

TARTU ÜLIKOOL

Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Elar Grünberg

**KEHALISE AKTIIVSUSE PREVENTIIVNE MÕJU
SARKOPEENIAGA KAASNEVATELE MUUTUSTELE**

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: PhD E-M. Riso

Tartu 2013

SISUKORD

LÜHENDID.....	3
SISSEJUHATUS.....	4
KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	5
1. Vananemise seos sarkopeeniaga.....	5
1.1 Erinevate skeletilihaskiudude omadused.....	5
1.2 Insuliiniresistentsuse mõju skeletilihastele.....	8
1.3 IGF-1 taseme langus ja müostatiini mõju organismile.....	8
1.4 Põletikuliste faktorite toime vananemisel.....	9
1.5 Oksüdatiivse kahjustuse avaldumine mitokondrites.....	10
2.1 Sarkopeenia mehhanism.....	12
2.1.1 Neuroloogiliste tegurite mõju vananemisel.....	14
2.2 Muud kaasnevad tegurid.....	16
2.2.1 Eakate inimeste toidutarbimise seos sarkopeeniaga.....	16
2.2.2 Vananemise mõju hormoonide reguleerimisele.....	17
2.2.3 Metabolismi tagajärjed vananemisel.....	18
2.2.4 Immuunsüsteem ja reniin-angiotensiin-aldosteroon süsteem.....	19
2.3 Sarkopeenia staadiumid ja erinevad määramise meetodid.....	20
2.3.1 Sarkopeenia skriining ja hindamine.....	22
3. Kehaline aktiivsus.....	23
3.1 Jõutreeningu kasulikkus ja üldised soovitused eakatele inimestele.....	23
3.2 Jõutreening sarkopeenia puhul.....	26
3.3 Erinevad jõutreeningu programmid.....	28
3.4 Jõutreeningu varustus.....	30
KOKKUVÕTE.....	32
KASUTATUD KIRJANDUS.....	33
RESÜMEE.....	37

LÜHENDID

ATP	<i>adenosine triphosphate</i> ; adenosiinrifosfaat
DHEA	<i>dehydroepiandrosterone</i> ; dehüdroepiandrosteroon
DNA	<i>deoxyribonucleic acid</i> ; desoksüribonukleiinhape
GH	<i>growth hormone</i> ; kasvuhormoon
IGF-1	<i>insulin-like growth factor 1</i> ; insuliinisarnane kasvufaktor 1
IL-6	<i>interleukin 6</i> ; interleukiin-6
mtDNA	<i>mitochondrial deoxyribonucleic acid</i> ; mitokondriaalne desoksüribonukleiinhape
RAAS	<i>renin-angiotensin-aldosterone system</i> ; reniin-angiotensiin-aldosteron süsteem
1 KM	<i>1 repetition maximum (1RM)</i> ; 1 kordusmaksimum (1 KM)

SISSEJUHATUS

Termin sarkopeenia tuleneb kreeka keelest (sarx-liha, penia-kaotus), mis tähendab vananemisega seotud skeletilihaste massi ja jõu kadu (Rom *et al.*, 2012). Antud definitsiooni kasutati esimest korda 1988. aastal. Sarkopeenia põhjustab funktsionaalsete võimete väärtuste langust, milleks on väga elementaarsed igapäevased tegevused ja toimetused: seismine, käimine, toolilt püsti tõusmine, treppidel liikumine, kodutööde ja isikliku hügieeniga tegelemine (Jones *et al.*, 2009).

Sarkopeenia on oluline rahvatervise probleem, mis mõjutab umbes 25% inimesi vanuses alla 70 aasta ja 40% inimesi vanuses 80 aastat ja vanemad. Sarkopeeniat esineb rohkem kui 50 miljonil inimesel ning järgmise 40 aasta jooksul mõjutab see juba rohkem kui 200 miljonit inimest (Burks & Cohn, 2011).

Progresseeruv lihasmassi kadu ja vähenenud kehaline aktiivsus tekitab eakatel inimestel terviseriske, mis seostub enam sagedaste kukkumistega ja luumurdudega (Burks & Cohn, 2011). Füüsilise nõrkuse tulemusena väheneb eakate inimeste iseseisvus ning seeläbi satuvad paljud hooldekodudesse (Jones *et al.*, 2009). Sarkopeeniaga kaasneb tavaliselt töövõimetus või invaliidsus, mis toob suuri rahalisi kulutusi riikide tervishoiusüsteemidele (Morley 2012). Paljud uuringud kinnitavad, et füüsiline tegevus on tõhus kaitse sarkopeenia vastu ning selle kasulikkus ja efektiivsus sõltub väga oluliselt füüsilise tegevuse tüübist (Rolland *et al.*, 2008).

Teema valik tuleneb sarkopeenia aktuaalsusest, mis on tingitud maailma rahvastiku vananemisest ning antud temaatika puudutab üha rohkem eakaid inimesi eelpool nimetatud probleemide ja eluoluliste raskustega. Käesoleva töö eesmärgiks on anda ülevaade sarkopeenia mehhanismist, uurida erinevaid mõõtemetodeid sarkopeenia määramisel ning seoseid vananemisel toimuvatest muutustest organismis, samuti uurida kehalise aktiivsuse mõju sarkopeenia korral.

Bakalaureusetöö koosneb kolmest osast. Esimene osa keskendub vananemisel toimuvatest muutustest organismis ja seoste leidmisest sarkopeeniaga. Teises osas tutvustatakse sarkopeenia mehhanismi ning antakse ülevaade erinevatest mõõtetehnikate meetoditest sarkopeenia määramisel. Kolmandas osas kirjeldatakse kehalise aktiivsuse tähtsust ja kasulikkust sarkopeenia korral.

KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1. Vananemise seos sarkopeeniaga

Viimasel sajandil on maailma rahvastiku keskmine eluiga märkimisväärselt tõusnud. 20. sajandil oli keskmine eluiga tööstusriikides 45-50 aastat. 21 sajandi alguses tõusis keskmine eluiga kogu maailmas tervikuna 65 aastani ning hetkel on see arenenumates riikides juba üle 80 aasta. World Health Organizationi (WHO; Maailma Tervisehoiuorganisatsioon) hinnangul oli 2000. aastal 60 aastaseid ja vanemaid inimesi 600 miljonit ning 2025. aastaks tõuseb see prognooside kohaselt 1,2 miljardini. Sellest järeldub, et maailma rahvastik vananeb märkimisväärselt kiiresti (Wang & Bai, 2012).

Vananemine on mitmetahuline protsess, mis mõjutab keha iga elundit (Burks & Cohn, 2011). Seoses vananemisega toimub organismis hulk muutusi, mis aitavad kaasa sarkopeenia arengule: inaktiivsusest põhjustatud lihasatroofia, muutused närvisüsteemis (alfa-motoneuronite kadu), hormonaalsed muutused, põletikud, muutused kalorite tarbimises, muutused lihaste füsioloogias ja koostises. Sarkopeeniat ei põhjusta üks konkreetne tegur, vaid protsesside kogum (Jones *et al.*, 2009).

Üks kõige hämmastavam vananemisega kaasnev nähtus on tahtmatu lihasmassi, selle jõu ja funktsiooni kadu. Lihasmassi vähenemine toob kaasa rasvamassi tõusu ning muutused keha koostises, mis omakorda suurendavad eakatel inimestel insuliiniresistentsuse esinemisagedust. Lisaks luutiheduse vähenemisele ja suurenenud liigeste jäikusele on oht ka küfoosile. Lihasmassi, jõu ja funktsioonide muutustele on tõenäoline mõju ka mitmetele teistele seisunditele: 2. tüüpi diabeet, ülekaalulisus, südamehaigused ja osteoporoos (Volpi *et al.*, 2004).

1.1 Erinevate skeletilihaskiudude omadused

Skeletilihaskude moodustab peaaegu poole inimese keha massist, lisaks energia tootmisele on oluliseks teguriks säilitada homöostaas glükoosi ainevahetusel. Skeletilihaste kokkutõmbevõime on vajalik keha liigutamiseks ja stabiilsuse säilitamiseks (Lang *et al.*, 2010).

Kõik keha skeletilihased koosnevad mitmetuumalistest rakkudest, mida nimetatakse lihaskiududeks. Lihaskiud sisaldavad kontraktiilseid valke, milleks on müosiin ja aktiin ning

nende koostöö abil toimuvad lihaste kokkutõmbed. Aktiini (jämedad filamendid) ja müosiini (peenikesed filamendid) kiud moodustavad sarkomeere, mis on skeletilihaskiudude põhiliseks funktsionaalseks üksuseks (Lang *et al.*, 2010; Scott *et al.*, 2001). Skeletilihaskiud on jaotatud eraldi alatüüpidesse, mis põhinevad mitmetel omadustel: kontraktsiooni aeg, jõu tootmine ja vastupanu väsimusele. Sellest tulenevalt liigitatakse skeletilihaskiud aeglasteks ja kiireteks. Lihaste kvaliteet ja tugevus on tihedalt seotud kiu tüübi koostisest (Sertel *et al.*, 2011).

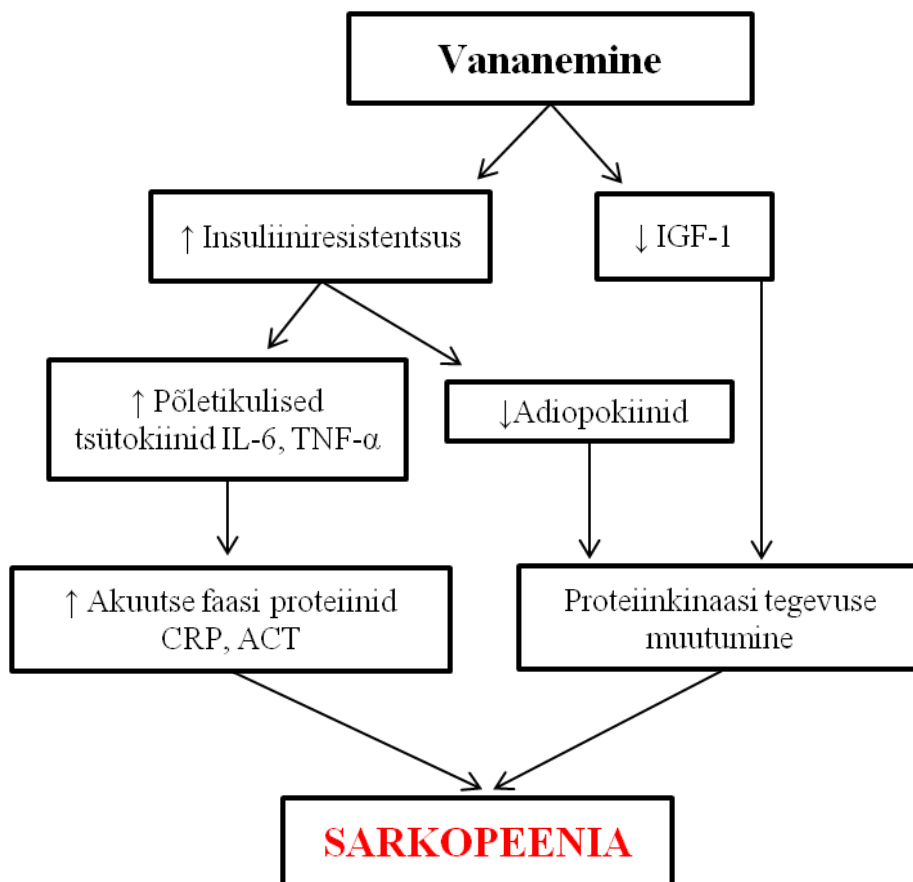
Tabel 1. Erinevate lihaskiudude alatüübid (Sertel *et al.*, 2011)

SKELETILIHASKIUD	Tüüp I	Tüüp II a	Tüüp II x	Tüüp II b
Kontraktsiooni aeg	aeglane	mõõdukalt kiire	kiire	väga kiire
Jõu tootmine	madal	keskmise	kõrge	väga kõrge
Väsimusaste	tunde	< 30 minutit	< 5 minutit	< 1 minut

Lihaskiude innerveerivad motoneuronid. Motoorseid ühikuid eristatakse lihaskiududes müosiini tüübi ehk müosiini raske ahela isovormide alusel. Aeglased motoorsed ühikud sisaldavad kõige vähem lihaskiude ja koosnevad I tüüpi müosiinist, mis muundab energiat suhteliselt aeglaselt. Sellest järeldub, et need lihaskiud koos motoorsete ühikutega kontraheeruvad aeglaselt. I tüüpi lihaskiudude aeglased motoorsed ühikud on eriti rikkad mitokondrite ja müoglobiini poolest, samuti on väsimusele hästi vastupidavad ning ATP tootmine toimub aeroobse oksüdatsiooni kaudu (Lang *et al.*, 2010; Drey, 2011).

