



Sveučilište u Zagrebu
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

NEVEN ČORAK

**UTJECAJ PROGRAMA TJELESNOGA
VJEŽBANJA ZA RAZVOJ JAKOSTI NA
ZDRAVSTVENI STATUS OSOBA STARIJE
ŽIVOTNE DOBI**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2017.



University of Zagreb
FACULTY OF KINESIOLOGY

Neven Čorak

INFLUENCE OF STRENGTH TRAINING ON THE HEALTH OF ELDERLY POPULATIONS

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2017



Sveučilište u Zagrebu
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

NEVEN ČORAK

**UTJECAJ PROGRAMA TJELESNOGA
VJEŽBANJA ZA RAZVOJ JAKOSTI NA
ZDRAVSTVENI STATUS OSOBA STARIJE
ŽIVOTNE DOBI**

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof.dr.sc. Goran Sporiš

Zagreb, 2017



University of Zagreb
FACULTY OF KINESIOLOGY

Neven Čorak

INFLUENCE OF STRENGTH TRAINING ON THE HEALTH OF ELDERLY POPULATIONS

DOCTORAL THESIS

Supervisor: Prof. Goran Sporiš, Ph.D.

Zagreb, 2017

SAŽETAK

Opći cilj ovog istraživanja je bio utvrditi utjecaj programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starije životne dobi, odnosno utvrditi koja starosna skupina ispitanika podliježe najvećim promjenama zdravstvenog statusa primjenom programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti. Opći cilj ovog istraživanja raščlanjen je na četiri specifična cilja: utvrditi utjecaj 12 tjednog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starosne dobi 1) između 65. i 74. godine života; 2) između 75. i 84. godina života; 3) osoba starijih od 85 godina života; te 4) utvrditi razlike između pojedinih grupa ispitanika na testiranim parametrima.

Uz specifične ciljeve postavljene su istraživačke hipoteze: 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno će djelovati na zdravstveni status osoba starosne dobi 1) između 65. i 74. godina života; 2) između 75. i 84. godina života; 3) osoba starijih od 85 godina života; te 4) najveće pozitivne promjene zdravstvenog statusa očekuju se u grupi osoba starijih od 85 godina života.

Navedeni specifični ciljevi i pripadajuće hipoteze testirani su kroz 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti koji je uključivao vježbe s vlastitim tijelom. Program je proveden kroz 12 tjedana, 3 puta tjedno, gdje su se broj ponavljanja i trajanje pauze progresivno povećavali svaka 4 tjedna. Kontrolne skupine nisu provodile nikakve tjelesne aktivnosti.

Ispitanici su bili podijeljeni u tri eksperimentalne (n=20 po skupini) i tri, po dobi izjednačene, kontrolne skupine (n=20 po skupini). Prvu eksperimentalnu (E1) i kontrolnu (K1) skupinu činile su „mlađe“ starije osobe, odnosno osobe u dobi od 65 do 74 godine, drugu (E2 i K2) „starije“ starije osobe, odnosno osobe u dobi od 75 do 84 godine i treću (E3 i K3) skupinu „vrlo stare“ osobe, osobe starije od 85 godina.

Zdravstveni status ispitanika procijenjen je kroz šest skupina varijabli koje uključuju mjere (1) antropometrije i morfologije, (2) sastava tijela, (3) motoričkih sposobnosti, (4) funkcija srčano-žilnog sustava, (5) metaboličkog/hematološkog sustava i (6) dišnog sustava.

Općenito, rezultati djelomično potvrđuju sve hipoteze, odnosno, program vježbanja je pozitivno utjecao na neke, ali ne na sve pokazatelje zdravstvenog statusa. Niti jedna skupina nije zabilježila promjene antropometrijskih i morfoloških obilježja, odnosno, visina i masa tijela, te indeks tjelesne mase nisu se promijenili kroz vremenski period od 12 tjedana. Sastav tijela promijenila je jedino grupa E3, i to uz povećanje mišićne mase, povećala je količinu nemasne mase i ukupne vode te smanjila postotak masti.

12-tjedni program vježbanja za razvoj jakosti poboljšao je fleksibilnost starijih osoba, što može smanjiti štetne učinke starenja i poboljšati funkcionalnost starijih osoba, odnosno, može im pružiti nesmetano obavljanje aktivnosti svakodnevnog života, te potencijalno smanjiti vjerojatnost od nezgoda, osobito od padova.

Sve su grupe povećale visinu skoka s prethodnom pripremom, dok je jedino grupa E3 povećala visinu skoka iz čučnja i sa zamahom, što indirektno govori o povećanju snage i o boljem funkcionalnom stanju poboljšane neuronske adaptacije.

Ovim se istraživanjem također pokazalo kako sustavno tjelesno vježbanje ima pozitivan utjecaj na maksimalnu frekvenciju srca i krvni tlak u mirovanju, odnosno kako snižava sistolički i dijastolički tlak u mirovanju starijih osoba, s time da najstarije osobe imaju i najveći pozitivan učinak.

Nadalje, pokazalo se kako dobro osmišljen i proveden program tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti može biti odlično sredstvo u borbi protiv faktora rizika od srčano-žilnih bolesti jer je snizio razinu LDL-a, te zadržao razinu HDL-a, te se stoga i preporuča osobama starije životne dobi.

I na kraju, sustav vježbanja pozitivno je djelovao na dišni sustav svih eksperimentalnih grupa.

Sveukupno, glavni nalazi upućuju kako je tjelesno vježbanje jedan od važnijih čimbenika koji pozitivno djeluje na zdravlje osoba starije životne dobi, osobito na zdravlje vrlo starih osoba. Nadalje, dobro složen i pravilno prilagođen program tjelesnog vježbanja može imati pozitivne

učinke na zdravlje vježbača starije životne dobi, te se provedeni program preporuča kao provjereni i učinkovit program tjelesnog vježbanja za osobe starije životne dobi.

Ključne riječi: tjelesno vježbanje, zdravstveno stanje, starije osobe.

ABSTRACT

INFLUENCE OF STRENGTH TRAINING ON THE HEALTH OF ELDERLY POPULATIONS

PURPOSE

The **main purpose** of this research was to determine impact of 12 week long strength training program on health status of elderly. The four more **specific goals** were to determine: 1) changes in experimental group with 65-74 years of age, 2) changes in experimental group with 75-84 years of age, 3) changes in experimental group with 85 years of age and older, and finally 4) differences among the experimental groups on tested variables.

As related to specific goals we assumed following **hypotheses**: 12 week long strength training program will positively influence the health status of elderly, and the greatest health improvements are expected in the group containing subjects with 85 years of age and older.

METHODS

Named specific goals and their hypotheses were tested during the 12 week strength training program which included exercises with own body weight and with minimal demand for exercise equipment. Subjects in experimental groups were exercising three times per week, while number of repetitions and duration of rest periods were increased every four weeks. Control groups did not exercise.

Research included three experimental groups (n=20 in each group) and three control groups equal in age (n=20 in each group). The first experimental group (E1) and control group (K1)

contained “younger” elderly individuals with age of 65-74. The second experimental and control group (E2 and K2) analyzed elderly individuals of age 75-84. Finally the third experimental and control group (E3 and K3) included “very old” individuals of age 85 and older.

Six variable groups were tested on all participants and can be classified as follows: 1) Anthropometric and morphological variables, 2) Body composition variables, 3) Motor capacities variables, 4) Variables demonstrating functioning of cardio-respiratory system, 5) Variables describing function of metabolic and hematologic systems, and 6) Respiratory system variables.

RESULTS

Following the 12-week intervention a significant increase was found for flexibility (2.26%-8.67%), countermovement jump height (6.42%-8.73%), maximal heart rate (2.11%-2.47%), basal metabolism (1.1%-1.51%), forced vital capacity (0.3%-0.7%) and forced expiratory volume in 1st second (0.5%-0.9%) for all experimental groups. LDL-C decreased for all experimental groups (5.35%-11.57%) and blood pressure only for E2 (3,38%) and E3 (4.62%). Body composition positively changed only for E3 (muscle mass for 1.43%, and body fat for -2.54%).

DISCUSSION

Research findings partially support all assumed hypotheses, since exercise program positively impacted some but not all parameters of health status. None of the groups reported changes within Anthropometric and morphological variables (body height, body mass and BMI). Body composition changes were noted only within E3 group, mainly due to increase in muscle mass, lean body mass and total body water, while content of body fat was decreased.

Applied exercise program improved flexibility of participants which will improve their functionality, overall quality of life and likely prevent some injuries.

All groups improved results in some vertical jumps, but especially group E3 which speaks of increased strength and neural adaptation.

Research reports increase of maximal heart rate and decrease of systolic and diastolic blood pressure in all experimental groups, but mostly in the group with 85 years of age and older subjects.

Applied strength training also positively affected cholesterol by decreasing levels of LDL-C and maintaining the levels of HDL-C.

And finally, all experimental groups displayed positive changes with respiratory system variables.

CONCLUSIONS

Main findings suggest that proper physical activity, and in this case applied strength training, will positively influence the health of elderly, but especially of those “very old” individuals. Therefore, we find it reasonable to recommend the exercise program used for this research as a good form of a physical activity for elderly individuals.

Key words: physical exercise; health status; elderly.

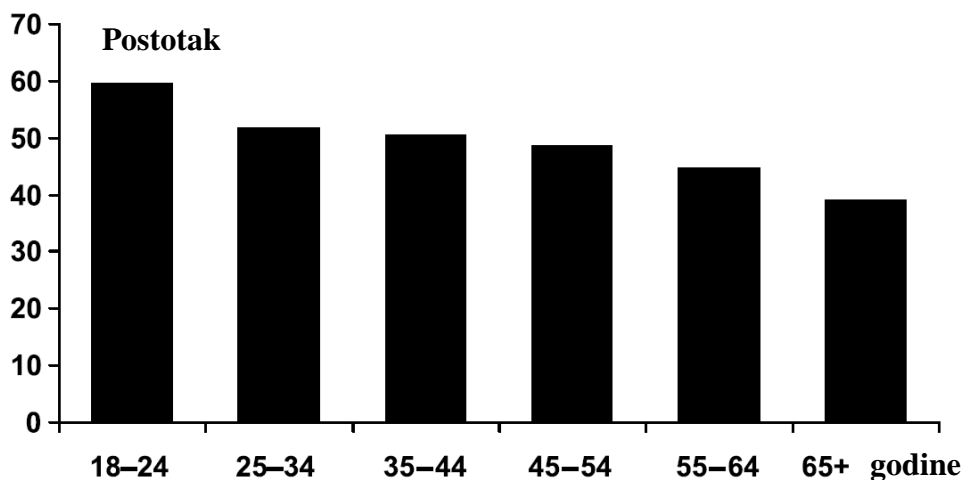
SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Dobrobiti tjelesne aktivnosti.....	1
1.1.1. Aerobne aktivnosti.....	2
1.1.2. Aktivnosti za povećanje mišićne jakosti	2
1.2. Povećana tjelesna težina i tjelesna aktivnost	3
1.2.1. Redovita tjelesna aktivnost i upravljanje tjelesnom težinom	3
1.2.2. Tjelesna aktivnost i gubitak tjelesne težine	5
1.2.3. Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne težine nakon perioda mršavljenja	6
1.2.4. Tjelesna aktivnost i ograničen unos energije.....	7
1.2.5. Programirano tjelesno vježbanje s otporima i gubitak tjelesne težine.....	7
1.3. Povećana količina tjelesne aktivnosti i njene prednosti	8
1.4. Starenje	8
1.4.1. Redovita tjelesna aktivnost starijih osoba	9
1.4.2. Programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti starijih osoba.....	10
1.4.3. Kolesterol i lipoproteini.....	10
1.4.4. Hipertenzija	12
1.5. PROBLEM	14
2. CILJEVI I HIPOTEZE	15
3. METODE ISTRAŽIVANJA	16
3.1. ISPITANICI	16
3.2. VARIJABLE	17
3.2.1. ANTROPOMETRIJSKI I MORFOLOŠKI PARAMETRI	17
3.2.1.1. Visina tijela (VT).....	18
3.2.1.2. Masa tijela (MT).....	18
3.2.1.3. Indeks tjelesne mase (BMI).....	18
3.2.2. SASTAV TIJELA	19
3.2.3. MOTOČIKE SPOSOBNOSTI	20
3.2.3.1. Skok u vis iz čučnja	20
3.2.3.2. Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	21
3.2.3.3. Skok iz čučnja sa zamahom rukama.....	21
3.2.3.4. Pretklon sjedeći	21
3.2.3.5. Pretklon raznožno	22
3.2.3.6. Odnoženje ležeći na boku (lijeva i desna noga)	22
3.2.4. FUNKCIJE SRČANO-ŽILNOG SUSTAVA	23
3.2.4.1. Sistolički tlak i dijastolički tlak	23
3.2.4.2. Maksimalna frekvencija srca	24
3.2.5. FUNKCIJE METABOLIČKOG/HEMATOLOŠKOG SUSTAVA	24
3.2.5.1. Bazalni metabolizam	24
3.2.5.2. Ukupni kolesterol, HDL i LDL	25
3.2.6. FUNKCIJE DIŠNOG SUSTAVA.....	26
3.2.6.1. Forsirani vitalni kapacitet (FVC).....	26
3.2.6.2. Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (FEV1).....	26

3.3. PROTOKOL TESTIRANJA	27
3.3.1.1. TRENAŽNI PROGRAM	28
3.3.1.2. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA.....	32
4. REZULTATI	33
3.4. Centralni i disperzivni pokazatelji	34
3.5. Normalnost distribucije rezultata.....	40
3.6. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa.....	46
3.6.1.1. Antropometrijski i morfološki parametri.....	46
3.6.1.2. Sastav tijela.....	47
3.6.1.3. Motoričke sposobnosti.....	48
3.6.1.4. Srčano-žilni sustav.....	49
3.6.1.5. Metabolički/hematološki sustav	51
3.6.1.6. Dišni sustav	52
3.7. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja	53
5. RASPRAVA.....	61
6. ZAKLJUČAK.....	73
7. LITERATURA	75
8. ŽIVOTOPIS I POPIS JAVNO OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA.....	93

1. UVOD

Velik broj javnozdravstvenih službi i organizacija, kao što su *Centar za kontrolu i prevenciju bolesti* (CDC) te *American College of Sports Medicine* (ACSM), preporučaju određenu količinu tjelesne aktivnosti dnevno sa svrhom pružanja jasne i koncizne javnozdravstvene poruke, konkretno, veće sudjelovanje u tjelesnim aktivnostima uglavnom sjedilačkog stanovništva (Haskell i sur., 2007). 1995. godine ta je preporuka bila da bi svaka odrasla osoba trebala akumulirati barem 30 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta (po mogućnosti) svakoga dana (Pate i sur., 1995). Deset godina kasnije, istraživanja pokazuju (prema Haskell i sur., 2007) kako manje od polovice (49,1%) odraslih Amerikanaca zadovoljava navedenu preporuku, od čega su mlađe osobe (59,6%; 18-24 godine) aktivnije od starijih osoba (39,0%; osobe starije od 65 godina) (vidi sliku 1.).



Slika 1. Prevalencija osoba koje zadovoljavaju preporuke CDC i ACSM organizacija o količini tjelesne aktivnosti prema dobi, 2005. godine. (prema Haskell i sur., 2007)

1.1. Dobrobiti tjelesne aktivnosti

Velik je broj istraživanja i znanstvenih dokaza usmjeren upravo na dobrobiti koje pruža bavljenje redovitom tjelesnom aktivnošću. Ona pokazuju kako je pojava i veličina raznih

bolesti, kao što su srčano-žilne bolesti, tromboembolijski moždani udar, hipertenzija, dijabetes melitusa tipa 2, osteoporoza, pretilost, rak debelog crijeva, rak dojke, anksioznost, depresija (Kesaniemi i sur., 2001), faktori rizika srčanih bolesti, smanjena mineralna gustoća kostiju (povećan rizik od osteoporoze), smanjena fleksibilnost, smanjena tolerancija na glukozu i teže obavljanje svakodnevnih aktivnosti (Kell, Bell i Quinney, 2001) obrnuto proporcionalne redovitom bavljenju tjelesnih aktivnosti (Haskell i sur., 2007; Amlani i Munir, 2014). Iz tog su razloga današnje preventivne preporuke usmjerene na uključivanje u aerobne aktivnosti i/ili aktivnosti za razvoj jakosti odraslih osoba kako bi se njihovo postojeće zdravstveno stanje razvijalo ili bar zadržalo na željenoj razini, te se smanjio rizik od kroničnih bolesti i prerane smrtnosti. Nadalje, na temelju posljednjih podataka, ima nekih naznaka da aktivnosti višeg intenziteta mogu imati veću korist za smanjenje srčano-žilnih bolesti i preuranjene smrtnosti nego tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta (Slattery, Jacobs i Nichaman, 1989; Lee, Hsieh i Paffenbarger, 1995; Swain i Franklin, 2006).

1.1.1. Aerobne aktivnosti

Za poboljšanje i održavanje zdravstvenog stanja, sve zdrave odrasle osobe u dobi od 18 do 65 godina trebaju provoditi aerobne aktivnosti umjerenog intenziteta u trajanju od najmanje 30 minuta pet dana tjedno, ili aerobne aktivnosti visokog intenziteta u trajanju od najmanje 20 minuta tri dana tjedno, odnosno kombinacije navedenih aktivnosti (Haskell i sur., 2007).

1.1.2. Aktivnosti za povećanje mišićne jakosti

Za poboljšanje i održavanje dobrog zdravlja i zadržavanja fizičke neovisnosti, odrasli bi trebali obavljati djelatnosti kojom održavaju ili povećavaju mišićnu jakost i mišićnu izdržljivost barem dva puta tjedno. Prema postojećoj literaturi, Haskell i sur. (2007) preporučuju 8-10 vježbi dva ili više puta tjedno koristeći velike mišićne skupine. Kako bi se povećao razvoj jakosti, otpor (težina) bi trebao biti takav da omogućuje 8-12 ponavljanja kod

svake vježbe. Ovakve aktivnosti za razvoj jakosti podrazumijevaju aktivnosti kao što su trening s utezima, trening s vlastitom tjelesnom masom, penjanje uz stepenice, i druge vježbe s otporima koje uključuju velike mišićne skupine.

1.2. Povećana tjelesna težina i tjelesna aktivnost

Povećana tjelesna težina jedan je od važnijih problema današnjice te gotovo sve javnozdravstvene službe i zdravstvene organizacije, kao što su NHLBI (Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults, 1998), *Centar za kontrolu i prevenciju bolesti* (CDC), *American College of Sports Medicine* (ACSM) (Haskell i sur., 2007), i razna medicinska društava kao što su *American Heart Association*, *American Medical Association*, *American Academy of Family Physicians* (Lyznicki i sur., 2001) preporučaju redovitu tjelesnu aktivnost kao važan dio upravljanja tjelesnom težinom.

1.2.1. Redovita tjelesna aktivnost i upravljanje tjelesnom težinom

Prekomjerna tjelesna težina i pretilost se mogu procijeniti i izraziti putem indeksa tjelesne mase (BMI) i to vrijednostima od 25 do 29,9 kg/m² za prekomjernu tjelesnu težinu te 30 kg/m² ili većim za pretilost (Donnelly i sur., 2009). Ogden i sur. (2006) u svom radu ističu zabrinjavajuću činjenicu kako približno 66,3% odraslih osoba u SAD-u ima problema s prekomjernom tjelesnom težinom, odnosno s pretilošću. Važno je istaknuti kako oboje, i prekomjernu tjelesnu težinu i pretilost karakterizira nakupljanje prekomjerne razine tjelesne masti koja doprinosi bolestima srca, hipertenziji, dijabetesu i nekim vrstama raka, kao i psihosocijalnim i ekonomskim teškoćama (Gortmaker i sur., 1993; Must i sur., 1999; Makdad i sur., 2003).

Iz navedenih razloga kontrola i upravljanje prekomjernom tjelesnom težinom i pretilošću se smatra jednom od važnijih javnozdravstvenih inicijativa, jer su brojna istraživanja pokazala

pozitivne učinke smanjenja težine i s njom povezane tjelesne masnoće kod pretilih osoba i osoba s prekomjernom tjelesnom težinom. Ti korisni učinci uključuju poboljšanje čimbenika rizika srčano-žilnih bolesti, kao što su smanjenje krvnog tlaka (Lalonde i sur., 2002; Neter i sur., 2003), smanjenje LDL (Dattilo i Kris-Etherton, 1992; Wadden, Anderson i Foster, 1999; Lalonde i sur., 2002), povećanje HDL (Dattilo i Kris-Etherton, 1992; Wadden, Anderson i Foster, 1999), smanjenje triglicerida (TG) (Dattilo i Kris-Etherton, 1992; Wadden, Anderson i Foster, 1999; Fernandez i sur., 2004), te poboljšanu toleranciju na glukozu (Ditschuneit i sur., 1999; Flechtner-Mors i sur., 2000). Nacionalni institut za srce, pluća i krv (National Heart, Lung, and Blood Institute, 1998) preporuča gubitak težine za minimalno 10%, iako postoje i brojna istraživanja koja pokazuju poboljšanja čimbenika rizika srčano-žilnih bolesti kod gubitka tjelesne težine i koja su i manja od 10% (Knowler i sur., 2002; Esposito i sur., 2003; Carels i sur., 2004; Haffner i sur., 2005; Villareal i sur., 2006; Pi-Sunyer i sur., 2007). Neka istraživanja pokazuju pozitivan utjecaj na faktore rizika kroničnih bolesti već sa samo 2-3% gubitka tjelesne težine (Ditschuneit, 1999; Flechtner-Mors i sur., 2000; Lalonde, 2002).

Tablica 1. Odnos tjelesne aktivnosti i tjelesne težine u dosadašnjim istraživanjima (prema Donnelly i sur., 2009)

Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne težine.	Tjelesna aktivnost od 150 do 250 min/tj s energetske ekvivalentom 1200-2000 kcal/tj će spriječiti dobivanje tjelesne težine unutar 3% kod većine odraslih.
Tjelesna aktivnost i gubitak tjelesne težine.	Tjelesna aktivnost kraća od 150 min/tj uzrokuje minimalan gubitak tjelesne težine; tjelesna aktivnost u trajanju od 150 min/tj ili duže rezultira skromnim gubitkom težine od oko 2-3 kg; tjelesna aktivnost u trajanju od 225-420 min/tj ili duže rezultira gubitkom težine od oko 5-7,5 kg.
Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne težine nakon perioda mršavljenja.	Neke studije preporučaju vrijednosti od oko 200-300 min/tj za održavanje tjelesne težine ili za usporavanje ponovnog dobivanja težine. Međutim, nije provedena studija koja pruža egzaktnu preporuku o intenzitetu i trajanju tjelesne aktivnosti kako bi se postignuta razina tjelesne težine zadržala nakon perioda mršavljenja.
Tjelesna aktivnost i ograničen unos energije.	Tjelesna aktivnost će pomoći gubitku tjelesne težine ako je smanjenje unosa energije umjereno, ali ne i pretjerano (tj., ako je dnevni energetske unos manji od bazalnog metabolizma – energetske deficit).
Trening s otporima i gubitak tjelesne težine.	Istraživanja pokazuju kako trening s otporima nije učinkovit za gubitak tjelesne težine sa ili bez ograničenja unosa energije. Postoje istraživanja koja govore kako trening s otporima utječe na dobivanje ili održavanje mišićne mase i gubitak masnog tkiva tijekom energetske deficita, te postoji manji broj istraživanja koja govore kako trening s otporima pozitivno utječe na faktore rizika kroničnih bolesti (tj., HDL, LDL, inzulin, krvni tlak).

Na temelju većeg broja analiza (za detalje vidi Donnelly i sur., 2009) utvrđeno je da bi se osobe koje žive sjedilačkim načinom života trebale baviti tjelesnom aktivnošću barem 80 minuta dnevno umjerenim intenzitetom, odnosno 35 minuta dnevno tjelesnom aktivnošću povišenog intenziteta kako bi se spriječio povrat izgubljene tjelesne težine mršavljenjem.

