

TARTU ÜLIKOOL

Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Triin Tints

Närvi-lihasaparatuuri vananemine ja kehaliste võimete arendatavus vanemas eas

Bakalaureusetöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: Eva-Maria Riso

Tartu 2013

SISUKORD

SISUKORD	2
SISSEJUHATUS	4
1. VANANEMINE JA SELLEGA SEOTUD MUUTUSED NÄRVI-LIHASAPARAADIS	5
1.1 Sarkopeenia	6
1.2 Osteoporoos	9
1.3 Muutused lihase kompositsioonis ja funktsionaalses võimekuses	10
1.4 Muutused endokriinsüsteemis ja insuliini tundlikkuses	12
1.5 Toitumine	13
2. TREENING JA VÕIMETE ARENDATAVUS VANEMAS EAS	15
2.1 Jõutreening	17
2.2 Vastupidavustreening	20
2.3 Painduvustreening	23
2.4 Soovitused treenimiseks vanemaealistele.....	24
2.5 Uuringute puudused.....	26
KOKKUVÕTE.....	28
KASUTATUD KIRJANDUS	30
LISAD	33
Tabel1. Treeningu soovitused osteoporoosi ja murdude vältimiseks ja raviks	33
Tabel2. Näide progressiivse jõutreeningu programmist.....	35

Joonis1. Kompuutertomograafia skaneering noore ja vana kehamassi ja pikkuse järgi sobitatud indiviidi jalalihases (reie keskosa kõrgusel).....	35
SUMMARY	36

SISSEJUHATUS

Vananemine ning sellega kaasnevad funktsionaalsed limitatsioonid muutuvad aasta aastalt järjest suuremateks globaalseteks probleemideks ja saavad üha enam kajastust. Meie ühiskonna struktuur on muutumas ning see toob endaga kaasa hulga sotsiaalseid probleeme. Vananemisega kaasnevad sensoorsed, motoorsed ja kognitiivsed muutused, millest paljud võivad mõjutada vanuri efektiivset funktsioneerimist ühiskonnas. Inimeste oodatav eluiga tõuseb ning sellest tulenevalt on vaja pöörata enam tähelepanu vanemaealise rahvastiku tervislikule seisundile, lootuses tõsta nende elu kvaliteeti ja iseseisva elu pikkust ning vähendada tervisehoiusteemi koormust ja kulusid. Selleks, et eakad suudaksid endaga toime tulla ning võimalikult kaua iseseisvad olla, on neil vajalikud teatud jõu- ja vastupidavusvõimed.

Töö teema valik tulenes autori huvist selle vastu, kas ja mis määral on vananemisega vähenevate võimete langust võimalik edasi lükata või ära hoida. Töö eesmärgiks on teaduskirjanduse põhjal uurida vananemisega toimuvad peamised muutused närvi-lihasaparaadis ning kas ja kui palju on kehalised võimed, eriti jõud ja vastupidavus, arendatavad vanemaealistel isikutel.

Bakalaureusetöö jaguneb kaheks suuremaks peatükiks, mis omakorda jagunevad alapeatükkideks. Esimene suurem peatükk annab ülevaate vananemisega kaasnevatest muutustest närvi-lihasaparaadis. Teine peatükk käsitleb treeningu mõju vananevale organismile, annab soovitusi treeningu sageduse, intensiivsuse, kestuse ja vormi osas ning kajastab uuringute puudusi.

Bakalaureusetöö on koostatud teadusartiklitest pärit informatsioonist. Antud valdkonnas oli materjale suhteliselt palju, sealhulgas olid mitmed allikad neist uued.

Käesolev töö võiks huvi pakkuda vanemaealiste inimestega tegelevatele treeneritele, füsioterapeutidele, vanadekodudes töötavatele ja teistele tervishoiu süsteemis töötavatele vanemaealiste isikutega tegelevatele töötajatele .

1. VANANEMINE JA SELLEGA SEOTUD MUUTUSED NÄRVI-LIHASAPARAADIS

Vananemine on normaalne bioloogiline progressiivselt kulgev kahjustav ja universaalne protsess, mis langetab indiviidi funktsionaalset võimekust ning on seotud indiviidi haigestumise ja suremuse riskifaktoritega (Tavares ja Guimaraes, 2012).

Enamikul juhtudel peetakse vanemaealiseks inimesi, kes on üle 65 aasta vanused, kuid mõnede kliiniliselt oluliste krooniliste haiguste või funktsionaalsete limitatsioonide puhul võib vanemaealiseks lugeda ka inimesi vanuses 50-64 aastat (Wojtek jt, 2009).

Vanemaealise rahvastiku (üle 60 aastased) osakaal kolmekordistub 50 aasta jooksul, 600 miljonilt aastal 2000 kuni 2 miljardini aastaks 2050. WHO (World Health Organisation) spekuleerib, et selleks ajaks neljakordistub ka vanurite arv, kes ei tule limiteeritud liikuvuse, nõrkuse või mõne muu füüsilise või vaimse terviseprobleemi tõttu iseseisvalt eluga toime (WHO, 2012).

Kehalise võimekuse komponendid, mis aitavad kaasa füüsiliste funktsioonide säilimisele vananedes on lihasjõud, südame-veresoonkonna vastupidavus ja lihasvastupidavus, tasakaal ning paindumus (Fiatarone Singh MA jt, 2010).

Aeroobse võimekuse ja lihaste jõugenereerimise võime vähenemine kasvava vanusega on kaks näidet vanusega kaasnevast funktsionaalse võimekuse langusest, mis võivad tunduvalt vähendada füüsilist võimekust ja iseseisvust (Romero-Arenas jt, 2013) ning igapäevategevustega hakkamasaamist (Rhodes jt, 2000). Lihasmassi ja -jõu kadu vähendavad töövõimet, mis võib viia puuete tekkeni ja sellele järgneva iseseisvuse kaotuseni (Snijders jt, 2009). Lihasnõrkust on seostatud vähenenud liikumiskiirusega ning suurenenud töövõimetuse ja kukkumiste riskiga (Latham jt, 2004). Andmed näitavad selgelt, et tasakaalu taastamine peale komistamist on vanemaealistel madalam võrreldes noorematega. Tasakaalu taastamises on suur koormus asetatud alajäsemetele. Alajäsemete jõud langeb vanusega ja võib saada limiteerivaks faktoriks tasakaalu taastamises (Pijnapples jt, 2008).

Vähenenud funktsionaalse võimekuse tõttu esineb vanemaelistel enam kukkumisi. Need võivad muutuda korduvaks ning vähendada elu kvaliteeti suurendades kukkumishirmu, põhjustades luumurde, piirates liikumisvõimet ning vähendades autonoomsust. Umbes 80% vanemaealistest, kellel on kukkumise tõttu tekkinud luumurd, jäävad psühhosomaatiliste aspektide tõttu inaktiivseks (Tavares ja Guimaraes, 2012). Naised on meestest nõrgemad igas vanuses ning puusaluurdude ja kukkumiste intsidendid on naiste seas 2-3 korda kõrgemad (Rhodes jt, 2000).

Suur sarnasus on füsioloogilistel tunnustel, mida saab omistada vähesele kasutusele (sarkopeenia, osteopeenia, madal füüsiline vormisolek (fitness), insuliini resistentsus jne.), ning mis on täheldatavad vananeval populatsioonil. Sellest saab järeldada, et vananemist ja sellega kaasnevaid vaevuseid saab vähendada/edasi lükata, kui pöörata tähelepanu füüsilisele aktiivsusele (Fiatarone Singh MA jt, 2010).

Endokriinsüsteemi funktsiooni vähenemisel, kehalise aktiivsuse tasemel ja õigel toitumisel on suur roll lihasmassi reguleerimisel vananevas organismis (Rasmussen ja Volpi, 2004).

1.1 Sarkopeenia

Kõige tuntum vananemise efekt on tahtmatu lihasmassi, -tugevuse ja funktsiooni vähenemine – sarkopeenia. Lihasmass väheneb umbes 3-8% iga järgneva 10 aasta kohta alates 30ndast eluaastast ning see langus suureneb peale 60ndat eluaastat veelgi (Rasmussen ja Volpi, 2004), jõu languse kiiruseks on treeningu puudumisel umbes 10-15% iga järgneva 10 aasta kohta alates 30ndast eluaastast (joonis1). Igapäevaste tegevustega hakkamasaamine nõuab lihasele minimaalset kuni mõõdukat aktiivsust ja selle tõttu ei pruugi jõu kadumine funktsionaalselt oluliseks saada enne 55.-60. eluaastat (Doherty 2011).

Sarkopeenia on multifaktoriaalne vananemisega kaasnev haigus, mida seostatakse istuva eluviisi, alatoitumise, vähenenud anaboolse ja antikataboolse vastusega ekstratsellulaarse aminohapete

konsentratsiooni muutustele ning suurenenud hulga reaktiivsete hapnikuühenditega (Kim jt, 2010).

Sarkopeenia etioloogia mõistmine aitaks määrata efektiivsemaid treening- ja toitumisprogramme ning farmakoloogilisi strateegiaid vananemisega kaasneva lihasmassi ja -jõu kao vältimiseks, edasi lükkamiseks või ümber pööramiseks (Snijders jt, 2009).

Magnetresonantstomograafia abil määrati 268 mehe ja 200 naise vanuses 18 kuni 88 aastat skeletilihasmass. Leiti, et meestel on üldiselt oluliselt suurem lihasmass aga ka suurem lihasmassi kadu kasvava vanusega. Mehhanismid, mis viivad suurema lihaskaoni ei ole veel selged, kuid need võivad olla seotud hormonaalsete faktoritega nagu kasvuhormooni, insuliinitaolise kasvufaktori ja androgeenide taseme vähenemisega vanemate meeste organismis. Kuigi meeste seas on lihasmassi kadu vananedes suurem, on sarkopeenia siiski suuremaks terviseprobleemiks naiste seas, kuna naised elavad üldiselt kauem ja neil on selle tõttu enam puudeid/esineb töövõimetust (*disabilities*) (Doherty 2011).