Kiired motoorsed ühikud arendavad rohkem jõudu ning neil on paremad kiirusomadused kui aeglastel motoorsetel ühikutel. Kiired motoorsed ühikud erinevad aeglastest suurema lihaskiudude arvu ja ristlõikepindala poolest. Suurem lihaskiudude arv ja ristlõikepindala tagavad suurema kontraktsioonikiiruse, millest tingituna kontraheeruvad kiired lihaskiud kolm korda kiiremini kui aeglased lihaskiud (Lang *et al.*, 2010; Yamauchi, 2012). Need motoorsed ühikud ekspresseerivad IIX ja IIB tüüpi müosiini, mis muundavad energiat kiiremini kui I tüüpi müosiin. Kiired lihaskiud on mitokondrijaesed ning peamiseks ATP allikaks on glükolüüsi kaudu saadav glükogeen, mis võib anda lühikese aja jooksul

märkimisväärset suurt energiat. Kiired motoorsed ühikud rakenduvad tööle siis, kui on vaja genereerida maksimaalset jõudu. Maksimaalse jõu produtseerimine toimub näiteks sprintimisel või tõstmisel. Eelpool nimetatule lisaks eksisteerivad veel kiirete ja aeglase mootorsete ühikute vahepealsed motoorsed ühikud, mis sisaldavad IIa tüüpi müosiini. Neid iseloomustab mõõdukalt keskmine kontraktsiooni kiirus ja jõu tootmine, mis tähendab seda, et energia muundumise määr on aeglase ja kiire motoorse ühiku vahepealne (Lang *et al.*, 2010; Sertel *et al.*, 2011).



Joonis 1. Vananemise seos sarkopeeniaga (Khamseh *et al.*, 2011).

1.2 Insuliiniresistentsuse mõju skeletilihastele

Kehalise aktiivsuse vähenedes kasvab rasvamass, mille tagajärjel suureneb risk insuliiniresistentsusele (Wang & Bai, 2012). Suurenenud insuliiniresistentsuse risk süvendab jõuetuse arengut vananemisel (Levine & Crimmins, 2012). Rasva ladestumist lihaste pealispinnale loetakse sõltumatuks riskiteguriks insuliiniresistentsuse ja diabeedi puhul. Lihaste funktsioonide säilitamisel etendab olulist osa just insuliin, sest seda peetakse anaboolseks teguriks. Samuti toimub insuliini poolt glükoosi vahendamine lihastesse. Insuliiniresistentsuse seos lihasmassi ja lihaste funktsioonide langusega on keeruline protsess ning hüpoteesi kohaselt on lihasjõu vähenemine tulemus, mitte põhjus (Khamseh *et al.*, 2011).

Insuliiniresistentsus esineb sageli koos kõhupiirkonna rasvumisega. Rasvumisega seotud insuliiniresistentsus võib kahjustada insuliini anaboolset mõju, mis tõkestab proteolüütilisi ja lihaseid stimuleerivaid reaktsioone, mille tulemusena toimub skeletilihaste massi astmeline vähenemine. Kõhuõõne rasvumise ja insuliiniresistentsuse seost mõjutavad põletikulised tsütokiinid. Süsteemsesse põletikuprotsessi on kaasatud valgumolekulid, mille tulemusel toimuvad immunoloogilised vastureaktsioonid ning tagajärjeks on rasvarakkude vabanemine. Insuliiniresistentsus ja liigne tsütokiinide tootmine vähendab skeletilihaste kiu läbimõõtu ja valgusaldust, samuti kahjustavad nad lihaste jõuarendamise võimet ja vastupidavust (Levine & Crimmins, 2012).

1.3 IGF-1 taseme langus ja müostatiini mõju organismile

Vananemine on seotud insuliinisarnase kasvufaktori 1 (IGF-1) taseme vähenemisega, mis tähendab muutusi kehaehituses. Toimub lihasmassi vähenemine ja rasvamassi suurenemine (Khamseh *et al.*, 2011). IGF-1 on valgusünteesi elluvijja skeletilihastes. Skeletilihaskiud omavad transmembraani retseptoreid, mis seovad insuliini ja IGF-1, et reguleerida proliferatsiooni, diferentseerumist ja ühendada skeletilihaste tüvirakke. IGF-1 on kaks peamist allikat. Kõrgem IGF-1 on toodetud süsteemselt kasvuhormooni (GH) ja maksa koostöö tulemusel. Teiseks allikaks on skeletilihased ise. IGF-1 tootmine peegeldab kehalist aktiivsust. IGF-1 seondub retseptoritega skeletilihasrakkude pinnal ning aktiveerib keerulisi rakkude signaalsüsteemi radu, mis on anaboolsed, antikataboolsed ja antiapoptoosilised. Vanusega langeb kasvuhormooni tase, mille tagajärjel väheneb IGF-1 tootmine maksas ja

skeletilihaskudes. Vananemisega seotud IGF-1 tootmise langus mõjutab negatiivselt valgusünteesi ja lihaskude funktsioone, samuti võib ohustada motoneuronite talitlust (Lang *et al.*, 2010).

Müostatiin on oluline valk, mis reguleerib skeletilihaste kasvu, samuti pärsib satelliitrakkude tootmist ja pidurdab lihaste kasvufaktoreid (Burton & Sumukadas, 2010; Cooper *et al.*, 2012). Lihaste kahjustusest tingituna taastumisvõime langust vananemisel peetakse üheks võimalikuks sarkopeenia mehhanismi osaks, mis avaldab mõju lihaste satelliitrakkude arvule. Sellega seoses on häiritud skeletilihaskiudude regeneratsioon. Satelliitrakkude arvu langus on kõige suurem II tüüpi lihaskiududes. Lihaskoe taastumise ebaedu on tingitud vananemisel toimuvate molekulaarsete regulaatorite muutustega ehk muutused toimuvad müogeeni regulaatoreid mõjutavates tegurites. Skeletilihaste satelliitrakkudes leiduv müostatiin pärsib lihaste kasvu ning atrofeeruvast lihases esinev müostatiin on üheks märkimisväärseks mõjutajaks vananemisel toimivas lihasnõrkuses (Lang *et al.*, 2010).

1.4 Põletikuliste faktorite toime vananemisel

Vananemine on seotud subkliinilise põletikuga, mida iseloomustab kõrge interleukiin-6 (IL-6) ja madalam IGF-1 tase. Need muutused on seotud omakorda kiirenenud lihasnõrkuse tekkega ja rasvavaba massi vähenemisega. IGF-1 ja peptiidhormoonid on anaboolsed tegurid, mis aitavad säilitada lihasmassi läbi proteiinkinaasi süsteemi, samuti soodustavad glükoosi omastamist lihas- ja rasvarakkudel. Kõrge interleukiin-6 põhjustab põletikueelsed tsütokiinid võivad põhjustada apoptoosi tekkimist lihaskiududes (Khamseh *et al.*, 2011). Tsütokiinide suurenenud tootmine põhjustab vanematel inimestel sagedamini põletikulisi protsesse nagu reumatoidartriit ja osteoartriit. Tsütokiinid on kataboolsed ained, mis vallandavad lihasnõrkust, eriti IL-6 tsütokiin, mille kontsentratsioon on kõrge vanematel inimestel. Kõrges kontsentratsioonis IL-6 on korrelatsioon aeglase kõnnikiirusega ja käe väiksema haardetugevusega (Jones *et al.*, 2009).

C-reaktiivset valku (CRP) tuntakse kui geriaatrilist tsütokiini, mille tootmine suureneb märkimisväärselt põletikureaktsioonide korral. Põletikuprotsessidest tingituna kõrgema kontsentratsiooniga CRP-d seostatakse kaks kuni kolm korda suurema ohuga kaotada rohkem kui 40% käe haardetugevusest kolme aasta jooksul (Sakuma & Yamaguchi, 2012).

Lihaste ja valkude lagundamist ning valgusünteesi vähendamist põhjustavad otseselt põletikutsütokiinid: tuumori nekroosi faktor (TNF), interleukiin-1b (IL-1b) ja IL-6 (Wang & Bai, 2012). TNF- α tsütokiin on seotud insuliiniresistentsusega ja sarkopeeniaga, kahjustades insuliini signalisatsiooni radu, mis võivad süvendada insuliiniresistentsust (Khamseh *et al.*, 2011).

Adiopokiinid suurendavad insuliinitundlikkust, reguleerides insuliini taset sõltumata glükoosi omastamisest lihastes läbi proteiinkinaasi süsteemi. Diabeedi puhul on täheldatud, et adiopokiinide tase vereringes väheneb (Khamseh *et al.*, 2011).

Dehüdroepiandrosteron (DHEA) on suguhormooni eelkäija, mis inhibeerib IL-6 tootmist. Kuna DHEA tase langeb koos vananemisega, siis inhibeeriv mõju IL-6 produtseerimises muutub nõrgemaks. Sarkopeenia süveneb neil, kes on ülekaalulised või rasvunud, sest kõrgem IL-6 tase on korrelatsioonis suurenenud kõhupiirkonna rasvahulgaga. Suurenenud rasvamassiga on omavahel tugevalt seotud ka madal testosterooni ja GH tase. Sellest võib järeldada, et keha rasvasisaldus mängib olulist rolli sarkopeenia kujunemisel, kuna hormoonid ja tsütokiinid mõjutavad lihasmassi. Suurenenud rasvamassi võib seostada varjatud sarkopeeniaga, mis annab mõiste „ülekaaluline sarkopeenik“. Kõrgenenud IL-6 tootmine annab olulise panuse ka isutuse tekkimisele. Isutus on suur probleem vanematel inimestel ning sellest lähtuvalt ei tarbi nad piisavas kogustes toitaineid. Selline käitumine aitab kaasa lihasatroofia tekkele. IL-6 mõjutab sarkopeeniat otseselt oma kataboolse toime kaudu lihastele ning vähenenud söögiisu suurendab ohtu alatoitlusele (Jones *et al.*, 2009).

1.5 Oksüdatiivse kahjustuse avaldumine mitokondrites

Lihaste kontraktsioon sõltub adenosüütrifosfaadi (ATP) tootmisest mitokondrites. ATP-d kasutatakse peaaegu kõigis rakus toimuvates reaktsioonides, sealhulgas ka lihaskontraktsioonil. Mitokondrites asuv desoksüribonukleiinhape (DNA) ja mitokondri valgud avaldavad otsest mõju vananevale lihasele lihaskontraktsioonil (Drey, 2011).

