

TARTU ÜLIKOOL

Sportiteaduse ja füsioteraapia instituut

Mihail Beljajev

Kõrge intensiivsusega intervalltreening kesk- ja vanemaealistel

High intensity interval training in middle-aged and elderly population

Bakalaureusetöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja: Mati Pääsuke, PhD

Tartu 2018

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
SISSEJUHATUS	5
KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1. VANANEMISMUUTUSED ORGANISMIS	6
1.1. Vananemismuutuste üldisloomustus	6
1.2. Muutused organismi funktsioonides vananemisel	8
1.2.1. Muutused närvi-lihassüsteemis vananemisel	8
1.2.2. Muutused kardiorespiratoorses süsteemis vananemisel	10
1.2.3. Muutused keha koostises vananemisel	11
1.2.4. Muutused organismi ainevahetuses vananemise	12
1.3. Terapeutilised eesmärgid kesk- ja vanemaealistel	15
2. KÕRGE INTENSIIVSUSEGA INTERVALLTREENING KESK- JA VANEMAEALISTEL	15
2.1. Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu üldisloomustus	15
2.2. Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu mõju organismile	17
2.3. Kõrge intensiivsusega intervalltreening tervetel kesk- ja vanemaealistel	24
2.4. Kõrge intensiivsusega intervalltreening erinevate haiguste korral kesk- ja vanemaealistel	25
KOKKUVÕTE	27
KASUTATUD KIRJANDUS	28
LISA 1. LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS	34

KASUTATUD LÜHENDID

1RM – *One Repetition Maximum* – ühe korduse maksimum

ADL – *Activities of daily living* – igapäevaelu tegevused

AT – *Anaerobic Threshold* – anaeroobne lävi

BMD – *Bone Mineral Density* – luude mineraalne tihedus

BMI – *Body Mass Index* – kehamassi indeks

BP – *Blood Pressure* - vererõhk

CRF – *Cardiorespiratory Fitness* – kardiorespiratoorne võimsus

CS – *Citrate syntase* – tsitraadi süntaas

CSA – *Cross-Sectional Area* – ristlõikepindala

CSI – *Chronic Systemic Inflammation* – krooniline süsteemne põletik

FFA – *Free Fatty Acids* – vabad rasvhapped

HIIT – *High Intensity Interval Training* – kõrge intensiivsusega intervalltreening

IMF – *Intermuscular Fat* – lihasesisene rasvkude

MICT – *Moderate Intensity Continuous Training* – mõõduka intensiivsusega pidev treening

MT – *Muscle Torque* – lihasjõumoment

PV – *Pulmonary Ventilation* – kopsude ventilatsioon

PGC-1 α - *Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma coactivator* – peroksüsoom proliferatsioon-aktiveeritud gamma-retseptori koaktivator

SEE – *Standard Error of Estimate* - standardviga

SF – *Subcutaneous fat* – nahaalne rasvkude

SLS – südamelöögisagedus

SIT – *Sprint Interval Training* – intervallsprinditreening

VO_{2max} – *Maximal Volume of Oxygen* – maksimaalne hapniku tarbimisvõime

VT – *Ventilatory Threshold* – ventilatsiooni lävi

QoL – *Quality of Life* – elukvaliteet

SHARE - *Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe* – tervise, vananemise ja pensionile jäämise küsitlus Euroopas

SISSEJUHATUS

Kõik inimesed vananevad ja nende kehaline võimekus langeb (Saladin, 2009). Juba peale 40. eluaastat hakkab pool Euroopa mehi kogema elukvaliteedi langust, mis on tingitud vanusega seotud haiguste olemasolust (Corona et al., 2010). Kontrastiks, aktiivsed sporditegijad hoiavad enda kehalise võimekuse suurte muutusteta suhteliselt kaua: ainult peale 54. eluaastat hakkab neil vaikselt langema resultatiivsus. Siiski elavad paljud nendest sportlastest parema tervisega kui mõnedel noorematel inimestel veel dekaad või poolteist (Leyk et al., 2010).

Iga inimene ei ole valmis kasutama enda elust pool aega ja märkamisväärset osahulka elujõudu selle elujõudu alal hoidmiseks. Ja ei pea ka, igast inimesest ei saa professionaalset sportlast. Põhjustamisfaktoreid leidub piisavalt, kuid antud asjaolud panevad tervishoiu spetsialiste mõtlema: kas on olemas selline viis hoidma keha elunõudmistele vastavas füüsilises seisundis nii kaua, kui võimalik, ja et selline viis oleks turvaline, efektiivne ja aegasäästlik? Kaasaegne spordifüsioloogia vastusena pakkub HIIT (kõrge intensiivsusega intervalltreening).

Põhiliseks motiveerivaks teguriks teema valiku juures on olnud autori isiklik huvi HIIT-i vastu ja huvi uurida välja efektiivne ja turvaline meetod terviseseisundi säilitamiseks ja taastamiseks kesk- ja vanemaealistel inimestel. Antud töö võiks pakkuda huvi eelkõige füsioterapeutidele ja treeneritele, kes tegelevad mainitud vanusegruppist klientidega, ning ka individuaalsetele sportlastele.

Antud töö eesmärgiks on uurida HIIT-i efektiivsust kesk- ja vanemaealiste inimeste terviseseisundi paranemisele.

Lähtuvalt töö eesmärgist püstitati töö ülesanneteks:

- Anda ülevaade vananemisel inimorganismis toimuvatest muutustest
- Anda ülevaade HIIT meetodist
- Hinnata HIIT meetodi turvalisust valitud vanusegruppides rakendamiseks
- Hinnata HIIT meetodi efektiivsust vananemisel toimuvate muutuste kõrvaldamisel

Märksõnad: kõrge intensiivsusega intervalltreening, keskealised, vanemaealised

High intensity interval training (HIIT), middle-aged, elderly

KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1. VANANEMISMUUTUSED ORGANISMIS

1.1. Vananemismuutuste üldiseloostus

Rääkides vanusest ja vananemisest on otstarbekas mainida vananemise ja suremuse statistikat. Eurostat (2017) opereerib suremuse jälgimise korral selliste mõistetega, nagu oodatav eluiga, oodatav eluiga sünnil ja oodatav eluiga 65 aasta vanuselt. Esimene mõiste on lugejale intuiivselt selge, kuid teised kaks on mõistlik selgitada. Oodatav eluiga sünnil on seotud juba kogutud statistiliste andmetega suremuse kohta ja sõltub nendest riskidest indiviidi edasise eluiga hindamisel. Oodatav eluiga 65 aasta vanuselt on eeldatav aastate arv, mis inimene suudab elada peale 65 aasta vana saamiseks, ja näitab, kui kaua on inimene võimeline elada vanade inimeste vanusegrupis.

Viimastel 15 aasta jooksul oodatav eluiga Euroopa Liidus kasvas 2.9 aastat, 77.7 kuni 80.6 aastat (2.4 naistel ja 3.4 meestel). 2000 ja 2015 aastate vahel oodatav eluiga sünnil meestel kasvas minimaalselt Leedus (+2.5 aastat) ja maksimaalselt Eestis (+7.6 aastat), naistel minimaalselt Saksamaal (+1.9 aastat) ja maksimaalselt Eestis (+5.8 aastat). Oodatav eluiga vanusel 65 aastat viimaste aastate jooksul (2014 – 2015) kasvas ainult Soomes (20.1 kuni 20.2 aastat) ja Eestis (18.4 kuni 18.6) (Eurostat, 2017). Statistika on soodne Eesti riigi suhtes ja näitab, et tervisekaitse süsteem liigub õiges suunas. Veel on nendest statistilistest andmetest näha, kui palju veel keskmiselt elavad vanad inimesed, mis teeb vajalikuks nende elu kvaliteedi säilitamise läbi funktsionaalsuse parandamise.

Saladin (2009) enda raamatus denoteerub mõistet „*aging*“ nagu protsess, mis toimub inimkehas aegamööda sisaldades üleskasvamist, arengut ja funktsionaalse efektiivsuse kasvu, mis leiab aset lapsepõlvest täiskasvanueani. „*Senescence*“ (vananemine) – on degeneratsioon, mis toimub organite süsteemides peale tipp funktsionaalse efektiivsuse vanuse. Vananemine hõlmab järkjärgulist reservvõimekuse kadu, vähenenud võimekust kahjustuste parandamiseks ja stressi kompenseerimiseks, ja suurenenud vastuvõtlikust haigustele. Suurim surmade põhjus vanuses peale 55 aastat on selgesti seotud organsüsteemide vananemisega. Toodud faktid väidavad, et

funktsionaalse võimekuse langust ei ole võimalik peatada, kuid on hea küsimus, kas on võimalik aeglustada.

Inimene vananeb, see tähendab, et tema organismis toimuvad pöördumatud füsioloogilised, morfoloogilised, neuroloogilised ja nende tulemusena funktsionaalsed muutused. Vastus küsimusele, kas need muutused on ainult determineeritud vanusega, ei ole nii ilmselge. Uurides üle 500 000 harrastuspikamaajooksja tulemusi (poolmaraton ja maraton) vanuses 20 – 69 aastat on leitud, et nende füüsilise võimekus stabiliseerub 30. ja 50. eluaasta vahel ja võimekuse langus algab vanusest 54 aastat meestel ja naistel, ning edasine langus kannab lineaarset iseloomu (keskmiselt +2s aastas) (Leyk et al., 2010). Sama uuring räägib, et ealised muutused seoses indiviidi funktsionaalsusega on nähtavad 54 aastastel, see vanus paikneb keskealiste (45+) ja vanemaliste (65+) vahel. Võib järeldada, et füüsilise võimekuse kadu enne 54. eluaastat on tingitud eluviisist, mitte üldistest ealistest muutustest. Peale seda vanust hakkavad mängima rolli mõlemad faktorid. Võib nii olla, et teised faktorid peale suurema füüsilise aktiivsuse osakaalu suurendavad tervise kvaliteeti kesk- ja vanemaliste hulgas, kuid selle töö eesmärgiks on uurida just treeningute mõjutamisfaktorit. Väljatoodud uuringu tulemused tekitavad positiivseid eeltingimusi edasiseks otsinguks.