Donnelly i sur., (2009) su istražili relevantnu literaturu u periodu od 1999. do 2009. godine kako bi utvrdili postoji li dovoljno dokaza za preporučiti povećanu razinu tjelesne aktivnosti s ciljem prevencije povećanja tjelesne težine, gubitka tjelesne težine i prevenciju povrata tjelesne težine nakon perioda mršavljenja (vidi Tablicu 1.).

1.2.2. Tjelesna aktivnost i gubitak tjelesne težine

Zanimljivo je kako dosadašnja istraživanja o odnosima veličine tjelesne težine ili BMI-a i količine tjelesne aktivnosti pružaju kontradiktorne nalaze (Pacy, Webster i Garrow, 1986; Martinez i sur, 1999; Ball i sur., 2001). Primjerice, nekoliko studija je pokazalo kako tjelesna aktivnost u trajanju <150 min/tj ne daje nikakve značajne promjene u tjelesnoj težini ispitanika (Murphy i sur., 2002; Campbell i sur., 2007; Dengel i sur., 2008). Donnelly i sur. (2000) su istražili utjecaj kontinuirane tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta (30 min, 3 puta tjedno) i intervalne tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta (30 min, 5 puta tjedno) kroz vremenski period od 18 mjeseci. Rezultati su pokazali kako je grupa kontinuirane tjelesne aktivnosti izgubila značajno veću količinu tjelesne težine (1,7 kg) od intervalne grupe (0,8 kg), no te promjene su manje od 3% od inicijalne težine ispitanika.

Kavouras i sur. (2007) u svojoj studiji govore o značajno nižem BMI ($25,9 \text{ kg/m}^2$) kod osoba koje sudjeluju u tjelesnim aktivnostima u trajanju najmanje 30 minuta dnevno pet dana tjedno u odnosu na manje aktivne osobe ($26,7 \text{ kg/m}^2$). S druge strane, Berk, Hubert i Fries (2006) su pokazali kako su osobe koje su povećale količinu tjelesne aktivnosti sa <60 min/tj na 134 min/tj promijenile BMI za $0,4 \text{ kg/m}^2$ u vremenskom periodu od 16 godina, što nije statistički značajno u odnosu na porast za $0,9 \text{ kg/m}^2$ BMI-a kod osoba koje su nastavile živjeti sjedilačkim načinom života. Međutim, osobe koje su bile aktivne 261 min/tj u oba perioda

mjerjenja su imale značajno manju promjenu BMI-a od osoba koje su na početku istraživanja bile aktivne a na kraju istraživanja nisu.

Nadalje, rezultati McTiernana i sur. (2007) u svojoj dvanaestomjesečnoj studiji o prevenciji dobivanja tjelesne težine ukazuju kako povećana količina tjelesne aktivnosti rezultira i većim gubitkom tjelesne težine (300 min/tj umjereno pojačane tjelesne aktivnosti je rezultiralo gubitkom od 1,4-1,9 kg). U prilog tome idu i nalazi istraživanja Nindla i sur. (2007) i Pulfreya i Jonesa (1996), koji su ekstremno povećali količinu tjelesne aktivnosti. Međutim, vojnički trening (Nindl i sur., 2007) i planinarenje (Pulfrey i Jones, 1996) su aktivnosti previsokog intenziteta koje su većini sjedilačke populacije preteške za izvesti a posebno ustrajati u njima kroz duži vremenski period.

Dakle, iz svega navedenog može se za većinu odraslih osoba preporučiti tjelesna aktivnost u trajanju od 150 do 250 min/tj s energetske ekvivalentom od oko 1200 do 2000 kcal/tj kako bi se spriječilo dobivanje tjelesne težine veće od 3%.

1.2.3. Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne težine nakon perioda mršavljenja

Opće je prihvaćeno kako većina osoba može izgubiti tjelesnu težinu, ali ne mogu održavati postignutu razinu tjelesne težine. I u ovom slučaju se tjelesna aktivnost promovira kao nužnost za održavanje težine (Jakicic i sur., 2001), odnosno tjelesna aktivnost se često navodi kao najbolje sredstvo za održavanje tjelesne težine nakon perioda mršavljenja (Klem i sur., 1997; Tate i sur., 2007), što podržavaju i brojna istraživanja (za detalje vidi Fogelholm i Kukkonen-Harjula, 2000). Istraživanja pokrivaju vremenske periode od nekoliko mjeseci do nekoliko godina, a rezultati općenito pokazuju da osobe koje redovito vježbaju povrate manje tjelesne težine od onih pojedinaca koji ne vježbaju. Također, istraživanja su pokazala kako su osobe koje su provele više vremena vježbajući povratila manje tjelesne težine od onih koji su vježbali manje.

Iako je opće prihvaćen koncept kako je tjelesna aktivnost potrebna za održavanje tjelesne težine nakon mršavljenja, još nije poznato koliko je tjelesne aktivnosti potrebno, te ona može varirati među pojedincima (Jakicic i sur., 2008).

1.2.4. Tjelesna aktivnost i ograničen unos energije

Pregledom literature koja proučava problem gubitka tjelesne težine vidi se kako smanjen unos energije igra značajnu ulogu u smanjenju tjelesne težine. Iako je ova tema detaljno pregledana (za detalje vidi Bravata i sur., 2003; Fogelholm, Kukkonen-Harjula i Oja, 1999), ukratko, većina preporuka za gubitak tjelesne težine uključuju oboje, i ograničenje unosa energije i pojačanu tjelesnu aktivnost. Programi usmjereni za gubitak tjelesne težine međusobno se razlikuju u količini tjelesne aktivnosti i razini ograničenja energije, no oni koji su imali veći energetske deficit proizveli su i veći gubitak tjelesne težine.

1.2.5. Programirano tjelesno vježbanje s otporima i gubitak tjelesne težine

Zanimljivo je napomenuti kako istraživanja pokazuju da programirano tjelesno vježbanje s otporima nije učinkovit za gubitak tjelesne težine, pa čak ni u kombinaciji s ograničenjem unosa energije.

Međutim, programirano tjelesno vježbanje s otporima pomaže povećanju mišićne mase (Park i sur., 2003), a u kombinaciji s aerobnim tjelesnim vježbanjem pomaže smanjenju masnog tkiva (Donnelly i sur., 2009). Neka istraživanja (Park i sur., 2003; Arciero i sur., 2006) pokazuju kako tjelesno vježbanje s otporom u kombinaciji s aerobnim tjelesnim vježbanjem daje bolje rezultate za gubitak tjelesne težine i masti u odnosu na samo aerobno tjelesno vježbanje.

Kada se programirano tjelesno vježbanje s otporom uspoređuje s energetske deficitom, većina studija (Joseph i sur., 2001; Rice i sur., 1999) ne pokazuju prednosti vježbanja nad energetske deficitom, iako su Janssen i Ross (1999) pokazali veći gubitak masti

kombiniranjem vježbanja s otporom i energetske deficitom u odnosu na isključivo energetske deficit. Također, većina studija (Janssen i Ross, 1999; Kraemer i sur., 1999; Rice i sur., 1999; Joseph i sur., 2001) koja su kombinirala programirano tjelesno vježbanje s otporom s energetske deficitom pokazala su povećanje mišićne mase u odnosu na isključivo energetske deficit.

Iako učinci programiranog tjelesnog vježbanja s otporom na tjelesnu težinu i sastav tijela mogu biti skromni, vježbanje s otporom pokazuje poboljšanje faktora rizika od srčano-žilnih bolesti (Donnelly i sur., 2009). Vježbanje s otporom se pokazalo korisnim i za povećanje HDL (Hurley i sur., 1988), smanjenje LDL (Goldberg i sur., 1984; Hurley i sur., 1988), te poboljšanje u osjetljivosti na inzulin (Di Pietro i sur., 2006; Ibanez i sur., 2005) i smanjenja glukozom stimulirane koncentracije inzulina u plazmi (Hurley i sur., 1988). Također, nakon vježbanja s otporom, istraživanja pokazuju (Kelley, 1985; Norris, Carroll i Cochrane, 1990), niži je sistolički i dijastolički krvni tlak.

1.3. Povećana količina tjelesne aktivnosti i njene prednosti

Sudjelovanje u aerobnim aktivnostima i/ili u programiranom tjelesnom vježbanju s otporima koje i barem malo prelazi preporučeni dnevni minimum pruža dodatne zdravstvene prednosti i daje bolje rezultate te podiže razinu tjelesne spremnosti. Prema Kesaniemi i sur. (2001) većina bi odraslih trebala vježbati više od minimalne preporučene količine tjelesne aktivnosti. Osim toga, za održavanje i poboljšanje zdravlja, odrasle osobe bi mogle imati koristi od dodatnih dnevnih tjelesnih aktivnosti kao što su šetnje, hodanje do automobila na parkiralištu, penjanje uz stepenice umjesto vožnje dizalom, iznošenje smeća i sl.

1.4. Starenje

Starenje se često povezuje s funkcionalnim ograničenjima i invaliditetom. Proces starenja obično karakterizira gubitak mišićne jakosti i snage (Larsson, Grimby i Karlsson, 1979; Lindle

i sur.,1997; Lynch i sur., 1999), smanjenje pokretljivosti u zglobovima, smanjenje srčano-žilnog kapaciteta i smanjenje kognitivnih sposobnosti (Watsford, Murphyc i Pine, 2007). Loša postura tijela, narušena ravnoteža, smanjena jakost i snaga povezane su sa smanjenjem funkcionalne mobilnosti čime je povećan i rizik od pada (Campbell, Borrie i Spears, 1989; Granacher i sur., 2013) te je uz smanjenu mineralnu gustoću kostiju (Sinaki i sur., 1986) povećan i rizik od prijeloma kuka (Aniansson i sur., 1984).

Ova navedena, uz dob povezana propadanja, mogu se procijeniti različitim mjerama zdravstvenog fitnesa. Mišigoj-Duraković i sur. (1999) zdravstveni fitnes definiraju kao sposobnost za provođenje napornijih svakodnevnih aktivnosti uz smanjeni rizik preranog razvoja hipokinetskih bolesti i stanja. Zdravstveni fitnes sadrži nekoliko osnovnih značajki kao što su morfološka (sastav tijela i fleksibilnost), mišićna (snaga, jakost i izdržljivost), srčano-dišna, metabolička, te motorička značajka (koordinacija, mišićna izdržljivost, agilnost, ravnoteža i brzina pokreta) (Mišigoj-Duraković i sur., 1999; Kell, Bell i Quinney, 2001; Paoli i sur., 2010; Takata i sur., 2012; Milanovic i sur., 2013). Svaka od navedenih značajki je pod manjim ili većim utjecajem specifičnih sustava tjelesnog vježbanja (Kohrt i sur., 1991; Ciolac, Garcez-Leme i Greve, 2010). Drugim riječima, redovita tjelesna aktivnost i/ili dobro programirani trenažni programi mogu usporiti fiziološke promjene koje dolaze starenjem i pridonijeti poboljšanju zdravlja općenito (Stewart i sur., 2003).

Dakle, uvođenje programiranog tjelesnog vježbanja jakosti može omogućiti bolju kvalitetu života starijih osoba, a time i motivirati starije osobe da nastave vježbati što bi nadalje pomoglo smanjenju propadanja zdravstvenog fitnesa (Hsu i sur., 2014).

1.4.1. Redovita tjelesna aktivnost starijih osoba

Istraživanja pokazuju kako starije osobe koje redovito sudjeluju u aerobnim aktivnostima i/ili vježbaju s otporima imaju višestruke zdravstvene prednosti (za detalje vidi Mazzeo i Tanaka, 2001). Ukratko, zdravstvene prednosti vidljive su pri značajnom smanjenju rizika od koronarnih bolesti srca, šećerne bolesti i otpornosti na inzulin, hipertenziji i pretilosti kao i

povećanju gustoće kostiju, mišićnoj masi, arterijskoj usklađenosti i energetske metabolizmu. Osim toga, povećanje aerobne izdržljivosti, mišićne jakosti i ukupnog funkcionalnog kapaciteta pomaže starijim osobama pri zadržavanju svoje nezavisnosti i omogućuje slobodno sudjelovanje u aktivnostima svakodnevnog života. Imajući sve navedeno na umu, koristi redovitog tjelesnog vježbanja mogu značajno poboljšati kvalitetu života starijih osoba.

1.4.2. Programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti starijih osoba

Već smo više puta spomenuli važnost i prednosti koje proizlaze iz sudjelovanja u redovitim tjelesnim aktivnostima bilo da se radi o tjelesnom vježbanju za razvoj aerobnih sposobnosti i/ili tjelesnom vježbanju za razvoj jakosti. Programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti se pokazalo kao izvrsno sredstvo za vraćanje gubitka mišićne funkcije koja je uzrokovana starenjem jer je gubitak mišićne funkcije barem djelomično odgovoran za mnoga funkcionalna ograničenja i poteškoće kod starijih osoba (Pendergast, Fisher, i Calkins, 1993).

Bez obzira je li cilj tjelesne aktivnosti razvoj funkcionalnih sposobnosti ili poboljšanje zdravstvenog stanja starijih osoba, ona bi trebala biti usmjerena na sprječavanje propadanja motoričkih sposobnosti i napredovanja bolesti utjecajem na rizične faktore (Buchner i Wagner, 1992). Osim uobičajenih ciljeva (poboljšanje srčano-žilnih i metaboličkih funkcija), programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti bi trebalo pozitivno utjecati i na povećanje mišićne mase, jakosti, snage, fleksibilnosti te mineralne gustoće kostiju (Buchner i Wagner, 1992; Bassej i sur., 1992).

1.4.3. Kolesterol i lipoproteini

Velik broj studija do danas usmjeren je istraživanju čimbenika opasnosti za razvoj ateroskleroze i koronarnih bolesti srca, njihovom pojedinačnom doprinosu, doprinosu u kombinaciji i interakciji s pojedinim ostalim čimbenicima, te njihovom utjecaju na pojedine razvojne segmente aterosklerotskog procesa kao multifaktorske bolesti (Mišigoj-Duraković i

sur., 1999). Među čimbenicima kao što su neaktivni (sedentarni) način života, pušenje, pretilost, povišen krvni tlak, povišena razina glukoze, povišena razina triglicerida, nalaze se i visoka razina ukupnog kolesterola, te povišena razina LDL-kolesterola i snižena razina HDL-kolesterola (Mišigoj-Duraković i sur., 1999).

Kolesterol je nezasićeni alkohol iz obitelji steroidnih spojeva; bitan je za normalno funkcioniranje svih stanica, te je temeljni građevni element staničnih membrana. Kolesterol se, kao nepolarna lipidna tvar (koja je netopiva u vodi), transportira u plazmi povezan s različitim česticama lipoproteina (Cox i García-Palmieri, 1990). Lipoproteini u plazmi se razlikuju te se po svojoj gustoći i veličini te po relativnom sadržaju kolesterola, triglicerida, i proteina svrstavaju u pet glavnih grupa: hilomikroni, lipoproteini vrlo niske gustoće (VLDL; prema eng. *very-low-density lipoproteins*), lipoproteini srednje gustoće (IDL; prema eng. *intermediate-density lipoproteins*), lipoproteini niske gustoće (LDL; prema eng. *low-density lipoproteins*) i lipoproteini visoke gustoće (HDL; prema eng. *high-density lipoproteins*). Razina kolesterola ispod 200 mg/dl se klasificira kao poželjni kolesterol u krvi, od 200 do 239 mg/dl kao granično visoki kolesterol u krvi, te od 240 mg/dl i više kao visoki kolesterol u krvi.

Studije koje istražuju prediktivne vrijednosti profila lipida kod starijih osoba daju kontradiktorne rezultate. Krumholz i sur. (1994) zaključuju kako se niti na temelju visokog ukupnog kolesterola, niti putem niske razine HDL ne može predvidjeti smrtnost uopće, niti smrtnost uzrokovana srčano-žilnim bolestima kod osoba starijih od 70 godina. Nasuprot tome, Frost i sur. (1996) su izvijestili kako je na temelju profila lipida moguće predvidjeti probleme srčano-žilnog sustava kod osoba starijih od 60 godina, te su Schaefer i sur. (1989) otkrili da su i LDL i HDL važni prediktori smrtnosti. Dakle, čini se da nenormalni profili lipoprotein-lipida mogu uzrokovati povećan rizik od srčano-žilnih bolesti (Hurley i Roth, 2000).

Kada je riječ o nalazima studija o programiranom tjelesnom vježbanju za razvoj jakosti i njegovom utjecaju na profil lipoprotein-lipida, oni su također kontradiktorni. Naime, dvije epidemiološke studije istražile su odnose između mišićne jakosti, programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti i profila lipoprotein-lipida u plazmi. Kohl i sur. (1992) su istražili povezanost između mišićne jakosti i razine lipoprotein-lipida na 1193 žena i 5460 muškaraca. Oni nisu našli povezanost između jakosti i ukupnog kolesterola ni LDL na muškarcima i

ženama. Međutim, postojala je izravna veza između jakosti gornjeg i donjeg dijela tijela s razinom triglicerida kod muškaraca, te inverzni odnos između mišićne jakosti i HDL. Nasuprot njima, Tucker i Silvester (1996) su na 8499 muških zaposlenika iz više od 50 tvrtki uočili smanjeni rizik od hiperkolesterolemije među osobama koje su provodile programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti. Međutim, samo oni koji su vježbali u trajanju od 4 do 7 sati tjedno su i zadržali navedeni smanjeni rizik.

Objavljeni radovi o učincima programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na profil lipoprotein-lipida u plazmi su uglavnom orijentirani na adolescente, mlađe i sredovječne ispitanike. Neke od studija su pokazala poboljšanja profila lipida programiranim tjelesnim vježbanjem za razvoj jakosti kod mlađih (Fripp i Hodgson, 1987; Boyden i sur., 1993) i sredovječnih (Johnson i sur., 1982; Hurley i sur., 1988) osoba. Rhea i sur. (1999) su u svom radu istražili utjecaj programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti kod pretilih žena u menopauzi (u dobi od 50 do 69 godina). Nakon 16 tjedana visoko-intenzivnog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti utvrdili su kako vježbanje s otporima ne izaziva pozitivne promjene u razini lipoprotein-lipida. Slične rezultate u kojima nema poboljšanja u profilu lipida dobili su i drugi autori (Treuth i sur., 1985; Manning i sur., 1991).

1.4.4. Hipertenzija

Važan prediktor zdravstvenog stanja je krvni tlak u mirovanju. Krvni tlak u mirovanju raste s godinama života, a povišeni krvni tlak u mirovanju (hipertenzija) je glavni čimbenik rizika srčano-žilnih problema kod starijih osoba. U dobi od 60 do 70 godina, oko 50% muškaraca i žena imaju hipertenziju (Hurley i Roth, 2000). Povišeni krvni tlak ostaje glavni čimbenik rizika srčano-žilnih bolesti starijih osoba do 85. godine života (Hurley i Roth, 2000, prema Kaplan, 1990). Ograničene informacije koje su dostupne, a odnose se na učinke programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na krvni tlak u mirovanju sredovječnih i starijih osoba, su kontradiktorne. Na primjer, dok postoje neki dokazi o mogućem snižavanju krvnog tlaka vježbanjem s otporima (Stone i sur., 1983; Hurley i sur., 1988) ostale studije ne

podupiru ovaj nalaz. Cononie i sur. (1991) su istraživali učinke programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti umjerenog intenziteta na krvni tlak u mirovanju na 70- do 79-godišnjim osobama. Nakon procesa vježbanja u trajanju od 6 mjeseci nisu utvrdili značajne promjene sistoličkog niti dijastoličkog krvnog tlaka u mirovanju kod osoba koje su imale normalan ili povišeni krvni tlak. Međutim, rezultati istraživanja Martela i sur. (1999) pokazuju da trening s otporima visokog intenziteta može sniziti krvni tlak u mirovanju kod 65- do 73-godišnjaka koji imaju povišeni krvni tlak u mirovanju.

1.5. PROBLEM

Iako postoje dobro dokumentirane zdravstvene prednosti koje proizlaze od redovite tjelesne aktivnosti, većina pojedinaca svih dobi nisu tjelesno aktivne na razini koja je dovoljna za održavanje zdravlja. Stoga je glavni javno-zdravstveni cilj poboljšanje kolektivnog zdravlja i razine treniranosti svih osoba. *American College of Sports Medicine (ACSM)* i druge međunarodne organizacije uspostavile su smjernice za sveobuhvatnim vježbanjem, gdje se programi sastoje od aerobnog tjelesnog vježbanja, vježbanja za razvoj fleksibilnosti i vježbanja s otporima. Programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti s otporima je najučinkovitija metoda za održavanje i povećanje mišićne mase i poboljšanje mišićne jakosti i mišićne izdržljivosti (Hass, Feigenbaum i Franklin, 2001). Nadalje, sve je veći broj dokaza koji upućuju da programirano tjelesno vježbanje s otporima može značajno poboljšati mnoge zdravstvene čimbenike povezane s prevencijom kroničnih bolesti.

Odgovarajućim programima vježbanja s otporima većina bi stanovništva mogla imati zdravstvenih dobiti. Programi vježbanja s otporima se trebaju prilagoditi odgovarajućoj dobnoj skupini kako bi se zadovoljile potrebe i ciljevi pojedinca te trebaju uključivati razne vježbe koje se izvode dovoljnim intenzitetom kako bi se poboljšao razvoj i održavanje mišićne jakosti i mišićne izdržljivosti, kao i mišićne mase.

Iz tog razloga se postavlja pitanje vrijede li navedene smjernice za sve dobne skupine? Da li će i starije dobne skupine imati jednake dobiti od tjelesnog vježbanja kao mlađa populacija? Drugim riječima, osnovno pitanje koje se nameće je, hoće li starija populacija, provodeći sustavni program vježbanja kroz tri mjeseca, poboljšati svoje zdravstveno stanje?

U ovom će se istraživanju rješavati upravo taj problem, odnosno, istražiti će se može li programirani sustav vježbanja za razvoj jakosti utjecati na sastavnice zdravstvenog stanja osoba starije životne dobi, konkretno na koje sastavnice, kako i koliko, te djeluje li isti program tjelesnog vježbanja na „mlađe“ starije, „starije“ starije i „vrlo stare“ osobe jednako.

2. CILJEVI I HIPOTEZE

Opći cilj ovog istraživanja je utvrditi koja starosna skupina ispitanika podliježe najvećim promjenama zdravstvenog statusa primjenom programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti.

Opći cilj ovog istraživanja može se raščlaniti na četiri **specifična cilja**:

Cilj 1: Utvrditi utjecaj 12 tjednog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starosne dobi između 65. i 74. godine života

Cilj 2: Utvrditi utjecaj 12 tjednog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starosne dobi između 75. i 84. godina života

Cilj 3: Utvrditi utjecaj 12 tjednog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starijih od 85 godina života

Cilj 4: Utvrditi razlike između pojedinih grupa ispitanika na testiranim parametrima

Istraživačke **hipoteze** vezane uz specifične ciljeve glase:

H1 – 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno će djelovati na zdravstveni status osoba starosne dobi između 65. i 74. godina života

H2 – 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno će djelovati na zdravstveni status osoba starosne dobi između 75. i 84. godina života

H3 – 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno će djelovati na zdravstveni status osoba starijih od 85 godina života

H4 – najveće pozitivne promjene zdravstvenog statusa očekuju se u grupi osoba starijih od 85 godina života

3. METODE ISTRAŽIVANJA

Navedeni specifični ciljevi i pripadajuće hipoteze testirani su kroz 12-tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti.