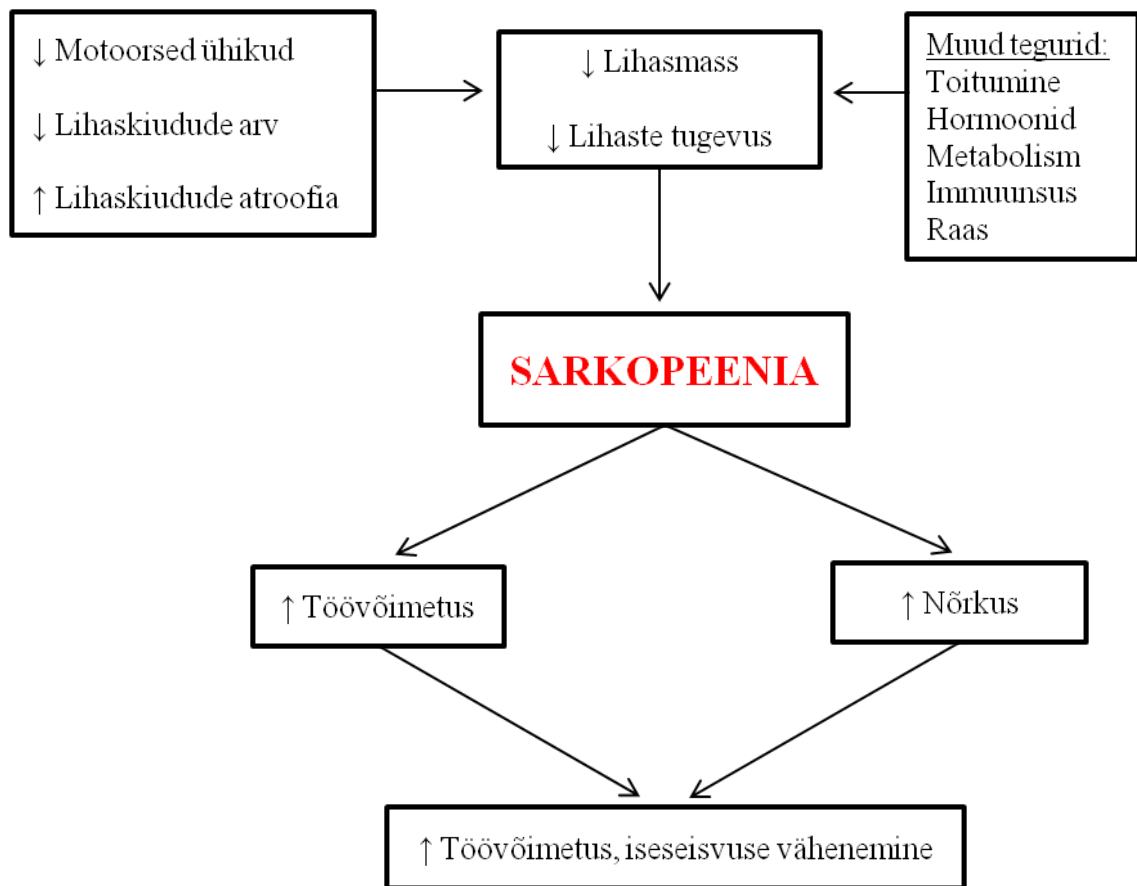
Oksüdatiivne metabolism genereerib reaktiivseid hapnikuühendeid. Ajapikku kuhjunud metaboolsed produktid kahjustavad raku osasid, eriti mitokondreid ja DNA järjestust. Kuna mitokondrid toodavad reaktiivseid hapnikuühendeid, siis toimuvad muutused mitokondrite struktuuris ja nende DNA-s. Ümberkorraldused mitokondriaalses DNA-s (mtDNA) suurenevad ja sagenevad vananevates skeetilihastes. Kahjustunud mitokondriaalsetes

piirkondades on märgatavaid muutuseid sarkopeenia poolt mõjutatud skeletilihastes. Muutused mtDNA-s põhjustavad kahjustusi skeletilihaste funktsioonides, mis väljenduvad skeletilihaste rakkude apoptoosis ja struktuurihäiretes. Need muutused omakorda mõjutavad metaboolseid funktsioone (Lang *et al.*, 2010).

Mitokondriaalse DNA, valgusünteesi ja valkude aktiivsuse vähenemine on seotud vabade radikaalide tootmisega, DNA oksüdatiivse kahjustusega ja mitokondriaalsete valkudega. Oksüdatiivne kahjustus on ühine lihaskude tuumal ja mtDNA-l. Kui kahjustatud tuuma DNA on kiiresti korrigeeritav, siis kahjustatud mtDNA-d ei ole lihtne korrastada. Vananemisel alaneb mtDNA- ja valgusüntees, mille tulemusel väheneb mitokondrite valkude sisaldus. Mitokondriaalsete valkude vähenemine tähendab ka valkude vähenenud aktiivsust, mis põhjustab oksüdatiivse suutlikuse langust 50% ulatuses ning kahandab ATP kättesaadavust lihaskontraktsioonil (Drey, 2011). Need protsessid on seotud aeroobse võimekuse vähenemisega, mis avaldavad negatiivset mõju maksimaalsel hapnikutarbimisel. See põhjustab südame minutimahu vähenemist, millega omakorda kaasneb madalakvaliteediline lihasku hingamine (Lang *et al.*, 2010; Drey, 2011).

2.1 Sarkopeenia mehhanism

Sarkopeeniat seostatakse keerulise etioloogiaga, mis väljendub neuronaalsetes, hormonaalsetes, immunoloogilistes, toitumisalastes ja kehaliste tegevuste mehhanismides (Narici & Maffulli, 2010).



Joonis 2. Sarkopeenia mehhanism (Burton & Sumukadas, 2010).

Lühend: RAAS - reniin-angiotensiin-aldosterooni süsteem.

Sarkopeeniat iseloomustab vananemise tagajärjel progresseeruv generaliseerunud skeletilihaste massi, jõu ja funktsiooni kadu. Lihasmass ja jõud saavutavad oma maksimumi teise ja neljanda aastakümne vahel ning seejärel hakkavad stabiilselt langema. Järgjärguline skeletilihaste massi ja tugevuse kadu viib selleni, et langeb kehaline aktiivsus ja väheneb liikuvus, mis omakorda seab ohtu toimetuleku igapäevastes tegevustes (Burton & Sumukadas, 2010).

Lihasmassi vähenemine on kõige enam väljendunud kätel ja jalgadel (Morley 2012). Lihaskiudude vähenemine toimub enne lihasmassi langust. Madala füüsilise aktiivsuse tulemusel tekib lihaskiudude atroofia, mis omakorda põhjustab lihasmassi ja lihaskiudude kadu (Rolland *et al.*, 2008). Omavahelises võrdluses on eakate inimeste lihasmassi ja -kiudude näitajad väga erinevad. Seda võib osaliselt seletada sellega, et lihaskiudude ja -tugevus hilisemas elueas sõltub kehalise tegevuse aktiivsusest varasemas elus (Sayer *et al.*, 2008). Meestel ja naistel on lihaskiudude ja -funktsiooni langus erinev. Meestel toimub lihaskiudude vähenemine järkjärgult, kuid naistel toimub järsult peale menopausi (Rolland *et al.*, 2008). Sarkopeenia protsess mõjutab mõlemast soost inimesi. Erinevalt meestest on naistel suurem oht kaotada funktsionaalset sõltumatust, sest nad elavad kauem ja igal vanuselisel ajahetkel on naistel madalam lihaskiudude kui meestel (Narici & Maffulli, 2010).

Liikuvuse vähenemine vananemisel on seotud skeletilihaste kontraktiilsete omaduste halvenemisega. Lihaskiudude kadu kirjeldatakse kui rakuliste protsesside kogumit, milleks on denervatsioon, mitokondrite talitushäired, põletikulised ja hormonaalsed muutused. Need muutused väljenduvad lihaskiudude, liikuvuse ja funktsioonide vähenemises, lisaks sellele suureneb väsimus, risk metaboolsetele häiretele ning kukkumiste ja luumurdude sagedus (Lang *et al.*, 2010).

Bioloogilisel vananemisel on füsioloogilise võimsuse vähenemine vältimatu. Langus toimub kõikides suuremates üksustes: südame-veresoonkond, ainevahetus, hingamiselsundkond ja neuromuskulaarsus. Need protsessid soodustavad organismi nõrkuse ja väsimuse kujunemist, mis omakorda mõjutavad keha liikumisvõimeldust (Kirkendall & Garrett, 1998).

Vananemisega toimuvad kiirete ja aeglaste motoorsete ühikute kaod, samuti tekib lihaskiudude atroofia ja nende ristlõikepindalad vähenevad. Kõige suurem kadu on II tüüpi (kiired glükolüütilised) lihaskiudude arv (Lang *et al.*, 2010). 20-80 aastaste inimeste lihaskiudude arv väheneb vanusega umbes 50% ning pärast 60. eluaastaid toimub lihaskiudude kadu veelgi kiirenevas tempos (Drey, 2011). 20-50 aastaste inimeste reielihaste kiudude arvu on võrreldud 50-80 aastastega ning tulemustest nähtub, et lihaskiudude arv on 600 000-ndelt vähenenud 323 000-ni (Faulkner *et al.*, 2007). II tüüpi lihaskiudude kadu on I tüüpi lihaskiududest suurem ning sellest tingituna põhjustavad morfoloogilised muutused lihaste funktsioonihäireid (Drey, 2011).

L. Larsson leidis 1978. aastal, et eakate inimeste (vanuses 55-60 aastat) I ja II tüüpi lihaskiudude ristlõikepindalad võrreldes nooremate inimestega (vanuses 20-29 aastat) on

tunduvalt väiksemad. Erinevus I tüüpi lihaskiudude ristlõikepindalas oli 23% ja II tüüpi lihaskiudude ristlõikepindalas oli 42%. (Narici & Maffulli, 2010).

JL. Andersen avastas 2003. aastal, et 85 aastastel inimestel on II tüüpi lihaskiudude ristlõikepindala 57% ja I tüüpi lihaskiudude ristlõikepindala 25% väiksem kui 25 aastastel inimestel (Narici & Maffulli, 2010). Kiirete mootorsete ühikute ja samaaegselt II tüüpi lihaskiudude kadu põhjustab kahju lihasjõule ja vajalikele tegevustele nagu toolilt tõusmine, tõusul kõndimine ja tasakaalu hoidmine (Lang *et al.*, 2010).

Kostka *et al.* poolt 2005. aastal läbiviidud uuringus selgus, et skeletilihaste võimsuse kadu on seotud vananemisega. Osalejatel (vabatahtlikud vanuses 20-90 aastat) mõõdeti veloergomeetril maksimaalset kiirusliku jõudu. Leiti, et maksimaalne kiiruslik jõud väheneb ligikaudu 18% vanuste vahel 20-29 ja 50-59 ning täiendavalt kahaneb veel 20% vanuste vahel 60-69 ja 80-89. Lisaks kiirusliku jõu näitajatele on uuringud näidanud, et vananemisel toimub jõu vähenemine umbes 30-35% ulatuses, mis on eelkõige seotud lihasmassi langusega (Lang *et al.*, 2010).