On läbi viidud väga suur küsitlus (Corona et al., 2010), kus osalesid 3369 meest vanuses 40 – 79 aastat. Küsitlust korraldati Euroopa geograafiliselt erinevates osades, kusjuures ei ole üleliigne märgata, et Tartu mehed võtsid ka osa sellest küsitlusest. Uuring näitas, et umbes pool küsitletud mehi olid ülekaalulised (BMI 25 – 30), ja umbes pool nendest oli haigestunud vähemalt ühte vanusega seotud haigusse. Esinesid sellised tervisekõrvalekalded nagu hüpertensioon, südamehaigused, ED (erektiilne düsfunktsioon), depressioon. Haiguste olemasolu mõjutas vaatlusaluste QoL (elukvaliteet) hinnangut. Kui võrrelda küsitletud mehi aktiivsete harrastuspikamaajooksjatega kirjeldatud eelmises tekstilõigus, siis viimaste BMI jäi alla 25 (kg/m²) vanuses kuni 69 aastat, lisaks 91.8% jooksjatest oli puudu CVD (kardiovaskulaarne haigus) riskifaktorid. Corona (2010) uuring näitas, et juba peale vanust 40 a. hakkab suur osakaal Euroopa mehi tundma tervisega seotud probleeme ja sellest tingitud QoL langust. Andmed ütlevad meile seda, et kui meie eesmärgiks on tõsta kesk- ja vanemaliste inimeste funktsionaalsust ja QoL, siis me ilmingimata puutume kokku nende indiviididega, kellel juba esinevad terviseprobleemid, mis omakorda kindlasti mõjutab füüsilise võimekuse testimise ja treeningprotsesse.

Vananemisprotsess areneb erinevalt, kuid ei erine kardinaalselt meestel ja naistel. Nagu on näha siit (Daly et al., 2013), nii naised kui ka mehed kaotavad proportsionaalselt haardejõudu, seismistasakaalu, kõnnikiirust, vaid BMD (luutihedus) väheneb naistel kiiremini võrreldes meestega. Toodud andmed klappivad kokku nendega, mida toob Saladin (2009): peale vanust 40 aastat kaotavad naised ca 8% luumassi dekaadi jooksul, mehed ca 3%. Vähenenud luutihedus suurendab luumurdude ohtu, mis ei ole harv ilming suures vanuses. Luumurrud on eeltingimused immobilisatsiooniks ja infektsioonidega haigestumiseks. Saadud teadmine ütleb, et funktsionaalse võimekuse säilitamise seisukohalt peab käsitlema vananemisel mehi ja naisi sarnaselt, välja arvatud erinevused luutiheduses.

Allikate analüüsist tuli arusaamine, et vananemine on järkjärguline protsess, mis haarab kõike ning jaotamine kesk- ja vanemealisteks, eriti funktsionaalses mõttes, on suhteline selles mõttes, et tervis üldiselt on väga tugevasti seotud eluviisiga. Ennast hävitava eluviisiga indiviidid keskealiste vanusegrupist (45 – 64 aastat vana) võib olla funktsionaalselt vähem võimeline kui aktiivse eluviisiga ja tervislike harjumustega vanemealine (65+ aastat vana). Kuid on oluline, et kui kõik teised parameetrid on võrdsed, on vanem inimene vähema võimsusega võrreldes noorema inimesega pidurdamatu organsüsteemide vananemise tõttu.

1.2. Muutused organismi funktsioonides vananemisel

1.2.1. Muutused närvi-lihassüsteemis vananemisel

Lihaskonna võimekus on üks inimese füüsilise valmisoleku näitajaid. Lihaste funktsioon on sooritada tööd ehk ületada välist vastupanu. Üks kõige märkamisväärsem muutus, mis toimub vananemisel, on lihasmassi asendamine rasvmassiga. Kompuutertomograafia uuringud näitavad, et noorel aktiivsel mehel koosneb reie ristlõikepindala 90% ulatuses lihasmassist, samas kui 90 aastasel naistel on sama näitaja vaid 30% (Saladin, 2009). Suur hulk üle 75 aasta vanuseid inimesi ei suuda tõsta 4.5 kg kaaluvat eset, ehk poodi minek on nendele tõsine väljakutse. Üldine jõulangus on eelsoodustamiseks kukkumisele, luumurdudele ja sõltuvusele teistest inimestest. Teise tüüpi lihaskuid atrofeerub esimesena, sellest tuleneb reaktsiooni aja kasv ja halvenenud koordinatsioon.

Vananemisel langeb inimestel lihasjõud (dünaapenia), lihasmass (sarkopeenia) ja MQ (lihaskvaliteet - lihasega genereeriva jõu suhe lihasmassile). Uuringus, kus küsitleti 1612 meest vanuses ≥ 70 aastat, selgitati, et vanusegrupid (aastates) 70-74, 75-79, 80-84, 85-89, 90 näitasid lihasjõu, lihasmassi ja lihaskvaliteedi regressiooni. Vanusevahemikus 70 – 90 aastat isomeetiline haardejõud langes 37 ± 7.1 kg kuni 26.9 ± 6.5 kg, reie nelipealihase isomeetiline jõud langes 33.1 ± 8.2 kg kuni 24.9 ± 6.9 kg, samamoodi langesid ka lihasmass ja lihaskvaliteet (Rolland Y. et al., 2008).

Lihaskvaliteedi kadu viitab sellele, et toimusid tõsised muutused tsentraalses närvisüsteemis, selles kehapiirkonnas, kust võtab algust iga sihipärane liigutus. Langesid kortikaalne ja spinaalne erutuvus, motoneuronite arv, nende suurus ja võime genereerida närviimpulsse. Selle tõttu, et mõned motoneuronid surid ära, võtsid ülejäänud motoneuronid kontrolli üle surnud neuronitega varem erutatud lihaskudede, moodustades uue motoorse ühiku. Sellega on võime kontrollida lihast taastunud, kuid kvaliteet langes piiratud maksimaalse neuronaalse impulsatsioonisageduse tõttu. Kirjeldatud muutus leiab aset vanuses üle 60 aasta, kui on registreeritud dramaatiline teise tüüpi motoneuronite kadu. Remodelleerimise käigul esimese tüüpi motoneuronid võtavad kontrolli lihaskiudude üle läbi kollateraalse reinnervatsiooni (Clark & Manini, 2008).

Pikaajaline uuring, mis kestis 5 aastat ja haaras 3075 hästi funktsioneerivat meest ja naist vanuses 70 – 79 aastat, näitas, et mainitud elanikkonda reie keskosa lihased on infiltreeritud rasvaga, nende IMF (lihasesisene rasvkude) sisaldus suurenes vanusega, lihaste (eriti reie nelipealihase) CSA (ristlõikepindala), MT (lihasjõumoment), MQ langesid. Osal vaatlusalastest (309 m, 354 n) langes 5 aasta jooksul SF (nahaalne rasvkude) sisaldus, mis oli positiivses korrelatsioonis IMF, MT, MQ ja CSA näitajatega, e. nad langesid rohkem, või ei tõusnud nii kõrgemale, kui nendel vaatlusalastel, kelle SF maht oli stabiilne (361 m, 321 n) või kasvas (143, 190). (Delmonico et al., 2009). SF vähenemise korrelatsioon teiste parameetritega räägib meile sellest, et kvaliteedi suhtes toimus üldine proportsionaalne kehakaalukadu, mis oli positiivne ainult üldise rasvasisalduse languse mõttes ja negatiivne MT, MQ ja lihaste CSA suhtes.

Selles alapeatükis käsitletud informatsioon räägib, et põhilised lihasmuutused vananemisel on teise tüüpi lihaste atroofia (langeb maksimaalne lihasjõud, lihaskiirus, koordinatsioon), lihaskoe rasvkoega infiltratsioon ja lihasmassi kadu.

1.2.2. Muutused kardiorespiratoorses süsteemis vananemisel

Aeroobne võimekus on võime kestvalt sooritada mõõduka intensiivsusega kehalisi pingutusi. Üldiselt kliinilises keskkonnas ja spordis määrab selle VO_{2max} – integraalne parameeter sõltuv südame, kopsude ja perifeersetes veresoonte koostööst. Alates 30. eluaastast hakkab VO_{2max} vähenema kiirusega ca 5 – 15% iga eludekaadi kohta (Bellew et al., 2005), peale 70. eluaastat VO_{2max} langeb intensiivsusega 20% aastas (Hawkins & Wiswell, 2003).

Eelmainitud drastiline CRF-i langus vananemisel on kooskõlas surmastatistikaga. Kardiovaskulaarsüsteemi haigused on esmane surmapõhjus vanadel inimestel (Saladin, 2009). Eurostat'ist (2017) saadud andmed: Euroliidus kerkivad surmapõhjusena vereringesüsteemi haigused (373.6/ 100000), teisel kohal pahaloomulised kasvajakud (261.5/ 100000), kolmandal respiratoorse süsteemi haigused (78.3/ 100000). Kõige sagedamad surmapõhjused veresoonekonna haigustest on südame isheemiatõbi ja peaaegu veresoonekonna haigused. Südame isheemiatõbi oli 2014. aastal Euroopa Liidus surmapõhjuseks (126/ 100000). Noorte inimeste (alla 65 aastat vana) hulgas oli surmastatistika ümber pööratud: pahaloomulised kasvajakud domineerisid (79.2/ 100000), veresoonekonna haigused (45.7/ 100000), respiratoorsetest haigustest oli suremus vähem märkimisväärne. Statistikat analüüsid võib järeldada, et vanade inimeste füüsilise funktsionaalsuse tõstmiseks peab sihtima kardiopulmonaalse funktsiooni paranemist, ning keskealiste inimeste suremuse vähendamiseks on vaja seada sihtmärgiks paraneda vaid kardiovaskulaarset funktsiooni.

Väga paljude faktorite komplitseeritud kokkulangevuse tulemusena on vanad inimesed eelsoodustunud aneemiale. Näiteks, B_{12} -vitamiini absorptsiooni võimekuse langus on üks neist. Vananedes neerud produtseerivad vähem erütropoetiini, mis väheneb organismi võimekust produtseerida uusi vererakke. Selle järgi aneemia limiteerib maksimaalse hapniku hulka, mis peaks sattuma keharakkudesse, ning lõpptulemusena keharakud atrofeeruvad (Saladin, 2009). Aneemia mõju keharakkude ja nende kaudu organsüsteemide funktsioneerimisele näitab üht vanusega seotud degeneratsiooni mehhanismidest. Ilmselgelt mõjutab kirjeldatud pahaloomuline mehhanism negatiivselt funktsionaalselt tähtsat parameetrit VO_{2max} . Kahjuks ei ole võimalik treeningutega selliseid muutusi täielikult pöörata.