Sarkopeenia suurendab kukkumisohtu, muudab vanemaealised vigastustele altimaks ning sellest tulenevalt võib viia töövõimetuse ja iseseisvuse kaotuseni (Ramussen ja Volpi, 2004), võib langetada inimese funktsionaalset võimekust, oksüdatiivset kapatsiteeti ning suurendada riski haigestuda kroonilistesse metaboolsetesse haigustesse (Koopman ja van Loon, 2009). Sarkopeenia etioloogia ei ole veel põhjalik, kuid on pakutud mitmeid mehhanisme, kaasaarvatud lihaskiudude pöördumatud kahjustused või püsiv denervatsioon, mitokondriaalse DNA mutatsioonid, muutunud endokriinfunktsioon (muutused hormoonide, kasvufaktori ja/või tsütokiinide väljalaskes), lihase puudulik vastus hormonaalsetele stiimulitele ja toitainete omastamisele ning lihase vähene kasutus (istuv eluviis). Spetsiifilised muutused raku tasandil on lihasraku ühikute, sarkoplasmaatilise retiikulumi mahu ning kaltsiumpumba võimsuse vähenemine (Ramussen ja Volpi, 2004). Vananemisega seotud lihasjõu ja -võimsuse kadu on põhjustatud lihasmassi vähenemisest ning sellega kaasnevatest lihase arhitektuurilistest muutustest, nagu muutused lihaskimpude pikkuses ja lihaskiudude asetuse nurgas (*pennation angle*) (mõlemad vähenevad vanusega) (Raj jt, 2010).

Lihaskiu tasandil iseloomustab sarkopeeniat II tüüpi lihaskiudude atroofia, lihaskiu nekroos, lihaskiudude grupeerumine ja II tüüpi lihaskiudude satelliitrakkude vähenemine (Koopman ja van Loon, 2009). Üldine konsensus on, et ainult II tüüpi lihaskiudude suurus väheneb vanusega, kuid on leitud ka, et I ja II tüüpi lihaskiudude mõõtmed vähenevad sarnasel viisil (Williams jt, 2002), Uuringud, kus on vaadeldud lihase biopsia histokeemilisi analüüse on üldiselt näidanud, et II tüüpi lihaskiudude suurus väheneb vanusega, kuid I tüüpi lihaskiudude suuruses erilisi muutuseid ei leitud. Olulisi muutuseid ei leitud ka eritüübiliste lihaskiudude vahekorras vanuse kasvades. II tüüpi lihaskiudude atroofia on ajalisel ja suurusjärgult kooskõlas lihasjõu vähenemisega vananemisel, kuid lihase ristlääbilõike pindala vähenemise peamiseks faktoriks on siiski lihaskiudude kadu/vähenemine. (Snijders jt, 2009).

Vanamismisega seostatakse ka lihasraku tüübi grupeerumist. II tüüpi lihasrakud denerveeruvad vananedes enam ning lihasrakkude vähenemise minimeerimiseks kaasavad I tüüpi motoneuronite kaasharud mõned denerveeritud II tüüpi lihasrakud (Snijders jt, 2009). II tüüpi lihaskiudude reinnervatsioon lähedalasuvate I tüüpi mootorsete ühikute poolt seostatakse ka I tüüpi ja II tüüpi müosiini raskete ahelate isovormide suurenenud ko-ekspressiooniga (Williams jt, 2002). Eelnevast tulenevalt suureneb I tüüpi mootorsete ühikute suurus ning lihas võib kaotada oma malelaua-taolise erinevate kiudude paigutuse (Snijders jt, 2009). Vanusega väheneb α -motoneuronite arv ning selle tõttu on vanemaalistel ka vähem mootorseid ühikuid aga „maha jäetud” lihaskiud innerveeritakse tihti teiste töötavate mootorsete ühikute poolt, mida nimetatakse ka kollateraalseks võrsumiseks (Williams jt, 2002), ning tänu “maha jäetud” lihaskiudude liitumisele naaberkiududega kasvab mootorsete ühikute suurus (Rasmussen ja Volpi, 2004).

Vähenenud jõugenereerimise võime vanemaalistel tuleneb peamiselt lihaste atroofiast ja lihaskiudude ümberjaotumisest lihases, mitte niivõrd puudujääkidest lihase aktivatsioonis, mootorsete ühikute värbamises ja impulseerimissageduses. Samas võib suurenenud variaablus mootorsete ühikute impulseerimissageduses viia puudujääkideni motoorses kontrollis ja seega ka jõugenereerimises (Williams jt, 2002). Ilmneb ka vähenenud närviimpulsside kandumise kiirus lihaskiule, vähenenud motoneuronite arv ja närvikoe alanenud uuenemisvõime. (Rasmussen ja Volpi, 2004). Neuraalsed mehhanismid, mis on seotud vanamismisega kaasneva nõrkusega, on agonistlihaste tahtelise juhtimise võime vähenemine ja antagonistlihaste ko-aktiveerumise kasv (Pijnapples jt, 2008).

Vananemisel toimub oluline langus plahvatusliku jõu karakteristikutes - nii dünaamiliste liigutuste kiiruses kui ka jõu tekkimise kiiruses isomeetrilisel kontraktsioonil. Raske on öelda, mil määral on selle eest vastutavad struktuuralsed muutused lihases ning mil määral agonistlihaste maksimaalse vabatahtliku aktivatsiooni vähenemine või muutused agonist-antagonist lihaste ko-aktivatsiooni määras. On tõenäoline, et vähenenud kasutuse tõttu igapäevategevustes, varieeruvad muutused maksimaalses neuraalses aktivatsioonis ja jõus erinevates lihastes (Häkkinen jt, 1998).

Ka muutused saroplasmaatilises retiikulumis võivad olla jõu produtseerimisvõime alanemise põhjustajaks. Vananedes väheneb Ca_{2+} hulk, mis vabaneb vastuseks sarkolemma depolarisatsioonile. Arvatakse, et selle põhjuseks on häirumine sarkolemma erutatavuse ja Ca_{2+} vabastamise vahel sarkoplasmaatilise retiikulumi poolt (Williams jt, 2002).

1.2 Osteoporoos

Üks levinud terviseprobleem vanemaealistel on osteoporoos (Williams jt, 2002), mida iseloomustab progressiivne luukoe vähenemine ja mikroarhitektuuriline halvenemine (Liu, 2011). Mitmetes uuringutes on leitud seoseid luude mineraalse tiheduse ja skeletilihassmassi vahel, vihjates seosele osteoporoosi ja sarkopeenia vahel (Williams jt, 2002).

Naised kaotavad elu jooksul umbes 50% põrkluust ja 30% kortikaalsest luust, millest ligikaudu pool kaotatakse esimese 10 aasta jooksul menopausi algusest. Hinnanguliselt 40% postmenopausis naistest tekivad mingil hetkel luumurrud või mõrad. Luu kadu vanusega erineb naistel märgatavalt, kusjuures mõnedel naistel toimub menopausi jõudes kiire luu kadu ja teistel esineb luu kadu vähesel määral või üldse mitte. Selle aluseid ei mõisteta veel väga hästi. Finkelsteini jt (2008) uuringus selgus, et luu mineraalne tihedus muutub pre- ja varase perimenopausi staadiumis vähe, kuid hakkab hilises perimenopausis oluliselt langema. Langus jätkub varastel postmenopausi aastatel. Aastane kaotus nendel perioodidel oli umbes 1.8-2-3% lülisambast ja 1.0-1.4% puusaluust (Finkelstein jt, 2008), ka teistel andmetel väheneb luu mineraalne tihedus reieluukaela osas ja lülisambas hinnanguliselt 1-2% aastas (Liu, 2011). Kui luumassi kadu jätkuks sama kiirusega 5 aastat, väheneks luu mineraalne tihedus lülisambas 7-

10% ja puusaluus 5-7%. Sellega suureneks murdude oht umbes 50-100% võrra (Finkelstein jt, 2008).

Luu mass hakkab naistel langema juba enne menopausi teket ning kiireneb klimakteeriumi perioodil (pre- ja perimenopaus) (Fiatarone Singh MA jt, 2010). Vanuritel, kes on olnud kehaliselt aktiivsed, esineb 30-50% vähem puusaluu murde võrreldes samavanuste, kuid kehaliselt vähem aktiivsed olnud vanuritega (Fiatarone Singh MA jt, 2010).

Liikuvuse probleemid, kukkumised, artriit, osteoporoosist tingitud luumurrud ja üldine funktsionaalne staatus on selgelt seotud lihasjõu ja –massiga, karakteristikutega, mis on muudetavad ning olulised ka vanuritel (65-74 aastased) ja väga vanadel (üle 75 aastased) (Fiatarone Singh MA jt, 2010).

1.3 Muutused lihase kompositsioonis ja funktsionaalses võimekuses

Lisaks lihase üldise ristlääbilõike pindala vähenemisele sisaldavad vanemaealiste (65-83 aasta vanused) lihased vähem kontraktiilset kudet ja enam mitte-kontraktiilset kudet võrreldes nooremate inimestega (26-44 aasta vanused). Suurenenud mitte-kontraktiilse koe (rasv- ja sidekude) protsent viib vähenenud jõugenereerimise võimeni. Muutused koe sisalduses viitavad ka sellele, et vanemaealiste inimeste lihasmassi kadu võib olla suurem, kui saab hinnata ainuüksi ristlääbilõike pindala vähenemist vaadeldes (Williams jt, 2002).

