

UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA



**EFEKTI TRENINGA SNAGE MALOG OPTEREĆENJA NA FIZIČKU
FORMU, BIOMARKERE ZDRAVLJA I KVALITET ŽIVOTA
INSTITUCIONALIZOVANIH ŽENA TREĆE ŽIVOTNE DOBI**

Doktorska disertacija

Mentori:

Prof. dr Zoran Milošević

Prof. dr Marko Stojanović

Kandidat:

Jovan Vuković

Novi Sad, 2021.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Jovan Vuković
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof. dr Zoran Milošević, redovni profesor Prof. dr Marko Stojanović, vanredni profesor
Naslov rada: NR	Efekti treninga snage malog opterećenja na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi
Jezik publikacije: JP	Srpski

Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	AP Vojvodina
Godina: GO	2020.
Izdavač: IZ	Autorski reprint
Mesto i adresa: MA	21000 Novi Sad, „Lovćenska” 16
Fizički opis rada: FO	(9 poglavlja/ 125 stranica / 9 slika/ 11 tabela / 359 referenci)
Naučna oblast: NO	Fizičko vaspitanje i sport
Naučna disciplina: ND	Osnovne naučne discipline u sportu i fizičkom vaspitanju
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Trening snage, elastične trake, fizička forma, biomarkeri zdravlja, kvalitet života, ženske osobe trećeg životnog doba
UDK	796.015.52:613.7-053.88(043.3)
Čuva se:	Biblioteka Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Novom Sadu

ČU	
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	
Datum prihvatanja teme od strane NN veća: DP	
Datum odbrane: DO	2021. godine
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	predsednik: prof. dr Borislav Obradović /redovni profesor/ Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Novom Sadu član: prof. dr Dušica Rakić /vanredni profesor/ Medicinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu član: doc. dr Kristina Pantelić Babić /docent/ Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Univerzitet u Banja Luci

University of Novi Sad
Faculty of Sport and Physical Education
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Doctoral Thesis
Author: AU	Jovan Vuković
Mentor: MN	Full professor Zoran Milošević, PhD Associate professor Marko Stojanović, PhD
Title: TI	Effects of low intensity strength training on physical form, health biomarkers and quality of life of institutionalized third age women
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract:	eng. / srp.

LA	
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Administrative Province of Vojvodina
Publication year: PY	2021.
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Serbia, 21000 Novi Sad, Lovćenska 16
Physical description: PD	(9 chapters/ 128 pages / 9 pictures/ 11 tables / 359 references)
Scientific field SF	Physical education and sport
Scientific discipline SD	Basic scientific disciplines in sport and physical education
Subject, Key words SKW	training of strength, elastic bands, physical form, metabolic health parameters, quality of life, elderly women
UC	
Holding data: HD	

Note: N	
Abstract: AB	
Accepted on Scientific Board on: AS	
Defended: DE	2021. year
Thesis Defend Board: DB	president: Borislav Obradović, PhD /Full professor/ Faculty of Sport and Physical Education, University of Novi Sad member: Dušica Rakić, PhD /Associate professor/ Medical Faculty, University of Novi Sad member: Kristina Pantelić Babić, PhD /Docent professor/ Faculty of Physical Education and Sport, University of Banja Luka

Sadržaj

1.0. UVOD	1
1.1. GENERALNI CILJEVI PROGRAMIRANE FIZIČKE AKTIVNOSTI ZA OSOBE TREĆE ŽIVOTNE DOBI	8
1.2. SNAGA, MIŠIĆNA MASA I ADAPTACIJE NA TRENING SNAGE KOD OSOBA TREĆE ŽIVOTNE DOBI	11
1.3. MODALITETI TRENINGA SNAGE ŽENA TREĆE ŽIVOTNE DOBI – RETROSPEKTIVA I TRENUTNA GLEDIŠTA	23
2.0. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	31
3.0. PROBLEM, PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA	41
4.0. OSNOVNE HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	42
5.0. METOD RADA	43
5.1. UZORAK ISPITANIKA	43
5.2. UZORAK MERNIH INSTRUMENATA	44
5.3. OPIS EKSPERIMENTA I USLOVI	55
5.4. TRENING	57
5.5. METODE OBRADE PODATAKA	58
6.0. REZULTATI	59
7.0. DISKUSIJA	67
8.0. ZAKLJUČAK	84
9.0. LITERATURA	86

SAŽETAK

Starenje stanovništva predstavlja jedan od najvećih izazova sa kojim se savremeno društvo susreće, što kao posledicu ima pitanja i sve češća interesovanja svetske zajednice vezana za zdravlje, kvalitet života i funkcionalnost ove populacije. Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrde efekti dvanaestonedeljnog treninga snage sa elastičnim trakama u stolicama malog optrećenja na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi i da se utvrde razlike u efektima dvanaestonedeljnog treninga snage sa elastičnim trakama malog optrećenja sprovedenog 2x i 3x nedeljno. U istraživanju su sprovedena 2 eksperimentalna tretmana. U prvom eksperimentalnom tretmanu uzorak ispitanica činilo je 168 žena iz 6 gerontoloških centara (Novi Sad, Ruma, Bačka Palanka, Subotica, Sombor i Zrenjanin), podeljenih u dve grupe, eksperimentalnu (n=86) i kontrolnu (n=82). Tretman je sproveden u prvoj polovini 2018, gde su ispitanice iz eksperimentalne grupe podvrgnute 12-o nedeljnom programiranom treningu snage sa elastičnim trakama, dok je kontrolna grupa sprovodila svoje uobičajene dnevne aktivnosti. U drugom eksperimentalnom tretmanu, uzorak ispitanica je činilo 82 osobe ženskog pola iz istih gerontoloških centara kao u prvom tretmanu, podeljenih u dve eksperimentalne grupe, prvu eksperimentalnu (n=41) i drugu eksperimentalnu (n=41), a eksperiment je sproveden u prvoj polovini 2019. godine. Prva eksperimentalna grupa je učestvovala u programiranom treningu snage sprovedenom 2x nedeljno, a druga eksperimentalna grupa je učestvovala u programiranom treningu snage sprovedenom 3x nedeljno. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da trening snage sa elastičnim trakama u stolicama (CBRT) dovodi do značajnog porasta u svim parametrima fizičke forme, koja se sadrži u bateriji testova za stariju populaciju (Senior Fitness Test), ali i na niz metaboličkih parametara zdravlja (šećer u krvi, ukupni holesterol, holesterol visoke gustine-HDL, holesterol niske gustine-LDL) i kvalitet života na uzorku žena treće životne dobi. Stoga, dobijeni rezultati iz oba eksperimentalna tretmana pokazuju da bi ovakav vid treninga snage mogao biti efikasno sredstvo u poboljšanju i unapređenju zdravstvenog statusa, poboljšanju kvaliteta života i podizanju fizičke forme kod osoba treće životne dobi.

Ključne reči: trening snage, elastične trake, fizička forma, biomarkeri zdravlja, kvalitet života, ženske osobe trećeg životnog doba

ABSTRACT

The aging of the population is one of the biggest challenges that modern society is facing, which results in the growing interests of the world community in health, quality of life, and functionality of this population. The aim of this study was to determine the effects of twelve weeks Chair Based Resistance Training (CRBT) with elastic bands on physical form, health biomarkers, and quality of life of institutionalized elderly women and to determine the differences in the effects of twelve weeks of CRBT with elastic bands conducted 2 times and 3 times a week. Two experimental treatments were performed in the study. In the first experimental treatment, the sample consisted of 168 women from 6 gerontological centers (Novi Sad, Ruma, Backa Palanka, Subotica, Sombor and Zrenjanin), divided into two groups, experimental group (n = 86) and control group (n = 82). The treatment was conducted in the first half of 2018, where the subjects from the experimental group underwent a 12-week CRBT with elastic bands, while the control group conducted their usual daily activities. In the second experimental treatment, the sample consisted of 82 females from the same gerontological centers as in the first treatment, divided into two experimental groups, the first experimental group (n = 41) and the second experimental group (n = 41), which experiment was conducted in the first half of 2019. The first experimental group participated in a programmed strength training conducted 2 times a week, and the second experimental group participated in a programmed strength training conducted 3 times a week. The results of this study indicate that Chair Based Resistance Training (CBRT) leads to not only a significant increase in all parameters related to physical form, which are contained in the battery of tests for the elderly population (Senior Fitness Test) but also affects the number of metabolic health parameters (blood sugar, total cholesterol, high-density cholesterol - HDL, low-density cholesterol - LDL) and quality of life in a sample of elderly women. Therefore, the results obtained from both experimental treatments show that this type of strength training could be an effective tool in improving and advancing health status, improving quality of life and raising physical form in elderly population.

Key words: training of strength, elastic bands, physical form, metabolic health parameters, quality of life, elderly women

OPISI SKRAĆENICA

1RM	One repetition max	LST	Bezmasno meko tkivo
ACSM	American College of Sports Medicine	MH	Mentalno zdravlje
BMI	Body mass index	MQ	Kvalitet mišića
BP	Body pain	MVC	Maksimalna voljna kontrakcija
CBRT	Chair Based Resistance Training	NSCA	National Strength and Conditioning Association
CRP	C reaktivni protein	PF	Physical functioning
CSA	Poprečni presek mišića	RE	Role limitation due to emotional problems
CT	Kognitivni trening	RP	Role limitation due to physical problems
GH	General health perception	RT	Trening sa opterećenjem
GLU	Glukoza	RTS	Trening sa opterećenjem + suplementacija
HbA1c	Glikolizirani hemoglobin	SF	Social functioning
HDL	Lipoprotein visoke gustine	SF 12	Medical Outcomes Study 12 – Item, Short Form Health Survey
HRmax	Vrednost maksimalne srčane frekvence	SF 36	Medical Outcomes Study 36 – Item, Short Form Health Survey
HRQoL	Health Related Quality of Life	TG	Trigliceridi
IGF	Insulin-like growth factor	TUG	Timed Up and Go Test
LDL	Lipoprotein niske gustine	UL	Gornji udovi
LE	Ekstenzija nogu	VT	Vitality/ Energy
LL	Donji udovi	WHO	World Health Organization
LP	Leg press	VO₂ max	Maksimalna potrošnja kiseonika

1.0. UVOD

Dvadeseti vek je okarakterisan kao vek porasta svetskog stanovništva i to se smatra jednim od najznačajnijih civilizacijskih dostignuća, dok je 21. vek okarakterisan kao vek starenja. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, prosečan životni vek u 2016. godini bio je 72,0 godine (74,2 godine za žene i 69,8 godina za muškarce), sa rasponom od 61,2 godine u afričkim zemljama do 77,5 godina u Evropi. Žene žive duže od muškaraca širom sveta, pri čemu razlika u trajanju životnog veka između polova ostaje konstantna decenijama. Globalni prosečni životni vek je produžen za 5,5 godina u periodu 2000–2016. godine, što je najveći porast još od 60-ih godina dvadesetog veka. Prema projekcijama Ujedinjenih nacija, broj osoba preko 60 godina starosti biće i više nego udvostručen do 2050. godine, sa sadašnjih 840 miliona na preko 2 milijarde ljudi. U isto vreme će se broj osoba starijih od 80 godina utrostručiti (United Nation, 2013). Upravo taj proces starenja stanovništva predstavljaće jedan od najvećih izazova sa kojim se savremeno društvo susreće, što posledično u žižu svetske zajednice stavlja i pitanja u vezi sa kvalitetom života i funkcionalnošću ove narastajuće populacije. Životni stil i napredovanje medicine dovode do produženja životnog veka i predstavljaju vredna dostignuća, ali ta dostignuća takođe dovode i do usputnih velikih socijalnih, ekonomskih i zdravstvenih izazova, jer se očekivani životni vek produžava bržom stopom nego što je to slučaj sa periodom života koji ljudi provedu u dobrom zdravlju, koji možemo nazvati ‘zdravim godinama’ (Rechel et al, 2013). Na primer, u Ujedinjenom Kraljevstvu, prosečan očekivani životni vek je 2008. godine za žene iznosio 81,8; a za muškarce 77,7 godina. Do 2013. godine ove brojke su porasle na 82,9 za žene i 79,2 godine za muškarce. Tokom istog vremenskog perioda, prosečan očekivani zdrav životni vek se neznatno promenio, odnosno čak se smanjio: za žene, 2008. godine, iznosio je 66,3 a za muškarce 65 godina. Godine 2013. pao je na 64,8 za žene i 64,4 godine za muškarce (Eurostat 2015). Mišićno-skeletna oboljenja predstavljaju najčešća hronična stanja koja pogađaju 14 % osoba starijih od 65 godina. Nakon njih slede bolesti srca i krvotoka, koja pogađaju 10 % populacije; respiratorna oboljenja pogađaju 6 %; oboljenja endokrinih žlezda ili poremećaji metabolizma pogađaju 6 %, a mentalna oboljenja pogađaju 4 % osoba starijih od 65 godina. Stopa pojave ovih hroničnih bolesti se više nego udvostručuje nakon 10 godina od penzionisanja. Od osoba starijih od 75 godina, 30 % ima problem sa hroničnim mišićno-skeletnim oboljenjima; 32 % pati od kardiovaskularnih bolesti, a 13 % pati od bolesti endokrinog sistema ili poremećaja metabolizma (ONS, 2013).

Kvalitet života se prema Svetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) definiše kao percepcija pojedinca o sopstvenom položaju u životu u kontekstu kulture i sistema vrednosti u kome živi, kao i u odnosu na sopstvene ciljeve, očekivanja, standarde i interesovanja (World Health Organization, 1993). Dalje, SZO zaključuje kako je kvalitet života koncept sa nekoliko različitih oblasti, uključujući fizičko i mentalno zdravlje, socijalno funkcionisanje i emotivno blagostanje. Kao što se iz definicije kvaliteta života može videti, jedan integralni pojam koji povezuje sve segmente kvaliteta života jeste pojam zdravlja.

Biti zdrav ima različito značenje za različite ljude. Za obične ljude to najčešće znači ne biti bolestan, dok zdravstveni radnici pod zdravljem podrazumevaju odsustvo medicinski definisanih bolesti i nesposobnosti. Standardi o tome šta se može smatrati zdravim variraju i menjaju se, a ljudi najčešće procenjuju zdravlje subjektivno, što otežava merenje. Svetska zdravstvena organizacija (WHO, 1948) definisala je zdravlje kao "stanje potpunog fizičkog, mentalnog i socijalnog blagostanja, a ne samo odsustvo bolesti i onesposobljenosti". Postoji više aspekata zdravlja kao što su:

- Fizičko zdravlje – odražava mehaničko funkcionisanje tela;
- Mentalno zdravlje – odražava sposobnost jasnog i koherentnog mišljenja;
- Emocionalno zdravlje – omogućava da se prepoznaju i adekvatno ispolje emocije (radost, ljutnja, uživanje), što podrazumeva i adekvatno reagovanje na stres;
- Socijalno zdravlje – označava sposobnost uspostavljanja i održavanja socijalnih kontakata sa ljudima;
- Zdravlje zajednice – kojim se ističe neraskidiva veza individualnog zdravlja i svega onoga što nas okružuje.

U širem smislu zdravlje se posmatra kao stanje ili kvalitet ljudskog organizma koji se izražava adekvatnim funkcionisanjem organizma u datim genetskim uslovima i uslovima spoljašnje sredine, a u užem smislu zdravlje podrazumeva: nepostojanje bolesti, normalno funkcionisanje osoba unutar opšte prihvaćenih zdravstvenih standarda u odnosu na pol, starost i geografsko područje i adekvatno funkcionisanje organa, kako posebno tako i u sklopu međusobnih odnosa.

Zdravo starenje je definisano kao mogućnost vođenja zdravog, socijalno inkluzivnog životnog stila, relativno oslobođenog bolesti ili invaliditeta (age UK, 2010), a za to postoje veće šanse kod osoba koje su aktivno angažovane na aktivnostima unapređenja njihovog zdravlja i blagostanja (age UK, 2015). Takve osobe su obuhvaćene studijom MYOAGE (McPhee et al, 2013), gde je utvrđeno da uprkos tome što se ne suočavaju sa očiglednim poteškoćama tokom uobičajenih aktivnosti u svakodnevnom životu, velika većina starijih lica u svojim 70-im, imaju niži nivo fizioloških funkcija u odnosu na mlađe odrasle osobe. Starija lica su imala viši indeks telesne mase, manje i slabije mišiće, naročito nogu, nižu mineralnu gustinu kostiju, sniženu kardiorespiratornu i metaboličku funkciju i prikazali su lošije performanse u kognitivnim testovima od mlađih lica (Bijlsma et al, 2013a, b; Sillanpaa et al, 2012). Druge studije su otkrile 30–50% manje motoričkih neurona koji inervišu nožne mišiće kod zdravih starijih osoba u odnosu na mlađe, što ukazuje na to da remodeliranje motoričke funkcije predstavlja normalan proces starenja (Piasecki et al, 2016). Gubici motoričkih neurona i mišićnih vlakana (Lexell et al, 1988) do kojih dolazi tokom starenja, nikada se ne mogu nadoknaditi, ali struktura i funkcija kardiorespiratornog, metaboličkog i mišićno-skeletnog sistema mogu se poboljšati kroz fizičko vežbanje, zbog čega bi bilo od velike koristi profilisati starija lica sa velikim sportskim angažovanjem (starije sportiste). Stariji sportisti se redovno takmiče u sportskim disciplinama i demonstriraju izuzetne fizičke sposobnosti za svoj životnu dob (Rittweger et al, 2009). Oni obično imaju zdravije i jače kosti, mišiće, boljeg su kardiorespiratornog, metaboličkog i neuronskog zdravlja, u odnosu na osobe slične životne dobi koje se ne bave sportom, ali je i pored toga očigledno da u starijem životnom dobu dolazi do pada u fiziološkim sistemima, čak i kod osoba koje su izuzetno aktivne (Degens et al, 2013a, b; Ireland et al, 2014; Michaelis et al, 2008; Pearson et al, 2002; Power et al, 2010; Trappe et al, 2013; Wilks et al, 2009). Progresivno propadanje fiziološke funkcije koje se obično odvija decenijama, povezano je sa sporijom brzinom hodanja i poteškoćama prilikom ustajanja iz sedećeg položaja i održavanja ravnoteže. Kako bi se utvrdile fizičke sposobnosti u starijem dobu, razvijene su standardizovane procene, koje obuhvataju 6-minutno hodanje (Rikli & Jones 1998) i test ustajanja sa stolice u trajanju od 30 sekundi (Jones et al, 1999). Kratka baterija testova procenjuje normalnu brzinu hodanja na distanci od 4 m, održavanje ravnoteže u različitim položajima stopala i vreme potrebno za obavljanje 5 ustajanja sa stolice, gde maksimalnu ocenu 12 lako postižu zdrave starije osobe, dok ocena niža od 8 ukazuje na sarkopeniju i osteoporozi (Pahor et al, 2006). Imajući to u vidu, ocena između 8 i 11 ukazuje

na umerene fizičke probleme povezane sa sarkopenijom (gubitak mišićne mase) i začetak stanja osteoporoze (Bauer, 2015). Test "Timed Up and Go" (TUG) (mereni ustani-kreni test) obuhvata ustajanje iz sedećeg položaja, zaobilaženje čunja koji je udaljen 3 metra i vraćanje u sedeći položaj na početnu stolicu. Zdravi muškarci i žene obave ovaj zadatak za 7 sekundi (Bijlsma et al, 2013a) dok je osobama sa razvijenom osteoporozom potrebno 10 sekundi (British Geriatric Society, 2014), što ukazuje na to da rezultat između 7–10 sekundi predstavlja indicaciju početka stanja osteoporoze. Osteoporoza i sarkopenija su klinički prepoznati kao gerijatrijski sindrom koji se javlja usled višestrukih deficita u organizmu. Kod osoba sa osteoporozom i sarkopenijom se javljaju ozbiljni problemi u pogledu fizičkih i mentalnih funkcija koji ograničavaju njihovu sposobnost da obavljaju neophodne aktivnosti iz svakodnevnog života. Sarkopenija i osteoporoza se obično dijagnostikuju kroz dve klasifikacije. Rokvudova (Rockwood) skala opisuje ova dva stanja kao akumulaciju 'deficita', a obuhvata i broj uzetih lekova, broj bolesti, učestanost medicinskih intervencija i ostale psihosocijalne pokazatelje (Rockwood 2005). Friedov (Fried) fenotip sarkopenije i osteoporoze prepoznaje ova dva stanja kod ljudi kod kojih su prisutna najmanje tri od sledećih pet stanja: nevoljni gubitak težine; niski nivoi fizičke aktivnosti; sporo hodanje; iscrpljenost i slabost (Fried et al, 2001). Oko 10% osoba starosti 65–75 godina i polovina svih osoba starijih od 80 godina pati od sarkopenije i osteoporoze, na šta dodatno negativno utiču niži socijalni status, komorbiditeti, upotreba lekova i oslabljen imunitet (Ashfield et al, 2010; Clegg et al, 2013; Syddall et al, 2010; Yao et al, 2011). Postoji širok spektar prepoznavanja osteoporoze i sarkopenije, ali za takve osobe je obično karakterističan nizak nivo fizičke aktivnosti, mali broj socijalnih interakcija kao i nekoliko hroničnih oboljenja koje zahtevaju medicinski tretman (Marengoni et al, 2011). Takve osobe su podložne padovima i ponekad se ne mogu u potpunosti oporaviti od umerenih stresova ili bolesti. Osteoporoza i sarkopenija mogu biti dinamička stanja, jer neki ljudi sa visokim nivoima zavisnosti ili invaliditeta mogu povratiti samostalnost, iako ostaju u visoko-rizičnoj grupi u pogledu budućih ograničenja mobilnosti u odnosu na osobe kod kojih se nikada nije razvila sarkopenija (Gill et al, 2006; Hardy & Gill 2004).

Produženje životnog veka pre svega je omogućeno poboljšanjem u sanaciji životne sredine, načinu stanovanja, ishrani, uslovima rada, redovnijom fizičkom aktivnošću ljudi i napretkom u mnogim naukama, najpre medicinskoj, a i sportskoj nauci. Pošto se prosečan životni vek produžava, sposobnost da uživamo u aktivnom i samostalnom životu u starosti, u velikoj meri će zavisiti od toga u kolikoj meri je čovek fizički aktivan (Rikli & Jones, 2013). Rezultat brojnih

naučnih istraživanja o egzogenim (spoljašnjim) faktorima rizika za zdravlje je upravo fizička neaktivnost, koja raste sa starenjem (Schoenborn & Adams, 2010). Zbog sve brojnije starije populacije cilj vladinih i nevladinih organizacija, gerontologa, medicinskih i sportskih radnika širom sveta, postao je pronalaženje načina da se produži životni vek, a smanji invalidnost (Rikli & Jones, 2013). Stoga mnogi naučnici, koji se bave ovom problematikom, ukazuju na fizičku aktivnost kao vid prevencije za mnoga hronična nezarazna oboljenja čoveka kao što su: gojaznost, hipertenzija, kardiovaskularna oboljenja, dijabetes, osteoporoza, sarkopenija i sl.

Još u doba antičke Grčke Hipokrat, otac savremene medicine, je često isticao u svojoj lekarskoj praksi da „svaki telesni segment koji je fizički aktivan ostaje zdrav, razvijen i sporije stari“ (Ostojić, Stojanović & Milošević, 2013). I druge istorijske ličnosti iz oblasti medicine i sporta govorile su o značaju fizičkog vežbanja i uticaju na kvalitet života i očuvanje zdravlja. Per Henrik Ling, osnivač švedskog gimnastičkog sistema je isticao: „Vežbaj da bio zdrav“; Fridrih Ludvig Jan, osnivač nemačkog sistema gimnastike: „Vežbaj, da bi bio moćan“; Miroslav Tirš, osnivač sokolskog gimnastičkog sistema: „Vežbaj, da bi bio slobodan“; J.C.Tissot, čuveni francuski lekar je rekao: „Fizička aktivnost može po svom delovanju da zameni svaki lek, ali sva lekarska sredstva sveta ne mogu da zamene fizičku aktivnost“. Veliki svetski i ruski pisac Lav Nikolajevič Tolstoj se zalagao za krilaticu „vežbaj da bi bio umno sposobniji“, koju je opravdao sledećim zapisom: „Žalosno je živeti uz strpljiv umni rad, bez kretanja i telesnog napora. Ako ne prošetam, ne proradim rukama i nogama u toku makar i jednog dana, uveče nisam ni za šta; ne mogu da čitam, ni da pišem, čak ni pažljivo druge da slušam, u glavi mi se vrti, pred očima mi svetluca i noć provodim bez sna.“

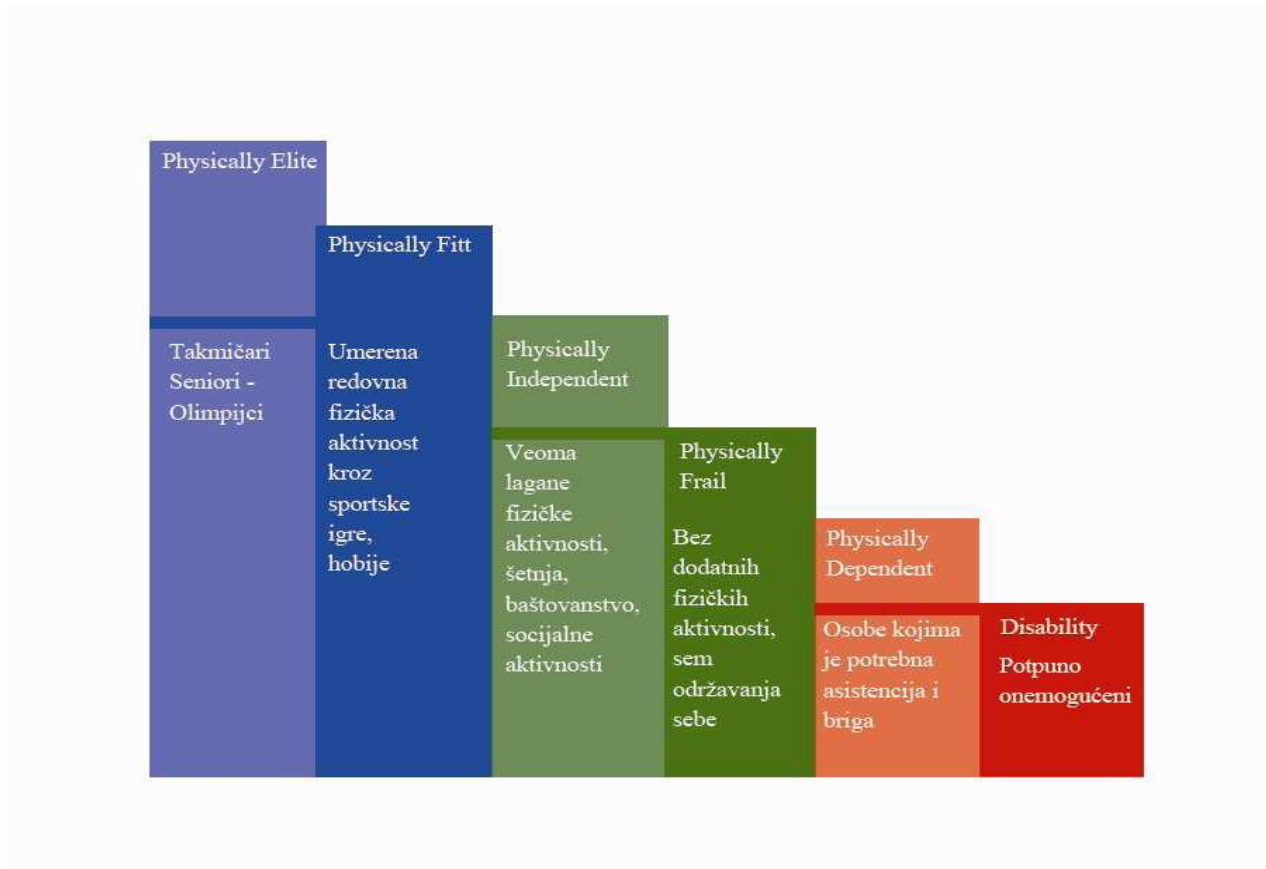
Gledajući hronološki, od najranijih perioda do danas, postoji velikih broj preporuka i temeljnih naučnih dokaza da redovna fizička aktivnost doprinosi celokupnoj populaciji na očuvanju i poboljšanju zdravlja i poboljšanju kvaliteta života, samim tim, a posebno prema starijoj populaciji. Generalno, što je osoba više fizički aktivna, to su veće njene fizičke sposobnosti i mogućnosti. Ovo je posledica prilagođavanja fizioloških sistema, pre svega u neuromišićnom sistemu, kako bi se koordinisali pokreti; kardiopulmonalnom sistemu kako bi se delotvornije distribuirao kiseonik i nutrijenti u celom organizmu; i metaboličkim procesima, naročito onim koji regulišu metabolizam glukoze i masnih kiselina, što sve skupa povećava ukupnu aerobnu snagu i fizičku sposobnost. Na taj način se put ka razvoju sarkopenije i osteoporoze može direktno menjati

kroz navike fizičkih aktivnosti (Department of Health 2011; Health 2009; Tak et al, 2013). Anketa koja je obuhvatila 92.000 osoba u Engleskoj pokazala je da se vežbanje progresivno smanjuje tokom života odrasle osobe kao i želja za učestvovanjem u vežbanju (Department for Culture 2011). Zaista, svega otprilike polovina svih odraslih i svega četvrtina osoba starijih od 65 godina zadovoljava preporučene minimalne nivoe aktivnosti potrebne za održavanje zdravlja (Department of Health, 2011). Fizička neaktivnost predstavlja osnovni uzrok lošeg fiziološkog stanja i oboljevanja u starijem dobu, u najmanju ruku isto kao i uticaji pušenja, prekomerne konzumacije alkohola i gojaznosti (Booth et al, 2000; Lee et al, 2012). Osobe starosti 50 i više godina, koje provode puno vremena sedeći, bile su izložene dvostruko većem riziku od smrtnog ishoda u odnosu na one koji su imali najviši nivo fizičke aktivnosti, nakon obavljenog usklađivanja sa nizom faktora rizika (uključujući starost i socio-ekonomski položaj); (Nazroo et al, 2008). Na primer, kod osoba koje se penzionišu je veća verovatnoća da će sa visokog i srednjeg intenziteta preći na niski intenzitet fizičkih aktivnosti, u odnosu na osobe koje i dalje rade (Matthews et al, 2014), a za osobe starosti 70–79 godina postoji otprilike dvostruko manja verovatnoća u odnosu na osobe starosti 50 do 59 godina, da će se angažovati u fizičkim aktivnostima visokog intenziteta (Matthews et al, 2014). Kod osoba starosti 80 godina postoji preko 50 % manja šansa u odnosu na osobe u ranim 50-im da se angažuju u sportu ili da žele da podignu svoje nivoe aktivnosti. Osobe sa višim intenzitetom aktivnosti i fiziološkom kondicijom suočene su sa nižim rizikom od smrti (Feldman et al, 2015). Održavanje fizički aktivnog životnog stila tokom srednjeg i starijeg doba povezano je sa boljim zdravljem u starosti (Hamer et al, 2014) i dugovečnošću (Manini et al, 2006; Stessman et al, 2009). Početak novog režima vežbanja u srednjem dobu povezan je sa zdravim starenjem (Sabia et al, 2012; Sun et al, 2010). Ali, čak i kod osoba koje svoje srednje doba provedu uglavnom u sedenju, nikada nije kasno, jer početak novog režima vežbanja u starijem dobu dovodi do značajnih prednosti u pogledu zdravlja (Berk et al, 2006; Hamer et al, 2014) i kognicije (Lautenschlager et al, 2008). Fizička aktivnost smanjuje rizik od pojave kardiovaskularnih i metaboličkih oboljenja kroz bolju kontrolu krvnog pritiska, holesterola i obima struka na dozirani način: veća aktivnost dovodi do manjeg rizika od kardiovaskularnih i metaboličkih oboljenja (Earnest et al, 2013). Metaboličke prednosti većeg sagorevanja masnih kiselina u mišićima skeleta, umesto akumuliranja intramuskularnih i adipoznih zaliha oko najvažnijih organa, kao i sniženje krvnog pritiska, pomažu u smanjenju rizika od razvoja dijabetes melitusa tipa 2 i kardiovaskularnih bolesti (Roberts et al, 2013; Stewart et al, 2005). Kada je reč o nervnom sistemu, redovno vežbanje

pomaže u održavanju kognitivne funkcije (Lautenschlager et al, 2008) i verovatno broja perifernih motornih neurona koji kontrolišu mišiće nogu (Power et al, 2012) i sveukupno unapređuje ravnotežu i koordinaciju kako bi se smanjio rizik od padova (Franco et al, 2014; Gillespie et al, 2012; Rubenstein et al, 2000). Ukoliko i dođe do pada, kod ljudi koji redovno vežbaju (naročito aktivnosti dizanja tegova koje obuhvataju veća opterećenja) manja je verovatnoća da će doživeti prelom kosti, jer su njihove kosti snažnije i imaju veću mineralnu gustinu (Ireland et al, 2014).

U današnje vreme, smatra se da su stariji ljudi oni koji imaju preko 65 godina, odnosno to je granica od koje počinje starenje stanovništva. Sa aspekta hronološkog posmatranja trećeg životnog doba, starije osobe se svrstavaju prema istim godinama u generacijske grupe. U skladu sa tim (Jones & Rose, 2005; Korovljev 2018) razlikuju: mlađe doba 65-74, srednje doba 75-84 i najstarije doba 85 i više godina života. Značajna heterogenost u populaciji trećeg doba i varijabilnost u nizu bioloških karakteristika su važni pokazatelji različitosti fiziološke i hronološke starosti. Fiziološka starost se definiše kao individualna sposobnost organizma da se adaptira na uslove okoline, odnosno kako se ova sposobnost manifestuje kroz izražen nivo izdržljivosti, snage, fleksibilnosti, koordinacije i radnog kapaciteta. Drugim rečima, smanjena fizička aktivnost je jedan od prvih indikatora za fiziološku starost (Mišigoj & Durakovic, 2008; Korovljev 2018).

Napretkom ljudske vrste u razvijanju adaptacionih kapaciteta i dostizanju stabilnih faza u odnosu na progresivno propadanje tokom procesa starenja, izvedeni su određeni pravci u okviru funkcionalnog tumačenja samog procesa, stoga se u savremenom dobu sve teže mogu napraviti razlike između hronološke i fiziološke, odnosno funkcionalne starosti u okviru iste generacijske grupe i pola. Spirduso (Spirduso, 1995) je hijerarhijski podelio osobe starije dobi prema nivou funkcionalnih sposobnosti, svrstavajući ih u fizički aktivne osobe – „elita“, osobe – „fit“, fizički nezavisne osobe, fizički slabe osobe i fizički zavisne osobe.



Slika 1. Hijerarhija po zastupljenosti fizičke aktivnosti, prema Spirdusou (1995)

1.1. GENERALNI CILJEVI PROGRAMIRANE FIZIČKE AKTIVNOSTI ZA OSOBE TREĆE ŽIVOTNE DOBI

Britanski nacionalni institut za zdravlje i negu preporučuje vežbanje kao primarnu zdravstvenu negu (NICE, 2009), ali način ohrabrivanja učešća u vežbanju na nivou populacije predstavlja veliki izazov, jer ne postoji jedinstveni program koji odgovara svima. Intenzitet vežbanja bi trebalo modifikovati tako da odgovara vežbačkom iskustvu i fizičkim sposobnostima pojedinca. Kako bi bili najdelotvorniji, važno je da programi vežbanja budu pravilno dizajnirani i da se fokusiraju na niz različitih ishoda vežbanja, a ne samo na gubitak težine, jer se poboljšanje zdravlja i mobilnosti kod starijih osoba koje vežbaju može javiti nezavisno od promena indeksa telesne mase (Bruce et al, 2008). Postizanje 150 min/nedeljno aerobnog vežbanja umerenog

intenziteta, kao što je hodanje ili druge aktivnosti aerobnog tipa umerenog intenziteta, povezano je sa najmanje 30 % nižim rizikom od morbiditeta, mortaliteta i funkcionalne samostalnosti u odnosu na neaktivno stanje (Chou et al, 2014; Paterson & Warburton 2010). Hodanje 5–7 dana nedeljno je bilo povezano sa 50–80 % nižim rizikom u pogledu problema mobilnosti (Clark 1996; Roh & Park 2013) i produžava dugovečnost za oko 4 godine, a očekivani životni vek bez invaliditeta za oko dve godine (Ferrucci et al, 1999). Takođe postoje dokazi da će sedentarne osobe imati koristi od redovnih kratkih perioda aktivnosti, čak i u trajanju od 1 min (Healy et al, 2008) ili 10 minuta intenzivne aktivnosti (Powell et al, 2011) između perioda sedenja ili ležanja. Iako se intenzivne aktivnosti ne savetuju sedentarnim starijim osobama, stariji sportisti mogu trenirati i takmičiti se u sportovima veoma visokog intenziteta, pri čemu su rizici od neželjenih događaja tokom takmičenja slično kao kod mlađih odraslih osoba (Ganse et al, 2014). Kod starijih lica koja su redovno džogirala, pojava invaliditeta je usledila u proseku skoro 9 godina kasnije i kod njih je zabeležen tri puta niži rizik od smrti u odnosu na osobe koje nikada nisu trčale (Wang et al, 2002). Rizik od razvoja kardiovaskularnih bolesti je takođe niži kod onih osoba koje su redovnije učestvovala u aktivnostima visokog intenziteta u odnosu na osobe koje su vežbale umerenim intenzitetom (Swain & Franklin 2006). Stoga, može se reći da postoji uzročno-posledična veza koja ukazuje da aktivnosti visokog intenziteta omogućuju veće zdravstvene prednosti (Bruce et al, 2008; Ebrahim et al, 2000; Kim et al, 2013; Wannamethee et al, 2005), ali je važno napomenuti da se starija lica moraju na odgovarajući način pripremiti za učešće u aktivnostima višeg i visokog intenziteta, tako da ova veza može odražavati celokupnu istoriju vežbanja kod starijih osoba. Savetuje se da starija lica obavljaju aktivnosti usmerene na povećanje veličine i snage mišića udova, kako bi se izborila sa uticajima sarkopenije.