Massiivne ja pikaajaline mitmeastmeline küsitlus on läbiviidud, et selgitada isheemiatõbiga haigete eurooplaste (<70 aastat vana) kardiovaskulaarse tervise seisundit ja dünaamikat aastatel 1999 - 2013 (Kotseva et al., 2017). Andmetest on näha, et kõrge BP levimus langes (53.5 kuni 44.5%), väga kõrgema BP (süstoolne ≥ 160 mmHg või diastoolne ≥ 100 mmHg) langus oli ka registreeritud (21.9 kuni 12.8%), üldise kolesterooli tase (≥ 4.5 mmol/L) langes (77.0 kuni 32.8%), samamoodi madala tihedusega lipiide kontsentratsioon (≥ 2.5 mmol/L) langes (78.0 kuni 33.5%). Nagu räägitakse uuringus, kasutati kolesterooli taseme langetamiseks peamiselt asjakohaseid ravimeid. Väljatoodud statistilised andmed on huvitavad kahest seisukohast. Esiteks räägivad nad kardiovaskulaarse süsteemi näitajatest, mis on kasulikud kliinilises keskkonnas. Teiseks on siit selge, milline on näitajate muutuste kiirus ja oodatavad normväärtused.

1.2.3. Muutused keha koostises vananemisel

Uurides lihaskonnamuutusi oli arusaadav, et tõsine muutus vananemisega on rasvasisalduse kasv. Rasvkude mass suureneb nii naha all (SF), kui ka lihaste sees (IMF). Üheks heaks kehakompositsiooni näitajaks on kehakaal, statistikas ja meditsiinilises praktikas kasutatakse terminit BMI (kehamaasi indeks) (Peytremann-Bridevaux & Santos-Eggimann, 2008). Muidugi, erandjuhtudel kehakaalu kasv võib olla seotud lihasmassi suurenemisega, kuid sellist laiali levinud trendi polnud märganud. Kindlasti lihasmassi panus BMI näitajale esineb suurema tõenäosusega meeste, kui naiste hulgas. Samas tundub, et suurenenud kehakaal on tervisele kahjulik, aga kas see on tegelikult nii?

Peytremann-Bridevaux & Santos-Eggimann (2008) analüüsisid SHARE andmeid. Küsitluses osalesid 18584 meest ja naist vanuses üle 50 eluaasta, kelle BMI oli ≥ 18.5 kg/m². BMI järgi inimesi klassifitseeritakse järgmisena: normaalse kehakaaluga (BMI 18.5 – 24.9 kg/m²), ülekaalulised (BMI 25.0 – 29.9 kg/m²), rasvunud (BMI ≥ 30 kg/m²). Uuringu eesmärgiks oli aru saada, milline on seos BMI kasvuga ja krooniliste haiguste olemasoluga elanikkonnal. Uuringu tulemused näitavad, et naistest olid ülekaalulised 36.2% ja haigestunud rasvumisega 18.5%, meestest 50.5% ja 16.7% ülekaalulised ja rasvumisega haigestunud. Oli leitud tugev seos BMI ≥ 25 ja krooniliste haiguste (kõrge BP, suhkurtõbi, kõrge kolesterool, artriit, suurenenud CVD ja depressiooni riskid) esinemise vahel. BMI ≥ 25 signaaliseerib seda, et inimesel on vähema tõenäosusega eeskujulik, väga hea või hea subjektiivne tervis. Uuringust saadud informatsioonist

on tähtis aru saada, milline on normaalne inimese kehakaal ja millised on selle normi rikkumise tagajärjed tervisele.

Teises suures uuringus (Hu et al., 2010) näidati, et mitte ainult BMI ei ole seotud suurenenud ohuga tervisele ja elule, vaid sellised näitajad, nagu WHR (suhe vöö ja reite ümbermõõtude vahel) ja WC (vöö ümbermõõt). Määrates mitte ainult BMI, mille piirangud olid arutletud varem, saab täpsemalt hinnata indiviidi kehakompositsiooni. Lisaks on nüüd teada, et suurem WHR või WC mõjutavad inimese kalduvust CVD-le. On tähtis meenutada, et CVD on esimene surmapõhjus vanadel inimestel ja teine noortel.

Huvitav ja tunduvalt vastuolulisem on informatsioon sellest, et ülekaaluliste inimeste oodatav eluiga on suurem kui normaalkaaluga inimestel Lääne-Euroopas (Majer et al., 2011). Ülekaalulised ja inimesed rasvumisega eelarvestatult saavad elada 3.6 kuni 6.1 aastat rohkem, kui nende normkaaluga eakaaslased. Uurijad seletavad selle fenomeni olemasolu kõrgeenenud elu- ja tervishoiutasemega esimese maailma riikides. Lihtsalt esimeses maailmas paremini hoolitakse haigete inimeste pärast. Samas uudised ülekaalulistele inimestele ei ole positiivsed, sest nad peavad elama koos tõsise puuega, mis limiteerib nende funktsionaalsust ja QoL.

Kõik ülaltoodud uuringud viitavad sellele, et ülekaaluliste inimeste füüsilise aktiivsuse tase on madalam, kui seda vajavad üldise elanikkonna normid.

1.2.4. Muutused organismi ainevahetuses vananemisel

Viimastel aastatel on suurenenud arusaamine, et suur rasvaprotsent pole ainult kaudne tervisliku seisundi näitaja ja krooniliste haiguste ennustaja, vaid rasvkoel on iseendal tähtis roll immuunsüsteemi funktsioneerimise regulatsioonis (Libby et al., 2009). Tuleb aru saada rasvkoe immuunsest funktsioonist, selle seosest süsteemse põletikuga, ja uurida välja süsteemse põletiku mõju tervisele.

On välja uuritud (Libby et al., 2009), et rasvkude moodustavad rakud omavad tähtsat immuunset funktsiooni. Ainult 50% rasvkude moodustavaid rakke on adipotsüütid, ülejäänud rakkude hulka sisenevad immuunse funktsiooniga rakud (Compher & Badellino, 2008). Adipotsüütid ise pole ainult energiavarud, nende teine funktsioon on sünteesida hormoone ja

tsütokiine. Hormoonid on signaalsed biomolekulid, mis reguleerivad protsesse organismis. Tsütokiinid on signaalsed biomolekulid spetsiifilise toimega, neid on erinevaid liike, adipotsüütid produtseerivad ca 20 erinevaid. Mõned adipotsüütidega produtseerivad tsütokiinid (adipokiinid) on järgmised: IL-6, IL-8, IL-1b ja (MCP)-1. Mainitud tsütokiinid kannavad proinflatoorset funktsiooni, e. käivitavad põletikuliseid protsesse. Nendest tähtsam kliinilises keskkonnas on IL-6. Lisaks adipokiinide sünteesile adipotsüütid kaudselt mõjutavad TNF-a sekretsiooni. TNF-a sekretsiooni pärast vastutavad sellel juhul rasvkude infiltreerivad makrofaagid.

Mainitud IL-6 ja TNF-a põhjustavad lipolüüsi ja FFA sekretsiooni. FFA-d sattuvad maksa, seal töödeldakse ümber glükoosiks, niimoodi kasutab organism vähem glükoosi verest ja lihaste glükogeenist, tulemusena väheneb kõikide rakkude insuliinitundlikkus (mis ei ole ükski selline mehhanism). Insuliinitundlikkuse vähenemine, nagu on teada, viib 2 tüüpi suhkrutõbi haigustumisele (Hajer et al., 2008). IL-6 kutsus esile põletiku mitte ainult rasvkoos, vaid endoteeliaalsetes rakkudes. Põletik endoteeliaalsetes rakkudes tähendab, et sidekude, mis formeerub veresoonte siseseina, kasvab üleliigselt põletikule vastusena. Üleliigne sisemise seina kasv ilmselt väheneb veresoonte läbilaskvust, e. põhjustab ateroskleroosi. Toodud loogiline kett klappib kokku *Lupus erythematosus*-e ja CVD seoste uuringuga (Pyrpasopoulou et al., 2012). Luupusega haigestunud inimesed oli eelsoodustunud CVD arengule, tundub, et nende haigusele iseloomulik süsteemne põletik oli põhjuseks.

Eraldi on vaja rääkida CRP (C-reaktiivne valk) rollist CVD arenemisel. CRP on samamoodi põletikuline valk, nagu IL-6. IL-6 kontsentratsiooni tõus on põhjuseks CRP kontsentratsiooni kasvamiseks, sest IL-6 stimuleerib CRP sünteesi maksas. Rasvumisega inimestel on CRP tase ca 10 korda normist kõrgem, mis on süsteemse põletiku laiali kasutatud marker (Compher et al., 2008).

Huvitav leid on tehtud analüüsides üleliigse kahekaaluga patsiente pre- ja postoperatiivselt (Compher et al., 2008). Opereerida saab otseselt nahaalust rasvkude, lõigates selle ära (liposaktsioon), või teostada operatsiooni maomahu vähendamiseks. Esimesel juhul on efekt momentaalne, lõigatakse ära, näiteks, 10% kehakaalu rasvkude arvel. Teisel juhul on vaja aega peale operatsiooni, et ilmuks toime, ca 4 kuud. Teine variant võrreldes esimesega osutab positiivset toimet süsteemse põletiku näitajale: väheneb CRP tase, ka suureneb insuliini tundlikkus. Esimese operatsiooni juhul muutusi ei esinenud. Seletus on järgmine: liposaktsioon mõjutab ainult perifeerset rasvkude, kuna tarvitavate kalorite vähenemine vähendab vistseraalset

rasvkude ka. Sellest lähtub järeldus: süsteemse põletiku nähtuste vähenemiseks on vaja sihtida vistseraalse (tsentraalse) rasvumise vähenemisele.

Lühikokkuvõtteks süsteemse põletiku kohta: rasvkoel on immunomoduleeruv funktsioon, adipotsüütid produtseerivad põletikumarkereid, nendest tähtsam diagnoosimisel on IL-6, ja kutsuvad esile põletikumarkerite TNF-a ja CRP produtseerimist makrofaagide ja maksa poolt. Süsteemne põletik kutsub esile CVD teket. CVD on peamine surmapõhjus vanadel ja teine keskealistel inimestel. Rasvamassi langetamine vähendab põletikuliste markerite kontsentratsiooni. Süsteemse põletiku vähenemine suureneb insuliinitundlikkust.