Vananedes väheneb keha rasvavaba mass progresseeruvalt ja rasvamass suureneb samuti progresseeruvalt (Rasmussen ja Volpi, 2004). Rasvavaba mass moodustab noorel inimesel kuni 50% kehamassist kuid vanusega väheneb see kuni 25%-ni 80. eluaastaks. Lihasmass asendub suures osas rasvamassiga. Kõige märkimisväärsem on lihasmassi vähenemine alakeha lihastes. Absoluutne lihasmassi ja lihase aeroobse võimekuse vähenemine koos suurenenud rasvamassiga suurendab riski insuliini resistentsuse ja II tüüpi diabeedi tekkeks (Koopman ja van Loon, 2009). Ka luutiheduse vähenemise ja liigeste jäikuse suurenemise tõttu tekivad eeldused mitmeteks tervisele ohtlikeks seisunditeks, kaasaarvatud II tüüpi diabeet, ülekaalulisus, südamehaigused ja osteoporoos (Rasmussen ja Volpi, 2004).

Lihaste kapillarisaatsioon ja aeroobne võimekus on kaks skeetilihase adaptatsiooni mõõdikut treeningkoormustele (nii jõu- kui vastupidavustreening). Vanemaealiste lihastes on lihasraku-kapillaaride suhe ja aeroobne võimekus sageli vähenenud võrreldes nooremaealiste lihastega (Williams jt, 2002), ka järk-järguline langus erinevate kudede rakkude regeneratiivsetes võimetes vähendab vanemaealiste inimeste kognitiivseid, motoorseid ja sensoorseid omadusi (Snijders jt, 2009).

Maksimaalne hapnikutarbimise võime (VO_{2max}) on kõige sagedamini kasutatav üleüldise kardiovaskulaarse funktsiooni võimekust indikeeriv näitaja. Alates 25.-30. eluaastast hakkab VO_{2max} langema kiirusel umbes 5-15% iga 10 aasta kohta. See langus võib olla põhjustatud vanusega kaasnevast südame minutimahu vähenemisest (väheneb peamiselt maksimaalse südamelöögisageduse vähenemise aga ka vähenenud löögimahu arvelt) ja arteriovenoosse hapniku diferentsi vähenemisest (lihaste hapniku verest omastamise võime väheneb). Vasaku vatsakese kokkutõmbumisvõime väheneb samuti võrreldes nooremate indiviididega (Mazzeo, 2013).

Vanematel täiskasvanutel on võrreldes noortega vähenenud kõõluste jäikus ja elastsusmoodul (Pijnappels jt, 2008), ning suurenenud lihaste ja liigeste jäikus (Feland jt, 2001), mis potentsiaalselt aitavad kaasa nõrkusele ja aeglasemale reaktsioonijale (Pijnappels jt, 2008).

Sarkomeeri pikkus muutub korratuks, tuumad koonduvad lihasraku keskele, membraani erutatavus väheneb ja märkimisväärselt suureneb rasvade akumulatsioon lihasrakku ja selle ümber (Rasmussen ja Volpi, 2004).

Satelliittrakud on diferentseerumata müogeensed eellasrakud. Postnataalse arengu ajal satelliittrakud vohavad ja muutuvad uuteks lihasrakutuumadeks, et toetada kasvava lihasraku vajadusi. Küpses lihasrakus on satelliittrakud tavaliselt uinavas olekus, kuid võivad vastuseks traumale aktiveeruda. Pärast vohamist liituvad nad olemasolevate lihasrakkudega. Kahjustuse ja/või kehalise aktiivsuse tekitatud stressi korral aga liituvad satelliittrakud üksteisega ning asendavad kahjustatud raku ja/või tuuma. Normaalse lihastegevuse tagajärjel toimub alati mõningane lihasrakkude kahjustumine, eriti kasvava vanusega. Sellest tulenevalt on lihasrakkude säilitamiseks vajalik pidev lihasrakkude parandamine ning pidev funktsioneerivate

satelliitrakkude olemasolu kogu elu vältel. Satelliitrakud mängivad olulist rolli lihasrakkude säilimises, kasvamises ja uuenemises. Satelliitrakkude vähenemine ja/või nende võimetus vastuseks anaboolsele stiimulile aktiveeruda ning prolifereeruda võib kaasa aidata vananemisega täheldatava lihasmassi ja –jõu vähenemisele. Satelliitrakkude sisaldus külgmises pakslihases (*m. vastus lateralis*) on noorte, tervete meeste puhul I ja II tüüpi lihaskiudude puhul sarnane. Vananemisel toimuva II tüüpi lihaskiudude atroofiaga kaasneb sarnaselt vähenemine ka II tüüpi lihaskiududele spetsiifiline satelliitrakkude vähenemine (Snijders jt, 2009).

1.4 Muutused endokriinsüsteemis ja insuliini tundlikkuses

Vanemisprotsessiga seostatakse ka mitmeid biokeemilisi muutusi, nagu glükolüütiliste ja oksüdatiivsete ensüümide aktiivsuse langus, vähenenud kreatiinfosfaadi ja ATP varud lihasrakus, vähenenud mitokondrite hulk rakus ja mõningane langus üleüldises ainevahetuse kiiruses. Need muutused vähendavad vanurite üldist kehalist võimekust ja on oluline komponent vanurite vähenenud võimes kasutada hapnikku kehalise aktiivsuse ajal (Rasmussen ja Volpi, 2004).

Umbes 60%-l üle 65-aastastest meestest langeb testosterooni tase alla nooremate meeste normaaltaseme. Testosterooni tase väheneb järk-järguliselt terve vanemisprotsessi vältel, naissuguhormooni estradioli tase naistel langeb seevastu järsult menopausi algusega. Ka kasvuhormooni, insuliinisarnase kasvufaktori ja DHEA (dehüdroepiandrosteroon) tasemed langevad normaalse vanemisprotsessi puhul astmeliselt (Rasmussen ja Volpi, 2004).

Lihasmassi vähenemisega kaasnevad muutused keha koostises ja luutiheduses ning seda seostatakse insuliini resistentsuse suurenenud esinemisega vanemaelistel. Lihasraku võime korrektselt vastata tsirkuleerivale insuliinile, suurendades lihasvalkude sünteesi, on häirunud. Ei ole selge, kas suurenenud insuliini resistentsus on seotud vanusega *per se* või on see keha rasvavaba massi vähenemisega kaasnev nähtus (Rasmussen ja Volpi, 2004).

1.5 Toitumine

Lihasmassi vähenemist mõjutab palju erinevaid faktoreid, millest kaks olulist on halvad toitumisharjumused ja istuv eluviis (Koopman ja van Loos, 2009). Alatoitumine viib lihaste kärbumiseni. Mitmed uuringud on näidanud, et vanemate indiviidide päevane kaloraaž on liialt madal ning võib olla oluliseks faktoriks sarkopeenia arengus. Vanemaealistel peaks proteiinide tase toidus lämmastikutasakaalu säilitamiseks olema suurem kui soovitatud 0,8 g/kg/päevas (Rasmussen ja Volpi, 2004), kombineeritud analüüs mitmetest lämmastikutasakaalu uuringutest näitas, et vanemaealiste toidus peaks proteiine olema vähemalt 1,14 g/kg/päevas. Hinnanguliselt 50% vanemaealistest tarbib aga vähem kui 1,14 g/kg/päevas. Üleüldiselt on sünteesiprotsessid vastuseks proteiinide manustamisele vanemaealistel aeglustunud ning see omistatakse vähenenud leutsiini sensitiivsusele, aga seda on võimalik taastada, suurendades leutsiini osakaalu oma toidus (Kim jt, 2010).

Vananemisega kaasnev lihasmassi vähenemine omistatakse skeletilihaste valkude käibe regulatsioonimehhanismide häirumisele, mis väljendub sünteesi- ja degradatsiooniprotsesside tasakaalu häirumises. Arvatakse, et lihasvalkude süntees vastusena toiduga saadavate valkude kasutamiseks organismis on vanemaealistel aeglustunud. Eelnev on üheks põhiliseks faktoriks, mis on vastutav vananemisega seotud lihasmassi vähenemise eest. Kehaline aktiivsus ja/või spordiga tegelemine stimuleerivad treeningujärgset lihasvalkude sünteesi nii noortel kui ka vanadel. See aga sõltub suurel määral õigeaegsest proteiinide manustamisest enne, treeningu ajal ja pärast treeningut (Koopman ja van Loon, 2009).

Vanemaealistel on väikeste koguste aminohapete omastamine võrreldes noortega vähenenud ja sageli häirunud. Ka insuliini anaboolne toime lihasvalkude sünteesile on vähenenud (Koopman ja van Loon, 2009).

Tervetel, vanemaealistel meestel viib kiirelt imenduva proteiini (vadakuvalk) manustamine suurema positiivse proteiini tasakaaluni võrreldes aeglaselt imenduva proteiini (kaseiin) manustamisega. Samamoodi viib ka impulss toitumine (*impulse-feeding*) - manustamine rohkem kui 80% päevasest proteiinikogusest ühe toidukorra ajal - suurema proteiinide säilimiseni kui

sama koguse proteiinide manustamine 4 toidukorra peale jagatuna (*spread-feeding*), noortel sellist erinevust ei täheldatud (Koopman ja van Loon, 2009).

2. TREENING JA VÕIMETE ARENDATAVUS VANEMAS EAS

Enamik üle 65-aastaseid täiskasvanuid, krooniliste haiguste olemasolust hoolimata, on võimelised osalema ja kasu saama neile kohandatud treeningprogrammist, siiski on harjutusi, mis märgatavalt tõstavad südame koormust või vererõhku liigitatud kõrge riskiga harjutuste hulka ning seetõttu ei ole soovitatavad mõningate haiguste puhul (näiteks aordistenoos ja mitteopereeritav aordi aneurüsm) (Fiatarone Singh MA jt, 2010).