Kvalitet života je postao jedna od centralnih tema za razumevanje uticaja hroničnih bolesti i praćenje generalne dobrobiti kod starijih osoba. Pojam kvaliteta života se odnosi na višedimenzionalnu konstrukciju koja uključuje fizičku, emocionalnu i društvenu komponentu života (Rejeski & Mihalko, 2001; Korovljević 2018). Kvalitet života u vezi sa zdravljem zasniva se na definiciji zdravlja Svetske zdravstvene organizacije, koja definiše zdravlje kao stanje potpunog fizičkog, mentalnog i socijalnog blagostanja, a ne samo odsustvo bolesti ili slabosti (WHO Constitution, 1948). Kvalitet života povezan sa zdravljem odnosi se na sveukupno psihološko, socijalno i duhovno stanje čoveka uključujući fizičko i društveno funkcionisanje, emotivnu dobrobit, aktivnost i individualnu percepciju zdravlja (Acre et al, 2006). Kod starijih lica

mnogobrojni faktori (porodične veze, društveni kontakti i aktivnosti, funkcionalne sposobnosti i zdravstveni status) uzimaju se u obzir prilikom ocene kvaliteta života (Farquhar, 1995). Zabeleženo je da 41,4 % lica iznad 65 godina starosti svoje zdravstveno stanje i kvalitet života okarakterisalo kao loše i čak, veoma loše. Takođe je zabeleženo da se kod starije populacije javlja procenat od 46,9 %, kod kojih postoji smanjenje ili gubitak sposobnosti (Wanderley et al, 2011). Kvalitet života se smatra značajnim indikatorom subjektivne procene zdravlja i blagostanja, i predstavlja značajnu dopunu biomedicinskim parametrima zdravstvenog statusa. Subjektivni doživljaj zdravlja i kvaliteta života generišu značajne informacije o zdravlju kako za pojedinca tako i za populaciju, i predstavljaju značajan prediktor smrtnosti, naročito na uzorku starije populacije (Lima et al, 2009). Većina istraživanja koja su se bavila vezom fizičke aktivnosti i kvaliteta života se fokusirala na aktivnostima usmerenim ka unapređenju izdržljivosti i kardiorespiratorne forme pre nego na trening snage, iako je značaj treninga snage akcentovan u većini svetskih smernica, koje preporučuju odraslima trening snage dva ili više puta nedeljno u cilju unapređenja kvaliteta života i zdravlja (Chodzko-Zajko et al, 2009).

Mali broj istraživanja je sproveden u ovom smislu (McGrath et al, 2011), ali su neka od njih pokazale značajne dobrobiti treninga sa opterećenjem na zdravlje, i u poslednjih nekoliko godina, nekoliko studija je utvrdilo i veoma pozitivne efekte treninga sa opterećenjem na kvalitet života na uzorku osoba treće životne dobi (Yasunaga et al, 2006; Bize et al, 2007; Revnic et al, 2007). Trening sa opterećenjem je izgleda povezan sa kvalitetom života starijih osoba tako što unapređuje fiziološko, ali i psihološko funkcionisanje (Sillanpaa et al, 2012; Cassilhas et al, 2007). U sistematskom preglednom radu koji se fokusirao na fizičku aktivnost i kvalitet života, Bize i sar. (Bize et al, 2007) su naveli potrebu za većim brojem istraživanja kvaliteta života starijih osoba i različitih vidova fizičke aktivnosti, a naročito fizičke aktivnosti i svakog od različitih polja kvaliteta života. Postoji specifična potreba za većim brojem istraživanja posebno treninga sa opterećenjem i kvaliteta života, jer je razumevanje načina kako trening sa opterećenjem generalno i specifično utiče na različite parametre kvaliteta života predstavlja važnu pretpostavku promocije zdravlja osoba treće životne dobi.

Zdravo starenje ili aktivno starenje predstavlja pojam koji opisuje značaj kvaliteta života starih ljudi i sve neophodne elemente koji doprinose kvalitetnom življenju, a ne „preživljavanju“ u periodu trećeg doba (Rowe & Kahn, 1987, 1988; Spirduso, 2005, Korovljević 2018). Aktivan

životni vek kod osoba treće dobi može se definisati kao životni vek bez invaliditeta u aktivnostima dnevnog života (Spirduso, 1995). Mehanizmi aktivnog starenja uključuju očuvanje normalnog funkcionisanja, kroz fizičku aktivnost, odgovarajuću ishranu, ali i različite intervencije u cilju nadoknade oslabljenih funkcija, izbegavanje rizičnog ponašanja i permanentno ojačavanje socijalne podrške. Stoga, danas je u fokusu biomedicinskih nauka odlaganje procesa starenja, usporavanje gubitka sposobnosti, očuvanje sposobnosti tokom obavljanja radnih aktivnosti, očuvanje nezavisnosti i samodovoljnosti u dnevnim aktivnostima osoba treće životne dobi, sa projekcijama zadržavanja takvog trenda i u narednim decenijama.

1.2. SNAGA, MIŠIĆNA MASA I ADAPTACIJE NA TRENING SNAGE KOD OSOBA TREĆE ŽIVOTNE DOBI

Osobe trećeg životnog doba koje vode sedentaran način života i nisu fizički aktivne, podložnije su gubitku mišićnog i koštanog tkiva, smanjenju mišićne mase i mišićne snage i povećavaju rizik od razvijanja povreda koje mogu negativno da utiču na njihovu samostalnost. Zbog toga što je kod starijih osoba gubitak mišićne jačine, snage i mase verovatno univerzalna pojava, trebalo bi uključiti programe osmišljene i sastavljene za održavanje i unapređenje zdravstvenog statusa skeletnih mišića. Redovno učešće u programima treninga sa opterećenjem ne samo da nadomešta gubitke povezane sa starenjem nego može starima pomoći da održe aktivan, visokokvalitetan životni stil. Bez obzira na to što je proces starenja povezan sa mnogim nepovoljnim promenama u telesnoj kompoziciji, starije osobe bi trebalo da održavaju svoje sposobnosti kako bi ostvarili značajna poboljšanja u snazi i funkcionalnim kapacitetima i sposobnostima. Aerobni trening, trening sa spoljašnjim opterećenjem i vežbe za poboljšanje ravnoteže korisne su aktivnosti za starije osobe, međutim samo trening sa opterećenjem rezultuje prirastom nivoa mišićne snage i mišićne mase (Haff & Triplett, 2018).

Sa izraženom demografskom promenom globalno i lokalno, sa aspekta eksponencijalnog porasta broja osoba treće životne dobi, primetan je povećani interes šire društvene zajednice i ustanova koje uspostavljaju politiku delovanja, za kreiranjem efikasnih strategija koje bi se nosile pre svega sa mišićnom atrofijom koja nastaje kao posledica starenja. Taj gubitak mišićne mase, definisan pojmom sarkopenija, predstavlja normalan fiziološki odgovor organizma na proces starenja i javlja se, prema jednom istraživanju, stopom od 1% do 5% godišnje počevši od 30. godine života (Lindle et al, 1997). Posledično, prosečna osoba u 70. godini života ima za 50-70 % niži parametar snage u odnosu na svoje 30. godine. Sarkopenija, termin predstavljen od strane Rozenberga (Rosenberg, 1989), predstavlja smanjenje mišićne mase u procesu starenja. Interesantno, ovaj termin se često koristi da objasni i gubitak mišićne snage i ostalih parametara funkcionalnosti osoba treće dobi, što nije sasvim tačno. Smatra se, naime, da je neophodno razdvojiti ove termine, jer je pokazano da gubitak mišićne mase nije u direktnoj korelaciji sa gubitkom mišićne snage (Clark & Manini, 2008), za šta je odgovoran veći broj neuroloških specifičnosti procesa starenja (Clark & Manini, 2008; Duchateau & Enoka, 2002).

Brzina opadanja parametara snage zavisi svakako i od nivoa fizičke aktivnosti, osobe koje su manje fizički aktivne imaju izraženiju stopu gubljenja mišićne mase od osoba koje su fizički aktivne, naročito ako u periodima fizičke aktivnosti implementiraju i trening snage (Bortz, 2002). Mišićna snaga postepeno opada od 30. do 50. godine života, ali sa ulaskom u 6. deceniju života počinje nelinearan pad od 15 % , a u 8. deceniji života on dostiže i 30 %. Ovo dodatno dovodi do slabljenja senzomotornog sistema, sa značajnim slabljenjem međumišićne i unutarimišićne koordinacije. Posledično, osoba se odlikuje smanjenim nivoom sile i snage, što opet dovodi do slabljenja mehanike hoda i povećanoj sveukupnoj stabilnosti organizma u fazama smanjene tačke oslonca. Konačno, ovo dovodi do povećanih rizika od padova i povećanih rizika za nastanak degenerativnih bolesti (Faulkner et al, 2007). Mišićni metabolizam je veoma značajan deo ukupnog bazalnog metabolizma i posledično igra veliku ulogu u padu bazalnog metabolizma po stopi od 2-3 % po deceniji života kod odraslih (Wolfe, 2006). S obzirom na to da bazalni metabolizam čini oko 65-70 % dnevne kalorijske potrošnje kod sedentarne odrasle populacije, smanjenje mišićne mase može značajno doprineti porastu potkožnog masnog tkiva kod ove populacije (Wolfe, 2006).

Gubitak mišićne mase kao posledice starenja je klinički značajan fenomen na uzorku treće životne dobi, jer dovodi do smanjenja nivoa snage i funkcionalnosti, što ima značajne posledice po svakodnevne aktivnosti. Štaviše, gubitak mišićne mase je snažan prediktor smrtnosti u trećem životnom dobu (Szulc et al, 2010). Nakon 60. godine života, nivo eksplozivne snage opada i značajnije od nivoa apsolutne snage, po stopi od čak 3-5 % godišnje, značajno negativno utičući na sposobnost izvođenja eksplozivnih ili naglih pokreta. Ovaj gubitak dinamičkih parametara snage je izgleda vodeći uzrok većem broju padova na uzorku osoba treće životne dobi, što posledično dodatno povećava učestalost sedentarnosti (Bortz, 2002). Gubitak mišićne mase je posledica smanjenog broja mišićnih vlakana i smanjenim poprečnim presekom preostalih mišićnih ćelija, sa tim da brza mišićna vlakna pokazuju veći trend opadanja, naročito u kasnoj životnoj dobi (Andersen, 2003). Rezultati ukazuju na to da kvantitativne i kvalitativne promene u strukturi mišića dovode do progresivnog opadanja ukupnih mišićnih sposobnosti pri čemu se parametri dinamičke snage gube po većoj stopi od parametara mišićne jačine (Skelton et al, 1994; Skelton et al, 2002). Sa stanovišta funkcionalnosti, ovo dovodi do značajno smanjene sposobnosti za izvođenjem svakodnevnih aktivnosti i do većeg subjektivnog osećaja napora za uobičajene aktivnosti (Hortobagyi et al, 2003). Važno je, ipak napomenuti da iako opšta sposobnost izvođenja kretanja opada u trećoj životnoj dobi, naročito se smanjuje sposobnost izvođenja naglih i brzih pokreta poput sposobnosti zadržavanja ravnotežnog položaja u situacijama narušene ravnoteže – saplitanje (Pijnappels et al, 2005). Istraživanja sarkopenije su značajno porasla po obimu u poslednje dve decenije (Sayer et al, 2013). Narastajući broj dokaza ukazuje na značaj treninga sa opterećenjem na osobe treće životne dobi, a naročito žena u borbi sa ova dva fenomena (Burton & Sumukadas, 2010), s obzirom na to da je utvrđeno da trening snage ima značajan uticaj na sve neurološke i mišićne mehanizme koji dovode do porasta snage (Duchateau & Enoka, 2002). Tako, serija temeljnih istraživanja publikovanih ranih 90. godina 20. veka od strane Fiataronea i saradnika (Fiatarone et al, 1990) u prestižnim naučnim časopisima (Fiatarone & al, 1994), ukazala je na ekstremno veliki značaj treninga snage na porast parametara snage treniranih mišića, ali i čitavog seta parametara funkcionalnosti na uzorku osoba treće životne dobi. Tako, prva od ovih studija je pokazala da osobe treće životne dobi mogu da povećaju nivo snažnih sposobnosti za neverovatnih 174%, poprečni presek za 9 % i brzinu hoda za 48 % tokom 8 nedelja treninga snage (Fiatarone et al, 1990). Dalje, pokazano je da maksimalna aktivacija mišića raste za 49 % nakon 6 nedelja treninga snage (Kamen & Knight, 2004). I drugi parametri mišića rastu kao posledica treninga

snage, poput veličine mišićne ćelije ili krutost tetiva 10 % i 64 % (Reeves, Maganaris & Narici, 2003). Trening snage u trajanju od 24 nedelje, podržan porastom unosa proteina dovodi do porasta poprečnog preseka mišića od skoro 5 % na uzorku žena treće životne dobi (Chale et al, 2013). Sa ulaskom u 21. vek znamo da mišićno vlakno ima značajnu sposobnost hipertrofije (~30 % nakon 16 nedelja treninga), i ima sposobnost ugrađivanja dodatnih jedara u mišićno vlakno stvarajući pretpostavku mišićne hipertrofije (Hikida et al, 2000). Konačno, ove adaptacije su uporedive i sličnog nivoa kao i adaptacije koje trening snage proizvodi na osobe mlađe životne dobi. Danas je opšte prihvaćeno da efikasnost treninga snage zavisi od velikog broja parametara i da je to jedan od osnovnih razloga varijabiliteta pozitivnih efekata u studijama. Nedavna meta analiza Petersona i saradnika bavila se utvrđivanjem kritičnih parametara treninga snage u cilju ostvarivanja pozitivnih efekata: frekvencija, trajanje, intenzitet, ukupni obim treninga i sl. (Peterson et al, 2010; Peterson et al, 2011). Autori su utvrdili dva kritična parametra koji utiču na pozitivne adaptacije treninga snage. Prvo viši intenzitet je povezan sa izraženijim pozitivnim efektima i razlika između niskog ka umerenom i visokom intenzitetu dovodi do prosečne razlike od oko 5 % (Peterson et al, 2010). Drugo, povećan obim treninga snage, definisan kao ukupni broj serija tokom treninga je takođe povezan sa izraženijim efektima (Peterson et al, 2011). Ovi rezultati ukazuju na to da za svakih 10 dodatnih serija po treningu osoba treće životne dobi može očekivati porast mišićne mase od 0,5 kg (Peterson et al, 2011). Takođe, treba naglasiti da sa porastom starosti opada i efekat treninga snage na parametre hipertrofije (Peterson et al, 2011). Neki naučnici su smatrali da postoje i tzv. “non-responderi” među osobama treće životne dobi na trening snage (Bamman et al, 2007). Ipak, nedavne retrospektivne studije su utvrdile da, iako postoje značajne individualne razlike među ispitanicima, nivo odgovora i efekata treninga je direktno zavisano od dužine trajanja intervencije, sa pozitivnijim efektima koji nastaju u dužim studijama i time utvrđujući da ne postoje osobe koje su “non-responderi” (Churchward-Venne et al, 2015).

Gubitak snage u poznim godinama povezan je sa pogoršanjem zdravstvenog stanja (Young & Skelton, 1994; Rantanen et al, 1999; Rantanen et al, 1999). Bilo da je cilj unapređenje funkcionalnih sposobnosti ili zdravstvenog stanja starih, intervencije bi trebalo da se fokusiraju na prevenciju invaliditeta i napredovanje bolesti kroz modifikaciju faktora rizika (Buchner & Wagner, 1992). Pored opštih ciljeva unapređenja kardiovaskularne i metaboličke funkcije, ove intervencije bi trebalo da pozitivno utiču na mišićnu masu, snagu, fleksibilnost i mineralnu gustinu kostiju (Buchner & Wagner, 1992; Bassey et al, 1992). Sama snaga mišića je nezavisno povezana

sa funkcionalnom sposobnošću kod starih osoba (Hyatt et al, 1990; Buchner & de Lateur, 1991). Zbog toga što aerobne vežbe ne povećavaju snagu mišića kod starih osoba (Thompson et al, 1988; Klitgaard et al, 1990), a snaga mišića može predstavljati veće ograničenje kada su u pitanju svakodnevne životne aktivnosti od kardiovaskularne funkcije kod starih osoba sa sarkopenijom i osteoporozom (Pendergast et al, 1993), trening snage može biti pravi režim vežbanja za određene segmente starije populacije. Gubitak mišićne funkcije je makar delimično odgovoran za mnoga funkcionalna ograničenja i invaliditete kod starih osoba (Pendergast et al, 1993). Postoji velika sličnost između gubitka snage i sastava tela prilikom starenja i u slučaju fizičke neaktivnosti (Bortz, 1982). Takođe je zabeležena i značajna negativna strana ovih starosnih gubitaka snage nakon perioda mišićne aktivnosti (Bortz, 1982). Početni rezultati koji su ukazivali na to da je povećanje nivoa snage nakon treninga snage kod starih osoba bilo posledica isključivo neuroloških faktora (Moritani & de Vries, 1980), kasnije su opovrgnuti kada je obavljena direktna procena mišićnog tkiva primenom snimanja i/ili biopsije mišića, koje su pokazale da trening snage povećava mišićnu masu kod starih muškaraca i žena (Fiatarone et al, 1994; Brown et al, 1990; Charette et al, 1991; Fiatarone et al, 1990; Frontera et al, 1988; Grimby et al, 1992; Roman et al, 1993; Staron et al, 1994; Hurley et al, 1995; Treuth et al, 1994; Singh et al, 1999). Danas imamo uverljive dokaze o tome koliko se opadanje nivoa snage i mišićne mase u vezi sa starenjem se može povratiti pomoću treninga sa opterećenjem. Gubici snage procenjeni na osnovu vrednosti maksimalnog izokinetičkog momenta se javljaju prema stopi od oko 12 do 14 % po dekadi nakon navršenih 50 godina (Lindle et al, 1997; Lynch et al, 1999; Metter et al, 1997), a povećanja snage, procenjena na osnovu maksimalnih vrednosti iz jednog ponavljanja (1RM), od više od 30 % se javljaju tokom prvih nekoliko meseci treninga snage sa velikim opterećenjem kod muškaraca i žena od 65 do 75 godina (Lemmer et al, 2000). Stoga, oko 2 meseca treninga snage u znatnoj meri poništava najmanje dve dekade gubitka snage usled starenja. Sličan oporavak je zabeležen i kod mišićne mase koja se gubi brzinom od oko 6 % po dekadi nakon navršenih 50 godina (Lynch et al, 1999), a povećala se za oko 12 % u roku od prvih par meseci primene treninga snage (Tracy et al, 1999). Stoga, dve dekade gubitka mišićne mase usled starenja mogu se povratiti sa samo dva meseca treninga snage.

Mehanizmi odgovorni za povećanje snage kod starijih osoba primenom treninga snage nisu u potpunosti poznati, ali se pretpostavlja da su povećanja frekvencije aktivacije motoričkih jedinica i maksimalnih stopa angažovanja motornih jedinica (Leong et al, 1999; Patten & Kamen, 1996; Enoka, 1997) najverovatniji faktori koji doprinose znatnom povećanju snage nakon kratkog treninga snage. Pored toga, poboljšana efikasnost stope aktivacije motoričkih jedinica je mehanizam koji je verovatno odgovoran za bolju sposobnost održavanja ravnomernih submaksimalnih kontrakcija prilikom treninga snage kod starijih osoba (Keen et al, 1994; Laidlaw et al, 1999). Postoje određeni dokazi da lokalni sistem faktora rasta sličnog insulinu (IGF – hormon rasta; somatomedin) može biti uključen u mehanizam treninga snage – indukovane mišićne hipertrofije kod starijih osoba (Singh et al, 1999; Metter et al, 1997; Lemmer et al, 2000; Tracy et al, 1999; Leong et al, 1999; Patten & Kamen, 1996; Enoka, 1997; Keen et al, 1994; Laidlaw et al, 1999; Chen et al, 1994). Međutim, kako je utvrđeno, to ne dovodi do povećanja osnovnih serumskih nivoa hormona rasta odnosno IGF-1 (Craig et al, 1989). Iako je bilo naznaka da određeni režimi treninga mogu odrediti nivoe ovih anaboličkih faktora u krvi, (Kraemer et al, 1990; Kraemer et al, 1993) nema dokaza da su ti odzivi indikativni za nivoe mišićnog IGF-1 (bilo da su u pitanju mRNA nivoi za IGF-1, IGF-1 receptore ili IGF-1 vezujuće proteine) ili da su povezani sa hipertrofijom mišića. Iako su istraživači često dolazili do malih ili nikakvih uticaja većeg nivoa cirkulišućeg IGF-1 na hipertrofiju mišića (Taaffe et al, 1996; Yarasheski, 1992; Adams & McCue, 1998; Czerwinski et al, 1994; Yang et al, 1997; Coleman et al, 1995; Musaro et al, 1999) demonstrirali su da su lokalna proizvodnja ili infuzija IGF-1 direktno povezane sa hipertrofijom mišića. Nedavno su istraženi konkretni mehanizmi koji se odnose na ovu vezu (Musaro et al, 1999; Napier et al, 1999; Semsarian et al, 1999). Otkrivene su naznake da viši nivoi cirkulišućeg IGF-1 stimulišu opšte povećanje bezmasne telesne mase (FFM), a ne povećanje mišićne mase (Yarasheski et al, 1992; Adams & McCue, 1998; Czerwinski et al, 1994; Yang et al, 1997; Coleman et al, 1995; Musaro et al, 1999; Napier et al, 1999; Semsarian et al, 1999; Grindland et al, 1994). Ovi podaci ukazuju na važnost procene lokalne proizvodnje IGF-1 prilikom procene efekata treninga snage na mišićnu hipertrofiju. U vezi sa tim, nedavna studija je prvi put dokazala rast lokalnih (mišićnih) nivoa IGF-1 pomoću treninga snage (Singh et al, 1999). Trening snage može stimulisati hipertrofiju mišićnih vlakana kod svih vrsta vlakana kod starijih osoba (Larson, 1982; Pyka et al, 1994; Martel et al, 1999), a otkrivene su i tranzicije između vrsta vlakana (Hakkinen et al, 1998). Ovakvi rezultati ukazuju na to da se mišići kod starijih osoba mogu

prilagoditi treningu snage, tako da se starosna atrofija mišićnih vlakana može u potpunosti poništiti kod nekih osoba (Larson, 1982). Nekoliko istraživanja je dokazalo da se udeo satelitskih ćelija povećava nakon stimulacije mišića ili vežbanja kod mladih (Darr & Schultz, 1987; Snow 1990) i starijih životinja (Jacobs et al, 1995; McCormick et al, 1992). Pošto su satelitske ćelije neophodne za hipertrofijski odziv na preopterećenje mišića, (Phelan et al, 1997; Rosenbalatt et al, 1994) važno je proceniti ulogu treninga snage na aktivaciju satelitskih ćelija kod ljudi. Za detaljniji pregled potencijalnih mehanizama povećanja snage i hipertrofije mišića primenom treninga snage kod starih osoba, čitalac se upućuje na nedavnu analizu ove teme (Roth et al, 2000). Bez obzira na to koji mehanizmi su odgovorni za hipertrofiju mišića kod starih osoba indukovanu vežbanjem, jasno je da kada starije osobe održavaju mišićnu aktivnost, gubici snage sa godinama su u znatnoj meri smanjeni (Greig et al, 1993).

Imajući u vidu nepoželjne fizičke posledice starenja, neophodne su strategije i za prevenciju i za lečenje, kako bi se omogućilo zdravlje i blagostanje starijih osoba. Među faktorima koji doprinose procesu starenja, nekorišćenje mišića je faktor koji se može sprečiti i preokrenuti. “Upotreba” mišića kroz vežbanje sa opterećenjem je dokazano izvodljiva i delotvorna metoda za sprečavanje slabosti mišića, sarkopenije i osteoporoze (Faitarone et al, 1994), koja smanjuje starosnu unutarmišićnu adipoznu infiltraciju (Goodpaster et al, 1985), unapređuje fizičke performanse (Binder et al, 1999; Hakkinen et al, 2002), smanjuje površinu mišićnih vlakana (Hakkinen et al, 2002), unapređuje kvalitet mišića (Evans, 2002; Fiatarone et al, 1994; Goodpaster et al, 1985), gustinu kostiju (Marques et al, 2012), metaboličko zdravlje i insulinsku osetljivost (Davidson et al, 2009), lečenje hroničnih zdravstvenih problema (Hoffmann et al, 2016), kvalitet života (de Vreede et al, 2007), psihološko zdravlje (Cassilhas et al, 2010; Chen et al, 2017; Zanuso et al, 2012), duži samostalni život (Spiriduso & Cronin, 2001), i manji rizik od padova i fraktura kod starih osoba (Silva et al, 2013). Pored toga, vežbanje sa opterećenjem može unaprediti metabolički kapacitet skeletnih mišića kroz poboljšanje homeostaze glukoze, sprečavanje unutarmišićne akumulacije lipida, povećanje oksidativnog i glikolitičkog kapaciteta enzima, bolje iskorišćenje amino-kiselina i sinteze proteina, i premeštanje anaboličko/kataboličke osnove ka anabolizmu kroz oslobađanje (Evans, 1997; Johnston et al, 2008; LeBrasseur et al, 2011). Vežbanje sa opterećenjem se smatra važnom komponentom kompletnog programa vežbanja kojom se dopunjuju široko poznati pozitivni efekti aerobnog vežbanja na zdravstvene i fizičke kapacitete (Pollock et al, 2000; Shaw & Shaw, 2005). Postoje jasni dokazi da vežbanje sa

opterećenjem može ublažiti efekte starenja na neuromišićnu funkciju i funkcionalni kapacitet (Borde et al, 2015; Cadore et al, 2014; Cadore et al, 2013; Peterson et al, 2010; Silva et al, 2013; Steib et al, 2010). Različiti oblici vežbanja sa opterećenjem imaju potencijal da poboljšaju snagu mišića, masu i ispoljenu silu (Hakkinen et al, 1998; Izquierdo et al, 2001). Dokazi ukazuju na odnos doza – odgovor kod kog su obim i intenzitet vežbanja u velikoj meri povezani sa prilagođavanjima na vežbanje sa opterećenjem (Steib et al, 2010). Intenzitet vežbanja sa opterećenjem je klasično definisan kao opterećenje pri vežbanju (npr. u procentima ili apsolutnoj vrednosti) u odnosu na maksimalnu dinamičku snagu 1RM (American College of Sports, 2009; Balady et al 2002). Neke od prvih studija su pokazale sličan rast snage kod vežbanja sa opterećenjem umerenog do visokog intenziteta (npr., 70 % od 1RM) u poređenju sa vežbanjem sa umerenim opterećenjem (npr. 51–69 % od 1RM) (Brentano et al, 2008; Vincent et al, 2002). Ipak, određene meta-analize i sistematične analize ukazale su na veće efekte vežbanja sa opterećenjem visokog intenziteta na snagu u odnosu na vežbanje sa opterećenjem umerenog i niskog intenziteta, kao i veće efekte vežbanja sa opterećenjem umerenog intenziteta na snagu mišića u odnosu na vežbanje sa opterećenjem niskog intenziteta (Borde et al, 2015; Peterson et al, 2010; Silva et al, 2013; Steib et al, 2010), čak i kod starijih osoba sa osteoporozom i sarkopenijom (Valenzuela, 2012). Fiziološki, broj motornih jedinica se kod ljudi angažuju na osnovu veličine motornog neurona, u skladu sa “principom veličine”, kako bi se zadovoljio veći intenzitet odnosno opterećenje (De Luca & Contessa, 2014; Duchateau et al, 2011). Stejb i saradnici (Steib et al, 2010) su putem meta-analize, koja je obuhvatila 22 članka koji su upoređivali uticaj različitih protokola vežbanja sa opterećenjem (direktno ispitivanje odnosa doza-odgovor) na snagu mišića i funkcionalno ispitivanje performansi kod starijih lica (starosti 65 i 80 godina), uočili da su intenziteti viši od 75 % od 1RM postigli veći efekat na maksimalno povećanje snage u odnosu na umerene (55–75 % od 1RM) ili niske intenzitete (niže od 55 % od 1RM). Pored toga, umereni intenzitet (55–75 % od 1RM) je postigao veće efekte na maksimalnu snagu od niskih (55 % od 1RM) intenziteta. Ova meta-studija je obuhvatila svega 3 studije koje su upoređivale različite intenzitete funkcionalnih testova, i nikakve razlike u funkcionalnim ishodima između različitih intenziteta vežbanja nisu zabeležene (Steib et al, 2010). Pored toga, meta-analiza koja je obuhvatila 25 randomiziranih ispitivanja (RCT-randomized clinical trial), koja su istraživala efekte vežbanja sa opterećenjem kod sedentarnih starijih osoba (prosečna starost od 65 godina i više), otkrila je da su intenziteti od 70–79 % od 1RM izazvali veće efekte na snagu mišića (prosečne razlike između

grupa = 1,89) u odnosu na niske intenzitete (Borde et al, 2015). Međutim, ista pojava nije zabeležena prilikom procene efekata vežbanja sa opterećenjem na morfologiju mišića (veličina i oblik): umereni intenziteti od 51–69 % od 1RM (SMD = 0,43; 9 studija obuhvaćenih analizom) su dali veće efekte i od niskih i od visokih intenziteta (Borde et al, 2015). Petersen i saradnici (Petersen et al, 2010) sprovedli su meta-analizu koja je obuhvatila 47 studija koje su ispitale efekte vežbanja sa opterećenjem na snagu gornjeg i donjeg dela tela kod starijih osoba (prosečna starost u većini studija iznosila je 60–75 godina). Ovi autori su uočili da je jedini prediktor koji je u više studija pokazao značajnu vezu sa povećanjem snage, bio intenzitet vežbanja (porast intenziteta je izazvao promenu maksimalnog rasta snage od 5,3 %). Pored toga, meta-analiza koja je upoređivala efekte vežbanja sa opterećenjem između visokih intenziteta (intenziteta koji progresivno rastu do 80 % od 1RM) i niskih do umerenih intenziteta (intenziteta koji progresivno rastu do 60 % od 1RM), Csapo i Alegre (Csapo & Alegre, 2016) su otkrili da su povećanja snage iznosila 43 % za visok intenzitet i 35 % za nizak do umeren intenzitet, a prosečna povećanja veličine mišića su iznosila 11 % i 9 %, respektivno (prosečna starost od 67 godina, samo 2 od 15 studija su obuhvatile subjekte starosti 50–60 godina). Da sumiramo, kod zdravih osoba starijih od 60 godina, intenzitet vežbanja sa opterećenjem bi trebalo da postigne 70–85 % od 1RM tokom periodizacije vežbanja koja je prilagođena optimizaciji povećanja snage. Promene u morfologiji i funkcionalnim performansama mišića se takođe mogu postići pri niskim do umerenim intenzitetima (aproksimativno 50–70 % od 1RM). Iako periodizovani i neperiodizovani programi vežbanja sa opterećenjem mogu izazvati slične neuromišićne adaptacije, niži (ili ponekad viši) intenziteti se mogu iskoristiti za izmenu treninga, sprečavanje jednoličnosti i takođe, unapređenje adaptacija treninga u okviru periodizovanih programa uz povećanje intenziteta do 85 % od 1RM.

Obim treninga se odnosi na ukupnu težinu dizanja u okviru jednog treninga (NSCA, 2016). Konkretno, opterećenje predstavlja zbir ukupnog broja serija pomnožen brojem ponavljanja po seriji, i pomnoženo težinom koja se diže pri svakom ponavljanju (NSCA, 2016). Rezultati meta-analize koja je ispitala efekte vežbanja sa opterećenjem na bezmasnu telesnu masu starijih osoba su pokazali da je veći broj serija po treningu bio povezan sa većim povećanjem bezmasne telesne mase (Peterson et al, 2010). Pored toga, u okviru meta-analize obavljene od strane Borde i saradnika (Borde et al, 2015), 2–3 serije po vežbi i 7–9 ponavljanja su dovele do najboljih efekata na snagu mišića i morfologiju mišića (prosečne razlike od 2,99 i 1,98 za snagu mišića, i 0,78 i 0,49 za morfologiju mišića, respektivno). Pored toga, meta-regresiona analiza je otkrila da je umeren

obim vežbanja većim opterećenjem doveo do većeg porasta snage mišića u odnosu na veliki obim vežbanja sa malim opterećenjem (Straight et al, 2016). Broj ponavljanja je snažno određen procentom 1RM i iz ovog razloga, manji broj ponavljanja može izazvati veći rast snage prilikom primene vežbanja višeg intenziteta. Međutim, ponavljanja do otkaza nisu neophodna i ne omogućuju dodatne fiziološke adaptacije kod starijih osoba (Cadore et al, 2018; da Silva et al 2018). Generalno, 50–70 % od mogućeg maksimalnog broja ponavljanja koja se pravilno izvode, je dovoljno da se omoguće neuromišićna poboljšanja uz izbegavanje nepravilnog izvođenja i povreda. Da sumiramo, 2–3 serije od po 6–12 ponavljanja pri 50–85 % od 1RM po grupi mišića, trebalo bi da se prepisu za povećanje maksimalne snage i rast veličine mišića kod starijih osoba.

Tabela 1. Generalne preporuke o treningu snage za osobe treće životne dobi, sa aspekta programiranja opterećenja (ponavljajući maksimum)

Varijabla programa	Preporuka*	Detalji
Serije	1-3 serija po vežbi, po grupi mišića	1 serija za početnike i starije osobe uz povećanje na više serija (2-3) po vežbi.
Ponavljanja	8-12 ili 10-15	Obaviti 6-12 ponavljanja sa varijacijama za snagu mišića kod zdravih starijih osoba. Obaviti 10-15 ponavljanja sa nižim relativnim opterećenjem kod početnika.
Intenzitet	70-85 % od 1RM	Početi od podnošljivog opterećenja uz progresivnog povećanje do 70-85% od 1RM primenom periodizacije. Manja opterećenja se preporučuju za početnike, odnosno pojedince ili kod osoba sa posebnim stanjima kao što su kardiovaskularna oboljenja i osteoporozna. Vežbe bi trebalo da se izvode u zoni intenziteta u kojoj je moguće ponavljanje uz izbegavanje iznemoglosti kako bi se smanjilo opterećenje zglobova.
Odabir vežbi	8-10 različitih vežbi	Obuhvatiti glavne grupe mišića kroz ciljane pokrete više zglobova (npr. potisak za grudi, potisak za ramena, ekstenzija tricepsa, biceps pregibi, povlačenje na lat mašini, veslanje, ekstenzija donjeg dela leđa, trbušnjaci, ekstenzija kvadricepsa ili presa za noge, nožni pregib i podizanje na prste za listove).
Modalitet	Sa tegovima ili vežbe na mašinama	Za početnike, starije osobe ili one sa funkcionalnim ograničenjima mogu biti od koristi vežbe na mašinama sa opterećenjem (mašine sa selekcijom težina ili oprema sa pneumatskim otporom), vežbanje sa zateznim trakama i izometrijsko vežbanje. Visokofunkcionalne starije osobe imaju dodatne koristi od treninga sa tegovima (npr. šipka sa tegovima, bučice, rusko zvono i medicinka).
Učestalost	2-3 dana nedeljno, po grupi mišića	Vežbanje 2-3 neuzastopna dana nedeljno, po grupi mišića, može omogućiti povoljnu adaptaciju, napredovanje ili održavanje snage.
Trening snage/eksplozivnosti	40-60 % od 1RM	Uključiti vežbe snage/eksplozivnosti kod kojih se obavljaju pokreti velike brzine tokom koncentrične faze pri umerenim intenzitetima (odn. 40-60% od 1 RM) kako bi se poboljšala sila, snaga i veličina mišića, i funkcionalni zadaci.
Funkcionalni pokreti	Vežbe oponašanja svakodnevnih životnih aktivnosti	Zdrave, veoma funkcionalne starije osobe imaju koristi od izvođenja pokreta koji obuhvataju više zglobova, kompleksnih pokreta i dinamičkih pokreta, uz promene oslonca i položaja tela.

* Date su opšte smernice. Programi vežbanja sa opterećenjem bi trebalo da obuhvate varijacije intenziteta i varijabli programa. Vežbe snage bi trebalo da se izvode pre treninga izdržljivosti tokom uporednih sesija treninga, kako bi se optimizirao rast snage.