ROS või *reactive oxygen species* (hapniku reaktiivsed liigid) on keemilised ühendid, mis on rakkulise metabolismi jääkproduktiks. On leitud seos ROS kontsentratsiooni tõusmisega (nende koguse piirava geeni SIRT3 välja lülitamise teel noortel hiirtel ja selle järel stressi esile kutsumisega) ja negatiivsete tervisemuutustega: müokaardi patoloogiline hüpertroofia, maksa haigestumine, kuulmise langus, pahaloomuliste kasvajate tekke (Park et al., 2011). ROS-i produtseerivad mitokondrid, mitokondrid peavad rakke ROS-ist puhastama, selleks produtseerima antioksidante. Vananemisel mitokondrite võimekus produtseerida antioksidante langeb, järelikult ROS kontsentratsioon kasvab, mis, nagu just oli öeldud, on korrelatsioonis terviseseisundi halvenemisega (Jackson & McArdle, 2011). Kirjanduse analüüsist tuli välja, et ROS-i põhjuslik seos vananemisega on muna ja kana küsimus, kuid selge on otsese korrelatsiooni olemasolu ROS kontsentratsiooniga ja füüsilise heaolu langemisega.

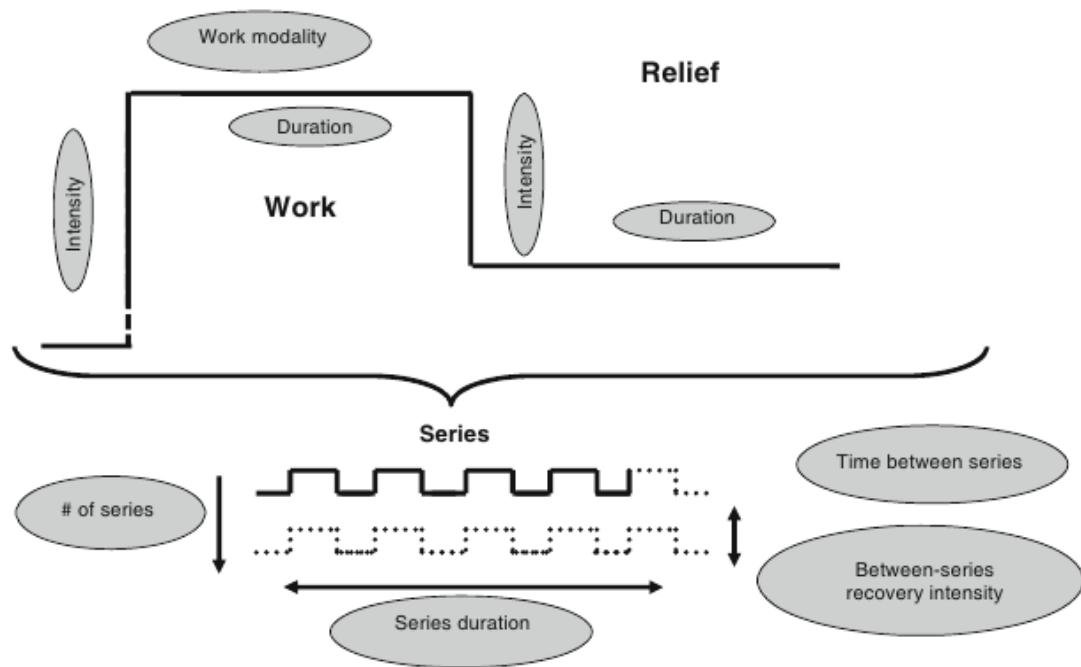
Summeerides peatükis öeldut saab panna eesmärged kesk- ja vanemalastele inimestele QoL ja funktsionaalsuse parandamiseks või säilitamiseks, suremuse vähendamiseks. Põhiline surmapõhjus on CVD, on vaja parandada kardiovaskulaarset (suurenda VO_{2max} , väheneda BP, SLS) ja metaboolset (AT, aeroobne võimsus, insuliinitundlikus/vereglukoos, ROS) funktsiooni. Süsteemse põletiku eemaldamiseks langetada rasvkoe osakaalu (BMI, WHR), edukuse näitajateks on põletikumarkerite kontsentratsiooni langus: CRP, IL-6, TNF-a. Et väheneda kukkumisriski – tõsta normväärtuseni või säilitada maksimaaljõudu.

2. KÕRGE INTENSIIVSUSEGA INTERVALLTREENING KESK- JA VANEMAEALISTEL

2.1. Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu üldiseloostus

Kõrge intensiivsusega intervalltreening (HIIT) on üks kõige efektiivsemaid tänapäeval teadaolevaid treeningviise kardiorespiratoorse, metaboolse ja neuromuskulaarse funktsiooni parandamiseks, mis omakorda tõstab sooritaja füüsilist võimekust. HIIT rakendatakse nii professionaalses spordis (Buchheit & Laursen, 2013) kui ka harrastusspordis (Helgerud et al., 2007; Machado et al., 2017) ja rehabilitatsioonis (Gibala et al., 2012; MacInnis & Gibala, 2017; Weston et al., 2014). HIIT ülesehituse printsiip seisneb selles, et sportlane sooritab suhteliselt lühiajalisi (3s - 4 min) harjutuselõike kõrgema intensiivsusega, intensiivsete lõikude vahele on pandud eelnevalt valitud pikkusega aktiivse või passiivse modaalsusega taastumislõigud (10s – 4 min). HIIT üldine kestvus varieerub vahemikus 4 – 32 min (Buchheit & Laursen, 2013; Machado et al., 2017).

Sõltuvalt sooritaja füüsilisest valmisolekust ja tema seatud eesmärkidest saab HIIT programmeerimisel mõjutada mitmeid muutujaid. Esiteks, nagu oli alguses öeldud, on vaja selgeks teha töö- ja taastumisintervallide intensiivsust ja kestvust (praktiliselt on ka tähtis nende suhe). Teiseks on vaja valida intervallide arv, seeriade arv, seeriade vahelist taastumisaeg ja -intensiivsus (kui on planeeritud sooritada rohkem kui üks seeria). Kolmandaks on vaja kindlaks määrata sooritava tegevuse modaalsus (nt. jooksmine, sõudmine, jalgrattasõit, ujumine, kehakaaluga ringtreening jne) (Joonis 1). Valitud parameetrid, eelkõige intensiivsus ja kestvus, määravad treeningu efekti (Joonis 2) (Buchheit & Laursen, 2013; Machado et al., 2017).



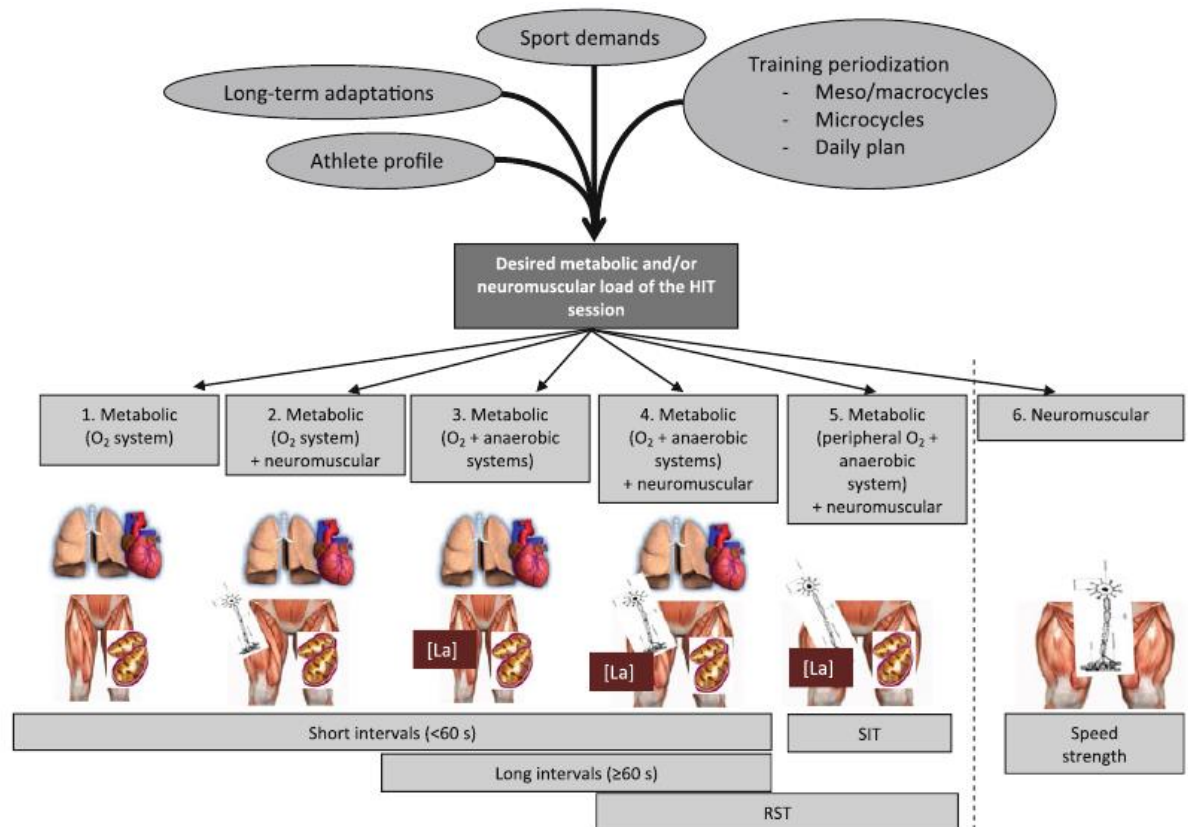
Joonis 1 HIIT varieeruvad parameetrid (Buchheit & Laursen, 2013)

Iga treeningmeetod peab oluliseks treenitavate parameetrite ja mõjutavate muutujate otsust või kaudset mõõtmist selleks, et kontrollida treeningprotsessi. HIIT pole selles suhtes erand. Teiste sõnadega, sooritaja saab ülesande, näiteks sõita veloergomeetril neli löiku intensiivsusega 75% ja kestvusega 1 min, nende vahele pannes aktiivse puhkuse intervalle intensiivsusega 30% ja kestvusega 1.5 min.