3.1. ISPITANICI

Ovo istraživanje provedeno je na uzorku od 120 ispitanika koji su bili članovi lokalnih fitness centara (nisu članovi posljednjih šest mjeseci ili duže), koji su bili sudionici fitness programa za starije osobe iz Denvera, Thorntona, Westminstera i Colorado Springsa (Colorado, SAD). Ispitanici su bili podijeljeni u tri eksperimentalne (n=20 po skupini) i tri, po dobi izjednačene, kontrolne skupine (n=20 po skupini). Prvu eksperimentalnu skupinu (E1) činile su „mlađe“ starije osobe, odnosno osobe u dobi od 65 do 74 godine (n_M=11 i n_Ž=9), drugu (E2) „starije“ starije osobe, odnosno osobe u dobi od 75 do 84 godine (n_M=10 i n_Ž=10) i treću (E3) skupinu „vrlo stare“ osobe, osobe starije od 85 godina (n_M=11 i n_Ž=9). Prvu kontrolnu skupinu (K1) činile su „mlađe“ starije osobe (n_M=13 i n_Ž=7), drugu (K2) „starije“ starije osobe (n_M=12 i n_Ž=8) i treću (K3) skupinu „vrlo stare“ osobe (n_M=9 i n_Ž=11). Sve eksperimentalne skupine provele su jednaki program tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti kroz 12 tjedana (za detalje vidi tablicu 2), dok kontrolne skupine nisu provodile nikakve tjelesne aktivnosti.

Ispitanici nisu bili uključeni u organizirano rekreativno vježbanje najmanje 6 mjeseci prije početka eksperimentalnog tretmana, te nisu sudjelovali u drugim programiranim oblicima tjelesnog vježbanja izvan okvira ove disertacije. Osobe koje su imale problema s kardiovaskularnim i respiratornim oboljenjima, osobe u fazi oporavka od nekog oblika akutnih ili kroničnih oboljenja i osobe u postupku rehabilitacije od ozljeda nisu bile uključene u ovo istraživanje.

Ispitanici su volontirali u ovom istraživanju i u svakom trenutku su mogli prekinuti eksperimentalni program. Prije početka eksperimentalnog programa detaljno su upoznati s ciljevima i rizicima istraživanja te su, nakon toga, potpisali pismeni pristanak za sudjelovanje u eksperimentu. Nije bilo odustajanja ispitanika tijekom provedbe cijelog projekta niti u

eksperimentalnim niti u kontrolnim skupinama. Istraživanje je u potpunosti bilo u skladu s Helsinškom deklaracijom. Eksperimentalni protokol potvrdila je Znanstvena i Etička komisija Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

3.2. VARIJABLE

U ovom istraživanju zdravstveni status ispitanika procijenjen je kroz šest skupina varijabli koje uključuju mjere (1) antropometrije i morfologije, (2) sastava tijela, (3) motoričkih sposobnosti, (4) funkcija srčano-žilnog sustava, (5) metaboličkog/hematološkog sustava i (6) dišnog sustava.

3.2.1. ANTROPOMETRIJSKI I MORFOLOŠKI PARAMETRI

Neke morfološke karakteristike kao što su tjelesna masa i sastav tijela izmjerene su digitalnim analizatorom sastava tijela *InBody 370* (*Biospace Co., Beverly Hills, CA*; slika 2). Sustav omogućava direktno mjerenje sastava tijela (i po segmentima – trup i 4 ekstremiteta), tjelesne težine, količinu unutar- i van-stanične tekućine, opsege ekstremiteta i mišića i mnogih drugih sastavnica tijela. Uređaj ima dobre metrijske karakteristike (Utter i Lambeth, 2010).



Slika 2. Digitalni analizator sastava tijela *InBody 370*

Varijable za procjenu morfoloških karakteristika:

3.2.1.1. Visina tijela (VT)

Visina tijela izmjerena je antropometrom. Ispitanik je stajao na ravnoj podlozi s težinom podjednako raspoređenom na obje noge, opuštenim ramenima, skupljenim petama, i glavom u položaju tzv. frankfurtske horizontale (zamišljena linija koja spaja donji rub lijeve orbite i *tragus helix* lijevog uha je u vodoravnom položaju). Antropometar je postavljen vertikalno uz ispitanikova leđa (dodiruje ih u području sakruma i interskapularno). Vodoravni krak antropometra spušten je do tjemena glave (do točke *vertex*) tako da je čvrsto pritanjao, ali bez pritiska (prema Mišigoj-Duraković, 2008).

3.2.1.2. Masa tijela (MT)

Tjelesna masa izmjerena je digitalnim analizatorom sastava tijela *InBody 370*. Ispitanik je stao na digitalni analizator odjeven u gaćice.

3.2.1.3. Indeks tjelesne mase (BMI)

Indeks tjelesne mase ili *Quetletov indeks* (eng. *body mass indeks* – BMI) definira se kao (prema Mišigoj-Duraković, 2008):

$$BMI = \textit{tjelesna masa} / \textit{tjelesna visina}^2$$

Indeks tjelesne mase predstavlja omjer tjelesne mase (u kilogramima) i kvadrata vrijednosti tjelesne visine (u metrima), a služi za brzu, ali okvirnu

procjenu stanja uhranjenosti. Koristi se u kliničkom radu, javnozdravstvenim studijama, ali i za potrebe evaluacije tjelesnog vježbanja prosječne populacije, osobito sedentarnih osoba uključenih u program tjelesnog vježbanja.

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (1998) vrijednosti BMI govore o stupnju uhranjenosti: (1) pothranjenost ($\text{BMI} < 18,5 \text{ kg/m}^2$), (2) normalno ($18,5 < \text{BMI} < 24,9 \text{ kg/m}^2$), (3) prekomjerna tjelesna masa ($25 < \text{BMI} < 29,9 \text{ kg/m}^2$) i (4) pretilost: (4a) I stupanj ($30 < \text{BMI} < 34,9 \text{ kg/m}^2$), (4b) II stupanj ($35 < \text{BMI} < 39,9 \text{ kg/m}^2$) i (4c) III stupanj ($\text{BMI} > 40 \text{ kg/m}^2$). Ova potreba za stupnjevanjem pretilosti proizlazi iz činjenice da se svakim višim stupnjem javlja sve veći broj anatomskih, metaboličkih, biokemijskih, hormonskih i fizioloških odstupanja s povećanjem rizika za komplikacije kao što su šećerna bolest, otpornost na inzulin, povišen arterijski krvni tlak, povišene masnoće u krvi, aterosklerotske bolesti (uključujući infarkt miokarda i cerebrovaskularni inzult, bolesti žučnjaka, noćnu apneju i neke oblike karcinoma) (Mišigoj-Duraković, 2008).

3.2.2. SASTAV TIJELA

Sastav tijela procijenjen je digitalnim analizatorom sastava tijela *InBody 370* (slika 2). Sustav koristi metodu bioelektrične impedancije – BIA (otpornu pletizmografiju) koja se danas često koristi, osobito u sportu. Temelji se na postavci da je električni otpor najveći u masnom tkivu (koji sadrži 14 do 22% vode) jer provodljivost ovisi o količini vode u tkivu, koja je najveća u nemasnoj masi. Stoga je električni otpor, ustvari, indeks ukupne tjelesne masti, te se na temelju različitih formula zatim izračunava postotak nemasne mase tijela i masne komponente. Postupak je jednostavan i brz. Propušta se za ispitanike neosjetljiva i ne štetna struja višestrukim frekvencijama od 5, 50, i 500 kHz (Utter i Lambeth, 2010), te se mjeri otpor toj struji (Mišigoj-Duraković, 2008). Sustav koristi osam elektroda, četiri u obliku stopala postavljenih na površinu platforme uređaja

te četiri na ručkama koje izlaze iz tijela uređaja. Ispitanici su stajali na elektrodama u uspravnom stavu držeći se za ručke, te su bili potpuno hidratizirani. Nemasna tjelesna masa je izračunata pomoću jednadžbe isporučene od proizvođača.

Odabrane varijable kojima je sastav tijela procijenjen su: mišićna masa, postotak potkožnog masnog tkiva, nemasna tjelesna masa i ukupna količina vode.

3.2.3. MOTOČIKE SPOSOBNOSTI

Od motoričkih sposobnosti izmjerene su eksplozivna jakost tipa skočnosti i fleksibilnost. Vertikalni skokovi izvedeni su na platformi za mjerenje sila QUATTRO JUMP (Kistler 9290AD, Winterthur, Switzerland) postavljenoj prema preporukama proizvođača. Vertikalna komponenta sile reakcije podloge mjerena je frekvencijom od 500 Hz tijekom perioda od 5 sekundi nakon što se ispitanik postavio u početni položaj. Iz zabilježene vertikalne komponente sile reakcije podloge izračunata je visina skoka.

3.2.3.1. Skok u vis iz čučnja

Ispitanici su se iz uspravne pozicije spustili u poziciju čučnja (gdje je kut između natkoljenice i potkoljenice približno 90°) gdje su nakon dvije sekunde mirovanja izveli maksimalan vertikalni skok, te doskoku s laganom fleksijom u koljenima. Ruke su za vrijeme skoka postavljene na kukove kako bi se isključio njihov utjecaj na visinu skoka. Test je izveden tri puta. (Jukić i sur., 2008).

3.2.3.2. Skok iz čučnja s prethodnom pripremom

Ispitanici su se iz uspravne pozicije spustili u poziciju čučnja (gdje je kut između natkoljenice i potkoljenice približno 90°) gdje su bez zaustavljanja, što je moguće brže, izveli maksimalan vertikalni skok, te zatim doskok s laganom fleksijom u koljenima. Ovim skokom osigurava se određena količina potencijalne energije elasticiteta nastale za vrijeme ekscentrične aktivnosti (brzog spuštanja) i koristi se, barem njezin dio, za vrijeme kasnije koncentrične aktivnosti, čime se postižu veće vrijednosti nego kod skoka u vis iz čučnja. Ruke su za vrijeme skoka postavljene na kukove kako bi se isključio njihov utjecaj na visinu skoka. Test je izveden tri puta. (Jukić i sur., 2008).

3.2.3.3. Skok iz čučnja sa zamahom rukama

Ispitanici su se iz uspravne pozicije spustili u poziciju čučnja (gdje je kut između natkoljenice i potkoljenice približno 90°) gdje su bez zaustavljanja, što je moguće brže, izveli maksimalan vertikalni skok, te zatim doskok s laganom fleksijom u koljenima. Ovim skokom osigurava se određena količina potencijalne energije elasticiteta nastale za vrijeme ekscentrične aktivnosti (brzog spuštanja) i koristi se, barem njezin dio, za vrijeme kasnije koncentrične aktivnosti. Ruke su za vrijeme odraza izvele snažan zamah prema gore kako bi visina skoka bila maksimalna. Test je izveden tri puta (Jukić i sur., 2008).

3.2.3.4. Pretklon sjedeći

Pretklon sjedeći je test kojim je procijenjena fleksibilnost donjeg dijela leđa i stražnje strane natkoljenica. Za test je korištena klupica dimenzija 40 x 40 x 75 cm. Ispitanici su sjeli ispruženih i spojenih nogu ispod klupice te pruženim

rukama izveli maksimalno dubok pretklon i zadržali taj položaj 2 sekunde. Rezultat testa je bila maksimalna duljina dohvata od početnog dodira do krajnjeg dodira na centimetarskoj vrpici. Rezultat se očitao u centimetrima, s time da su se vrijednosti od početnog ruba klupice do ravnine stopala računale kao negativne vrijednosti, dok su ostale vrijednosti pozitivne. Rezultat je maksimalna duljina dohvata na centimetarskoj vrpici. Test su izvodili tri puta (Wells i Dillon, 1952).

3.2.3.5. Pretklon raznožno

Ispitanici su za ovaj test sjeli raznožno (noge pod 90°) naslonjeni na zid. Između nogu je bila postavljena centimetarska vrpca. Nula centimetarske vrpce se postavlja na mjesto gdje pruženim rukama, dlan preko dlana, vrh srednjeg prsta dodiruje tlo. Ispitanici su izveli pretklon najdalje što mogu klizeći prstima po centimetarskoj vrpici, gdje su krajnji položaj zadržali trenutak kako bi se rezultat mogao očitati. Zadatak su izveli tri puta (Jukić i sur., 2008).

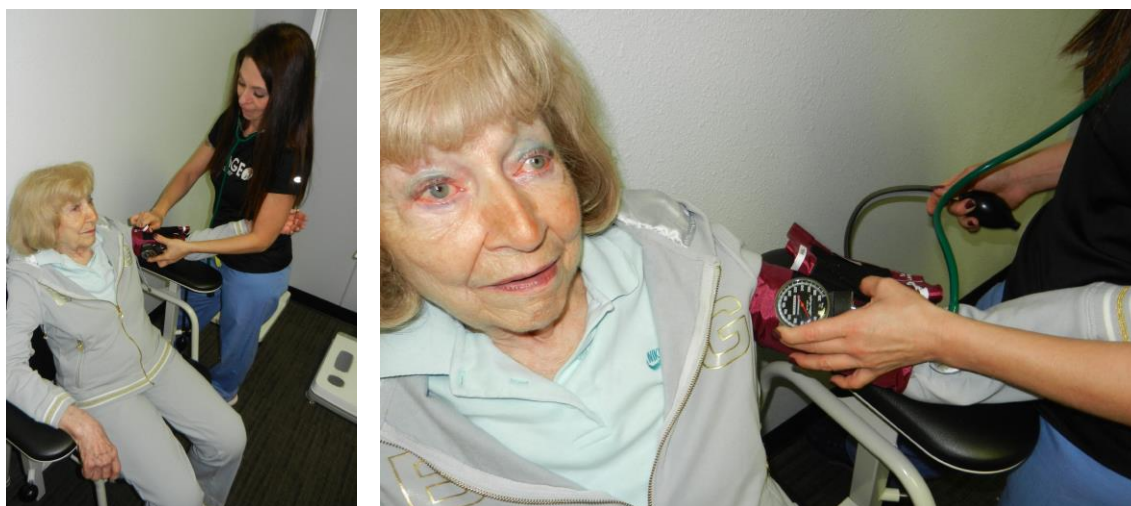
3.2.3.6. Odnoženje ležeći na boku (lijeva i desna noga)

Ovim testom procijenjena je fleksibilnost mišića aduktora donjih ekstremiteta. Ispitanici su ležeći na boku, leđima uza zid, maksimalno odnožili i zadržali taj položaj dok se nije očitao rezultat - kut u stupnjevima između tla i odnožene noge. Test su ponovili tri puta za svaku nogu.

3.2.4. FUNKCIJE SRČANO-ŽILNOG SUSTAVA

3.2.4.1. Sistolički tlak i dijastolički tlak

Arterijski tlak izmjeren je mehaničkim tlakomjerom (slika 3) tako da je manšeta bila postavljena oko nadlaktice ispitanika, ne prejako, toliko da se ispod nje mogao staviti vršak prsta, a donji rub manšete bio je otprilike 2,5 cm iznad jame lakta. Membrana stetoskopa postavljena je na unutarnju stranu lakta - u lakatnu jamu. Brzo je napuhana manšeta stišćući gumenu pumpicu i to za 30 do 40 jedinica iznad pretpostavljene vrijednosti sistoličkog tlaka. Polagano je otpuštan ventil, po 2 do 3 milimetra u sekundi. Nakon pojave prvog tona pročitana je vrijednost u tom trenutku. To je vrijednost sistoličkog tlaka. Nastavilo se jednakom brzinom otpuštati ventil, slušajući kucanje srca. U trenutku kada se kucanje srca više nije čulo – pročitana je vrijednost u tom trenutku. To je vrijednost dijastoličkog tlaka. Zapisane su izmjerene vrijednosti, prvo sistolički, a potom dijastolički tlak.



Slika 3. Mjerenje arterijskog tlaka

3.2.4.2. Maksimalna frekvencija srca

Maksimalna frekvencija srca (FS_{max}) je mjerena na pokretnom sagu. Ispitanici su prve dvije minute hodali pri brzini od 2,5 km/h nakon čega se postupno povećala do 6 km/h. Kada se postigla željena brzina hoda postupno se, svakih dvije minute, povećavao nagib za tri stupnja povećavajući time i opterećenje hodanja. Ispitanici su se držali za držače s mjeracem pulsa za vrijeme hoda. U trenutku kada ispitanici više nisu mogli hodati, zaustavila se traka i zabilježila se izmjerena frekvencija srca s monitora (slika 4).



Slika 4. Mjerenje maksimalne frekvencije srca na pokretnom sagu

3.2.5. FUNKCIJE METABOLIČKOG/HEMATOLOŠKOG SUSTAVA

3.2.5.1. Bazalni metabolizam

Bazalni metabolizam označava minimalnu razinu energije potrebne za održavanje tjelesne vitalne funkcije u budnom stanju. Izmjeren je neizravnom kalorimetrijom koja procjenjuje energetske potrebe preko potrošnje kisika i stvaranja ugljičnog dioksida u zadanom vremenu. Indirektna kalorimetrija ima

prednost jer je oprema mobilna i cijena prihvatljiva. U klinikama se često rabe prijenosni uređaji, a u novije se vrijeme koriste i manji ručni aparati za mjerenje potrošnje kisika (Nieman i sur., 2003; McDoniel, 2007).

Neizravna ili indirektna kalorimetrija je tehnika koja procjenjuje potrošnju energije prekomjernoga nastajanja ugljičnog dioksida i potrošnje kisika za vrijeme odmora. Uvid u potrošnju energije važan je radi kontrole težine, propisivanja pravilne tjelesne aktivnosti ili treninga, određivanja stanja treniranosti, planiranja prehrane i dr. Postoje metode otvorenog i zatvorenog kruga. Indirektnom kalorimetrijom dobivaju se sljedeće varijable: količina dobivenog ugljičnog dioksida i utrošenog kisika, relativni doprinos masti i ugljikohidrata u ukupnoj energetskej potrošnji, stopa utroška energije u stabilnom stanju organizma i kalorijska vrijednost utrošene energije. Indirektna kalorimetrija služi se postupkom spirometrije s uređajem za analizu plinova. Promjena u sastavu plinova između udaha i izdaha mjera je potrošnje tih istih plinova. Mjeri se količina utrošenog kisika koje je tijelo iskoristilo u nekom kraćem vremenskom periodu. Količina utrošenog kisika upravo je proporcionalna količini otpuštene topline nastale oksidacijom hrane (McCarter i sur., 1989). Isto tako, količina utrošenog kisika i količina otpuštene topline proporcionalne su vrsti izvora energije koja se koristi.

Bazalni metabolizam je izmjeren u strogo restriktivnim uvjetima, ispitanici su imali minimalno 8 sati sna i postili su najmanje 12 sati prije mjerenja.

3.2.5.2. Ukupni kolesterol, HDL i LDL

Analiza ukupnog kolesterola i lipoproteina izvedena je na uzorcima venske krvi. Vađenje krvi ispitanicima učinjeno je na tašte, odnosno, ispitanici nisu smjeli jesti 12 sati prije vađenja, te nisu trošili nikakve lijekove. Referentne vrijednosti ukupnog kolesterola su dobivene *Liebermann-Burchardt* testom pomoću *Autoanalyzer* sustava. Razina lipoproteina visoke gustoće izmjerena je istim

postupcima kao i ukupni kolesterol, nakon taloženja lipoproteina niske gustoće (LDL) pomoću heparin-mangan klorida (Cox i García-Palmieri, 1990).

3.2.6. FUNKCIJE DIŠNOG SUSTAVA

Forsirani vitalni kapacitet pluća daje odgovor o anatomskim predispozicijama respiratornog sustava, dok sekundarni vitalni kapaciteti definiraju jakosnu sposobnost dišne muskulature i otvorenost dišnih puteva (Heimer, 1997). Testovi su se provodili u kontroliranim mikroklimatskim uvjetima, sustavom za spirometriju s pripadajućom programskom podrškom (QUARK b²; Cosmed, Italija). Ispitanici su turbinu s kartonskim nastavkom stavili u usta, stavili kvačicu na nos, te nakon nekoliko opuštenih normalnih udaha i izdaha, izveli maksimalan udah te eksplozivno jako, u što kraćem vremenu, ispuhnuli zrak iz pluća, s time da su nastavili ispuhivati zrak bez ponovnog udaha dokle god su mogli. Nakon toga su skinuli kvačicu s nosa i kartonski nastavak iz usta. Test su ponovili tri puta (Jukić i sur., 2008).

3.2.6.1. Forsirani vitalni kapacitet (FVC)

Rezultat u testu predstavljala je maksimalna vrijednost spirometrije iz tri pokušaja, očitana u litrama zraka (Jukić i sur., 2008).

3.2.6.2. Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (FEV1)

Rezultat u testu predstavljao je volumen zraka izdahnut u prvoj sekundi. Uzela se samo pripadajuća vrijednost iz pokušaja s najvećim forsiranim vitalnim kapacitetom (Jukić i sur., 2008).

3.3. PROTOKOL TESTIRANJA

Ispitanicima je najprije izmjeren tlak, bazalni metabolizam, te ukupni kolesterol s LDL i HDL. Nakon toga su izmjerene morfološke i antropometrijske karakteristike, sastav tijela digitalnim analizatorom *InBody 370*, te forsirani vitalni kapacitet i forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi.

Nakon kraće pauze, testiranjima motoričkih sposobnosti prethodilo je šestominutno zagrijavanje koje se sastojalo od hodanja na pokretnom sagu pri brzini od 5 km/h (slika 5).



Slika 5. Protokol zagrijavanja: hodanje na pokretnom sagu

Ispitanici su izvodili najprije testove fleksibilnosti pa nakon njih testove vertikalnih skokova kako bi se utvrdilo stanje gibljivosti i utvrdile maksimalne visine skokova. Bili su upućeni da izbjegavaju bilo kakve iscrpljujuće vježbe 48 sati prije testiranja.

Nakon zagrijavanja svaki je ispitanik izveo najprije test pretklon sjedeći, zatim odnoženja, te na kraju pretklon raznožno za na to predviđenim radnim mjestima (strunjače i klupica za mjerenje).

Nakon testova fleksibilnosti slijedilo je testiranje visine skoka. Svaki je ispitanik izveo po tri vertikalna skoka iz čučnja na platformi za mjerenje sile, nakon čega su slijedili vertikalni skokovi s prethodnom pripremom, te zatim skokovi sa zamahom rukama. Ispitanici su upućeni da svaki skok izvedu maksimalno visoko. Nisu date posebne upute o veličini spuštanja prilikom pripreme za skok. Minuta odmora između uzastopnih ponavljanja, i dvije do tri minute između promjene vrste skoka bile su dovoljne da umor ispitanika nije dovodio u pitanje ispravnost izvedbi.

I na kraju je izmjerena FS_{max} na pokretnom sagu.

3.3.1.1. TRENAŽNI PROGRAM

Svaka od eksperimentalnih skupina bila je podvrgnuta jednakom programiranom trenažnom procesu vježbanja za razvoj jakosti koji je uključivao vježbe s vlastitim tijelom (slike 6-13). Program je proveden kroz 12 tjedana, 3 puta tjedno, gdje su se broj ponavljanja i trajanje pauze progresivno povećavali svaka 4 tjedna (za detalje vidjeti tablicu 2). Kontrolne skupine nisu provodile nikakve trenažne procese u periodu između inicijalnog i finalnog testiranja.