2.1.1 Neuroloogiliste tegurite mõju vananemisel

Närvisüsteemi talitlust mõjutavad vanus, motokorteks, seljaaju, perifeersed neuroneid ja neuromuskulaarsus. Seljaajus väheneb aja jooksul alfa motoneuronite arv, mis tekitab kahju kiiretele mootorsetele ühikutele (Lang *et al.*, 2010).

Vananemisega seotud muutused neuromuskulaarses süsteemis võivad oluliselt mõjutada sarkopeenia arenemist. Seljaaju motoneuronite arv ja mootorsete ühikute toimimine vähenevad vanuse kasvades. Ligikaudu peale 60. eluaastaid hakkab mootorsete ühikute hulk dramaatiliselt vähenema (Drey, 2011). Vananedes väheneb motoneuronite arv umbes 25-50% võrra (Dehail, 2008). Inimese närvirakkudel on ettemääratud eluiga ning nende arvu langus sõltub rakkude asukohast kehas, vanusest ja haiguste esinemistest (Drey, 2011).

Liikumise alustamiseks on motoneuronite ülesandeks saata ajust signaale lihastele. Motoorsed ühikud sisaldavad motoneuroneid, mis innerveerivad kõiki lihaskiude. Lihaskiudude arv innerveitavas motoneuronis sõltub konkreetse lihase funktsioonist. Näiteks silmalihased nõuavad täpseid liigutusi, sellest tulenevalt peavad motoorsed ühikud koos motoneuronitega innerveerima vaid paari lihaskiudu. Reie nelipealihased nõuavad vähem

täpseid liigutusi, kuid see eest suurt jõudu, seega peavad motoorsed ühikud koos motoneuronitega innerveerima sadu või rohkemgi lihaskiude. Lihaskiudude kadu algab motoneuronite vähenemisega (Drey, 2011).

Motoneuronid surevad koos vananemisega, mis põhjustab lihaskiudude denervatsiooni motoorses ühikus. Denervatsiooni mõjul tekib lihaskiudude atrofeerumine, mis pikemas perspektiivis tähendab lihaskiudude kadu ning sellest lähtuvalt toimub üldine lihasmassi vähenemine. Kui motoneuron hävineb, siis hävinenud motoneuroni kõrval asuv teine motoneuron (tavaliselt aeglane) võtab hävinud motoneuroni töö üle ja reinnerveerib lihaskiud, mis omakorda aitab vältida lihaskiudude atroofiat. Seda protsessi nimetatakse motoorse ühiku taasmoodustumiseks (Drey, 2011). Seega II tüüpi lihaskiude juhivad nüüd aeglased motoorsed ühikud, mis tähendab, et II tüüpi lihaskiud on ümberpöörduvad I tüüpi lihaskiududeks (Lang *et al.*, 2010). Kui võrrelda kiireid motoorseid ühikuid aeglastega, siis aeglased motoorsed ühikud produtseerivad vähem jõudu ning kontraheeruvad aeglasemalt. Motoneuronite taasmoodustumine aeglasteks motoneuroniteks põhjustab ebaefektiivsete mootorsete ühikute loomist. Taasmoodustunud aeglased motoorsed ühikud on liigutus-tegevustes vähem täpsed, samuti on vähenenud ja aeglustunud lihaste jõu mehaanilised näitajad. Nende muutustega seoses vähenevad vananedes tasakaal ja kiiruslikud omadused. Eakate inimeste kiirenenud lihaskiudude atroofiat võib põhjustada asjaolu, et kiirete lihaskiudude denervatsiooni kiirus on suurem, kui aeglaste motoneuronite võime neuroneid innerveerida (Drey, 2011).

2.2 Muud kaasnevad tegurid

2.2.1 Eakate inimeste toidutarbimise seos sarkopeeniaga

Eakate inimeste toitumine mõjutab märkimisväärselt nende tervist ja heaolu. Ebapiisav toitumine on üheks algatavaks teguriks paljudele kroonilistele haigustele ning samuti ka sarkopeeniale (Volkert, 2011). 40-70 aastaste inimeste toidutarbimine langeb umbes 25%. Võrreldes noori inimesi vanemaealistega, siis on märgata mõningaid erinevusi: vanemad inimesed söövad aeglasemalt, nad on vähem näljasemad, janusemad ning tarbivad vähem sööki ja suupisteid. Vanemate inimeste vähenenud toidutarbimisel on mitmeid erinevaid põhjuseid. Nendeks on füsioloogilised, psühholoogilised ja sotsiaalsed faktorid, mis mõjutavad toiduvalmistamist, söögiisu, söömist, saamata jäänud maitse ja haistmise naudinguid. Vähenenud toidutarbimist seostatakse funktsioonihäiretega, mis tekitavad raskusi toiduvalmistamisel. Olulist mõju avaldavad ka psühholoogilised probleemid (depressioon, dementsus) ja sotsiaalsed tegurid (elamine ja söömine üksi) (Robinson *et al.*, 2012).

Madal toidutarbimine ohustab eakaid inimesi, sest lihasjõud ja kehaline võimekus vähenevad järk-järgult nagunii. Seega vale või kehv toitumine toob endaga kaasa täiendava füüsilise seisundi languse. (Robinson *et al.*, 2012). Lihasmassi ja -toonuse säilitamisel on esmatähtis toidukogus ja -energia. Energia puudus põhjustab lihaste väsimust, nõrkust ja jõuetust ning pikemas perspektiivis võib viia see lihasatroofiani (Volkert, 2011).

Võrreldes kaalulanguse põhjuste osas noori vanemate inimestega, siis lihasmassi vähenemise mõju on suurem eakamatel. Lihasmassi suurendamise osas on vanematel inimestel soovitud tulemuseni jõudmine samuti raskem kui noorematel inimestel (Robinson *et al.*, 2012).

Peale kõhetute on väga palju rasvunuid ja ülekaalulisi eakaid inimesi - sellist nähtust nimetatakse „ülekaaluline sarkopeenik“. Ülekaalulistel inimestel, kellel on madal lihasmass ja samal ajal suur rasvamass, on tõsine oht jääda töövõimetuks või koguni invaliidiks. Ülekaalulisust põhjustab liigne energia tarbimine ja inaktiivsus, samuti ka hormonaalsed muutused ja madal valgutarbimine (Volkert, 2011).

Sarkopeenia ja nõrkusega kõige järjekindlamalt seotud toitained on järgmised: D-vitamiin, valgud ja mitmed antioksüdantsed toitained, mis sisaldavad karotenoide, seleeni ning

vitamiine E ja C. Toiduvalgud koosnevad aminohapetest, mis on vajalikud lihasvalkude sünteesiks. Pärast söömist on imenduvatel aminohapetel stimuleeriv toime lihasvalkude sünteesile. Valgud aitavad säilitada lämmastikutasakaalu, vältides sellega lihaste kadu (Robinson *et al.*, 2012). Vananemisel langenud valkude ainevahetust seostatakse toiduratsiooniga, mis põhjustab aminohapete kadu ning selle tagajärjel takistatakse valgusünteesi (Burks & Cohn, 2011).

D-vitamiinil on suur tähtsus lihaste funktsioonile ja füüsilisele jõudlusele ning selle puudulikkus põhjustab lihaste nõrkust ja kõnnihäireid (Volkert, 2011). D-vitamiini tase langeb vananemisega ning eakamatel inimestel on see neli korda madalam kui noorematel. D-vitamiinil on suur roll ka luude ja lihaste ainevahetusel. Madal D-vitamiini tase põhjustab atroofiat peamiselt II tüüpi lihaskiududes (kiired glükolüütilised), samuti tekitab funktsionaalseid probleeme (proksimaalset lihasnõrkust), mis kutsub esile raskusi näiteks toolilt tõusta ja treppidel liikuda (Burton & Sumukadas, 2010).

Tabel 2. Toitumine ja sarkopeenia - võimalikud mehhanismid (Volkert, 2011).

PUUDULIKKUS	
ENERGIA	nõrkus, väsimus → kaalukaotus → lihasmass ↓
VALGUD	lihasvalkude sünteesi limiteerimine
D-VITAMIIN	lihasnõrkus, lihasvalkude sünteesi limiteerimine
ANTIOKSÜDANDID	oksüdatiivne kahjustus lihaskoes ↑
OMEGA 3 RASVHAPPED	põletik ↑

2.2.2 Vananemise mõju hormoonide regulatsioonile

Vananemisega kaasnevad muutused hormoonide tootmises ja tundlikkuses, eriti GH, IGF-1, kortikosteroidide, androgeenide, östrogeenide ja insuliini osas. Need hormoonid mõjutavad anaboolseid ja kataboolseid protsesse lihasvalkude ainevahetusel (Wang & Bai, 2012).

Esmane ja kõige tugevama mõjuga anaboolne steroid on testosteroon, mis suurendab lihaste valgusünteesi, lihasmassi ja jõudu. Testosterooni kontsentratsioon väheneb järk-järgult kogu

vananemisprotsessi vältel. Umbes 60% meestest vanuses üle 65 aasta hakkab testosterooni tase langema alla normaalse väärtuse. Sellist arenemise kulgu nimetatakse andropausiks. Vananedes põhjustab testosteroon lihaste valgusünteesi langust, mille tulemusena toimub lihasmassi kadu (Volpi *et al.*, 2004).

GH on positiivne mõju lihaste valgusünteesil, kuid vananemisega toimub selle hormooni hulga vähenemine. GH taseme langus vananemisel võib mõjutada lihaskasvu ja lihaste säilitamist (Jones *et al.*, 2009). Peale 30. aastaid hakkab GH tase langema 1% aastas ning peale 60. aastaid on tegemist juba GH puudulikkusega (Wang & Bai, 2012).

Testosterooni langusega seoses on tehtud mitmeid uuringuid testosterooni asendusravi kohta meestele. Uuringute põhjal ilmneb, et testosterooni asendusravi kuni normaalsele hormoonitasemele jõudmisega tõi kaasa märkimisväärse lihasmassi, lihasjõu, lihaste valgusünteesi ja luutiheduse kasvu. Nende tulemuste põhjal võib oletada, et andropaus mängib sarkopeenia arenegus suurt rolli ning testosterooni asendusravi võib kaasa tuua sarkopeenia tekke peatumise. Testosterooni ravi siiski ei soovitata sarkopeenia raviks, sest olulised riskid on olemas - suurenevad prostaspetsiifiline antigeen, hemotokrit ja kardiovaskulaarne risk (Volpi *et al.*, 2004).

Hormoon östradiool väheneb naistel järsult menopausi ajal, kuid väga vähe on uuritud selle seost sarkopeeniaga. Esialgsetel järeldustel tundub, et östrogeenide langus ei mõjuta lihasmassi. Uuringud on näidanud, et pärast menopausi lihasmassi vähenemise määr ei suurene. Hormoonasendusravi võib oluliselt suurendada steroidhormooni siduvat globuliini, kuid see langetab naiste testosterooni taset, mis omakorda võib vähendada veelgi vanematel naistel lihasmassi (Volpi *et al.*, 2004).

2.2.3 Metabolismi tagajärjed vananemisel

Vananemise protsessis iseloomustavad metaboolset külge insuliiniresistentsus ja keha koostise muutused, mis avalduvad GH, IGF-1 ja suguhormoonide taseme languses. Metaboolse langusega on seotud 2. tüüpi diabeet, südame-veresoonkonna haigused ja insult. Insuliiniresistentsus kujutab endast olulist osa metaboolse sündroomi kujunemisel. Eakatel inimestel väheneb oluliselt glükoneogenees maksas ja lipogenees rasvkoos, mis kahjustab glükogeeni sünteesi ning glükoosi omastamist skeletilihastes. Kõhuõõne rasvumine on suurel määral seotud insuliiniresistentsuse ja metaboolse sündroomiga, mis omakorda on

aluseks 2. tüüpi diabeedile. Vananemisel suureneb põletikueelsete tsütokiinide tase, mis häirivad insuliini toimet. Need protsessid on seotud vananemisega - põhjustavad muutusi ainevahetuses ja rasvade jaotuses ning kiirendavad vananemisprotsesse (Barzilai *et al.*, 2012).