On olemas mitmeid viise määrata intervallide intensiivsust: *Track-and-field* meetod, võistkonnasporti läbikäik, SLS-ist sõltuv läbikäik, *Rating of perceived exertion* (RPE) meetod, VO_{2max} kiirusest/võimekusest sõltuv meetod, ASR (*Anaerobic Speed Reserve*), *All-Out Sprint Training*. Iga intensiivsuse määramise viis omab enda väärtusi ja puudusi, mõned nendest sobivad just kogunud ja tippasemel sportlastele, mõnda saavad kasutada ka harrastajad ja istuva eluviisiga inimesed (Buchheit & Laursen, 2013).

Praktilises mõttes üldise elanikkonda trenimises on mõistlik kasutada RPE-ga, SLS-iga määrava intensiivsuse ja, kui eelnevalt oli läbiviidud koormustest, määrata intensiivsust $\%VO_{2max}$ või AT kiirusest/võimsusest lähenevalt.

Põhimõtteliselt HIIT treeningute protokolle saab jaotada maksimaalse sooritus intensiivsuse (% RPE, %SLS_{max}, %VO_{2max}) ja treeningule nädala jooksul kuulunud aja(alates 30 min) järgi. Suurem hulk kuulunud aega on seoses suurima hulka kaloreid kasutamisega, mis positiivselt mõjutab BMI, WC, WHR. Madalam intensiivsus omab tervist säästva efekti.



Joonis 2 Füsioloogiline vastus treeningule sõltuvalt intervallide intensiivsusest (Buchheit & Laursen, 2013)

2.2. Kõrge intensiivsusega intervalltreeningu mõju organismile

HIIT (SIT) on efektiivne treeningviis aeroobse võimsuse tõstmiseks ja südameveresoonkonna tervise parandamiseks. Osalejatel kasvasid VO_{2max}, AT, insuliinitundlikkus ja langesid BP ning SLS. Kõik uuringud klappivad selles, et SIT treeningud kasutavad vähem kaloreid kui traditsiooniline aeroobne treening, järelikult on vähem mõju BMI-le. Samas oli näidatud, et muutumatu kehakaaluga osalejatel paranes kehakompositsioon (Gillen et al. 2013).

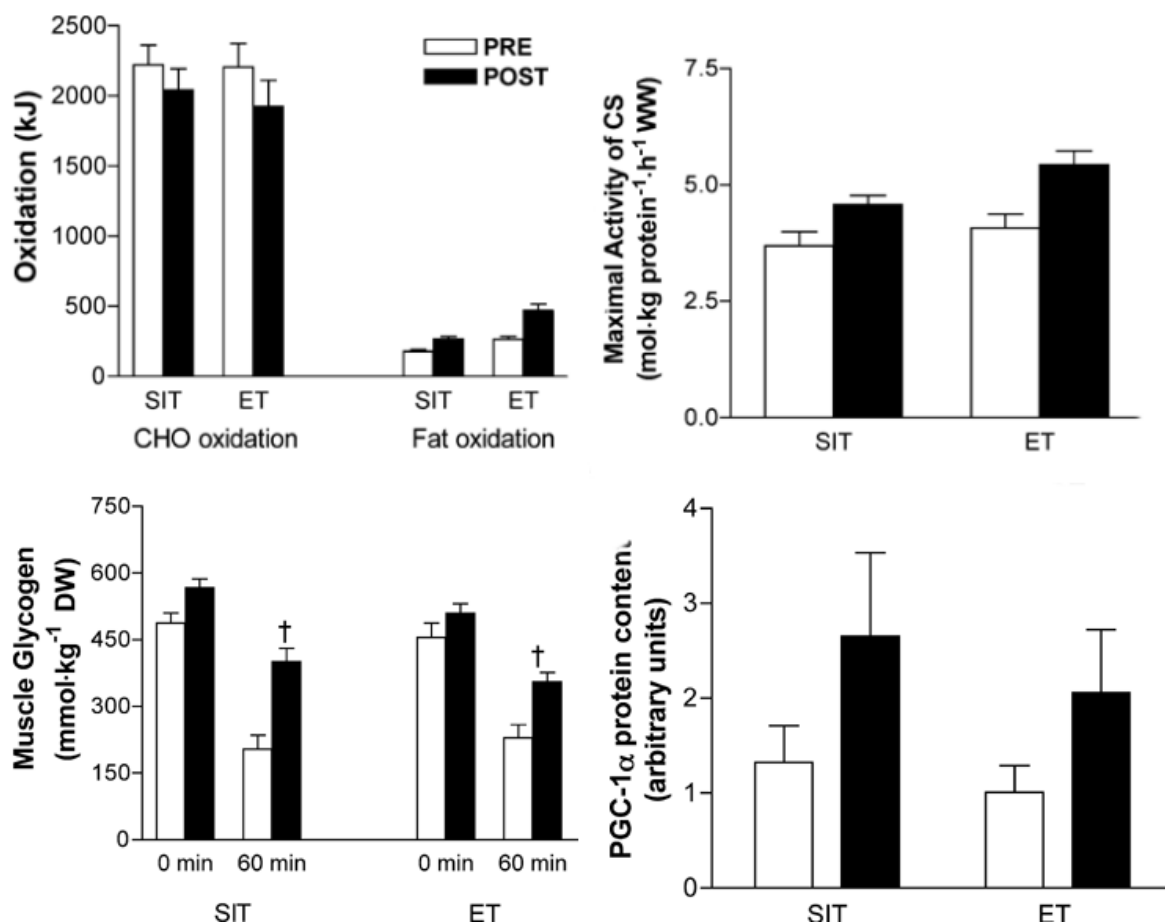
Kombineerides HIIT kalorite piiramisega ja eluviisiga seotud nõudmisega (mis on normaalne praktika kõikides treeningliikides) saab mõjutada BMI ja WC (Gremeaux et al, 2012).

Kõik varem mainitud HIIT liigid parandavad mitokondrite metabolismi, mis on seotud ROS-ide utilisatsiooniga. Lisaks sellele näitasid Munk et al. (2011) süsteemse põletiku näitajate paranemist peale HIIT sooritamist.

Efektiivsuse määraja on kulutatud pingutuse suhe saadud tulemusele. HIIT on efektiivsemaks alternatiiviks MICT-ile eelkõige kulunud aja suhtes. Gillen et al. (2014) näitasid seda, et juba 3 minutit aktiivset (täheleb, et passiivseid intervale arvestamata) treeningut nädalas piisab aeroobse võimekuse ja kardiometaboolse funktsiooni parandamiseks. Koos passiivsete intervallidega treening kestis 30 min nädalas.

Burgomaster et al. (2008) näitasid HIIT mõju metaboolsele funktsioonile. Peale treeningperioodi hakkasid vaatlusalused sama võimsusega koormuse all kasutama rohkem energiat rasvade oksüdatsioonist, järelikult proportsionaalselt vähem süsivesikutest. Põhjuseks oli intervalltreeninguga esile kutsutud perifeersed metaboolsed muutused, nende olemust kinnitavad biopsiaga saadud andmed oksüdatiivsete fermentide kontsentratsiooni kasvust (CS, PGC1-a ja muud) (vt Joonis 3). Teistest HIIT uuringutest saadud andmed seda kinnitavad (Gibala et al., 2006; Gillen et al., 2014; Gillen et al., 2016). Tähelepanuväärne on veel see fakt, et kõikides mainitud uuringutes kasutati modifitseeritud *Wingate* testi, millest rohkem informatsiooni saab järgmisest peatükist.

Uurides HIIT mõju kardiorespiratoorsele funktsioonile on näha, et samamoodi esineb positiivne dünaamika VO_{2max} BP ja SLS suhtes (Allison et al., 2017; Gillen et al., 2014; Gillen et al., 2016; Matsuo et al., 2014).



Joonis 3 Perifeersed metaboolsed muutused lihastes peale 6 nädalat HIIT (Burgomaster et al., 2008)

HIIT kasutatakse ka väga edukalt paljudes spordiliikides võimekuse tõstmiseks, nende hulgas on kesk- ja pikamaajooks (Billat LV, 2001), jalgpall (Buchheit & Laursen, 2013), üldise elanikkonda füüsilise võimekuse tõstmisel (Machado et al., 2017), kardiometaboolse haigusega inimestel (Weston et al., 2014). Kesk- ja pikamaajooks on distsipliinid, mis vajavad sportlastest edukaks esinemiseks kõrgemaid VO_{2max} , AT-d, lokaalset lihasvastupidavust ja vähesel määral maksimaaljõudu. Jalgpallis on tähtis oskus sooritada lühikeseid jooksulõike ja võimsaid lööke jalgadega (neuromuskulaarne võimsus), olla võimeliseks hoidma suhteliselt kõrgemat keskmist kiirust mängu ajal (kõrged AT ja VO_{2max}). HIIT säästab mainitud kvaliteetide arendamist sportlastel (Billat LV, 2001; Buchheit & Laursen, 2013). Selle fakti järgi on selge, et samamoodi saab tõsta neid näitajaid tavalise elanikkonda juhil. On vaja meeles pidada, et nii kõrge kui

sportlastel soorituse tase, ei ole keskmisele inimesele vajalik, väljaarvatud siis, kui tal endal esineb spordihuvi.

Sportlaste testimisel ja kliinilises keskkonnas indiviidi VO_{2max} kindlaks määramiseks kasutatakse erinevaid koormusteste. Testid varieeruvad modaalsuses, e. sooritava tegevuse/lokomotsiooni valikus: jookskõnd (George et al., 2007; Lourenço et al., 2011), jalgrattasõit (Ekblom-Bak et al, 2014), sõudmine jne; ja testimise protokollis, e. testimise ülesehituses.

Testimise modaalsusega on arusaadav see, et valida on vaja selline tegevus, mis annab maksimaalselt laia ülevaate testitava võimekusest. Mida suurem on lihasmass, mis osaleb lokomotsioonis, seda suurem on kasvav vajadus hapnikus. On vähe tõenäosust, et on võimalik testida üleüldise CRF kasutades ühekäelist biitsepsile hantlitõstmist. Jooksjatel on tähtis teada nende jooksmise valmisolekust, sellepärast ei ole mõtet testida neid veloergomeetril või sõiduergomeetril, samamoodi jalgrattureid võiks testida kõnnirajal, kuid see ei annaks täpsemat ülevaadet nende võimekusest sõita jalgrattaga arvestades isegi seda, et jooksmine haarab suurima hulka lihaseid. Testides üldist elanikkonda valitakse sellist testimismodaalsust, mis on arusaadav ja lihtne nii sooritajale, kui ka testijale (Ekblom-Bak et al, 2014; George et al., 2007; Lourenço et al., 2011).