Tablica 2. Eksperimentalni program tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti

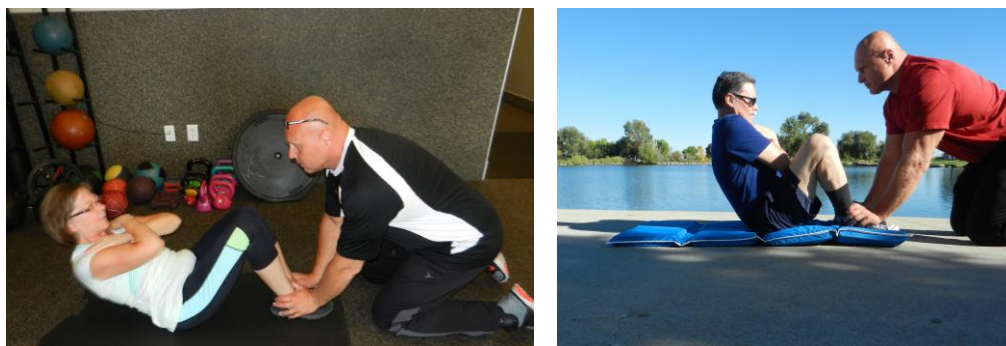
Br. vježbe	Vježbe	Broj ponavljanja (1.-4. tjedan)	Broj ponavljanja (5.-8. tjedan)	Broj ponavljanja (9.-12. tjedan)	Odmor min (1.-4. tjedan)	Odmor min (5.-8. tjedan)	Odmor min (9.-12. tjedan)
1.	Čučanj bez opterećenja	10	12	15	1	1,5	2
2.	Zaklon trupa u ležanju	10	12	15	1	1,5	2
3.	Podizanje trupa pogrčnim nogama	10	12	15	1	1,5	2
4.	Pregib podlaktica drvenom palicom (500 gr)	10	12	15	1	1,5	2
5.	Zaklon trupa ležeći (suprotna ruka – suprotna noga)	10	12	15	1	1,5	2
6.	Penjanje na povišenje 10 cm	10	12	15	1	1,5	2
7.	Podizanje zgrčenih nogu na prsa u ležanju	10	12	15	1	1,5	2
8.	Podizanje na prste	10	12	15	1	1,5	2



Slika 6. Čučanj bez opterećenja



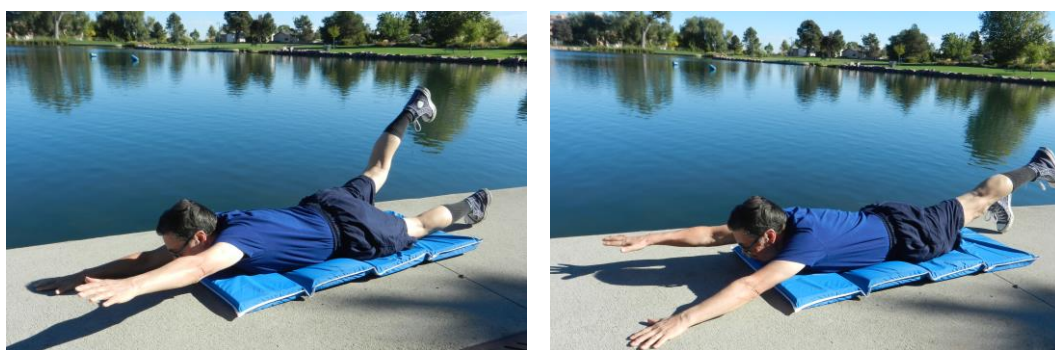
Slika 7. Zaklon trupa u ležanju



Slika 8. Podizanje trupa pogrčenim nogama



Slika 9. Pregib podlaktica drvenom palicom (500 gr)



Slika 10. Zaklon trupa ležeći (suprotna ruka – suprotna noga)



Slika 11. Penjanje na povišenje 10 cm



Slika 12. Podizanje zgrčenih nogu na prsa u ležanju



Slika 13. Podizanje na prste

3.3.1.2. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA

Svi podaci obrađeni su statističkim programom *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS v17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Za sve varijable izračunati su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN) i maksimum (MAX). Normalnost distribucije rezultata testirana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom.

Značajnost razlika između eksperimentalnih i kontrolnih skupina utvrđena je Mann-Whitney U testom (neparametrijska metoda ekvivalentna t-testu za nezavisne uzorke). Nadalje, razlike između inicijalnih i finalnih stanja utvrđene su, u slučaju parametrijskih varijabli t-testom za zavisne uzorke, a za neparametrijske varijable Wilcoxonovim signed-rank testom. Razina statističke značajnosti postavljena je na $p = 0,05$.

Veličina razlika varijabli utvrđena je u postocima.

4. REZULTATI

Za svaku pojedinu varijablu kojom je procijenjen zdravstveni status ispitanika, odnosno za antropometrijske i morfološke parametre, sastav tijela, motoričke sposobnosti, funkcije srčano-žilnog sustava, funkcije metaboličkog/hematološkog sustava i funkcije dišnog sustava, u pripadajućim tablicama su prikazani centralni i disperzivni parametri, te aritmetička sredina \pm standardna devijacija (AS \pm SD), minimum (MIN) i maksimum (MAX).

Također, za svaku pojedinu varijablu kroz tablice je prikazan *Kolmogorov-Smirnovljev* test normalnosti distribucije rezultata inicijalnog i finalnog testiranja. Nadalje, u tablicama je prikazan *Mann-Whitney U* test kojim je utvrđena značajnost razlika između eksperimentalnih i kontrolnih grupa, te t-test za zavisne uzorke, odnosno *Wilcoxonov sing-rank* test kojima je utvrđena značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja.

3.4. Centralni i disperzivni pokazatelji

Centralni i disperzivni pokazatelji (broj ispitanika po grupi, minimalna i maksimalna vrijednost, aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija (SD)) ispitanika eksperimentalnih i kontrolnih grupa u inicijalnom i finalnom testiranju prikazani su u tablicama 3. do 8. za sve skupine pokazatelja zdravstvenog stanja zajedno.

Tablica 3. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe E1

Varijabla	Inicijalno stanje					Finalno stanje			
	N	Minimum	Maksimum	AS	SD	Minimum	Maksimum	AS	SD
Visina tijela (m)	20	154,00	172,00	164,4250	6,35625	154,00	172,00	164,4250	6,35625
Masa tijela (kg)	20	53,60	92,60	72,3300	12,72280	53,10	92,00	72,8050	12,55491
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	20	21,20	32,80	26,6200	3,51412	21,50	32,60	26,7950	3,46433
Mišićna masa (kg)	20	20,00	36,70	27,1950	5,70369	20,50	36,50	27,3700	5,73045
Potkožno masno tkivo (%)	20	18,80	46,10	31,1950	9,34370	19,40	46,20	31,2750	9,26549
Nemasna masa tijela (kg)	20	37,10	67,50	49,5550	10,18825	37,60	67,10	49,8350	10,19000
Ukupna količina vode (kg)	20	27,20	49,90	36,3350	7,50405	27,60	49,60	36,5250	7,50515
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	20	,00	12,00	7,1500	3,93734	,00	13,00	7,6500	3,75955
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	20	,00	16,00	10,0500	5,04167	1,00	16,00	10,5000	4,38298
Skok u vis iz čučnja (cm)	20	,00	12,00	6,5500	3,73427	,00	12,00	6,7500	3,75395
Pretklon sjedeći (cm)	20	11,00	31,00	17,9000	4,72284	15,00	34,00	19,6000	4,27231
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	20	19,00	135,00	53,8500	26,63649	22,00	133,00	55,1000	26,34967
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	20	23,00	134,00	54,0000	26,34987	23,00	131,00	55,3000	25,84794
Pretklon raznožno (cm)	20	13,00	33,00	20,2500	5,19995	18,00	38,00	22,4500	4,93617
Sistolčki tlak (mmHg)	20	125,00	144,00	132,4500	5,96017	122,00	148,00	131,3000	6,86793
Dijastolički tlak (mmHg)	20	78,00	88,00	83,4000	3,36233	74,00	91,00	82,3000	4,75837
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	20	148,00	170,00	157,9000	5,86605	147,00	173,00	161,9000	6,67202
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	20	1251,00	1823,00	1548,5500	184,09451	1295,00	1851,00	1565,8500	182,80973
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	20	151,00	273,00	224,0000	34,83193	165,00	254,00	218,9000	22,48953
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	33,00	70,00	57,6000	10,35374	37,00	69,00	59,1500	9,34302
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	88,00	169,00	128,1500	23,42126	72,00	158,00	121,3000	20,04232
Forsirani vitalni kapacitet (L)	20	2,18	3,92	3,1728	,62460	2,17	3,94	3,1817	,62998
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	20	1,70	3,06	2,5220	,47294	1,71	3,10	2,5439	,48111

Tablica 4. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe K1

Varijabla	Inicijalno stanje					Finalno stanje			
	N	Minimum	Maksimum	AS	SD	Minimum	Maksimum	AS	SD
Visina tijela (m)	20	156,00	194,50	167,9000	10,47629	156,00	194,50	167,9000	10,47629
Masa tijela (kg)	20	54,00	109,00	73,9850	15,79684	53,60	113,10	75,3500	16,84422
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	20	21,20	31,30	26,0350	3,38344	21,10	31,50	26,4700	3,60542
Mišićna masa (kg)	20	20,20	44,00	28,8000	6,22415	20,30	44,30	28,8800	6,36699
Potkožno masno tkivo (%)	20	19,10	43,00	29,2000	7,61052	18,90	43,60	30,2000	7,62620
Nemasna masa tijela (kg)	20	36,70	79,90	52,0850	11,35829	36,90	80,40	52,2200	11,59912
Ukupna količina vode (kg)	20	26,80	58,30	38,0700	8,26630	26,90	58,60	38,1500	8,43068
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	20	5,00	14,00	7,7000	2,38636	3,00	14,00	7,5000	2,56495
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	20	7,00	17,00	12,7500	2,55209	7,00	17,00	12,8500	2,47673
Skok u vis iz čučnja (cm)	20	4,00	14,00	7,7500	2,65320	,00	12,00	7,1000	2,75108
Pretklon sjedeći (cm)	20	14,00	21,00	17,3500	2,43386	14,00	21,00	17,2000	2,16673
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	20	39,00	63,00	54,3000	6,87559	40,00	61,00	54,6000	6,03847
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	20	39,00	64,00	54,3000	6,15673	39,00	62,00	54,5500	5,88911
Pretklon raznožno (cm)	20	15,00	24,00	19,0000	3,14559	16,00	24,00	19,3500	2,94288
Sistolički tlak (mmHg)	20	122,00	144,00	132,3500	6,14967	121,00	142,00	132,0000	6,10436
Dijastolički tlak (mmHg)	20	76,00	92,00	81,9000	3,74025	75,00	90,00	81,6500	4,97652
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	20	148,00	161,00	154,5500	4,18613	146,00	163,00	155,7000	5,79564
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	20	1254,00	2201,00	1556,6000	258,38250	1161,00	2214,00	1559,7000	274,32848
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	20	151,00	270,00	222,9000	33,47411	172,00	292,00	224,5500	35,57568
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	34,00	71,00	56,8500	10,42908	41,00	67,00	58,6500	6,56366
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	87,00	173,00	126,0500	22,81845	82,00	192,00	129,1500	30,06357
Forsirani vitalni kapacitet (L)	20	2,30	5,30	3,1927	,87690	2,30	5,28	3,2026	,87148
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	20	1,72	4,11	2,5229	,64981	1,71	4,09	2,5203	,64484

Tablica 5. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe E2

Varijabla	Inicijalno stanje					Finalno stanje			
	N	Minimum	Maksimum	AS	SD	Minimum	Maksimum	AS	SD
Visina tijela (m)	20	149,00	177,00	168,1000	8,94221	149,00	177,00	168,1000	8,94221
Masa tijela (kg)	20	50,60	92,00	73,2000	14,23302	50,90	95,30	73,6300	15,63360
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	20	21,00	30,20	25,6550	2,98971	20,60	30,50	25,7250	3,42681
Mišićna masa (kg)	20	19,40	32,50	26,8200	4,57471	19,60	34,00	26,9450	4,78314
Potkožno masno tkivo (%)	20	20,80	40,80	30,3250	6,61520	19,70	44,10	31,1050	8,03561
Nemasna masa tijela (kg)	20	37,30	60,20	50,4250	7,73127	37,40	62,90	50,5750	8,19280
Ukupna količina vode (kg)	20	27,20	44,00	36,8200	5,65961	27,30	45,90	36,9000	5,97204
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	20	,00	12,00	5,1000	4,99368	,00	12,00	5,4500	4,78457
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	20	1,00	15,00	7,2000	5,54028	1,00	14,00	7,0000	5,21132
Skok u vis iz čučnja (cm)	20	,00	11,00	4,7000	4,92149	,00	11,00	4,6000	4,62715
Pretklon sjedeći (cm)	20	8,00	24,00	14,7500	6,14624	10,00	24,00	16,1000	5,39883
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	20	33,00	68,00	45,4000	11,22216	32,00	68,00	45,6500	10,51052
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	20	32,00	69,00	45,4500	11,74499	32,00	68,00	45,7000	11,15678
Pretklon raznožno (cm)	20	10,00	24,00	16,6000	5,87949	13,00	26,00	18,8000	4,89468
Sistolički tlak (mmHg)	20	128,00	146,00	140,5500	5,61460	130,00	147,00	135,8000	5,44446
Dijastolički tlak (mmHg)	20	82,00	92,00	88,4000	3,23468	82,00	92,00	86,3000	2,65766
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	20	132,00	154,00	143,3000	6,39161	139,00	157,00	146,4000	5,64195
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	20	1162,00	1661,00	1435,4000	174,09779	1198,00	1713,00	1457,4000	176,06081
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	20	180,00	268,00	227,3000	29,86126	191,00	281,00	236,7000	28,67807
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	49,00	79,00	61,3000	8,60905	38,00	72,00	60,3500	10,76190
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	100,00	165,00	127,9500	18,97221	107,00	169,00	118,2000	20,41645
Forsirani vitalni kapacitet (L)	20	1,80	3,89	2,8484	,66947	1,85	3,91	2,8494	,67251
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	20	1,34	2,90	2,1709	,44429	1,35	2,92	2,1825	,44648

Tablica 6. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe K2

Varijabla	Inicijalno stanje					Finalno stanje			
	N	Minimum	Maksimum	AS	SD	Minimum	Maksimum	AS	SD
Visina tijela (m)	20	154,50	196,00	171,1250	11,15309	154,50	196,00	171,4250	11,21591
Masa tijela (kg)	20	55,40	113,10	72,8600	16,72975	55,20	112,80	74,4350	16,99775
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	20	21,20	29,40	24,5400	2,38623	20,90	29,40	24,9800	2,57285
Mišićna masa (kg)	20	18,50	42,80	28,4150	6,39969	18,70	42,60	28,4250	6,49752
Potkožno masno tkivo (%)	20	19,90	37,60	26,3550	5,37748	19,80	37,80	27,9350	5,40918
Nemasna masa tijela (kg)	20	36,20	77,90	53,3500	10,76596	36,50	77,40	53,2650	10,67019
Ukupna količina vode (kg)	20	26,40	56,90	38,8300	7,83361	26,70	56,50	38,7650	7,75162
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	20	,00	13,00	5,3000	5,31235	,00	13,00	5,4000	5,17484
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	20	,00	16,00	7,9500	6,50890	,00	16,00	8,4500	6,67655
Skok u vis iz čučnja (cm)	20	,00	13,00	5,6000	5,07211	,00	12,00	5,5000	4,96832
Pretklon sjedeći (cm)	20	10,00	26,00	15,4000	5,29548	10,00	25,00	15,3000	4,73620
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	20	35,00	64,00	45,4500	10,34395	36,00	62,00	45,7000	9,70133
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	20	35,00	63,00	45,2500	9,71637	36,00	62,00	45,8000	9,69319
Pretklon raznožno (cm)	20	12,00	28,00	15,3500	5,23425	12,00	29,00	15,9500	5,40443
Sistolički tlak (mmHg)	20	129,00	148,00	138,1000	7,00301	132,00	148,00	137,5500	5,21612
Dijastolički tlak (mmHg)	20	81,00	95,00	87,8000	4,27477	84,00	94,00	86,8000	2,94868
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	20	135,00	157,00	144,2500	6,27338	134,00	158,00	144,6500	6,59565
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	20	1087,00	2107,00	1437,3500	285,39820	1124,00	2128,00	1439,9500	287,82661
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	20	153,00	253,00	226,1000	28,86429	159,00	246,00	224,5000	27,70806
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	34,00	75,00	60,9500	10,29295	39,00	72,00	59,4500	9,21369
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	89,00	139,00	117,8500	17,90112	69,00	142,00	118,2500	21,35878
Forsirani vitalni kapacitet (L)	20	1,79	4,99	2,8132	,95167	1,79	5,01	2,8133	,97028
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	20	1,43	3,61	2,1776	,64141	1,43	3,60	2,1701	,66062

Tablica 7. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe E3

Varijabla	Inicijalno stanje					Finalno stanje			
	N	Minimum	Maksimum	AS	SD	Minimum	Maksimum	AS	SD
Visina tijela (m)	20	152,00	185,00	168,9250	10,58708	152,00	185,00	168,9250	10,58708
Masa tijela (kg)	20	50,90	104,20	74,1650	15,04353	50,10	105,30	74,0850	15,00815
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	20	21,70	30,40	24,7100	2,55031	21,70	30,80	24,6950	2,67925
Mišićna masa (kg)	20	19,60	32,20	26,2450	4,02368	20,20	32,40	26,6250	3,92480
Potkožno masno tkivo (%)	20	21,80	41,00	31,4400	5,65382	21,40	41,10	30,6400	5,91772
Nemasna masa tijela (kg)	20	38,30	61,40	50,2600	7,35072	38,50	62,00	50,7550	7,19762
Ukupna količina vode (kg)	20	27,90	44,80	36,7300	5,42529	28,10	45,30	37,1000	5,31671
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	20	,00	16,00	5,7500	5,60897	,00	16,00	6,3000	5,75920
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	20	,00	19,00	6,9000	6,58467	,00	18,00	7,7000	6,83720
Skok u vis iz čučnja (cm)	20	,00	14,00	4,8500	5,19387	,00	15,00	5,5000	5,52030
Pretklon sjedeći (cm)	20	6,00	23,00	16,1500	6,20929	6,00	24,00	17,2500	6,15480
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	20	19,00	67,00	48,0500	11,70459	25,00	67,00	49,1000	10,42719
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	20	21,00	63,00	47,5500	10,35412	26,00	65,00	49,2500	9,87221
Pretklon raznožno (cm)	20	7,00	26,00	17,9000	7,07776	6,00	26,00	18,7500	6,51213
Sistolički tlak (mmHg)	20	134,00	148,00	141,6500	4,17102	125,00	151,00	135,1000	7,49667
Dijastolički tlak (mmHg)	20	82,00	95,00	89,4500	4,52449	79,00	94,00	85,4000	4,86015
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	20	125,00	157,00	139,1500	9,13798	124,00	161,00	142,1500	10,89314
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	20	1073,00	1813,00	1382,9500	260,87393	1084,00	1894,00	1403,5000	269,34961
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	20	185,00	279,00	224,6000	28,42053	172,00	250,00	204,2500	25,02394
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	49,00	79,00	60,0000	9,53663	42,00	83,00	61,9000	9,28440
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	90,00	165,00	126,6500	20,55359	85,00	153,00	112,0000	22,47806
Forsirani vitalni kapacitet (L)	20	1,74	4,00	2,8800	,77816	1,73	4,03	2,9001	,78402
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	20	1,35	2,91	2,1397	,53167	1,35	2,98	2,1592	,53946

Tablica 8. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe K3

Varijabla	Inicijalno stanje					Finalno stanje			
	N	Minimum	Maksimum	AS	SD	Minimum	Maksimum	AS	SD
Visina tijela (m)	20	154,50	183,00	168,1250	9,59561	154,50	183,00	168,1250	9,59561
Masa tijela (kg)	20	48,80	84,70	66,3300	10,58276	49,20	83,80	66,0400	10,49593
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	20	19,90	27,20	24,3300	1,94858	20,10	27,60	24,2400	1,96346
Mišićna masa (kg)	20	17,10	36,10	25,5050	5,60831	17,10	35,70	25,3350	5,54696
Potkožno masno tkivo (%)	20	19,90	42,00	26,5600	6,98950	19,30	41,90	26,5600	7,14138
Nemasna masa tijela (kg)	20	33,60	67,80	48,8900	10,22926	33,60	67,10	48,6700	10,14682
Ukupna količina vode (kg)	20	24,50	49,50	35,6850	7,47771	24,50	49,00	35,5200	7,41943
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	20	,00	13,00	5,7500	4,16596	,00	12,00	5,7600	4,07043
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	20	,00	16,00	7,3500	5,14296	,00	14,00	7,1000	4,96196
Skok u vis iz čučnja (cm)	20	,00	13,00	5,1000	4,22897	,00	11,00	4,8000	3,79196
Pretklon sjedeći (cm)	20	5,00	34,00	16,3000	6,72075	5,00	36,00	15,6500	7,11022
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	20	34,00	149,00	48,8500	24,24497	33,00	149,00	47,1000	24,65744
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	20	34,00	150,00	48,5000	24,79495	34,00	149,00	48,1000	24,75969
Pretklon raznožno (cm)	20	6,00	37,00	16,8000	7,14217	5,00	38,00	17,1000	7,41194
Sistolički tlak (mmHg)	20	130,00	148,00	140,9500	6,07389	130,00	151,00	140,8500	5,99364
Dijastolički tlak (mmHg)	20	81,00	95,00	89,4000	4,90327	82,00	97,00	89,9000	4,17889
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	20	133,00	156,00	139,3500	6,64336	128,00	160,00	139,1500	9,70770
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	20	1025,00	1754,00	1288,2000	220,10777	1037,00	1752,00	1288,4000	216,68226
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	20	158,00	279,00	221,2000	34,93242	161,00	271,00	208,2500	34,15580
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	37,00	80,00	60,3500	14,17661	33,00	71,00	56,7000	13,76150
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	20	90,00	151,00	125,3000	19,50196	79,00	162,00	124,3500	27,64488
Forsirani vitalni kapacitet (L)	20	1,71	4,01	2,7661	,87763	1,71	4,00	2,7689	,87699
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	20	1,34	2,87	2,1572	,54487	1,34	2,89	2,1583	,54574

3.5. Normalnost distribucije rezultata

Normalnost distribucija testirana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom i te vrijednosti su prikazane u tablicama 9. do 14.