2.2.4 Immuunsüsteem ja reniin-angiotensiin-aldosteroon süsteem

Immuunsüsteemi mitmed muutused toovad endaga kaasa suurenenud tundlikkuse nakkushaigustele, vaktsiinide toimetele ning võimalikule autoimmuunsusele. Pidev immuunsüsteemi töö halvenemine mõjutab erinevaid luuüdi rakke, tüümust ning lümfisüsteemi organeid. Immuunsüsteemi saab jagada kaheks osaks - sünnipärase osa moodustavad peamiselt monotsüüdid, naturaalsed killerrakud ja dendriitrakud ning teist osa iseloomustab adaptiivne pool, kuhu kuuluvad B- ja T-lümfotsüüdid. Üldine vananemisprotsess mõjutab mõlemat osa, kuid kaasasündinud immuunsus säilib paremini. Raskemad ja kahjulikumad muutused seoses vananemisega toimuvad adaptiivses immuunsüsteemis (Weiskopf *et al.*, 2009).

Reniin-angiotensiin-aldosteroon süsteem (RAAS) on hormonaalne rada, mis moduleerib erinevaid füsioloogilisi funktsioone: naatriumi tasakaalu, keha vedeliku mahtu, südame mahtu ja arteriaalset vererõhku. RAAS-i seostatakse metaboolsete ja biokeemiliste muutustega skeletilihastes ja rasvkoes, mis koos vananemisega suurendab veelgi füüsilise funktsiooni langust (Carter & Groban, 2008). RAAS säilitab vererõhku ja veresoonkonna toonust, samuti reguleerib neerude tööd, seoses soola ja vee tarbimisega. Enamik RAAS-ist asub neerudes, kuid on ka kudede RAAS. Neeru ehk endokriinsüsteemi RAAS vastutab vereringes toimuvate lühiajaliste mahu ja rõhu muutuste eest ning kudede RAAS mõjutab vereringes pikaajalisi muutusi (Miller, 2010).

2.3 Sarkopeenia staadiumid ja erinevad määramise meetodid

The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSO; Euroopa töögrupp vanemate inimeste sarkopeenias) soovib sarkopeenia diagnoosimiseks kasutada kahte kriteeriumi, milleks on lihasmassi hulk ja lihaste funktsioon. Seda põhjendatakse sellega, et tugevus ei sõltu ainult lihasmassist ning jõu ja massi suhe ei ole lineaarsed. EWGSO soovib sarkopeeniat liigitada kolme staadiumisse: eelsarkopeenia, sarkopeenia ja raske sarkopeenia. Eelsarkopeeniat iseloomustab madal lihasmass, mis ei mõjuta lihastugevust ega füüsilist võimekust ning seda avastatakse ainult täpse lihasmassi mõõtmise tulemusel. Keskmist staadiumit iseloomustab madal lihasmass ja lihastugevus või vähene kehaline aktiivsus. Raske sarkopeenia puhul on tegemist madala lihasmassi, lihastugevuse ja kehalise aktiivsusega. Sarkopeenia liigitamine võib aidata ravi valikul ning määrata taastumise eesmärgi (Wang & Bai, 2012).

Lihastugevuse mõõtmisel ja määramisel on laialt levinud käe haardejõu testimine, mis korreleerub jalalihaste tugevusega. Testimise meetod on hea ja lihtne, sest käe isomeetrilise haardejõu tugevus on tihedalt seotud alajäsemete lihastugevusega ja sääremarja lihaste ristlõike alaga. Alajäsemete lihastugevust mõõdetakse selleks kohandatud seadmetel isomeetrilisel ja isokineetilisel režiimil. Eakate inimeste motivatsiooni ja tunnetuse puudumisel võivad mõõtmise tulemused olla ebatäpsed (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010).

Füüsilise võimekuse mõõtmiseks on palju erinevaid teste, kus pööratakse tähelepanu tavalistele igapäevastele tegevustele: kõnnaku kiirus, treppidel liikumine ja toolilt tõusmine. Füüsilise võimekuse testide eesmärgiks on hinnata tasakaalu, lihaste tugevust ja vastupidavust. Näiteks dünaamilise tasakaalu hindamiseks kasutatakse TGUG (timed get-up-and-go) testi, mis seisneb selles, et katsealune tõuseb toolilt ja kõnnib lühikese vahemaa ning peale seda pöördub tooli juurde tagasi istuma (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010).

Sarkopeeniat peetakse dünaamiliseks protsessiks, mis hõlmab muutusi lihasmassis ja -funktsioonis, seega paljud vaatlusuuringud on keskendunud lihasmassi muutuste hindamisele. Hindamiseks kasutatakse erinevaid mõõtetehnikaid. Kuigi magnetresonants-tomograafiat (MRI) peeti varem kõige täpsemaks lihasmassi mõõtmise vahendiks, siis praegu eelistatakse sellele dual-energia röntgenabsorptsiomeetria (DXA) meetodid. DXA abil saab mõõta rasva- ja luumassi ning peale selle on mugav hinnata kogu keha lihasmassi hulka. Peale nende mõõtetehnikate kasutatakse veel: kompuutertomograafiat, bioelektrilise

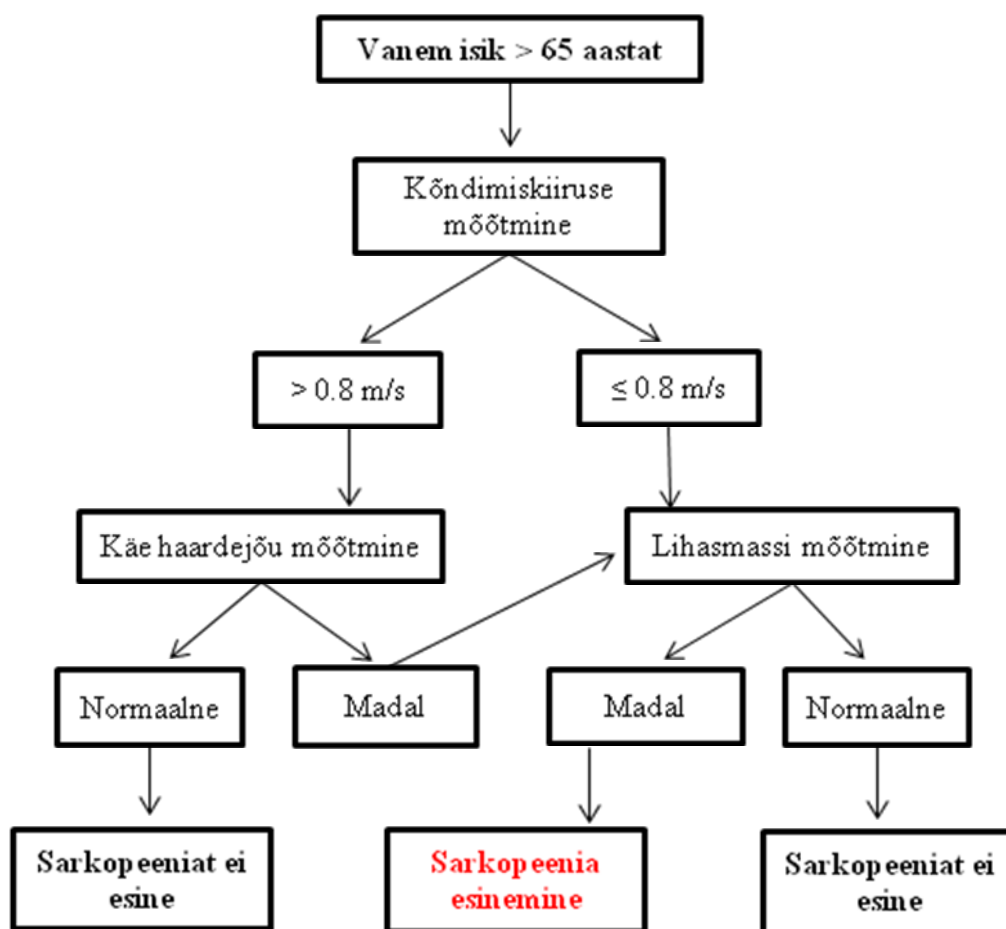
takistuse analüüsi, lihaskoe ümbermõõtude teostamist ja lühikese füüsililise töö jõudlustesti. Kõiki neid meetodeid kasutatakse sellepärast, et ennetada juba varases staadiumis sarkopeenia süvenemist (Burton & Sumukadas, 2010).

Tabel 3. Erinevad mõõtetehnikad sarkopeenia avastamiseks (Burton & Sumukadas, 2010).

MÕÕTETEHNIKAD	MÕÕTMISED	KOMMENTAARID
Kompuutertomograafia (CT)	Lihaste ristlõikepindala	Kiirituse mõju, kulukas
Magnetresonantstomograafia (MRI)	Lihaste ristlõikepindala	Kulukas, MRI kättesaadavus
Bioelektrilise takistuse analüüs (BIA)	Kudede juhtivus	(?) Usaldusväarsus
Lihaste ümbermõõdud	Käe ja sääremarja ümbermõõdud	Mõõtmised toimuvad koos nahaaluse rasvkoega
Dual-energia röntgenabsorptsiomeetria (DXA)	Kogu skeletilihaste mass	Usaldusväärne ja madal kiirituse mõju
Lühikese füüsililise töö jõudlustest (SPPB)	Alajäsemete funktsioon	Valideeritud vahendid vanemate inimeste jaoks

2.3.1 Saropeenia skriining ja hindamine

EWGSOP on välja töötanud lihtsa ja usaldusväärse meetodi sarkopeenia tuvastamiseks ja skriiningu teostamiseks. Meetod põhineb algoritmil kõndimiskiiruse mõõtmisest. Esineb risk sarkopeeniale, kui kõndimiskiirus on $< 0,8$ m/s. Selle meetodi puhul kasutatakse katkestuspunkti süsteemi. Katkestuspunktid näitavad kaks standardhälvet alla keskmise kontrollväärtuse. Kontrollväärtuste normatiivid tulenevad tervete täiskavanud inimeste poolt sooritatud füüsilise võimekuse testi (näiteks käe haardetugevuse test) tulemustest (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010).



Joonis 3. Soovituslik algoritm sarkopeenia tuvastamiseks vanemaealistel inimestel (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010).

3. Kehaline aktiivsus sarkopeenia korral

Vananemisega kaasnevad füsioloogiliste parameetrite muutused, mis reguleerivad füüsilisi võimeid. Olulisemad muutused toimuvad lihasmassi languses ja kardiorespiratoorse funktsiooni halvenemises (Hautier & Bonnefoy, 2007).

Vanemate inimeste liikumine raskeneb vananedes märkimisväärselt ning allakäigu stsenaarium võib olla väga dramaatiline. Esimene ohumärk on jalutuskepi kasutuselevõtt, edasise liikumisvõime languse süvenedes otsitakse abi juba ratastoolist ning traagiline lõpp on voodirežiimile jäämine (Westcott, 2009).