Praktikas on olemas kaks põhilist CRF testimisviisi: maksimaalne ja submaksimaalne koormustestid ja nende variatsioonid. Võrreldes submaksimaalset ja maksimaalset koormusteste on näha, et mõlemal on oma eelised ja puudused. Submaksimaalsed testid vajavad vähem varustust, on psühholoogiliselt ja füüsiliselt kergemad sooritajatele, pannes vähem koormust organismile vähendavad kardiovaskulaarseid komplikatsioone tekke tõenäosuse testimise ajal, ka saab neid sooritada hulgaliselt, sest submaksimaalsed testid vajavad vähem kontrolli. Maksimaalsed testid teiselt poolt on täpsemad VO_{2max} määramisel ja kuna nad panevad vaatlusalast ekstreemsesse olukorda, uuritakse ka indiviidi füsioloogilised vastused kõrgetele SLS, BP (vererõhk), PV, RPE jne (George et al., 2007).

Samal ajal kõiki koormusteste ühendab printsiip tõsta koormust aegamööda, see printsiip kehtib kõikides testides, mida käsitletakse edasi.

Sportlaste, sealhulgas kesk- ja pikamaajooksjaid testivad keerulise varustusega maksimaalseid teste sooritades tingimustes, mis kõige rohkem meenutavad võistluskeskkonda, sest selline

läbikäik on kõige täpsem ja annab võimaluse testida sportlaste organismide füsioloogilise piire (Lourenço et al., 2011).

George (2007) pakub CRF hindamiseks 1996 a. välja töödeldud ASU *maximal protocol*. Rakendamiseks on vajalikud kõnnirada, gaasianalüsaator, SLS monitor. Testi sooritatakse konstantse kiirusega, mille valib indiviid ise soojenduse jooksul, kalle suurendatakse (+1.5%) iga minut. Test oli läbiviidud tervete inimeste peal vanuses 18 – 65 aastat ja näitas SEE (standardviga) = 3.18 mL(kg· min), %SEE = 7.9. Enda iseloomuga see on maksimaalne koormustest ja sobib harrasportlastele, ja aktiivsetele inimestele ilma terviseprobleemideta.

2012 aastal Ekblom-Bak et. al pakkusid uut submaksimaalset koormustesti CRF hindamiseks. Testi sooritamiseks läks vaja veloergomeeter, SLS monitoor, Borgi RPE skaala. Osalejad olid vanuses 21 – 65 aastat. Vaatlusalused pidid sooritama 3 submaksimaalset intervalli aina suureneva koormusega, iga intervall kestis 4 minutit. Maksimaalne RPE ei ületanud 14 – 15, mis väidab seda, et töö iseloom oli puhtalt aeroobne. SEE = 0.302 L/min, %SEE = 9.3%. Test näitas kahekordse standardvea vähenemise võrreldes varem laialt kasutatud Åstrand testiga. EB-test on submaksimaalne koormustest, sobib inimestele tervisekomplikatsioonidega nagu näiteks üleliigne kehakaal, üldine füüsilise võimekuse langus, kõrge vererõhk jne. Ei sobi neile, kelle VO_{2max} on kõrgem kui 4.5 Lmin. Mugav sellest seisukohast, et on lihtne sooritajale ja testijale, ei vaja kallimat varustust.

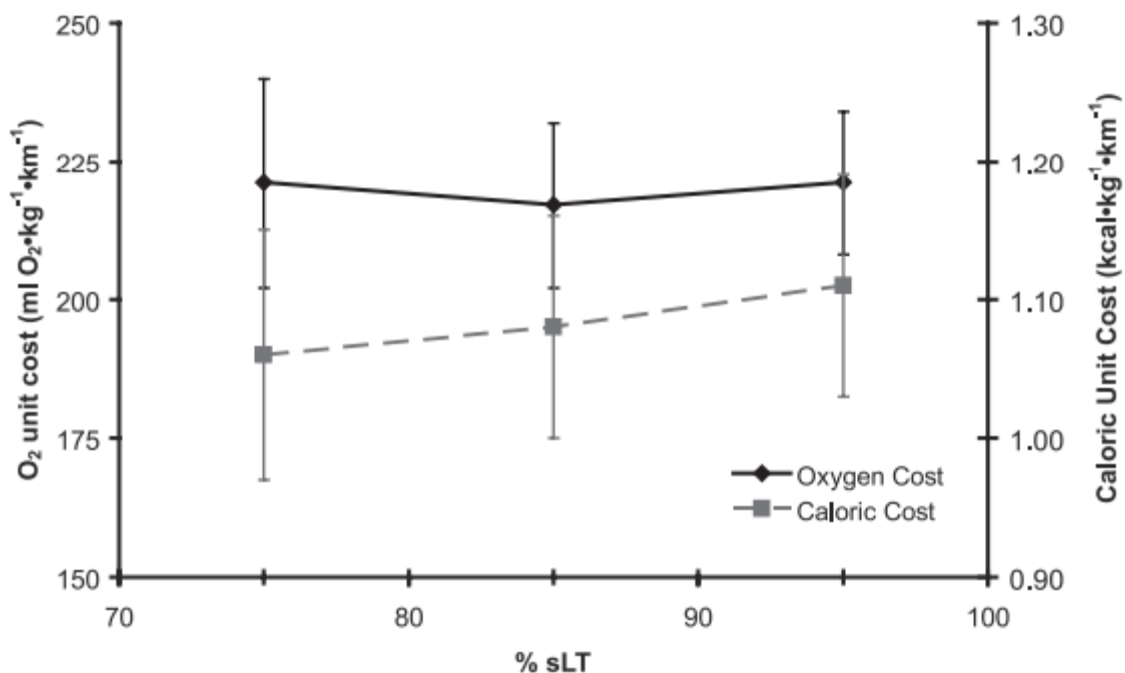
Seega on näha, et on olemas mitu meetodit CRF testimiseks, põhiline erinevus nende vahel on testitava indiviidi valmisolekus sooritada intensiivset tööd ja tema eesmärkides. EB-test paremini sobib kliinilises keskkonnas testimiseks, kuid ASU-test sobib nendele, kes soovivad täpsemalt teada enda võimekust ja on valmis tugevasti töötada soorituse parandamiseks.

Aeroobse lihastöö määraja on anaeroobne lävi. Testimises spordis ja kliinilises meditsiinis kasutatakse mõisteid anaeroobse läve kiirus, võimekus, SLS, VO_2 , VT (*ventilatory threshold*) – see on selline kiirus, võimekus, SLS, VO_2 , VT, mis leidub intensiivsete anaeroobsete protsesside avardumisel lihastes. Anaeroobne lävi või *anaerobic threshold* (AT) on tähtis näitaja sportlikus soorituses (Billat , 2001; Buchheit & Laursen, 2013; Fletcher et al., 2012).

Halvasti valmistatud sportlane ei oska sooritada kõrgema võimekusega lihastööd võistlusdistantil, ta väsib ära, kui hakkab jooksma tippaseme sportlastega sama kiiresti (Fletcher et al., 2012). Samamoodi halvenenud metaboolse funktsiooniga inimene tavaelus üleliigselt

koormab enda organismi sooritades tegevusi, mis ei nõuaks nii suurt pingutust indiviidilt, kelle lihased on parimas seisundis, ehk on võimelised sooritama kõrgema võimekusega tööd aeroobsete energeetiliste mehhanismide abil. Suurim võimekus on suhteline, ühele võib olla raske tõsta vanni 7. korrusele, teisele võib olla raske ärgata hommikul kell 7, tõsta ennast voodist püsti ja minna vannituppa. Nii halvasti valmistatud sportlane kui ka vähevõimeline tavainimene on sarnased ühel aspektil – neil on suhteliselt madal AT. Nende lihased ei ole valmis aeroobseks tööks sihitud võimsusega.

Fletcher et al. (2012) uurisid jooksjate jooksmisökonoomsust. Uuringu tulemustest on selgesti näha: mida suurema panuse töösse toodab anaeroobne energeetiline mehhanism (75%, 85%, 95% AT), seda suurem on kalorite kehakaalu ühiku kohta kasutamistase (vt Joonis 4). Veelgi, need jooksjad, kelle AT on kõrgem, näitavad suuremat jooksmisökonoomsust, e. kasutavad vähem kaloreid sama või suurema kiirusega joostes, kui need jooksjad, kelle jooksmisökonoomsus on madalam. Nagu on näha maksimaalse testi sooritamisel (George, 2007) ja HIIT uuringutest (Billat, 2001; Buchheit & Laursen, 2013; Fletcher et al., 2012), kõrgenenud füüsilise töö intensiivsus kutsus esile teatud ägedaid füsioloogilisi muutusi: kõrgenenud SLS, BP, PV, metaboolne atsidoos jne. Inimene ei suuda taluda pikaajaliselt nende parameetrite kõrgemaid väärtusi. Gitt et al. (2002) uurisid 223 südamehaigestunud inimesi ja leidsid, et need haiged, kelle hapnikutarbimine anaeroobse läve juures oli madalam kui 11 mLkg, olid surmariskigrupis järgmise 6 kuu jooksul. On näha, et südamehaigete puhul mängib olulist rolli metaboolne faktor, sest mitte ainult süda ei määra nende võimekust ja terviklikkust, vaid südametöö efektiivsuse (VO_{2max}) ja lihaste metaboolse staatuse (AT) kokkulangevus ja vastastikmõju. Südamehaigete perifeerne aeroobne lihasvõimekus oli niivõrd madal, et absoluutselt kerge välise vastupanu ületamine oli nende jaoks suhtelist raske ja kutsus esile anaeroobsete protsesside avardamist lihastes, mille järgi kardiorespiratoorne süsteem pidi tõstma enda aktiivsust. Võib pakkuda, et selliste ägedate faktorite, nagu suhteliselt kõrged BP, PV ja SLS kokkulangevus selliste konstantsete faktoritega, nagu inertne eluviis ja suur vanus, soodustavad terviseprobleemide teket, haigestumist ja surma.



Joonis 4 Energeetilise hinna kasv jooksmisel suurendava intensiivsusega (Fletcher et al., 2012)

On teada, et vanuselised muutused on pöördumatud ja pidurdamatud, treening ei saa kella seiereid tagasi pöörata. Samas positiivne on see, et on võimalik tõsta indiviidi metaboolset funktsiooni läbi treeningu sooritamise. Ülaalpool oli seletatud, millised energeetilised mehhanismid toodavad lihasrakke energiaga, ja milline on nende mehhanismide kõlblikkuse mõju indiviidi sooritusvõimele ja tervisele. Nüüd on vaja selgeks teha, kuidas turvaliselt ja edukalt metaboolset funktsiooni hinnata.