Broj ponavljanja zavisi od primenjenog intenziteta (odn. opterećenja) i trebalo bi da se prilagodi u skladu sa tim, imajući u vidu da ponavljanja do otkaza nisu potrebna da bi se optimizirale neuromišićne adaptacije. Za glavne grupe mišića je potrebno prepisati jednu vežbu koja angažuje više zglobova, mada donji udovi mogu bolje reagovati na 2 vežbe npr. presa za noge i ekstenzija

kolena (da Silva et al, 2018). Učestalost treninga predstavlja broj treninga sa opterećenjem na nedeljnom nivou, po grupi mišića. U meta-analizi koju su obavili Stejb i sar. (Steib et al, 2010), u kojoj su 2 randomizirana kontrolna testa obuhvaćena analizom učestalosti treninga, trening 2 puta nedeljno je doveo do viših SMD u odnosu na trening jednom nedeljno (SMD između grupa = 1,55) (Di Francisco – Donoghue et al, 2007), a trening 3 puta nedeljno je doveo do viših SMD za maksimalnu snagu u odnosu na jedan trening nedeljno (SMD između grupa = 2,57) (Taaffe et al, 1996). Meta-analiza koju su obavili Borde i sar. (Borde et al, 2015) je pokazala da su 2–3 treninga nedeljno dovela do većih efekata na snagu mišića (SMD između intervencija i kontrolnih grupa od 2,13 i 1,49 za 2 i 3 puta nedeljno, respektivno). Pored toga, 2–3 treninga nedeljno su takođe rezultovala rastom veličine mišića. Vredi napomenuti da je 8 od 9 randomiziranih kontrolnih ispitivanja obuhvaćenih meta-analizom ispitalo efekte vežbanja sa opterećenjem na mišićnu masu uz primenu učestalosti treninga od 3 puta nedeljno. Sve u svemu, učestalost treninga od 2–3 puta nedeljno, po grupi mišića, pruža optimalni stimulus za maksimiziranje povećanja snage i veličine skeletnih mišića kod starijih osoba.

Pored toga, vežbe sa opterećenjem kod osoba sa hroničnim problemima povećavaju mineralnu gustinu kostiju i smanjuju abdominalnu i visceralnu masnu telesnu masu (Dalsky et al, 1988; Nelson et al, 1994; Shah et al, 2011; Shaw et al, 2010; Westcott, 2012); kod odraslih sa dijabetesom tip 2, vežbe sa opterećenjem snižavaju hemoglobin A1c (HbA1c) u odnosu na aerobni trening (Bweir et al, 2009). Iz ovih razloga, vežbe sa opterećenjem se često smatraju “lekovitim” (Shaw et al, 2015; Westcott et al, 2012). Kada se redovno izvode (2–3 puta nedeljno), uz postizanje adekvatnog intenziteta (70–85 % od 1RM) i obima (2–3 serije po vežbi) kroz periodizaciju, vežbanje sa opterećenjem rezultuje povoljnim neuromišićnim adaptacijama i kod zdravih starijih osoba i kod onih sa hroničnim oboljenjima. Ove adaptacije se prenose na funkcionalna unapređenja svakodnevnih životnih aktivnosti, naročito kada se uključe vežbe snage. Pored toga, trening sa opterećenjem može poboljšati ravnotežu, očuvati gustinu kostiju, samostalnost i vitalnost, smanjiti rizik od brojnih hroničnih oboljenja kao što su bolesti srca, artritis, dijabetes tip 2 i osteoporoza, uz istovremeno poboljšanje psiholoških i kognitivnih funkcija. I istraživanja i klinička iskustva ukazuju na to da je vežbanje sa opterećenjem bezbedno za zdrave starije osobe (McCartney, 1999), „fiziološki ranjive“ starije osobe (Cadore et al, 2014; Valenzuela, 2012) i osobe sa oboljenjima (McCartney, 1999). Sistematskom analizom efekata vežbanja sa opterećenjem kod najstarijih osoba (70–92 godina i više) je otkriven samo jedan slučaj bola u

ramenu pri vežbanju sa opterećenjem u 20 studija i 2.544 ispitanika (Cadore et al, 2013). Sa druge strane, zabeleženi su neki slučajevi povreda povezani sa vežbanjem sa opterećenjem kod starijih osoba, uglavnom kod neiskusnih ispitanika (vežbača). Te povrede su pre svega bile povezane sa kombinacijom opterećenja, velikom težinom i brojem ponavljanja, nepravilnim položajem ili nepravilnom tehnikom izvođenja vežbe i odabirom vežbi (Sousa et al, 2014). Potrebno je obratiti posebnu pažnju na rameni predeo, zbog njegove osetljivosti, kao i na kukove, kolena i kičmu (Kolber et al, 2010; Lavallee & Balam 2010). Kako bi se osigurala bezbednost, potrebno je osmisliti odgovarajući program vežbanja i neophodno je obratiti posebnu pažnju prilikom vežbanja sa opterećenjem kod starije populacije, kako bi se smanjio rizik povezan sa prisutnim zdravstvenim problemima. Na primer, prilikom prepisivanja vežbi odraslim osobama sa nekontrolisanom hipertenzijom trebalo bi da se uzmu u obzir akutna povećanja krvnog pritiska, koja se javljaju tokom vežbanja sa opterećenjem. Kao i u slučaju aerobnog treninga, kardiovaskularni rizici povezani sa vežbanjem sa opterećenjem mogu se povećati sa godinama i takođe zavise od uobičajenih fizičkih aktivnosti i nivoa kondicije i intenziteta treninga (Williams et al, 2007). Interesantno, neki dokazi ukazuju na to da vežbanje sa opterećenjem može rezultovati povoljnijim balansom između snabdevanja i potrebama miokarda za kiseonikom od aerobnih vežbi zbog nižeg pulsa i višeg pritiska perfuzije miokarda-dijastolni pritisak (Featherstone et al, 1993).

1.3. MODALITETI TRENINGA SNAGE ŽENA TREĆE ŽIVOTNE DOBI – RETROSPEKTIVA I TRENUTNA GLEDIŠTA

Smanjenja snage mišića i skeletne mišićne mase vezana za starenje su dve najčešće značajne promene koje se dešavaju sa starenjem, a održavanje mišićne mase i snage predstavlja osnovnu komponentu zdravlja, funkcionalne autonomije i kvaliteta života u starijem dobu (Manini & Clark, 2012). Starenje je takođe povezano sa biohemijskim promenama koje povećavaju rizik od razvoja kardiovaskularnih bolesti, koje su glavni uzrok morbiditeta i mortaliteta u starijem dobu (Zaslavsky & Gus, 2002). Među faktorima rizika, serumski nivoi glukoze (GLU) i lipidni profil su pokazali veliki uticaj na rizik od kardiovaskularnih bolesti, naročito kod žena (Tan et al, 2010).

Tokom poslednjih nekoliko decenija, vršena su mnogobrojna istraživanja efekata različitih modaliteta treninga snage na parametre zdravstvenog statusa, funkcionalnosti i faktore rizika

nastanka bolesti (krvni pritisak, holesterol, gojaznost, šećer u krvi, itd.). Za vežbanje sa opterećenjem se pokazalo da povećava snagu i posledično poboljšava disfunkcije povezane sa starenjem u pogledu funkcionalnog kapaciteta i profila biomarkera (Aagarad et al, 2010). Studije su pokazale, naročito kod starijih žena, da postoji odnos doza-odgovor između intenziteta opterećenja i povećanja mišićne snage i hipertrofije (Ribeiro et al, 2017). U istraživanju iz 1988. godine Frontera i sar. (Frontera et al, 1988) su dokazali da prilikom treninga snage sa opterećenjem visokog intenziteta dolazi do povećanja mišićne snage i veličine kvadricepsa kod odraslih muškaraca, starih između 60 i 72 godine. Od tada, brojne studije su se bavile ovom problematikom, prednostima odnosno benefitima treninga snage sa opterećenjem visokog intenziteta na odrasle starije osobe, čak i na osobe starije od 90 godina (Fiatarone et al, 1990). U Tabeli 2 predstavljeni su rezultati istraživanja, koja su se bavila efektima treninga snage sa otporom visokog intenziteta na mišićnu snagu i veličinu kvadricepsa (Ades et al, 2005; Bautmans et al, 2005; Binder et al, 2005).

Sve ove studije navedene u Tabeli 2, zasnovane su na programu vežbanja propisanog od strane Američkog koledža za sportsku medicinu (ACSM, 2009), gde su ispitanici vežbali 2-3 puta nedeljno, u 1-4 serije po vežbi sa 8-15 ponavljanja pri izvođenju vežbi sa opterećenjem visokog intenziteta ($\geq 70\%$ 1RM).

Tabela 2. Efekti treninga snage sa visokim opterećenjem na mišićnu snagu i veličinu kvadricepsa kod starije populacije

Autori	Ispitanici		Program treninga							Promene (%)		
	Godine	Pol	n	Vežbanje	Trajanje (nedelje)	Sesije po nedelji	Serije	Ponavljjanje	% of 1RM	1RM	MVC	CSA
Ades et al. 2005	73	F	21	LE, LP	24	3	1-2	10	80	47	-	-
Bautmans et al. 2005	69	M/F	31	LP	6	3	3	10	70	83	-	-
Binder et. Al. 2005	83	M/F	50	LE, LP	12	3	3	8-12	70	43	-	-
Bogaerts et al. 2007	67	M	30	LE, LP	52	3	1-2	8-15	8-15RM	-	13	3.8
Candow et al. 2006	59-76	M	29	LP	12	3	3	10	70	22-31	-	-
Candow et al. 2011	60-71	M	17	LE, LP	22	3	3	10	10RM	-	-	11
Cannon et al. 2010	60-78	F	15	LE	10	3	1-3	10	75	27	20	9
Fatouros et al. 2005	71	M	14	LE	24	3	2-3	8	80	99	-	-
Fatouros et al. 2006	71	M	14	LP	24	3	3	8	80	63	-	-
Galvao and Taafee 2005	70	M/F	28	LE, LP	20	2	1-3	8	8RM	9-17	9-26	-
Harris et al. 2004	61-85	M/F	18	LE, LP	18	2	3	9	9RM	64	-	-
Henwood and Taaffee 2006	70	M/F	22	LE, LP	8	2	3	10	75	22	-	-
Kalapotharakos et al. 2005	65	M/F	11	LE	12	3	3	8	80	76	-	10
Kosek et al. 2006	60-75	M/F	25	LE, LP,S	16	3	3	8-12	8-12RM	33-49	-	-
Lemmer et al. 2007	70	M/F	21	LE, LP	24	3	1	15	75	24-26	-	-
Reynolds et al. 2007	66	M/F	13	LP	16	3	2	10-12	75	102	-	-
Roelants et al. 2004	64	F	20	LE, LP	24	3	2-3	10-15	10-15RM	-	18	-
Sayers et al. 2010	70	M/F	13	LE, LP	12	3	3	8-10	80	26	-	-
Seynnes et al. 2004	82	M/F	22	LE	10	3	3	8	80	57	-	-
Slivka et al. 2008	80-86	M	6	LE	12	3	3	10	70	41	-	2.5
Strasser et al. 2009	74	M/F	15	LP	24	3	1-2	10-15	10-15RM	15	-	-
Taafee et al. 2009	65-84	M/F	13	LE, LP	24	2	3	8	75	33-68	-	NS
Tarnopolsky et al. 2007	65-85	M/F	18	LE, LP	24	2	3	12	75	31-49	14-22	-

M = male (muškarci); F = female (žene), LE = leg extension (ekstenzija nogu); LP = leg press (potisak nogama), S = squat (čučanj); 1RM = one repetition maximum (ponavljajući maksimum); MVC = maksimalna voljna kontrakcija (isometric) maximal voluntary contraction; CSA = muscle cross-sectional area (poprečni presek mišića); NS = non-significant (nema statističke značajnosti).

Uprkos brojim naučnim istraživanjima, gde su dokazani pozitivni uticaji vežbanja (treninga) sa opterećenjem visokog intenziteta kod starijih odraslih osoba, mnogi istraživači i dalje ostaju skeptični kada je u pitanju ovakav vid vežbanja kod navedene starije populacije (van Kan et al, 2009). U istraživanju Hakinena i saradnika (Hakkinen et al, 2002) dokazano je da se prilikom treninga sa opterećenjem visokog intenziteta, kada se na odgovarajući način upražnjava i nagleda od strane kvalifikovanih lica, ne javljaju ortopedska i kardiovaskularna oboljenja čak i kod starijih osoba. Međutim, neželjeni efekti, koji su se javili prilikom vežbanja, mnogo su češći kod treninga sa opterećenjem visokog intenziteta u odnosu na trening sa opterećenjem umerenog ili niskog intenziteta kod starijih odraslih osoba, zaključuju u svom istraživanju Liu & Latham (Liu & Latham, 2010). Takođe isti autori napominju da programi vežbanja sa opterećenjem visokog intenziteta donose i visok rizik od povreda (Liu & Latham, 2010) i rezultuju smanjenom fizičkom funkcijom 48 sati nakon treninga (Orsato et al, 2018) kod starih osoba.

Mehanizmi koji stoje iza neuromuskularnih adaptacija uključuju mnoge faktore, kao što su mehanički, metabolički, endokrini i neuralni faktori (Goto et al, 2005). Ključno pitanje koje se javlja jeste spoljašnje opterećenje treninga (Crewther et al, 2005; Folland et al, 2002; McDonagh & Davies, 1984). Kao što je prethodno spomenuto, međunarodne smernice, preporučuju trening sa opterećenjem visokog intenziteta ($> 60\%$ 1RM) za povećanje mišićne snage i mase (American College of Sports Medicine, 2009). Ova teorija treninga sa opterećenjem visokog intenziteta decenijama ostaje nesporna. Ali postavlja se pitanje da li je upotreba tako visokog opterećenja zaista neophodna za optimizaciju neuromuskularne adaptacije? Motorne jedinice prilagodiće se vežbanju samo ukoliko su uključene u toku vežbanja. Dakle, ako je cilj treninga optimizacija neuromuskularnog odgovora na trening, fokus vežbanja sa opterećenjem treba da bude uključivanje što više motornih jedinica (potpuno uključivanje motornih jedinica). Prema Hennemanovom principu uključivanja motornih jedinica, kada centralni nervni sistem regrutuje motorne jedinice za određenu aktivnost, započinje s najmanjim i najslabijim motornim jedinicama (tip I) i napreduje do većih, jačih motornih jedinica (tip II) za održavanje ili povećanje sile (Carpinelli, 2008; Henneman, 1957). Osnovni postulat da je uključivanje većih motornih jedinica moguće samo kod velikih opterećenja ili kada su potrebne velike sile (Fleck & Kraemer, 2004), izgleda da se zasniva na donekle pogrešnoj interpretaciji principa veličine (Carpinelli, 2008). Naravno, izometrijska kontrakcija koja ne dovodi do zamora i iziskuje 20% maksimalne mišićne kontrakcije pojedinca će izazvati upotrebu manje motornih jedinica nego izometrijska kontrakcija

bez zamora koja iziskuje 80% (Alkner et al, 2000). Međutim, kada se submaksimalna težina diže do otkaza, prvobitno regrutovane motorne jedinice će se umoriti i potrebno je regrutovanje većih motornih jedinica da bi se održala sila potrebna za izvođenje pokreta. Princip veličine, jednostavno zahteva maksimalan ili skoro maksimalan napor da bi se dostigla (skoro) puna upotreba motornih jedinica (Carpinelli, 2008.) Maksimalni napor se često postiže na kraju serije i sa manjim opterećenjima, naročito u poslednjim ponavljanjima do potpunog otkaza. Na primer, 12RM opisuje opterećenje u kome je dvanaesto ponavljanje maksimalni napor, uz nemogućnost izvođenja trinaestog ponavljanja. Princip veličine zapravo kada se bolje analizira predstavlja teorijsko objašnjenje primene i relativno malih opterećenja u razvoju snažnih sposobnosti i maksimalnoj regrutaciji motoneurona, sugerišući da bi dostizanje maksimalnog napora moglo biti važnije od upotrebe velikih opterećenja.

Nekoliko studija već je ukazalo na značaj umora mišića (ili maksimalnog napora) u optimizaciji neuro-mišićne adaptacije. Šot i sar. otkrili su da su duge kontinuirane izometrijske kontrakcije značajnije u poređenju s kratkim isprekidanim izometrijskim kontrakcijama za povećanje mišićne mase i snage nakon perioda od 14 nedelja treninga (Schott et al, 1995). Runi (Rooney) i sar. su ukazali na znatno veće povećanje mišićne snage nakon 6 nedelja treninga snage sa opterećenjem u režimu bez odmora (6RM) u poređenju s režimom treninga snage sa sličnim opterećenjem, ali sa periodom pauze od 30 sekundi između svake od 6 kontrakcija (Rooney et al, 1994). U skladu s ovim nalazima, Goto i sar. dokazali su da režim treninga snage sa opterećenjem od 12 nedelja (10RM) izaziva veću hipertrofiju i povećava vrednosti snage kada se izvodi bez faze odmora u poređenju sa istim treningom koji ima 30 sekundi faze odmora u sredini tačke seta (Goto et al, 2005).

Podržavajući teorijski okvir principa veličine, studije kod mladih odraslih osoba pružaju dokaze za sličnu hipertrofiju i dobitak snage nakon treninga sa malim opterećenjem u poređenju sa treningom snage sa velikim opterećenjem. Mičel i saradnici otkrili su da trening snage sa malim opterećenjem (30 % 1RM) može kod zdravih mladića izazvati ekvivalentnu hipertrofiju kao trening sa velikim opterećenjem (80% 1RM), sve dok se postiže maksimalan napor (Mitchell et al, 2012). Ovi nalazi su u suprotnosti sa istraživanjem Kamposa i saradnika, u kojem trening sa opterećenjem pri 20-28RM, suprotno treningu sa opterećenjem 3-5RM i 9-11RM, nije izazvalo hipertrofiju (Campos et al, 2002). Međutim, kada je osmonedeljni program treninga sa

opterećenjem (Campos et al, 2002) ponovljen u kasnijoj studiji, pronađena je značajna hipertrofija kako u trening grupi sa velikim tako i u trening grupi sa malim opterećenjem (Leger et al, 2006). Što se tiče porasta snage, čini se da se rezultati u literaturi razlikuju u zavisnosti od opreme za testiranje. Maksimalno povećanje snage mereno sofisticiranim dinamometrima na motorni pogon sugerišu da nema razlike između treninga sa velikim i malim opterećenjem (Mitchell et al, 2012). Suprotno tome, čini se da je povećanje snage od 1RM veće nakon treninga sa velikim opterećenjem, verovatno zbog neuronskih adaptacija specifičnih za trenirani pokret (Anderson & Kearney, 1982; Campos et al, 2002; Mitchell et al, 2012; Stone & Coulter, 1994).

U meta-analizi (Raymond et al, 2013; Steib et al, 2010), autori sugerišu da su kod starijih odraslih osoba treninzi snage sa velikim opterećenjem i dalje efikasniji od onih sa malim opterećenjem u kontekstu poboljšanja maksimalne snage, ali i da nisu nužno bolji za funkcionalne sposobnosti. Međutim, raznolikost protokola treninga u različitim studijama komplikuje poređenje treninga visokog (> 60 % 1RM) i niskog opterećenja (<60 % od 1RM). Ali u nekim studijama nije pronađen maksimalni napor na kraju kompleta vežbi (Beneka et al, 2005; Hortobagyi et al, 2001; Pruitt et al, 1995; Taaffe et al, 1996), dok druge nisu uskladile količinsko opterećenje između grupa za vežbanje (Fatouros et al, 2006; Seynnes et al, 2004). Koliko je poznato, samo je jedna studija uporedila hipertrofična povećanja nakon 24 nedelje treninga snage pri velikom (80 % 1RM) ili malom opterećenju (50 % 1RM). Nijedna od grupa za treniranje nije pokazala poboljšanje mišićne mase (Vincent et al, 2002).

Pored toga, prethodne studije su pokazale da žene reaguju slično, bez obzira na opterećenje, na različite stimulanse treninga snage (Colado & Triplet, 2008), gde je otkriveno da trening sa niskim opterećenjem dosledno omogućuje bolje pridržavanje uobičajenim programima treninga sa opterećenjem na mašinama. Stoga je potrebno dodatno istražiti delotvornost alternativnih metoda vežbanja sa niskim opterećenjem. Za trening sa opterećenjem uz upotrebu elastične trake se pokazalo da je dobra alternativa konvencionalnom treningu sa tegovima ili na mašinama (Colado & Triplet, 2008). Trening sa elastičnim opterećenjem se sve češće koristi, jer omogućuje izvođenje obrazaca funkcionalnih pokreta, prilagodljiviji je i pristupačniji pojedincima različite dobi i dostupniji je u različitim kliničkim postavkama. Elastične trake su prenosive, jeftinije, omogućuju vežbanje na bezbedan način uz jednostavno prilagođavanje opterećenja (ACSM, 2009). Upotreba elastičnih traka deluje veoma prikladno za stariju populaciju, jer se neiskustvo u

programima vežbanja sa opterećenjem može eliminisati jednostavnim i delotvornim treningom za koji se pokazalo da omogućuje značajne korisne efekte za kratki vremenski period (Martins et al, 2013). Vežbanje sa opterećenjem uz upotrebu elastičnih traka je takođe naišlo na širok prijem kod starijih osoba (Fahlman et al, 2011). Pored toga, vežbanje u stolici se pokazalo kao podesna i odgovarajuća metoda za vežbanje kod neaktivnih starijih osoba (Robinson et al, 2014). Generalno, ono se sastoji od strukturiranih i progresivnih vežbi iz stolice koje omogućuju stabilnost vežbača, uz uzimanje u obzir individualnih ograničenja i omogućuje im da premaše svoje mogućnosti (Furtado et al, 2016). Dok se za aerobne programe vežbanja iz stolice pokazalo da unapređuju kardiorespiratornu kondiciju, da smanjuju strah od padova i da imaju kognitivne prednosti kod mentalno zdravih starijih osoba (DeSure et al, 2013), delotvornost programa vežbanja sa opterećenjem iz stolice je manje poznata. Rijeping i saradnici (Rieping et al, 2019) su pokazali da je 14-nedeljni trening sa opterećenjem iz stolice poboljšao funkcionalnu samostalnost starijih osoba, ali uglavnom bez velikog uticaja na fizičku kondiciju (osim testa ustajanja sa stolice u trajanju od 30 sekundi). Nasuprot ovim nalazima, Liao i saradnici (Liao et al, 2018) otkrili su znatno povećanje fizičkog kapaciteta kod starijih žena nakon 12 nedelja treninga sa opterećenjem uz upotrebu elastične trake.

Imajući u vidu navedeno, svrha ove studije bila je da se utvrde efekti treninga, sa niskim opterećenjem uz upotrebu elastičnih traka, na funkcionalnu kondiciju, metaboličke biomarkere i kvalitet života kod starijih žena. Postavljena je hipoteza je da će trening sa opterećenjem niskog intenziteta uz upotrebu elastičnih traka rezultovati boljom funkcionalnom kondicijom, metaboličkim biomarkerima i kvalitetom života povezanog sa zdravljem kod starijih žena.

Trening snage sa elastičnim trakama predstavlja najlakši i najbezbedniji način vežbanja kod starijih osoba, iz više razloga: velika je mogućnost primene, pruža veliki izbor vežbi, sigurno je korišćenje, jeftin je i vrlo praktičan. Prema mnogim autorima (Wallace et al, 2006) trening snage sa elastičnim trakama dovodi do akutnog porasta maksimalne ostvarene sile za čak 13 %. Prema istraživanju (Baker & Newton, 2005) trening sa elastičnim trakama može da izazove efekat postaktivacione potencijacije nakon svakog ponavljanja, što se potvrđuje i u istraživanju (Stevenson et al, 2010), gde se dokazalo da primena elastičnih traka rezultira akutnim povećanjem brzine prirasta sile u koncentričnoj fazi, u poređenju sa vežbanjem sa konstantnim opterećenjem.

Stoga, glavna svrha ovog istraživanja biće upravo uključivanje institucionalizovanih osoba treće životne dobi u dvanaestonedeljni programiran trening snage sa otporom elastičnim trakama, u cilju poboljšanja fizičke forme, poboljšanja rezultata biomarkera zdravlja i kvaliteta života.

2.0. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U svom istraživanju, Hart (2015) je istraživala povezanost vežbi snage koja se sprovodi kao dodatna aktivnost kod fizički aktivnih odraslih osoba. Polazeći od poznatih činjenica da vežbe za razvoj snage mišića imaju pozitivne efekte na fizičko zdravlje kod odraslih, ovaj autor je hteo da ispita manje poznatu povezanost dve različite vrste treninga snage kao i da li postoji efekat na subjektivnu procenu kvaliteta života u vezi sa zdravljem. U studiji je učestvovalo 523 ispitanika ($n=523$), različitog uzrasta (6 različitih uzrasnih kategorija 18-24; 25-34; 35-34; 35-44; 45-54; 55-64; 65-78) i različitog pola ($M=365$; $F=158$). Dobijeni rezultati su pokazali da odrasle osobe koje su učestvovali u oba programa za razvoj snage i standardnoj fizičkoj aktivnosti imale znatno bolje rezultate procene kvaliteta života u vezi sa zdravljem koji se odnosi na subjektivnu procenu generalnog zdravlja i mentalnu komponentu kvaliteta života u odnosu na odrasle koji su učestvovali samo u primeni redovne fizičke aktivnosti ($p=0,065$).

U svom radu (Martins et al, 2015) govore o efektima treninga snage sa elastičnim trakama na mišićnu snagu i mišićnu masu kod netreniranih starijih osoba. U ovoj studiji nasumično je odabrano 40 odraslih starijih osoba ($n=40$) i podeljeno u dve grupe po 20, u kontrolnu grupu ($CG=66.2 \pm 6.6$ godina) i eksperimentalnu – trening grupu ($TG=69.1 \pm 6.3$ godine). Eksperimentalna grupa je bila podvrgnuta treningu snage sa elastičnim trakama dva puta nedeljno u toku 8 nedelja, dok kontrolna grupa nije dobila nikakav tretman. Primarni cilj istraživanja je bio praćenje i merenje mišićne mase i snage gornjih i donjih ekstremiteta pomoću Dual-energy x-ray absorptiometra, pre i nakon trenažnog procesa. Sekundarni cilj je bio praćenje pokretljivosti kolena i snage stiska šake. Korišćeni protokol nije pokazao statističku značajnu razliku u promeni mišićne mase i mišićne snage posle osmonedeljnog treninga sa elastičnim trakama kod neutreniranih odraslih osoba, sa izuzetkom u pokretljivosti kolena u korist merenja nakon završenog tretmana i poboljšanja rezultata od 4,5 % ($p=0,01$).

Kadore i sar. (Cadore et al, 2013), u svom preglednom članku istražuju putem koje vrste treninga se najviše povećava funkcionalni kapacitet kod fizički slabih odraslih osoba. Svrha studije je bila da se na osnovu stručne literature i dostupnih baza podataka (SCIELO, SCI, Medline, Scopus, SPORTDiscus, ScienceDirect) od 1990. do 2012. godine istraže efekti kombinovanog treninga mišićne snage, mišićne izdržljivosti i treninga ravnoteže na snagu mišića, ravnotežu,

sposobnost hodanja i rizik od padova kod starijih osoba. U ovom preglednom članku korišćena su samo istraživanja koja su se bavila efektima različitih treninga na učestalost padova, hod, ravnotežu i snagu donjih ekstremiteta kod starijih osoba. Od ukupno 20 istraživanja, 10 studija je istraživalo efekte multi-komponentnog treninga, 6 studija je istraživalo efekte treninga sa otporom, 1 studija efekte treninga izdržljivosti i 3 studije efekte treninga ravnoteže. Od 10 studija koje su istraživale efekte treninga na učestalost padova kod starijih osoba, u 7 studija se pokazalo da u eksperimentalnoj grupi (trening grupi) opada broj padova u odnosu na kontrolnu grupu. U 6 od ukupno 11 studija, vidljivo je bilo poboljšanje pri hodaњу kod trenažne eksperimentalne grupe u odnosu na kontrolnu. Takođe, u 7 od ukupno 10 istraživanja, dokazan je napredak u ravnoteži kod eksperimentalne grupe. A u 9 od ukupno 13 istraživanja, dokazani su efekti treninga na povećanje mišićne snage u korist eksperimentalne grupe. Trening snage, trening izdržljivosti i trening ravnoteže predstavljaju najefikasniju strategiju za poboljšanje neuromuskularnih i kardiovaskularnih funkcija, kao i za poboljšanje funkcionalnog kapaciteta kod osoba treće životne dobi. Pored primarnog i direktnog uticaja na poboljšanje mišićne snage i mišićne izdržljivosti, ovakvi vidovi treninga utiču i na samostalno funkcionisanje i fizičku formu osoba treće životne dobi.

U istraživanju (Thiebaud et al, 2013), ispitivano je kako trening snage sa elastičnim trakama kombinovan sa okluzivnim treningom (Blood flow restriction) utiče na snagu, ukupnu masu tela i gustinu mišića kod žena u menopauzi. U istraživanju je učestvovalo 14 ispitanica (61 +/- 5 godina), podeljene u dve grupe. Prvu grupu se činilo 8 ispitanica (n=8), koje su učestvovalе u treningu sa elastičnim trakama visokog intenziteta, dok je drugu grupu činilo 6 ispitanica (n=6), koje su učestvovalе u treninzima sa elastičnim trakama, ali kombinovanim sa okluzivnim treningom. Obe grupe su izvodile iste vežbe u sedećem položaju (vežbe za gornji deo tela – povlačenje trake sa grudi i povlačenje trake sa ramena, vežbe za donji deo tela – fleksija i ekstenzija kolena i fleksija i ekstenzija kuka), tri puta nedeljno u toku osam nedelja. Oba vida su se pokazali kao efikasan način u povećavanju mišićne mase, pogotovo mišićne mase pectoralis majora (p=0,04). Preporuke su da ovakav vid treninga može biti koristan kada se ne mogu koristiti treninzi umerenog do visokog intenziteta kod starije populacije ili u toku rehabilitacije kada je dodatni pritisak na zglobove kontraindikovano.

U jednoj španskoj studiji (Sola-Serrabou et al, 2019), analizirani su efekti treninga snage kod starije populacije na kvalitet života, snagu, fleksibilnost, simptome depresije, percepciju o zdravlju. Uzorak ispitanika je obuhvatao 35 (n=35), koji su nasumično podeljeni u dve studijske grupe: eksperimentalnu grupu (n=18; 14 žena i 4 muškarca) i kontrolnu grupu (n=17; 13 žena i 4 muškarca), prosečne starosti 71,9 godina. Kriterijumi za odabir ispitanika bili su sledeći: 1) uspešno savladavanje testa sposobnosti za fizičku aktivnost (ACSM, 1995); 2) da su ispitanici stariji od 64 godine; 3) osvajanje najviše bodova na testu funkcionalne nezavisnosti (Pincus, Summei, Soraci, Vallston & Hummon, 1983); 4) da su sedentarni (IPAQ test, Craig et al. 2003); 5) osvojiti najviše 9 bodova na skali depresije (Yesavage depression scale, stanje bez depresije ili stanje sa blagom depresijom). Dimenzije koje su se procenjivale u ovoj studiji bile su snaga, fleksibilnost, depresivni simptomi i percepcija kvaliteta života povezanog sa zdravljem. Program je trajao 24 nedelje, sa dva treninga nedeljno u trajanju od 60 minuta. Rezultati ove studije ukazuju na pozitivan uticaj programa snage i fleksibilnosti, na simptome depresije i percepciju kvaliteta života povezanog sa zdravljem. Eksperimentalna grupa, kada je fleksibilnost zadnje lože buta u pitanju imala je poboljšanje od 24 % (p=,004). Ovi rezultati pokazuju da, iako fleksibilnost opada sa godinama, može se značajno poboljšati i da postoji direktna veza između fleksibilnosti i funkcionalne nezavisnosti, gde fleksibilnost može doprineti boljem kvalitetu života (Fiaratone, 2004). Kada su simptomi depresije u pitanju, eksperimentalna grupa je imala značajno poboljšanje od 39,9 %, što se može tumačiti jakom vezom između fizičke aktivnosti i depresije. U ovom istraživanju rezultati pokazuju ne postoje značajne korelacije između opšteg zdravlja i treninga snage iz razloga što veza između percepcije zdravlja i stvarnog zdravlja nije uvek pozitivna u korelaciji ili da je početna tačka bila visoka ocena (80 % uzorka je njihovo zdravlje ocenilo kao prosečno ili dobro).

U južnokorejskoj studiji (Yoon et al, 2019) istraživanje je sprovedeno sa ciljem da se utvrde efekti treninga sa opterećenjem i intervalnog treninga na visceralnu mast na skeletnom području mišića, fizički fitness, kognitivne funkcije i mentalno zdravlje starijih žena. U studiji je učestvovalo 30 starijih žena, nasumično raspoređenih u tri grupe: RI grupu, RA grupu i kontrolnu grupu. RI grupa (n=10, starost $64,10 \pm 3,35$ godina) je upražnjavala trening sa opterećenjem i intervalni trening, RA grupa (n = 10, starost $63,20 \pm 2,62$ godina) je upražnjavala trening sa opterećenjem i aerobne vežbe i kontrolna grupa koja je bila bez tretmana (n = 10, starost $63,20 \pm 2,62$ godina). Tretman je trajao dvanaest nedelja, vežbalo se tri puta nedeljno, po sat vremena (30

min vežbanje sa opterećenjem, 30 min intervalni ili aerobni trening). Praćeni su, procenjivani i mereni sledeći parametri, sposobnosti i mere: visina i težina ispitanika, na osnovu koje je izračunat BMI; procenat telesne masti, dobijen putem bioelektrične impedance; biohemijskom analizom krvi obuhvaćeni su ukupni holesterol, lipoprotein holesterola visoke gustine, lipoprotein holesterola niske gustine, trigliceridi, glukoza, nivo hormona rasta, nivo testosterona i nivo proteina IGF-1; test oksidativnog stresa je rađen na automatskom analizatoru (K4500, Kuinton, Bothell, UAS) po Balkeovom (Balke) protokolu na trendmilu (traci); za ispitivanje mišićne funkcije izokinetike kolena korišćen je Biodek sistem-3 (Biodek Co., New York, NY, USA); za mobilnost skočnog zgloba korišćen je goniometar sa anatomskim položajem od 0°; za mišićnu formu povezanu sa zdravljem (fizički fitnes) korišćeni su testovi za procenu jačine mišića gornjih i donjih ekstremiteta (snaga hvata, test ručnog pregiba, ustajanje sa stolice), za kardiorespiratornu izdržljivost (2-minutni step test), za fleksibilnost (test pretklona na stolici, test pokretljivosti ramena), za ravnotežu (stoj na jednoj nozi) i za agilnost (test 2,45 m). Dobijeni rezultati govore da je došlo do povećanja telesne težine kod sve tri grupe ispitanice (RI, RA i kontrolna grupa) u posttestu ($p = ,005$), ali efekat interakcije nije pronađen; indeks telesne mase (BMI) nije pokazivao razliku između grupa i nije bilo efekta interakcije; povećana je količina mišićne snage u gornjim ekstremitetima kod obe trenirajuće grupe (RI i RA) u posttestu ($p = ,001$) i nađeni su efekti interakcije ($p = ,001$); povećana je količina mišićne snage u donjim ekstremitetima kod obe trenirajuće grupe (RI i RA) u posttestu ($p = ,001$) i nađeni su efekti interakcije ($p = ,001$); kod svih testiranih biohemijskih parametara kod sve tri grupe nije pronađena razlika u posttestu, osim kod IGF-1 proteina koji je povećan ($p = ,005$); u 2-minutnom step testu obe grupe su posttestu poboljšale rezultate ($p = ,001$); kod testova fleksibilnosti obe grupe su poboljšale rezultate gornjih ekstremiteta u posttestu ($p = ,005$); u testu agilnosti (2,45m) i testu ravnoteže obe grupe u posttestu su imale bolje rezultate ($p = ,001$); za sve ostale testirane parametre nije bilo razlika u posttestu.

Konseisao i saradnici (Conceicao et al, 2013) su u ovoj studiji proveravali da li trening sa opterećenjem može smanjiti rizik pojave metaboličkog sindroma kod žena nakon menopauze. Nasumično je izabrano dvadeset žena, raspoređenih u eksperimentalnu grupu ($n = 10, 53,40 \pm 3,95$ godina, $64,58 \pm 9,22$ kg) i kontrolnu grupu ($n = 10, 53,0 \pm 5,7$ godina, $64,03 \pm 5,03$ kg). U protokolu treninga sa opterećenjem je izvođeno deset vežbi, sa $3 \times 8-10$ maksimalnih ponavljanja tri puta nedeljno, a opterećenje je povećavano svake nedelje. Analiza varijanse je korišćena kako bi se procenila specifična Z-ocena metaboličkog sindroma, lipoprotein holesterol velike gustine,

nivo glukoze u krvi, trigliceridi, obim struka, krvni pritisak, snaga i telesna kompozicija. Osnovni rezultati su pokazali znatno smanjenje Z-ocene metaboličkog sindroma kada su žene nakon menopauze trenirale sa opterećenjem ($p = 0,0162$). Pored toga, uočen je pad nivoa glukoze u krvi, kod grupe koja je trenirala sa opterećenjem ($p = 0,001$), kao i znatno poboljšanje bezmasne telesne mase ($p = 0,042$, 2,46 %), smanjenje procenta masti u telu ($p = 0,001$, -6,75 %) i primetno povećanje snage mišića nakon treninga sa opterećenjem na presi za noge ($p = 0,004$, 41,29 %) i na klupi za potisak sa grudi ($p = 0,0001$, 27,23 %). Na osnovu rezultata može se zaključiti da trening sa opterećenjem koji se obavlja tri puta nedeljno može smanjiti Z-ocenu metaboličkog sindroma uz istovremeno smanjenje nivoa glukoze u krvi, poboljšanje telesne kompozicije i povećanje snage mišića kod žena koje su prošle period menopauze.