Eakate inimeste kehaline aktiivsus on tõhus vastumeede sarkopeenia ravis ja ennetamises, sest füüsiline tegevus mõjutab lihaste anabolismi (Wang & Bai, 2012). Kehaline aktiivsus tähendab keha liikumist, mis toimub skeletilihaste kokkutõmbe tegevusel ning mille tagajärjel suureneb energiakulu. Aeroobne tegevus (ujumine, jooksmine, kõndimine) tõstab kardiovaskulaarset võimekust, vastupidavust, söögiisu ja enesetunnet ning vähendab südame-veresoonkonna riskifaktoreid. Samuti on võimalik vähendada keharasva hulka, sealhulgas ka lihasesisest rasva, mis suurendab lihaste funktsionaalset rolli võrreldes keha kaaluga (Burton & Sumukadas, 2010; Rolland *et al.*, 2008). Aeroobsetel harjutustel on positiivne mõju organismile, sest selle käigus paraneb maksimaalne hapnikutarbimine, mitokondrite tihedus ja aktiivsus ning isuliinitundlikus (Volpi *et al.*, 2004). Sõltumata vanusest, tõuseb aeroobsete harjutuste järgselt mitokondriaalne maht ning ensüümide aktiivsus, mis omakorda parandab valgusünteesi ja lihaste kvaliteeti. Vaba aja füüsiline aktiivsus nagu näiteks jalutuskäigud pargis ja aiatööd, ei ole piisavad, et vältida lihasmassi langust. Erinevalt aeroobsest treeningust on jõutreeningul tugevam mõju suurendada lihasmassi ja -jõudu, samuti aitab jõutreening oluliselt vähendada sarkopeenia arengut (Burton & Sumukadas, 2010).

3.1 Jõutreeningu kasulikkus ja üldised soovitused eakatele inimestele

Lihaskõuetõu langus on normaalne nähtus, mis seostub vananemisega. Alates 30. eluaastast toimub lihaskõuetõu langus 1-5% aastas. Sellise mudeli järgi on 70 aastasel eakal inimesel umbes 50-70% vähem jõudu kui võrrelda teda ajaga, millal ta oli 30-aastane. Lihaskõuetõu languse üheks põhjuseks on füüsilise aktiivsuse puudumine (Avers & Brown, 2009).

Kehalise aktiivsuse taset reguleeritakse tõenäoliselt kahel viisil. Spontaanset füüsilist tegevust reguleerib hüpotaalamus ja vabatahtlikut füüsilist tegevust reguleerib suure osas kognitiivne kontroll. Hüpotaalamus reageerib perifeersetest kudedest (eriti skeletilihastest) tulevatele signaalidele. Spontaanne füüsiline aktiivsus väheneb eakatel inimestel lihaste mitokondrite funktsiooni languse tõttu ning seoses sellega võib spontaanne tegevus mõjutada vabatahtliku tegevuse algatamist. Spontaanse tegevuse langusega toimub kognitiivse kontrolli poolt motivatsiooni vähenemine, mis võib avaldada mõju vabatahtlikule kehalisele aktiivsusele (Kamel, 2003).

Füüsiliselt mitteaktiivsed inimesed kaotavad lihasmassi ja -jõudu kiiremini kui jõutreeninguga tegelevad inimesed. Pärast 60. aastaid väheneb lihasjõud 3-5% aastas, mis mõjutab oluliselt võimet liikuda ja reageerida kiiresti (Avers & Brown, 2009). Lihases toimuvaid negatiivseid muutusi võib neutraliseerida jõutreeninguga (Volpi *et al.*, 2004). Jõutreening on sarkopeenia vastu võitlemiseks üks ohutum ja tõhusam meetod, sest see aitab eakatel inimestel säilitada skeletilihaste jõu ja funktsionaalsuse. Jõutreeningule reageerivad skeletilihased suurenenud valgusünteesi ja lihaste hüpertroofiaga, mis omakorda suurendab lihasjõudu olenemata vanusest (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010). Paljud teadusuuringud on näidanud regulaarse jõutreeningu positiivseid omadusi ja saadavat kasu, mida väljendavad eelkõige: kasvanud lihaste ja luude mass, suurenenud lihaste tugevus, paindlikkus ja dünaamiline tasakaal. Samuti paraneb glükoosi ainevahetus ja tõuseb põhiainevahetus ning vähenevad keha rasvasisaldus, puhkeoleku vererõhk ja alaseljavalud. Jõutreeninguga tegelemine aitab vähendada ka erinevate krooniliste haiguste sümptomeid: artriit, depressioon, 2. tüüpi diabeet, osteoporoos, unehäired ja südamehaigused (Seguin & Nelson, 2003; Westcott, 2009).

Janssen *et al.* avastasid 2000. aastal, et eakatel inimestel on jalalihaste lihasmassi langus suurem kui käelihastes. Võrreldes eakate naiste käelihaste kvaliteeti eakate meeste käelihastega, siis naistel on see tunduvalt parem, sest vananedes on naistel suundumus jääda aktiivseks. Naised tegelevad meestest rohkem ja regulaarsemalt majapidamis- ja aiatöödega. Meeste ülajäsemete aktiivsuse kadu on kõige suurem pensionile jäädes. Oluline on see, et tähelepanu pööratakse just nendele lihasrühmadele, kus mahajäämus kõige suurem (Rolland *et al.*, 2008). Jõutreeningul tuleks keskenduda alajäsemete lihastele, sest neil on otsene mõju käimise kiirusele, istest ülestõusmisele ja peamistele päevast päeva tehtavatele tegevustele (Hautier & Bonnefoy, 2007).

Jõutreeningusse sobivaid harjutusi on palju, oluline on individuaalne lähenemine (Dehail, 2008). Lihastugevuse arendamiseks on vaja lihastele piisavas koguses ergutust ja koormust. Jõu suurendamiseks vajavad skeetilihased töökoormust umbes 60% maksimaalsest võimalikust jõust. Tegevused ja harjutused alla 60% määra annab positiivseid tulemusi, kuid jõunäitajate paranemine on tagasihoidlik (5-10%). Sellest järeldub, et lihastugevuse oluline paranemine toimub treeningu intensiivsuse kõrgema määra korral (Avers & Brown, 2009).

Praegused suunised eakate inimeste kehalise aktiivsuse kohta on välja töötatud American College of Sports Medicine (ACSM; Ameerika Spordimeditsiini Kolledž) ja American Heart Associationi (AHA; Ameerika Südameliit) poolt. Minimaalsed soovitusel lihaste tugevdamiseks on järgmised: lihaseid tugevdav tegevus tuleb läbi viia kahel või enamal mittejärjestikulisel päeval nädalas, harjutuste arv peaks olema 8-10 (kogu kehale), tempo mõõdukast kuni kõrge pingutuseni, mis võimaldaks teha ühes seerias 10-15 kordust. Treeningukoormuse intensiivsust tähistatakse protsentides (%), mis tähendab lisaraskuse vastupanu enda 1 kordusmaksimumist (1 KM) (Peterson & Gordon 2011).

Tabel 4. Treeningukoormuse erinevad intensiivsuse tasemed (Peterson & Gordon 2011).

Treeningukoormuse intensiivsuse tasemed	Madal	Mõõdukalt madal	Mõõdukalt kõrge	Kõrge
Treeningukoormus (% 1 KM-st)	< 60 %	60-69%	70-79%	≥ 80%

Lihasmassi kasv oleneb oluliselt treeningu mahust (kogu harjutuste arv). Treeningu mahtu on võimalik muuta harjutuste ja seeriade koguarvu varieerimisega (Peterson & Gordon 2011). Eesmärgiga spetsiaalselt lihaste suurust ja tugevust arendada, peab keskmine koormus olema 70-80% 1 KM-st. Lihaskõuet arendamiseks peab harjutuste seerias olema 1-5 kordust, lihaskõuetroofia sobib 8-12 kordust ning juba rohkem kordusi arendab kõige enam lihaskõuetroofiast (Sundell, 2011). Eakate inimeste jõutreeningu algusperioodi tuleb alustada väikese mahu ja koormusega, mida siis ajajooksul vastavalt vajadusele järk-järgult tõstetakse, kuni lihastugevuse ja kõuetroofia paranemiseni (Peterson & Gordon 2011).

3.2 Jõutreening sarkopeenia puhul

Sarkopeenia puhul soovitatava jõutreeningu käigus peab tähelepanu pöörama kogu keha põhilistele lihasrühmadele. Treeningu sageduseks soovitatakse tavaliselt 3 korda nädalas, kuid 2 korda nädalas on samuti piisav (Sundell, 2011). Frontera *et al.* andmeil 1988. aastal selgus, et isegi üks kord nädalas 12-nädalase intensiivse jõutreeningu perioodi vältel paranes vanematel meestel lihaskiudude ristlõike pindala 11% ja lihasjõud rohkem kui 100%. Sarnase jõutreeningu tulemusel paranes lihasjõud isegi vanematel kui 90 aastastel inimestel (Burton & Sumukadas, 2010).

Treening algab soojendusega (5-10 minutit), mis hõlmab ka põhiliste lihasrühmade venitusharjutusi. Kogu treeningu harjutuste arv peaks jääma 5-15 vahele (Sundell, 2011). Soovitatakse teha 4 harjutust ülajäsemetele ja 4-6 harjutust alajäsemetele (Hautier & Bonnefoy, 2007). Harjutuste sooritamisel on vastunäidustatud hingamispeetus. Kentsentrilise ja ekstsentrilise lihastöö mõlemad faasid tuleb sooritada kontrollitud ühtlasel kiirusel. Ekstsentrilisel faasil on märkimisväärne roll lihasarengu etapil, kuid seda ei tohiks ülemäära rõhutada, sest põhjuseks võib olla lihaste valulikkus. Suuremad lihasrühmad koormatakse enne väiksemaid. Ühele lihasrühmale soovitatakse teha: 1-4 seeriat, kordusi seerias 8-15 (viimased kordused teostatakse väsimuse foonil), 50-85% koormusega 1 KM-st ning seeriade vahele jätta puhkepaus 30 sekundit kuni 2 minutit. Treeningu optimaalseks kestvusajaks on tavaliselt 30-45 minutit. Jõutreening ei tohiks kesta üle 60 minuti, sest selleks ajaks on intensiivsus juba oluliselt langenud. Treening on efektiivsem ning annab parema tulemuse, kui see toimub kvalifitseeritud instruktori, treeneri või tervishoiutöötaja juhendamisel (Porter, 2002; Sundell, 2011). Jõutreeninguid soovitatakse jaotada lihasgruppide või kehaosade põhjal, mis tähendab seda, et ühel päeval koormatakse kaks või kolm lihasrühma ning järgmisel treeningul ülejäänud lihasrühmad (Sundell, 2011).

Lihaskiud suureneb juba pärast 6-12. nädalast jõutreeningut. Lihaste funktsiooni paranemine esimestel nädalatel on seotud neurogeensete teguritega (Hautier & Bonnefoy, 2007). Esimesel 3 nädalal paraneb närvi ja lihase adaptatsioon. Alates 3-6. nädalast võib märgata lihastugevuse tõusu, mis on tingitud mootorsete ühikute kohanemisest. Alates 6-12. nädalast on lihased kohanenud ning toimub lihasmassi kasv ja lihaskiudude hüpertroofia (Dehail, 2008).

Tabel 5. Kokkuvõtlik näide erinevatest jõuharjutuste protokollidest/programmidest, mida on kasutatud seoses sarkopeeniaga kliinilistes uuringutes. Jaotatud jõutreeningu harjutused ja lihasrühmad (Sundell, 2011).