Tervetele aktiivsetele inimestele ja sportlastele sobib suurendava koormusega koormustest, näiteks ASU test, mis oli pakutud George'iga (2007). Sellise testi sooritamisel on võimalik samal ajal määrata VO_{2max} ja AT. Kliiniline keskkond annab võimalust kasutada gaasianalüsaatorit, see meetod on täpsem kui näiteks põllumeetod, mille järgi AT arvestatakse tulenedes sellest, kuidas muutub SLS keskmise kiiruse (võimekuse) muutumisega (Fletcher et al., 2012).

On juhtumeid, kui inimese (patsiendi) üldfüüsiline võimekus ei anna võimalust sooritada intensiivset tööd testimiseks. Näiteks südamehaigetel või muu tervisekomplikatsiooniga inimeste korral. On uuritud (Sinclair et al., 2011) ja pakutud kuue minuti kõnnitesti preoperatiivseks

kasutamiseks. Kliinilises keskkonnas, samamoodi nagu sporditestimises, viiakse läbi koormustesti gaasianalüsaatoriga, mis on täpsem, sest otseselt määrab testitavaid parameetreid, kuid raskematel juhtumitel on kuue minuti kõnnitest turvaliseks ja suhteliselt usaldusväärseks alternatiiviks.

Lihaskõuetestimine on intuiitiivselt arusaadav: mida tugevama välise vastupanu oskab ületada inimene konkreetses liigutuses, seda tugevam inimene selles liigutuses on (näiteks, küünarliigese painutus, puusaliigese sirutus jne). Selleks, et testimist standardiseerida ja võrrelda lihaskõuetestimise tulemusi inimeste vahel, on olemas dünamomeeter. Seade võimaldab determineerida, kui palju njuutoneid või kg produtseerivad lihased (Kelln et al., 2008). Väheha kompleksusega ja suurema kasulikkusega on 1RM meetod (Levinger et al., 2009). 1RM tähendab konkreetses liigutuses ületatud maksimaalset vastupanu. Kasutatakse kükki kangiga õlgadel, rinnast surumist, jõutõmmet ja teisi liigutusi vabade kaaludega, kuid on puudu teoreetilised või praktilised takistused vabas vormis testimiseks, samas on mõistlik jääda rakenduslikes piirides (liigutus peab olema seotud tavalise elu toimimisega). Olid tehtud kalkulatsioonid selleks, et kaudselt hinnata teoreetilist 1RM läbi väheha kaaluga suurima korduste arvu sooritamisel arvutamist, kuid sooritaja sporditaust tõsiselt mõjutab neid andmeid, sellepärast kaudne hinnang peab olema sooritatud hoolikalt (Richens & Cleather, 2014). Potentsiaalselt selline meetod on vähemal määral pingutav ja vähem traumaatiline. Tas et al. (2015) edukalt prognoosisid 60 – 75 aastaste inimeste 1RM kaudselt aproksimatsioonil.

2.3. Kõrge intensiivsusega intervalltreening tervetel kesk- ja vanemaelistel

Tervetele keskealistele ja sportlikele vanemaalistele inimestele CRF ja metaboolse funktsiooni tõstmiseks sobib Wingate-i testil põhinev HIIT või sprindi intervalltreening (SIT) – see on HIIT mudel, mis võtab aluseks Wingate-i testi (Burgomaster et al., 2008). Wingate-i test oli mõeldud jalgratturite töövõimekuse hindamiseks, HIIT-entusiastid võtsid selle aeroobse töövõimekuse tõstmiseks. Nagu see tihti juhtub, millelgi testimise viis on parim viis selle testitava parandamiseks. Võrdlus näitas, et SIT annab klassikalise vastupidavuse treeninguga võrdset efekti, samal ajal säästes suurtes kogustes aega. Konkreetselt, 6 nädala jooksul SIT rühm treenis 1.5 tundi nädalas (225 kJ), mis on 90% vähem võrreldes vastupidavuse rühmaga, kes treenis 4.5 tundi nädalas (2250 kJ), näidates 6 nädala pärast sarnaseid paranemisi metaboolses ja

kardiorespiratoorses funktsioonides. Mõlemas rühmas võrdselt kasvas mitokondrite arv ja lipidiide metabolismi maht, vähenes glükogeeni ja fosfokreatiini tarbimine. Väljatoodud näitajate muutmine signaliseerib, et suurenes lihaste aeroobne võimekus.

Hiljuti oli uuritud HIIT mõju tervete vanemaliste inimeste (keskmine vanus 72 a.) lihasjõule, liikuvusulatusle ja kehakoostisele (García-Pinillos et al., 2017). Uuringus kasutati HIIT printsiipe treeningprotsessi organiseerimisel. Samas oli tehtud mõistlik samm – kõik jõuharjutused kandsid erinevat modaalsust ja nendes toimuv liigesliikuvus oli teoreetiliselt rakendatav igapäevases elus. Osalejad treenisid 3 korda nädalas, iga sessioon kestis 40 minutit (120 min nädalas) ja koosnes kahest jõuplokist, kus oli sooritatud 8 – 10 jõuharjutust ja ühest vastupidavusplokist, kus osalejad kõndisid või jooksid staadionil muutuva kiirusega. Jõuharjutused olid tehtud kas enda kehakaaluga, meditsiinipalliga, swisspalliga või kummilindiga. Töö ja puhkuse suhe jõu- ja vastupidavusharjutustes kasvas iga nelja nädala tagant selleks ja sellepärast, et tõusis osalejate füüsiline võimsus. Samas uuringus osales teine grupp, kes sooritas suurema mahuga (150 – 200 min nädalas) ja vähema intensiivsusega (kõndimine) vastupidavustreeninguid. 12 nädala pärast HIIT grupp näitas parimaid tulemusi lihasjõu, liigesliikuvuse ja kehakoostise paranemises.

2.4. Kõrge intensiivsusega intervalltreening erinevate haiguste korral kesk- ja vanemaelistel

Arusaamisega, et paljudel kesk- ja vanemalistel inimestel esineb CVD risk, Gibala (2012) töötas välja väheintensiivse Wingate-i testil põhineva HIIT programmi. Üldine intensiivsus oli alanenud, samas aktiivsete intervallide kestvus tõusnud ja passiivsete intervallide kestvus vähenenud. Praktikas näeb vähenenud intensiivsusega SIT välja järgmisel moel: 10 korda 60s 90% SLS_{max} + 60 s puhkust peale igat intervalli. Treening, nagu seda vajab HIIT printsiip, säästab aega: 20 min tööd kokku, nendest 10 min aktiivset tööd.

Oli pakutud (Matsuto et al., 2014) veel spetsiifilisem HIIT variatsioon HIAT, kus oli suurendatud aeroobne komponent ja vähendatud intensiivsus. Nädala jooksul treenimiseks oli kulutatud ca 90 min. HIAT kõige paremini sobib istuva eluviisiga inimestele, kes alustavad spordiga tegelemist. Intensiivsus selles programmis ei tõuse kõrgemale kui 90% VO_{2max} , ühe sessiooni kestvus 13 min,

sooritakse 5 korda nädalas. HIAT võimaldab tõsta VO_{2max} , vähendada SF osakaalu ja kasvatada juurde lihasmassi, langetada SLS,

Kliinilises keskkonnas rakendati ka HIIT programme ja võrreldi aeroobse treeninguga CVD postoperatsioonilisel perioodil (Munk et al., 2011; Tjønnå et al., 2008; Wisløff et al., 2007). Treeningute intensiivsus oli 90 – 95 % SLS_{max} võrra, muidugi maksimaalne SLS oli palju madalam võrreldes tervisliku populatsiooniga. Uuringud näitasid, et HIIT on ohutu ja efektiivne treeningviis aeroobse ja metaboolse funktsiooni parandamiseks, IL-6, IL-8, RCP kontsentratsiooni langetamiseks kroonilistel haigetel. Postinfarktilised patsiendid trenisid 3 korda nädalas sooritades 10 min soojendust (50 – 60 % VO_{2max}) ja 4 intervalli intensiivsusega 90 – 95% SLS_{max} , aktiivse 3 min puhkusega 50 – 70% SLS_{max} (Tjønnå et al., 2008). Uuringutes on öeldud sellest, et intensiivsus, mitte ainult treeningu olemus ja selle maht, määravad võimlemisravi efektiivsust. HIIT treeningefekt ületab traditsiooniliste vastupidavustreeningute mõju.

Seega on näha, et isegi krooniliste tervise komplikatsioonidega kesk- ja vanemalised inimesed saavad osaleda kõrgema intensiivsusega intervalltreeningutes enda kasuks. Tähtis, et HIIT oleks programmeeritud nende füüsilisele võimekusele vastavalt, et mitte kahjustada tervist, vaid parandada. Õigesti planeeritud treening (üldjuhul intensiivsuse langetamine ja kestvuse suurendamine) kutsub esile positiivseid kardiorespiratoorseid ja metaboolseid muutusi.

KOKKUVÕTE

Inimese funktsionaalne võimsus hakkab langema peale 54. eluaastat, see protsess intensiivistub peale 60. eluaastat. On olemas kaks põhjust funktsionaalse võimekuse langemiseks: üks on füsioloogiline vananemine, seda mõjutada ei ole võimalik, teine on eluviisist tingitud füsioloogiliste süsteemide degeneratsioon, teist aspekti on võimalik mõjutada treeninguga. Aktiivne, sportlik eluviis võib hoidma vanemaliste võimekuse peaaegu keskealiste tasandil. Funktsionaalsele staatusele kõige suurimat mõju osutavad degeneratsioon närvi-lihassüsteemis, kardiorespiratoorses süsteemis, keha koostises ja organismi ainevahetuses. Konkreetse indiviidi juhul saab hinnata nende muutuste ulatust läbi järgmiste parameetrite määramise: VO_{max} , AT, SLS, BP, IL-6, RCP, TNF-a, ROS, BMI, WHR, 1RM. Määramiseks kasutatakse vereanalüüse ja spetsiaalseid teste. Tervetele heas füüsilises vormis inimestele sobivad paremini maksimaalsed testid, haigetele ja vanadele inimestele sobivad submaksimaalsed testid, sest nad ei koorma organismi liiga tugevasti, et kahjustada. Terapeutilisteks eesmärkideks kesk- ja vanemalistel inimestel on esile toodud parameetrite hoidmine referentsväärtuste piires, mis näitab teraapia efektiivsust.