U studiji Rijeping i saradnici (Rieping et al, 2019) cilj je bio da se ispituju efekti programa vežbanja „iz stolice“ na nivo hormona stresa, fizičku kondiciju i funkcionalnu nezavisnost institucionalizovanih starijih žena. Ukupno je angažovano 47 učesnica ($80 \pm 8,04$ godina starosti) i podeljeno u tri različite grupe, prema načinu vežbanja: prvu grupu su činile žene koje su upražnjavale aerobne vežbe iz stolice (AVS, $n = 19$), drugu grupu žene koje su upražnjavale vežbe snage iz stolice uz pomoć elastične trake (VSS, $n = 15$) i treću kontrolnu grupu je činilo 13 žena (KG, $n = 13$). Intervencija 14-nedeljnog vežbanja za prvu i drugu (AVS i VSS) grupu, bila je dva puta nedeljno, ali neuzastopnim danima. Članovi KG nisu učestvovali ni u kakvom vežbanju već su održavali svoj uobičajeni životni stil. Strah od padanja, samostalnost, fizička kondicija, nivoi salivarnog kortizola i alfa-amilaze su procenjivani pre i nakon intervencije. Rezultati su pokazali kod prve (AVS) grupe veću snagu gornjeg i donjeg dela tela, bolju agilnost-dinamički balans i veću samostalnost (funkcionalnu nezavisnost), dok se strah od padanja u znatnoj meri smanjio ($p < 0,05$, umereni uticaj). Obe grupe vežbi su pokazale trend ka povećanju salivarnih nivoa alfa-amilaze (AVS = 43 %, $d = 0,31$, i VSS = 44 %, $d = 0,41$). Na osnovu svega iznetog može se zaključiti da oba programa vežbanja omogućavaju veću funkcionalnu nezavisnost, čak i kod osoba starijih od 80 godina. Preporuka autora je ispitati delotvornost kombinacije aerobnih vežbi i vežbi snage u jedinstveni protokol i dodatno ispitati modulacioni efekat vežbanja u pogledu hormonskih reakcija.

U korejskoj studiji Kwon i saradnika (Kwon et al, 2019), utvrđivala se veza između mišićne mase, snage mišića i fizičkih i kognitivnih funkcija, te su se ispitivali efekti vežbanja sa Theraband® trakom na varijable povezane sa sarkopenijom kod starije populacije. Uzorak

ispitanica je činilo ukupno 28 starijih žena (starost: $69,90 \pm 0,8$ godina), od kojih je 15 vežbalo sa elastičnom trakom jedan sat dnevno, dva puta nedeljno, osam nedelja. Obavljena je korelaciona analiza kako bi se otkrile veze između telesne kompozicije, pokazatelja skeletne mišićne mase, jačine stiska šake i fizičkih i kognitivnih funkcija. Sve varijable su procenjene na početku i nakon vežbanja. Rezultati su pokazali da je skeletna mišićna masa bila u velikoj meri povezana sa jačinom stiska i fizičkom funkcijom. Brzina hodanja je pokazivala pozitivnu korelaciju sa jačinom stiska i fizičkom funkcijom, ali ne i sa kognitivnom funkcijom. Vežbanje pomoću Theraband® trake je znatno povećalo brzinu hodanja i fizičku funkciju. Na osnovu dobijenih podataka može se zaključiti da je skeletna mišićna masa u značajnoj korelaciji sa jačinom stiska i fizičkom funkcijom i da osam nedelja vežbanja sa elastičnom Theraband® trakom povoljno utiče na sarkopeniju, time što unapređuje brzinu hodanja i mobilnost kod starijih žena.

Cilj studije Cunha i saradnika (Cunha et al, 2020) bio je da se uporede efekti između jedne serije i više serija vežbanja u treningu sa opterećenjem (RT) na snagu mišića, mišićnu masu, kvalitet mišića (MQ) i insulin sličan faktor rasta 1 (IGF-1) kod zdravih starijih žena koje ne vežbaju. Šezdeset dve starije žene ($n=62$) su nasumično podeljene u 3 različite grupe: SS grupu sa jednom serijom (SS, $n = 21$), MS grupu sa više serija (MS, $n = 20$) i kontrolnu grupa bez vežbanja (CG, $n = 21$). Obe grupe koje su vežbale su trenirale su 12 nedelja, koristeći 8 vežbi sa maksimalno 10–15 ponavljanja za svaku vežbu. SS grupa je obavljala samo jednu seriju po vežbi, dok je MS grupa obavljala 3 serije. Antropometrija, snaga mišića (1RM), bezmasno meko tkivo (LST) i kvalitet mišića (MQ) gornjih udova (UL) i donjih udova (LL) kao i IGF-1 su mereni pre i posle treninga. Obe grupe koje su vežbale su pokazale znatno povećanje UL 1RM nakon vežbanja u odnosu na situaciju pre vežbanja (SS: 37,1 %, MS: 27,3 %, CG: 23,0 %), LL 1RM (SS: 16,3 %, MS: 21,7 %, CG: 20,7 %), ULLST (SS: 7,8 %, MS: 8,8 %, CG: 21,1 %), LLLST (SS: 5,6 %, MS: 6,3 %, CG: 20,8 %), kvalitet mišića gornjih udova (SS: 25,2 %, MS: 16,7 %, CG: 20,2 %), kvalitet mišića donjih udova (SS: 10,5 %, MS: 15,4 %, CG: 23,5 %), i IGF-1 (SS: +7,1 %, MS: +10,1 %, CG: 22,2 %). Zaključak je da i SS i MS dovode do sličnog povećanja snage mišića, LST i MQ gornjih i donjih udova, kao i IGF-1 nakon 12 nedelja RT kod starijih žena koje nisu vežbale ranije. Rezultati ukazuju na to da je bez obzira na broj serija, RT u ranim fazama delotvoran u pogledu poboljšanja mišićnih ishoda u ovoj populaciji.

U svom preglednom članku Zapo i Alegre (Csapo & Alegre, 2016) upoređivali su efikasnost programa vežbanja sa velikim (~80 % od maksimuma prilikom jednog ponavljanja, 1RM) u odnosu na malo-umereno opterećenje (~45 % 1RM) u treningu sa otporom (RT) kod starijih osoba na rast snage i hipertrofije skeletnih mišića. Kako bi se procenila uloga obima vežbanja, studije kod kojih su protokoli vežbanja usaglašeni u pogledu mehaničkog rada su nezavisno analizirane. Kod svih obuhvaćenih 15 studija (448 ispitanika, starost 67,8 godina), prilikom poređenja velikih sa malim-umerenim opterećenjima, utvrđeno je da su povećanja snage bila veća nakon treninga sa otporom, sa višim intenzitetima opterećenja, uz rezultujući ukupan uticaj na populaciju na nivou od $\eta^2 = 0,430$ ($p = 0,060$). Veličine efekata su bile znatno manje kod “radno usaglašeni” studija $\eta^2 = 0,297$ ($p = 0,003$). Vežbanje sa višim opterećenjima je takođe izazvalo veći granični rast veličine mišića, iako je stepen hipertrofije mišića izazvane vežbanjem generalno bio nizak ($0,056 < \eta^2 < 0,136$). Da zaključimo, ukoliko se obavi dovoljan broj ponavljanja, trening sa otporom sa nižim intenzitetima opterećenja u odnosu na tradicionalno preporučene, može biti dovoljno da dovede do znatnog povećanja snage mišića kod starijih.

U studiji Hofmana i saradnika (Hofmann et al, 2016) cilj je bio da se ispituju uticaji vežbanja sa elastičnim trakama i nutricionere suplementacije na cirkulacioni rast mišića i faktore degradacije, fizičke performanse i kvalitet mišića (MQ) kod starijih osoba koje su smeštene u ustanovama za negu starijih lica. Uzorak ispitanika je činilo, 91 žena, starosti 83,6 (65,0–92,2) godina, nasumično podeljenih u jednu od tri intervencijske grupe (RT, vežbanje sa opterećenjem; RTS, vežbanje sa opterećenjem plus nutricionere suplementacija; CT, kognitivni trening). Nivoi mistatina, aktivina A, folistatina, IGF-1 i GDF-15, kao i MQ i funkcionalni parametri, su ispitani na početku kao i nakon 3 i nakon 6 meseci od intervencije. MQ donjih ekstremiteta se znatno smanjio u grupi RT (+14 %) i kod grupe RTS (+12 %) posle 6 meseci. Poboljšane performanse kod RT i RTS grupe za test ustajanja sa stolice (RT: +18 %; RTS: +15 %). Folistatin je porastao samo u RT grupi (+18 %) u poslednjoj fazi intervencije, praćen smanjenjem odnosa aktivin A-folistatin (–7 %). Nivoi IGF-1, mistatina i GDF-15 nisu bili pogođeni intervencijom. Na kraju se može zaključiti da podaci potvrđuju da trening snage poboljšava fizičke performanse i MQ (kvalitet mišića) čak i kod veoma starih žena koje su smeštene u ustanovama za negu o starijim licima.

Cilj istraživanja Liaoa i saradnika (Liao et al, 2018) bio je da ispita uticaj vežbanja sa opterećenjem (elastična traka - ERT) na mišićnu masu i fizičku funkciju kod starijih žena sa sarkopenijom i gojaznošću. Sprovedeno je randomizirano kontrolno probno testiranje zajedno sa analizom namera-tretman. Ukupno 56 žena (srednja vrednost \pm SD, starosti $67,3 \pm 5,1$ godina) je nasumično dodeljeno eksperimentalnoj grupi kod koje se primenjuje 12 nedelja ERT-a treninga sa elastičnim trakama, i kontrolnoj grupi kod koje nije postojala intervencija vežbanjem. Bezmasna telesna masa (merena pomoću rendgenskog apsorpciometra dvostruke energije), fizički kapacitet (procenjen primenom ocene globalnog fizičkog kapaciteta) i kratki upitnik sa 36 stavki (SF 36) su procenjeni i obavljeni prilikom početnog pregleda (T0), kao i na kontrolnim pregledima nakon 3 meseca (T1) i nakon 9 meseci (T2). U trenutku T1 i T2, razlika između grupa je merena za ukupnu skeletnu masu u odnosu na T0, kada je utvrđena prosečna razlika od 0,70 kg (95% CI 0,12–1,28; $P < 0,05$) i 0,72 kg (95% CI 0,21–1,23; $P < 0,01$), respektivno. Slični rezultati su dobijeni za kvalitet mišića, fizički kapacitet i ishode fizičke funkcije. ERT (trening snage sa elastičnim trakama) je pokazao značajan korisni uticaj na mišićnu masu, kvalitet mišića i fizičku funkciju kod starijih žena sa sarkopenijom i gojaznošću.

U svom istraživanju Oesen i saradnici (Oesen et al, 2015) procenjivali su uticaj vežbanja sa opterećenjem sa elastičnom trakom u kombinaciji sa suplementacijom nutrijenata na snagu mišića i sposobnost obavljanja svakodnevnih aktivnosti vezanih za mobilnost kod starijih osoba koje su smeštene u ustanovama za negu starijih lica. Uzorak je činilo stosedamnaest starijih osoba (14 muškaraca (12 %) i 103 žene (88 %)), starosti od 65 do 97 godina (prosečna starost: $82,8 \pm 6,0$), sa ocenom pregleda mini-mentalnog stanja ≥ 23 i bez hroničnih bolesti koje bi predstavljale medicinsku kontraindikaciju za terapiju vežbanjem. Učesnici su nasumično podeljeni, u tri različite grupe: u grupu gde su ispitanici vežbali sa opterećenjem (RT), grupu gde su ispitanici vežbali sa opterećenjem u kombinaciji sa suplementacijom nutrijenata (RTS) i grupu gde su ispitanici upražnjavali kognitivni trening (CT). Svi tretmani su izvođeni dva puta nedeljno u trajanju od 6 meseci. Trening sa opterećenjem (RT) je projektovan tako da angažuje sve najveće grupe mišića pomoću elastične trake. Nutritivni suplementi (bogat proteinima, vitaminima D, B2, B12) su podeljeni svakog jutra kao i nakon RT treninga. Baterija testova motoričkih sposobnosti i funkcionalni test su obavljani pre, nakon 3 meseca i konačno nakon 6 meseci od tretmana. Ovi testovi su obuhvatili merenja izokinetičkog momenta ekstenzora i fleksora kolena u koncentričnom režimu pri 60 i 120°/s, izometrijsku jačinu stiska šake, test podizanja ruke kod starih lica, test

ustajanja iz stolice, maksimalnu brzinu hodanja i 6-minutni test hodanja. Korišćenjem ANOVA analize za ponovljena merenja dobijena su znatna unapređenja fizičke funkcije donjih ($p = 0,002$) i gornjih ekstremiteta ($p = 0,006$) za RT i/ili RTS u poređenju sa CT grupom. Za izokinetička merenja, 6-minutni test hodanja i brzinu hodanja, uticaji na vreme ($p < 0,05$) su zabeleženi bez bilo kakvih efekata interakcije grupa \times vreme. Odustali učesnici su prikazali slabije performanse u testu ustajanja iz stolice ($p = 0,012$), 6-minutnom testu hodanja ($p = 0,003$) i brzine hodanja ($p = 0,013$) na početku, u odnosu na one koji su uspešno završili studiju. Šest meseci vežbanja sa opterećenjem niskog intenziteta uz upotrebu elastičnih traka i sopstvene telesne težine je bezbedno i korisno za poboljšanje funkcionalnih performansi kod starijih osoba smeštenih u ustanovama za negu starih lica. Suplementacija više nutrijenata nije omogućila dodatne koristi u pogledu efekata treninga sa opterećenjem (RT) na unapređenje mišićnih performansi.

Ribeiro i saradnici (Ribeiro et al, 2016) u svom istraživanju su upoređivali uticaj (RT) treninga sa opterećenjem u vidu piramidalnog (PR) i tradicionalnog (TD) sistema treninga sa uzastopnim serijama na kvalitet mišića i metaboličke biomarkere kod starijih žena. Uzorak ispitanika je činilo dvadesetpet (fizički samostalnih) starijih žena ($67,6 \pm 5,1$ godina, $65,9 \pm 11,1$ kg, $154,7 \pm 5,8$ cm). Sve ispitanice su prošle program treninga sa opterećenjem (RT) u vidu TD i PR sistema treninga uz balansirani ukršteni (crossover) dizajn. Merenja kvaliteta mišića, serumskih nivoa C-reaktivnog proteina (CRP), glukoze (GLU), ukupnog holesterola, lipoproteina visoke gustine (HDL-C), lipoproteina niske gustine (LDL-C) i triglicerida (TG) su obavljena u različitim momentima. TD program se sastojao od 3 serije sa 8-12 maksimalnih ponavljanja (RM) sa konstantnom težinom za 3 serije, dok se PR trening sastojao od 3 serije sa 12/10/8 RM uz inkrementalno povećanje težine za svaku seriju. Trening je obavljen u 2 faze od po 8 nedelja, uz 12-nedeljni period pauze između faza. Značajna ($P < 0,05$) poboljšanja su zabeležena kod obe grupe u pogledu kvaliteta mišića (TD = +8,6% u odnosu na PR = +6,8%), GLU (TD = -4,5% u odnosu na PR = -1,9%), TG (TD = -18,0% u odnosu na PR = -11,7%), HDL-C (TD = +10,6 u odnosu na PR = +7,8%), LDL-C (TD = -23,3% u odnosu na PR = -21,0%) i CRP (TD = -19,4% u odnosu na PR = -14,3%) bez razlika između sistema treninga. Ovi rezultati ukazuju na to da trening sa opterećenjem (RT) poboljšava kvalitet mišića i metaboličke biomarkere kod starijih žena nezavisno od sistema treninga.

U studiji Kimura i saradnika (Kimura et al, 2010), autori su ispitivali delotvornost treninga snage dva puta nedeljno u trajanju od 12 nedelja na poboljšanje kvaliteta života povezanog sa zdravljem (HRQOL) i izvršne kognitivne funkcije. Studija je obavljena u formi jednostruke randomizirane kontrolne probe uz obavljanje procena pre i nakon intervencije. HRQOL i izvršna funkcija su procenjivane primenom SF-36 ankete zdravstvenog stanja i kompjuterizovane neuro-kognitivne procene koja je koristila probne testove vremena reakcije prebacivanja sa zadatka na zadatak (task-switch). Uzorak ispitanika je činilo 119 učesnika starosti >65 godina, randomiziranih u neku od klasa treninga snage (n=65) ili zdravstvene edukacije (kontrola, n=54). Program treninga snage je projektovan tako da ojača velike grupe mišića koje su najvažnije za funkcionalne aktivnosti i unapredi balans/ravnotežu. Analizirani su efekti tretmana na osam dimenzija SF-36 u kontrolnoj i trening grupi. Samo skala mentalnog zdravlja kod SF-36 je bila značajno poboljšana kod trening grupe u odnosu na kontrolnu nakon 12 nedelja.

Harldstad i saradnici (Haraldstad et al, 2017) su u svojoj studiji želeli da dokažu promene kvaliteta života povezanog sa zdravljem (HRQOL) kod starijih muškaraca koji su učestvovali u 12-nedeljnom sistemskom treningu snage i da ispituju da li je povećanje snage mišića i mišićne mase povezano sa poboljšanjem (HRQOL). Uzorak je činilo 49 muškaraca, starosti 60–81 godinu, koji su učestvovali u studiji uz procenu stanja pre i posle tretmana. Učesnici su obavili 12-nedeljni program treninga snage koji se sastojao od tri treninga nedeljno. Testovi i merenja su bila usmerena na procenu promene HRQOL-a i promene u fizičkim performansama (maksimalna snaga) i fiziološkim karakteristikama. HRQOL je izmeren primenom kratke ankete SF-12. Mišićna masa je procenjena na osnovu promena bezmasne telesne mase (noge, trup, ruke i ukupno), a snaga je merena u okviru jednog maksimalnog ponavljanja prilikom vežbi ekstenzije noge, potisak nogom i biceps pregib.

Dve od osam SF-12 ocena za HRQOL, fizičko i opšte zdravlje i ocene zbira fizičkih komponenti, znatno su se povećale tokom perioda tretmana. Utvrđene su male važne pozitivne korelacije između unapređenja mišićne snage i bolje fizičke i socijalne funkcije. Pored toga, zabeleženo je značajno povećanje ukupne mišićne mase tokom perioda intervencije. Pozitivni rezultat je to što nalazi iz ove studije ukazuju na to da sistemski trening snage predstavlja korisnu intervenciju za poboljšanje kvaliteta života povezanog sa zdravljem (HRQOL-a), snage mišića i mišićne mase kod starijih muškaraca.

3.0. PROBLEM, PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja predstavlja trening snage malog opterećenja institucionalizovanih žena treće životne dobi.

Predmet istraživanja su fizička forma, biomarkeri zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi.

Generalni cilj istraživanja jeste utvrditi efekte 12-nedeljnog treninga snage malog opterećenja na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi.

Parcijalni cilj istraživanja jeste utvrditi razliku u efektima 12-nedeljnog treninga snage malog opterećenja sprovedenog dva puta nedeljno i treninga snage malog opterećenja sprovedenog tri puta nedeljno na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi.

4.0. OSNOVNE HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Generalna hipoteza ovog istraživanja je:

H_0 – Postoje značajni efekti primene treninga snage malog opterećenja na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi.

Parcijalna hipoteza ovog istraživanja je:

H_1 - Postoje značajne razlike u efektima treninga snage malog opterećenja sprovedenog 3 puta nedeljno u odnosu na trening snage malog opterećenja sprovedenog 2 puta nedeljno na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi.

5.0. METOD RADA

Tokom ovog istraživanja realizovana su dva eksperimentalna postupka. Sve ispitanice dobrovoljno su učestvovala u oba istraživanja, a pre samog učešća bile su informisane o dinamici i zahtevima istraživanja i potpisali su informisani pristanak. Studije su sprovedene u skladu sa svim etičkim protokolima i odobrenjima, i u skladu s Helsinškom deklaracijom.

5.1. UZORAK ISPITANIKA

U prvom eksperimentu uzorak ispitanica je činilo 168 osoba ženskog pola, starih 65 i više godina starosti sa teritorije AP Vojvodine iz šest gerontoloških centara: iz Novog Sada, Rume, Bačke Palanke, Subotice, Sombora i Zrenjanina. Ispitanice su podeljene u dve grupe, eksperimentalnu (n=86) i kontrolnu grupu (n=82). Eksperimentalni tretman sproveden je u prvoj polovini 2018. godine, gde su ispitanice iz eksperimentalne grupe podvrgnute 12-nedeljnom programiranom treningu snage sa elastičnim trakama, dok je kontrolna grupa sprovodila samo svoje uobičajene dnevne aktivnosti. Takođe, sve ispitanice su podvrgnute testiranju pre i nakon završenog dvanaestonedeljnog tretmana.

U drugom eksperimentu uzorak ispitanica je činila 82 osobe ženskog pola, starih 65 i više godina starosti sa teritorije AP Vojvodine iz šest gerontoloških centara, iz Novog Sada, Rume, Bačke Palanke, Subotice, Sombora i Zrenjanina, podeljenih u 2 eksperimentalne grupe (e1=41) i (e2=41). Prva eksperimentalna grupa je učestvovala u programiranom treningu snage sprovedenom dva puta nedeljno, a druga eksperimentalna grupa je učestvovala u programiranom treningu snage sprovedenom tri puta nedeljno. Eksperimentalni tretman sproveden je u prvoj polovini 2019. godine. Takođe, sve ispitanice su podvrgnute testiranju pre i nakon završenog dvanaestonedeljnog tretmana.

5.2. UZORAK MERNIH INSTRUMENATA

Za potrebe ovog istraživanja, a na osnovu postavljenog problema, predmeta i cilja rada, korišćena je baterija testova koja se sastoji iz:

1) Antropometrijskih mera:

- Telesna visina (cm)

Opis: telesna visina meri se antropometrom po Martin-u. Pri merenju, ispitanik/-ca je obavezno bos, stoji u uspravnom stavu na čvrstoj vodoravnoj podlozi. Glava ispitanika/-ca treba da je u takvom položaju da frankfurtska ravan bude horizontalna. Ispitanik/-ca ispravlja leđa koliko je moguće, a stopala su sastavljena. Ispitivač stoji s leve strane ispitanika i kontroliše da li je antropometar postavljen neposredno duž zadnje strane tela i vertikalno, a zatim spušta metalni prsten-klizač da horizontalna prečka dođe na glavu (teme) ispitanika/-ce. Tada pročita rezultat u visini gornje stranice trouglog proreza prstena-klizača. Rezultat se čita sa tačnošću od 0,1 cm.

- Telesna težina (kg)

Opis: telesna težina meri se vagom postavljenom na horizontalnu podlogu. Ispitanik/ca, bos/a, stane na sredinu vage i mirno stoji u uspravnom stavu. Kada se kazaljka na vagi umiri, rezultat se čita sa tačnošću od 0,5 kg (zaokružuje se na nižu vrednost).

- Indeks telesne mase (BMI)

Opis: Indeks telesne mase (ITM) ili na engleskom Body Mass Index (BMI) je broj koji mnogo toga može reći o zdravlju. To je odnos između telesne težine i telesne visine, a pokazatelj je stepena uhranjenosti. Takođe, važan je faktor utvrđivanja zdravstvenog rizika kod odraslih osoba. ITM ili BMI se računa se tako što se telesna težina osobe u kilogramima podeli sa kvadratom telesne visine u metrima. Matematička formula za izračunavanje Indeksa telesne mase je:

$$\text{BMI} = \text{Telesna Težina (kg)} / \text{Telesna Visina (m}^2\text{)}$$

Cilj: Procena telesne težine u odnosu na visinu zbog značaja regulisanja težine radi funkcionalne pokretljivosti.



Slika 2. Merenje telesne visine i telesne težine i BMI-a

2) Motoričkih testova (Modifikovan Senior fitness test):

Senior fitness test (SFT) je široko rasprostranjena standardizovana i sigurna procena za obezbeđivanje informacija o fizičkoj formi kod starih ljudi (Rikli i Jones, 2001; DiBrezza et al, 2005; Toraman & Yildirim, 2010). Fizička forma je multidimenzionalni koncept, a SFT je dizajniran za procenu osnovnih fizičkih parametara povezanih sa funkcionalnom pokretljivošću kao što su: mišićna snaga, kardiorespiratorna izdržljivost, fleksibilnost, ravnoteža i agilnost/pokretljivost (Rikli i Jones, 1999). Rezultati SFT kreiraju profil ovih glavnih komponenti forme koje su povezane sa nezavisnim funkcionisanjem (Rikli i Jones, 2001).

- Test ustajanja sa stolice 30 sekundi

Opis: Ispitanik/-ca je u sedećem položaju na stolici sa prekrštenim rukama na grudima. Ispitivač stoji bočno (sa leve ili desne strane) od ispitanika i meri broj potpunih ustajanja iz sedećeg položaja koji može da se uradi za 30 sekundi sa rukama prekrštenim na grudima.

Cilj: Procena snage donjeg dela tela neophodne za obavljanje brojnih zadataka kao što su korišćenje stepenica, pešačenje i ustajanje sa stolice ili iz kade i automobila (veća sposobnost u izvođenju ove vežbe može da smanji rizik od pada).



Slika 3. Test ustajanja sa stolice (30 s)

- Test pregiba podlaktice sa 2,5 kg opterećenja

Opis: Ispitanik/-ca je u sedećem položaju na stolici, jedna ruka je opuštena pored tela, dok u drugoj ruci drži teg sa 2,5 kg opterećenja. Ispitivač stoji bočno od ispitanika (sa leve ili desne strane) i meri broj pregiba bicepsa koji mogu da se izvedu za 30 sekundi sa ručnim tegom u ruci – težine 2,5 kg.

Cilj: Procena snage gornjeg dela tela neophodne za obavljanje kućnih i drugih aktivnosti koje obuhvataju podizanje i nošenje stvari kao što su namirnice, koferi i unučići.



Slika 4. Test pregiba podlaktice (2,5kg opterećenje)

- 2 minutni Step test

Opis: Ispitanik/-ca je u stojećem stavu bočno pored stolice. Ispitivač stoji ispred ispitanika i meri broj kompletnih koračaja koji se urade za 2 minuta sa podizanjem kolena do visine na sredini između patele (čšašice kolena) i grebena bedrene kosti (gornja kost kuka); rezultat predstavlja broj koraka desnom nogom (svaki drugi korak) do zadate visine.

Cilj: Procena aerobne izdržljivosti – važne za pešačenje, korišćenje stepenica, kupovinu, razgledanje na odmoru i tako dalje.



Slika 5. 2-minutni step test

- Test pretklon trupa na stolici

Opis: Ispitanik/-ca je u sedećem položaju na stolici. Iz sedećeg položaja na stolici sa ispruženom nogom i rukama koje se pružaju prema nožnim prstima, ispitanik pokušava da ostvari što bolji rezultat, dok ispitivač meri rastojanje u centimetrima (plus ili minus) između ispruženih prstiju na rukama i vrhova nožnih prstiju.

Cilj: Procena fleksibilnosti donjih ekstremiteta koja je važna za dobro držanje tela, normalan hod i razne zadatke pokretljivosti kao što su ulaženje i izlaženje u kadu ili automobil.



Slika 6. Test pretklon trupa na stolici

- Test pokretljivosti ruku i ramena

Opis: Ispitanik/-ca je stojećem stavu sa jednom rukom prebačenom preko ramena, a drugom savijenom do sredine leđa. Ispitivač meri rastojanje u centimetrima između opruženog srednjeg prsta obe ruke (plus ili minus).

Cilj: Procena pokretljivosti gornjih ekstremiteta (ramena) koja je važna za zadatke kao što su češljanje, navlačenje odeće preko glave i dohvatanje sigurnosnog pojasa.



Slika 7. Test pokretljivosti ruku i ramena

- Test „Ustani i vrati se“

Opis: Ispitanik/-ca je u sedećem položaju na stolici. Na dogovoren signal, ispitanik/-ca ustaje sa stolice i kreće u izvršavanje zadatka. Ispitivač meri vreme u sekundama potrebno da se ustane iz sedećeg položaja, pređe 2,5 metra, okrene i vrati u sedeći položaj.

Cilj: Procena agilnosti i dinamičke ravnoteže važne na zadacima koji zahtevaju brzo manevrisanje kao što je blagovremeni izlazak iz autobusa, ustajanje radi obavljanja nekog posla u kuhinji, odlaska do kupatila ili javljanja na telefon.



Slika 8. Test „Ustani i vrati se“ (Test 2,54 m)

- Test stiska šake – cilj proceniti snagu stiska obe šake

Opis: Dinamometar postaviti tako da drugi zglobovi prstiju bude savijen kako bi se obuhvatila drška. Ispitanik/ca drži dinamometar paralelno sa telom, koji mora biti nuliran pre testiranja. Test se može izvršiti i sa savijenim laktom pod uglom od 90°, takođe je moguće da ispitanik/ca ispruži ruku ukoliko mu taj položaj više odgovara.

3) Biohemijskih testovi (analiza šećera u krvi i lipidnog statusa):

- Glukoza (mmol/l)

Normalna vrednost u krvi je od 3,4 do 6,1 mmol/l

- Trigliceridi (mmol/l)

Normalna vrednost u krvi je do 1,7 mmol/l

- Holesterol (mmol/l)

Normalna vrednost u krvi je od 2,4 do 5,1 mmol/l

- HDL (mmol/l)

Normalna vrednost u krvi je do 1,5 mmol/l

- LDL (mmol/l)

Normalna vrednost u krvi je do 4,5 mmol/l

Opis: Krv je ispitanicima vađena dva puta (pre početka trenažnog procesa – pre prvog treninga i nakon završetka trenažnog procesa – nakon poslednjeg treninga; inicijalno-finalno merenje) od strane kvalifikovanih tehničara iz Doma zdravlja u Novom Sadu u matičnim gerontološkim centrima, pre jela u ranim jutarnjim časovima između 7 i 9 časova. Posle uzorkovanja krvi u vakuetu (koja služi za određivanje biohemijskih analiza), ista se (nakon stajanja na sobnoj temperaturi), stavlja u centrifugu. Centrifugira se 10 minuta na 3000 obrtaja da bi se odvojio serum. Iz seruma se potom određuju, na automatskom biohemijskom aparatu, (marke MINDRAY BS 800), koncentracija šećera u krvi, holesterol, hdl-holesterol, ldl-holesterol, trigliceridi. Za određivanje koncentracije šećera u krvi (glukoza) korišćen je komercijalni reagens Mindray-Glucose KIT (HK-Method); za određivanje triglicerida korišćen je komercijalni reagens Mindray Triglicerydes KIT (GPO-POD-Method) za određivanje ukupnog holesterola korišćen je komercijalni reagens Mindray Total Colesterol KIT (CHOD-POD-Method); za određivanje HDL holesterola korišćen je precipitirajući reagens sa fosfovolframatom i magnezijum hloridom; ostali parametri su dobijeni izračunavanjem po Fridvoldovoj (Friedwald) formuli.

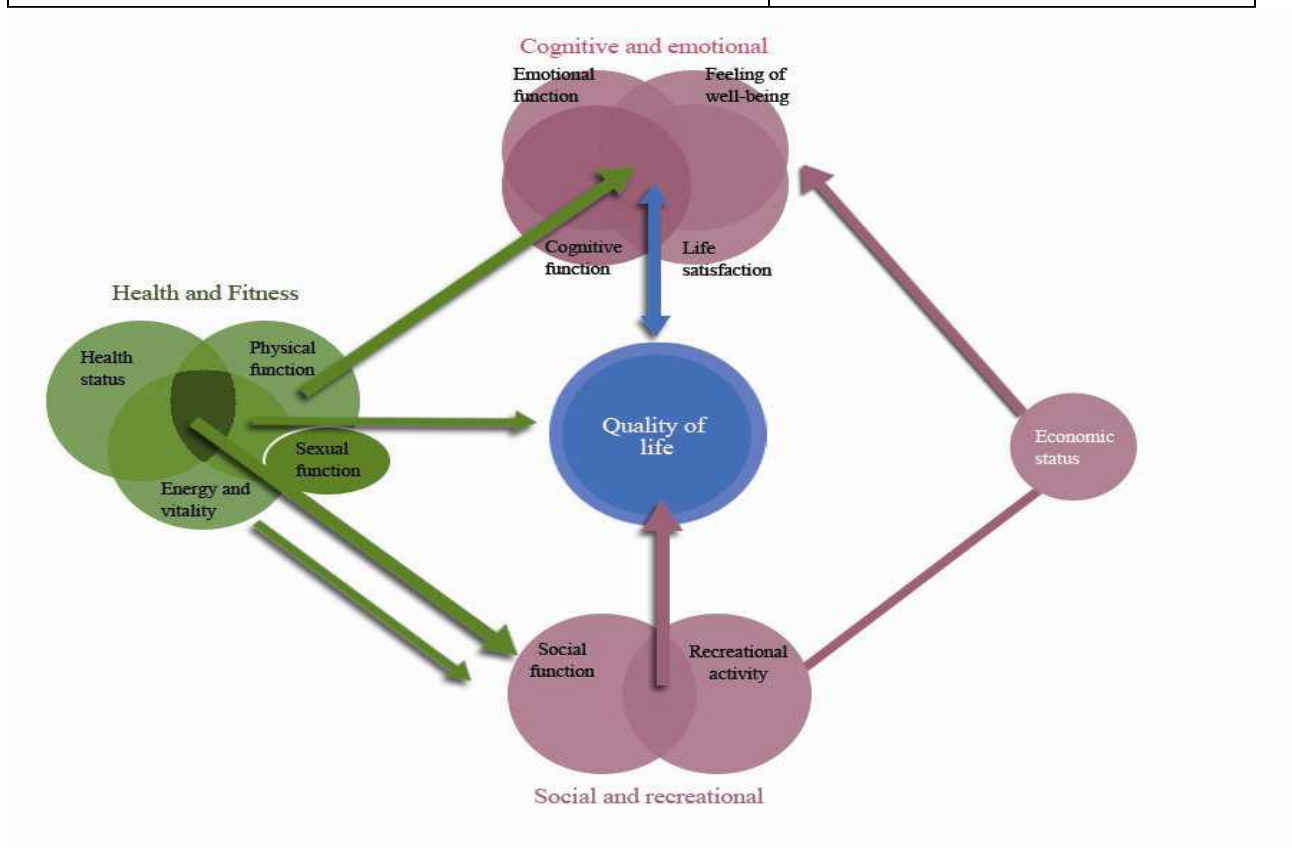
4) Upitnik za procenu kvaliteta života povezanog sa zdravljem:

- SF 36

Najšire korišćen i veoma validan instrument za procenu kvaliteta života sa generičkog aspekta je Upitnik kratke forme SF-36, koji ispituje medicinske ishode i ima 36 pitanja (engl. Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey). Kao generički indeks zdravstvenog statusa ovaj upitnik daje dva sumirana skora (fizičko i mentalno zdravlje) od kojih svaki ima četiri individualne skale. Sumirani skor fizičkog zdravlja uključuje fizičko funkcionisanje (engl. skraćénica PF – physical functioning), uloge fizičke funkcije, telesnu vitalnost, uloge emotivne funkcije, socijalne funkcije i emocionalno zdravlje. Sumirani skor mentalnog zdravlja (engl. skraćénica MH – mental health) uključuje vitalnost, uloge emotivne funkcije, socijalne funkcije i emocionalno zdravlje.

Upitnik SF-36 predstavlja teorijski utemeljenu i naučno proverenu operacionalizaciju dve generalne komponente koje opisuju koncept zdravlja – fizičko zdravlje i mentalno zdravlje koje se uopšteno manifestuju kao: funkcionisanje i blagostanje (Ware, JE., SF-36, Health Survey Update. 2009, SF-36.org: Lincoln, RI. <http://www.sf-36.org>).