Tablica 9. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupe E1 (vrijednosti označene sa * su normalno distribuirane)

	Inicijalno			Finalno		
	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost
Visina tijela (m)	,213	20	,018	,213	20	,018
Masa tijela (kg)	,185	20	,071	,184	20	,075
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	,108	20	,200*	,122	20	,200*
Mišićna masa (kg)	,149	20	,200*	,155	20	,200*
Potkožno masno tkivo (%)	,189	20	,060	,181	20	,086
Nemasna masa tijela (kg)	,144	20	,200*	,141	20	,200*
Ukupna količina vode (kg)	,144	20	,200*	,134	20	,200*
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,185	20	,070	,134	20	,200*
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,187	20	,065	,188	20	,063
Skok u vis iz čučnja (cm)	,144	20	,200*	,157	20	,200*
Pretklon sjedeći (cm)	,308	20	,000	,272	20	,000
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,313	20	,000	,302	20	,000
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,300	20	,000	,301	20	,000
Pretklon raznožno (cm)	,198	20	,038	,256	20	,001
Sistolički tlak (mmHg)	,159	20	,197	,209	20	,022
Dijastolički tlak (mmHg)	,230	20	,007	,118	20	,200*
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,111	20	,200*	,156	20	,200*
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,205	20	,027	,178	20	,095
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,187	20	,064	,137	20	,200*
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,142	20	,200*	,201	20	,033
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,128	20	,200*	,120	20	,200*
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,289	20	,000	,293	20	,000
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,299	20	,000	,287	20	,000

Tablica 10. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupe K1 (vrijednosti označene sa * su normalno distribuirane)

	Inicijalno			Finalno		
	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost
Visina tijela (m)	,248	20	,002	,248	20	,002
Masa tijela (kg)	,150	20	,200*	,164	20	,163
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	,159	20	,198	,157	20	,200*
Mišićna masa (kg)	,198	20	,039	,199	20	,037
Potkožno masno tkivo (%)	,219	20	,013	,197	20	,041
Nemasna masa tijela (kg)	,211	20	,020	,190	20	,056
Ukupna količina vode (kg)	,213	20	,018	,193	20	,049
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,200	20	,035	,227	20	,008
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,134	20	,200*	,129	20	,200*
Skok u vis iz čučnja (cm)	,211	20	,020	,214	20	,017
Pretklon sjedeći (cm)	,233	20	,006	,195	20	,045
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,117	20	,200*	,174	20	,116
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,169	20	,135	,103	20	,200*
Pretklon raznožno (cm)	,188	20	,063	,188	20	,063
Sistolčki tlak (mmHg)	,149	20	,200*	,100	20	,200*
Dijastolički tlak (mmHg)	,131	20	,200*	,132	20	,200*
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,111	20	,200*	,171	20	,128
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,197	20	,041	,145	20	,200*
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,146	20	,200*	,134	20	,200*
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,182	20	,083	,211	20	,020
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,138	20	,200*	,215	20	,016
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,217	20	,014	,214	20	,017
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,226	20	,009	,221	20	,012

Tablica 11. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupe E2 (vrijednosti označene sa * su normalno distribuirane)

	Inicijalno			Finalno		
	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost
Visina tijela (m)	,212	20	,019	,212	20	,019
Masa tijela (kg)	,200	20	,035	,181	20	,084
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	,153	20	,200*	,174	20	,115
Mišićna masa (kg)	,264	20	,001	,193	20	,049
Potkožno masno tkivo (%)	,168	20	,139	,167	20	,147
Nemasna masa tijela (kg)	,251	20	,002	,176	20	,107
Ukupna količina vode (kg)	,251	20	,002	,175	20	,111
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,246	20	,002	,254	20	,001
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,226	20	,009	,231	20	,006
Skok u vis iz čučnja (cm)	,280	20	,000	,240	20	,004
Pretklon sjedeći (cm)	,264	20	,001	,254	20	,001
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,203	20	,031	,192	20	,051
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,183	20	,079	,173	20	,118
Pretklon raznožno (cm)	,233	20	,006	,287	20	,000
Sistolčki tlak (mmHg)	,281	20	,000	,207	20	,024
Dijastolički tlak (mmHg)	,190	20	,058	,212	20	,019
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,169	20	,138	,227	20	,008
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,170	20	,131	,152	20	,200*
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,206	20	,026	,170	20	,130
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,166	20	,149	,211	20	,020
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,152	20	,200*	,188	20	,063
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,166	20	,149	,166	20	,148
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,173	20	,117	,184	20	,073

Tablica 12. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupe K2 (vrijednosti označene sa * su normalno distribuirane)

	Inicijalno			Finalno		
	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost
Visina tijela (m)	,169	20	,138	,175	20	,110
Masa tijela (kg)	,187	20	,065	,156	20	,200*
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	,207	20	,024	,212	20	,018
Mišićna masa (kg)	,237	20	,004	,252	20	,002
Potkožno masno tkivo (%)	,184	20	,076	,151	20	,200*
Nemasna masa tijela (kg)	,285	20	,000	,277	20	,000
Ukupna količina vode (kg)	,281	20	,000	,287	20	,000
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,241	20	,004	,257	20	,001
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,189	20	,059	,202	20	,031
Skok u vis iz čučnja (cm)	,265	20	,001	,266	20	,001
Preklon sjedeći (cm)	,131	20	,200*	,186	20	,067
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,184	20	,076	,186	20	,068
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,169	20	,136	,152	20	,200*
Preklon raznožno (cm)	,139	20	,200*	,207	20	,024
Sistolčki tlak (mmHg)	,188	20	,063	,216	20	,016
Dijastolički tlak (mmHg)	,174	20	,113	,307	20	,000
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,148	20	,200*	,121	20	,200*
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,148	20	,200*	,170	20	,130
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,157	20	,200*	,212	20	,019
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,183	20	,076	,145	20	,200*
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,166	20	,149	,170	20	,134
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,198	20	,039	,201	20	,034
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,140	20	,200*	,196	20	,043

Tablica 13. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupe E3 (vrijednosti označene sa * su normalno distribuirane)

	Inicijalno			Finalno		
	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost
Visina tijela (m)	,204	20	,028	,204	20	,028
Masa tijela (kg)	,178	20	,097	,178	20	,095
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	,214	20	,017	,132	20	,200*
Mišićna masa (kg)	,140	20	,200*	,144	20	,200*
Potkožno masno tkivo (%)	,167	20	,146	,186	20	,067
Nemasna masa tijela (kg)	,145	20	,200*	,146	20	,200*
Ukupna količina vode (kg)	,143	20	,200*	,146	20	,200*
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,197	20	,040	,171	20	,126
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,203	20	,031	,186	20	,067
Skok u vis iz čučnja (cm)	,275	20	,000	,187	20	,065
Pretklon sjedeći (cm)	,204	20	,028	,262	20	,001
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,168	20	,143	,153	20	,200*
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,180	20	,088	,167	20	,147
Pretklon raznožno (cm)	,212	20	,019	,226	20	,009
Sistolčki tlak (mmHg)	,139	20	,200*	,210	20	,021
Dijastolički tlak (mmHg)	,263	20	,001	,239	20	,004
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,163	20	,168	,214	20	,017
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,155	20	,200*	,181	20	,087
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,244	20	,003	,159	20	,199
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,223	20	,010	,227	20	,008
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,185	20	,070	,222	20	,011
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,174	20	,114	,179	20	,093
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,182	20	,082	,181	20	,085

Tablica 14. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupe K3 (vrijednosti označene sa * su normalno distribuirane)

	Inicijalno			Finalno		
	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost	Statistika	Stupnjevi slobode	Značajnost
Visina tijela (m)	,127	20	,200*	,127	20	,200*
Masa tijela (kg)	,150	20	,200*	,149	20	,200*
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	,114	20	,200*	,122	20	,200*
Mišićna masa (kg)	,213	20	,018	,216	20	,015
Potkožno masno tkivo (%)	,260	20	,001	,248	20	,002
Nemasna masa tijela (kg)	,209	20	,022	,202	20	,031
Ukupna količina vode (kg)	,205	20	,027	,203	20	,030
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,116	20	,200*	,160	20	,192
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,124	20	,200*	,138	20	,200*
Skok u vis iz čučnja (cm)	,154	20	,200*	,182	20	,080
Pretklon sjedeći (cm)	,150	20	,200*	,176	20	,106
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,298	20	,000	,319	20	,000
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,310	20	,000	,319	20	,000
Pretklon raznožno (cm)	,129	20	,200*	,160	20	,193
Sistolčki tlak (mmHg)	,192	20	,051	,121	20	,200*
Dijastolički tlak (mmHg)	,199	20	,037	,129	20	,200*
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,231	20	,007	,188	20	,063
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,166	20	,152	,165	20	,156
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,168	20	,142	,195	20	,045
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,138	20	,200*	,300	20	,000
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,181	20	,084	,135	20	,200*
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,220	20	,012	,225	20	,009
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,166	20	,153	,169	20	,135

3.6. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa

Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa su testirane Mann-Whitney U testom, odnosno t-test za zavisne uzorke i prikazane su u tablicama 15. do 50.

3.6.1.1. Antropometrijski i morfološki parametri

Tablica 15. Razlike između E1 i K1 u antropometrijskim i morfološkim parametrima u inicijalnom testiranju

	Visina tijela (m)	Masa tijela (kg)	Indeks tjelesne mase (kg/m ²)
Mann-Whitney U	175,500	195,000	187,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,507	,892	,735

Tablica 16. Razlike između E2 i K2 u antropometrijskim i morfološkim parametrima u inicijalnom testiranju

	Visina tijela (m)	Masa tijela (kg)	Indeks tjelesne mase (kg/m ²)
Mann-Whitney U	186,000	184,000	164,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,704	,665	,336

Tablica 17. Razlike između E3 i K3 u antropometrijskim i morfološkim parametrima u inicijalnom testiranju

	Visina tijela (m)	Masa tijela (kg)	Indeks tjelesne mase (kg/m ²)
Mann-Whitney U	198,000	138,000	188,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,957	,093	,803

Tablica 18. Razlike između E1 i K1 u antropometrijskim i morfološkim parametrima u finalnom testiranju

	Visina tijela (m)	Masa tijela (kg)	Indeks tjelesne mase (kg/m ²)
Mann-Whitney U	175,500	199,000	192,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,507	,978	,829

Tablica 19. Razlike između E2 i K2 u antropometrijskim i morfološkim parametrima u finalnom testiranju

	Visina tijela (m)	Masa tijela (kg)	Indeks tjelesne mase (kg/m ²)
Mann-Whitney U	186,000	192,000	158,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,704	,828	,255

Tablica 20. Razlike između E3 i K3 u antropometrijskim i morfološkim parametrima u finalnom testiranju

	Visina tijela (m)	Masa tijela (kg)	Indeks tjelesne mase (kg/m ²)
Mann-Whitney U	185,000	189,000	185,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,685	,766	,685

3.6.1.2. Sastav tijela

Tablica 21. Razlike između E1 i K1 u sastavu tijela u inicijalnom testiranju

	Mišićna masa (kg)	Potkožno masno tkivo (%)	Nemasna masa tijela (kg)	Ukupna količina vode (kg)
Mann-Whitney U	169,000	175,000	172,500	177,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,401	,499	,457	,543

Tablica 22. Razlike između E2 i K2 u sastavu tijela u inicijalnom testiranju

	Mišićna masa (kg)	Potkožno masno tkivo (%)	Nemasna masa tijela (kg)	Ukupna količina vode (kg)
Mann-Whitney U	185,000	130,000	172,000	178,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,684	,058	,447	,551

Tablica 23. Razlike između E3 i K3 u sastavu tijela u inicijalnom testiranju

	Mišićna masa (kg)	Potkožno masno tkivo (%)	Nemasna masa tijela (kg)	Ukupna količina vode (kg)
Mann-Whitney U	181,000	100,000	182,000	179,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,607	,007	,626	,579

Tablica 24. Razlike između E1 i K1 u sastavu tijela u finalnom testiranju

	Mišićna masa (kg)	Potkožno masno tkivo (%)	Nemasna masa tijela (kg)	Ukupna količina vode (kg)
Mann-Whitney U	172,500	194,500	179,000	181,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,456	,882	,570	,607

Tablica 25. Razlike između E2 i K2 u sastavu tijela u finalnom testiranju

	Mišićna masa (kg)	Potkožno masno tkivo (%)	Nemasna masa tijela (kg)	Ukupna količina vode (kg)
Mann-Whitney U	181,000	157,000	169,000	181,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,607	,244	,401	,607

Tablica 26. Razlike između E3 i K3 u sastavu tijela u finalnom testiranju

	Mišićna masa (kg)	Potkožno masno tkivo (%)	Nemasna masa tijela (kg)	Ukupna količina vode (kg)
Mann-Whitney U	156,000	111,500	178,000	178,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,233	,017	,551	,551

3.6.1.3. Motoričke sposobnosti

Tablica 27. Razlike između E1 i K1 u motoričkim sposobnostima u inicijalnom testiranju

	Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	Skok u vis iz čučnja (cm)	Pretklon sjedeći (cm)	Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	Pretklon raznožno (cm)
Mann-Whitney U	169,500	138,500	175,000	192,500	168,000	142,500	178,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,405	,095	,495	,837	,386	,119	,557

Tablica 28. Razlike između E2 i K2 u motoričkim sposobnostima u inicijalnom testiranju

	Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	Skok u vis iz čučnja (cm)	Pretklon sjedeći (cm)	Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	Pretklon raznožno (cm)
Mann-Whitney U	171,000	196,000	186,000	158,000	180,000	176,000	147,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,422	,913	,692	,253	,587	,515	,149

Tablica 29. Razlike između E3 i K3 u motoričkim sposobnostima u inicijalnom testiranju

	Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	Skok u vis iz čučnja (cm)	Pretklon sjedeći (cm)	Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	Pretklon raznožno (cm)
Mann-Whitney U	190,500	188,500	190,500	173,000	195,500	187,000	162,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,795	,753	,793	,463	,903	,725	,302

Tablica 30. Razlike između E1 i K1 u motoričkim sposobnostima u finalnom testiranju

	Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	Skok u vis iz čučnja (cm)	Pretklon sjedeći (cm)	Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	Pretklon raznožno (cm)
Mann-Whitney U	120,500	142,000	183,500	125,500	110,500	117,000	123,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,032	,115	,653	,040	,016	,023	,037

Tablica 31. Razlike između E2 i K2 u motoričkim sposobnostima u finalnom testiranju

	Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	Skok u vis iz čučnja (cm)	Pretklon sjedeći (cm)	Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	Pretklon raznožno (cm)
Mann-Whitney U	125,500	180,500	182,000	123,500	115,000	99,500	117,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,040	,594	,614	,037	,021	,006	,023

Tablica 32. Razlike između E3 i K3 u motoričkim sposobnostima u finalnom testiranju

	Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	Skok u vis iz čučnja (cm)	Pretklon sjedeći (cm)	Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	Pretklon raznožno (cm)
Mann-Whitney U	127,500	185,500	193,500	111,000	117,000	110,500	105,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,040	,693	,859	,017	,023	,016	,011

3.6.1.4. Srčano-žilni sustav

Tablica 33. Razlike između E1 i K1 u funkcijama srčano-žilnog sustava u inicijalnom testiranju

	Sistolički tlak (mmHg)	Dijastolički tlak (mmHg)	Maksimalna frekvencija srca (o/min)
Mann-Whitney U	193,000	144,000	129,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,849	,127	,055

Tablica 34. Razlike između E2 i K2 u funkcijama srčano-žilnog sustava u inicijalnom testiranju

	Sistolički tlak (mmHg)	Dijastolički tlak (mmHg)	Maksimalna frekvencija srca (o/min)
Mann-Whitney U	179,000	167,500	151,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,568	,374	,181

Tablica 35. Razlike između E3 i K3 u funkcijama srčano-žilnog sustava u inicijalnom testiranju

	Sistolički tlak (mmHg)	Dijastolički tlak (mmHg)	Maksimalna frekvencija srca (o/min)
Mann-Whitney U	198,000	196,000	178,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,957	,913	,559

Tablica 36. Razlike između E1 i K1 u funkcijama srčano-žilnog sustava u finalnom testiranju

	Sistolički tlak (mmHg)	Dijastolički tlak (mmHg)	Maksimalna frekvencija srca (o/min)
Mann-Whitney U	175,000	184,000	95,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,497	,664	,004

Tablica 37. Razlike između E2 i K2 u funkcijama srčano-žilnog sustava u finalnom testiranju

	Sistolički tlak (mmHg)	Dijastolički tlak (mmHg)	Maksimalna frekvencija srca (o/min)
Mann-Whitney U	154,500	187,000	100,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,214	,720	,008

Tablica 38. Razlike između E3 i K3 u funkcijama srčano-žilnog sustava u finalnom testiranju

	Sistolički tlak (mmHg)	Dijastolički tlak (mmHg)	Maksimalna frekvencija srca (o/min)
Mann-Whitney U	115,000	99,500	115,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,021	,006	,021

3.6.1.5. Metabolički/hematološki sustav

Tablica 39. Razlike između E1 i K1 u funkcijama metaboličkog/hematološkog sustava u inicijalnom testiranju

	Bazalni metabolizam (kcal/dan)	Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	HDL kolesterol (mg/dL krvi)	LDL kolesterol (mg/dL krvi)
Mann-Whitney U	199,500	195,500	193,000	192,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,989	,903	,850	,839

Tablica 40. Razlike između E2 i K2 u funkcijama metaboličkog/hematološkog sustava u inicijalnom testiranju

	Bazalni metabolizam (kcal/dan)	Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	HDL kolesterol (mg/dL krvi)	LDL kolesterol (mg/dL krvi)
Mann-Whitney U	198,000	167,000	170,000	142,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,957	,348	,415	,116

Tablica 41. Razlike između E3 i K3 u funkcijama metaboličkog/hematološkog sustava u inicijalnom testiranju

	Bazalni metabolizam (kcal/dan)	Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	HDL kolesterol (mg/dL krvi)	LDL kolesterol (mg/dL krvi)
Mann-Whitney U	152,000	194,000	199,500	169,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,194	,871	,989	,409

Tablica 42. Razlike između E1 i K1 u funkcijama metaboličkog/hematološkog sustava u finalnom testiranju

	Bazalni metabolizam (kcal/dan)	Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	HDL kolesterol (mg/dL krvi)	LDL kolesterol (mg/dL krvi)
Mann-Whitney U	125,000	189,000	168,000	127,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,046	,766	,386	,047

Tablica 43. Razlike između E2 i K2 u funkcijama metaboličkog/hematološkog sustava u finalnom testiranju

	Bazalni metabolizam (kcal/dan)	Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	HDL kolesterol (mg/dL krvi)	LDL kolesterol (mg/dL krvi)
Mann-Whitney U	128,000	129,000	131,000	118,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,049	,054	,061	,027

Tablica 44. Razlike između E3 i K3 u funkcijama metaboličkog/hematološkog sustava u finalnom testiranju

	Bazalni metabolizam (kcal/dan)	Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	HDL kolesterol (mg/dL krvi)	LDL kolesterol (mg/dL krvi)
Mann-Whitney U	127,000	188,000	193,000	117,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,047	,745	,849	,025

3.6.1.6. Dišni sustav

Tablica 45. Razlike između E1 i K1 u funkcijama dišnog sustava u inicijalnom testiranju

	Forsirani vitalni kapacitet (L)	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)
Mann-Whitney U	180,000	189,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,588	,766

Tablica 46. Razlike između E2 i K2 u funkcijama dišnog sustava u inicijalnom testiranju

	Forsirani vitalni kapacitet (L)	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)
Mann-Whitney U	161,000	157,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,291	,244

Tablica 47. Razlike između E3 i K3 u funkcijama dišnog sustava u inicijalnom testiranju

	Forsirani vitalni kapacitet (L)	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)
Mann-Whitney U	195,000	192,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,892	,829

Tablica 48. Razlike između E1 i K1 u funkcijama dišnog sustava u finalnom testiranju

	Forsirani vitalni kapacitet (L)	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)
Mann-Whitney U	128,000	121,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,049	,037

Tablica 49. Razlike između E2 i K2 u funkcijama dišnog sustava u finalnom testiranju

	Forsirani vitalni kapacitet (L)	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)
Mann-Whitney U	125,500	115,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,040	,021

Tablica 50. Razlike između E3 i K3 u funkcijama dišnog sustava u finalnom testiranju

	Forsirani vitalni kapacitet (L)	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)
Mann-Whitney U	115,000	107,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,021	,013

3.7. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja

Razlike između inicijalnih i finalnih stanja utvrđene su Wilcoxonov sing-rank testom, odnosno t-testom za zavisne uzorke i one su prikazane u tablicama 51. do 61.

Tablica 51. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E1

	t	df	Sig. (2-tailed)
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	-1,479	19	,155
Mišićna masa (kg)	-1,706	19	,104
Nemasna masa tijela (kg)	-1,530	19	,143
Ukupna količina vode (kg)	-1,433	19	,168
Skok u vis iz čučnja (cm)	-,777	19	,447
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	-4,502	19	,000
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	2,912	19	,009

Tablica 52. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E1

	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Visina tijela (m)	,000	1,000
Masa tijela (kg)	-,674	,501
Potkožno masno tkivo (%)	-1,273	,203
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	-2,003	,045
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	-1,706	,088
Pretklon sjedeći (cm)	-3,472	,001
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	-2,394	,017
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	-2,355	,019
Pretklon raznožno (cm)	-3,760	,000
Sistolički tlak (mmHg)	-,808	,419
Dijastolički tlak (mmHg)	-1,273	,203
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	-1,999	,046
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	-1,401	,161
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,000	1,000
Forsirani vitalni kapacitet (L)	-2,204	,028
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	-3,586	,000

Tablica 53. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E2

	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Visina tijela (m)	,000	1,000
Masa tijela (kg)	-1,968	,054
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	-1,943	,064
Mišićna masa (kg)	-,681	,496
Potkožno masno tkivo (%)	-1,348	,178
Nemasna masa tijela (kg)	-,066	,948
Ukupna količina vode (kg)	-,171	,864
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	-1,993	-,047
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	-1,265	,206
Skok u vis iz čučnja (cm)	-,520	,603
Pretklon sjedeći (cm)	-3,433	,001
Odnoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	-2,150	,039
Odnoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	-2,163	,036
Pretklon raznožno (cm)	-3,671	,000
Sistolički tlak (mmHg)	-3,144	,002
Dijastolički tlak (mmHg)	-3,277	,001
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	-2,514	,012
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	-2,968	,007
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	-2,432	,015
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	-,730	,465
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	-2,544	,011
Forsirani vitalni kapacitet (L)	-1,976	,048
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	-1,954	,049

Tablica 54. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E3

	t	df	Sig. (2-tailed)
Mišićna masa (kg)	-4,893	19	,000
Nemasna masa tijela (kg)	-3,360	19	,003
Ukupna količina vode (kg)	-3,333	19	,003

Tablica 55. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E3

	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Visina tijela (m)	,000	1,000
Masa tijela (kg)	-,019	,985
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	-,020	,984
Potkožno masno tkivo (%)	-2,656	,008
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	-3,317	,001
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	-2,769	,006
Skok u vis iz čučnja (cm)	-2,739	,006
Pretklon sjedeći (cm)	-3,640	,000
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	-1,845	,065
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	-3,346	,001
Pretklon raznožno (cm)	-2,592	,010
Sistolički tlak (mmHg)	-3,119	,002
Dijastolički tlak (mmHg)	-3,262	,001
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	-2,922	,003
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	-2,279	,023
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	-3,512	,000
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	-,861	,389
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	-3,587	,000
Forsirani vitalni kapacitet (L)	-2,914	,004
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	-3,665	,000

Tablica 56. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K1

	t	df	Sig. (2-tailed)
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	-,326	19	,748
Sistolički tlak (mmHg)	,327	19	,747
Dijastolički tlak (mmHg)	,345	19	,734
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	-,674	19	,508

Tablica 57. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K1

	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Visina tijela (m)	,000	1,000
Masa tijela (kg)	-2,507	,012
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	-2,403	,016
Mišićna masa (kg)	-,858	,391
Potkožno masno tkivo (%)	-3,364	,001
Nemasna masa tijela (kg)	-,641	,522
Ukupna količina vode (kg)	-,499	618
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	-1,069	,285
Skok u vis iz čučnja (cm)	-1,766	,077
Pretklon sjedeći (cm)	-,284	,776
Odnoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	-,602	,547
Odnoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	-,672	,501
Pretklon raznožno (cm)	-1,013	,311
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	-1,018	,308
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	-,598	,550
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	-,929	,353
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	-1,383	,167
Forsirani vitalni kapacitet (L)	-,019	,985
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	-,767	,443

Tablica 58. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K2

	t	df	Sig. (2-tailed)
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,589	19	,563

Tablica 59. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K2

	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Visina tijela (m)	,000	1,000
Masa tijela (kg)	-,262	,794
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	-,701	,484
Mišićna masa (kg)	-,338	,735
Potkožno masno tkivo (%)	-2,646	,008
Nemasna masa tijela (kg)	-1,072	,284
Ukupna količina vode (kg)	-1,067	,286
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	-,318	,750
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	-,452	,652
Skok u vis iz čučnja (cm)	-,359	,719
Pretklon sjedeći (cm)	-,798	,425
Odnoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	-,711	,477
Odnoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	-,320	,749
Pretklon raznožno (cm)	-,474	,636
Sistolčki tlak (mmHg)	-,087	,930
Dijastolički tlak (mmHg)	-1,445	,148
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	-2,690	,007
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	-2,467	,014
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	-2,319	,020
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	-,065	,948
Forsirani vitalni kapacitet (L)	-1,681	,093
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	-,766	,443

Tablica 60. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K3

	t	df	Sig. (2-tailed)
Masa tijela (kg)	2,539	19	,020
Indeks tjelesne mase (kg/m ²)	2,232	19	,038
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	-,865	19	,398

Tablica 61. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K3

	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Visina tijela (m)	,000	1,000
Mišićna masa (kg)	-2,475	,013
Potkožno masno tkivo (%)	-1,076	,282
Nemasna masa tijela (kg)	-3,542	,000
Ukupna količina vode (kg)	-3,573	,000
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	-1,000	,317
Skok u vis iz čučnja (cm)	-1,418	,156
Pretklon sjedeći (cm)	-2,351	,019
Odnosnoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	-2,203	,028
Odnosnoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	-1,212	,225
Pretklon raznožno (cm)	-2,801	,005
Sistolčki tlak (mmHg)	-,066	,948
Dijastolički tlak (mmHg)	-,664	,507
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	-1,170	,242
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	-1,422	,155
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	-3,064	,002
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	-2,058	,040
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,000	1,000
Forsirani vitalni kapacitet (L)	-,637	,524
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	-,355	,722

Zaključno, rezultati pokazuju kako kod niti jedne eksperimentalne niti kontrolne skupine nije došlo do statistički značajnih promjena antropometrijskih i morfoloških obilježja, dok jedino grupa E3 bilježi promjene sastava tijela. Kod eksperimentalnih grupa nije došlo do nikakvih statistički značajnih promjena u niti jednoj varijabli.