Lihastreening on tavaliselt jaotatud kahte suurde gruppi: vastupidavustreening ja jõutreening. Vastupidavustreening on suunatud visaduse (kui pikalt suudab inimene kurnavat tegevust sooritada) ja aeroobse võimekuse (VO_{2max}) arendamisele. Jõutreening on aga suunatud lihase maksimaalse jõugenereerimise võime arendamisele. Treeningul on positiivne efekt vananevale lihasele. Treeninguga kaasnev adaptatsioon sõltub harjutuste liigist, intensiivsusest, sagedusest ja kestusest. Õige treeninguga saab muuta, aeglustada või isegi osaliselt ümber pöörata mõningaid vananemisega seotud füsioloogilisi muutuseid lihases - kaasa arvatud sarkopeenia, vähenenud rasvavaba mass, vähenenud jõud ja suurenenud müosiini raskete ahelate koekspressioon (Williams jt, 2002), ning funktsionaalseid muutuseid (Snijders jt, 2009). Regulaarsel treeningul on ka positiivne efekt vanemate inimeste vaimsele tervisele ja kognitiivsetele omadustele (Wojtek jt, 2009).

Mitmed uuringud on rõhutanud kõrge intensiivsusega treeningu olulisust saavutamaks häid tulemusi, eriti jõu- ja vastupidavuse näitajate suhtes. Teised uuringud on saavutanud häid tulemusi ka mõõdukaid või isegi madalaid koormuseid kasutades (Rydwik jt, 2005).

Vastupidavustreening on efektiivsem rasvamassi, puhkeoleku pulsi ja vererõhu madaldamiseks samas on jõutreening olnud efektiivsem baasmetabolismi, luutiheduse ja lihasjõu suurendamiseks. Muutused rasvamassi ja rasvavaba massi suhtes ning paranenud südameveresoonefunktsioon on tugevas korrelatsioonis vähenenud haiguste riski ja suremusega (Romero-Arenas jt, 2013).

Üldine soovitus on mitmekesine harjutuste programm, mis koosneks aeroobsest treeningust, jõutreeningust, painduvuse ja koordineeritud treeningust läbi igapäevategevuse ja struktureeritud treeningu. Alustada soovitatakse siiski ühe treeningvormiga ning alles sellega harjudes lisada juurde ka teisi komponente (Fiatarone Singh MA jt, 2010). Kombinatsioon aeroobsest treeningust ja jõutreeningust on istuva eluviisi tekitatud kahjulikkude mõjude tasakaalustamises tõhusam kui aeroobne- või jõutreening üksi (Wojtek jt, 2009).

Suured puudujäägid jõu- ja tasakaaluomadustes peaks enne aeroobse treeninguga alustamist likvideerima. Aeroobse töö alustamine ilma piisava jõu ja tasakaaluta võib lõppeda põlvevaluga, kukkumisohuga ja limiteeritud võimega aeroobseid omadusi arendada (Fiatarone Singh MA jt, 2010).

Luutihedust (eelkõige lülisambas) suurendavad keskmiselt 1% pre- ja postmenopausis naistel mõõduka kuni kõrge intensiivsusega aeroobne töö, kõrge intensiivsusega progressiivne jõutreening ning hüppeharjutused (*high impact loading*). Treeningsoovitused osteoporoosi ja sellest tulenevate murdude vältimiseks on välja toodud lisades (Tabel 1) (Fiatarone Singh MA jt, 2010).

Tervete vanemaealiste inimeste puhul on kõrge intensiivsusega treeningprogrammidel selge positiivne mõju inimese metaboolsetele, kehalise võimekuse (fitnessi) ja soorituse näitajatele, kuid treeningprogrammid ei pea olema kõrge intensiivsusega, et vähendada riski haigestuda kroonilistesse kardiovaskulaarsetesse ja metaboolsetesse haigustesse. Siiski on mõningate juba väljakujunenud haiguste ja geriaatriliste sündroomide (II tüüpi diabeet, kliiniline depressioon, osteopeenia, sarkopeenia, lihasnõrkus) puhul ravi tulemused efektiivsemad, kui kasutada kõrge intensiivsusega programme. Vananemisega kaasnevad füsioloogilised muutused on erinevate füsioloogiliste süsteemide ja inimese soo puhul erinevad ning mõned adaptiivsed vastused treeningule sõltuvad inimese vanusest ja soost. Erinevate interventsioonide tulemused sõltuvad sellest tulenevalt ka inimese hormonaalsest staatusest ja vanusest, millal interventsioon läbi viiakse (Wojtek jt, 2009).

Suurenenud jõunäitajad seostatakse suurenenud lihas- ja luumassiga, paranenud tasakaalu ning mobiilsusega. Kõik need näitajad on olulised ennetamiseks luumurde ning parandamiseks elu kvaliteeti vanemas eas (Rhodes jt, 2000).

Aeroobne treening, mis koormab oluliselt alajäsemeid (jooksmine) ning jõutreening aitavad ennetada või aeglustada osteoporoosi teket (Williams jt, 2002).

2.1 Jõutreening

Jõutreeninguga kaasnevad lihastes adaptatsioonilised protsessid ja seda on uuritud vanemaealistel peamiselt 2 tüüpi jõutreeningu programme kasutades: (1) progressiivse jõutreeningu programmid (näide Tabel2) või (2) kõrge intensiivsusega jõutreeningu programmid. Kõrge intensiivsusega treeningprogramm koosneb 2-6 seeriast, 8 kordust ühes seerias, intensiivsusega 80% inimese ühe korduse maksimumist (1KM - raskus, mida suudetakse korrektse vormiga tõsta ja langetada vaid üks kord) (Williams jt, 2002).

Jõutreening on vastupidavustreeningust efektiivsem baasmetabolismi, luu mineraalse tiheduse, lihasjõu ja -võimsuse ning lihase ristlääbilõike pindala suurendamisel (Romero-Arenas jt, 2013).

Enamasti treenitakse jõuprogrammides 3 korda nädalas, kuid üks uurimisgrupp leidis, et treeningud 1-2 korda nädalas (3 seeriat, 8 kordust seerias, 80% inimese 1KM-st) olid jõugenereerimise suurendamiseks sama efektiivsed (Williams jt, 2002). Pijnappels jt (2008) leidsid samuti oma uuringus, et jõutreening 1 kord nädalas 8 nädalase programmi puhul oli piisav, et tõsta jõugenereerimise võimet (3 seeriat, 8-10 kordust seerias, 75-80% 3KM-st). Peale 8-nädalast programmi kasvas põlve ekstensiooni pöördemoment 4-13% (Pijnappels jt, 2008).

Vanemaealistel (60-97 aastat vanad), kes tegelevad regulaarse jõutreeninguga, suureneb lihaskiu ristlääbilõike pindala ja jõugenereerimise võime (Williams jt, 2002). Progressiivse jõutreeningu toime on seotud nii muudatustega insuliinitundlikkuses kui ka üldiste muudatustega keha kompositsioonis (suurenenud lihasmass ja vähenenud rasvamass) (Sigal RJ jt, 2006).

Romero-Arenas jt (2013) uurisid suure vastupanuga ringtreeningu ja traditsionaalse jõutreeningu mõjusid ning leidsid, et suure vastupanuga ringtreening on sama efektiivne kui traditsiooniline jõutreening lihasmassi, -jõu ja luutiheduse suurendamiseks ning on suurema efektiivsusega südame-veresoonkonna ning keha kompositsiooni positiivseks mõjustamiseks. Mõned uuringud on näidanud, et ringtreeningu põhimõttel tehtav jõutreening, kus kasutatakse väikest vastupanu ja minimaalset puhkust, on väga efektiivne maksimaalse hapnikutarbimise, maksimaalse kopsuventilatsiooni ja funktsionaalse võimekuse suurendamiseks, samal ajal keha kompositsiooni parandades. Standardse ringtreeningu puuduseks on väikeste koormustega tehtava töö minimaalne adaptatsiooniline mõju lihase jõuomadustele ja luutihedusele (Romero-Arenas jt, 2013).

Treeninguga suureneb nii lihase ristlabilõike pindala kui ka jõugenereerimise võime, kuid tavaliselt suureneb jõugenereerimise võime võrreldes ristlabilõike pindalaga enam. See on seletatav asjaoluga, et jõugenereerimise võime kasv ei toimu ainult hüpertroofia arvelt, vaid ka neuraalse adaptatsiooni mõjul. Enamik uuringuid treeningu efektidest vanemaealistel on läbi viidud võrdlemisi vähe treenitud indiviididega, kes osalesid kõrge intensiivsusega treeningutel. Seetõttu on tõenäoline, et jõugenereerimise võime tõusus on enamjaolt vastutav just neuraalne adaptatsioon (Williams jt, 2002).

Progressiivse jõutreeningu puhul on olulisem treeningu intensiivsus ning sekkumise kestus nii suurt efekti jõuomadustele ei avalda. See võib tuleneda asjaolust, et enamiku uuringute kestus, kus seda uuritakse on olnud 12 nädalat ning vähemalt pool jõu juurdekasvust 1-aastase programmi puhul toimub esimese 12 treeningnädala jooksul (Latham jt, 2004).

Jõutreeninguga toimub lihaskiu suurenemine ja sellega kaasnev satelliitrakkude sisalduse suurenemine külgmises pakslihases (*m. vastus lateralis*) ja trapetslihases (*m. trapezius*). Mõned uuringud on raporteerinud hüpertroofiaga kaasnevat proportsionaalset kasvu lihastuumade arvus, teised uuringud seda leidnud ei ole. See võib olla selle tõttu, et olemasolevad lihastuumad on võimelised suurendama proteiinide sünteesi ning toetama treeningust tulenevat tsütoplasma mahu kasvu. Jõutreeningu tulemusena tekkiva hüpertroofiaga kaasneb lihastuumade domeeni suurenemine, aga tuumade arv jääb samaks kogu treeningperioodi vältel (Snijders jt, 2009).