TREENINGPÄEV	LIHASED	HARJUTUSED	SEERIAD JA KORDUSED
<u>Esimene päev</u> Harjutused alakehale	Tuhara- ja reielihased	Hack kükk	3 × 8-12
	Tuhara- ja reielihased	Jalgade press (masinal)	3 × 8-12
	Reie nelipealihas	Sääre sirutamine	3 × 8-12
	Reie kakspealihas	Sääre painutamine (seistes või lamades)	3 × 8-12
	Sääre kakspealihas	Päkkadele tõus seistes	3 × 8-12
	Selja sirutajalihas	Lamades kõhuli või alaselja pingil keretõsted üles	3 × 8-12
	Kõhulihased	Keretõsted üles (lamades selili või kaldpingil)	3 × 8-12
<u>Teine päev</u> Harjutused ülakehale	Selja lailihas	Ploki tõmbed ülevalt alla	3 × 8-12
	Rinnalihased	Surumine rinnalt	3 × 8-12
	Deltalihased	Surumine õlgadelt	3 × 8-12
	Õlavarre kolmpealihas	Ploki allasurumine seistes	3 × 8-12
	Õlavarre kakspealihas	Küünarvarre painutus	3 × 8-12
	Selja sirutajalihas	Lamades kõhuli või alaselja pingil keretõsted üles	3 × 8-12
	Kõhulihased	Keretõsted üles (lamades selili või kaldpingil)	3 × 8-12
<u>Kolmas päev</u> Harjutused kogu kehale	Tuhara- ja reielihased	Jalgade press (masinal)	3 × 8-12
	Reie nelipealihas	Sääre sirutamine istudes	3 × 8-12
	Reie kakspealihas	Sääre painutamine istudes	3 × 8-12
	Sääre kakspealihas	Päkkadele tõus seistes	3 × 8-12
	Selja lailihas	Ploki tõmbed ülevalt alla	3 × 8-12
	Rinnalihased	Surumine rinnalt	3 × 8-12
	Deltalihased	Surumine õlgadelt	3 × 8-12

3.3 Erinevad jõutreeningu programmid

Jõutreeningut on võimalik teha mitmel erineval viisil, sõltuvalt füsioloogiliste, funktsionaalsete või tulemuslikkuse eesmärkidest. Erinevad treenitavad omadused neuromuskulaarses süsteemis on järgmised: võimsus, vastupidavus, jõud, lihaste hüpertroofia ja motoorne võimekus. Neuromuskulaarse süsteemi seisukohalt avalduvad eelpool nimetatud treenitavad omadused konkreetse treeningu alusel (Porter, 2006).

Sarkopeenia tõhusamaks ohjeldamiseks soovitatakse vanematele inimestele progressiivset ja kõrge intensiivsusega jõutreeningut. Kõrge intensiivsusega jõutreening koosneb tavaliselt 2-6 seeriast, kordusi seerias sooritatakse 8 ning koormuseks on 80% 1 KM-st. Kõrge intensiivsusega jõutreeningu soovituslik sagedus on 2-3 korda nädalas. Paljud uuringud on näidanud, et kõrge intensiivsusega treeningutel suurenes lihasjõud ja skeletilihaste ristlõike pindala (Williams *et al.*, 2002).

Frontera *et al.* teostasid 1988. aastal Tuftsi Ülikoolis ühe esimese kõrge intensiivsusega jõutreeningu mõju uuringu vanematele inimestele. Osalejateks olid 12 tervet meest vanuses 60-72 aastat. Jõuharjutusi sooritati sääre sirutaja (reie nelipealihase) ja sääre painutaja (reie kakspealihase) lihastele koormusega 80% 1 KM-st. Osalejad tegid jõuharjutusi lihasrühmadele 3 seerias 8 kordusega. Treeniti 3 korda nädalas 12-nädalase perioodi vältel. Tulemustest nähtub, et 12-nädalase intensiivse jõutreeningu lõpuks suurenes lihastugevus ligikaudu 150% ja lihasmass 10% (Seguin & Nelson, 2003).

Fiatarone *et al.* viisid läbi 1990. aastal esimestena kõrge intensiivsusega jõutreeningu uuringu, kus osalesid mehed ja naised vanuses 86-96 aastat (kokku 10 inimest). Kõrge intensiivsusega jõutreeningu perioodi kestvuseks oli 8 nädalat. Treeningprogrammi raames tehti harjutusi sääre sirutaja (reie nelipealihase) ja puusasirutaja (tuharalihase) lihastele. Harjutusi sooritati 3 korral nädalas 80% koormusega 1 KM-st ning 3 seerias teostati 8 kordust. Treeningprogrammi resultaat oli järgmine: osalejate lihasjõud kasvas umbes 150% ja reie nelipealihase ristlõike ala 9% ning kõnnaku kiirus paranes 48% (Seguin & Nelson, 2003).

Progressiivset jõutreeningut iseloomustab kõrge koormuse intensiivsus ja madal maht, mis on kohandatud eaka inimese individuaalseid füüsilisi võimeid arvestades. Jõutreeningu sagedus peaks olema 2 korda nädalas ja kestvus 45 minutit ning kahe treeningu vahele peab jääma 2 puhkepäeva (Kaldy & Kamel, 2005).

A. Cochrane 2003. aasta randomiseeritud kontrollitud uuringu ülevaates selgub, et progressiivne jõutreening vanematel inimestel 2-3 korda nädalas parandab füüsiliste funktsioonide omadusi (kõndimise kiirus, reaktsioonikiirus, treppidel liikumine, tasakaal) ning avaldab märkimiväärset mõju lihastugevusele (Burton & Sumukadas, 2010).

Tabel 6. Näide progressiivse jõutreeningu programmist (Williams *et al.*, 2002).

Treeninguperiood	Kordusete arv seerias	Treeningukoormus (% 1 KM-st)
1-3 nädal	3 seeriat 8-15 kordust	50-60%
4-8 nädal	3 seeriat 8-10 kordust	60-75%
9-12 nädal	3 seeriat 4-6 kordust	75-90%

Harridge *et al.* viisid 1999. aastal läbi reie nelipealihase treeningpogrammi väga vanade (85-97 aastased) inimestega. Progressiivne jõutreening toimus 3 korda nädalas 12-nädala perioodi jooksul. Osalejate treeningukoormuse intensiivsust hinnati ja korrigeeriti iga kahe nädala tagant. Pärast 3 kuud treeninguid tõusis reie nelipealihaste jõutootmine keskel läbi 134% ning lihaste ristlõike pindala (ainult kontraktiilsed koed) suurenes 10% (Williams *et al.*, 2002).

Võimsuse treening on saanud palju tähelepanu, sest paljud elulised funktsioonid (kõndimise kiirus, treppidel ja maastikul liikumine, toolilt tõusmine) sõltuvad rohkem võimsusest kui tugevusest. Võimsus on jõu ja kiiruse koosmõjul väga kiiresti toodetud jõud. Võimsuse suurendamiseks tervetele vanemaealistele inimestele soovitatakse teha 1-3 harjutust ühele lihasgrupile kerge kuni mõõduka koormusega (40-60% 1 KM-st) ning kordusi (6-10) teha seerias suure kiirusega. Võimsuse treeningul tuleb arvestada selle treeningrežiimi eripäradega ning teadvustada riske ja kasu. Kõige suurem kasu avaldub siis, kui treenitakse kõrgel intensiivsusel (koormusega 80% 1 KM-st), kuid sellisel tasemel harjutades on kõige suurem risk vigastustel (Porter, 2006).

Fielding *et al.* võrdlesid 2002. aastal vanemate naiste jalalihaste jõutreeninguid, kus üks grupp sooritas harjutusi suure kiirusega ning teine grupp tegi harjutusi traditsiooniliselt

aeglase kiirusega. Pärast 16. nädalat täheldati, et suure kiirusega harjutusi sooritava grupi jalapressi jõud suurenes 84% võrreldes teise grupiga (Reid & Fielding, 2012).

Paljudes jõutreeningu programmides soovitatakse eakatel inimestel teha harjutusi aeglasel ja kontrollitaval viisil, et vältida luu- ja lihaskonna vigastusi. Selline harjutuste sooritamise mudel on vastuolus võimsuse treeninguga (liikumise kiiruse seisukohast), kuid risk näib olevat peamiselt luu- ja lihaskonna vigastustel, mitte südame-veresoonkonnal. Suurema osa vigastustest (kubemesong, seljavalud, olemasoleva osteoartriidi ägenemine, kõõlusepõletikud) moodustab kõrgel intensiivsusel (koormusega 80% 1 KM-st) treenimine. Enamik vigastusi on lahendatavad treeningutel, manustades põletikuvastaseid või valuvaigistavaid ravimeid. Madalama intensiivsusega treenimisel (koormusega 50% 1 KM-st) on tugevuse ja vastupidavuse kasutegur küll madalam, kuid see eest on oht vigastustele väiksem (Porter, 2006).

Uuringud on näidanud, et lühiajalised suure kiirusega tehtavad jõutreeningu harjutused tekitavad oluliselt parema füüsilise keha toimimise eakatel inimestel kui traditsiooniliselt aeglase kiirusega tehtavad jõutreeningu harjutused. Pikemas perspektiivis on vaja välja selgitada võimsuse treeningu kasulikkus aktiivse elu hoidmisel, mis vähendaks kukkumiste sagedust ning säilitaks liikuvuse kõrge vanuseni (Reid & Fielding, 2012).

3.4 Jõutreeningu varustus

Jõutreeningu vahendeid on palju ning valikute tegemisel tuleb arvestada vahendite eeliseid ja puudusi, samuti oluline on lähtuda individuaalsuse printsiibist. Tõenäoliselt kõige olulisem tegur jõutreeningu vahendite osas on nende juurdepääs ja kättesaadavus (Porter, 2002). Jõutreeninguks eakatele inimestele sobivad enamasti ühe- või mitmepositsioonilised jõumasinad, samuti reguleeritavad hantlid, tõstekangid, võimlemise kummilindid või kombinatsioon eelpool nimetatust (Seguin & Nelson, 2003).

Oma keha kaaluga sooritavate harjutuste eeliseks on see, et neid saab alati teha, olenemata ajast ja kohast. Puuduste osas ei pruugi kõigile sobida harjutuste positsioonid ja stardikaal (liiga kerge või raske), samuti oma kehaga sooritatavad harjutused ei võimalda progressi (Porter, 2002).

Elastsete lintide ning käe ja pahkluu raskuste eelised on järgmised: ei ole materiaalselt kulukad, kaasaskantavus, saab harjutada igal pool ning sobivad paljudele lihasrühmadele. Nenede vahendite miinuseks on piiratud progress ning õige sooritamise tehnika ei pruugi olla tagatud. (Porter, 2002)

Jõutõstevahendite (hantlid, kangid) ja jõumasinate oluliseks eeliseks on sobivus paljudele lihasrühmadele ning füüsiliste tegevuste imiteerivus ja progressi võimalus. Seistes harjutuste sooritamisel hantlitega ja kangiga saab kontrollida tasakaalu ning säilitada tehnikat. Praegused uuringud näitavad, et harjutused hantlitega ja tõstekangidega kutsuvad esile paremad füsioloogiliste võimsuste omaduste näitajad (lihaste tugevus, füüsiliste funktsioonide omadused) kui elastsed kummilindid (Seguin & Nelson, 2003). Jõumasinatega treenides on keha õiges asendis ning raskuste üle on kontroll ja tasakaal tagatud. Intensiivsuse muutmisel (koormusega 70%-lt üleminek 80%-le 1 KM-st) on parem kasutada mehaanilisi jõumasinaid, sest seadmed võimaldavad suurema absoluutse koormuse tõstmist ning samuti aitavad säilitada õiget kehahoiakut ettenähtud harjutusel. Jõutõstevahendite kasutamine on ebamugav neile, kellele teeb hantli või kangi haaramine ja kinnihoidmine valu. Jõumasinate puuduseks on see, et neid ei ole kohe käepärast võtta ning jõusaalis või terviseklubis peab nende kasutamise eest maksma, samuti ratastooli kasutajatel on jõumasinaid ebamugavad ja raske kasutada (Porter, 2002).