Kod motoričkih sposobnosti došlo je do povećanja visine skoka sa prethodnom pripremom, te su ispitanici povećali rezultate kod odnoženja i kod oba testa pretklona. Jedini napredak u visini skoka iz čučnja i skoka sa zamahom vidljiv je u grupi E3.

Kada je riječ o promjenama funkcija srčano-žilnog sustava, konkretno kada je riječ o tlaku, vidljiv je pad i sistoličkog i dijastoličkog tlaka u svim eksperimentalnim grupama, međutim, samo u grupama E2 i E3 su te promjene statistički značajne. Maksimalna FS_{max} statistički značajno je porasla u svim eksperimentalnim grupama.

Bazalni metabolizam i LDL su jedini pokazatelji funkcija metaboličkog/hematološkog sustava koji bilježe promjene u sve tri eksperimentalne grupe, dok je ukupni kolesterol značajno različit u finalnom stanju grupa E2 i E3. HDL se nije statistički značajno promijenio kod niti jedne grupe.

Dišni sustav bilježi pozitivne, statistički značajne promjene svih varijabli u svim eksperimentalnim grupama.

5. RASPRAVA

U ovom se istraživanju proučava utjecaj programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starije životne dobi.

Općenito, rezultati djelomično potvrđuju sve hipoteze, odnosno, program vježbanja je pozitivno utjecao na neke, ali ne na sve pokazatelje zdravstvenog statusa (tj. za svaku eksperimentalnu grupu postoji određen broj varijabli koje potvrđuju postavljene hipoteze).

Međutim, prije rasprave o glavnim nalazima, potrebno je istaknuti nekoliko metodoloških aspekata.

Prvo, potrebno je naglasiti kako su testirane varijable neparametrijskog tipa, odnosno raspršenost rezultata nije normalno distribuirana. Iz tog razloga nije bilo moguće koristiti multivarijatnu analizu varijance, već su varijable bile testirane neparametrijskim metodama po parovima. Time je izgubljena jedna značajna informacija o utjecaju programiranog tjelesnog vježbanja na cjelokupni zdravstveni status svake grupe. Stoga će o zdravstvenom statusu pojedinih grupa biti diskutirano s aspekta svake varijable pojedinačno.

Drugo ključno metodološko pitanje jest izbor ispitanika, odnosno ispitanica. Naime, veliki problem je bio pronaći 120 starijih osoba istog spola koje bi volontirale u ovom istraživanju a da zadovoljavaju postavljene kriterije uključivanja u isto, te su stoga grupe sačinjene od pripadnika oba spola. Imajući to u vidu, moramo naglasiti da su rezultati istraživanja mogli biti i nešto drugačiji da se ovo istraživanje provelo isključivo na muškoj, odnosno isključivo na ženskoj populaciji.

I konačno, potrebno je napomenuti kako je provedeni program tjelesnog vježbanja stvoren u skladu s uputama Hassa, Feigenbauma i Franklina (2001) koji su uvažili smjernice postojeće literature, odnosno, korištena je minimalno jedna serija od 8 do 10 višezglobnih osnovnih

vježbi koje uključuju velike mišićne skupine i to 2 do 3 puta tjedno. Rezultati potvrđuju kako se provedeni program tjelesnog vježbanja pokazao kao optimalan po pitanju intenziteta i volumena opterećenja.

Glavni i originalni nalaz ovog eksperimenta jest pozitivan utjecaj dvanaestotjednog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na neke čimbenike zdravstvenog statusa svih eksperimentalnih grupa.

Kako nema statistički značajnih razlika između eksperimentalnih i pripadajućih kontrolnih grupa u inicijalnom stanju na niti jednoj varijabli, možemo reći da su eksperimentalne i kontrolne grupe u početku ovog istraživanja prema zdravstvenom stanju bile izjednačene, te da se dobivene razlike između inicijalnog i finalnog stanja mogu pripisati provedenom procesu tjelesnog vježbanja.

Potrebno je naglasiti kako su dobivene statistički značajne razlike između inicijalnog i finalnog stanja na nekim varijablama svih eksperimentalnih grupa, dok one nisu vidljive u kontrolnim grupama. To potvrđuje da je provedeni program tjelesnog vježbanja imao utjecaja na čimbenike zdravstvenog stanja ispitanika koji su ga proveli. Također, važno je uočiti kako isti program vježbanja nije imao jednake učinke na sve eksperimentalne grupe. Konkretno, najveći broj promjena vidljiv je u grupi E3, nešto manji broj promjena bilježi grupa E2, dok je na pokazatelje zdravstvenog stanja grupe E1 program najmanje djelovao. Iz navedenog se može naslutiti kako su sa godinama pojedine sastavnice zdravstvenog stanja podložnije promjenama, odnosno osjetljivije na apliciranu tjelesnu aktivnost.

Antropometrijske i morfološke karakteristike i sastav tijela

Prema dobivenim rezultatima moguće je vidjeti kako ni jedna eksperimentalna kao ni jedna kontrolna skupina nije zabilježila promjene antropometrijskih i morfoloških obilježja. Drugim riječima, visina i masa tijela, te indeks tjelesne mase nisu se promijenili kroz vremenski period od 12 tjedana.

Međutim, dvanaestotjedni program tjelesnog vježbanja pozitivno je djelovao na sve pokazatelje sastava tijela ali isključivo u grupi E3. Iako je statistički značajno povećanje mišićne mase jedino vidljivo kod grupe vrlo starih osoba (za 1,43%), treba uzeti u obzir i povećanje, iako ne statistički značajno, ostalih eksperimentalnih grupa (E1 za 0,64% i E2 za 0,46%). Naime, ako je poznata činjenica kako smanjenje mišićne mase za više od 10% utječe na jakost mišića i koordinaciju (prema Mišigoj-Duraković i sur., 1999), a dolazi s godinama i neaktivnošću, i uzmemo u obzir rezultate Framinghamske studije (Jette i Branch, 1981) koja je pokazala da 40% žena između 55. i 64. godine, 45% žena između 65. i 74. godine te čak 65% žena između 75. i 84. godine života ne mogu podići teret od 4,5 kg, onda porast, ili bar održavanje postojećeg stanja mišićne mase u tim godinama neposredno doprinosi kvaliteti i očuvanju zdravlja. Također, potrebno je naglasiti kako je, da bi došlo do značajnog povećanja mišićne mase svih eksperimentalnih skupina, trebalo provoditi tjelesno vježbanje s velikim opterećenjima koja bi dovela do hipertrofije mišića, kao i dulji vremenski period, dulji od 12 tjedana (Hunter i sur., 2001), jer stariji ljudi slabije reagiraju na stimulus nego mladi, i za hipertrofiju zahtijevaju uz veća opterećenja i duži oporavak (Zatsiorsky i Kraemer, 2009).

Grupa vrlo starih osoba je također, uz povećanje mišićne mase, povećala količinu nemasne mase (za 0,97%) i ukupne vode (za 1%) te smanjila postotak masti (za 2,55%).

Motoričke sposobnosti

Istraživanja su pokazala da smanjena fleksibilnost može doprinijeti pojavi bolova u donjem dijelu leđa te asimetrije tijela (Lan, Chen i Lai., 2008; Iwamoto i sur., 2009). Prijašnje studije su (Kado i sur., 2004; Imagama i sur., 2011) izvijestile kako disbalans u sagitalnoj ravnini može uzrokovati poremećaj hoda te povećati rizik od pada. Prema Imagama i sur. (2011), simetričnost u sagitalnoj ravnini uključuje i dobru torako-lumbalnu fleksibilnost i jakost mišića leđa, što naglašava važnost razvoja fleksibilnosti i jakosti osoba starije životne dobi. Osim toga, Skelton (2001) te Emilio i sur. (2014) izvijestili su da su vježbe koje pridonose održavanju i razvoju fleksibilnosti učinkovite za sprečavanje padova u starijih osoba.

U ovom istraživanju, sve su eksperimentalne skupine imale dobrobiti od provedenog programa vježbanja kada je u pitanju njihova fleksibilnost. Naime, rezultati pretklona i odnoženja bilježe pozitivne promjene, i do 8% od inicijalnog stanja. Zasigurno veliku ulogu tomu doprinosi jačanje trbušnih mišića kroz dvanaestotjedni program vježbanja koji je ciljano, između ostaloga, jačao mišiće pregibače i stabilizatore trupa.

Pozitivni rezultati na fleksibilnosti vidljivi su i kod drugih autora, primjerice, Seagal i sur. (2004) su proveli šestomjesečni Pilates program na 47 odraslih osoba (prosječne dobi od 41 godine). Pilates tehnika se nešto razlikuje od provedenog programa vježbanja za razvoj jakosti u ovom istraživanju. Konkretno, ona proizlazi iz kombinacija različitih tehnika sa istoka i zapada, te uključuje filozofiju, yogu, ples i gimnastiku, s fokusom na jačanje mišića trupa kako bi se povećala jakost, fleksibilnost, koordinacija i ravnoteža (Johnson i sur., 2007). Autori su dobili pozitivan utjecaj na razvoj fleksibilnosti. Slično, Geremia i sur. (2015) su također proveli program vježbanja koristeći Pilates tehniku kroz 10 tjedana na 25 starijih osoba (69±5 godina). Slično kao i u ovom istraživanju, ispitanici su povećali fleksibilnost, između ostalog, i u gleno-humeralnom zglobu (u odnoženju) za do 20,69%. Puno veći napredak je i opravdan jer se Pilates tehnika sastoji i od vježbi istezanja, za razliku od provedenog programa vježbanja ovog istraživanja koji je isključivo proveden sa svrhom razvoja jakosti. Nadalje, uz pozitivan utjecaj vježbanja na jakost trbušnih mišića i mišićne

izdržljivosti, i Sekendiz i sur. (2007) su uočili veću fleksibilnost u testu sjedi i dohvati, i to već nakon pet tjedana vježbanja.

12-tjedni program vježbanja za razvoj jakosti poboljšao je fleksibilnost starijih osoba. Stoga, možemo zaključiti kako tjelesno vježbanje za razvoj jakosti može smanjiti štetne učinke starenja i poboljšati funkcionalnost starijih osoba, odnosno, može im pružiti nesmetano obavljanje aktivnosti svakodnevnog života, te potencijalno smanjiti vjerojatnost od nezgoda, osobito od padova.

Anton i sur. (2004) navode kako se sposobnost mišića za razvoj eksplozivne jakosti, odnosno snage, značajno smanjuje s godinama. Relativno loši rezultati - nemogućnost izvedbe skoka ili vrlo niski skokovi starijih osoba povezani su s kontraktilnim karakteristikama mišića nogu. Gubitak brzine kontrakcije i kapaciteta za stvaranje odgovarajuće sile ogleda se u njihovoj nemogućnosti da razviju odgovarajuću snagu prilikom izvođenja skokova (Davies, White i Young, 1983). Stoga je zanimljivo primijetiti kako su sve eksperimentalne grupe povećale visinu skoka prilikom skoka s prethodnom pripremom, i to grupa E1 za 6,53%, grupa E2 za 6,42% te grupa E3 za 8,73%; iako su u apsolutnim vrijednostima najviše skakali najmlađi ispitanici. Slične rezultate, povećanje od 7%, dobili su i Raimundo, Gusi i Tomas-Carus (2009) koji su gledali utjecaj vibracijskog treninga cijelog tijela (32 tjedna, 3 puta tjedno) na visinu skoka 18 žena u postmenopauzi; Roelants, Delecluse i Verschuere (2004) su izmjerili povećanje od 12,1% u visini skoka kod 20 starijih žena ($63,9 \pm 0,8$ godina) nakon 24 tjedna sustavnog vježbanja jakosti s otporima. Iz pozitivnih rezultata vertikalnog skoka s prethodnom pripremom prilikom kojeg dolazi do pred-istezanja mišića (prilikom prelaska iz ekscentrične u koncentričnu kontrakciju), moguće je naslutiti kako je provedeni sustav vježbanja, uz povećanje jakosti mišića nogu, poboljšao i međumišićnu koordinaciju povećavši tako iskoristivost potencijalne elastične energije. Ta se energija akumulira prilikom ekscentričnog dijela odraza, odnosno prilikom pripreme za skok. a poznato je da jakost nogu i visina skoka opada s godinama uslijed gubitka elastičnih komponenata vezivnog tkiva (Bosco i Komi, 1980; Zatsiorsky i Kraemer, 2006). Neke studije su pokazale kako se poboljšanje mehaničkih performansi nakon pred-istezanja mišića smanjuje sa starenjem (), dok su drugi pokazali kako

nema razlika u performansama nakon kontrakcija s pred-istezanjem ovisno o dobi ispitanika (Svantesson i Grimby, 1995).

Manje eksplozivno izvođenje skoka s prethodnom pripremom starijih osoba u odnosu na mlađe moglo bi se objasniti strahom od doskoka koji može smanjiti ulogu refleksa istezanja skoka s prethodnom pripremom starijih osoba. Povećanje jakosti mišića opružaća koljena u velikoj mjeri može doprinijeti izvedbi skoka s prethodnom pripremom (Roelants, Delecluse i Verschueren, 2004).

Nadalje, jedino je grupa E3 povećala, statistički značajno, visinu skoka kod vertikalnog skoka iz čučnja (za 11,81%) i kod vertikalnog skoka sa zamahom rukama (za 10,39%). Razlog tome moguće leži i u najlošijim inicijalnim stanjima pa je mogućnost napretka bila i najveća. Također, kako se vertikalni skok iz čučnja izvodi isključivo koncentričnom kontrakcijom mišića opružaća nogu i trupa, moguće je pretpostaviti kako je provedeni sustav vježbanja pozitivno djelovao na razvoj jakosti mišića nogu.

Zapaženo povećanje visine skoka, koja indirektno govori o povećanju snage, bez pratećih promjena u antropometriji i morfologiji, odnosno sastavu tijela, govori i o boljem funkcionalnom stanju poboljšane neuronske adaptacije, koja je vidljiva u ranim fazama sustavnog treninga (Gabriel, Kamen i Frost, 2006), odnosno i o efektu učenja pravilne izvedbe skoka velikim brojem ponavljanja (Hakkinen, 2003).

Potrebno je također napomenuti kako ispitanici u svojem programu vježbanja nisu izvodili vježbe eksplozivne jakosti tipa skoka, koje su neophodne za ostvarivanje željenih učinaka čak i kod starijih osoba (Zatsiorsky i Kraemer, 2006).

Provedeni program vježbanja za razvoj jakosti je pokazao pozitivan učinak na mišićnu snagu starijih osoba, i to najviše kod vrlo starih osoba s nižim inicijalnim razinama funkcioniranja, što ukazuje da se navedeni program vježbanja može koristiti za razvoj jakosti, snage, ali i vještine izvedbe skokova starijih osoba.

Srčano-žilni sustav

Jedna od važnijih posljedica starenja je i neizbježan pad maksimalne frekvencije srca (FS_{max}). U ovom se istraživanju proučavalo utječe li i u kojoj mjeri programirani sustav vježbanja za razvoj jakosti na FS_{max} . Iako istraživanja pokazuju kako starenjem dolazi do gotovo jednolikog pada FS_{max} za sve osobe bez obzira na stil života i stanje treniranosti (Robinson i sur., 1975; Higginbotham i sur., 1986; Ogawa i sur., 1992, Fitzgerald i sur., 1997), rezultati ovog istraživanja pokazuju da je provedeni program vježbanja ne samo zaustavio smanjivanje FS_{max} , već ju je i povećao (u grupi E1 za 2,47%, u grupi E2 za 2,11% i u grupi E3 za 2,11%). Kako smanjena FS_{max} u starosti može ograničiti maksimalni aerobni kapacitet (Hagberg i sur., 1985; Hawkins i Wiswell, 2003; Heath i sur., 1981), odnosno aerobnu sposobnost i smanjiti maksimalni primitak kisika (Abernethy i sur., 2013), za mnoge inače zdrave starije osobe to može postati faktor koji u konačnici ograničava mogućnost samostalnog življenja (Peterson i sur., 2004; Shepard, 2009).

Kao jedan od važnijih prediktora zdravstvenog stanja čovjeka, odnosno među važnijim čimbenicima opasnosti za bolesti srca i krvožilnog sustava je i krvni tlak u mirovanju koji raste s godinama života. Povišeni krvni tlak djeluje direktno ili indirektno na srce, krvožilni i druge sustave. Povišeni krvni tlak u mirovanju (hipertenzija) se smatra glavnim čimbenikom rizika srčano-žilnih problema kod starijih osoba. Iako u ovom istraživanju nije primijećena hipertenzija (arterijski krvni tlak se smatra normalnim kada iznosi do 140/90 mmHg (Kaplan, Deveraux i Miller, 1994)) kod osoba u dobi od 60 do 70 godina oko 50% muškaraca i žena imaju hipertenziju (Hurley i Roth, 2000). Nadalje, povišeni krvni tlak je glavni čimbenik rizika srčano-žilnih bolesti starijih osoba do 85. godine života (Hurley i Roth, 2000, prema Kaplan, 1990). Kako su dostupne informacije o učincima programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na krvni tlak u mirovanju starijih osoba kontradiktorne (Faggard i Tipton, 1994), odnosno, neki podaci (Jennings i sur., 1986; Kaplan, Deveraux i Miller, 1994; Ketelhut i sur., 1996) upućuju na činjenicu da osobe koje su tjelesno aktivne imaju niži krvni tlak od onih koje ne vježbaju, te postoje podaci (Jennings i sur., 1986) prema kojima tjelovježba tri puta tjedno snižava krvni tlak i opasnost za srčano-žilne bolesti, a vježbanje sedam puta tjedno ima minimalan dodatni utjecaj na to. Dok Stone i sur., (1983) te Hurley i sur., (1988), Martel i

sur. (1999) također pokazuju snižavanje tlaka nakon perioda vježbanja s otporima, ostale studije ne podupiru ovaj nalaz. Primjerice, Cononie i sur. (1991) su istraživali učinke šestomjesečnog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti umjerenog intenziteta na krvni tlak u mirovanju na 70- do 79-godišnjim osobama te nisu utvrdili značajne promjene sistoličkog niti dijastoličkog krvnog tlaka u mirovanju kod osoba koje su imale normalan ili povišeni krvni tlak.

Iako se u literaturi nalaze kontradiktorni rezultati utjecaja redovitog tjelesnog vježbanja na arterijski krvni tlak, u oko 75% istraživanja utvrđeno je značajno sniženje sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka (Duraković, 1990). U ovom je istraživanju sustav tjelesnog vježbanja pozitivno djelovao i na sistolički i na dijastolički tlak u mirovanju osoba starijih od 75 godina (grupe E2 i E3). Naime, sistolički tlak u mirovanju snižen je za 3,38% (grupa E2), odnosno za 4,62% (grupa E3). Najmlađa grupa također bilježi snižavanje sistoličkog tlaka, no ne statistički značajno (za 0,87%). Jednako kao i kod sistoličkog tlaka, dijastolički tlak pokazuje pozitivne promjene nakon dvanaestotjednog tjelesnog vježbanja. Konkretno, snižen je za 2,38% (grupa E2) i 4,53% (grupa E3). Grupa E1 snizila ga je za 1,32%, što nije bilo statistički značajno.

Zaključno, ovim se istraživanjem pokazalo kako sustavno tjelesno vježbanje ima pozitivan utjecaj na maksimalnu frekvenciju srca i krvni tlak u mirovanju, odnosno kako snižava sistolički i dijastolički tlak u mirovanju starijih osoba, s time da najstarije osobe imaju i najveći pozitivan učinak.

Metabolički / hematološki sustav

Od objavljivanja prvih smjernica Nacionalnog edukacijskog program liječenja kolesterola kod odraslih osoba (NCEP The Expert Panel, 1988), LDL je, kao važan faktor rizika srčano-žilnih bolesti (Schaefer i sur., 1989; Hurley i Roth, 2000), prepoznat kao primarni cilj proučavanja u svrhu terapija i medicinskih intervencija srčano-žilnih bolesti u SAD-u, Europi i Koreji (Reiner i sur., 2011; Son i sur., 2012; Choi i sur., 2015). Čak se smatra i najprikladnijim faktorom razvrstavanja pacijenata kada je riječ o upravljanju rizikom od srčano-žilnih bolesti.

Kako su se prosječne vrijednosti LDL-a u inicijalnom stanju ispitanika kretale od 126,65 do 128,15 mg/dL krvi, možemo slobodno reći kako su se (prema Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults, 2001) vrijednosti kretale iznad optimalne, na rubu granično visokih vrijednosti. Nakon 12 tjedana zabilježen je pad razine LDL-a (u grupi E1 za 5,35%, E2 za 7,62% i E3 za 11,57%) s prosječnim vrijednosti od 112,00 do 121,30mg/dL krvi, čime se je razina LDL-a značajno približila optimalnim vrijednostima.

U ovom se istraživanju pokazalo kako dobro programirani sustav tjelesnog vježbanja s ciljem povećanja jakosti pozitivno djeluje na razinu LDL-a, odnosno, smanjuje ju. Ti rezultati su u skladu s istraživanjima Goldberga i sur. (1984) koji su gledali utjecaj 16 tjednog tjelesnog vježbanja s otporom na razinu kolesterola, odnosno na razinu LDL-a i HDL-a. Smanjenje LDL-a za 16,2% kod muškaraca i 17,9% kod žena nešto je veće nego kod ispitanika ovog istraživanja, međutim, treba uzeti u obzir kako su grupe ovog istraživanja činile pripadnici oba spola, te kako se radi o velikoj dobnoj razlici (27-33 godine nasuprot starijim od 65 godina). I Hurley i sur. (1988) su također nakon provedenog 16 tjednog programa tjelesnog vježbanja visokog intenziteta dobili pozitivne rezultate razine LDL-a netreniranih muškaraca (44±1 godina), konkretno, izmjerili su 5% niži LDL od inicijalnog. Još su neke studije pokazale poboljšanja profila lipida programiranim tjelesnim vježbanjem za razvoj jakosti ali kod mlađih (Fripp i Hodgson, 1987; Boyden i sur., 1993) i sredovječnih (Johnson i sur., 1982; Hurley i sur., 1988) osoba.

S druge strane, Rhea i sur. (1999) nakon provedenog 16 tjednog visoko-intenzivnog programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti žena u dobi od 50 do 69 godina nisu dobili pozitivne promjene u razini lipoprotein-lipida. Slične rezultate u kojima nema poboljšanja u profilu lipida dobili su i još neki autori (Treuth i sur., 1985; Manning i sur., 1991).

Iako su rezultati istraživanja LDL-a kontradiktorni, ovim se istraživanjem pokazalo kako dobro osmišljen i proveden program tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti može biti odlično sredstvo u borbi protiv faktora rizika od srčano-žilnih bolesti te se preporuča osobama starije životne dobi.

Iako većina istraživanja potvrđuje porast HDL-a (Young i Steinhardt, 1995; Anderson i Hippe, 1996), u ovom istraživanju nije zabilježena promjena HDL-a u niti jednoj grupi.

Bazalni metabolizam upućuje na stanje treniranosti sportaša (Poehlman i sur., 1988), te ujedno predstavlja indirektan uvid u prehrambene navike sportaša. Poznato je da bazalni metabolizam s godinama postupno pada, od 30-70 godine života smanjuje se za oko 10% (Mišigoj-Duraković i sur., 1999) najviše zbog promjena u sastavu tijela – pada nemasne mase, što i potvrđuje rad Poehlmana i sur. (1993) koji su objavili kako je kod 183 zdrave ženske osobe (od 18-81 godine života) došlo do kontinuiranog pada bazalnog metabolizma s godinama. Međutim, manje je poznato kako trening djeluje na bazalni metabolizam. Istraživanja pokazuju kako se taj proces može usporiti, odnosno zaustaviti. To potvrđuju radovi Frey-Hewitta i sur. (1990) koji su na 121 pretiloj osobi (u dobi 30-59 godina) utvrdili nakon godinu dana vježbanja kako nije došlo do značajnih promjena bazalnog metabolizma; odnosno, Lammesa, Rydwika i Aknera (2012), koji su na 79 osoba starijih od 75 godina utvrdili značajan porast bazalnog metabolizma nakon 12-tjednog programiranog vježbanja, dva puta tjedno. Mi smo u ovom istraživanju dobili porast bazalnog metabolizma (za 1,1%-1,51%) u svim eksperimentalnim grupama, što govori kako se pravilnim programiranim procesom vježbanja može značajno utjecati na bazalni metabolizam osoba starije životne dobi.