<ul style="list-style-type: none"> • Fizičko funkcionisanje (PF, physical functioning) • Ograničenje zbog fizičkih poteškoća (RP, role limitation due to physical problems) • Telesni bolovi (BP, Body pain) • Percepcija opšteg zdravlja (GH, general health perception) 	<p>FIZIČKO ZDRAVLJE (PH)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Vitalnost i energija (VT, vitality/energy) • Socijalno funkcionisanje (SF, social functioning) • Ograničenje zbog emocionalnih poteškoća (RE, role limitation due to emotional problems) • Psihičko zdravlje (MH, mental health) 	<p>MENTALNO ZDRAVLJE (MH)</p>



Slika 9. Komponente kvaliteta života Jones & Rose

5.3. OPIS EKSPERIMENTA I USLOVI

Doktorska disertacija se sastoji od dva nezavisna eksperimenta, sprovedenih u okviru dva kratkoročna jednogodišnja projekta Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Novom Sadu. Prvi eksperimentalni tretman realizovan je u prvoj polovini 2018. godine. Šest gerijatrijskih centara (Zrenjanin, Sombor, Subotica, Bačka Palanka, Ruma i Novi Sad) je izabrano za učestvovanje u studiji na osnovu njihove želje za saradnjom na ovom i sličnim projektima. U svakoj ustanovi održano je uvodno predavanje gde su objašnjeni ciljevi, značaj, testovne procedure, kao i eksperimentalni tretman koji će se sprovoditi i generalni značaj i pozitivni efekti koje trening snage ima na ovoj populaciji stanovništva. Posle sastanka, ženski rezidenti gerijatrijskih centara su se odlučivali da li žele da učestvuju u studiji, a one žene koje su se prijavile imale su medicinski pregled. Medicinski pregledi su se obavljali i narednog dana nakon predavanja za svaku pojedinačnu instituciju. Od 238 ispitanica koje su želele da učestvuju u studiji, 40 je isključeno zbog zdravstvenog stanja (ortopedski, neurološki, reumatološki ili kardiovaskularni problem) ili zbog učestvovanja u programiranim fizičkim aktivnostima u prethodne 2 godine. Još 18 osoba je izgubilo interes za učestvovanjem u studiji nakon detaljnog objašnjenja. Konačno, ukupno 180 osoba je potpisalo informisani pristanak i podeljeno je u dve grupe po 90 ispitanika, identičnih po godinama. U nedelji nakon medicinskih pregleda, ispitanice su podvrgnute testovnim procedurama, sa jednom familijarizujućom sesijom sprovedenom 48 sati pre testiranja. Testiranja su sprovedena u ranim jutarnjim satima (7.30 pre podne), počinjala su sa uzorkovanjem krvi, a zatim su vršena antropometrijska merenja, (Tanita model BF-350), prema standardnim protokolima (Colado & Triplett, 2008). Nakon 45 minuta odmora, za doručak i uzimanje lekova po potrebi, urađeni su testovi za procenu funkcionalnih sposobnosti starijih osoba prema Senior fitness test bateriji (Rikli & Jones, 2013) uz dodatak testa stiska šake. Konačno, nakon završenih testiranja funkcionalnih sposobnosti ispitanice su popunjavale i SF-36 upitnik, skraćenu verziju, kako bi se dobili podaci o kvalitetu života. Nakon 12-nedeljnog programa treninga snage, sve ispitanice su podvrgnute identičnom testiranju još jednom. Trening snage u trajanju od 12 nedelja primenjen je na eksperimentalnoj grupi ispitanica, dok je kontrolna grupa sprovodila samo svoje uobičajene dnevne rutine koje su se sastojale od igranja karti, šaha, čitanja, radionica pravljenja sitnijih odevnih predmeta i slično. Sve ispitanice kao i njihovi pazitelji su savetovani da se zadrži redovna dnevna rutina svih ispitanica uključenih u studiju, kako sa aspekta fizičke aktivnosti tako i sa aspekta ishrane i suplementacije. Ista grupa obučenih merilaca sa istom opremom i

metodologijom testiranja je sproveda oba testiranja. Testovne procedure su sprovedene u uslovnim prostorijama u gerijatrijskim centrima, sa temperaturom od $22 \pm 0.1^\circ \text{C}$ u toku iste nedelje za sve ispitanice i za prvo i za drugo testiranje. Merioci nisu bili upoznati sa time koga testiraju i bili su adekvatno obučeni za sprovođenje testiranja (3 grupe po 5). Ukupno 168 ispitanica je završilo studiju (eksperimentalna grupa: $n=86$; god: $75,7 \pm 8,9$; TV: $161,1 \pm 6,4$; TM: $71,3 \pm 12,2$; kontrolna grupa: $n=82$; god $74,5 \pm 8,2$; TV: $159,1 \pm 6,3$; TM: $69,9 \pm 11,8$) i njihovi rezultati su uključeni u dalju analizu. Studija je organizovana u periodu mart - maj 2018. godine i odobrena je od strane etičkog komiteta Univerziteta.

Drugo istraživanje je sprovedeno u prvoj polovini 2019. (mart-maj) godine i takođe se sastojalo od 2 grupe ispitanica, prve eksperimentalne grupe koja je učestvovala u programiranom treningu snage sprovedenom 2 puta nedeljno ($n=41$; god: $75,7 \pm 8,9$; TV: $160,2 \pm 5,6$; TM: $70,8 \pm 12,3$) i druge eksperimentalne grupe koja je učestvovala u programiranom treningu snage sprovedenom 3 puta nedeljno ($n=41$; god: $74,5 \pm 8,2$; TV: $162,4 \pm 6,3$; TM: $72,3 \pm 11,6$). Eksperimentalni tretman je i u ovoj studiji trajao 12 nedelja i sastojao se od identičnih vežbi snage u stolicama i sa elastičnim trakama za obe grupe ispitanica, i sa praktično istom metodologijom treninga kao u prvoj studiji, a jedina je razlika bila u obimu treninga. Sve ispitanice pre početka eksperimentalnog tretmana detaljno su obavestene o toku i dinamici istraživanja i njihovog angažovanja. Dalje, sve ispitanice su rezidenti staračkih domova u gradovima gde žive, pa je stoga moguće pretpostaviti da vode ustaljeni način života tokom godine čime se povećava logička validnost eksperimenta. Glavni istraživači, koordinator i merioci su kvalifikovani stručnjaci, profesori i asistenti sa Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja u Novom Sadu, lekari sa Medicinskog fakulteta u Novom Sadu i laboranti Doma zdravlja iz Novog Sada. Sva testiranja i merenja su se odvijala po standardizovanim protokolima u gerontološkim centrima već pomenutih naseljenih mesta: Bačka Palanka, Futog, Novi Sad, Ruma, Sombor, Subotica, Zrenjanin, osim analize krvi koja je vršena u laboratoriji u Domu zdravlja iz Novog Sada. Sve ispitanice kao i njihovi pazitelji su savetovani da se zadrži redovna dnevna rutina svih ispitanica uključenih u studiju, kako sa aspekta fizičke aktivnosti tako i sa aspekta ishrane i suplementacije. Sva testiranja su vršena u ranim jutarnjim satima.

5.4. TRENING

Eksperimentalne grupe su podvrgnute 12-nedeljnom treningu snage sa elastičnim trakama (na stolicama). Treninzi su organizovani u grupama po najviše 10 osoba i sa 2 kvalifikovana instruktora, koji su nadgledali pravilno izvođenje vežbi. Treninzi su se sastojali od 11-12 vežbi snage sa elastičnim trakama i na stolicama, za celo telo. Teraband elastične trake malog ili srednjeg opterećenja, dužine 1,5m korišćene su kao sredstvo za rad (Thera-Bands®, The Hygenic Corporation, Akron, OH, USA). Svaka ispitanica je imala svoju elastičnu traku i samo ona je radila sa istom. Ispitanice su savetovane da vežbe izvode tako da traka ostaje uvek makar malo zategnuta u ekscentričnoj fazi pokreta, a da koncentričnu fazu pokreta izvedu do unapred definisanog maksimalnog obima pokreta, sve vreme koristeći optimalnu širinu hvata trake. Svaka trenažna epizoda se sastojala od 5 do 10 minuta zagrevanja sa blagim istežanjem, 35-40 minuta rada sa elastičnom trakom i oko 10 minuta laganog završetka treninga uz muziku i vežbe disanja i mobilnosti. Zagrevanje se sastojalo od izvođenja pokreta koji će se primenjivati u glavnom delu treninga, ali bez dodatnog opterećenja (zapravo je zagrevanje služilo da se ispitanice podsete pravilnog izvođenja vežbi iz glavnog dela treninga).

Hlađenje se sastojalo od nekoliko vežbi istežanja (jedna za svaku veliku mišićnu grupu u trajanju od 2*20-30 s). Strukturisani program treninga snage sastojao se od standardizovanog obima (12-15 ponavljanja * 2 serije), odmora između serija (1 min), frekvencije (2 ili 3 puta nedeljno) i brzine izvođenja vežbi (2 sekunde u ekscentričnom i koncentričnom režimu rada). Intenzitet treninga je bio u opsegu 4-5 prema OMNI Resistance for active muscle skali za procenu intenziteta, što korespondira sa oko 40-50 % od 1RM (Lagally & Robertson, 2006). Generalni koncept ovog istraživanja je bio da se intenzitet drži konstantnim kako bi bili u stanju da utvrdimo efekte ovog malog intenziteta na parametre funkcionalnog statusa, biomarkera zdravlja i kvaliteta života. Kako su se ispitanice navikavale na opterećenje, spoljašnje opterećenje je raslo tako što smo povećavali težinu trake, a sve u cilju zadržavanja unutrašnjeg opterećenja na poželjnim vrednostima. Intenzitet smo modifikovali ili smanjivanjem širine hvata ili promenom elastične trake. Redosled vežbi se menjao svake nedelje kako bi se zadržao nivo motivacije ispitanica.

5.5. METODE OBRADJE PODATAKA

Prema prirodi naučnih istraživanja, ovo istraživanje pripada kategoriji empirijskih, dok prema cilju predstavlja aplikativno istraživanje. Vremenska određenost istraživanja je longitudinalnog karaktera, a sastoji se iz dva eksperimentalna tretmana u trajanju od po 12 nedelja za svaki eksperiment. U odnosu na stepen kontrole, ovo naučno istraživanje pripada kategoriji i terenskih i laboratorijskih istraživanja. Planirana studija i eksperimentalni tretmani su urađeni u skladu sa etičkim standardima datim prema Helsinškoj deklaraciji.

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost $\pm SD$. Pošto nijedan parametar nije odstupao od normalne distribucije, koristeći Shapiro–Wilk test, parametrijska statistika je korišćena u svim obradama podataka. Potencijalne razlike između grupa u inicijalnom merenju su utvrđivane studentovim t testom za nezavisne uzorke. Analiza varijanse sa ponovljenim merenjima je korišćena za utvrđivanje efekata eksperimentalnih tretmana, koristeći 2*2 dizajn. Procenat promene ($[\text{finalno merenje}/\text{inicijalno merenje}] - 1$) je izračunat i predstavljen za većinu varijabli. Za sve analize, nivo značajnosti je postavljen na $p < 0,05$. Svim podacima je manipulirano koristeći SPSS statistički paket, verzija 22 (SPSS Inc., USA).

6.0. REZULTATI

Ovo istraživanje sastojalo se od dva eksperimentalna tretmana, jednog koji je utvrđivao efekte treninga snage na parametre zdravlja, fizičke forme i kvaliteta života koristeći jednu eksperimentalnu grupu koja je vežbala 2/3 puta nedeljno i jednu kontrolnu grupu koja je za vreme eksperimentalnog tretmana imala uobičajeni režim dnevnih aktivnosti, i drugog koji je utvrđivao razlike između treninga snage sprovedenog 2 i 3 puta nedeljno. Za utvrđivanje efekata treninga snage na biomarkere zdravlja, fizičku formu i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi, korišćeni su podaci iz prvog eksperimentalnog tretmana, dobijeni na uzorku od 168 žena treće životne dobi. Njihova osnovna deskriptivna statistika data je u Tabeli 4.

Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost \pm standardna devijacija, svaka varijabla je testirana na normalnost distribucije Šapiro-Vilk (Shapiro-Wilk) testom i kako su sve varijable normalno distribuirane, korišćena je parametrijska statistika. Učestvovanje u programu vežbanja je bilo izvanredno, sve ispitanice su prisustvovala u 26 ± 1 treninga, što je oko 96%. Dalje, nijedan neželjeni odgovor organizma nijedne od ispitanica nije zabeležen tokom eksperimentalnog tretmana. Kao što je moguće primetiti na osnovu analize Tabele 4, na inicijalnom merenju nisu utvrđene statistički značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe (Tabela 4; $p > 0,05$) u prvom eksperimentalnom tretmanu.

Tabela 4. Fizičke karakteristike ispitanica na inicijalnom merenju u prvom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperimentalna (n = 86)	Kontrolna (n = 82)	UKUPNO (n = 168)
Godine (god)	75,7 \pm 8,9	74,5 \pm 8,2	75,1 \pm 8,5
Telesna visina (cm)	161,1 \pm 6,4	159,1 \pm 6,3	160,1 \pm 6,4
Telesna masa (kg)	71,3 \pm 12,2	69,9 \pm 11,8	70,6 \pm 12,0

Napomena: vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost \pm SD. Nisu utvrđene statistički značajne razlike između grupa.

Nisu utvrđene statistički značajne razlike između inicijalnog i finalnog merenja za glukozu, ukupni holesterol, HDL I LDL u eksperimentalnoj grupi kao ni za glukozu u kontrolnoj grupi ($p > 0,05$) (Tabela 5). Dalje, analiza interakcije faktora grupa*vreme pokazuje da je ostvarena statistički značajna razlika u varijablama glukozu, ukupni holesterol, HDL i LDL ($p < 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Rezultati dvosmerne analize varijanse za biohemijske parametre eksperimentalne i kontrolne grupe u prvom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperimentalna (n = 86)			Kontrolna (n = 82)		
	Pre test	Post test	Procenat promena	Pre test	Post test	Procenat promena
Glukoza (mmol/l)	5,96 ± 1,76	5,64 ± 1,68*†	-5	6,30 ± 2,24	6,44 ± 2,28*	2
Ukupni holesterol (mmol/l)	6,01 ± 1,29	5,56 ± 1,22*†	-7	6,09 ± 1,42	6,07 ± 1,27	1
HDL (mmol/l)	1,31 ± 0,34	1,37 ± 0,38*†	4	1,50 ± 0,37	1,47 ± 0,40	-2
LDL (mmol/l)	3,90 ± 1,22	3,52 ± 1,04*†	-10	3,84 ± 1,22	3,84 ± 1,15	0
Trigliceridi (mmol/l)	1,66 ± 0,74	1,65 ± 0,66	-1	1,68 ± 0,62	1,71 ± 0,65	1

Napomena: Vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost ± SD. HDL – lipoprotein velike gustine; LDL – lipoprotein male gustine. * označava statistički značajnu razliku pre /posle za $p < 0,05$; † označava statistički značajnu razliku eksperimentalne i kontrolne grupe na $p < 0,05$.

Obe grupe su pokazale statistički značajnu razliku inicijalnog i finalnog stanja u varijablama: 30 sekundi ustajanje sa stolice, 30 sekundi pregibi podlaktice i 2 minuta step test, dok su varijable, pokretljivost ruku i ramena, “ustani vrati se” i stisak šake ostvarili statistički značajnu razliku inicijalnog i finalnog merenja samo u eksperimentalnoj grupi (Tabela 6). Konačno, analiza interakcije faktora grupa*vreme pokazuje da je ostvarena statistički značajna razlika u svim testiranim varijablama fizičke forme ($p < 0.05$) (Tabela 6).

Tabela 6. Rezultati dvosmerne analize varijanse za parametre fizičke forme eksperimentalne i kontrolne grupe u prvom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperimentalna (n = 86)			Kontrolna (n = 82)		
	Pre test	Post test	Procenat promene	Pre test	Post test	Procenat promena
30-s ustajanje (n/30s)	12,2 ± 6,3	14,2 ± 6,1*†	16	11,7 ± 5,2	12,5 ± 5,2*	7
30-s pregibi (n/30s)	17,3 ± 7,1	20,0 ± 7,2*†	39	15,2 ± 5,0	16,0 ± 5,9*	5
2-min step (n/2min)	79,1 ± 33,6	87,8 ± 33,8*†	11	81,2 ± 30,0	83,9 ± 30,4*	3
Pretklon na stolici (cm)	0,51 ± 9,4	3,2 ± 7,6 *†	540	0,7 ± 9,1	1,1 ± 9,1	57
Pokretljivost ruku i ramena (cm)	11,6 ± 12,8	8,1 ± 11,2*†	30	3,0 ± 14,2	2,8 ± 13,8	6
Ustani i vrati se (s)	9,38 ± 6,09	8,54 ± 5,47*†	9	9,03 ± 5,5	9,4 ± 5,1	4
Stisak šake (kg)	32,6 ± 15,2	37,1 ± 16,0 *†	14	38,1 ± 17,7	38,5 ± 17,9	1

Napomena: Vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost ± SD; * označava statistički značajnu razliku pre /posle za $p < 0,05$; † označava statistički značajnu razliku eksperimentalne i kontrolne grupe na $p < 0,05$.

Analizirajući rezultate predstavljene u Tabeli 7, može se videti da je eksperimentalna grupa ostvarila statistički značajne razlike između inicijalnog i finalnog stanja u varijablama: fizičko funkcionisanje, fizička uloga, telesna bol, opšte zdravlje, vitalnost i emocionalna uloga, dok kontrolna grupa nije ostvarila statistički značajne razlike između inicijalnog i finalnog stanja ni u jednoj varijabli kvaliteta života. Dalje, analiza interakcije faktora grupa*vreme pokazuje da je ostvarena statistički značajna razlika u 6 od 8 varijabli koje procenjuju kvalitet života i to u varijablama: fizičko funkcionisanje, fizička uloga, telesni bol, opšte zdravlje, vitalnost i emocionalna uloga ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Rezultati dvosmerne analize varijanse za 8 dimenzija kvaliteta života (SF-36, kratka verzija) eksperimentalne i kontrolne grupe u prvom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperimentalna (n = 86)			Kontrolna (n = 82)		
	Pre test	Post test	Procenat promena	Pre test	Post test	Procenat promena
Fizičko funkcionisanje	58,1 ± 5,1	62,3 ± 4,2 *†	6	53,5 ± 6,7	54,6 ± 5,5	2
Fizička uloga	55,4 ± 5,0	60,6 ± 10,0 *†	8	50,6 ± 7,4	50,1 ± 8,8	-1
Telesni bol	53,0 ± 6,7	50,3 ± 6,6 *†	-5	51,0 ± 7,7	52,3 ± 8,1	2
Opšte zdravlje	54,4 ± 5,8	62,4 ± 6,8 *†	13	50,4 ± 6,8	49,4 ± 7,3	-2
Vitalnost	55,1 ± 8,0	59,5 ± 7,1 *†	7	57,1 ± 8,4	58,5 ± 6,4	2
Socijalno funkcionisanje	51,4 ± 7,8	51,9 ± 7,6	1	53,2 ± 5,3	54,1 ± 5,7	2
Emocionalna uloga	57,8 ± 7,1	64,4 ± 7,7 *†	10	50,6 ± 9,7	51,4 ± 10,1	2
Mentalno zdravlje	53,2 ± 9,9	54,0 ± 8,3	1	54,5 ± 8,5	54,9 ± 8,8	1

Napomena: Vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost ± SD; * označava statistički značajnu razliku pre /posle za $p < 0,05$; † označava statistički značajnu razliku eksperimentalne i kontrolne grupe na $p < 0,05$.

Za utvrđivanje efekata frekvencije treninga snage sprovedenog 2 i 3 puta nedeljno na biomarkere zdravlja, fizičku formu i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi, korišćeni su podaci iz drugog eksperimentalnog tretmana, dobijeni na uzorku od 82 žene treće životne dobi. Njihova osnovna deskriptivna statistika data je u Tabeli 8, a rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost \pm standardna devijacija, svaka varijabla je testirana na normalnost distribucije Šapiro-Vilk (Shapiro-Wilk) testom i kako su sve varijable normalno distribuirane, korišćena je parametrijska statistika. Učestvovanje u programu vežbanja je bilo skoro kao i u prvom eksperimentu, sve ispitanice uzete u konačnu analizu su prisustvovala u 92% trenažnih jedinica. Dalje, nije zabeležen nikakav neželjeni odgovor organizma ni kod jednog ispitanika tokom eksperimentalnog tretmana. Konačno, na inicijalnom merenju nisu utvrđene statistički značajne razlike između eksperimentalne grupe 1 (2 treninga snage nedeljno) i eksperimentalne grupe 2 grupe (3 treninga snage nedeljno) (Tabela 8) ($p > 0,05$) u drugom eksperimentalnom tretmanu.

Tabela 8. Fizičke karakteristike ispitanica u drugom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperimentalna 1 (n = 41)	Eksperimentalna 2 (n=41)	UKUPNO (n =82)
Godine	75,7 \pm 8,9	74,5 \pm 8,2	75,1 \pm 8,5
Telesna visina (cm)	160,2 \pm 5,6	162,4 \pm 6,3	160,0 \pm 6,0
Telesna masa (kg)	70,8 \pm 12,3	72,3 \pm 11,6	71,6 \pm 11,9

Napomena: Vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost \pm SD. Nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa.

Utvrđene su statistički značajne razlike u varijablama ukupni holesterol i LDL između inicijalnog i finalnog merenja grupe 1 kao i statistički značajne razlike u varijablama ukupni holesterol, HDL i LDL između inicijalnog i finalnog merenja grupe 2 ($p > 0,05$) (Tabela 9). Dalje, statistički značajna interakcija vreme*grupa je dobijena za varijablu HDL ($p < 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9. Rezultati dvosmerne analize varijanse za biohemijske parametre eksperimentalne grupe 1 i eksperimentalne grupe 2 u drugom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperimentalna 1 (n = 41)			Eksperimentalna 2 (n = 41)		
	Pre test	Post test	Procenat promene	Pre test	Post test	Procenat promene
Glukoza (mmol/l)	5,53 ± 1,40	5,29 ± 1,54	-4	6,22 ± 1,91	5,88 ± 1,92	-5
Ukupni holesterol (mmol/l)	6,31 ± 1,53	5,73 ± 1,44*	-9	5,83 ± 0,96	5,50 ± 0,90*	-5
HDL (mmol/l)	1,34 ± 0,34	1,30 ± 0,35	-3	1,40 ± 0,35	1,28 ± 0,40 *†	-9
LDL (mmol/l)	4,20 ± 1,40	3,72 ± 1,21*	-11	3,69 ± 0,96	3,42 ± 0,78*	-7
Trigliceridi (mmol/l)	1,56 ± 0,59	1,57 ± 0,55	0	1,75 ± 0,86	1,74 ± 0,78	0

Napomena: Vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost ± SD. HDL – lipoprotein velike gustine; LDL – lipoprotein male gustine. * označava statistički značajnu razliku pre /posle za $p < 0,05$; † označava statistički značajnu razliku eksperimentalne grupe 1 i eksperimentalne grupe 2 na $p < 0,05$.

Obe grupe su pokazale statistički značajnu razliku inicijalnog i finalnog stanja u varijablama: 30 sekundi ustajanje, 30 sekundi pregibi podlaktice, 2-min step test, pokretljivost ruku i ramena, ustani i vrati se i stisak šake, dok je razlika između inicijalnog i finalnog stanja u varijabli pretklon na stolici utvrđena samo kod eksperimentalne grupe 1 (Tabela 10). Dalje, statistički značajne interakcije vreme*grupa su dobijene samo za varijablu stisak šake. ($p < 0.05$) (Table 10.)

Tabela 10. Rezultati dvosmerne analize varijanse za parametre fizičke forme eksperimentalne grupe 1 i eksperimentalne grupe 2 u drugom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperimentalna 1 (n = 41)			Eksperimentalna 2 (n = 41)		
	Pre test	Post test	Procenat promena	Pre test	Post test	Procenat promena
30-s ustajanje (n/30s)	14,6 ± 7,1	16,7 ± 7,3*	14	10,1 ± 4,7	12,6 ± 3,8*	24
30-s pregibi (n/30s)	20,2 ± 8,1	22,3 ± 8,3*	10	14,9 ± 4,7	18,3 ± 5,1*	22
2-min step (n/2 min)	85,2 ± 35,9	100,2 ± 40,7*	17	70,9 ± 30,0	77,7 ± 30,0*	9
Pretklon na stolici(cm)	1,5 ± 9,4	3,2 ± 7,6 *	113	2,2 ± 9,1	4,4 ± 9,4	100
Pokretljivost ruku i ram.(cm)	10,1 ± 13,8	6,8 ± 12,3*	32	12,5 ± 12,2	9,2 ± 10,1*	26
Ustani i vrati se (s)	9,75 ± 7,04	8,79 ± 6,99*	10	9,22 ± 4,79	8,68 ± 3,79*	6
Stisak šake (kg)	39,6 ± 12,1	42,4 ± 12,5 *	7	28,2 ± 14,4	36,0 ± 15,6*†	27

Napomena: Vrednosti su predstavljene kao srednja vrednost ± SD; * označava statistički značajnu razliku pre /posle za $p < 0,05$; † označava statistički značajnu razliku eksperimentalne grupe 1 i eksperimentalne grupe 2 na $p < 0,05$.

Analizirajući rezultate predstavljene u Tabeli 11, može se videti da su eksperimentalne grupe ostvarile statistički značajne razlike između inicijalnog i finalnog stanja u varijablama: fizičko funkcionisanje, fizička uloga, telesni bol, opšte zdravlje i vitalnost, dok ni kod jedne grupe nije ostvarena statistički značajna razlika inicijalnog i finalnog stanja u varijablama: socijalno funkcionisanje, emocionalna uloga i mentalno zdravlje. Dalje, analiza interakcije faktora grupa*vreme pokazuje da je ostvarena statistički značajna razlika u tri od osam varijabli koje procenjuju kvalitet života i to u varijablama: fizičko funkcionisanje, fizička uloga i opšte zdravlje ($p < 0,05$) (Tabela 11).

Tabela 11. Rezultati dvosmerne analize Varijanse za 8 dimenzija kvaliteta života (SF-36, kratka verzija) eksperimentalne grupe 1 i eksperimentalne grupe 2 u drugom eksperimentalnom tretmanu

Varijable	Eksperiementalna 1 (n = 41)			Eksperiementalna 2 (n = 41)		
	Pre test	Post test	Procenat promena	Pre test	Post test	Procenat promena
Fizičko funkcionisanje	62,1 ± 5,1	67,3 ± 5,5 *	8	59,5 ± 5,4	66,6 ± 5,8 *†	11
Fizička uloga	53,4 ± 5,0	56,8 ± 8,6 *	6	50,6 ± 7,4	58,9 ± 7,7 *†	16
Telesni bol	51,6 ± 7,1	54,7 ± 6,6*	6	51,0 ± 7,7	55,3 ± 8,1*	8
Opšte zdravlje	55,7 ± 7,6	59,1 ± 6,7 *	6	52,4 ± 7,9	61,4 ± 6,7*†	17
Vitalnost	54,8 ± 8,3	59,2 ± 7,1*	8	57,1 ± 8,4	61,5 ± 8,8*	7
Socijalno funkcionisanje	54,7 ± 7,3	53,9 ± 6,7	-1	57,8 ± 6,9	58,4 ± 7,2	1
Emocionalna uloga	58,8 ± 7,7	60,4 ± 8,7	2	55,2 ± 8,3	54,9 ± 8,7	0
Mentalno zdravlje	65,2 ± 11,3	66,5 ± 10,5	0	60,5 ± 9,7	61,2 ± 11,0	1

Napomena: Rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost ± SD; * ukazuje na statistički značajnu razliku inicijalnog i finalnog stanja grupa na nivou značajnosti $p < 0,05$; † ukazuje na statistički značajnu razliku efekata treninga snage između eksperimentalnih grupa na nivou značajnosti $p < 0,05$.

7.0. DISKUSIJA

Opšteprihvaćeno stanovište u stručnoj i naučnoj javnosti jeste da primena treninga snage na uzorku starijih osoba ima mnogobrojne dobrobiti i da značajno unapređuje sveopšte zdravlje, fizičku formu i fizičku nezavisnost starijih osoba, ali i da dovodi do poboljšanja u širokom rasponu atributa koji se svrstavaju pod pojmom kvalitet života (Liu & Latham, 2009). Uz to, prethodnim istraživanjima je jasno ukazano da trening snage uz primenu elastičnih traka i sproveden u stolicama značajno povećava funkcionalnu autonomiju i hormonski odgovor organizma, a istovremeno smanjuje opadanje vitalnih funkcija i smanjuje funkcionalnu nemoć žena treće životne dobi (Furtado et al, 2020; Rieping et al, 2019). Nijedna studija dosad, ipak, nije utvrđivala promene u parametrima fizičke forme i metaboličkih biomarkera kao posledice primene ove vrste treninga snage. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da trening snage sa elastičnim trakama u stolicama (CBRT) dovodi do značajnog porasta u svima parametrima fizičke forme koja se sadrži u bateriji testova za stariju populaciju (Senior fitness test battery), ali i na niz metaboličkih parametara zdravlja uključujući šećer u krvi, ukupni holesterol, holesterol visoke gustine (HDL), holesterol niske gustine (LDL) na uzorku žena treće životne dobi. Pri tome, razlika u efektima treninga snage sprovedenog dva ili tri puta nedeljno ostvarena je u prostoru funkcionalnih testova samo u testu stisak šake (pre= $39,6 \pm 12,1$ kg i posle= $42,4 \pm 12,5$ kg naspram pre= $28,2 \pm 14,4$ kg i posle= $36,0 \pm 15,6$ kg za dva i tri treninga nedeljno, redom), dok je u prostoru biohemijskih parametara statistički značajna razlika utvrđena samo u varijabli HDL (pre= $1,34 \pm 0,34$ mmol/l i posle= $1,30 \pm 0,35$ mmol/l naspram pre= $1,40 \pm 0,35$ mmol/l i posle= $1,28 \pm 0,40$ mmol/l za dva i tri treninga nedeljno, redom) ($p < 0,05$). Dalje, analizirajući uticaj treninga snage na kvalitet života, utvrđeno je da primena treninga snage niskog ukupnog opterećenja, sprovedena 2 puta nedeljno (u eksperimentu 1) ostvaruje značajne pozitivne efekte na 6 od 8 podfaktora: fizičko funkcionisanje ($58,1 \pm 5,1$ naspram $62,3 \pm 4,2$), fizička uloga ($55,4 \pm 5,0$ naspram $60,6 \pm 10,0$), telesni bol ($53,0 \pm 6,7$ naspram $50,3 \pm 6,6$), opšte zdravlje ($54,4 \pm 5,8$ naspram $62,4 \pm 6,8$), vitalnost ($55,1 \pm 8,0$ naspram $59,5 \pm 7,1$) i emocionalna uloga ($57,8 \pm 7,1$ naspram $64,4 \pm 7,7$) ($p < 0,05$). Uz to, razlika u efektima treninga snage sprovedenog 2 ili 3 puta nedeljno u prostoru parametara za procenu kvaliteta života utvrđena je u tri od 8 podfaktora, fizičko funkcionisanje ($62,1 \pm 5,1$ do $67,3 \pm 5,5$ naspram $59,5 \pm 5,4$ do $66,6 \pm 5,8$), fizička uloga ($53,4 \pm 5,0$ do $56,8 \pm 8,6$ naspram $50,6 \pm 7,4$ do $58,9 \pm 7,7$) i opšte zdravlje ($55,7 \pm 7,6$ do $59,1 \pm 6,7$ naspram $52,4 \pm 7,9$ do $61,4 \pm$

6,7) ($p < 0,05$). Konačno, utvrđeno je izvanredno procentualno učešće ispitanika u svim ponuđenim trenažnim epizodama tokom trajanja studije (96 % i 92 % svih ponuđenih treninga, redom za prvu i drugu studiju). S obzirom na to da se taj faktor često u literaturi spominjao kao jedan od presudnih faktora za implementaciju bilo kakvog programa vežbanja na ovoj specifičnoj populaciji, možemo sveukupno konstatovati da je trening snage sa elastičnim trakama koji se sprovodi u stolicama 2 ili 3 puta nedeljno izuzetno efikasan u razvoju fizičke forme, unapređenju biomarkera zdravlja i podfaktora kvaliteta života na uzorku žena treće životne dobi. Dakle, CBRT sproveden 2 ili 3 puta nedeljno može se smatrati korisnom metodom za unapređenje zdravlja žena treće životne dobi.

Decenijama unazad se aerobna fizička aktivnost promovise kao potentan pristup i efikasna metoda za ostvarivanje dobrog lipidnog statusa pojedinaca različite dobi, fizičkog i zdravstvenog stanja. Tako su recimo Leon i Sančez (Leon & Sanches, 2001) sproveli metaanalizu na 51 intervencionističkoj studiji koje su sve trajale 12 ili više nedelja i bile su bazirane na primeni aerobnih trenažnih sadržaja ($n = 4,700$). Rezultati analize su utvrdili porast HDL holesterola za prosečno 4,6 %, dok je nivo triglicerida pao za 3,7 %, a nivo LDL holesterola takođe opao za 5 %. Ukupni holesterol je ostao nepromenjen iako je odnos HDL:LDL značajno promenjen, ukazujući da je povećan intenzitet i struktura treninga aerobnog tipa ima daleko veće pozitivne efekte po lipidni status pojedinca od nestrukturisanе svakodnevne uobičajene fizičke aktivnosti. Dokazi takođe ukazuju na činjenicu da veći nivo fizičke aktivnosti umerenog intenziteta aerobne usmerenosti ostvaruje pozitivne efekte na HDL holesterol. Ovo posledično ima pozitivan uticaj na aterosklerozu (zadebljanje i ukrućivanje arterija kao posledice gomilanja plaka na unutrašnjim zidovima istih) putem HDL holesterol-potpomognutog uklanjanja LDL holesterola (Whayne, 2011). Kako bi se direktno smanjio nivo LDL holesterola i triglicerida, potrebno je ipak značajnije povećati intenzitet aerobnog treninga u odnosu na svakodnevnu fizičku aktivnost, a to je nešto što je rizično uraditi sa pojedinim populacionim grupama stanovništva koje imaju limitirani nivo aerobnih sposobnosti ili druge riziko faktore, kao što su na primer starije osobe. Evropsko udruženje kardiologa je 2015. godine preporučilo da se aerobni trening preporučuje i kardiološkim bolesnicima koji nemaju ST - porast akutnog koronarnog sindroma kao i da je srčanim bolesnicima potrebno pre preskripcije vežbanja utvrditi kapacitet za vežbanje i druge zdravstvene rizike. Ako je prikladno, vežbanje treba praktikovati 3 ili više puta nedeljno u trajanju od 30 do 45 minuta po trenažnoj sesiji (Roffi et al, 2016). Mnogo je faktora koji direktno ili indirektno utiču na lipidni

odgovor organizma kao posledice primene aerobnih opterećenja, a neki od važnijih faktora su i trenažni period i trenažni intenzitet. Neki istraživači veruju, na osnovu prethodnih istraživanja, da je potrebno povećati vreme trajanja primene aerobnih opterećenja u dužem vremenskom periodu (nekoliko meseci) kao i da je potrebno raditi sa progresivnim povećanjem intenziteta. Ipak, Dan i sar. (Dunn et al, 1997) ukazuju na to da je moguće i kratkoročnom aplikacijom aerobnih opterećenja pozitivno i značajno uticati na lipidni status ispitanika, ali ukoliko su se trenažne epizode sprovodile sa relativno jakim intenzitetom. Kraus i sar. (Kraus et al, 2002) potvrdili su svojim istraživanjem da je totalni utrošak energije zajedno sa intenzitetom treninga odlučujući faktor koji determiniše veličinu efekta primenjenog aerobnog treninga na lipidni status pojedinca. O'Donovan i sar. (O'Donovan et al, 2005) su želeli da utvrde efekte intenziteta treninga na promene u lipidnom statusu i na osnovu dobijenih rezultata istraživanja zaključili da uz jednak obim trenažnih nadražaja, intenzitet igra odlučujuću ulogu u veličini promena lipidnog statusa, a sa porastom intenziteta treninga efekti su bili veći.

Rezultati gore navedenih studija ukazuju na činjenicu da vreme trajanja treninga, trenažni obim i trenažni intenzitet imaju nezavisne uticaje na treningom izazvane promene u lipidnom statusu ispitanika. HDL-holesterol je izgleda najosetljiviji na primenu aerobnih opterećenja, a kako izgleda, ukoliko se žele ostvariti pozitivni efekti aerobnih opterećenja na LDL holesterol i nivo triglicerida u krvi, potrebno je povećati intenzitet treninga. Ipak, ovo je praktično nemoguće ostvariti kod koronarnih bolesnika koji imaju značajna ograničenja u pogledu tolerancije na povećani intenzitet treninga ili druge riziko faktore. HDL je izgleda zaista najsenzibilniji na primenu aerobnih treninga. Ovo je potkrepljeno istraživanjima, pa su tako Banc i sar. (Banz et al, 2003) utvrdili porast HDL holesterola od 13 % (od 29,8 do 33,7 mg/dl, $p=0,05$) nakon primene 10-nedeljnog protokola aerobnog trenažnog opterećenja 3 puta nedeljno na 85% od maksimalne srčane frekvence (HRmax) [od druge nedelje trajanja studije, prva nedelja je bila uvodna] u trajanju od 40 minuta. Takođe, autori su primetili da su ostvareni pozitivni efekti samo na HDL holesterol. Nibo i sar. (Nybo et al, 2010) su predstavili podatke po kojima je odnos ukupnog holesterola i HDL holesterola jedina komponenta lipidnog statusa koja je značajno poboljšana (smanjenje od 3,41 do 2,92; $p=0,05$) primenom 150 min aerobnog treninga nedeljno na intenzitetu od 65 % od maksimalnog aerobnog kapaciteta (VO₂max) na uzorku netreniranih ispitanika. Ova studija je upoređivala kontinuirani tip aktivnosti (150 min/nedeljno) sa intervalnim tipom aktivnosti (40 min/nedeljno) (n = 36). Pri tome, nisu utvrđeni nikakvi značajni efekti primenom

intervalnog tipa aerobnog treninga. Autori su na osnovu ovih rezultata postavili pretpostavku da je ukupan obim treninga, za razliku od intenziteta treninga, ključan faktor koji dovodi do poboljšanja u lipidnom statusu ispitanika, kao i da verovatno postoji direktna relacija između procenta masti (koji je opao u grupi koja je primenjivala kontinuirani tip treninga) i nivoa holesterola u krvi. Posledično, autori su postavili hipotezu da je primenom aerobnog tipa treninga potrebno ostvariti obim dovoljan da dovede do promene u procentu masti kako bi se taj trening odrazio i na lipidni profil ispitanika. Zaista, istraživanja ukazuju da sa porastom intenziteta aerobnih treninga kontinuiranog tipa rastu efekti na lipidni status pojedinca. Dan i sar. (Dunn et al, 1997) su utvrđivali efekte 6 mesečnog treninga aerobnog tipa, koji je progresivnog rasta sa intenzitetom od 50 do 85 % maksimalne aerobne moći i u trajanju od 20-60 min, sprovedenog 3 puta nedeljno i utvrdili su statistički značajne efekte na ukupan holesterol (-0,3 mmol/l, $p=0,001$), kao i odnos ukupnog holesterola i HDL holesterola (-0,3, $p<0,001$). U ovom slučaju trajanje studije je relativno dugačko, a i intenzitet treninga je relativno visok. U studiji koja je trajala 16 nedelja, Lemura i sar. (LeMura et al, 2000) su utvrdili značajno smanjenje koncentracije triglicerida u plazmi (od 1,4 do 1,2 mmol/l, $p<0,05$) i porast HDL holesterola (od 1,4 do 1,8 mmol/l, $p<0,05$), nakon primene treninga 3 puta nedeljno intenziteta od 70–75 % HRmax i u trajanju od 30 min prvih 8 nedelja sa progresijom od 4 puta nedeljno na 85% HRmax u trajanju od 45 min do kraja studije. Dobijeni rezultati ukazuju da studije kraćeg trajanja mogu da ostvare statistički značajne efekte na lipidni status ispitanika ukoliko se odlikuju većim relativnim intenzitetom treninga. Dokazi ukazuju na činjenicu da i aerobni programi umerenog intenziteta treninga mogu ostvariti pozitivan uticaj na lipidni status ispitanika, pre svega HDL holesterol. Ovo posledično ima pozitivan efekat na aterosklerozu (zadebljavanje zidova arterija nagomilavanjem plaka i masnih sadržaja) (Whayne, 2011) preko HDL holesterol - zavisnog mehanizma uklanjanja LDL holesterola. Da bi se direktno uticalo na smanjenje nivoa LDL holesterola u krvi, potrebno je aplikovati aerobne treninge većeg intenziteta - nešto što često nije moguće ostvariti sa pojedinim populacionim grupama koje su limitiranih aerobnih sposobnosti ili poseduju druge riziko faktore, kao što su na primer žene treće životne dobi.