Dreyer jt (2006) võrdlesid ühekordse treeningu mõju satelliitrakkude sisaldusele vanade ja noorte indiviidide vahel. 24 tundi peale 92 põlve sirutajalihaste ekstsentrilise kontraktsiooni sooritamist märgati satelliitrakkude sisalduse suurenemist nii noorte kui ka vanemaealiste indiviidide seas. Noortel oli see kasv siiski suurem võrreldes vanemaealistega (141% vs 51%), viidates sellele, et vanemaealistel on satelliitrakkude värbamine vastuseks treeningule vähenenud (Dreyer jt, 2006).

Häkkinen jt (1998) uurisid suure vastupanuga jõutreeningu ja plahvatusliku iseloomuga harjutuste kombineeritud mõju jala sirutajalihaste agonistide ja antagonistide neuuraalsele aktivatsioonile, reie-nelipealihase ristlâbilõike pindalale ning maksimaalse ja plahvatusliku jõu omadustele keskealistel (keskmine vanus meestel 42+/-2 aastat ja naistel 39+/-3 aastat) ning vanemaealistel (keskmine vanus 72+/-3 aastat meestel ja 67+/-3 aastat naistel), kes läbisid 6-kuulise jõutreeningu programmi, mis koosnes progressiivsest suure vastupanuga treeningust ja plahvatuslikust jõutreeningust. 6 kuu möödudes oli osalejate reie-nelipealihase jõugenereerimise võime suurenenud 22%-66% ulatuses, lihaste ristlâbilõike pindala suurenes vähemal määral (Häkkinen jt, 1998).

Rhodes jt (2000) korraldasid üheaastase uuringu jõutreeningu mõjust luutiheduse ja lihasjõu näitajate suhtele. Uuringust võttis osa 44 istuva eluviisiga vanemaealist naist (keskmine vanus 68,6 aastat), kellest 22 olid treeninggrupis ja teine 22 olid kontrollgrupis. Treeninggrupp osales 52 nädalat kolm korda nädalas ühetunnisel progressiivse jõutreeningu sessioonil. Sessioon koosnes suuremaid lihasgruppe hõlmavatest harjutustest (lamades surumine, jalapress, küünarvarte kõverdamine ja sirutamine, põlvede sirutamine ja kõverdamine) ja need sooritati 75% 1 korduse maksimumist, 3 seeriat, 8 kordust seerias. Luu mineraalne tihedus mõõdeti kahekordse kiirega röntgenabsorptsiomeetria (DXA) meetodiga lülisamba lumbaalosast ja reieluu proksimaalsest osast. Mõõdeti ka teised näitajad, nagu keha kompositsioon, paindumus (kehatüve fleksioon) ja lihasjõud (käe haardetugevus ja muud jõunäitajad). Statistilised analüüsid näitasid, et märkimisväärne jõunäitajate kasv toimus bilateraalse lamades surumise (29%), bilateraalse jalapressi (19%) ja ühepoolse küünarvarte kõverdamise puhul (20%). Gruppide vahel ei ilmnunud suuri erinevusi kehamassis, käe haardetugevuses, paindumuses, talje-puusa übermõõtude vahekorras ning kaheksa nahavoldi summas. Oluline suhe leiti dünaamilise jalgade tugevuse ja luu mineraalse tiheduse vahel reieluu kaelaosas, *Ward's triangle* ja lülisamba lumbaalosast. Kõik jõunäitajad kasvasid üheaastase treeningperioodi järel 19-53% ulatuses. Lihasjõu muutused olid

oluliselt (kuigi siiski väiksel määral) seotud ka luutiheduse muutustega lülisamba lumbaalosas ja reieluus (Rhodes jt, 2000).

Progressiivne jõutreening üksi ei oma efekti füüsilise puude/töövõimetuse vähendamisele. Jõutreeningule on vaja lisada ka teised füüsilise aktiivsuse vormid nagu vastupidavustreening ja tasakaalutreening ning tuleb mõelda ka teistele faktoritele, mis soodustavad töövõimetust nagu enesetõhususe ja motivatsiooni vajakajäämised ja osalemise barjäärid (Latham jt, 2004).

2.2 Vastupidavustreening

Vastupidavustreening on jõutreeningust efektiivsem rasvamassi, puhkeoleku pulsi ja vererõhu alandamiseks (Romero-Arenas jt, 2013). Kõige enam kasutatavad treeningsagedus ja –kestus aeroobse treeningu puhul on 2-3 korda nädalas, 30-60 minutit sessioon (Liu jt, 2011).

Aeroobsed tegevused, nagu kõndimine, sörkjooks ja jooks, võivad mängida olulist rolli luutiheduse säilitamises ja/või suurendamises. Kuigi regulaarne madala intensiivsusega aeroobne tegevus võib parandada ja/või säilitada luumassi ning aidata vältida luumurde, on kõrgema intensiivsusega aeroobne tegevus ja jõutreeningu programmid luumassi säilitamises efektiivsemad. Samas võivad kõrge intensiivsusega treeningud lisada vigastuste ohtu ning osavõtt kõrge intensiivsusega treeningutest on vanemaealiste seas madal (Liu jt, 2011).

Vanemaealised võivad vastupidavustreeningu tulemusena saavutada sarnaselt noorte inimestega 10-30% tõusu maksimaalses hapnikutarbimise võimes (VO_{2max}). Sellises ulatuses muutuste saavutamiseks tuleb aga treenida kõrge intensiivsusega, kuna madala intensiivsusega aeroobne kehaline aktiivsus on näidanud vaid marginaalseid muutuseid. VO_{2max} suurenemine toimub maksimaalse südame minutimahu ja arteriovenoosse hapniku diferentsi suurenemise tõttu. Submaksimaalsel võimsusel tehtava aeroobse töö võimekus ja võime taluda kõrgema intensiivsusega kehalist tööd on samuti olulised adaptatsioonilised muutused treeningule. American College of Sports Medicine soovib treeningintensiivsust 55-90% maksimaalsest hapnikutarbimise võimest, 3-5 korda nädalas ja 20-60 minutit korraga. Sellest madalama intensiivsusega treening sobib nendele, kes on väga nõrgad ja jõuetud (Mazzeo, 2013).

Huang jt (2007) tegid 41 uuringu põhjal meta-analüüsi. Uuringute pikkus varieerus 8st kuni 52 nädalani. Umbes 80% uuringutest kasutas peamise treeningvormina käimist, kuid kasutati ka sörkimist, jalgrattasõitu, trepikõndi, aeroobset tantsimise või kombinatsiooni nendest. Enamike uuringute puhul treeniti 3 korda nädalas (varieerus 1 ja 4.9 korra vahel nädalas). Treeningu kestus oli keskmiselt 38.1 ± 10 minutit sessiooni kohta (varieerus 20 ja 60 minuti vahel). Intensiivsus varieerus uuringute vahel ja intensiivsuse astet määratleti erinevate näitajatega (protsent maksimaalsest südame löögisagedusest, hapnikutarbimise võimest, hapnikutarbimise reservist või südame löögisageduse reservist ning maksimaalne südamelöögisagedus minutis). Kõige enam kasutatavad olid protsent maksimaalsest südamelöögisagedusest (tavaliselt 60-85%) ning protsent südame löögisageduse reservist. Tulemused saadi 2102 vanemaealise indiviidi põhjal (1257 osalesid treeningutes, 845 olid kontrollgruppides). Maksimaalse hapnikutarbimise (VO_{2max}) tase oli esialgu 14.7 kuni 30.8 mL/ kg/ min ning 15.8 kuni 31.5 mL/ kg /min vastavalt treeninggruppides ja kontrollgruppides ning selle põhjal gruppide vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud. Pärast treeninguid ei toimunud kontrollgruppides VO_{2max} osas muutusi, treeninggruppides see-eest toimusid statistiliselt olulised muutused, kus VO_{2max} suurenes keskmiselt 16.3% võrra, usaldusvahemik 95%. Subgruppide analüüside põhjal selgus, et VO_{2max} suurenes kõige rohkem intensiivsuse 60-65% aga mitte rohkem kui 70% juures VO_{2max} -ist. VO_{2max} paranemine oli seotud ka treeningperioodi pikkusega, kus 20 nädalat ja enam kestnud treeningprogrammide puhul olid tulemused paremad (Huang jt, 2007).

Liu jt (2011) poolt vaadeldud uuringute tulemused vastupidavustreeningu positiivsest mõjust luu mineraalsele tihedusele olid väheveenvad ja vajavad edasist uurimist. Mitmed sekkumised näitasid aeroobse treeningu positiivset mõju luu mineraalsele tihedusele, mõnedel tekkisid vastuolulised tulemused ning mõned näitasid aeroobse tegevuse negatiivset efekti. Erinevad tulemused võib omistada uuringutes kasutatavatele eri gruppidele (vanus, sugu), testimisel kasutatavale erinevale intensiivsustasemele ja/või tegevuse iseloomule (jooks, sörk), liialt väikestele uuringugruppidele või luutiheduse mõõtmisele erinevatest kehaosadest erinevates uuringutes. Madala intensiivsusega aeroobne tegevus, nagu kõndimine, on postmenopausis naistele ja vanemaealisele populatsioonile üldiselt kasulik, kuid selle tegelik mõju sõltub käimise kiirusest, kus energiline ja kiire tempo võivad tuua suuremat kasu. Ka treeningu pikkus on oluline. Leiti, et nendel, kes kõndisid enam kui 7.5 miili nädalas (ca 12 kilomeetrit), oli kõrgem kogu keha, jalgade ja keha keskosa luu mineraalne tihedus. Ühe-aastase perioodi vältel olid

nädalas kõnnitud miilide arv ja alajäsemete luu mineraalse tiheduse suurenemise kiirus positiivselt korrelatsioonis (Liu jt, 2011).

Meta-analüüsi tulemustest selgus, et aeroobne treening säilitas lülisamba ja suurendas reieluu kaelaosas luu mineraalset tihedust, viidates sellele, et reieluu kaelaosale avaldab kõrge intensiivsusega aeroobne töö suuremat mõju kui lülisambale (Liu jt, 2011).