Od 30. do 70. godine života smanjuje se bazalni metabolizam za oko 10%. to je smanjenje više odraz promjena u sastavu tijela nego u promjena u staničnoj funkciji.

Dišne funkcije

Respiratorni simptomi su vrlo rasprostranjeni u starijih osoba, a vidljivi su na do 64% starijih osoba nepušača (Scarleta i sur., 2009). Rana dijagnoza daje u većini slučajeva priliku da se ograniči razvoj ove bolesti. Tako je, u smislu prevencije, uz dijagnozu abnormalnosti plućnih funkcija, važno održavati i razvijati funkcije pluća (Enright i sur., 1994; Vaz Fragoso i Gill, 2012). Rezultati ovog istraživanja potvrđuju poboljšanja forsiranog vitalnog kapaciteta (FVC) kao i poboljšanje forsiranog ekspiracijskog volumena u 1. sekundi (FEV1) ostalih autora. U tom smislu, Ramazanoglu i Kraemer (1985), Weiner i sur. (1992), Fluge i sur. (1994), te Shaw i Shaw (2011) su utvrdili značajno povećanje FVC-a i FEV1 nakon vježbi disanja, odnosno aerobnog vježbanja. Poboljšanja se mogu pripisati povećanoj sili udaha koja je potrebna za veći FVC, što je posljedica jačanja mišića koji izvode udah, odnosno povećanoj sili izdaha odgovornoj za povećani FEV1, jer je većina vježbi u provedenom programu vježbanja aktivirala upravo te mišiće, kako u agonističkom, tako i u stabilizacijskom smislu (Kabitz i sur., 2014).

Kako je provedeni program vježbanja pozitivno djelovao na razvoj dišnih funkcija starijih osoba svih grupa – preporučamo ga u prevenciji dišnih bolesti.

Sveukupno, rezultati potvrđuju sve postavljene hipoteze koje kažu da 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno djeluje na zdravstveni status osoba starije životne dobi, konkretno, osoba između 65 i 74 godine, 75 i 84 godine, te starije od 85 godina života; odnosno kako najveće promjene očekuju osobe starije od 85 godina života.

S teoretskog stajališta, glavni nalazi upućuju kako je tjelesno vježbanje jedan od važnijih čimbenika koji pozitivno djeluje na zdravlje osoba starije životne dobi, osobito na zdravlje vrlo starih osoba.

Kao dodatak teorijskim aspektima, rezultati bi mogli pružiti i važan praktičan smisao. Naime, za razliku od brojnih istraživanja (prema Nieman, 1990) u kojima se upozorava kako starije i vrlo stare osobe smanjuju mogućnost poboljšanja funkcijskih sposobnosti (već i samim time

što se u visokoj starosnoj dobi smanjuje sposobnost podnošenja volumena programa tjelesnog vježbanja neophodnog za postizanje poboljšanja sposobnosti), ovim se istraživanjem pokazalo suprotno, kako dobro složen i pravilno prilagođen program tjelesnog vježbanja može imati pozitivne učinke na zdravlje vježbača starije životne dobi, te se provedeni program preporuča kao provjereni i učinkovit program tjelesnog vježbanja za osobe starije životne dobi.

6. ZAKLJUČAK

Opći cilj ovog istraživanja je utvrditi koja starosna skupina ispitanika podliježe najvećim promjenama zdravstvenog statusa primjenom programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti. Drugim riječima, osnovni cilj ove disertacije bio je istražiti utjecaj dvanaestotjedni programirani sustav vježbanja za povećanje jakosti na zdravstveni status osoba starije životne dobi, odnosno osoba starijih od 65 godina života. Vezano uz opći cilj, postavljene su istraživačke hipoteze: 1) 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno će djelovati na zdravstveni status osoba starosne dobi između 65. i 74. godina života; 2) 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno će djelovati na zdravstveni status osoba starosne dobi između 75. i 84. godina života; 3) 12 tjedno programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti pozitivno će djelovati na zdravstveni status osoba starijih od 85 godina života; te 4) najveće pozitivne promjene zdravstvenog statusa očekuju se u grupi osoba starijih od 85 godina života.

Ovim istraživanjem pokazalo se je da 12-tjedni program vježbanja za razvoj jakosti znatno poboljšava srčani, dišni i metabolički / hematološki sustav, povećava mišićnu jakost, snagu i fleksibilnost, te poboljšava tjelesne funkcije općenito starijih osoba, što je vrlo važan čimbenik u zadržavanju neovisnosti starijih osoba i produljenju zdravijeg i kvalitetnijeg starenja. Iako je provedeni sustav tjelesnog vježbanja nejednako djelovao na sve eksperimentalne grupe, odnosno, najveći utjecaj je imao na vrlo stare osobe, umjereni utjecaj na starije stare osobe, a najmanji utjecaj na mlađe starije osobe, sveukupno, mogu se potvrditi sve četiri postavljene istraživačke hipoteze.

Zaključno, s teorijskog stajališta, eksperimentalni rezultati dobiveni ovom disertacijom u velikoj mjeri pružaju bolje razumijevanje utjecaja programa tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starije životne dobi; postavljanje teorijskog okvira koji objašnjava učinke programa tjelesnog vježbanja jakosti s obzirom na starosnu dob osoba starije životne dobi; poboljšanje trenažnih procesa ciljanih ka poboljšanju mišićnih funkcija osoba starije životne dobi; i kvalitetniju i učinkovitiju evaluaciju programa tjelesnog vježbanja

za razvoj jakosti na neke motoričke sposobnosti, srčano-žilni i dišni sustav, te metabolički/hematološki sustav osoba starije životne dobi.

S praktičnog stajališta, rezultati ove disertacije daju osnovu za programiranje različitih programa vježbanja starijih osoba. Točnije, važna implikacija bi bila da se za očuvanje i razvoj zdravstvenog stanja starijih osoba može koristiti provedeni program vježbanja za razvoj jakosti. Kao posljedica toga, umjesto korištenja složenih vježbi s teretom, sprava i trenažera u teretani, željeni pozitivni učinci na zdravlje starijih osoba mogu se dobiti vježbanjem vlastitim tijelom, što znači da je vježbanje neovisno o mjestu gdje se ono provodi, te je kao takvo dostupno svima.

Iako je starenje genetski uvjetovano, ono također ovisi i o količini tjelesne aktivnosti. Najveći problem starenja, ali koji nije povezan s bolešću, predstavlja tjelesna neaktivnost. Ona se može negativno odraziti na različite fiziološke sustave, kao i na tjelesnu spremnost i funkcije ljudskog organizma. Stoga se mišićni, srčano-žilni, dišni, te metabolički i hematološki sustavi starijih osoba mogu poboljšati, ili se barem može usporiti njihovo propadanje provođenjem odgovarajućih programa tjelesnog vježbanja.

Kako je provedeni sustav vježbanja imao nejednak utjecaj na sastavnice zdravstvenog fitnesa, odnosno, na neke je sastavnice djelovao više, a na druge manje, u budućim je istraživanjima potrebno težiti utvrđivanju optimalnog programa vježbanja koji bi podjednako pozitivno djelovao na sve sastavnice zdravstvenog fitnesa.

7. LITERATURA

1. Abernethy, B., Hanrahan, S.J., Kippers, V., Mackinnon, L.T., & Pandy, M.G. (2013). *Biophysical foundations of human movement, 3rd edn.* Leeds: Human Kinetics.
2. Amlani, N.M., & Munir, F. (2014). Does physical activity have an impact on sickness absence? A review. *Sports Medicine*, (7), 887-907.
3. Andersen, L.B., & Hippe, M. (1996). Coronary heart disease risk factors in the physically active. Impact of exercise. *Sports Medicine*, 22(4), 213-218.
4. Aniansson, A., Zetterberg, C., Hedberg, M., & Henriksson, K.G. (1984). Impaired muscle function with aging. A background factor in the incidence of fractures of the proximal end of the femur. *Clinical orthopaedics and related research*, 191, 193-201.
5. Arciero, P.J., Gentile, C.L., Martin-Pressman, R., Ormsbee, M.J., Everett, M., Zwicky, L., & Steele, C.A. (2006). Increased dietary protein and combined high intensity aerobic and resistance exercise improves body fat distribution and cardiovascular risk factors. *International journal of Sport Nutrition and exercise metabolism*, 16(4), 373-392.
6. Ball, K., Owen, N., Salmon, J., Bauman, A., & Gore, C.J. (2001). Associations of physical activity with body weight and fat in men and women. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 25(6), 914-919.
7. Bassegy, E.J., Fiatarone, M.A., O'Neill, E.F., Kelly, M., Evans, W.J., & Lipsitz, L.A. (1992). Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clinical Science*, 82(3), 321-327.
8. 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*, 2006 Jan;61(1):97-102.
9. Borresen, J., & Lambert, M.I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779-795.

10. Bosco, C., & Komi, P.V. (1980). Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 45(2-3), 209-219.
11. Boyden, T.W., Pamentier, R.W., Going, S.B., Lohman, T.G., Hall, M.C., Houtkooper, L.B., Bunt, J.C., Ritenbaugh, C., & Aickin, M. (1993). Resistance exercise training is associated with decreases in serum low-density lipoprotein cholesterol levels in premenopausal women. *Archives of internal medicine*, 153(1), 97-100.
12. Bravata, D.M., Sanders, L., Huang, J., Krumholz, H.M., Olkin, I., Gardner, C.D., & Bravata, D.M. (2003). Efficacy and safety of low-carbohydrate diets: a systematic review. *JAMA*, 289(14), 1837-1850.
13. Buchner, D.M., & Wagner, E.H. (1992). Preventing frail health. *Clinics in geriatrics medicine*, 8(1), 1-17.
14. Campbell, A.J., Borrie, M.J., & Spears, G.F. (1989). Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *Journal of gerontology*, 44(4), M112-117.
15. Campbell, K.L., Westerlind, K.C., Harber, V.J., Bell, G.J., Mackey, J.R., & Courneya, K.S. (2007). Effects of aerobic exercise training on estrogen metabolism in premenopausal women: a randomized controlled trial. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention: a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 16(4), 731-739.
16. Carels, R.A., Darby, L.A., Cacciapaglia, H.M., & Douglass, O.M. (2004). Reducing cardiovascular risk factors in postmenopausal women through a lifestyle change intervention. *Journal of Womens Health (2002)*, 13(4), 412-426.
17. Ciolac, E.G., Garcez-Leme, L.E., & Greve, J.M. (2010). Resistance exercise intensity progression in older men. *International journal of sports medicine*, 31(6), 433-438.
18. Cononie, C.C., Graves, J.E., Pollock, M.L., Phillips, M.I., Sumners, C., & Hagberg, J.M. (1991). Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(4), 505-511.
19. Cox, R.A., & García-Palmieri, M.R. (1990). Cholesterol, Triglycerides, and Associated Lipoproteins. In H.K. Walker, W.D. Hall, & J.W. Hurst (Eds.), *Source Clinical*

- Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. 3rd edition* (pp. 153-160). Boston, MA: Butterworths.
20. Dattilo, A.M., & Kris-Etherton, P.M. (1992). Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 56(2), 320-328.
 21. Davies, C.T., White, M.J., & Young, K. (1983). Electrically evoked and voluntary maximal isometric tension in relation to dynamic muscle performance in elderly male subjects, aged 69 years. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51(1), 37-43.
 22. Dengel, D.R., Galecki, A.T., Hagberg, J.M., & Pratley, R.E. (1998). The independent and combined effects of weight loss and aerobic exercise on blood pressure and oral glucose tolerance in older men. *American Journal of Hypertension*, 11(12), 1405-1412.
 23. Di Pietro, L., Dziura, J., Yeckel, C.W., & Neuffer, P.D. (2006). Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *Journal of Applied Physiology*, 100(1), 142-149.
 24. Ditschuneit, H.H., Flechtner-Mors, M., Johnson, T.D., & Adler, G. (1999). Metabolic and weight-loss effects of a long-term dietary intervention in obese patients. *The American journal of clinical nutrition*, 69(2), 198-204.
 25. Donnelly, J.E., Blair, S.N., Jakicic, J.M., Manore, M.M., Rankin, J.W., & Smith, B.K. (2009). Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(2), 459-471.
 26. Donnelly, J.E., Jacobsen, D.J., Heelan, K.S., Seip, R., & Smith, S. (2000). The effects of 18 months of intermittent vs. continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition, and metabolic fitness in previously sedentary, moderately obese females. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 24(5), 566-572.
 27. Donnelly, J.E., Pronk, N.P., Jacobsen, D.J., Pronk, S.J., & Jakicic, J.M. (1991). Effects of a very-low-calorie diet and physical training regimens on body composition and resting metabolic rate in obese females. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54(1), 56-61.

28. Duraković, Z. (1990). *Medicina starije dobi*. Zagreb: Naprijed.
29. Enright, P.L., Kronmal, R.A., Higgins, M.W., Schenker, M.B., & Haponik, E.F. (1994). Prevalence and correlates of respiratory symptoms and disease in the elderly. Cardiovascular Health Study. *Chest*, 106(3), 827–834.
30. Esposito, K., Pontillo, A., Di Palo, C., Giugliano, G., Masella, M., Marfella, R., & Giugliano, D. (2003). Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. *JAMA*, 289(14), 1799-1804.
31. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (2001). Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285(19), 2486-2497.
32. Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults (1998). Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. *The American journal of clinical nutrition*, 68(4), 899-917.
33. Emilio, E.J., Hita-Contreras, F., Jimenez-Lara, P.M., Latorre-Roman, P., & Martinez-Amat, A. (2014). The association of flexibility, balance, and lumbar strength with balance ability: risk of falls in older adults. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 349–357.
34. Faggard, R.H., & Tipton, C.M. (1994). Physical activity, fitness and hypertension. U: Physical activity, fitness and health (ur. Bouchard C., R,S. Shephard, T. Stephens). *Human Kinetics*. Champaign, IL, USA. 633-655.
35. Fernandez, M.L., Metghalchi, S., Vega-López, S., Conde-Knape, K., Lohman, T.G., & Cordero-Macintyre, Z.R. (2004). Beneficial effects of weight loss on plasma apolipoproteins in postmenopausal women. *The Journal of nutritional biochemistry*, 15(12), 717-721.
36. Fitzgerald, M.D., Tanaka, H., Tran, Z.V., & Seals, D.R. (1997). Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: A meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 83(1), 160–165.

37. Flechtner-Mors, M., Ditschuneit, H.H., Johnson, T.D., Suchard, M.A., & Adler, G. (2000). Metabolic and weight loss effects of long-term dietary intervention in obese patients: four-year results. *Obesity Research*, 8(5), 399-402.
38. Fluge, T., Richter, J., Fabel, H., Zysno, E., Weller, E., & Wagner, T.O. (1994). Long-term effects of breathing exercises and yoga in patients with bronchial asthma. *Pneumologie*, 48(7), 484–490.
39. Fogelholm, M., & Kukkonen-Harjula, K. (2000). Does physical activity prevent weight gain – a systematic review. *Obesity review: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 1(2), 95-111.
40. Fogelholm, M., Kukkonen-Harjula, K., & Oja, P. (1999). Eating control and physical activity as determinants of short-term weight maintenance after a very-low-calorie diet among obese women. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(2), 203-210.
41. Frey-Hewitt, B., Vranizan, K.M., Dreon, D.M., & Wood, P.D. (1990). The effect of weight loss by dieting or exercise on resting metabolic rate in overweight men. *International Journal of Obesity*, 14(4), 327-334.
42. Fripp, R.R., & Hodgson, J.L. (1987). Effect of resistive training on plasma lipid and lipoprotein levels in male adolescents. *The Journal of paediatrics*, 111(6 Pt 1), 926-931.
43. Frost, P.H., Davis, B.R., Burlando, A.J., Curb, J.D., Guthrie, G.P. Jr, Isaacsohn, J.L., Wassertheil-Smoller, S., Wilson, A.C., & Stamler J. (1996). Serum lipids and incidence of coronary heart disease. Findings from the Systolic Hypertension in the Elderly Program (SHEP). *Circulation*, 94(10), 2381-2388.
44. Gabriel, D.A., Kamen, G., & Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Medicine*, 36(2), 133-149.
45. Geremia, J.M., Iskiewicz, M.M., Marschner, R.A., Lehen, T.E., & Lehen, A.M. (2015). Effect of a physical training program using the Pilates method on flexibility in elderly subjects. *Age*, 37(6), 119.
46. Goldberg, L., Elliot, D.L., Schutz, R.W., & Kloster, F.E. (1984). Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *JAMA*, 252(4), 504-506.

47. Gortmaker, S.L., Must, A., Perrin, J.M., Sobol, A.M., & Dietz, W.H. (1993). Social and economic consequences of overweight in adolescence and young adulthood. *The New England Journal of Medicine*, 329(14), 1008–1012.
48. Granacher, U., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Roettger, K., & Gollhofer, A. (2013). Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology*, 59(2), 105-113.
49. Haffner, S., Temprosa, M., Crandall, J., Fowler, S., Goldberg, R., Horton, E., Marcovina, S., Mather, K., Orchard, T., Ratner, R., & Barrett-Connor, E. (2005). Intensive lifestyle intervention or metformin on inflammation and coagulation in participants with impaired glucose tolerance. *Diabetes*, 54(5), 1566-1572.
50. Hagberg, J.M., Allen, W.K., Seals, D.R., Hurley, B.F., Ehsani, A.A., & Holloszy, J.O. (1985). A hemodynamic comparison of young and older endurance athletes during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 58(6), 2041–2046.
51. Hakkinen, K. (2003). Aging and neuromuscular adaptation to strength training. In P.V. Komi (Ed.) *Strength and Power in Sport* (409-425). Oxford: IOC Medical Commission/Blackwell Science.
52. Haskell, W.L., Lee I.M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A., Macera, C.A., Heath, G.W., Thompson, P.D., & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(8), 1423-1434.
53. Hass, C.J., Feigenbaum, M.S., & Franklin, B.A. (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Medicine*, 31(14), 953-964.
54. Hawkins, S., & Wiswell, R. (2003). Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: Implications for exercise training. *Sports Medicine*, 33(12), 877–888.
55. Heath, G.W., Hagberg, J.M., Ehsani, A.A., & Holloszy, J.O. (1981). A physiological comparison of young and older endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 51(3), 634–640.
56. Heimer, S. (1997). Laboratorijski testovi funkcionalne dijagnostike u sportu. U D. Milanović i S. Heimer (ur.), *Dijagnostika treniranosti sportaša*, Zbornik radova 6.

- zagrebačkog sajma sporta (str. 25-29). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
57. Higginbotham, M.B., Morris, K.G., Williams, R.S., Coleman, R.E., & Cobb, F.R. (1986). Physiologic basis for the age-related decline in aerobic work capacity. *The American Journal of Cardiology*, 57(15), 1374–1379.
 58. Hsu, W.H., Chen, C.L., Kuo, L.T., Fan, C.H., Lee, M.S., & Hsu, R.W. (2014). The relationship between health-related fitness and quality of life in postmenopausal women from Southern Taiwan. *Clinical interventions in aging*, 16(9), 1573-1579.
 59. Hunter, G.R., Wetzstein, C.J. McClafferty, C.L., Zuckerman, P.A., Landers, K.A., & Bamman, M.M. (2001). High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1759-1764.
 60. Hurley, B.F., & Roth, S.M. (2000). Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Medicine*, 30(4), 249-268.
 61. Hurley, B.F., Hagberg, J.M., Goldberg, A.P., Seals, D.R., Ehsani, A.A., Brennan, R.E., & Holloszy, J.O. (1988). Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO₂max or percent body fat. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(2), 150-154.
 62. Ibañez, J., Izquierdo, M., Argüelles, I., Forga, L., Larrión, J.L., García-Unciti, M., Idoate, F., & Gorostiaga, E.M. (2005). Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28(3), 662-667.
 63. Imagama, S., Matsuyama, Y., Hasegawa, Y., Sakai, Y., Ito, Z., Ishiguro, N., & Hamajima, N. (2011). Back muscle strength and spinal mobility are predictors of quality of life in middle-aged and elderly males. *European Spine Journal*, 20(6), 954–961.
 64. Iwamoto, J., Suzuki, H., Tanaka, K., Kumakubo, T., Hirabayashi, H., Miyazaki, Y., Sato, Y., Takeda, T., & Matsumoto, H. (2009). Preventative effect of exercise against falls in the elderly: a randomized controlled trial. *Osteoporosis International*, 20(7), 1233–1240.
 65. Jakicic, J.M., Clark, K., Coleman, E., Donnelly, J.E., Foreyt, J., Melanson, E., Volek, J., & Volpe, S.L. (2001). Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention

- of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 2145-2156.
66. Jakicic, J.M., Marcus, B.H., Lang, W., & Janney, C. (2008). Effect of exercise on 24-month weight loss maintenance in overweight women. *Archives of internal medicine*, 168(14), 1550-1559.
 67. Janssen, I., & Ross, R. (1999). Effects of sex on the change in visceral, subcutaneous adipose tissue and skeletal muscle in response to weight loss. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(10), 1035-1046.
 68. Jennings, G., Nelson, L., Nestel, P., Esler, M., Korner, P., Burton, D., & Bazelmans, J. (1986). The effects of changes in physical activity on major cardiovascular risk factors, hemodynamics, sympathetic function, and glucose utilization in man: a controlled study of four levels of activity. *Circulation*, 73(1), 30-40.
 69. Jette, A.M., & Branch, L.G. (1981). The Framingham disability study: II. Physical disability among the aging man. *The American Journal of Public Health*, 71(11), 1211-1216.
 70. Johnson, E.G., Larsen, A., Ozawa, H., Wilson, C.A., & Kennedy, K.L. (2007). The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11, 238-242.
 71. Johnson, C.C., Stone, M.H., Lopez-S, A., Hebert, J.A., Kilgore, L.T., & Byrd, R.J. (1982). Diet and exercise in middle-aged men. *Journal of the American dietetic association*, 81(6), 695-701.
 72. Joseph, L.J., Trappe, T.A., Farrell, P.A., Campbell, W.W., Yarasheski, K.E., Lambert, C.P., & Evans, W.J. (2001). Short-term moderate weight loss and resistance training do not affect insulin-stimulated glucose disposal in postmenopausal women. *Diabetes Care*, 24(11), 1863-1869.
 73. Jukić, I., Vučetić, V., Aračić, M., Bok, D., Dizdar, D., Sporiš, G., Križanić, A. (2008). Dijagnostika kondicijske pripremljenosti vojnika : osnove dijagnostičkih postupaka za praćenje i provjeravanje te kontrolu razine treniranosti vojnika. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta.