Hüdrauliliste masinate ja isokineetiliste dünamomeetrite eeliseks on professionaalne ehitus, mis avaldub selles, et neid on võimalik väga täpselt seadistada vastavalt inimese võimetele. Hüdrauliliste masinate puuduseks on materiaalne kulukus ning ratastooliinimestel on raske neid kasutada ja hoida teatud positsiooni. Isokineetilised dünamomeetrid on materiaalselt väga kallihinnalised ning neid leidub ainult rehabilitatsiooni keskustes ja uurimislaborites. Seadmete liikumiskiirus ei ole loomulik ning nende kasutamisel tuleb kaasata ekspertide abi (Porter, 2002).

KOKKUVÕTE

Sarkopeenia avaldub vananemisel skeletilihaste massi ja jõu vähenemises, mis põhjustab eakatel inimestel igapäevastes tegevustes raskusi: seismine, käimine, toolilt püsti tõusmine, treppidel liikumine ja kodutööde tegemine. Vananemine ja sarkopeenia on omavahel väga tihedalt seotud, sest vananemisel toimub organismis palju muutusi, mis soodustab sarkopeenia arenemist. Suuremad muutused toimuvad lihaste füsioloogias ja koostises ning närvisüsteemis ja hormoonides. Sarkopeeniat ei põhjusta üks konkreetne tegur, vaid protsesside kogum.

Lihasmassi ja -tugevuse langus on tingitud lihaskiudude atroofiast ning motoorsete ühikute ja lihaskiudude arvu vähenemisest. Samuti avaldavad olulist mõju ka teised tegurid: toitumine, hormoonid, metabolism, immuunsus ja RAAS (reniin-angiotensiin-aldosterooni süsteem). Lihasmassi ja -tugevuse langus tekitab eakatel inimestel nõrkust ja töövõimetust, mis omakorda põhjustab iseseisvuse vähenemist.

Sarkopeeniat rühmitatakse kolme etappi: eelsarkopeenia, sarkopeenia ja raske sarkopeenia. Liigitamise eesmärgiks on õige ravivaliku leidmine ja taastumise sihtide määramine. Sarkopeenia määramiseks ja avastamiseks kasutatakse erinevaid mõõtetehnika meetodeid. Jäsemete lihastugevust mõõdetakse isomeetrilisel ja isokineetilisel režiimil selleks kohandatud seadmetel. Lihasmassi hinnatakse kompuutertomograafia, magnetresonants-tomograafia, bioelektrilise takistuse analüüsi, lihaste ümbermõõdu fikseerimise, dual-energia röntgenabsorptsiomeetria ja lühikese füüsilise töö jõudlustesti vahendusel.

Eakate inimeste kehaline aktiivsus on efektiivne vastumeede sarkopeenia ravis ja ennetamises, sest füüsiline tegevus mõjutab lihaste anabolismi. Teadusuuringutest selgus, et jõutreening on sarkopeenia vastu võitlemiseks tõhusaim meetod, sest selle abil säilib skeletilihaste jõud ja funktsionaalsus. Kõige efektiivsemad jõutreeningu režiimid on progressiivne-, kõrge intensiivsusega- ja võimsuse treening. Oluline on see, et tähelepanu pööratakse just nendele lihasrühmadele, kus mahajäämus kõige suurem ning harjutuste valikul tuleb arvestada individuaalset lähenemist. Jõutreeningu teostamiseks on parimad vahendid mitmepositsioonilised jõumasinad ning reguleeritavad hantlid ja tõstekangid.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Avers D, Brown M. White paper: strength training for the older adult. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2009; 32: 148-152.
2. Barzilai N, Huffman DM, Muzumdar RH, Bartke A. The critical role of metabolic pathways in aging. *Diabetes* 2012; 61: 1315-1322.
3. Burks TN, Cohn RD. One size may not fit all: anti-aging therapies and sarcopenia. *Aging* 2011; 12: 1142-1153.
4. Burton LA, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clinical Interventions in Aging* 2010; 5: 217–228.
5. Carter CS, Groban L. Role of the renin-angiotensin system in age-related sarcopenia and diastolic dysfunction. *Aging Health* 2008; 4(1): 37-46.
6. Cooper C, Dere W, Evans W, Kanis JA, Rizzoli R, Sayer AA, Sieber CC, Kaufman JM, Abellan van Kan G, Boonen S, Adachi J, Mitlak B, Tsouderos Y, Rolland Y, Reginster JYL. Frailty and sarcopenia: definitions and outcome parameters. *Osteoporos International* 2012; 23: 1839-1848.
7. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinkova E, Vandewoude M, Zamboni M. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing* 2010; 39: 412-423.
8. Dehail P. Sarcopenia and muscle aging. *Canadian Geriatrics Society* 2008; 11: 32-34.
9. Drey M. Sarcopenia-pathophysiology and clinical relevance. *Wien Medizinische Wochenschr* 2011; 161/17-18: 402-408.
10. Faulkner JA, Larkin LM, Claflin DR, Brooks SV. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Proceedings of the Australian Physiological Society* 2007; 38: 69-75.
11. Hautier C, Bonnefoy M. Training for older adults. *Annales de réadaptation et de médecine physique* 2007; 50: 475–479.

12. Jones TE, Stephenson KW, King JG, Knight KR, Marshall TL, Scott WB. Sarcopenia-mechanisms and treatments. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2009; 32: 39-45.
13. Kaldy J, Kamel HK. Sarcopenia: hidden but harmful risk to resident independence. *Assisted Living Consult* 2005; 18-21.
14. Kamel HK. Sarcopenia and aging. *Nutrition Reviews* 2003; 61: 157-167.
15. Khamseh ME, Malek M, Aghili R, Emami Z. Sarcopenia and diabetes: pathogenesis and consequences. *British Journal of Diabetes & Vascular Disease* 2011; 11: 230-234.
16. Kirkendall DT, Garrett WE. The effects of aging and training on skeletal muscle. *American Journal of Sports Medicine* 1998; 26: 598-602.
17. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos International* 2010; 21: 543-559.
18. Levine ME, Crimmins EM. The impact of insulin resistance and inflammation on the association between sarcopenic obesity and physical functioning. *Obesity* 2012; 20: 2101–2106.
19. Miller NH. Cardiovascular risk reduction with renin-angiotensin aldosterone system blockade. *Nursing Research and Practice* 2010; Article ID 101749: 1-7.
20. Morley JE. Sarcopenia in the elderly. *Family Practice* 2012; 29: i44-i48.
21. Narici MV, Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *British Medical Bulletin* 2010; 95: 139–159.
22. Peterson MD, Gordon PM. Resistance exercise for the aging adult: clinical implications and prescription guidelines. *The American Journal of Medicine* 2011; 124: 194-198.
23. Porter M. The power of strength training for older adults. *Research Update* 2002; 2: 1-6.

24. Porter MM. Power training for older adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2006; 31: 87-94.
25. Reid KF, Fielding RA. Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 2012; 40 (1): 4-12.
26. Robinson S, Cooper C, Sayer AA. Nutrition and sarcopenia: a review of the evidence and implications for preventive strategies. *Journal of Aging Research* 2012; Article ID 510801: 1-6.
27. Rolland Y, Czerwinski S, Abellan van Kan G, Morley JE, Cesari M, Onder G, Woo J, Baumgartner R, Pillard F, Boirie Y, Chumlea WMC, Vellas B. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The Journal of Nutrition, Health and Aging* 2008; 12: 433-450.
28. Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Lifestyle and sarcopenia-etiology, prevention, and treatment. *Rambam Maimonides Medical Journal* 2012; 3: 1-12.
29. Sakuma K, Yamaguchi A. Sarcopenia and age-related endocrine function. *International Journal of Endocrinology* 2012; Article ID 127362: 1-10.
30. Sayer AA, Syddall H, Martin H, Patel H, Baylis D, Cooper C. The developmental origins of sarcopenia. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 2008; 12(7): 427-432.
31. Scott W, Stevens J, Binder-Macleod SA. Human skeletal muscle fiber type classifications. *Physical Therapy* 2001; 81: 1810-1816.
32. Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *American Journal of Preventive Medicine* 2003; 25: 141-149.
33. Sertel O, Dogdas B, Chiu CS, Gurcan MN. Microscopic image analysis for quantitative characterization of muscle fiber type composition. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 2011; 35: 616– 628.
34. Sundell J. Resistance training is an effective tool against metabolic and frailty syndromes. *Advances in Preventive Medicine* 2011; Article ID 984683: 1-7.

35. Volkert D. The role of nutrition in the prevention of sarcopenia. *Wien Medizinische Wochenschr* 2011; 161/17-18: 409-415.
36. Volpi E, Nazemi R, Fujita S. Muscle tissue changes with aging. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2004; 7(4): 405–410.
37. Wang C, Bai L. Sarcopenia in the elderly: Basic and clinical issues. *Geriatrics Gerontology International* 2012; 12: 388-396.
38. Weiskopf D, Weinberger B, Grubeck-Loebenstien B. The aging of the immune system. *Transplant International* 2009; 22: 1041-1050.
39. Westcott WL. Strength training for frail older adults. *The Journal on Active Aging* 2009; 52-59.
40. Williams GN, Higgins MJ, Lewek MD. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. *Physical Therapy* 2002; 82: 62– 68.
41. Yamauchi J. Aging and exercise training on the neuromuscular functions of human movements. Rmt: Atwood C, toim. *Geriatrics. Croatia: In Tech*; 2012, 105-117.

Preventative influence of physical activity against changes associated with sarcopenia

Elar Grünberg

Summary

Sarcopenia is the loss of skeletal muscle mass and strength. Sarcopenia is a public health problem influencing 25% of people under the age of 70 and 40% of people aged 80 or older. Due to sarcopenia, everyday activities are more difficult: walking, standing up from a sitting position, walking up and down the stairs, doing housework. Progressive loss of muscle mass and diminished physical activity creates health risks such as frequent falls and bone fractures. Sarcopenia is characterised by reduction of muscle mass and strength caused by muscle tissue atrophy and loss of motor units and muscle fibres. Other important factors are nutrition, hormones, metabolism, immune system and RAAS (Renin- Angiotensin- Aldosterone System). Loss of muscle mass and strength in elderly causes weakness and loss of work ability that results in decrease of independence and creates large costs for public health care.

Evaluating the condition of a person with sarcopenia is important for deciding a treatment option and setting goals for recovery. For assessing and detecting sarcopenia, different diagnosis techniques are used. Muscle strength of extremities are measured through isometric and isokinetic regime with specific equipment. Muscle mass is analysed with computed tomography, magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance analysis, measuring muscle circumference, dual energy X-ray absorptiometry and short physical performance tests.

Many researches claim, that strength training is the best and most efficient method of improving elderly people's muscle strength and physical abilities because in this way skeletal muscle strength and functionality will be maintained. Efficient strength training includes progressive and high intensity training and power training. Best equipments for strength training are multi gym equipment, dumb-bells and barbells.