Jooksjate luumassi kadu vanusega on väiksem võrreldes kontrollgrupiga, kuigi peale 5-aastast perioodi langes mõlema grupi luu mineraalne tihedus lülisamba osas märgatavalt. 9 aasta vältel kestnud jooksjaid jälgiv longitudinaaluuring näitas, et jooksutreeninguid jätkavatel subjektidel vähenes luu mineraalne tihedus lülisamba osas vähem kui neil, kes treeningutega ei jätkanud. Samas leiti, et postmenopausis jooksjate luu mineraalne tihedus lülisamba osas oli võrreldes samas vanuses ja pikkuses olevate kontrollgrupi liikmetega väiksem, viidates sellele, et jooksmine aitab ära hoida luu mineraalse tiheduse langust puusa osas, kuid mitte lülisamba osas (Liu jt, 2011).

Mehhanismid, mis aitavad kaasa luumassi suurenemisele või säilitamisele võivad olla mehhaaniliste stiimulite poolt tekitatud vedelike ringluse suurendamine ja osteoblastide aktiveerimine ning samal ajal osteoklastide aktiivsuse vähendamine. Aeroobse tegevuse osteogeenne efekt võib olenevalt treeningkoormusest ja – iseloomust olla spetsiifiline mõnele kohale organismis (puusaluu, lülisammas) (Liu jt, 2011).

11 vanemaealist mees läbis 14 nädalat kestnud vastupidavustreeningu programmi. Leiti, et nende maksimaalne hapnikutarbimise võime oli suurenenud 13% ning sellega kaasnes ka lihaskiu suuruse ja tuumade arvu kasv rakus, kuigi viimaste suurenemine ei olnud statistiliselt oluline. Suurenes ka satelliitrakkude arv 29% võrra. Teise uuringu kohaselt ei leitud 14 nädalase treeningprogrammi järgselt lihasraku tuumade arvu ja/või domeeni suuruses erinevusi (Snijders jt, 2009).

2.3 Painduvustreening

Venitamine usutakse olevat väga kasulik kehalisele vormisolekule. See parandab painduvust, kehalist sooritust, jooksu ökonoomsust (vähenenud energiakulu antud kiirusel), aitab ennetada vigastusi, kiirendab paranemist ning vähendab lihaste valulikkust peale kehalist aktiivsust. Tõendid kõige selle toetuseks on küll napid, kuid siiski kasutatakse venitusharjutusi üsna laialdaselt (Feland jt, 2001).

Plachy jt (2012) uurisid kahe üksteisest veidi erineva 6-kuulise treeningprogrammi mõjusid vanemaealiste naiste painduvusele, liigutuste ulatusele ja vastupidavusele. Nad jagati juhuslikkuse alusel kolme gruppi: esimene grupp oli kontrollgrupp (12 naist), teine grupp osales kolm korda nädalas ühetunnisel pilatase treeningul (15 naist) ning kolmas grupp osales kaks korda nädalas vesiaeroobika tunnis ja üks kord nädalas pilatase treeningus (15 naist). Enne ja pärast treeningprogrammi mõõdeti: parema õlaliigese fleksioon, puusaliigese fleksioon, lülisamba nimme piirkonna fleksioon, lülisamba rinnaosa fleksioon, kehatüve lateraalne fleksioon, viidi läbi 6-minuti kõnnitest ning 30 sekundi *sit-to-stand* test. Peale 6-kuulist treeningprogrammi ei leitud kontrollgrupil erinevusi tulemustes. Treeningruppides paranesid kõik näitajad statistiliselt oluliselt. Pilatase grupil paranesid kõige rohkem 6-minuti kõnnitesti ja *sit-to-stand* testi tulemused ning pilatase ja vesiaeroobika grupil paranesid enam painduvuse ja liigete liikuvuse näitajad (just puusa- ja õlaliigese liikuvus) (Plachy jt, 2012).

Feland jt (2001) uurisid 62 vanemaealist pinges reie tagaosas lihastega (*hamstring* lihastega) isikut. Pinges reie tagaosaks loeti, kui katsealusel oli suutmatus põlve sirutada 20° - 0° vahele põlve fleksiooni ulatusest. Uurimuse eesmärgiks oli välja selgitada, kas erineva kestusega venitustel on erinev mõju liigutuste ulatusele. Liigutuste ulatus põlve ekstensioonil mõõdeti nii, et vaatlusalune oli pikali, mõõdetava jala reieluu hoiti 90° all puusa painutuses ning teine jalg oli sirutatud. Vaatlusalused jagati juhuslikkuse alusel 4 gruppi. Kontrollgrupp venitusi ei sooritanud. Teine, kolmas ja neljas grupp venitasid vastavalt juhuslikule valikule kas paremat või vasakut jalgast vastavalt 15 sekundit, 30 sekundit või 60 sekundit, 5 korda nädalas 6 nädala jooksul. Liigutuste ulatus mõõdeti kord nädalas 10 nädala jooksul. Andmed analüüsiti kasvukõvera mudeli alusel. Venitamisel kasutati sirge jala tõstmise testi, kus subjekt lamab selili, jalg sirgelt, pahkluu 90° all ning jalg tõsteti kuni subjekt tundis ebamugavust. Gruppides 2-4 osalejatele tehti

iga kord 4 venitust 10 sekundiliste puhkustega venituste vahel, kus osalejatel paluti jalgu liigutada edasi-tagasi rindkere juurde ja sirutusse. Liigutuste ulatus suurenes kõige rohkem grupis, kus venitusi hoiti 60 sekundit. Teise jala (mida ei venitatud) liigutuste ulatus ei muutunud (Feland jt, 2001).

Stathokostas jt (2012) kirjutatud painduvuse treeningute kohta tehtud ülevaateartikli tulemustest selgus, et kuigi nende sekkumiste puhul võib suurenedagi liigutuste ulatus, on painduvuse interventsioonide ning erinevate funktsionaalsete võimete paranemise ja igapäevaeluga hakkamasaamise vaheline seos ebaselge. Painduvusharjutuste tulemuslikkust hinnati erinevaid painduvuse mõõtmisi, kehalise võimekuse teste ja küsimustikke kasutades. Kõige levinumad funktsionaalsete võimete testid olid erinevatel kiirustel kõndimine ning kõnnimustri analüüs, „istu ja siruta” test, „istu ja tõuse” test, step- test, „tõuse püsti ja mine” test ja Rombergi test. Käimise kiirus ning kõnnimuster olid funktsionaalsete võimete tulemustest kõige enam positiivselt seotud painduvustreeninguga, kuigi tulemused ei olnud järjekindlad. Paljud uuringud näitasid paranemist ka painduvusega seotud testides. 7 testi 22-st demonstreerisid enamjaolt positiivseid funktsionaalsete näitajate paranemise tulemusi, 6 testi puhul erinevusi ei leitud ning ülejäänud raporteerisid ainult paranemist painduvuses ja liigeste liikuvuses, aga mitte teistes funktsionaalsetes näitajates. Ühe uuringu kohaselt suurenesid interventsiooni tulemusena oluliselt ainult meeste „istu ja siruta” testi tulemused ning vähenes enese määratud päevane valu skoor. Autorite arvamus on, et painduvustreeningut võib kasutada lisaks teistele treeningvormidele, kuid ta ei tekita teiste treeningvormidega saavutatud funktsionaalsete näitajate paranemisele enam lisakasusid. Paljudes treeningprogrammides on soovitatud venitamist vigastuste vältimiseks ja tulemuste parandamiseks. Stathokostas jt (2012) ülevaateartikli põhjal ei ole piisavalt järjekindlaid tõendeid, et anda soovitusi venituse tüübi, kestuse, sageduse või treeningprogrammi pikkuse kohta, eriti kui arvestada painduvuse paranemise mõju igapäevaeluga hakkamasaamise ja iseseisva eluga toimetulekut arvestades (Stathokostas jt, 2012).

2.4 Soovitused treenimiseks vanemaealistele

2007. aastal avaldasid American College of Sports Medicine (ACSM) ja American Heart Association (AHA) kehalise aktiivsuse ja rahvatervise soovitused vanemaealistele. Need soovitused hõlmavad kehalise aktiivsuse tüüpi, sagedust, intensiivsust ja kestust. ACSM /AHA

kehalise aktiivsuse soovitusel on üldiselt kooskõlas Department of Health and Human Services (DHHS) 2008. aasta kehalise aktiivsuse juhistega Ameeriklastele, mis soovivad 150 minutit kehalist aktiivsust nädalas tervise säilitamise eesmärkidel. DHHS juhised märgivad, et intensiivsuse, sageduse või kestuse suurenedes tekivad kasulikud lisamõjud. Samuti lisatakse, et kui vanemaealine ei suuda tegeleda 150 minutit nädalas mõõduka intensiivsusega aeroobse kehalise aktiivsusega, peaksid nad olema kehaliselt aktiivsed, nagu nende võimed ja seisund lubavad.

Vastupidavustreening vanemaealistele:

Sagedus: Mõõduka intensiivsusega tegevuste puhul 30 kuni 60 minutit päevas, võib jagada 10 minutilisteks osadeks, kokku 150-300 minutit nädalas / vähemalt 20-30 minutit päevas kõrge intensiivsusega tegevusi / samaväärse hulga kombinatsioon mõõduka ja kõrge intensiivsusega tegevustest.

Intensiivsus: Füüsilise pingutuse skaalal 0 kuni 10, 5-6 mõõduka ja 7-8 kõrge intensiivsusega tegevuste puhul.

Kestus: Mõõduka intensiivsusega tegevuste puhul vähemalt 30 minutit (võib olla jagatuna vähemalt 10 minutilisteks osadeks) või vähemalt 20 minutit kõrge intensiivsusega treeningut.