Kõrge intensiivsusega intervalltreening (HIIT) on üks kõige efektiivsemaid tänapäeval teadaolevaid treeningviise kardiorespiratoorse, metaboolse ja neuromuskulaarse funktsiooni parandamiseks, mis omakorda tõstab sooritaja füüsilist võimekust. HIIT rakendatakse nii professionaalses spordis kui ka harrastusspordis ja rehabilitatsioonis. HIIT eelis traditsiooniliste treeningmeetodite ees on aja säästmine. Samas see on efektiivne meetod VO_{2max} , AT, SLS, BP, BMI, IL-6, ROS mõjutamiseks, mõnikord HIIT annab parimaid tulemusi kui traditsiooniliselt kasutatud treeningmeetodid. Kõige tähtsamad parameetrid intervalltreeningu planeerimisel on töö- ja puhkuseintervallide intensiivsus, kestvus ja nendevaheline ajaline suhe. On leitud, et treeningparameetrite õige reguleerimine võimaldab efektiivselt ja turvaliselt kõrvaldada vanusega seotud muutusi nii tervetel kui ka haigetel kesk- ja vanemalistel inimestel.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Allison MK et al. Brief Intense Stair Climbing Improves Cardiorespiratory Fitness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2017; 49(2):298-307.
2. Bellew JW, Symos TB, Vandervoort AA. Geriatric fitness: Effects of Aging and Recommendations for Exercise on Older Adults. *Cardiopulmonary Physical Therapy*. 2009; 16:20-31.
3. Billat LV. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports Medicine*. 2001; 31(1):13-31.
4. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*. 2013; 43(5):313-338.
5. Burgomaster KA et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*. 2008; 586(1):151-160.
6. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia \neq dynapenia. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2008; 63(8):829-834.
7. Compher C, Badellino KO. Obesity and inflammation: lessons from bariatric surgery. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2008; 32(6): 645-647.
8. Corona G et al. Age-related changes in general and sexual health in middle-aged and older men: results from the European Male Ageing Study (EMAS) . *The Journal of Sexual Medicine*. 2010; 7(4):1362-1380.
9. Daly RM et al. Gender specific age-related changes in bone density, muscle strength and functional performance in the elderly: a-10 year prospective population-based study. *BMC Geriatrics*. 2013; 13(1):71.
10. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*. 2009; 90(6):1579–1585.

11. Ekblom-Bak E. et al. A new submaximal cycle ergometer test for prediction of VO₂max Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2014; 24(2):319-326.
12. Elliott P. et al. Genetic loci associated with C-reactive protein levels and risk of coronary heart disease. Jama. 2009; 302(1):37-48.
13. Eurostat. Mortality and life expectancy statistics. 2017. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Mortality_and_life_expectancy_statistics, 30.04.2018
14. Eurostat. Surmapõhjuste statistika. 2017. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Causes_of_death_statistics/et, 30.04.2018
15. Fletcher JR, Esau SP, MacIntosh BR. Economy of running: beyond the measurement of oxygen uptake. Journal of Applied Physiology. 2009; 107(6):1918-1922.
16. García-Pinillos F et al. Effects of 12-week concurrent high-intensity interval strength and endurance training programme on physical performance in healthy older people. Journal of Strength and Conditioning Research. 2017.
17. George JD et al. A maximal graded exercise test to accurately predict VO₂max in 18–65-year-old adults. Measurement in Physical Education and Exercise Science. 2007; 11(3):149-160.
18. Gibala MJ et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. The Journal of Physiology. 2012; 590(5):1077-1084.
19. Gibala MJ et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance . The Journal of Physiology. 2006; 575(3):901-911.
20. Gillen JB et al. Interval training in the fed or fasted state improves body composition and muscle oxidative capacity in overweight women. Obesity. 2013; 21(11):2249-2255.
21. Gillen JB. et al. Three minutes of all-out intermittent exercise per week increases skeletal muscle oxidative capacity and improves cardiometabolic health. PloS One. 2014; 9(11):e111489.
22. Gillen JB et al. Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. PloS One. 2016; 11(4):e0154075.

23. Gitt AK et al. Exercise anaerobic threshold and ventilatory efficiency identify heart failure patients for high risk of early death. *Circulation*. 2002; 106(24):3079-3084.
24. Gremeaux V et al. Long-term lifestyle intervention with optimized high-intensity interval training improves body composition, cardiometabolic risk, and exercise parameters in patients with abdominal obesity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2012; 91(11):941-950.
25. Guyton A, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*, 12th Ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2011, 1035–1036.
26. Hajer GR, van Haeflten TW, Visseren FLJ. Adipose tissue dysfunction in obesity, diabetes, and vascular diseases. *European Heart Journal*. 2008; 29(24):2959-2971.
27. Hawkins SA, Wiswell RA. Rate and mechanisms of maximal oxygen consumption decline with aging. *Sports Medicine*. 2003; 33: 877-88.
28. Helgerud J et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007; 39(4):665-671.
29. Hu G et al. Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference, and waist-to-hip ratio on the risk of heart failure. *Circulation*. 2010; 121(2):237-244.
30. Jackson MJ, McArdle A. Age-related changes in skeletal muscle reactive oxygen species generation and adaptive responses to reactive oxygen species. *The Journal of physiology*. 2011; 589(9):2139-2145.
31. Kelln BM et al. Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active, young adults. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2008; 17(2):160-170.
32. Kotseva K et al. Time trends in lifestyle, risk factor control, and use of evidence-based medications in patients with coronary heart disease in Europe: results from 3 EUROASPIRE surveys, 1999–2013. *Global Heart*. 2017; 12(4):315-322.
33. Levinger I et al. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009; 12(2):310-316.

34. Leyk D et al. Physical performance in middle age and old age: good news for our sedentary and aging society. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2010; 107(46):809.
35. Libby P et al. Inflammation in atherosclerosis: from pathophysiology to practice . *Journal of the American College of Cardiology*. 2009; 54(23):2129-2138.
36. Lourenço TF et al. Reproducibility of an incremental treadmill VO₂max test with gas exchange analysis for runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011; 25(7):1994-1999.
37. Machado AF et al. High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2017.
38. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*. 2017; 595(9):2915-2930.
39. Majer IM. et al. Life expectancy and life expectancy with disability of normal weight, overweight, and obese smokers and nonsmokers in Europe. *Obesity*. 2011; 19(7):1451-1459.
40. Matsuo T et al. Effects of a low-volume aerobic-type interval exercise on VO₂max and cardiac mass. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2014; 46(1):42-50.
41. Munk P. S. et al. High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients . *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. 2011; 18(6):850-857.
42. Park SH et al. Sirt3, mitochondrial ROS, ageing, and carcinogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*. 2011; 12(9):6226-6239.
43. Peytremann-Bridevaux I, Santos-Eggimann B. Health correlates of overweight and obesity in adults aged 50 years and over: results from the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE). *Swiss Medical Weekly*. 2008; 138(17-18): 261-266.
44. Pyrpasopoulou A, Chatzimichailidou S, Aslanidis S. Vascular disease in systemic lupus erythematosus. *Autoimmune Diseases*. 2012

45. Richens B, Cleather DJ. The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. *Biology of Sport*. 2014; 31(2):157.
46. Rolland Y. et al. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The Journal of Nutrition Health and Aging*. 2008; 12(7):433-450.
47. Saladin KS. *Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function (Standalone Book) 7th Edition*. USA: McGraw-Hill; 2009; 1155-.
48. Sinclair RCF et al. Validity of the 6 min walk test in prediction of the anaerobic threshold before major non-cardiac surgery. *British Journal of Anaesthesia*. 2011; 108(1):30-35.
49. Tan S, Wang J, Liu S. Establishment of the prediction equations of 1RM skeletal muscle strength in 60-to 75-year-old Chinese men and women. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2015; 23(4):640-646.
50. Tjønnå AE et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*. 2008; 118(4):346-354.
51. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2013; 48(16):1227-1234.
52. Wisløff U et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*. 2007; 115(24):3086-3094.

SUMMARY

There is a connection between one's age and physiologic capacity. Middle-aged and elderly experience decline in physical function due to organic ageing *per se* and as a consequence of their chosen lifestyle. One's functional status is mostly affected by degenerative changes in the neuromuscular system, the cardiorespiratory system, body composition and metabolism. It is possible to assess clinically age-related changes by collecting blood samples and performing specialized tests. The most commonly evaluated variables are as follows: VO_{2max} , AT, SLS, BP, IL-6, RCP, TNF-a, ROS, BMI, WHR, 1RM. It is more preferable to conduct submaximal tests on those, who are affected by chronic diseases or his or her functional status is decreased. Maximal tests are usually performed on those individuals, who are into sports, or have a good to excellent health.

As there is no way of stopping senescence, there are many ways of altering one's way of life. It has been found that those of middle-aged and elderly population, who practice sports regularly have a high physiologic capacity even in their ages and experience less problems regarding cardiopulmonary health, with the last being the number one cause of mortality in elderly and the number two in middle-aged population.

It is not a new idea, that doing sports on a regular basis will improve one's physical performance or prevent it's decrease. A common concern considering time commitment to training could be resolved by adopting a high intensity interval training or HIIT from professional sports practice. The method recruits individual at a higher intensity intervals interspersed by low intensity intervals enabling him to accumulate more training volume at a higher intensity with an overall decrease in training time. The aforementioned benefits are superior to those that traditional training routines could propose.

HIIT is used to be an effective tool for improving conditioning in various sports. It acts the same implemented on various representatives of middle-aged and elderly population. As there are many different types of HIIT, a healthcare provider or a coach should carefully choose intensity, amount and length of intervals and training modality taking into account individual needs of his patient/client to provide a safe and an effective training session. Correctly adjusted HIIT has been found to affect positively vital variables in ill and healthy elderly and middle-aged. VO_{2max} , AT, SLS, BP, IL-6, RCP, ROS, BMI, WHR, 1RM improvements were statistically significant.

LISA 1. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina: **Mihail Beljajev**

(sünnikuupäev: **10.02.1992**)

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

Kõrge intensiivsusega intervalltreening kesk- ja vanemaealistel,

mille juhendaja on **Mati Pääsuke**

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, **11.05.2018**