Teoretski, postoji dobra argumentacija da trening sa opterećenjem (trening snage) može predstavljati primenljiviju formu treninga za populacione grupe sa smanjenom ukupnom mobilnošću i tako može predstavljati potentan modalitet treninga koji će biti alternativa aerobnim režimima rada (Brooks et al, 2007). Zaista, za trening sa opterećenjem je prethodnim

istraživanjima pokazano da može da dovede do promena u lipidnom statusu (Ibáñez et al, 2010), sa većim brojem istraživanja u prethodnom periodu koji su utvrđivali efekte primene treninga sa opterećenjem na lipidni status i metaboličke biomarkere žena treće životne dobi. Konseisao i sar. (Conceicao et al, 2013) su pokazali da 16 nedelja treninga sa opterećenjem, sa 10 vežbi izvođenih u 3*8-10 ponavljanja do otkaza tri puta nedeljno i sa progresivnim porastom intenziteta treninga, značajno poboljšava nivo glukoze u krvi i Z-skor metaboličkog sindroma (skor koji uključuje 5 varijabli: trigliceride, HDL holesterol, koncentraciju šećera u krvi, obim struka i srednji krvni pritisak) na uzorku žena koje su prošle menopauzu. Nisu utvrđene statistički značajne razlike u HDL holesterolu i trigliceridima, a autori su pretpostavili da su takvi rezultati posledica normalnih vrednosti testiranih parametara kod ispitanika. Konačno, grupa koja je primenjivala trening sa opterećenjem ostvarila je i značajne efekte na nivo šećera u krvi, procenat masti kao i na mršavu masu tela i parametre snage.

Slično prethodnoj studiji, ukupni holesterol i LDL holesterol su pokazali trend opadanja dok su holesterol veoma niske gustine, holesterol visoke gustine i trigliceridi pokazali trend poboljšanja, ali bez statističke značajnosti ($p > 0,05$) i nakon 12 meseci primene treninga snage sa elastičnim trakama na uzorku žena 65+ godina starosti (Gomez - Tomas et al, 2018). Treninzi su sprovedeni tri puta nedeljno (ponedeljak-sreda-petak) sa 3*10 ponavljanja i sa progresivnim povećanjem intenziteta od 3 do 7 nedelje pa do kraja trajanja studije. Rezultati istraživanja Falmana i sar. (Fahlman et al, 2002) pokazali su da nakon primene treninga sa opterećenjem visokog intenziteta, tri puta nedeljno u trajanju od 10 nedelja, žene treće dobi (73 ± 3 god, $n= 15$) ostvaruju značajan porast HDL holesterola ($47,1 \pm 3,3$ mg/dl naspram $57,4 \pm 2,0$ mg/dl) i smanjenje triglicerida ($113,5 \pm 12,9$ mg/dl naspram $84,6 \pm 12,9$ mg/dl) i LDL holesterola ($107,3 \pm 11,2$ mg/dl naspram $89,0 \pm 11,2$ mg/dl). Nedavno, Ihalainen i sar. (Ihalainen et al, 2019) su objavili da duža primena treninga snage, primenjena jednom, dva ili tri puta nedeljno, sa visokim intenzitetom (70-90 % od 1RM) dovodi do statistički značajnog porasta HDL holesterola na uzorku žena treće životne dobi ($0,14-0,19$ mmol/l⁻¹). Dodatno, rezultati studije su pokazali smanjenje lipoproteina niske gustine (LDL) ($\Delta = -0,38 \pm 0,44$ mmol/l⁻¹, $p = 0,003$) kod grupe koja je primenjivala trening snage tri puta nedeljno. Takođe, autori su smatrali da je važno naglasiti da su ispitanici sa najlošijim početnim stanjem u testiranim parametrima ostvarivali i najveća poboljšanja tokom trajanja studije, nezavisno od frekvencije treninga. Uticaj 8-nedeljnog tradicionalnog (TD) i piramidalnog (PR) treninga snage na kvalitet mišića i metaboličke

biomarkere utvrđivan je na uzorku od 25 žena treće životne dobi ($67,6 \pm 5,1$ godina, $65,9 \pm 11,1$ kg, $154,7 \pm 5,8$ cm) od strane Ribeira i sar. (Ribeiro et al, 2016). TD program se sastojao sa 3 serije vežbi koje su izvođene sa konstantnim opterećenjem sa 8-12 ponavljajućih maksimuma, dok se PR trening sastojao od 3 serije gde se svaka sledeća serija izvodila sa većim opterećenjem (12/10/8 RM, redom). Svaki program treninga je sproveden tri puta nedeljno. Autori su objavili statistički značajna ($p < 0,05$) poboljšanja kod obe grupe ispitanika za glukozu (TD = $-4,5$ % naspram PR = $-1,9$ %), trigliceride (TD = $-18,0$ % naspram PR = $-11,7$ %), HDL holesterol (TD = $+10,6$ naspram PR = $+7,8$ %), i LDL holesterol (TD = $-23,3$ % naspram PR = $-21,0$ %), bez statistički značajnih razlika između grupa u bilo kom od ovih parametara. Uzeto sveukupno, ovi rezultati ukazuju da redovno sprovođenje treninga sa opterećenjem može dovesti do statistički značajnih poboljšanja u metaboličkim biomarkerima na uzorku žena treće životne dobi, što je u skladu sa rezultatima istraživanja u ovoj disertaciji. Ipak, potrebno je naglasiti da je u većini gore navedenih studija veličina efekta veća nego u ovoj disertaciji, pri čemu je najverovatnije da je sam dizajn treninga snage zajedno sa karakteristikama ispitanika u studijama za to odgovoran.

Metaboličke promene izazvane primenom treninga sa opterećenjem izgleda da zavise od specifičnosti samo programa snage, pri čemu se ukupno opterećenje treninga (odnos obima i intenziteta) najčešće spominje kao odlučujuće (Garber et al, 2011). Sve gore navedene studije koristile su trening snage umerenog i visokog intenziteta, sa frekvencijom treninga isključivo 3 puta nedeljno (osim jedne grupe u studiji Ihalainen i sar., 2019). U tom smislu, nedavna studija (Nunes et al, 2016) je utvrdila da je trening snage velikog obima (šest serija po vežbi) statistički značajno superiorniji u snižavanju ukupnog holesterola i LDL holesterola u odnosu na trening snage malog obima (tri serije po vežbi). Takođe, utvrđeno je da 8 nedelja treninga snage primenom malog intenziteta nije dovelo do značajnih promena u lipidnom statusu neaktivnih žena koje su prošle menopauzu (Elliott et al, 2002). Karakteristika ispitanika koji su učestvovali u istraživanjima takođe može da utiče na odgovor lipidnog statusa na primenjeni trening snage, s obzirom na to da je pokazano da trening sa opterećenjem ostvaruje veće pozitivne mišićne odgovore kod ispitanika koji su neaktivni u odnosu na ispitanike koji su iskusni u treningu snage (Ribeiro et al, 2015).

Navedene činjenice mogu da nam pojasne zašto je ovo istraživanje utvrdilo značajne efekte treninga snage malog ukupnog opterećenja na lipidni status i glukozu u krvi na uzorku žena treće životne dobi. Koliko je poznato, ovo je prva studija koja pokazuje da primena treninga snage sa elastičnim trakama i na stolicama, aplikovanog 2 puta nedeljno sa malim opterećenjem (intenzitet – oko 50 % 1RM) ima potencijal da statistički značajno unapredi metaboličke biomarkere na uzorku žena treće životne dobi. Smatram da je ovo značajan rezultat ove disertacije i da je značajan dodatak za postojeća znanja iz ove oblasti.

Takođe, interesantno je i prokomentarisati činjenicu da je razlika u efektima treninga snage sprovedenog 2 ili 3 puta nedeljno sa aspekta biohemijskih parametara utvrđena jedino za parametar HDL. Drugim rečima, kada u prostoru biohemijskih parametara analiziramo rezultate naših istraživanja, možemo konstatovati da se veći obim treninga odlikuje statistički značajno većim porastom HDL u odnosu na identičan trening, ali primenjen dva puta nedeljno. Ostali parametri nisu pokazali razliku u efektima ova dva modela treninga. Ovi rezultati istraživanja su donekle različiti u odnosu na slična prethodno objavljena. Tako, Ihalainen i sar. (Ihalainen et al, 2019) su na uzorku zdravih starijih osoba utvrdili pozitivne efekte treninga snage u trajanju od 6 meseci na HDL i LDL, s tim da su pozitivni efekti porasta HDL utvrđeni bez obzira na frekvenciju treninga (jedan, dva ili tri treninga nedeljno) dok je smanjenje LDL u ovoj studiji zabeleženo samo kod grupe koja je trenirala tri puta nedeljno. Takođe, autori su primetili da ispitanici sa najlošijom metaboličkom slikom i povećanim parametrima inflamacije u organizmu ostvaruju najveće pozitivne efekte primenom treninga snage. Dalje, Valas i sar. (Wallace et al, 2011) su utvrđivali akutne promene lipidnog statusa nakon primene jednokratnog treninga snage sa dva različita obima trenažnog nadražaja na uzorku deset odraslih muškaraca. Vežba velikog obima se sastojala od 12 do 15 ponavljanja do otkaza sa pauzom od 60 sekundi, dok je vežba malog obima sprovedena sa 1-5 ponavljanja i 3 minuta pauzom između serija. Rezultati istraživanja su pokazali da veći obim vežbanja dovodi do statistički značajnog povećanja HDL, dok za totalni holesterol nisu utvrđene takve promene. Autori zaključuju da lipidni odgovor organizma na trening snage izgleda zavisi od ukupnog obima treninga.

Generalno, za trening snage je utvrđeno da efekti zavise od frekvencije i ukupnog obima treninga. Tako, u metaanalizi Stejb i sar. (Steib et al, 2010), u kojoj su 2 randomizirane studije uključene s ciljem analize uticaja frekvencije treninga, utvrđeno je da trening 2 ili 3 puta nedeljno

ostvaruje veće efekte na parametre snage od primene jednog treninga snage nedeljno. Takođe, Bord i sar. (Borde et al, 2010) su pokazali da 2-3 treninga nedeljno ostvaruje statistički značajno veće efekte po parametre snage od treninga jednom nedeljno, a primena ovog treninga značajno povećava i mišićnu masu. Interesantno, 8 od 9 studija uključenih u metaanalizu utvrđivala je efekte treninga snage sa trenažnom frekvencijom od tri treninga nedeljno. Zajedno, frekvencija treninga snage od 2 do 3 treninga nedeljno, po mišićnoj grupi, proizvodi dovoljno veliki stimulus za maksimiziranje efekata u porastu snažnih sposobnosti i mišićne mase na uzorku starijih osoba.

Iako ne spada u okvir ovog istraživanja, poželjno je reći da mehanizme koji dovode do poboljšanja lipidnog statusa i biomarkera zdravlja kao posledice primene treninga snage tek treba detaljno objasniti. Moguće je spekulirati da je sposobnost treninga snage da smanji vrednosti lipida u krvi posledica povećane sposobnosti mišića da utilizuje lipide na istom relativnom intenzitetu u odnosu na glikogen i posledično dovodi do smanjenih vrednosti u krvi (Mann et al, 2014). Takođe, moguće je da trening snage ostvaruje pozitivne efekte na lipidni status preko povećanja lipoprotein lipaze, koja je izgleda medijator između LDL uklanjanja i oksidacije lipida (Mann et al, 2014). Konačno, trening sa opterećenjem povećava gustinu GLUT-4 glukoznog transportera kao i količinu i aktivnost enzima glikogen sintaze (Phillips & Winett, 2010), posledično dovodeći do pada koncentracije šećera u krvi.

Veliki broj istraživanja je utvrđivao i potvrdio efekte treninga sa opterećenjem na snažne sposobnosti i funkcionalni status osoba treće životne dobi (Csapo & Alegre, 2016; Brady & Straight, 2014). Sjajna meta analiza sprovedena na uzorku osoba treće životne dobi potvrdila je pozitivne efekte treninga sa opterećenjem na snažne sposobnosti ispitanika. U preglednom članku Petersona i sar. (Peterson et al, 2010), u kome je analiziran efekat tradicionalnog treninga snage na mišićnu snagu starijih osoba (47 studija, 1079 ispitanika), utvrđena su poboljšanja u snazi za 24 % u potisku sa grudi, 25 % u vučenju, 29 % u potisku nogama i 33 % u ekstenziji kolena. U ovoj metaanalizi koja se bavila tradicionalnim treningom snage prosečno trajanje studije iznosilo je 17,6 ($\pm 8,6$) nedelja, prosečan broj treninga nedeljno iznosio je 2,7 ($\pm 0,5$), trenažno iskustvo 8,3 ($\pm 2,1$), prosečan broj serija tokom treninga snage 2,5 ($\pm 1,0$), prosečan broj ponavljanja u toku jedne serije 10 ($\pm 2,6$), prosečan intenzitet 70 % ($\pm 12,7$) od jednog ponavljajućeg maksimuma (1RM) i vreme odmora između dve serije 110 sekundi (± 25).

Ipak, ako pogledamo studije koje su utvrđivale efekat treninga snage primenom elastičnih traka i/ili u stolici, možemo konstatovati da su takva istraživanja relativno retka, da se odlikuju sa raznolikim dizajnima studije pre svega sa aspekta primenjenih opterećenja i trajanja studije, pa posledično nije moguće izvući neke jasne i definitivne zaključke. Rezultati ovog istraživanja utvrdili su značajne pozitivne efekte CBRT na parametre snage (i gornjih i donjih ekstremiteta-testovi 30 s ustajanje sa stolice i 30 s pregibi), fleksibilnosti (pokretljivost ruku i ramenog pojasa i pretklon na stolici), agilnosti (2,44 m ustani i vrati se), aerobne izdržljivosti (2 min step test) i snage stiska šake (test stiska šake) na uzorku žena treće životne dobi. Koliko znam, ovo je prva studija koja je pokazala statistički značajne efekte treninga snage sa elastičnim trakama na stolici na sve parametre funkcionalnog statusa uključenih u (Senior Fitness Battery Test) bateriju tesova za ovu specifičnu populaciju.

Interesantno je primetiti da rezultati studije pokazuju poboljšanja i u parametrima funkcionalnih sposobnosti koja praktično da nisu utvrđivana ni jednim ranijim istraživanjima, poput testova fleksibilnosti (pokretljivost ruku i ramenog pojasa i pretklon na stolici). Od svih parametara fizičke forme povezane sa zdravljem, fleksibilnost je često najmanje uvažena sa aspekta uloge i značaja koji ima za optimalno zdravlje, funkcionalni status kao i nezavisnost u trećoj životnoj dobi (Gehlsen et al, 1990). Smanjen nivo fleksibilnosti može povećati rizik za povređivanje, padove, bol u donjem delu leđa kao i fizičke nezavisnosti kod osoba treće životne dobi (Chodzko-Zajko et al, 2009). Nekoliko je mehanizama potencijalno odgovorno za smanjen nivo fleksibilnosti, a među njima se najčešće spominju promene u strukturama vezivnog tkiva i fizička neaktivnost (Chodzko-Zajko et al, 2009). Kada je zglob relativno neaktivan kao posledica sedentarnog načina života, mišići koji ga okružuju se skraćuju i posledično smanjuju obim pokreta. Takođe, nezavisno od nivoa fizičke aktivnosti, sam proces starenja dovodi do smanjivanja nivoa fleksibilnosti (Barbosa et al, 2002). Strukture zgloba poput hrskavice, ligamenata, ligamenata i tetiva menjanju svoju strukturu kao posledica starenja, povećavajući mišićnu i tetivnu krutost i na taj način smanjuju fleksibilnost (Gosselin et al, 1985).

Dok se trening snage uglavnom preporučuje u cilju porasta snažnih sposobnosti, nekoliko studija ukazuje da redovno sprovođenje treninga snage može da poboljša i parametre fleksibilnosti (Cyrino et al, 2004; Barbosa et al, 2002). Zapravo, postoje dokazi da trening snage može da se shvati kao aktivna forma treninga fleksibilnosti i da može povećati opseg pokreta na sličan način

kao i redovan trening fleksibilnosti (Morton et al, 2011). Redovna primena treninga snage može poboljšati fleksibilnost smanjivanjem pasivne tenzije i krutosti mišića koji okružuju zglob (Correia et al, 2014).

Rezultati kojima su se utvrđivali efekti treninga snage u trajanju od 12 nedelja na parametre fizičke forme povezane sa zdravljem pokazali su da je trening snage efikasno sredstvo za povećanje fleksibilnost na uzorku žena treće životne dobi. Ovo je u skladu sa nekoliko prethodnih istraživanja (Barbosa et al, 2002; Fatouros et al, 2006). I naši rezultati istraživanja su u skladu sa ovim studijama. Tako, Fatouros i sar. (Fatouros et al, 2006) su regrutovali 8 muškaraca treće životne dobi, koji su upražnjavali 16-nedeljni trening snage tri puta nedeljno i utvrdili su značajno poboljšanje nivoa fleksibilnosti u većem broju zglobova. Gonsalves i sar. (Gonçalves et al, 2007) su utvrđivali efekte 8 nedeljnog treninga snage sprovedenog tri puta nedeljno na fleksibilnost muškaraca i žena treće životne dobi. Utvrđeni su statistički značajni pozitivni efekti treninga snage na nekoliko testiranih opsega pokreta u različitim zglobovima.

Barbosa i sar. (Barbosa et al, 2002) utvrđivali su efekte 10-nedeljnog treninga snage na fleksibilnost starijih žena i utvrdili su značajna poboljšanja nakon sprovedenog tretmana u sit & reach testu (test pretklona na stolici). Tačan mehanizam odgovoran za porast fleksibilnosti nakon aplikovanja treninga snage tek treba da se utvrdi, a pri tome tema ovog doktorata nije utvrđivanje mehanizama ostvarenih efekata. Ipak, moguće je spekulirati o mogućim objašnjenjima. Pokreti u zglobovima su određeni i morfološkim faktorima kao što su mišići, kosti i vezivno tkivo. Pojedinačno, mišić i fascija su odgovorni za oko 41% ukupnog otpora koji zglob ostvaruje prilikom izvođenja pokreta. Posledično, smanjen nivo krutosti ovih struktura kao posledica primene treninga snage translataje se u povećani obim pokreta datog zgloba (Correia et al, 2014).

Sistematski pregledni rad Martinsa i sar. (Martins et al, 2013) bavio se analizom treninga snage sa elastičnim trakama i njihovim efektima na različite parametre funkcionalnosti i kvaliteta života osoba treće životne dobi. Autori su izneli podatke po kojima je prosečna dužina eksperimentalnog tretmana u treningu snage sa elastičnim trakama trajao između 6 i 24 nedelje (prosečno = $14,1 \pm 7,0$) sa frekvencijom treninga između 1–5 nedeljno (prosečno = $3,2 \pm 0,9$), aplikovanjem 2-11 vežbi sa oko 10-12 ponavljanja i primenom 1-3 serije za svaku vežbu. Intenzitet treninga je značajno varirao između studija i uglavnom bio indirektno kontrolisan odabirom određenog broja ponavljanja koji je povezan sa određenim stepenom subjektivnog osećaja zamora.

Sumirajući rezultate svih studija uvrštenih u metaanalizu, utvrđeno je da je trening snage sa elastičnim trakama efikasniji kod osoba koje nisu ugroženog zdravstvenog statusa i da je manje efikasan kod osoba sa nekom patološkom promenom. Sveukupno, utvrđeno je da je trening snage sa elastičnim trakama efikasan način treninga za razvoj maksimalne snage na uzorku osoba treće životne dobi. U skladu sa ovim preglednim člankom, istraživanjem Liao i sar. (Liao et al, 2018) je nedavno utvrđeno da 12 nedelja treninga snage sa elastičnim trakama, umerenog intenziteta (13 na Borgovoj skali subjektivne procene zamora) i primenom 3 serije po 10 ponavljanja tri puta nedeljno, dovodi do značajnog porasta maksimalne snage, kvaliteta mišića i poboljšanja u funkcionalnim parametrima na uzorku žena treće životne dobi, koje imaju dijagnostifikovanu sarkopeniju. Funkcionalni parametri su procenjivani testom ustani i vrati se kao i testom 30-sekundno ustajanje iz stolice. Rezultati su u skladu sa rezultatima koje smo mi dobili u našim eksperimentalnim tretmanima (18 % i 12 %). Oesen i sar. (Oesen et al, 2015) su pokazali da tri meseca treninga snage sa elastičnim trakama, uz primenu umerenog intenziteta, sprovedenog dva puta nedeljno ostvaruje poboljšanja u funkcionalnim parametrima procenjenim sa testovima 30-sekundno ustajanje sa stolice (11 ± 4 naspram 14 ± 4 pre/posle) i 30-s pregib (24 ± 10 naspram 28 ± 10 pre/posle), ali ne i za test stiska šake, ukazujući na zanimljivu mogućnost da se poboljšanja u funkcionalnim parametrima na uzorku starijih osoba mogu ostvariti i bez poboljšanja u parametrima snage (Raymond et al., 2013). Ovakvi podaci dalje ukazuju na mogućnost da funkcionalni parametri ne odlikavaju jednostavno nivo mišićnih sposobnosti već i nekih drugih faktora, poput neuroloških parametara i slično. Interesantno, ovaj model treninga snage nije ostvario efekte na parametar aerobne sposobnosti (6 min hodanja), što je u suprotnosti sa našim rezultatima kao i rezultatima objavljenih u nekoliko ranijih istraživanja (Ades et al, 1996; Wieser & Haber, 2007). Iako se to ne može proveriti u samom objavljenom istraživanju, jer nisu dostavljeni podaci, možemo spekulirati da su ispitanici u studiji Oesena i sar. (Oesen et al, 2015) u odnosu na naše ispitanike bili aerobno bolji ili barem sa dovoljno visokom aerobnom sposobnošću za datu populaciju stanovništva (oko 30 ml/kg/min), pa su zbog toga predstavljali uzorak koji ne odgovara potrebnom adaptacijom aerobnih sposobnosti na primenu trenažnih nadražaja snage.

Studije koje su utvrđivale kardiovaskularne adaptacije treninga snage demonstrirale su poboljšanja u ovim sposobnostima u opsegu od 10 do 18 % i u maksimalnoj potrošnji kiseonika kao i maksimalnog rada na bicikl ergometru na uzorku osoba treće životne dobi, koje su

podvrgnute trenažnom nadražaju u rasponu od 12-21 nedelje, sa nedeljnom frekvencijom u rasponu dva do tri treninga (Wood et al, 2001; Izquierdo et al, 2004; Cadore et al, 2010). Slično gore pomenutim radovima vezanim za trening snage i hipertrofije, Iskjerdo i sar. (Izquierdo et al, 2004) su zabeležili slična poboljšanja aerobnih sposobnosti na uzorku starijih muškaraca koji su trenirali jednom nedeljno (28 %) i onih koji su trenirali 2 puta nedeljno (23 %) tokom 16 nedelja trajanja studije.

Ukupni obim treninga snage je značajno povezan sa veličinom efekata treninga i adaptacija neuromišićnog sistema, a posledično i sa brojem serija. Nekoliko studija je istraživalo uticaj broja serija u treningu snage na snažne sposobnosti, odnosno utvrđivalo je da li povećani obim treninga (npr. 3 serije) rezultuje i u većoj adaptaciji organizma i povećanom efektu porasta nivoa snage u odnosu na manji obim treninga (npr. jedna serija). U studiji Kenona i sar. (Canon et al, 2010), jedna i tri serije treninga snage dovele su do približno istih efekata na snažne sposobnosti tokom 10 nedeljnog programa treninga na uzorku žena treće životne dobi. Nasuprot ovom istraživanju, Galvao i Taf (Galvão & Taaffe, 2005) su utvrdili značajno veće pozitivne efekte treninga snage sa tri serije od treninga snage sa jednom serijom na parametre maksimalne snage na uzorku žena treće životne dobi tokom 20 nedeljne studije. Studija Radelija i sar. (Radaelli et al, 2013) utvrdila je skoro identične efekte treninga snage sprovedenog sa jednom ili tri serije vežbanja, 6 i 12 nedelja nakon primene trenažnog nadražaja. Ipak, ista grupa istraživača je utvrdila značajno veće efekte grupe, koja je primenjivala trening snage u tri serije, ali kada je studija nastavljena do 20 nedelje. Dakle, izgleda da u kratkom vremenskom periodu (trajanje eksperimentalnog tretmana u periodu od šest do dvanaest nedelja, na primer) jedna serija u treningu snage dovodi do statistički značajnih poboljšanja i da je stoga dovoljna u cilju optimizacije trenažnih efekata, dok sa druge strane, izgleda treba primenjivati veći broj serija u eksperimentalnim tretmanima dužeg trajanja.

Efekti različitih frekvencija trenažnih sadržaja (broj treninga u toku nedelje) su takođe istraživani na uzorku osoba treće životne dobi. Farinatti i sar. (Farinatti et al, 2013) su upoređivali efekte različitog broja treninga snage tokom nedelje (jedan, dva i tri treninga nedeljno) na uzorku žena preko 60 godina. Sve tri grupe ispitanika izvodile su jednu seriju sa 10 ponavljanja za svaku vežbu. Rezultati istraživanja pokazali su da su veće frekvencije treninga nedeljno (dva ili tri puta nedeljno) dovodile do statistički većih poboljšanja u snazi i funkcionalnim parametrima u odnosu na jedan trening nedeljno. U drugoj studiji, Holvialoa i sar. (Holviala et al, 2014) pokazano je da

jedan trening snage nedeljno nije dovoljan da dovede do statistički značajnih poboljšanja u parametrima snage na uzorku ispitanika koji su iskusni u treningu snage. Autori su pokazali da samo grupa koja trenira dva puta nedeljno ima značajna poboljšanja u parametrima snage. Na osnovu gore navedenih podataka i rezultata različitih studija, ali svih sprovedenih na uzorku osoba treće životne dobi, može se konstatovati da umeren do visok intenzitet treninga snage (65 – 80 % od 1RM) dovodi do značajnih poboljšanja u parametrima snage, dok su manji intenziteti, ali većih brzina izvođenja potentni u razvoju eksplozivne snage. Dalje, izgleda da je tokom prvih nedelja treninga manje više nebitno koliko će serija biti izvođeno u treningu snage, s obzirom na praktično iste efekte primene jedne, dve ili tri serije po vežbi. Ipak, primena većeg broja serija je poželjna u dužem vremenskom periodu. Konačno, dva do tri treninga snage nedeljno je izgleda superiornije u razvoju parametara snage i funkcionalnih karakteristika osoba treće životne dobi u odnosu na trening jednom nedeljno. Interesantno, u studiji Kadorea i sar. (Cadore et al, 2012) primena treninga snage pre treninga izdržljivosti dodatno je poboljšala neuromišićne i kardiovaskularne parametre na uzorku muškaraca treće životne dobi. Slična poboljšanja u parametrima maksimalne potrošnje kiseonika, maksimalnog rada na bicikl ergometru kao i rada na anaerobnom pragu između grupa koje su prvo sprovodile trening snage, pa onda aerobni trening i grupe koja je radila upravo obrnuto, prvo sprovodila aerobni trening, pa trening snage. Ipak, veća poboljšanja na aerobnom pragu su ustanovljena na grupi koja je radila trening snage pre treninga izdržljivosti. Moguće je da su ove razlike nastale kao posledica većeg porasta snage kod grupe koja je prvo sprovodila trenažne nadražaje snage, s obzirom da su poboljšanja u snažnim sposobnostima povezana i sa poboljšanjima u aerobnim sposobnostima na maksimalnim i submaksimalnim intenzitetima (Izquierdo et al, 2003). Nedavno, Ferari i sar. (Ferrari et al, 2013) su utvrdili slična poboljšanja u maksimalnoj potrošnji kiseonika nakon 10 nedelja treninga u kome su tri puta nedeljno sprovedena trenažna opterećenja snage i izdržljivosti u istoj trenažnoj epizodi, dva puta nedeljno i to na uzorku dobro treniranih ispitanika. Ipak, statistički značajno veća poboljšanja su utvrđena na grupi koja je trenirala tri puta nedeljno, ukazujući na činjenicu da je na uzorku dobro treniranih ispitanika poželjna veća nedeljna frekvencija treninga u cilju povećanih trenažnih efekata na aerobne sposobnosti.

Statistički značajna negativna korelacija je utvrđena ($r=-0,632$, $p<0,001$) između inicijalnog nivoa aerobne sposobnosti i poboljšanja u aerobnim sposobnostima koje nastaju kao

posledica primene treninga snage, ukazujući da je inicijalni nivo aerobnih sposobnosti značajan faktor i u relaciji sa efektima treninga snage na poboljšanja u aerobnim sposobnostima (Ozaki et al, 2013). Posledično, pretpostavlja se da trening snage dovodi do porasta u aerobnim sposobnostima na uzorku osoba treće životne dobi tako što dovodi do povećanja odnosa kapilar/mišićno vlakno kao i do porasta količine i aktivnosti mitohondrijalnih enzima (Ozaki et al, 2013). U nastavku, primena treninga snage malog opterećenja dovodi do značajnog porasta sinteze proteina u mitohondrijama na uzorku osoba treće životne dobi (Burd et al, 2012).

Nedavno, Bardstu i sar. (Bardstu et al, 2020) su predstavili rezultate studije po kojima trening snage sa elastičnim trakama malog opterećenja (2 puta nedeljno i umerenog intenziteta) u trajanju od 4 meseca dovodi do statistički značajnog poboljšanja u testovima penjanje uz stepenice (18 %, $p = 0,03$) kao i maksimalna brzina hoda (8 %, $p = 0,01$), ali ne i poboljšanja u testovima 30-sekundi ustajanje, 2,44 m ustani i vrati se i testu stiska šake na uzorku osoba treće životne dobi (80-90 godina, 60 % žene). Nedostatak statistički značajnog poboljšanja u parametrima funkcionalnih sposobnosti u odnosu na rezultate naših studija može se objasniti manjim brojem vežbi (5 naspram 10-12, redom), kao i značajno manjim prisustvom ispitanica na treninzima (51 %), što zajedno može dovesti do toga da je ukupno ostvareno opterećenje na organizam bilo premalo da bi se izazvali značajniji procesi adaptacije organizma (Borde et al, 2015). Konačno, Rijeping i sar. (Rieping et al, 2019) nedavno su objavili da 14 nedelja treninga snage sa elastičnim trakama koji se sprovodi u stolicama, izvođen u 2-3 serije i sa 15-20 ponavljanja po seriji statistički značajno poboljšava vrednosti samo 30-s ustani testa ($6,67 \pm 2,55$ ponavljanja naspram $8,47 \pm 3,44$ ponavljanja za pre i posle) od 4 primenjena testa SFTB baterije (Rikli & Jones, 2013). Ipak, potrebno je napomenuti da i preostala tri testa pokazuju tendenciju poboljšanja, neki i većeg relativnog efekta od rezultata prezentovanih našim istraživanjem (rezultat u testu 2,44 m ustani i vrati se je npr. poboljšan za 25 %), doduše nedovoljno veliku da bi se dobilo statistički značajno poboljšanje najviše zbog metodoloških problema studije (velika varijabilnost podataka i mali uzorak ispitanika pre svega). Kolektivno, podaci iz naših studija i ostalih istraživanja ukazuju da je trening snage sa elastičnim trakama efikasan metod poboljšanja funkcionalnih parametara žena treće životne dobi, ali i da postoji značajna razlika u veličini efekata od studije do studije. Iako nije najjasnije zašto, razlike u intenzitetima treninga u navedenim studijama mogu bar delimično biti odgovorne za rezultate, jer se u svim studijama intenzitet nije definisao u kvantitativnim veličinama (npr. procenat od 1RM). Dalje, razlike u trenažnom obimu i dužini trajanja studija, ali

i razlike u karakteristikama ispitanika (zdravstveni status i trenažna istorija) takođe najverovatnije doprinose ovim neujednačenim rezultatima unutar istraživanja.

Fizička aktivnost igra značajnu ulogu u zdravom starenju i promociji kvaliteta života. Kvalitet života povezan sa zdravljem (HRQOL) definiše se u stručnoj i naučnoj literaturi kao relevantan indikator subjektivnog doživljaja zdravstvenog stanja i blagostanja i smatra se značajnim dodatnim alatom koji uz tradicionalne biomedicinske pokazatelje definiše zdravstveni status pojedinca. Kvalitet života povezan sa zdravljem se generalno konceptualizuje kao multidimenzionalni konstrukt koji uključuje subjektivne procene pojedinca o njihovom fizičkom, psihološkom, sociološkom i funkcionalnom statusu (Fayers et al, 1997). Samostalnim popunjavanjem upitnika HRQOL generišu se informacije za pojedinca i populaciju kojoj pripada, i rezultati upitnika predstavljaju značajan prediktor smrtnosti, posebno na uzorku osoba treće životne dobi (Lima 2009). Dovoljno dugo se već pouzdano zna da redovno vežbanje značajno poboljšava HRQOL uključujući dimenzije upitnika kao što su raspoloženje, fizičko funkcionisanje i emocionalno blagostanje (Bize et al, 2007). Ipak, koliko je jasno da se HRQOL značajno poboljšava sa redovnim i programiranim vežbanjem, nije najjasnije koje se dimenzije poboljšavaju sa primenom pojedinih distinktnih modaliteta vežbanja. Takođe, nije još uvek jasno da li se poboljšanja ostvaruju generalno za sve pojedince, bez obzira na zdravstveni status.

Većina istraživanja fizičke aktivnosti i kvaliteta života povezanog sa zdravljem na uzorku osoba treće životne dobi bila je fokusirana na vežbanje usmereno ka povećanju aerobne izdržljivosti pre nego na trening snage, nasuprot značaju koji trening snage ima u praktično svim uputstvima za vežbanje na uzorku ove specifične populacije. Tako, postoje jasne preporuke da trening snage treba sprovoditi 2 ili više puta nedeljno, izvođenjem vežbi koje angažuju pre svega velike mišićne grupe (Chodzko-Zajko et al, 2009). Ipak, svega nekoliko studija je sprovedeno u ovom smislu, ali su neke studije demonstrirale izražene dobrobiti treninga snage na parametre zdravlja, a u skorije vreme nekoliko studija je jasno pokazalo da je trening snage povezan i sa poboljšanjima u kvalitetu života povezanog sa zdravljem (Pucci et al, 2012; Bize et al, 2007), kao i da je trening snage potvrđen kao značajno sredstvo za povećanje HRQOL na uzorku osoba treće životne dobi pre svega povećanjem dimenzija fiziološkog i psihološkog funkcionisanja (Sillanpaa et al, 2012; Cassilhas et al, 2007). U svom preglednom radu Bize i sar. (Bize et al, 2007) podvukli su potrebu za novim istraživanjima koja bi utvrđivala povezanosti različitih tipova vežbanja sa

HRQOL, ali i pojedinim dimenzijama ovog upitnika. Harlstad i sar. (Haralstad et al, 2017) su na uzorku od 49 muškaraca uzrasta 69-81 godine utvrđivali efekte treninga snage u trajanju od 12 nedelja na kvalitet života povezan sa zdravljem. Treniralo se tri puta nedeljno sa progresivnim povećanjem opterećenja do 8 nedelje treninga (2-4 serije sa 8-15 ponavljanja). Rezultati istraživanja su pokazali da trening snage umerenog opterećenja u trajanju od 12 nedelja dovodi do statistički značajnog porasta kvaliteta života povezanog sa zdravljem (HQOL) i to preko statistički značajnog porasta dve od 8 dimenzija, fizička uloga ($p = 0,040$) i opšte zdravlje ($p = 0,001$). Dalje, utvrđen je i značajan porast mršave mase tela (3 %, $p \leq 0,001$). Rezultati ovog istraživanja su donekle drugačiji od rezultata koji su dobijeni u eksperimentima ove doktorske disertacije, gde su utvrđeni statistički značajni efekti na čak 6 od 8 dimenzija kvaliteta života povezanog sa zdravljem. Iako razlozi za razliku u dobijenim rezultatima nije moguće potvrditi, može se pretpostaviti da je nivo fizičke forme ispitanika u jednoj i drugoj studiji zaslužan za ove razlike. Naime, u gore pomenutoj studiji uzorak su činili stariji muškarci koji su nasumično odabrani iz lokalne zajednice u kojoj je eksperiment izvođen i predstavljali su osobe potpuno samostalne, fizički aktivne i sposobne da sprovode relativno intenzivan trening snage tokom eksperimentalnog tretmana. Sa druge strane, osobe koje su bile angažovane kao ispitanici u ovom doktoratu činile su žene treće životne dobi koje su institucionalizovane u gerijatrijskim centrima i shodno tome fizički relativno neaktivne, bez istorije treninga snage, ali i značajnijeg nivoa fizičke aktivnosti u prethodne najmanje 2 godine. U tom smislu, Krist i sar. (Krist et al, 2013) utvrdili su pozitivne efekte treninga snage u trajanju od svega 8 nedelja, 2 puta nedeljno umerenog intenziteta (3 serije sa 8 ponavljanja) i sa ukupno 6 primenjenih vežbi, na parametre snažnih sposobnosti na uzorku veoma starih žena smanjene mobilnosti.