Vorm: Sobivad enamik tegevusi, mis ei lisa liigset ortopeedilist stressi. Kõige tavalisem vorm on jalutamine. Veekeskkonnas tehtavad harjutused ja veloergomeeter võivad olla eelistatud vanemaealistel, kellel on limiteeritud taluvus keharaskust kandvate harjutuste suhtes.

Jõutreening vanemaealistele:

Sagedus: Vähemalt 2 korda nädalas.

Intensiivsus: Füüsilise pingutuse skaalal 0 kuni 10 mõõduka (5-6) ja kõrge (7-8) intensiivsuse vahepeal.

Vorm: Progressiivse jõutreeningu programm või keharaskustega tehtav programm (8-10 harjutust, mis hõlmavad suuremaid lihasgruppe, iga harjutuse kohta 8-12 kordust), trepist kõndimine ja muud tugevdavad harjutused, mis kasutavad suuremaid lihasgruppe.

Paindovustreening vanemaealistele:

Sagedus: Vähemalt 2 korda nädalas.

Intensiivsus: Füüsilise pingutuse skaala 0 kuni 10 mõõduka (5-6) intensiivsusega.

Vorm: Püsivad venitused suurematele lihasgruppidele, mis säilitavad või suurendavad paindovust. Eelistatult staatilised, mitte ballistilised liigutused.

Tasakaalutreening vanemaealistele:

ACSM/AHA soovivad tasakaalutreeningut indiviididele, kes on sagedased kukkujad või kellel on probleeme liigete liikuvusega. Vähesed adekvaatsete uuringute puudumise tõttu ei ole spetsiifilisi soovitusi harjutuste sageduse, intensiivsuse või treeningu vormi suhtes. Siiski soovitab ACSM kasutada harjutusi, kus on kasutusel:

- 1) progressiivselt raskenevad poosid, mis vähendavad toetuspinda (nt. kahe jala peal seis, tandemseis, ühel jalal seis);
- 2) dünaamilised liigutused, mis häirivad keharaskuskeset (nt. tandemkõnd, ringitamine);
- 3) kandadel või varvastel seismine;
- 4) sensoorse info vähendamine (nt. silmad kinni seismine).

ACSM/AHA juhised soovivad arvesse võtta järgnevaid spetsiifilisi soovitusi vanemaealistele kehalist aktiivsust määrates:

- 1) Indiviidide puhul, kes on väga halvas vormis, funktsionaalselt limiteeritud või kellel on kroonilised haigused, mille puhul on füüsiliste tegevuste sooritamine raskendatud, peaks kehalise aktiivsuse intensiivsus ja kestus olema esialgu madalad;
- 2) Tegevuste progressioon peaks olema individuaalne ja kohandatud inimese vajadusi ja eelistusi arvestades;
- 3) Väga nõrkade indiviidide puhul peaks aeroobse treeningu vormidele eelnema lihast tugevdavad ja tasakaalu treenivad tegevused;
- 4) Kui vanemaealised soovivad oma kehalise vormisoleku (fitnessi) taset parandada, peaksid nad ületama soovitatud minimaalse kehalise aktiivsuse taseme;
- 5) Kui krooniline haigusseisund takistab kehalist aktiivsust soovitatud minimaalsel tasemel, peaksid vanemaealised sooritama füüsilisi tegevusi nagu suudavad, et vältida päris istuvat eluviisi (Wojtek jt, 2009)

2.5 Uuringute puudused

Paljud läbiviidud uuringud on olnud lühiajalised, vähem kui kolm kuud ning vähe uuringuid on tehtud 65-75 aastaste naiste seas (Rhodes jt, 2000). Enamik uuringuid on läbi viidud liialt väikese valimi peal ning lihase ristlabilõike pindala uuritakse tavaliselt ainult ühe kuni kolme lihase näitel (Doherty 2011).

Rhodes jt (2000) läbiviidud uuringus jäid treeningu efektid luu mineraalsele tihedusele ebaselgeteks, kuna statistilist olulisust ei leitud (kuigi trend näitas luutiheduse suurenemist treeninggrupis). Üheaastane uuring võib-olla liialt lühike periood, et luukoos esile kutsuda statistiliselt olulisi muutuseid (Rhodes jt, 2000).

Latham jt (2004) ülevaateartiklist selgus, et enamik nende uuritud 62st artiklist oli madala metodoloogilise kvaliteediga. Madala kvaliteediga uuringud võivad üle hinnata progressiivse jõutreeningu efekte. Kõrgema kvaliteediga uuringutest leiti treeningu positiivne efekt jõunäitajatele, kuid väiksemas ulatuses kui madala kvaliteediga uuringute puhul (Latham, 2004).

Vananemise efekti skeletilihasele on uuritud peamiselt alajäsemete põhjal, eriti külgmise pakslihase näitel (m. vastus lateralis). Seetõttu ei ole selge, kas sarkopeenia mõjutab samamoodi ka teisi lihaseid (Snijders jt, 2009).

KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida teaduskirjanduse põhjal peamised vananemisega seotud muutuseid närvi-lihasaparaadis ning uurida, kas peamised kehalised võimed- eriti jõud ja vastupidavus- on vanemas eas arendatavad.

Kõige levinumad vananemisega kaasas käivad muutused on sarkopeenia ning osteoporoos. Lihasmass ja –jõud hakkavad alates 30. eluaastast vähenema ning treeningu puudumisel võib jõu langus hakata segama igapäevaeluga hakkamasaamist 55.-60. eluaastast alates.

Uuringute tulemustest selgus, et ka vanemas eas on peamised kehalised võimed üsna hästi arendatavad. Kõige enam on seda uuritud jõutreeningu näitel ning tulemused on enamike uuringute puhul väga positiivsed. Jõutreeningu tulemusena kasvas enamiku programmide järel jõugenereerimise võime oluliselt, positiivsed muutused toimusid ka lihasmassi suurenemise, vastupidavuse ja tasakaalu paranemise ning keha kompositsiooni paranemise näol. Aeroobsel tegevusel ja vastupidavustreeningul leiti olevat positiivne mõju üldiselt aeroobse töövõime näitajatele. Maksimaalne hapnikutarbimise võime võis suurened treeningu mõjul samal määral, kui noorematel indiviididel. Aeroobsel tegevusel leiti positiivne mõju ka luutihedusele. Olenevalt treeningkoormusest ja – iseloomust võib aeroobse tegevuse osteogeenne efekt olla spetsiifiline mõnele kohale organismis (puusaluu, lülisammas). Paindumus-treeningu puhul olid tulemused vastuolulised. Leiti küll, et üldiselt suurenes interventsioonide puhul liigutuste ulatus, kuid funktsionaalse võimekuse testides tulemused üldiselt ei paranenud. Siiski soovitatakse paindumus-treeningut/venitamist kasutada lisaks teistele treeningmoodulitele.

Tervise säilitamise eesmärgil soovitatakse kehalist aktiivsust mõõdukal tasemel vähemalt 150 minutit nädalas. Vastupidavustreening/aeroobne tegevus võiks vanemaealistel olla igapäevane, jõutreeninguga peaks tegelema vähemalt 2 korda nädalas ning ka paindumus-treeninguga vähemalt 2 korda nädalas.

Vananemise efekte ja treeningu mõju vananemisele on uuritud väga palju, kuid paljud nendest uuringutest on tehtud liialt väikese valimi peal ning valdkond vajaks edasist uurimist suuremate valimitega. Enamike uuringute valimid olid peamiselt terved vanemaealised inimesed. Rohkem uuringuid peaks tegema juba olemasolevate haiguslike konditsioonidega inimeste peal - erinevate treeningprogrammide mõju nende haiguste vähendamisel ning optimaalsed treeningviisid, intensiivsus ja kestus erinevate haiguste puhul.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009; 41; 7: 1510-1530.
2. Doherty TJ. The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2011; 4: 503-508.
3. Dreyer HC, Blanco CE, Sattler FR, Schroeder ET, Wiswell RA. Satellite cell number in young and older men 24 hours after eccentric exercise. *Muscle and Nerve* 2006; 33; 2: 242-253.
4. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Journal of the American Physical Therapy Association* 2001; 81: 1110-1117.
5. Fiatarone Singh MA. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 2002; 57A; 5: M262-M282.
6. Finkelstein JS, Brockwell SE, Mehta V, Greendale GA, Sowers MR, Ettinger B, Lo JC, Johnston JM, Cauley JA, Danielson ME, Neer RM. Bone mineral density changes during the menopause transition in a multiethnic cohort of women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2008; 93; 3: 861-868.
7. Huang G, Gibson CA, Tran ZV, Osness WH. Controlled endurance exercise training and VO_{2max} changes in older adults: a meta-analysis. *Preventative Cardiology* 2007; 8; 4: 217-225.
8. Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, Jokelainen K, Lassila H, Mälkiä E, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of Applied Physiology* 1998; 84: 1341-1349.