74. Kabitz, H.J., Bremer, H.C., Schworer, A., Sonntag, F., Walterspacher, S., Walker, D.J., Ehlken, N., Staehler, G., Windisch, W., & Grünig, E. (2014). The combination of exercise and respiratory training improves respiratory muscle function in pulmonary hypertension. *Lung*, 192(2), 321-328.
75. Kado, D.M., Huang, M.H., Karlamangla, A.S., Barrett-Connor, E., & Greendale, G.A. (2004). Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women: a prospective study. *Journal of the American Geriatric Society*, 52(10), 1662–1667.
76. Kaplan, N.M., Devereaux, R.B., & Miller, H.S. Jr. (1994). 26th Bethesda conference: recommendations for determining eligibility for competition in athletes with cardiovascular abnormalities. Task Force 4: systemic hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(10), S268-270.
77. Kavouras, S.A., Panagiotakos, D.B., Pitsavos, C., Chrysohoou, C., Anastasiou, C.A., Lentzas, Y., & Stefanadis, C. (2007). Physical activity, obesity status, and glycemic control: The ATTICA study. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 606-611.
78. Kell, R.T., Bell, G., & Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 31(12), 863-873.
79. Kelley, G. (1985). Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 82(5), 1559-1565.
80. Kesaniemi, Y.K., Danforth, E. Jr., Jensen, M.D., Kopelman, P.G., Lefèbvre, P., Reeder, B.A. (2001). Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(6), 351-358.
81. Ketelhut, R.G., Ketelhut, K., Messerli, F.H., & Badtke, G. (1996). Fitness in the fit: does physical conditioning affect cardiovascular risk factors in middle-aged marathon runners? *European Heart Journal*, 17(2), 199-203.
82. Klem, M.L., Wing, R.R., McGuire, M.T., Seagle, H.M., & Hill, J.O. (1997). A descriptive study of individuals successful at long-term maintenance of substantial weight loss. *The American journal of clinical nutrition*, 66(2), 239-246.

83. Knowler, W.C., Barrett-Connor, E., Fowler, S.E., Hamman, R.F., Lachin, J.M., Walker, E.A., Nathan, D.M. (2002). Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *The New England Journal of Medicine*, 346(6), 393-403.
84. Kohl, H.W. 3rd, Gordon, N.F., Scott, C.B., Vaandrager, H., & Blair, S.N. (1992). Musculoskeletal strength and serum lipid levels in men and women. *Medicine and science in sports and exercise*, 24(10), 1080-1087.
85. Kohrt, W.M., Malley, M.T., Coggan, A.R., Spina, R.J., Ogawa, T., Ehsani, A.A., Bourey, R.E., Martin, W.H. 3rd, & Holloszy, J.O. (1991). Effects of gender, age, and fitness level on response of VO₂max to training in 60-71 yr olds. *Journal of applied physiology*, 71(5), 2004-2011.
86. Kraemer, W.J., Volek, J.S., Clark, K.L., Gordon, S.E., Puhl, S.M., Koziris, L.P., McBride, J.M., Triplett-McBride, N.T., Putukian, M., Newton, R.U., Häkkinen, K., Bush, J.A., & Sebastianelli, W.J. (1999). Influence of exercise training on physiological and performance changes with weight loss in men. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(9), 1320-1329.
87. Krumholz, H.M., Seeman, T.E., Merrill, S.S., Mendes de Leon, C.F., Vaccarino, V., Silverman, D.I., Tsukahara, R., Ostfeld, A.M., & Berkman, L.F. (1994). Lack of association between cholesterol and coronary heart disease mortality and morbidity and all-cause mortality in persons older than 70 years. *JAMA*, 272(17), 1335-1340.
88. Lalonde, L., Gray-Donald, K., Lowensteyn, I., Marchand, S., Dorais, M., Michaels, G., Llewellyn-Thomas, H.A., O'Connor, A., & Grover, S.A. (2002). Comparing the benefits of diet and exercise in the treatment of dyslipidemia. *Preventive medicine*, 35(1), 16-24.
89. Lammes, E., Rydwick, E., & Akner, G. (2012). Effects of nutritional intervention and physical training on energy intake, resting metabolic rate and body composition in frail elderly. a randomised, controlled pilot study. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 16(2), 162-167.
90. Lan, C., Chen, S.Y., & Lai, J.S. (2008). Changes of aerobic capacity, fat ratio and flexibility in older TCC practitioners: a five-year follow-up. *The American Journal of Chinese Medicine*, 36(6), 1041-1050.

91. Larsson, L., Grimby, G., & Karlsson, J. (1979). Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *Journal of Applied Physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 46(3), 451-456.
92. Lee, I.M., Hsieh, C.C., & Paffenbarger, R.S. Jr. (1995). Exercise intensity and longevity in men. The Harvard Alumni Health Study. *JAMA*, 273(15), 1179-1184.
93. Lindle, R.S., Metter, E.J., Lynch, N.A., Fleg, J.L., Fozard, J.L., Tobin, J., Roy, T.A., & Hurley, B.F. (1997). Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *Journal of applied physiology*, 83(5), 1581-1587.
94. Lynch, N.A., Metter, E.J., Lindle, R.S., Fozard, J.L., Tobin, J.D., Roy, T.A., Fleg, J.L., & Hurley, B.F. (1999). Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *Journal of applied physiology*, 86(1), 188-194.
95. Lyznicki, J.M., Young, D.C., Riggs, J.A., & Davis, R.M. (2001). Obesity: assessment and management in primary care. *American Family Physician*, 63(11), 2185-2196.
96. Manning, J.M., Dooly-Manning, C.R., White, K., Kampa, I., Silas, S., Kesselhaut, M., & Ruoff, M. (1991). Effects of a resistive training program on lipoprotein--lipid levels in obese women. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(11), 1222-1226.
97. Martel, G.F., Hurlbut, D.E., Lott, M.E., Lemmer, J.T., Ivey, F.M., Roth, S.M., Rogers, M.A., Fleg, J.L., & Hurley, B.F. (1999). Strength training normalizes resting blood pressure in 65- to 73-year-old men and women with high normal blood pressure. *Journal of the American Geriatric Society*, 47(10), 1215-1221.
98. Martínez, J.A., Kearney, J.M., Kafatos, A., Paquet, S., & Martínez-González, M.A. (1999). Variables independently associated with self-reported obesity in the European Union. *Public Health Nutrition*, 2(1A), 125-133.
99. Mazzeo, R.S., & Tanaka, H. (2001). Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Medicine*, 31(11), 809-818.
100. McCarter, R.J. & McGee, J.R. (1989). Transient reduction of metabolic rate by food restriction. *The American Journal of Physiology*. 257 (2 Pt 1), E175-179.
101. McDoniel, S.O. (2007). Systematic review on use of a handheld indirect calorimeter to assess energy needs in adults and children. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 17(5), 491-500.

102. McTiernan, A., Sorensen, B., Irwin, M.L., Morgan, A., Yasui, Y., Rudolph, R.E., Surawicz, C., Lampe, J.W., Lampe, P.D., Ayub, K., & Potter, J.D. (2007). Exercise effect on weight and body fat in men and women. *Obesity*, 15(6), 1496-1512.
103. Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R., & James, N. (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical interventions in aging*, 8, 549-556.
104. Mišigoj-Duraković, M. (2008). Kinantropologija – biološki aspekti tjelesnog vježbanja. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008.
105. Mišigoj-Duraković, M., Duraković, Z., Findak, V., Heimer, S., Horga, S., Latin, V., Matković, Bo., Matković, Br., Medved, R., Relac, M., Sučić, M., Škavić, J., Vojvodić, S. i Žugić, Z. (1999). Tjelesno vježbanje i zdravlje. Ur. M.Mišigoj-Duraković. Grafos, Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
106. Mokdad, A.H., Ford, E.S., Bowman, B.A., Dietz, W.H., Vinicor, F., Bales, V.S., & Marks, J.S. (2003). Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA*, 289(1), 76–79.
107. Murphy, M., Nevill, A., Neville, C., Biddle, S., & Hardman, A. (2002). Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(9), 1468-1474.
108. Must, A., Spadano, J., Coakley, E.H., Field, A.E., Colditz, G., & Dietz, W.H. (1999). The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA*, 282(16), 1523-1529.
109. National Heart, Lung, and Blood Institute (1998). Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults; The Evidence Report. Bethesda (MD). National Institutes of Health.
110. NCEP The Expert Panel (1988). Report of the National Cholesterol Education Program. Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. *Archives of Internal Medicine*, 148(1), 36-69.
111. Neter, J.E., Stam, B.E., Kok, F.J., Grobbee, D.E., & Geleijnse, J.M. (2003). Influence of weight reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 42(5), 878-884.
112. Nieman, D.C. (1990). Physical activity and aging. *Fitness and Sports Medicine*. Ur. Nieman D.C. Bull Publishing Company. Palo Alto, California.

113. Nieman, D.C., Trone, G.A., & Austin, M.D. (2003). A new handheld device for measuring resting metabolic rate and oxygen consumption. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(5), 588-592.
114. Nindl, B.C., Barnes, B.R., Alemany, J.A., Frykman, P.N., Shippee, R.L., & Friedl, K.E. (2007). Physiological consequences of U.S. Army Ranger training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(8), 1380-1387.
115. Norris, R., Carroll, D., & Cochrane, R. (1990). The effects of aerobic and anaerobic training on fitness, blood pressure, and psychological stress and well-being. *Journal of Psychosomatic Research*, 34(4), 367-375.
116. Ogawa, T., Spina, R.J., Martin, W.H. 3rd, Kohrt, W.M., Schechtman, K.B., Holloszy, J.O., & Ehsani, A.A. (1992). Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation*, 86(2), 494-503.
117. Ogden, C.L., Carroll, M.D., Curtin, L.R., McDowell, M.A., Tabak, C.J., & Flegal, K.M. (2006). Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA*, 295(13), 1549-1555.
118. Pacy, P.J., Webster, J., & Garrow, J.S. (1986). Exercise and obesity. *Sports Medicine*, 3(2), 89-113.
119. Paoli, A., Pacelli, F., Bargossi, A.M., Marcolin, G., Guzzinati, S., Neri, M., Bianco, A., & Palma, A. (2010). Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 50(1), 43-51.
120. Park, S.K., Park, J.H., Kwon, Y.C., Kim, H.S., Yoon, M.S., & Park, H.T. (2003). The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. *Journal of physiological anthropology and applied human science*, 22(3), 129-135.
121. Pate, R.R., Pratt, M., Blair, S.N., Haskell, W.L., Macera, C.A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G.W., King, A.C., Kriska, A., Leon, A.S., Marcus, B.H., Morris, J., Paffenbarger, R.S. Jr, Patrick, K., Pollock, M.L, Rippe, J.M., Sallis, J., & Wilmore, J.H. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 273(5), 402-407.

122. Paterson, D.H., Govindasamy, D., Vidmar, M., Cunningham, D.A., & Koval, J.J. (2004). Longitudinal study of determinants of dependence in an elderly population. *Journal of the American Geriatric Society*, 52(10), 1632–1638.
123. Pendergast, D.R., Fisher, N.M., & Calkins, E. (1993). Cardiovascular, neuromuscular, and metabolic alterations with age leading to frailty. *Journal of gerontology*, 48, 61-67.
124. Pi-Sunyer, X., Blackburn, G., Brancati, F.L., Bray, G.A., Bright, R., Clark, J.M., Curtis, J.M., Espeland, M.A., Foreyt, J.P., Graves, K., Haffner, S.M., Harrison, B., Hill, J.O., Horton, E.S., Jakicic, J., Jeffery, R.W., Johnson, K.C., Kahn, S., Kelley, D.E., Kitabchi, A.E., Knowler, W.C., Lewis, C.E., Maschak-Carey, B.J., Montgomery, B., Nathan, D.M., Patricio, J., Peters, A., Redmon, J.B., Reeves, R.S., Ryan, D.H., Safford, M., Van Dorsten, B., Wadden, T.A., Wagenknecht, L., Wesche-Thobaben, J., Wing, R.R., & Yanovski, S.Z. (2007). Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: one-year results of the look AHEAD trial. *Diabetes Care*, 30(6), 1374-1383.
125. Poehlman, E.T., Goran, M.I., Gardner, A.W., Ades, P.A., Arciero, P.J., Katzman-Rooks, S. M. Montgomery, S.M., Toth, M.J. & Sutherland, P.T. (1993). Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 264(3), 450-455.
126. Poehlman, E.T., Melby, C.L., & Badylak, S.F. (1988). Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis in highly trained and untrained males. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 47(5), 793-798.
127. Pulfrey, S.M., & Jones, P.J. (1996). Energy expenditure and requirement while climbing above 6,000 m. *Journal of Applied Physiology*, 81(3), 1306-1311.
128. Raimundo, A.M., Gusi, N., & Tomas-Carus, P. (2009). Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 106(5), 741-748.
129. Ramazanoglu, Y.M., & Kraemer, R. (1985). Cardiorespiratory response to physical conditioning in children with bronchial asthma. *Pediatric Pulmonology*, 1(5), 272–277.
130. Reiner, Z., Catapano, A.L., De Backer, G., Graham, I., Taskinen, M.R., Wiklund, O., Agewall, S., Alegria, E., Chapman, M.J., Durrington, P., Erdine, S., Halcox, J., Hobbs, R., Kjekshus, J., Filardi, P.P., Riccardi, G., Storey, R.F., Wood, D.; ESC Committee for

- Practice Guidelines (CPG) 2008-2010 and 2010-2012 Committees (2011). ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: the Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *European Heart Journal*, 32(14), 1769-1818.
131. Rhea, P., Ryan, A., Nicklas, B., et al. (1999). Effects of strength training with and without weight loss on lipoprotein-lipid levels in postmenopausal women. *Clinical Exercise Physiology*, 1,138–144.
 132. Rice, B., Janssen, I., Hudson, R., & Ross, R. (1999). Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. *Diabetes Care*, 22(5), 684-691.
 133. Robinson, S., Dill, D.B., Tzankoff, S.P., Wagner, J.A., & Robinson, R.D. (1975). Longitudinal studies of aging in 37 men. *Journal of Applied Physiology*, 38(2), 263–267.
 134. 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 the American Geriatrics Society*, 52(6), 901-908.
 135. Scarlata, S., Pedone, C., Conte, M.E., & Incalzi, R.A. (2009). Accuracy of spirometry in diagnosing pulmonary restriction in elderly people. *Journal of the American Geriatric Society*, 57(11), 2107-2111.
 136. Schaefer, E.J., Moussa, P.B., Wilson, P.W., McGee, D., Dallal, G., & Castelli, W.P. (1989). Plasma lipoproteins in healthy octogenarians: lack of reduced high density lipoprotein cholesterol levels: results from the Framingham Heart Study. *Metabolism: clinical and experimental*, 38(4), 293-296.
 137. Segal, N.A., Hein, J., & Basford, J.R. (2004). The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(12), 1977–1981.
 138. Sekendiz, B., Altun, Ö., Korkusuz, F., & Akın, S. (2007). Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11, 318–326.
 139. Shaw, B.S., & Shaw, I. (2011). Pulmonary function and abdominal and thoracic kinematic changes following aerobic and inspiratory resistive diaphragmatic breathing training in asthmatics. *Lung*, 189(2), 131-139.

140. Shephard, R.J. (2009). Maximal oxygen intake and independence in old age. *British Journal of Sports Medicine*, 43(5), 342–346.
141. Sinaki, M., McPhee, M.C., Hodgson, S.F., Merritt, J.M., & Offord, K.P. (1986). Relationship between bone mineral density of spine and strength of back extensors in healthy postmenopausal women. *Mayo clinic Proceedings*, 61(2), 116-122.
142. Skelton, D.A. (2001). Effects of physical activity on postural stability. *Age and Ageing*, 30(4), 33–39.
143. Slattery, M.L., Jacobs, D.R. Jr., & Nichaman, M.Z. (1989). Leisure time physical activity and coronary heart disease death. The US Railroad Study. *Circulation*, 79(2), 304-311.
144. Son, J.I., Chin, S.O., & Woo, J.T. (2012). The Committee for Developing Treatment Guidelines for Dyslipidemia, Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis (KSLA). Treatment guidelines for dyslipidemia: summary of the expanded second version. *Journal of Lipid and Atherosclerosis*, 1, 45-59.
145. Stewart, K.J., Turner, K.L., Bacher, A.C., DeRegis, J.R., Sung, J., Tayback, M., & Ouyang, P. (2003). Are fitness, activity, and fatness associated with health-related quality of life and mood in older persons? *Journal of cardiopulmonary rehabilitation*, 23(2), 115-121.
146. Stone, M.H., Wilson, G.D., Blessing, D., & Rozenek, R. (1983). Cardiovascular responses to short-term olympic style weight-training in young men. *Canadian journal of applied sport sciences*, 8(3), 134-139.
147. Svantesson, U., & Grimby, G. (1995). Stretch-shortening cycle during plantar flexion in young and elderly women and men. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(5), 381-385.
148. Swain, D.P., & Franklin B.A. (2006). Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *The American journal of cardiology*, 97(1), 141-147.
149. Takata, Y., Ansai, T., Soh, I., Awano, S., Yoshitake, Y., Kimura, Y., Nakamichi, I., Goto, K., Fujisawa, R., Sonoki, K., Yoshida, A., Toyoshima, K., & Nishihara, T. (2012). Physical fitness and 6.5-year mortality in an 85-year-old community-dwelling population. *Archives of gerontology and geriatrics*, 54(1), 28-33.

150. Tate, D.F., Jeffery, R.W., Sherwood, N.E., & Wing, R.R. (2007). Long-term weight losses associated with prescription of higher physical activity goals. Are higher levels of physical activity protective against weight regain? *The American journal of clinical nutrition*, 85(4), 954-959.
151. Treuth, M.S., Hunter, G.R., Kekes-Szabo, T., Weinsier, R.L., Goran, M.I., & Berland, L. (1985). Reduction in intra-abdominal adipose tissue after strength training in older women. *Journal of applied physiology*, 78(4), 1425-1431.
152. Tucker, L.A., & Silvester, L.J. (1996). Strength training and hypercholesterolemia: an epidemiologic study of 8499 employed men. *American Journal of Health Promotion*, 11(1), 35-41.
153. Utter, A.C., & Lambeth, P.G. (2010). Evaluation of multifrequency bioelectrical impedance analysis in assessing body composition of wrestlers. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(2), 361-367.
154. Vaz Fragoso, C.A., & Gill, T.M. (2012). Respiratory impairment and the aging lung: a novel paradigm for assessing pulmonary function. *The Journals of Gerontology*, 67(3), 264-275.
155. Villareal, D.T., Miller, B.V. 3rd, Banks, M., Fontana, L., Sinacore, D.R., & Klein, S. (2006). Effect of lifestyle intervention on metabolic coronary heart disease risk factors in obese older adults. *The American journal of clinical nutrition*, 84(6), 1317-1323.
156. Wadden, T.A., Anderson, D.A., & Foster, G.D. (1999). Two-year changes in lipids and lipoproteins associated with the maintenance of a 5% to 10% reduction in initial weight: some findings and some questions. *Obesity Research*, 7(2), 170-178.
157. Watsford, M.L., Murphy, A.J., & Pine, M.J. (2007). The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *Journal of Science and medicine in sport*, 10(1), 36-44.
158. Weiner, P., Azgad, Y., & Ganam, R. (1992). Inspiratory muscle training for bronchial asthma. *Harefuah*, 122(3), 155-159.
159. Wells, K.F., & Dillon, E.K. (1952). The sit and reach: A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 23, 115-118.
160. Young, D.R., & Steinhardt, M.A. (1995). The importance of physical fitness for the reduction of coronary artery disease risk factors. *Sports Medicine*, 19(5), 303-310.

161. Zatsiorsky, W.M., & Kraemer, W.J. (2006). *Science and Practice of Strength Training-2nd Edition*. Champaign: Human Kinetics.

8. ŽIVOTOPIS I POPIS JAVNO OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA

Neven je rođen 4. listopada 1967. godine u Zagrebu, Hrvatska, a 2001. godine seli u SAD. Osnovnu i srednju školu završava u Zagrebu, gdje 1994. postaje Viši sportski trener za body building, 2000. godine Profesor fizičke kulture, te 2011. godine Magistar znanosti (Kineziologija) pri Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U studenom 2011. godine upisuje doktorski studij pri Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

U mladosti je bio pod snažnim utjecajem svoga oca Josipa Čoraka, olimpijskog hrvača svjetske klase, a i sam je bio uspješan u mnogim sportovima, uključujući atletiku, plivanje, hrvanje i karate.

Kasnije se počeo profesionalno baviti bodybuildingom, u kojem je osvojio brojne nagrade i medalje. Njegova najznačajnija postignuća su prvo mjesto na Europskom prvenstvu ILBB 1993. godine, drugo mjesto kao Mr. Universe NABBA 2005. godine, te prvo mjesto u Svjetskom kupu BNFF-WFF u 2006. godini.

Nakon osvajanja prve europske medalje u bodybuildingu 1991. godine, Neven je svoje stručno znanje počeo promovirati putem medija. Postao je producent i redatelj dvije TV emisije: "Body Heat" na Hrvatskoj radioteleviziji i "Beautiful Body by Neven Čorak" na Otvorenoj televiziji. Također se pojavljuje u brojnim televizijskim emisijama, reklamama i glazbenim spotovima, a glumio je i u filmu "Nausikaja". Osim toga djeluje i kao kolumnist u mnogim časopisima, te je bio suvoditelj u više od 80 radijskih emisija.

Za vrijeme svoje profesionalne i sportske karijere je, od 1986. do danas, radio kao fitness, bodybuilding i kondicijski trener te vlasnik, menadžer, savjetnik i stručni suradnik fitness centara u Republici Hrvatskoj (Fitness centar Fit: sauna, masaža, kozmetika, fitness; Body Building klub Sutinska Vrela; Aerobic centar, Hrvatsko Sportsko Društvo Ban Jelačić), i

Sjedinjenim Američkim Državama (24 Hour Fitness, Fitness 19, CN Solutions, KINECOR Wellness, itd.).

Neven je, osim knjiga na teme bodybuildinga, fitnessa, sporta, rekreacije i prehrane, kao koautor objavio i nekoliko znanstvenih i stručnih radova.

1. Corak, N. (2017). *Weight Loss with Any Food - drugo dopunjeno izdanje*. Denver: KINECOR Wellness LLC. (u tisku)
2. Vuk, S., & Čorak, N. (2015). Morphological characteristics of a top-level bodybuilder during preparation for competition: a case study. *Sport Science*, 8(2), 7-12.
3. Corak, N. (2014). *Weight Loss with Any Food*. Denver: KINECOR Wellness.
4. Vuk, S., & Corak, N. (2013). Morphological Characteristics of a Top-Level Bodybuilder During Preparation for Competition. In Håvard Wiig, Truls Raastad, Jostein Hallén, Jens Bojsen-Møller, Gøran Paulsen, Olivier Seynnes, Tron Krosshaug, Tormod Skogstad Nilsen and Ina Garthe (Eds), *Proceedings book of The 8th. International Conference on Strength Training*, Oslo, Norway, October, 24-28 2012, (pp. 278-279). Oslo: Norwegian School of Sport Sciences, Forskningsenter for Trening og Presetasjon, Antidoping Norge and Olympiatoppen Oslo.
5. Vuk, S., & Čorak, N. (2011). Trends of morphological characteristics of a top-level bodybuilder: a case study. In Dragan Milanović & Goran Sporiš (Eds.), *Proceedings book of 6th International Scientific Conference on Kinesiology "Integrative Power of Kinesiology"*, Opatija, Croatia, September 08-11, 2011 (pp. 430-434). Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb. Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Kinesiology, Croatia, 2011. 430-434.
6. Corak, N. (2001). *Fitness & Bodybuilding*. Zagreb: Hinus.
7. Čorak, N. (2001). *Fitness i bodybuilding*. Zagreb: Hinus.
8. Corak, N. (2000). *Basics of Nutrition for Sport and Recreation*. Zagreb: Hinus.
9. Čorak, N. (1996). *Prehrana športaša*. 4. izdanje. Zagreb: vlastita naklada.
10. Čorak, N. (1995). *Ljepota tijela*. 3. dopunjeno izdanje. Zagreb: vlastita naklada.
11. Čorak, N. (1994). *Body building for everyone: vježbe za žene i muškarce*. 2. izdanje. Zagreb: vlastita naklada.

12. Corak, N. (1994). Body building for everyone. Zagreb: Nederlandse uitgave.
13. Čorak, N. (1994). Prehrana športaša. Zagreb: vlastita naklada.
14. Čorak, N. (1994). Vitko i lijepo žensko tijelo. Zagreb: vlastita naklada.
15. Čorak, N. (1993). Stop celulit! Zagreb: vlastita naklada.
16. Čorak, N. (1993). Ljepota tijela prehranom i vježbom. 2. izdanje. Zagreb: vlastita naklada.
17. Čorak, N. (1992). Ljepota tijela prehranom i vježbom. Zagreb: vlastita naklada.