Jedine dve dimenzije za koje nismo utvrdili pozitivne efekte treninga snage su socijalno funkcionisanje i mentalno zdravlje. Bez suvišnog spekulisanja, moguće je pretpostaviti da su uslovi sprovođenja eksperimentalnog tretmana (u gerijatrijskim centrima gde su žene institucionalizovane) kao i dužina trajanja eksperimentalnog tretmana doveli do statistički beznačajnih efekata. Sa druge strane, povećan nivo snage, utvrđen kako (SFBT) baterijom testova tako i testom stiska šake (koji se često smatra univerzalnim biomarkerom zdravlja na ovoj populaciji stanovništva) najverovatnije je ostvario pozitivne efekte na čitav niz dimenzija kvaliteta života povezanog sa zdravljem. Trening snage je izgleda potentno sredstvo na uzorku žena treće životne dobi koje doprinosi osećaju da osoba ima manji broj funkcionalnih limita i da je u stanju

da lakše i sa manje poteškoća sprovede svakodnevne aktivnosti kao što su hodanje, penjanje uz stepenice, zadržavanje dinamičkog balansa tokom hoda, što posledično dovodi do subjektivno značajno bolje percepcije o sopstvenom zdravstvenom statusu.

Ova disertacija ima i svoje limite. Prvo, kontrolna grupa je tokom eksperimentalnog tretmana poboljšala nekoliko parametara funkcionalnog statusa što se može najverovatnije pripisati povećanom nivou habitualne fizičke aktivnosti ispitanika (Walker et al., 2017). Ovo je donekle nesrećni limit ovog istraživanja, s obzirom na to da su sve ispitanice savetovane da zadrže nivo habitualne aktivnosti, ali očigledno da nisu ispoštovale savete. Ovi rezultati ukazuju na potrebu da se u sličnim istraživanjima koriste akcelerometri kako bi se kvantitativno utvrdio nivo habitualne fizičke aktivnosti. Drugo, samo žene su bile uključene u studiju, pa je nemoguće generalizovati dobijene rezultate na opštu populaciju. Treće, tokom eksperimentalnog tretmana nisu kontrolisani kalorijski dnevni unosi za ispitanice. Efekat treninga snage na morfofunkcionalne karakteristike, ali i parametre snage i biomarkere zdravlja, u jednoj značajnoj meri je zavistan i od dnevnog kalorijskog unosa. Ipak, uprkos ovim nedostacima, pozitivan efekat treninga snage na parametre zdravlja, funkcionalnih karakteristika i biomarkere zdravlja je jasno utvrđen sa rezultatima ovog istraživanja.

8.0. ZAKLJUČAK

Posle analize efekata eksperimentalnih tretmana, koji su primenjeni u ovom istraživanju i na osnovu zadatih ciljeva i postavljenih hipoteza, može se zaključiti da je trening snage sa elastičnim trakama malog opterećenja kod institucionalizovanih žena treće životne dobi imao pozitivan efekat u svim tretiranim domenima (fizička forma, biomarkeri zdravlja i kvalitet života), što potvrđuju poboljšani rezultati sledećih parametara:

- u domenu fizička forma – poboljšani su svi tretirani parametri (30 sekundi ustajanje sa stolice, 30 s pregibi podlaktice, 2 min step test, pretklon na stolici, pokretljivost ruku i ramena, ustani i vrati se, i stisak šake), što potvrđuje generalnu hipotezu (H_0).
- u domenu biomarkera zdravlja – poboljšani su parametri (glukoza, ukupni holesterol, lipoprotein visoke gustine (HDL) i lipoprotein niske gustine (LDL)), što potvrđuje generalnu hipotezu (H_0).
- u domenu kvaliteta života – poboljšani su parametri u 6 od 8 tretiranih faktora (fizičko funkcionisanje, fizička uloga, telesni bol, opšte zdravlje, vitalnost i emocionalna uloga), što potvrđuje generalnu hipotezu (H_0).

Za utvrđivanje efekata frekvencije treninga snage sa elastičnim trakama malog opterećenja kod institucionalizovanih žena treće životne dobi, sprovedenog 2x ili 3x nedeljno na biomarkere zdravlja, fizičku formu i kvalitet života korišćeni su podaci iz drugog eksperimentalnog tretmana i na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti:

- da je u domenu fizičke forme – stisak šake značajno poboljšan u korist eksperimentalne grupe 2, čija je frekvencija treninga bila 3x nedeljno, čime se potvrđuje parcijalna hipoteza H_1 .
- da je u domenu biomarkera zdravlja – lipoprotein visoke gustine (HDL) značajno poboljšan u korist eksperimentalne grupe 2, čija je frekvencija treninga bila 3x nedeljno, čime se potvrđuje parcijalna hipoteza H_1 .
- da su u domenu kvaliteta života – u varijablama fizičko funkcionisanje, fizička uloga i opšte zdravlje značajno poboljšani rezultati u korist eksperimentalne grupe 2, čija je frekvencija treninga bila 3x nedeljno, čime se potvrđuje parcijalna hipoteza H_1 .

Na kraju može se sveukupno konstatovati da je trening snage sa elastičnim trakama malog opterećenja sproveden 2x ili 3x nedeljno na populaciji institucionalizovanih žena treće životne

dobi, izuzetno efikasan i dovodi do značajnog porasta u svim parametrima fizičke forme, poboljšanju gotovo svih parametara biomarkera zdravlja i poboljšanju faktora kvaliteta života.

9.0. LITERATURA

Aagaard, P., Magnusson, P.S., Larsson, B., Kjaer, M., Krstrup, P. (2007). Mechanical muscle function, morphology, and fiber type in lifelong trained elderly. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39: 1989–1996.

Acree, S. L., Longfors J., Fjeldstad, S. A., Fjeldstad, C., Schank, B., Nickel, J. K., Montgomery S. P., Gardner W. A. (2006). Physical activity is related to quality of life in older adults. *Health and Quality of Life Outcomes*, 4, 37.

Adams, G.R., McCue, S.A. (1998). Localized infusion of IGF-I results in skeletal muscle hypertrophy in rats. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1716-1722.

Ades, P.A., Ballor, D.L., Ashikaga, T., Utton, J.L., Nair, K. S. (1996). Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Annals of internal medicine*, 124(6), 568-572.

Ades, P.A., Savage, P.D., Brochu, M., Tischler, M.D., Lee, N.M., Poehlman, E.T. (2005). Resistance training increases total daily energy expenditure in disabled older women with coronary heart disease. *Journal of Applied Physiology*, 98(4), 1280-1285.

Age UK (2010) Healthy ageing evidence review. <http://www.ageuk.org.uk/Documents/EN-GB/For-Professionals/Health-and-wellbeing/EvidenceReviewHealthyAgeingpdf?dtrk=true>.

Accessed 8 June 2015

Age UK (2015) A practical guide to healthy ageing. <http://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2015/01/pract-guid-hlthy-age.pdf>. Accessed 08 July 2015mz

Alkner, A.B., Tesch, A.P., Berg, E.H. (2000). Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 459-463.

American College of Sports Medicine Guidelines for Exercise Testing and Prescription. (2009). Philadelphia, PA: Lippincott William & Wilkins.

American College of Sports Medicine. (1995). *Physical activity readiness questionnaire PAR-Q*. (F. Rodríguez, Versión castellana, cuestionario de aptitud para la actividad física C-AAF).

American College of Sports. (2009). American College of Sports Medicine position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, 687–708.

Andersen, J.L. (2003). Muscle fibre type adaptation in the elderly human muscle. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(1), 40-47.

Anderson, T., Kearney, J.T. (1982). Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. *Research quarterly for exercise and sport*, 53, 1-7.

Ashfield, T.A., Syddall, H.E., Martin, H.J., Dennison, E.M., Cooper, C., Aihie Sayer, A. (2010). Grip strength and cardiovascular drug use in older people: findings from the Hertfordshire cohort study. *Age Ageing*, 39, 185–191.

Baker, D., Newton, R., U. (2005). Methods to increase the effectiveness of maximal power training for the upper body. *Strength Cond Journal Research*, 27, 24-32.

Balady, G.J., Foster, C., Chaitman, B., Froelicher, E.S. (2002). Position stand: automated external defibrillators in health/fitness facilities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 561–564.

Bamman, M.M., Petrela, J.K., Kim, J.S., Mayhew, D.L., Cross, J.M. (2007). Cluster analysis tests the importance of myogenic gene expression during myofiber hypertrophy in humans. *Journal of Applied Physiology*, 102(6), 2232-2239.

Banz, W., Maher, M., Thompson, W., Bassett, R.D., Moore, W., Ashraf, M., Keefer, J.D., Zemel, B.M. (2003). Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. *Experimental Biology and Medicine (Maywood)*, 228(4), 434–440.

Barbosa, A.R., Santarém, J.M., Filho, W.J., Marucci, M, de F. (2002). Effects of resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. *Journal of Strength and Conditionig Research*, 16(1), 14–18.

Bårdstu, H.B., Andersen, V., Fimland, M.S., Aasdahl, L., Raastad, T., Cumming, T.K., Saeterbakken, H.A. (2020). Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and body composition in community-dwelling older adults receiving

home care: a cluster-randomized controlled trial. *European Review of Aging and Physical Activity*, 17,11.

Bassey, E., Fiatarone, M., O'Neil, E. (1992). Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clinical Science*, 82, 321-327.

Bauer, J.M. (2015). Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein oral nutrition supplement on measures of sarcopenia in older adults. The PROVIDE study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of American Directors Association*, 16(9), 740–747.

Bautmans, I., Njemini, R., Vasseur, S., Chabert, H., Moens, L., Demanet, C., Mets, T. (2005). Biochemical changes in response to intensive resistance exercise training in the elderly. *Gerontology*, 51(4), 253-265.

Beneka, A., Mallion, P., Fatouros, I., Jamurtas, A., Gioftsidou, A., Godohas, G., Taxildaris, K. (2005). Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity 8, 274-283.

Berk, D.R., Hubert, H.B., Fries, J.F. (2006). Associations of changes in exercise level with subsequent disability among seniors: a 16-year longitudinal study. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61, 97–102.

Bijlsma, A.Y., Meskers, C.G., van den Eshof, N., Westendorp, R.G., Sipila, S., Stenroth, L., Sillanpaa, E., McPhee, J.S., Jones, D.A., Narici, M.V., Gapeyeva, H., Paasuke, M., Voit, T., Barnouin, Y., Hogrel, J.Y., Butler-Browne, G., Maier, A.B. (2013a). Diagnostic criteria for sarcopenia and physical performance. *Age*, 36(1), 275-285.

Bijlsma, A.Y., Meskers, M.C., Molendijk, M., Westendorp, R.G., Sipila, S., Stenroth, L., Sillanpaa, E., McPhee, J.S., Jones, D.A., Narici, M., Gapeyeva, H., Paasuke, M., Seppet, E., Voit, T., Barnouin, Y., Hogrel, J.Y., Butler-Browne, G., Maier, A.B. (2013b) Diagnostic measures for sarcopenia and bone mineral density. *Osteoporosis International*, 24: 2681–2691.

Binder, E.F., Birge, S.J., Spina, R. (1999). Peak aerobic power is an important component of physical performance in older women. *Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 54, 353–356.

Binder, E.F., Yarasheski, E.K., Steger-May, K., Sinacore, R.D., Brown, M., Schechtman, B.K., Holloszy, O.J. (2005). Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized controlled trial. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(11), 1425-1431.

Bize, R., Johnson, A.J., Plotnikoff, C.R. (2007). Physical activity level and health – related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Preventive Medicine*, 45(6), 401-415.

Bogaerts, A., delecluse, L.A., Claessens, L.A., Condyzer, W., Boonen, S., Verschueren, P.M.S. (2007). Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(6), 630-635.

Booth, F.W., Gordon, S.E., Carlson, C.J., Hamilton, M.T. (2000). Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *Journal of Applied Physiology*, 88, 774–787.

Borde, R., Hortobagyi, T., Granacher, U. (2015). Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: A systematic review and metaanalysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1693-1720.

Bortz, M.M. (2002). A conceptual framework of frailty: A review. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 57A, 283-288.

Bortz, W. (1982). Disuse and aging. *The Journal of the American Medical Association*, 248, 1203-1208.

Brady, A.O., Straight, C.R. (2014). Muscle capacity and physical function in older women: What are the impacts of resistance training? *Journal of Sport and Health Science*, 3(3), 179-188.

Brentano, M.A., Cadore, E.L., Da Silva, E.M. (2008). Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1816–1825.

British Geriatric Society (2014) Fit for frailty: consensus best practice guidance for the care of older people living with frailty in community and outpatient settings. http://www.bgs.org.uk/campaigns/fff/fff_full.pdf. Accessed Feb 2016

Brooks, N., Layne, J.E., Gordon, P.L., Roubenoff, R., Nelson, M.E., Castaneda-Sceppa, C. (2007). Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *International Journal of Medical Science* 4, 19–27.

Brown, A., McCartney, N., Sale, D. (1990). Positive adaptation to weightlifting in the elderly. *Journal of Applied Physiology*, 69, 1725-1733.

Bruce, B., Fries, J.F., Hubert, H. (2008). Regular vigorous physical activity and disability development in healthy overweight and normal-weight seniors: a 13-year study. *American Journal of Public Health*, 98, 1294–1299.

Buchner, D., de Lateur, B.J. (1991). The importance of skeletal muscle strength to physical function in older adults. *Annals of Behavioral Medicine*, 13, 91-98.

Buchner, D., Wagner, E. (1992). Preventing frail health. *Clinics in Geriatric Medicine*, 8, 1-17.

Burd, N.A., Andrews, R.J., West, D.W., Little, J.P., Cochran, A.J., Hector, A.J., Cashaback, G.A.J., Gibala, J.M., Potvin, R.J., Baker, K.S., Phillips, M.S. (2012). Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *Journal of Physiology*, 590(2), 351–362.

Burton, L., A., Summukadas, D. (2010). Optimal management of sarcopenia. *Clinical Interventions in Aging*, 5, 217-228.

Bweir, S., Al-Jarrah, M., Almalty, A.M., Maayah, M., Smirnova, V., I., Novikova, L., Stehno-Bittel, L. (2009). Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. *Diabetology Metabolic Syndrome*, 1, 27.

Cadore, E.L., Pinto, R.S., Lhullier, F.L.R., Correa, C.S., Alberton, C.L., Pinto, S.S., Almeida, A.P.V., Tartaruga, M.P., Silva, E.M., Krueel, L.F.M. (2010). Physiological effects of concurrent training in elderly men. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 689-697.

Cadore, E.L., Izquierdo, M., Dos Santos, M.G., Martins, J.B., Lhullier, F.L., Pinto, R.S., Silva, R.F., Krueel, L.F.M. (2012). Hormonal responses to concurrent strength and endurance training with different exercise orders. *Journal of Strength and Conditional Research*, 26(12), 3281–3288.

Cadore, E.L., Izquierdo, M. (2013). How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity, and cardiovascular gains in the elderly: an update. *American Aging Association*, 35, 2329-2344.

Cadore, E.L., Izquierdo, M., Pinto, S.S. (2013). Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: Effects of intrasession exercise sequence. *Age*, 35, 891–903.

Cadore, E.L., Rodriguez-Manas, L., Sinclair, A., Izquierdo, M. (2013) Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: A systematic review. *Rejuvenation Research*, 16, 105–114.

Cadore, E.L., Casas-Herrero, A., Zambom-Ferraresi, F. (2014). Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age*, 36, 773–785.

Cadore, E.L., Pinto, R.S., Bottaro, M., Izquierdo, M. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging and Disease*, 5, 183–195.

Cadore, E.L., Menger, E., Teodoro, J.L. (2018). Functional and physiological adaptations following concurrent training using sets with and without concentric failure in elderly men: A randomized clinical trial. *Experimental Gerontology*, 110, 182–190.

Campos, G.E., Luecke, T.J., Wendelu, H.K., Toma, K., Hagerman, F.C., Murray, T.F., Ragg, K.E., Ratamess, N.A., Kraemer, W.J., Staron, R.S. (2002). Muscular adaptation in response to three

different resistance training regimens: specificity of repetition maximum training zone. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 50-60.

Candow, D.G., Chilibeck, P.D., Facci, M., Abeysekara, S., Zello, G.A. (2006). Protein supplementation before and after resistance training in older men. *European Journal of Applied Physiology*, 97, 548–556.

Candow, D.G., Chilibeck, P.D., Abeysekara, S., Zello, G.A. (2011). Short-term heavy resistance training eliminates age-related deficits in muscle mass and strength in healthy older males. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 326-333.

Cannon, J., Marino, F.E. (2010). Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low- volume resistance training in untrained young and older women. *Journal of Sport Sciences*, 28(14), 1505-1514.

Carpinelli, R.N. (2008). The size principle and a critical analysis of the unsubstantiated heavier is better recommendation for resistance training. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 6, 67-86.

Cassilhas, C.R., Vianna, R.A.V., Grassmann, V., Santos, T.R., Santos, F.R., Tufik, S., Mello, T.M. (2007). The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1401-1407.

Cassilhas, R.C., Antunes, H.K., Tufik, S., de Mello, M.T. (2010). Mood, anxiety, and serum IGF-1 in elderly men given 24 weeks of high resistance exercise. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 265–276.

Chale, A., Clautier, G.J., Han, C., Philips, E.M., Dallal, G.E., Fielding, R.A. (2013). Efficacy of whey protein supplementation on resistance exercise-induced changes in lean mass, muscle strength and physical function in mobility-limited older adults. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(6), 682-690.

Charette, S., McEvoy, L., Pyka, G. (1991). Muscle hypertrophy response to resistance. An intergenerational approach in the promotion of balance and strength for fall prevention-a mini-review. *Gerontology*, 57, 304-315.

Chen, K.M., Kuo, C.C., Chang, Y.H., Huang, H.T., Cheng, Y.Y. (2017). Resistance band exercises reduce depression and behavioral problems of wheelchairbound older adults with dementia: A cluster-randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 65, 356–363.

Chen, Y., Bornfeldt, K.E., Arner, A. (1994). Increase in insulin-like growth factor I in hypertrophying smoothmuscle. *American Journal of Physiology*, 266, 224-229.

Chodzko-Zajko, J.W., Proctor, N.D., Fiatarone Singh, A.M., Minson, T.C., Nigg, R.C., Salem, J.G., Skinner, S.J. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(7), 1510-1530.

Chou, W.T., Tomata, Y., Watanabe, T., Sugawara, Y., Kakizaki, M., Tsuji, I. (2014). Relationships between changes in time spent walking since middle age and incident functional disability. *Preventive Medicine Journal*, 59, 68–72.

Churchward-Venne, T.A., Tieland, M., Verdijk, L.B., Leenders, M., Dirks, M.L., de Grot, L.C., van Loon, L.J. (2015). There are no nonresponders to resistance – type exercise training in older men and women. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(5), 400-411.

Clark, B.C., Manini, T.A. (2008). Sarcopenia \neq dynapenia. *Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(8), 829-834.

Clegg, A., Young, J., Iliffe, S., Rikkert, M.O., Rockwood, K. (2013). Frailty in elderly people. *Lancet*, 381, 752–762.

Colado, J.C., Triplett, N.T. (2008). Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1441-8.

Coleman, M.E., DeMayo, F., Yin, K.C. (1995). Myogenic vector expression of insulin-like growth factor I stimulates muscle cell differentiation and myofiber hypertrophy in transgenic mice. *Journal of Biological Chemistry*, 270(20), 12109-12116.

Conceisao, S.M., Boringanha, V., Vechin, C.F., de Barros Berton, P.R., Lixandrao, E.M., Nogueira, D.R.F., de Souza, V.G., Chacon-Mikahil, T.P.M. Libardi, A.C. (2013). Sixteen weeks

of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. *Clinical Interventions in Aging*, 8,1221-1228.

Correia, M.A., Menêses, A.L., Lima, A.H., Cavalcante, B.R., Ritti-Dias, R.M. (2014). Efeito do treinamento de força na flexibilidade: uma revisão sistemática [Effect of strength training on flexibility: a systematic review]. *Atividade Física e Saúde*, 19(1), 3–11.

Craig, B., Brown, R., Everhart, J. (1989). Effects of progressive resistance training on growth hormone and testosterone levels in young and elderly subjects. *Mechanisms of Ageing and Development*, 49, 159-169.

Craig, C. L., Marshall, A., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth B. E., Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12 Country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8),1381-1395.

Crewther, B., Crown, J., Keogh, J. (2005). Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses. *Spots Medicine*, 35(11), 967-989.

Csapo, R., Alegre, L.M. (2016). Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analaysis. *Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports*, 26(9), 995-1006.

Cunha, P.M., Nunes, J.P., Tomeleri, C.M., Nascimento, M.A., Schoenfeld, B.J., Antunes, M., Gobbo, L.A., Teixeira, D., Cyrino, E.S. (2020). Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality and IGF-1 in older women: A randomized controlled trial. *Journal of strength and Conditiong Research*, 34(4), 1008-1016.

Cyrino, E.S., de Oliveira, A.R., Leite, C.J., Porto Braga, D., Dias, R.M.R., Segantin, Q., A., Matano, S.R., de Araujo Santos, V. (2004). Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos [Flexibility behavior after 10 weeks of resistance training], *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.*, 10(4), 233–237.

Czerwinski, S., Martin, J., Bechtel, P.J. (1994). Modulation of IGF mRNA abundance during stretch-induced skeletal muscle hypertrophy and regression. *Journal of Applied Physiology*, 76, 2026-2030.

da Silva, L.X.N., Teodoro, J.L., Menger, E. (2018). Repetitions not to failure versus optimizes neuromuscular gains during concurrent training in healthy elderly men: a randomized clinical trial. *Experimental Gerontology*, 108, 18-27.

Dalsky, G.P., Stocke, K.S., Ehsani, A.A. (1988). Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Annals of Internal Medicine*, 108, 824–828.

Darr, K.C., Schultz, E. (1987). Exercise-induced satellite cell activation in growing and mature skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 63, 1816-1821.

Davidson, L.E., Hudson, R., Kilpatrick, K. (2009). Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: A randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*, 169, 122–131.

De Luca, C.J., Contessa, P. (2012). Hierarchical control of motor units in voluntary contractions. *Journal of Neurophysiology*, 107(1), 178-195.

De Sure, R.A., Peterson, K., Gianan, V.F., Pang, L. (2013). An exercise program to prevent falls in institutionalized elderly with cognitive deficits: a crossover pilot study. *Hawai journal of Medicine & Public Health*, 72(11), 391-395.

de Vreede, P. L., van Meeteren, N. L., Samson, M. M., Wittink, H. M., Duursma, S. A., & Verhaar, H. J. (2007). The effect of functional tasks exercises and resistance exercise on health-related quality of life and physical activity. *Gerontology*, 53(1), 12-20.

Degens, H., Maden-Wilkinson, T.M., Ireland, A., Korhonen, M.T., Suominen, H., Heinonen, A., Radak, Z., McPhee, J.S., Rittweger, J. (2013a). Relationship between ventilatory function and age in master athletes and a sedentary reference population. *Age*, 35, 1007–1015.

Degens, H., Rittweger, J., Parviainen, T., Timonen, K.L., Suominen, H., Heinonen, A., Korhonen, M.T. (2013b). Diffusion capacity of the lung in young and old endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 1051–1057.

Department for Culture MaS (2011) Adult participation in sport: analysis of the taking part survey. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/137986/tp-adult-participation-sport-analysis.pdf. Accessed 10 July 2015

Department of Health UK (2011) Start active, stay active: UK Physical Activity Guidelines. Department of Health, UK <http://www.dh.gov.uk/health/category/publications/>

DiBrezza, R., Shadden, B.B., Raybon, B.H., Powers, M. (2005). Exercise intervention designed to improve strength and dynamic balance among community-dwelling older adults. *Journal of Aging & Physical Activity*, 13(2): 198–209.

DiFrancisco-Donoghue, J., Werner, W., Douris, P.C. (2007). Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 19–22.

Duchateau, J., Enoka, R.M. (2002). Neural adaptations with chronic activity patterns in able – bodied humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*, 81(11), 11-27.

Duchateau, J., Enoka, R.M. (2011). Human motor unit recordings: Origins and insight into the integrated motor system. *Brain Research*, 1409, 42-61.

Dunn, A., Marcus, B., Kampert, J., Garcia, E.M., Kohl, W.H., Blair, N.S. (1997). Reduction in cardiovascular disease risk factors: 6-month results from project active. *Preventive Medicine*, 26(6), 883–892.

Earnest, C.P., Johannsen, N.M., Swift, D.L., Lavie, C.J., Blair, S.N., Church, T.S. (2013). Dose effect of cardiorespiratory exercise on metabolic syndrome in postmenopausal women. *American Journal of Cardiology*, 111, 1805–1811.

Ebrahim, S., Wannamethee, S.G., Whincup, P., Walker, M., Shaper, A.G. (2000). Locomotor disability in a cohort of British men: the impact of lifestyle and disease. *International Journal of Epidemiology*, 29, 478–486.

Elliott, K.J., Sale, C., Cable, N. T. (2002). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *British journal of sports medicine* 36 (5), 340-344.

Enoka, R.M. (1997). Neural adaptations with chronic physical activity. *Journal of Biomechanics*, 30, 447-455.

Eurostat (2015) Deaths and life expectancy data. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography-migration-projections/deaths-life-expectancy-data>. Accessed 15 Feb 2016

Evans, W. (1997). Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *Journal of Nutrition*, 127(5), 998–1003.

Evans, W.J. (2002). Effects of exercise on senescent muscle. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 403, 211–220.

Fahlman, M.M., McNevin, N., Boardley, D., Morgan, A., Topp, R. (2011). Effects of resistance training on functional ability in elderly individuals. *American Journal of Health Promotion*, 25, 237-243.

Fahlman, M.M., Mcnerin, H.N., Boardley, D., & Morgan, A. (2011). Effects of Resistance Training on Functional Ability in Elderly individuals. *American journal of health promotion*, 25(4), 237-243.

Farinatti, P.T., Geraldes, A.A., Bottaro, M.F., Lima, M.V., Albuquerque, R.B., Fleck, S.J. (2013). Effects of different resistance training frequencies on the muscle strength and functional performance of active women older than 60 years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 2225-2234.

Farquhar, M. (1995). Elderly people's definitions of quality of life. *Social Science & Medicine*, 41, 1439-1446.

Fatauros, I.G., Kambas, A., Katrabassas, I., Nikolaidis, K., Chatzinikolaou, A., Leontsini, D., Taxildaris, K. (2005). Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and morbidity of inactive older men are intensity dependent. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 776-780.

Fatouros, I.G., Kambas, A., Katrabasas, I., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A., Jamurtas, Z. A., Douroudos, I., Aggelousis, N., Taxildaris, K. (2006). Resistance training and detraining effects on

flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 634–642.

Faulkner, A.J., Larkin, M.L., Claflin, R.D., Brooks., V.S. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 34, 1091-1096.

Fayers, P.M., Hopwood, P., Harvey, A., Girling, D.J., Machin, D., Stephens, R. (1997). Quality of life assessment in clinical trials—guidelines and a checklist for protocol writers: The U.K. Medical Research Council experience. MRC Cancer Trials Office. *European Journal of Cancer*, 33(1), 20–28.

Feldman, D.I., Al-Mallah, M.H., Keteyian, S.J., Brawner, C.A., Feldman, T., Blumenthal, R.S., Blaha, M.J. (2015). No evidence of an upper threshold for mortality benefit at high levels of cardiorespiratory fitness. *Journal of the American College Cardiology*, 65, 629–630.

Ferrari, R., Krueel, L.F., Cadore, E.L., Alberton, C.L., Izquierdo, M., Conceição, M., Pinto, R.S., Radaelli, R., Wilhelm, E., Bottaro, M., Ribeiro, J.P., Umpierre, D. (2013). Efficiency of twice weekly concurrent training in trained elderly men. *Expimental Gerontology*, 48, 1236-1242.

Ferrucci, L., Izmirlian, G., Leveille, S., Phillips, C.L., Corti, M.C., Brock, D.B., Guralnik, J.M. (1999). Smoking, physical activity, and active life expectancy. *American Journal of Epidemiology*, 149, 645–653.

Fiatarone Singh, M. A. (2004). Exercise and aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 20(2), 201-221.

Fiatarone, M.A., Marks, E.C., Ryan, N.D., Meredith, C.N., Lipsitz, L.A., Evans, W.J. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association*, 263(22), 3029-3034.

Fiatarone, M.A., O'Neill, E.F., Ryan, N.D., Clements, K.M., Solares, G.R., Nelson, M.E., Evans, W.J. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *New England Journal of Medicine*, 330(25), 1769-1775.

Fleck, J.S., Kraemer, W.J. (2004). *Designing resistance training programs*, 3rd edition, Champaign IL: Human Kinetics.

Folland, P.J., Irish, S.C., Roberts, C.J., Tarr, E.J., Jones, A.D. (2002). Fatigue is not a necessary stimulus for strength gains during resistance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(5), 370-373.

Featherstone, J.D.B., Behrman, J.M., Bell, J.E. (1993). Effect of whole saliva components on enamel demineralization *in vitro*. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 4, 357–362.

Fried, L.P., Tangen, C.M., Walston, J., Newman, A.B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W.J., Burke, G., McBurnie, M.A. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 56, 146–156.

Frontera, W., Meredith, C., O'Reilly, P. K., Knuttgen, G.H., Evans, J.W. (1988). Strength condition in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of Applied Physiology*, 63, 1038-1044.

Furtado, E.G., Uba-Chupel, M., Carvalho, M.H., Souza, R.N., Fereira, P.J., Teixeira, M.A. (2016). Effects of a chair-yoga exercises on stress hormone levels, daily life activities, falls, and physical fitness in institutionalized older adults. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 24, 123-129.

Furtado, G.E., Carvalho, H.M., Loureiro, M., Patrício, M., Uba-Chupel, M., Colado, J. C., Teixeira, A. M. (2020). Chair-based exercise programs in institutionalized older women: Salivary steroid hormones, disabilities and frailty changes. *Experimental Gerontology* 130, 1-11.

Galvão, D.A., Taaffe, D.R. (2005). Single vs. multiple-set resistance training: recent developments in the controversy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 660-667.

Galvao, D.A., Taaffe, D.R. (2005). Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. *Journal of American Geriatrics Society*, 53 (12), 2090–2097.

Ganse, B., Degens, H., Drey, M., Korhonen, M.T., McPhee, J., Muller, K., Johannes, B.W., Rittweger, J. (2014). Impact of age, performance and athletic event on injury rates in master

athletics - first results from an ongoing prospective study. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 14, 148–154.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M J., Lee, I.M., Swain, D.P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43, 1334-1359.

Gehlsen, G.M., Whaley, M.H. (1990). Falls in the elderly: part II, balance, strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71(10):739–741.

Gill, T.M., Allore, H.G., Hardy, S.E., Guo, Z. (2006). The dynamic nature of mobility disability in older persons. *Journal of American Geriatrics Society*, 54, 248–254.

Gillespie, L.D., Robertson, M.C., Gillespie, W.J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L.M., Lamb, S.E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Systematic Review*, 9.

Goodpaster, B.H., Chomentowski, P., Ward, B.K. (1985). Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Applied Physiology*, 105, 1498–1503.

Gómez-Tomás, C., Chulvi-Medrano, I., Carrasco, J. J. and Alakhdar, Y. (2018). Effect of a 1-year elastic band resistance exercise program on cardiovascular risk profile in postmenopausal women. *Menopause*, 25, 1004-1010.

Gonçalves, R., Gurjão, A.L., Gobbi, S. (2007). Efeitos de oito semanas do treinamento de força na flexibilidade de idosos. [Effects of eight weeks strength training on flexibility in older adults]. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 9(2), 145–153.

Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., Takamatsu, K. (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(6), 955-963.

Greig, C., Botella, J., Young, A. (1993). The quadriceps strength of healthy elderly people remeasured after eight years. *Muscle Nerve*, 16, 6-10.

Grimby, G., Aniansson, A., Hedberg, M. (1992). Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84-yr-oldmen. *Journal of Applied Physiology*, 73, 2517-2523.

Grindland, R.E., Roy, R.R., Edgerton, V.R. (1994). Interactive effects of growth hormone and exercise on muscle mass in suspended rats. *American Journal of Physiology*, 267, 316-322.

Gosselin, L.E., Adams, C., Cotter, T.A., McCormick, R.J., Thomas, D. (1985). Effect of exercise training on passive stiffness in locomotor skeletal muscle: role of extracellular matrix. *Journal of Applied Physiology*, 85(3), 1011-1016.

Haff, G.G., Triplett, T. (2018). *Osnove treninga snage i kondicionog treninga*. Beograd: DATA STATUS.

Hakkinen, K., Kraemer, W.J., Pakarinen, A., Triplett-McBride, T., McBride, J.M., Hakkinen, A., Alen, M., McGuigan, M.R., Bronks, R., Newton, R.U (2002). Effects of heavy resistance/ power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 27, 213–231.

Hakkinen, K., Newton, R.U., Gordon, S.E. (1998). Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(6), 415-423.

Hamer, M., Lavoie, K.L., Bacon, S.L. (2014), Taking up physical activity in later life and healthy ageing: The English longitudinal study of ageing. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 239–243.

Haraldstad, K., Roche, G., Stea, H.T., Lohne-Seilr, H., Hetlelid, K., Paulsen, G., Berntsen, S. (2017). Changes in health-related quality of life in elderly men after 12 weeks of strength training. *European review of Aging and Physical Activity*, 14, 8.

Hardy, S.E., Gill, T.M. (2004). Recovery from disability among community-dwelling older persons. *The Journal of American Medical Association*, 291, 1596–1602.

Harris, C., DeBeliso, M.A., Spitzer-Gibson, T.A., Adams, K.J. (2004). The effect of resistance-training intensity on strength-gain response in the older adult. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 833–838.

Hart, D. P (2015). Muscle Strengthening Activity in Addition to Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Adults. *World Journal of Preventive Medicine*, 3, 2, 24-27.

Healy, G.N., Dunstan, D.W., Salmon, J., Cerin, E., Shaw, J.E., Zimmet, P.Z., Owen, N. (2008). Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care*, 31, 661–666.

Henneman, E. (1957). Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge. *Science*, 126(3287), 1345-1347.

Henwood, T., Taaffe, D. (2006). Short-term resistance training and the older adults: The effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performances. *Clinical physiology and functional imaging*, 26(5), 305-313.

Hikida, R.S., Staron, R.S., Hagerman, F.C., Walsch, S., Kaiser, E., Shell, S., Hervey, S. (2000). Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. II. Muscle fiber characteristics and nucleo-cytoplasmic relationship. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(7), 347-354.

Hoffmann, T.C., Maher, C.G., Briffa, T. (2016). Prescribing exercise interventions for patients with chronic conditions. *Canadian Medical Association Journal*, 188, 510–518.

Hofmann, M., Schobler-Halper, B., Oesen, S., Franzke, B., Tschau, H., Bachl, N., Straesser, M.E., Quittan, M., Wagner, H.K., Wessner, B. (2016). Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: The Vienna Active Ageing Study (VAAS). *European Journal of Applied Physiology*, 116 (5), 885-897.

Holviala, J., Häkkinen, A., Alen, M., Sallinen, J., Häkkinen, K. (2014). Effects of prolonged and maintenance strength training on force production, walking, and balance in aging women and men. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), 224-233.

Hortobagyi, T., Tunnel, D., Moody, J., Beam, S., DeVitta, P. (2001). Low or high intensity strength training partially restores impaired quadriceps force accuracy and steadiness in aged adults. *Journal of Gerontology*, 56, 38-47.

Hortobagyi, T., Mizelle, C., Beam, S., DeVita, P. (2003). Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(5), 453-460.

Hurley, B., Redmond, R., Pratley, R., Trueth, M., Rogers, M., Goldberg, A. (1995). Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. *International Journal of Sports Medicine*, 16, 380-386.

Hyatt, R., Whitelaw, M., Bhat, A. (1990). Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing*, 19, 330-336.

Ibáñez, J., Izquierdo, M., Martínez-Labari, C., Ortega, F., Grijalba, A., Forga, L., Gorostiaga, E. M. (2010). Resistance training improves cardiovascular risk factors in obese women despite a significant decrease in serum adiponectin levels. *Obesity*, 18, 535-541.

Ihalainen, J. K., Inglis, A., Mäkinen, T., Newton, R. U., Kainulainen, H., Kyröläinen, H., Walker, S. (2019). Strength training improves metabolic health markers in older individual regardless of training frequency. *Frontiers in physiology*, 10, 32.

Ireland, A., Maden-Wilkinson, T., Ganse, B., Degens, H., Rittweger, J. (2014). Effects of age and starting age upon side asymmetry in the arms of veteran tennis players: a cross-sectional study. *Osteoporosis International*, 25, 1389–1400.

Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J. (2001). Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *Journal of Applied Physiology*, 90, 1497–1507.

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Ibanez, J., Antón, A., Garrués, M., Ruesta, M., Gorostiaga, E.M. (2003). Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 129–139.

Izquierdo, M., Ibañez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Larrión, J.L., Gorostiaga, E.M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 435-443.

Jacobs, S.M., Wokke, J.J., Bar, P.R. (1995). Satellite cell activation after muscle damage in young and adult rats. *Anatomical Record*, 242, 329-336.