9. Kim JS, Wilson JM, Lee SR. Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants. *Journal of Nutritional Biochemistry* 2010; 21; 1: 1-13.
10. Koopman R, van Loon LJC. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *Journal of Applied Physiology* 2009; 106: 2040-2048.
11. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 2004; 59A; 1: 48-61.
12. Liu PY, Brummel-Smith K, Ilich JZ. Aerobic exercise and whole-body vibration in offsetting bone loss in older adults. *Journal of Aging Research* 2011; 2011: 1-9.
13. Mazzeo RS. Exercise and the older adult. *ACSM Current Comment*. American College of Sports Medicine, 2013
<http://www.acsm.org/docs/current-comments/exerciseandtheolderadult.pdf>, 24.04.2013
14. Pijnappels M, Reeves ND, Maganaris CN, van Dieen JH. Tripping without falling; lower limb strength, a limitation for balance recovery and a target for training in the elderly. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008; 18: 188-196.
15. Plachy JK, Kovach MV, Bognar J. Improving flexibility and endurance of elderly women through a six-month training programme. *Human Movement* 2012; 13; 1: 22-27.
16. President's Council on Fitness, Sports & Nutrition, Fiatarone Singh MA. Exercise comes of age as medicine for older adults. *Research Digest* 2010; 10; 3: 1-13.
17. Raj IS, Bird SR, Shield AJ. Aging and force-velocity relationship of muscles. *Experimental Gerontology* 2010; 45: 81-90
18. Rasmussen B, Volpi E. Aging: Muscle. *Encyclopedia of Endocrine Diseases* 2004; 135-138.
19. Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, Donnelly M, Warren J, Elliot J. Effects of one year of resistance training on relation between muscular strength and bone density in elderly women. *British Journal of Sports Medicine* 2000; 34: 18-22.
20. Romero-Arenas S, Blazeovich AJ, Martinez-Pascual M, Perez-Gomez J, Luque AJ, Lopez-Roman FJ, Alcaraz PE. Effects of high-resistance circuit training in an elderly population. *Experimental Gerontology* 2013; 48; 3: 334-340.

21. Rydwick E, Kerstin F, Akner G. Physical training in institutionalized elderly people with multiple diagnoses – a controlled pilot study. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2005; 40: 29-44.
22. Snijders T, Verdijk LB, van Loon LJC. The impact of sarcopenia and exercise training on skeletal muscle satellite cells. *Ageing Research Reviews* 2009; 8: 328-338.
23. Stathokostas L, Little RMD, Vandervoort AA, Paterson DH. Flexibility training and functional ability in older adults: a systematic review. *Journal of Aging Research* 2012; 2012: 1-30.
24. Tavares AC, Guimaraes GV. Functional challenges in the elderly. *Physical Therapy Perspectives in the 21st Century – Challenges and Possibilities*. InTech; 2012.
25. Williams GN, Higgins MJ, Lewek MD. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. *Journal of the American Physical Therapy Association* 2002; 82: 62-68.
26. WHO. Ageing and life course. Interesting facts about ageing, 2012.
<http://www.who.int/ageing/about/facts/en/index.html>, 18.03.2013

LISAD

Tabell1. Treeningu soovitused osteoporoosi ja murdude vältimiseks ja raviks

(Fiatarone Singh MA. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. Journal of Gerontology: Medical Sciences 2002; 57A; 5: M262-M282)

I Treeningu viis	II Standard	III Modifikatsioon artriidi puhul	IV Modifikatsioon neuromuskulaarsete häirete/ lihasnõrkuse puhul	V Modifikatsioon veresoonkonna/ kopsuhaiguste puhul
Progressiivne jõutreening	<ul style="list-style-type: none"> • 8-10 harjutust suurematele lihasgruppidele • Kaasata harjutusi erinevatel liigestelgedel, vabade raskustega, seistes asendeid kui võimalik • Kõrge intensiivsus (umbes 80% maksimum võimsusest) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pöörata suur tähelepanu õigele vormile • Vajadusel vähendada liigutuste ulatust • Intensiivsus vajadusel kohandada individuaalselt • Vajadusel võtta ravimit enne treeningut valu vältimiseks 	<ul style="list-style-type: none"> • Tavaliselt vajab vähe modifikatsioone • Vajadusel teha harjutusi istudes • Hoolikas järelvalve 	<ul style="list-style-type: none"> • Tavaliselt vajab vähe modifikatsioone • Kui harjutamisel tekib isheemia, hoida intensiivsus allpool piiri, kus isheemia tekib • Vätida hinge kinnihoidmist, pikaajalist isomeetrilist kontraktsiooni
Aeroobne treening	<ul style="list-style-type: none"> • Mõõduka kuni kõrge intensiivsusega • Püstiasendis (weight bearing) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vajadusel vähendada või eemaldada püstiasendis või <i>high impact</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Vajadusel vältida püstiasendeid (halb tasakaal, nõrkus) • Vajadusel 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoida intensiivsus allpool piiri, kus tekib isheemiat või düspnoet

	<ul style="list-style-type: none"> • Kõrge raskusjõu ületamisega harjutused: (sörkimine, steppimine, hüppenõoriga hüppamine) 	komponendid: asendada jooks ja stepp-aeroobika kõnni ja trepikõnniga	alustada madalamõõduka intensiivsusega ja lühikeste sessioonidega	<ul style="list-style-type: none"> • Jalutada/treenida klaudikatsiooni tekkeni, puhata ja korrata • Vältida hinge kinnihoidmist
<i>High impact</i> treening	<ul style="list-style-type: none"> • Hüppamine, kastidele steppimine, hüppenõör • Progressiivselt kasvatada hüppekõrgust, ühel jalal jne 	<ul style="list-style-type: none"> • Vajadusel vähendada või eemaldada kõrge raskusjõu ületamisega harjutused (hüpete asemel põidadele tõus pakul) • Vaheta järsud kontsentrilised kontraktsioonid mõõdukate koormustega masinatel 	<ul style="list-style-type: none"> • Alustada hüpete asemel põidadele tõusuga • Harjutada järelvalve all ja hoides kusagilt kinni • Kui võimalik, käega toetamist vähendada 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoida intensiivss allpool piiri, kus tekib isheemia või düspnoe
Tasakaalu-treening	<ul style="list-style-type: none"> • Progressiivselt kombineerida järjest raskemaid staatilisi ja dünaamilisi hoide (vähendada toetuspinda, keha raskuskeskme häirimine) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mitte asetada keharaskust osteoartriidis liigesele • Hoida sessioon lühike, et vältida pikaajalist raskuse hoidmist 	<ul style="list-style-type: none"> • Harjutada järelvalve all ja kusagilt kinni hoides • Kui võimalik, vähendada käega toetamist 	<ul style="list-style-type: none"> • Tavaliselt modifikatsioone ei vaja

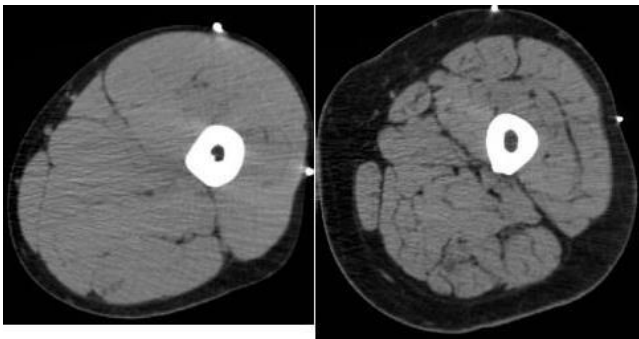
Tabel2. Näide progressiivse jõutreeningu programmist (Williams GN, Higgins MJ, Lewek MD. Aging Skeletal Muscle: Physiologic Changes and the Effects of Training. Journal of the American Physical Therapy Association 2002; 82: 62-68.)

Treeningu periood	Seeriatega ja korduste arv	Intensiivsus
1-3nädal	3 seeriat, 8-15 kordust seerias	50%-60% 1KM*
4-8 nädal	3 seeriat, 8-10 kordust seerias	60%-75% 1KM*
9-12 nädal	3 seeriat, 4-6 kordust seerias	75%-90% 1KM*

1KM* – ühe korduse maksimum

Joonis1. Kompuutertomograafia skaneering noore ja vana kehamassi ja pikkuse järgi sobitatud indiviidi jalalihases (reie keskosa kõrgusel).

Näha on vähenenud lihase pindala, suurenenud nahaalune rasvkude ning suurenenud rasva ja sidekoe infiltratsioon lihasesse vanal indiviidil (Koopman R, van Loon LJC. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. Journal of Applied Physiology 2009; 106: 2040-2048).



25-aastane mees

81-aastane mees

SUMMARY

Aging and response to training interventions in the elderly

Aging and the accompanying functional changes are becoming global problems and are being recognized more and more with every passing year. To ensure that older people are able to cope and to be independent as long as possible, it is necessary to have certain strength and endurance abilities. The aim of this research was to examine the literature on how aging affects neuromuscular functions and whether and how much physical abilities, particularly strength and endurance, can be developed in the elderly.

The most common age related changes are sarcopenia and osteoporosis. Muscle mass and strength start to decline from 30 years of age and in the absence of physical activity, loss of strength can start affecting everyday living from 55-60 years of age. Osteoporosis and its associated fractures are common problems in elderly. Bone mineral density is reduced in postmenopausal women in femoral neck and spine and the estimated loss is around 1-2% per year, making them prone to falling and fractures.

Studies showed that the main physical abilities can be developed quite well in the elderly. Strength training interventions have been studied the most and results of most of these studies are very positive. Strength training programs resulted in increased muscle strength, positive changes were also in increased muscle mass, balance and improved body composition. Aerobic activity and resistance workout was found to have a positive impact on overall aerobic performance parameters, maximum oxygen consumption increased in response to exercise in the same amount as in younger individuals. Aerobic activity also has a positive effect on bone density. It was found that the osteogenic effect of aerobic activity could be site-specific, depending on the training load and training modality. The results were inconsistent with stretching interventions. It was found that the range of movement was increased during interventions, but the functional capacity test results did not show statistically significant improvements. However, it is recommended to use stretching in addition to other training modules.

The general recommendation is a multi-modal exercise program which consist of aerobic, strengthening, flexibility and balance training, via a combination of structured workouts and everyday activities. However, it is usually best to start with only one mode of exercise and let the individual get used to the new routine of exercise before adding other components.

Different interventions clearly show that physical abilities are well developed in the elderly. So multi-modal exercise programs should be incorporated into the lives of older people to reduce health-care system costs, elongate old peoples indipendent living and quality of life.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Triin Tints (sünnikuupäev: 13.03.1987)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Närvi-lihasaparaadi vananemine ja kehaliste võimete arendatavus vanemas eas”, mille juhendaja on Eva-Maria Riso
 - 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/Tallinnas/Narvas/Pärnus/Viljandis, 20.05.2013