13,4	148,5 ± 11,1	154,1 ± 13,5	159,8 ± 13,8	165,0 ± 12,7	170,4 ± 16,4	169,3 ± 14,0	175,8 ± 18,8	176,6 ± 17,2	178,7 ± 13,9	175,8 ± 16,3
DVRmax	55,2 ± 9,1	55,3 ± 8,5	51,4 ± 15,5	51,0 ± 17,2	50,8 ± 16,0	52,9 ± 13,4	51,7 ± 14,5	56,3 ± 15,7	52,2 ± 15,0	57,2 ± 19,8	55,2 ± 21,0
SLSmax	187,7 ± 10,2	187,5 ± 10,3	186,8 ± 9,8	185,7 ± 9,6	185,6 ± 9,0	186,9 ± 9,4	183,3 ± 9,9	184,6 ± 10,0	184,7 ± 8,2	185,2 ± 8,1	182,8 ± 9,2
W/kg	2,7 ± 0,4	2,7 ± 0,4	2,6 ± 0,4	2,7 ± 0,4	2,6 ± 0,4	2,7 ± 0,4	2,6 ± 0,4	2,7 ± 0,4	2,7 ± 0,4	2,9 ± 0,6	2,8 ± 0,3

Lisa 4. Vererõhu referentsväärtused

Süstoolne vererõhk (mmHg±SD). EK-enne koormust, MK-maksimaalsel koormusel.

Vanuse- grupp (a)	n	EK		MK		Taastumisperiood									
						1	2	3	4	5					
Poisid															
9-11	227	107	± 9	153	± 14	140	± 13	131	± 13	121	± 12	116	± 11	113	± 9
12-13	299	110	± 9	166	± 16	147	± 14	139	± 15	129	± 14	121	± 13	115	± 10
14-15	322	115	± 9	182	± 18	157	± 19	147	± 17	136	± 14	127	± 13	121	± 11
16-17	264	119	± 10	194	± 19	161	± 19	153	± 18	142	± 18	133	± 14	125	± 13
18-19	133	120	± 9	199	± 18	165	± 20	158	± 17	146	± 16	135	± 14	128	± 13
Tüdrukud															
9-11	150	105	± 7	149	± 14	137	± 12	128	± 12	120	± 14	115	± 10	110	± 8
12-13	132	109	± 8	163	± 13	144	± 14	138	± 15	128	± 13	121	± 11	117	± 10
14-15	137	110	± 9	170	± 15	147	± 16	143	± 16	132	± 17	125	± 12	118	± 12
16-17	110	112	± 9	176	± 18	152	± 18	147	± 17	137	± 16	125	± 14	120	± 12
18-19	64	112	± 9	178	± 15	151	± 14	145	± 14	136	± 13	129	± 13	120	± 10

Diastoolne vererõhk (mmHg±SD). EK-enne koormust, MK-maksimaalsel koormusel.

Vanuse- grupp (a)	n	EK		MK		Taastumisperiood									
						1	2	3	4	5					
Poisid															
9-11	227	62	± 7	53	± 13	48	± 15	52	± 11	57	± 9	59	± 7	62	± 7
12-13	229	63	± 7	48	± 18	40	± 19	44	± 17	51	± 12	55	± 9	59	± 8
14-15	322	66	± 7	44	± 21	35	± 20	41	± 18	48	± 15	53	± 13	60	± 9
16-17	264	69	± 8	42	± 22	32	± 21	37	± 20	45	± 16	50	± 14	57	± 10
18-19	133	69	± 8	45	± 22	33	± 21	40	± 19	46	± 17	51	± 15	59	± 13
Tüdrukud															
9-11	150	61	± 6	54	± 12	47	± 15	50	± 11	55	± 8	58	± 7	60	± 6
12-13	137	63	± 6	51	± 16	42	± 18	46	± 15	52	± 11	56	± 9	59	± 9
14-15	137	64	± 7	52	± 14	43	± 16	47	± 15	51	± 11	53	± 10	57	± 9
16-17	110	66	± 7	54	± 15	44	± 18	48	± 14	52	± 13	56	± 11	60	± 8
18-19	64	66	± 7	56	± 20	45	± 20	48	± 18	51	± 14	54	± 10	60	± 8

Lisa 5. Südame löögisageduse referentsväärtused

Südame löögisagedus (lööki/min). EK-enne koormust, MK-maksimaalsel koormusel.

Vanuse- grupp (a)	n	EK		MK		Taastumisperiood									
						1	2	3	4	5					
Poisid															
9-11	227	72	± 12	185	± 11	137	± 18	115	± 18	106	± 15	103	± 14	103	± 13
12-13	299	70	± 13	186	± 11	145	± 15	124	± 15	112	± 15	108	± 14	106	± 14
14-15	322	68	± 12	184	± 11	148	± 15	127	± 15	115	± 14	111	± 14	109	± 13
16-17	264	65	± 12	185	± 11	152	± 16	129	± 16	117	± 15	112	± 15	110	± 14
18-19	133	64	± 11	182	± 11	152	± 14	128	± 14	116	± 14	111	± 13	108	± 13
Tüdrukud															
9-11	150	76	± 11	187	± 10	146	± 14	125	± 15	113	± 14	110	± 13	109	± 12
12-13	133	73	± 11	186	± 9	152	± 13	131	± 14	118	± 13	114	± 13	112	± 12
14-15	137	70	± 12	185	± 10	156	± 15	134	± 15	120	± 15	115	± 14	112	± 13
16-17	110	68	± 14	185	± 9	155	± 14	131	± 14	118	± 14	112	± 14	108	± 13
18-19	64	69	± 12	184	± 9	158	± 11	134	± 13	121	± 13	114	± 13	112	± 12

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Piret Nämi,

(sünnikuupäev: 06.07.1982)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
**PUHKEOLEKU JA KOORMUSEGA SEOTUD VERERÕHU JA
SÜDAME LÖÖGISAGEDUSE HINDAMINE NOORSPORTLASTEL
VANUSES 9-19 ELUAASTAT,**

mille juhendaja on Eve Unt ja Jarek Mäestu

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 27.01.2015