Johnston, A.P., De Lisio, M., Parise, G. (2008). Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33, 191–199.

Jones, C.J., Rikli, R.E., Beam, W.C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Research Quarterly Exercise and Sport*, 70, 113–119.

Jones, J., Rose, D., (2005). *Physical activity instruction of older adults*. Champaign: Human Kinetics.

Kalapotharakos, V.I., Michalopoulos, M., Tokmakidis, S.P., Godolias, G., & Gourgoulis, V. (2005). Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 652-657.

Kamen, G., Knight, C.A. (2004). Training – related adaptations in motor unit discharge rate in young and older adults. *The Journals of gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(12), 1334-1338.

Keen, D.A., Yue, G.H., Enoka, R.M. (1994). Training-related enhancement in the control of motor output in elderly humans. *Journal of Applied Physiology*, 77, 2648-2658.

Kim, L.G., Adamson, J., Ebrahim, S. (2013). Influence of life-style choices on locomotor disability, arthritis and cardiovascular disease in older women: prospective cohort study. *Age Ageing*, 42, 696–701.

Kimura, K., Obuchi, S., Arai, T., Nagasawa, H., Shiba, Y., Watanabe, S., Kojima, M. (2010). The influence of short-term strength training on health-related quality of life and executive cognitive functions. *Journal of Physiological Anthropology*, 29(3), 95-101.

Klitgaard, H., Mantoni, M., Schiaffino, S. (1990). Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiologica Scandinavica*, 140, 41-54.

Kolber, M.J., Beekhuizen, K.S., Cheng, M.S., Hellman, M.A. (2010). Shoulder injuries attributed to resistance training: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1696–1704.

Korovljev, D. (2018). *Efekti primene molekularnog vodonika i fizičkog vežbanja na telesnu kompoziciju, metabolički profil i kvalitet života žena trećeg doba*. Doktorska disertacija, Novi Sad: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.

Kosek, D.J., Jeong-Su, K., Petrella, K.J., Cross, M.J., Bamman, M.M. (2006). Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs older adults. *Journal of Applied Physiology*, 101(2), 531-544.

Kraemer, W., Fleck, S., Dziados, J. (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology*, 75, 594-604.

Kraemer, W., Marchitelli, L., Gordon, S. (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*, 69, 1442-1450.

Kraus, W, Houmard, J., Duscha, B., Knetzger, J.K., Wharton, B.M., McCartney, S.J., Bales, W.C., Henes, S., Samsa, P.G., Otvos, D.J., Kulkarni, R.K., Slentz, A.C. (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*, 347(19), 1483–1492.

Krist, L., Dimeo, F., Keil, T. (2013). Can progressive resistance training twice a week improve mobility, muscle strength, and quality of life in very elderly nursing-home residents with impaired mobility? A pilot study. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 443–448.

Kwon, I., Kim, S.J., Shin, H.C., Park, Y., Kim, H.J. (2019). Associations between skeletal muscle mass, grip strength and physical and cognitive functions in elderly women: Effects of exercise with resistive theraband. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 23(3), 50-55.

Laidlaw, D.H., Kornatz, K.W. (1999). Strength training improves the steadiness of slow lengthening contractions performed by old adults. *Journal of Applied Physiology*, 87, 1786-1795.

Lagaly, M.K., Robertson, J.R. (2006). Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 252-256.

Larsson, L. (1982). Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14, 203-206.

Lautenschlager, N.T., Cox, K.L., Flicker, L., Foster, J.K., van Bockxmeer, F.M., Xiao, J., Greenop, K.R., Almeida, O.P. (2008). Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *The Journal of American Medical Association*, 300, 1027–1037.

Lavallee, M.E., Balam, T. (2010). An overview of strength training injuries: Acute and chronic. *Current Sports Medicine Reports*, 9(5), 307-313.

LeBrasseur, N.K., Walsh, K., Arany, Z. (2011). Metabolic benefits of resistance training and fast glycolytic skeletal muscle. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 300, 3–10.

Lee, I.M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N., Katzmarzyk, P.T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 380, 219–229.

Leger, B., Cartoni, R., Praz, M., Lamon, S., Deriaz, O., Crettenand, A., Gobelet, C., Rohmer, P., Konzelmann, M., Luthi, F., Russell, A.P. (2006). Akt signaling through GSK-3beta, mTOR and FOXO1 is involved in human skeletal muscle hypertrophy and atrophy. *Journal of Physiology*, 576, 923-933.

Lemmer, J.T., Hurlbut, D.E., Martel, G.F. (2000). Age and gender responses to strength training and detraining. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1505-1512.

Lemmer, J.T., Martel, G.F., Hurlbut, D.E., Hurley, B.F. (2007). Age and sex differentially affect regional changes in one repetition maximum strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 731-737.

- LeMura, L., von Duvillard, S., Andreacci, J., Klebez, M.J., Chelland, A.S., Russo, J. (2000). Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5–6), 451–458.
- Leon, A., Sanchez, O. (2001). Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6), 502–515, 528–529.
- Leong, B., Kamen, G., Pattern, C. (1999). Maximal motor discharge rates in the quadriceps muscles of older weight lifters. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 1638-1644.
- Lexell, J., Taylor, C.C., Sjostrom, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *Journal of the Neurological Science*, 84, 275–294.
- Liao, C.D., Tsauo, J.Y., Huang, S.W., Ku, J.W., Hsiao, D.J., Liou, T.H. (2018). Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 8(1), 2317.
- Lima, G.M., de Azevedo Barros, B.M., Cezar, G.L.C., Goldbaum, M., Carandina, L., Ciconelli, M.R. (2009). Health related quality of life among the elderly: a population-based study using SF-36 survey. *Cadernos de Saude Publica*, 25(10), 2159-2167.
- Liu, C., Latham, N. (2010). Adverse Events Reported in Progressive Resistance Strength Training Trials in Older Adults: 2 sides of a Coin. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 91, 1471-1473.
- Lindle, R., Metter, E., Lynch, N. (1997). Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93. *Journal of Applied Physiology*, 83,1581-1587.
- Lynch, N.A., Metter, E.J., Lindle, R.S. (1999). Muscle quality I: ageassociated differences in arm vs leg muscle groups *Journal of Applied Physiology*, 86(1), 188-94.
- Manini, T.M., Clark, B.C. (2012). Dynapenia and aging: An update. *Journal of Gerontology. Series A, Biological Science and Medicine Science*, 67, 28–40.

Manini, T.M., Everhart, J.E., Patel, K.V., Schoeller, D.A., Colbert, L.H., Visser, M., Tylavsky, F., Bauer, D.C., Goodpaster, B.H., Harris, T.B. (2006). Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *The Journal of American Medical Association*, 296, 171–179.

Mann, S., Beedie, C., Jimenez, A. (2014) Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Medicine*, 44(2), 211-221.

Marengoni, A., Angleman, S., Melis, R., Mangialasche, F., Karp, A., Garmen, A., Meinow, B., Fratiglioni, L. (2011). Aging with multimorbidity: a systematic review of the literature. *Ageing Research Reviews*, 10, 430–439.

Marques, E.A., Mota, J., Carvalho, J. (2012). Exercise effects on bone mineral density in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Age*, 34, 1493–1515.

Martel, G.F., Roth, S.M., Ivey, F.M. (1999). Effects of strength training on muscle fiber characteristics in young and older men and women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 325.

Martins, R. W., Safons, P. M., Bottaro, M., Blasczyk, C.J., Diniz, R.L., Fonseca, C.M.R., Bonini-Rocha, C.A., de Oliveira, J.R. (2015). Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. *Geriatrics*, 15:99, 1-10.

Martins, R.W., de Oliverira, J.R., Carvalho, S.R., de Oliveira, V., da Silva M.Z.V., & Silva, S.M. (2013). Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: A systematic review with meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 57(1), 8-15.

Matthews, K., Demakakos, P., Nazroo, J., Shankar, A. (2014). *The evolution of lifestyles in older age in England*. In: Banks J, Nazroo J, Steptoe A (eds) *The dynamics of ageing: evidence from the English longitudinal study of ageing 2002–2012*. The Institute for Fiscal Studies, London, 51-93.

McCartney, N. (1999). Acute responses to resistance training and safety. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 31–37.

McCormick, K.M., Thomas, D.P. (1992). Exercise-induced satellite cell activation in senescent soleus muscle. *Journal of Applied Physiology*, 72, 888-893.

McDonagh, J.M., Davies, T.C. (1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal of Applied Physiology*, 52(2), 139-155.

McPhee, J.S., Hogrel, J.Y., Maier, A.B., Seppet, E., Seynnes, O.R., Sipila, S., Bottinelli, R., Barnouin, Y., Bijlsma, A.Y., Gapeyeva, H., Maden-Wilkinson, T.M., Meskers, C.G., Paasuke, M., Sillanpaa, E., Stenroth, L., Butler-Browne, G., Narici, M.V., Jones, D.A. (2013). Physiological and functional evaluation of healthy young and older men and women: design of the European MyoAge study. *Biogerontology*, 14, 325–337.

Metter, E.J., Conwit, R., Tobin, J. (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 52, 267-276.

Michaelis, I., Kwiet, A., Gast, U., Boshof, A., Antvorskov, T., Jung, T., Rittweger, J., Felsenberg, D. (2008). Decline of specific peak jumping power with age in master runners. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions*, 8, 64–70.

Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija – biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet.

Mitchell, C.J., Churward-Venne, T.A., West, D.W., Burd, N.A. Breen, L., Baker, S.K., Phillips, S.M. (2012). Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *Journal of Applied Physiology*, 113, 71-77.

Moritani, T., de Vries, H. (1980). Potential for gross muscle hypertrophy in older men. *Journal of Gerontology*, 35, 672-682.

Morton, S.K., Whitehead, J.R., Brinkert, R.H., Caine, D.J. (2011). Resistance training vs static stretching: effects on flexibility and strength. *Journal of Strength and Conditionig Research*, 25(12), 3391–3398.

Musaro, A., McCullagh, K.J.A., Naya, F.J. (1999). IGF-1 induces skeletal myocyte hypertrophy through calcineurin in association with GATA-2 and NF-ATc1. *Nature*, 400, 581-585.

Napier, J.R., Thomas, M.F., Sharma, M. (1999). Insulin-like growth factor-1 protects myoblasts from apoptosis but requires other factors to stimulate proliferation. *Journal of Endocrinology*, 163, 63-68.

Nazroo, J., Zaninotto, P., Gjonça, E. (2008). *Mortality and healthy life expectancy*. In: Banks J, Breeze E, Lessof C, Nazroo J (eds) *Living in the 21st century: older people in England. The 2006 English longitudinal study of ageing*. The Institute for Fiscal Studies, London, 253–288.

Nelson, M.E., Fiatarone, M.A., Morganti, C.M. (1994). Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Association*, 272(24), 1909-1914.

NICE (2009) Rehabilitation after critical illness: NICE guideline National Institute for Health and Clinical Excellence. <http://guidance.nice.org.uk/CG83/Guidance/pdf/English>

NSCA. (2016). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Human Kinetics, 462.

Nunes, P.R.P., Barcelos, L.C., Oliveira, A.A., Júnior, R.F., Martins, F.M., Orsatti, C. L., Resende, R.M.A.E., Orsatti, F.L. (2016). Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. *Age*, 38 (2), 40.

Nybo, L., Sundstrup, E., Jakobsen, M., Mohr, M., Hornstrup, T., Simonsen, L., Bulow, J., Randers, B.M., Nielsen, J.J., Aagaard, P., Krustup, P. (2010). High-intensity training versus traditional exercise interventions for promoting health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(10), 1951–1958.

O'Donovan, G., Owen, A., Bird, S., Kearney, M.E., Nevill, M.A., Jones, W.D., Woolfe-May, K. (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or highintensity exercise of equal energy cost. *Journal of Applied Physiology*, 98(5), 1619–1625.

Oesen, S., Halper, B., Hofmann, M., Jandrasits, W., Franzke, B., Straesser, M.E., Graf, A., Tschann, H., Bachl, N., Quittan, M., Wagner, H.K., Wessner, B. (2015). Effects of elastic band resistance

training and nutritional supplementation on physical performance of institutionalized elderly: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 72, 99-108.

ONS (2013) General health (General lifestyle survey overview – a report on the 2011 general lifestylesurvey)Office for National Statistics (UK).

Orssatto, L.D.R., Moura, B.D., Bezerra, E.D.S., Andersen, L.L., Oliveira, S.D., Diefenthaler, F. (2018). Influence of strength training intensity on subsequent recovery in elderly. *Experimental gerontology* 106, 232-239.

Ostojić, M.S., Stojanović, D.M., & Milošević, S.Z. (2013). Fizička ne(aktivnost) – definicija, učestalost i ekonomski aspekti. *Teme*, broj 2, 857-866.

Ozaki, H., Loenneke, J.P., Thiebaud, R.S., Abe, T. (2013). Resistance training induced increase in VO2 max in young and older subjects. *European Review of Aging and Physical Activity*, 10(2), 107-116.

Pahor, M., Blair, N.S., Espeland, M., Fielding, R., Gill, M.T., Guralnik, M.J., Hadley, C.E., King, C.A., Kritchevsky, B.S., Maraldi, C., Miller, E., M., Newman. B.A., Rejeski, J.W., Romashkan, S., Studenski, S. (2006). Effects of a physical activity intervention on measures of physical performance: Results of the lifestyle interventions and independence for Elders Pilot (LIFE-P) study. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1157-1165.

Pahor, M., Guralnik, J.M., Ambrosius, W.T., Blair, S., Bonds, D.E., Church, T.S., Espeland, M.A., Fielding, R.A., Gill, T.M., Groessl, E.J., King, A.C., Kritchevsky, S.B., Manini, T.M., McDermott, M.M., Miller, M.E., Newman, A.B., Rejeski, W.J., Sink, K.M., Williamson, J.D. (2014). Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study randomized clinical trial. *The Journal of the American Medical Association*, 311, 2387–2396.

Paterson, D.H., Warburton, D.E. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's physical activity guidelines. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 38.

- Patten, C., Kamen, G. (1996). Adaptations in human motor unit discharge behavior to strength training. *Society for Neuroscience*, 22, 130.
- Pearson, S.J., Young, A., Macaluso, A., Devito, G., Nimmo, M.A., Cobbold, M., Harridge, S.D. (2002). Muscle function in elite master weightlifters. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 1199–1206.
- Pendergast, D., Fisher, N., Calkins, E. (1993). Cardiovascular, neuromuscular and metabolic alterations with age leading to frailty. *Journal of Gerontology*, 48, 61-67.
- Peterson, M.D., Rhea, M.R., Sen, A., Gordon, P.M. (2010). Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 9(3), 226-237.
- Peterson, M.D., Sen, A., Gordon, P.M. (2011). Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(2), 249-258.
- Phelan, J.N., Gonyea, W.J. (1997). Effect of radiation on satellite cell activity and protein expression in overloaded mammalian skeletal muscle. *Anatomical Record*, 247, 179-188.
- Phillips, S.M., Winett, R.A. (2010). Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: evidence for a public health mandate. *Current sports medicine reports*, 9(4), 208-213.
- Piasecki, M., Ireland, A., Jones, D.A., McPhee, J.S. (2016). Age-dependent motor unit remodelling in human limb muscles. *Biogerontology*, 17(3), 485-496.
- Pijnappels, M., Bobbert, M.F., van Dieen, J.H. (2005). Control of support limb muscles in recovery after tripping in young and older subject. *Experimental Brain Research*, 160(3), 326-333.
- Pincus, T., Summey, J. A., Soraci, S. A., Wallston, K. A., & Hummon N. P. (1983). Assessment of patient satisfaction in activities of daily living using a modified Stanford health assessment questionnaire. *Arthritis Rheumatology*, 26(11), 1346-1353.
- Pollock, M.L., Franklin, B.A., Balady, G.J. (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American

Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*, 101(7), 828-833.

Powell, K.E., Paluch, A.E., Blair, S.N. (2011). Physical activity for health: what kind? How much? How intense? On top of what? *Annual Review of Public Health*, 32, 349–365.

Power, G.A., Dalton, B.H., Behm, D.G., Vandervoort, A.A., Doherty, T.J., Rice, C.L. (2010). Motor unit number estimates in master's runners: use it or lose it? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42 (9), 1644–1650.

Power, G.A., Dalton, B.H., Behm, D.G., Vandervoort, A.A., Doherty, T.J., Rice, C.L. (2012). Motor unit survival in lifelong runners in muscle dependent. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(7), 1235–1242.

Pruitt, L.A., Taaffe, D.R., Marcus, R. (1995). Effects of a one-year high intensity versus low intensity resistance training program on bone mineral density in older women. *Journal of Bone Mineral Research*, 10, 1788-1795.

Pucci, G., Reis, R.S., Rech, C.R., Hallal, P.C. (2012). Quality of life and physical activity among adults: population-based study in Brazilian adults. *Quality of Life Research*, 21(9), 1537–1543.

Pyka, G., Lindenberger, E., Charette, S.L. (1994). Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *Journal of Gerontology*, 49, 22-27.

Radaelli, R., Botton, C.E., Wilhelm, E.N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., Moraes, K., Peruzzolo, A., Brown, L.E., Pinto, R.S. (2013). Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Experimental Gerontology*, 48, 710-716.

Rantanen, T., Guralnik, J.M., Ferrucci, L. (1999). Coimpairments: strength and balance as predictors of severe walking disability. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 54A, 172-176.

Rantanen, T., Guralnik, J.M., Foley, D. (1999). Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *The Journal of the American Medical Association*, 281, 558-560.

Raymond, M.J., Bramley – Tzerefos, R.E., Jeffs, K.J., Winter, A., Holland, A.E. (2013). Systematic review of high-intensity progressive resistance strength training of the lower limb compared with other intensities of strength training in older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94, 1458-1472.

Rechel, B., Grundy, E., Robine, J.M., Cylus, J., Mackenbach, J.P., Knai, C., McKee, M. (2013). Ageing in the European Union. *Lancet*, 381, 1312–1322.

Reeves, N.D., Maganaris, C.N., Narici, M.V. (2003). Effects of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *Journal of Physiology*, 548(3), 971-981.

Rejeski, W. J., & Mihalko, S. L. (2001). Physical activity and quality of life in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56, 23-35.

Revnic, R.C., Nica, S.A., Revnic, F. (2007). The impact of physical training on endocrine modulation, muscle physiology and sexual functions in elderly men. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 1, 339-342.

Reynolds, T.H., Supiano, M.A., Dengel, D.R. (2007). Regional differences in glucose clearance: effects of insulin and resistance training on arm and leg glucose clearance in older hypertensive individuals. *Journal of Applied Physiology*, 102, 985–991.

Ribeiro, A. S., Tomeleri, C. M., Souza, M. F., Pina, F. L. C., Schoenfeld, B. J., Nascimento, M. A., Venturini, D., Barbosa, S.D., Cyrino, E. S. (2015) Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *Age* 37 (6), 109.

Ribeiro, S.A., Schoenfeld, J.B., Souza, F.M., Tomeleri, M.C., Venturini, D., Barbosa, S.D., Cyrino, S.E. (2016). Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: A randomized crossover study. *Experimental Gerontology*, 79, 8-15.

Ribeiro, A.S., Schoenfeld, B.J., Fleck, S.J., Pina, F.L.C., Nascimento, A.M., Cyrino, S.E. (2017). Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass,

and hormonal responses in older women: A randomized crossover trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31, 1888–1896.

Rieping, T., Furtado, E.G., Letieri, V.R., Uba-Chupel, M., Colado, C.J., Hogervorst, E. (2019). Effects of Different Chair-Based Exercises on Salivary Biomarkers and Functional Autonomy in Institutionalized Older Women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(1), 36-45.

Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2001). *Senior fitness. Test manual*. Champaign: Human Kinetics.

Rikli, R., Jones, C. (1998). The reliability and validity of a 6-min walk test as a measure of physical endurance in older adults. *Journal of Ageing and Physical Activity*, 6, 363–375.

Rikli, R.E, Jones, C.J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. *Journal of Aging & Physical Activity*, 7(2), 129–161.

Rikli, R.E., & Jones, J. (2013). *Senior Fitness Test* (Second Edition). Champaign: Human Kinetics.

Rittweger, J., di Prampero, P.E., Maffulli, N., Narici, M.V. (2009). Sprint and endurance power and ageing: an analysis of master athletic world records. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, 683–689.

Roberts, C.K., Hevener, A.L., Barnard, R.J. (2013). Metabolic syndrome and insulin resistance: underlying causes and modification by exercise training. *Comprehensive Physiology*, 3(1), 1–58.

Robinson, K., Logan, P., Leighton, P., Gordon, L.A. (2014). Developing the principles of chair based exercise for older people; A modified Delphi study. *BMC Geriatrics*, 14(1), 65.

Roelants, M., Delecluse, C., Verschueren, S.M. (2004) Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of American Geriatric Society*, 52(6), 901-908.

Roffi, M., Patrono, C., Collet, J.P., Mueller, C., Valgimigli, M., Andreotti, F., Bax, J.J., Borger, A.M., Brotons, C., Chew, P.D., Gencer, B., Hasenfuss, G., Kjeldsen, K., Lancellotti, P., Landmesser, U., Mehilli, J., Mukherjee, D., Storey, F.R., Windecker, S. (2016). 2015 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes

in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 37(3), 267–315.

Roh, K.H., Park, H.A. (2013). A meta-analysis of the effect of walking exercise on lower limb muscle endurance, whole body endurance and upper body flexibility in elders. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 43, 536–546.

Rockwood K. (2005). Frailty and its definition: a worthy challenge. *Journal of American Geriatrics Society*, 53, 1069–1070.

Roman, W., Fleckenstein, J., Stray-Gundersen, J. (1993). Adaptations in the elbow flexors of elderly males after heavy-resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 74, 750-754.

Rooney, J.K. Herbert, D.R., Balnare, J.R. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(9), 1160-1164.

Rosenberg, I.H. (1989). Summary comments. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50, 1231–1233.

Rosenblatt, J.D., Yong, D., Parry, D.J. (1994). Satellite cell activity is required for hypertrophy of overloaded adult rat muscle. *Muscle Nerve*, 17, 608-613.

Roth, S.M., Ferrell, R.E., Hurley, B.F. (2000). Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 4(3), 143-155.

Rowe, J. W., Kahn, R. L. (1987). Human aging: usual and successful. *Science*, 237, 143–149.

Rowe, J. W., Kahn, R. L. (1988). Successful aging. *Aging*, 10, 142–144.

Rubenstein, L.Z., Josephson, K.R., Trueblood, P.R., Loy, S., Harker, J.O., Pietruszka, F.M., Robbins, A.S. (2000). Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 55, 317–321.

Sabia, S., Singh-Manoux, A., Hagger-Johnson, G., Cambois, E., Brunner, E.J., Kivimaki, M. (2012). Influence of individual and combined healthy behaviours on successful aging. *Canadian Medical Association Journal*, 184, 1985–1992.

Sayer, A.A., Robertson, S.M., Patel, H.P., Shavlakadye, T., Cooper, C., Grounds, M.D. (2013). New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia. *Age Ageing*, 42(2), 145-150.

Sayers, P.S., Gibson, K. (2010). A Comparison of High-Speed Power Training and Traditional Slow-Speed Resistance Training in Older Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3369-3380.

Schoenborn, C. A., Adams, P. E. (2010). Health behaviors of adults: United States, 2005-2007. *Vital and Health Statistics. Series 10, Data from the National Health Survey*, (245), 1-132.

Schott, J., McCully, K., Rutherford, M.O. (1995). The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *European Journal of Applied Physiology*, 71(4), 337-341.

Semsarian, C., Wu, M.J., Ju, Y.K. (1999). Skeletal muscle hypertrophy is mediated by a Ca²⁺-dependent calcineurin signalling pathway. *Nature*, 400, 576-581.

Seynnes, O., Fiatarone Singh, M.A., Hue, O., Pras, P., Legros, P., Bernard, P.L. (2004). Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *Journal of Gerontology. Series A, Biological Science and Medicine Science*, 59, 503-509.

Shah, K., Armamento-Villareal, R., Parimi, N. (2011). Exercise training in obese older adults prevents increase in bone turnover and attenuates decrease in hip bone mineral density induced by weight loss despite decline in bone-active hormones. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26, 2851–2859.

Shaw, B.S., Shaw, I. (2005). Effect of resistance training on cardiorespiratory endurance and coronary artery disease risk. *Cardiovascular journal of South Africa*, 16, 256–259.

Shaw, B.S., Shaw, I., Brown, G.A. (2015). Resistance exercise is medicine: Strength training in health promotion and rehabilitation. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 22(8), 385-389.

- Shaw, C.S., Clark, J., Wagenmakers, A.J. (2010). The effect of exercise and nutrition on intramuscular fat metabolism and insulin sensitivity. *Annual Review of Nutrition*, 30, 13-34.
- Sillanpaa, E., Hakkinen, K., Holviala, J., Hakkinen, A. (2012). Combined strength and endurance training improves health-related quality of life in healthy middle-aged and older adults. *International Journal of Sports Medicine*, 33(12), 981-986.
- Silva, R.B., Eslick, G.D., Duque, G. (2013). Exercise for falls and fracture prevention in long term care facilities: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14, 685–689.
- Singh, M.A., Ding, W., Manfredi, T.J. (1999). Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *American Journal of Physiology*, 277, 135-143.
- Skelton, D.A., Greig, C.A., Davies, J.M., Young, A. (1994). Strength, power, and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing*, 23(5), 371-377.
- Skelton, D.A., Kennedy, J., Rutherford, O.M. (2002). Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and nonfallers aged over 65. *Age Ageing*, 31(2), 119-125.
- Slivka, D., Raue, U., Hollon, C., Minchev, K., Trappe, S. (2008). Single muscle fiber adaptations to resistance training in old (>80 yr) men: evidence for limited skeletal muscle plasticity. *American Journal of Physiology. Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 295(1), 273-280.
- Snow, M.H. (1990). Satellite cell response in rat soleus muscle undergoing hypertrophy due to surgical ablation of synergists. *Anatomical Record*, 227, 437-446.
- Sola-Serabou, M., Lopes, J.L., & Valero, O. (2019). Effectiveness of Training in the Elderly and its Impact on Health-related Quality of Life. *Apunts. Education Fisica y Deportes*, 137, 30-42.
- Sousa, N., Mendes, R., Monteiro, G., Abrantes, C. (2014). Progressive resistance strength training and the related injuries in older adults: The susceptibility of the shoulder. *Aging Clinical and Experimental Research*, 26, 235–240.
- Spiriduso, W. W. (1995). Aging and motor control. *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine: Exercise in Older Adults*, Cooper, Carmel, IN, 53-114.

Spirduso, W. W., Francis, K., & MacRae, P. (2005). Physical dimensions of again Champaign. 2nd eds. *IL: Human Kinetics*.

Spirduso, W.W., Cronin, D.L. (2001). Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6), 598–608.

Staron, R., Karapondo, D., Kraemer, W. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 76, 1247-1255.

Steib, S., Schoene, D., Pfeifer, K. (2010). Dose-response relationship of resistance training in older adults: A meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(5), 902–914.

Stessman, J., Hammerman-Rozenberg, R., Cohen, A., Ein-Mor, E., Jacobs, J.M. (2009). Physical activity, function, and longevity among the very old. *Archives of Internal Medicine*, 169, 1476–1483.

Stevenson, M., W., Warpeha, J., M., Dietz, C.C., Giveans, R., M., Erdma, A., G. (2010). Acute effects of elastic bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power and force production. *Strength Cond Journal Research*, 24, 2944-2954.

Stewart, K.J., Bacher, A.C., Turner, K., Lim, J.G., Hees, P.S., Shapiro, E.P., Tayback, M., Ouyang, P. (2005). Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 28, 9–18.

Stone, W.J., Coulter, S.P. (1994). Strength/endurance effects from three resistance training protocols with women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8, 231-234.

Straight, C.R., Lindheimer, J.B., Brady, A.O., Dishman, R.K., Evans, E.M. (2016). Effects of resistance training on lower-extremity muscle power in middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine*, 46, 353–364.

Strasser, B., Keinrad, M., Haber, P., Schobersberger, W. (2009). Efficacy of systematic endurance and resistance training on muscle strength and endurance performance in elderly adults – a randomized controlled trial. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 121(23-24), 757-764.

Sun, Q., Townsend, M.K., Okereke, O.I., Franco, O.H., Hu, F.B., Grodstein, F. (2010). Physical activity at midlife in relation to successful survival in women at age 70 years or older. *Archives of Internal Medicine*, 170, 194–201.

Swain, D.P., Franklin, B.A. (2006). Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *The American Journal of Cardiology*, 97, 141–147.

Syddall, H., Roberts, H.C., Evandrou, M., Cooper, C., Bergman, H., Aihie Sayer, A. (2010). Prevalence and correlates of frailty among community-dwelling older men and women: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing*, 39, 197–203.

Szulc, P., Munoz, F., Marchand, F., Chapurlat, R., Delmas, P.D. (2010). Rapid loss of appendicular skeletal muscle mass is associated with higher all – cause mortality in older men: the prospective MINOS STUDY. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91, 1227-1236.

Taaffe, D.R., Jin, I.H., Vu, T.H. (1996). Lack of effect of recombinant human growth hormone (GH) on muscle morphology and GH insulin-like growth factor expression in resistance-trained elderly men. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 81, 421-425.

Taaffe, D.R., Pruitt, L., Pyka, G., Guido, D., Marcus, R. (1996). Comparative effects of high and low intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women. *Clinical Physiology*, 16, 381-392.

Taaffe, D.R., Henwood, R.T., Nalls, A.M., Walker, G.D., Lang, F.T., Harris, B.T. (2009). Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults. *Gerontology*, 55(2), 217-223.

Tak, E., Kuiper, R., Chorus, A., Hopman-Rock, M. (2013), Prevention of onset and progression of basic ADL disability by physical activity in community dwelling older adults: a meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 12, 329–338.

Tan, Y.Y., Gast, G.C., van der Schouw, Y.T. (2010). Gender differences in risk factors for coronary heart disease. *Maturitas*, 65(2), 149–160.

Tarnopolsky, M.A., Melov, S., Beckman, K., Felkey, K., Hubbard, A. (2007). Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. *PloS One*, 2(5), 465.

Thiebaud, S. R., Loenneke, P. J., Fahs, A. C., Rossow, M. L., Daeyeol, K., Abe, T., Anderson, A. M., Young, C. K., Bembien, A. D., Bembien, G. M. (2013). The effect of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone – free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. *Clin Physiol Funct Imaging*, 33, 344-352.

Thompson, R., Crist, D., Marsh, M. (1988). Effects of physical exercise for elderly patients with physical impairments. *Journal of American Geriatrics Society*, 36, 130-135.

Toraman, A., Yildirim, N.U. (2010). The falling risk and physical fitness in older people. *Archives of Gerontology & Geriatrics*, 51(2), 222–226.

Tracy, B.L., Ivey, F.M., Hurlbut, D. (1999). Muscle quality II: effects of strength training in 65-75 year old men and women. *Journal of Applied Physiology*, 86(1), 195-201.

Trappe, S., Hayes, E., Galpin, A., Kaminsky, L., Jemiolo, B., Fink, W., Trappe, T., Jansson, A., Gustafsson, T., Tesch, P. (2013). New records in aerobic power among octogenarian lifelong endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 114, 3–10.

Treuth, M., Ryan, A., Pratley, R. (1994). Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *Journal of Applied Physiology*, 77, 614-620.

Valenzuela, T. (2012). Efficacy of progressive resistance training interventions in older adults in nursing homes: A systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(5), 418-428.

van Kan, G. A., Rolland, Y., Andrieu, S., Bauer, J., Beauchet, O., Bonnefoy, M., Inzitari, M. (2009). Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13,881-889.

Vincent, K.R., Braith, R.W., Feldman, R.A., Magyari, P.M., Cutler, R.B., Persin, S.A., Lennon, S.L., Gabr, A.H., Lowenthal, D.T. (2002). Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50, 1100–1107.

Wallace, M.B., Moffatt, R.J., Haymes, E.M., Green, N.R. (1991). Acute effects of resistance exercise on parameters of lipoprotein metabolism. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(2), 199-204.

Walker, S., Haff, G.G., Häkkinen, K., Newton, R.U. (2017). Moderate-load muscular endurance strength training did not improve peak power or functional capacity in older men and women. *Frontiers in physiology*, 8, 743.

Wanderley, F. A. C., Silva, G., Marques, E., Oliveira, J., Mota, J., & Carvalho, J. (2011). Associations between objectively assessed physical activity levels and fitness and self-reported health-related quality of life in community-dwelling older adults. *Quality of Life Research*, 20, 1371-1378.

Wang, B.W., Ramey, D.R., Schettler, J.D., Hubert, H.B., Fries, J.F. (2002). Postponed development of disability in elderly runners: a 13-year longitudinal study. *Archives of Internal Medicine*, 162, 2285–2294.

Wannamethee, S.G., Ebrahim, S., Papacosta, O., Shaper, A.G. (2005). From a postal questionnaire of older men, healthy lifestyle factors reduced the onset of and may have increased recovery from mobility limitation. *Journal of Clinical Epidemiology*, 58, 831–840.

Westcott, W.L. (2012). Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209-216.

Whayne, T.F. (2011). Atherosclerosis: current status of prevention and treatment. *International Journal of Angiology*, 20(4), 213–222.

Wieser, M., Haber, P. (2007). The effects of systematic resistance training in the elderly. *International Journal of Sports Medicine*, 28(1), 59-65.

Wilks, D.C., Winwood, K., Gilliver, S.F., Kwiet, A., Chatfield, M., Michaelis, I., Sun, L.W., Ferretti, J.L., Sargeant, A.J., Felsenberg, D., Rittweger, J. (2009). Bone mass and geometry of the tibia and the radius of master sprinters, middle and long distance runners, race-walkers and sedentary control participants: a pQCT study. *Bone*, 45, 91–97.

Williams, M.A., Haskell, W.L., Ades, P.A. (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: A scientific statement from the American Heart Association Council on clinical Cardiology and Council on nutrition, physical activity, and metabolism. *Circulation*, 116, 572–584.

Wolfe, R.R. (2006). The unappreciated role of muscle in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84, 475-482.

Wood, R.H., Reyes, R., Welsch, M.A., Favarolo-Sabatier, J., Sabatier, M., Lee, C.M., Johnson, L.G., Hooper, P.F. (2001). Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(10), 1751–1758.

World Health Organization (1993). *Measuring quality of life: The development of the world health organization quality of life instrument (WHOQOL)*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

World Health Organization. (1948). *Constitution of World Health Organization*. Geneva.

Yang, S., Alnaqeeb, M., Simpson, H. (1997). Changes in muscle fibre type, muscle mass and IGF-I gene expression in rabbit skeletal muscle subjected to stretch. *Journal of Anatomy*, 190, 613-622.

Yao, X., Hamilton, R.G., Weng, N.P., Xue, Q.L., Bream, J.H., Li, H., Tian, J., Yeh, S.H., Resnick, B., Xu, X., Walston, J., Fried, L.P., Leng, S.X. (2011). Frailty is associated with impairment of vaccine-induced antibody response and increase in post-vaccination influenza infection in community-dwelling older adults. *Vaccine*, 29, 5015–5021.

Yarasheski, K.E., Campbell, J.A., Smith, K. (1992). Effect of growth hormone and resistance exercise on muscle growth in young men. *American Journal of Physiology*, 262(3), 261-267.

Yasunaga, A., Watanabe, E., Park, H., Shepard, R.J., Aoyagi, Y. (2006). Yearlong physical activity and health-related quality of life in older Japanese adults: the Nakanajo study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 14(3), 288-301.

Yoon, R.J., Ha, C.G., Kang, J.S., Ko, J., K. (2019). Effects of 12-week resistance exercise and interval training on the skeletal muscle area, physical fitness, and mental health in old women. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(6), 839-847.

Young, A., Skelton, D. (1994). Applied physiology of strength and power in old age. *International Journal of Sports Medicine*, 15, 149-151.

Zanuso, S., Sieverdes, J.C., Smith, N., Carraro, A., Bergamin, M. (2012). The effect of a strength training program on affect, mood, anxiety, and strength performance in older individuals. *International Journal of Sport Psychology*, 43, 53–66.

Zaslavsky, C., Gus, I. (2002). Old man. Heart disease and Comorbidities. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 79, 6.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisani Jovan Vuković
Broj upisa 8/2014

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

**Efekti treninga snage malog opterećenja na fizičku formu, biomarkere
zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi**

- rezultat spostvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Novom Sadu, 24. 2. 2021.

Potpis



Prilog 2.

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: Jovan Vuković

Broj upisa 8/2014

Studijski program: Doktorske studije

Naslov rada:

Efekti treninga snage malog opterećenja na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi

Mentor prof. dr Zoran Milošević

Mentor prof. dr Marko Stojanović

Potpisani

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu Digitalna biblioteka disertacija Univerziteta u Novom Sadu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama Digitalne biblioteke disertacija, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Novom Sadu.

U Novom Sadu, 24. 2. 2021.

Potpis

Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Centralnu biblioteku Univerziteta u Novom Sadu da u Digitalnu biblioteku disertacija Univerziteta u Novom Sadu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Efekti treninga snage malog opterećenja na fizičku formu, biomarkere zdravlja i kvalitet života institucionalizovanih žena treće životne dobi

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

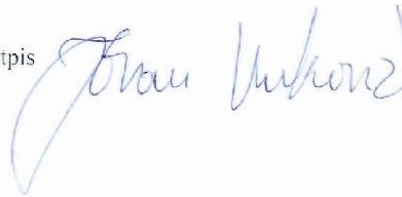
Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnu biblioteku disertacija Univerziteta u Novom Sadu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
- 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade**
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista.)

U Novom Sadu, 24.2.2020.

Potpis



1. Autorstvo – Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence.
Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.