

# Utjecaj programa tjelesnoga vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status osoba starije životne dobi

---

Čorak, Neven

Doctoral thesis / Disertacija

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:886002>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)





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) 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 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 pomoći u smanjenju nastanka 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 povećao je FVC i FEV1 kod 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 1<sup>st</sup> 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.

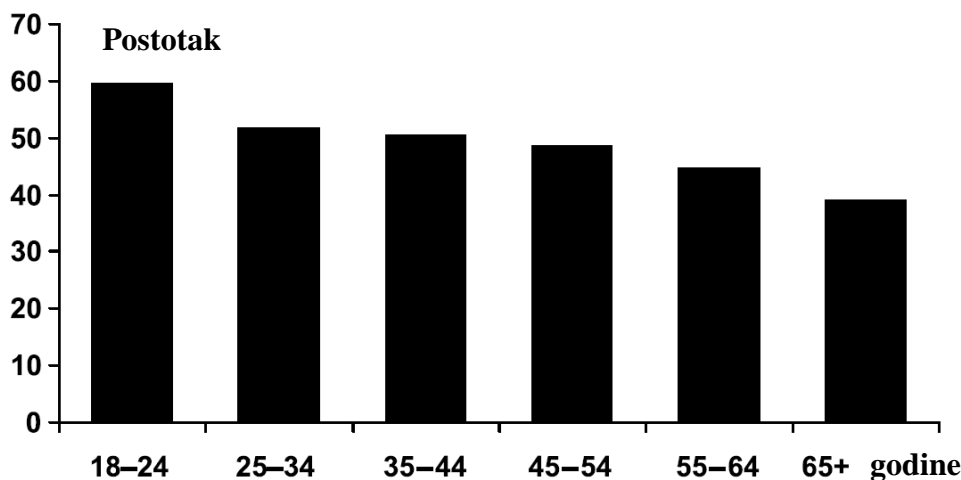
# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
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 masa i tjelesna aktivnost .....	3
1.2.1. Redovita tjelesna aktivnost i upravljanje tjelesnom masom.....	3
1.2.2. Tjelesna aktivnost i gubitak tjelesne mase .....	5
1.2.3. Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne mase 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 mase.....	7
1.3. Povećana količina tjelesne aktivnosti i njene prednosti .....	8
1.4. Starenje .....	9
1.4.1. Redovita tjelesna aktivnost starijih osoba .....	10
1.4.2. Programirano tjelesno vježbanje za razvoj jakosti starijih osoba.....	10
1.4.3. Kolesterol i lipoproteini.....	11
1.4.4. Hipertenzija .....	13
1.5. PROBLEM .....	15
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE</b> .....	<b>16</b>
<b>3. METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>17</b>
3.1. ISPITANICI .....	17
3.2. VARIJABLE .....	18
3.2.1. MORFOLOŠKI PARAMETRI .....	18
3.2.1.1. Visina tijela (VT).....	19
3.2.1.2. Masa tijela (MT).....	19
3.2.1.3. Indeks tjelesne mase (BMI).....	19
3.2.2. SASTAV TIJELA .....	20
3.2.3. MOTORIČKE SPOSOBNOSTI.....	21
3.2.3.1. Skok u vis iz čučnja.....	21
3.2.3.2. Skok iz čučnja s prethodnom pripremom .....	22
3.2.3.3. Skok iz čučnja sa zamahom rukama.....	22
3.2.3.4. Pretklon sjedeći .....	22
3.2.3.5. Pretklon raznožno .....	23
3.2.3.6. Odnoženje ležeći na boku (lijeva i desna noga) .....	23
3.2.4. FUNKCIJE SRČANO-ŽILNOG SUSTAVA .....	24
3.2.4.1. Sistolički tlak i dijastolički tlak .....	24
3.2.4.2. Maksimalna frekvencija srca .....	25
3.2.5. FUNKCIJE METABOLIČKOG/HEMATOLOŠKOG SUSTAVA .....	25
3.2.5.1. Bazalni metabolizam .....	25
3.2.5.2. Ukupni kolesterol, HDL i LDL .....	27
3.2.6. FUNKCIJE DIŠNOG SUSTAVA.....	27
3.2.6.1. Forsirani vitalni kapacitet (FVC).....	27
3.2.6.2. Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (FEV1).....	28

3.3. PROTOKOL TESTIRANJA .....	28
3.3.1.1. TRENAŽNI PROGRAM .....	29
3.3.1.2. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA.....	33
<b>4. REZULTATI .....</b>	<b>34</b>
4.1. Centralni i disperzivni pokazatelji .....	35
4.2. Normalnost distribucije rezultata.....	41
4.3. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa.....	44
4.3.1.1. Morfološki parametri.....	44
4.3.1.2. Sastav tijela.....	44
4.3.1.3. Motoričke sposobnosti.....	45
4.3.1.4. Srčano-žilni sustav.....	45
4.3.1.5. Metabolički/hematološki sustav .....	46
4.3.1.6. Dišni sustav .....	46
4.4. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja .....	47
<b>5. RASPRAVA.....</b>	<b>63</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>75</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>77</b>
<b>8. ŽIVOTOPIS I POPIS JAVNO OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA.....</b>	<b>103</b>

# 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 masa i tjelesna aktivnost**

Povećana tjelesna masa 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 masom.

### **1.2.1. Redovita tjelesna aktivnost i upravljanje tjelesnom masom**

Prekomjerna tjelesna masa i pretilost se mogu procijeniti i izraziti putem indeksa tjelesne mase (BMI) i to vrijednostima od 25 do 29,9 kg/m<sup>2</sup> za prekomjernu tjelesnu masu te 30 kg/m<sup>2</sup> 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 masom, odnosno s pretilošću. Važno je istaknuti kako oboje, i prekomjernu tjelesnu masu 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 masom i pretilošću se smatra jednom od važnijih javnozdravstvenih inicijativa, jer su brojna istraživanja pokazala



pozitivne učinke smanjenja mase i s njom povezane tjelesne masnoće kod pretilih osoba i osoba s prekomjernom tjelesnom masom. 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 mase za minimalno 10%, iako postoje i brojna istraživanja koja pokazuju poboljšanja čimbenika rizika srčano-žilnih bolesti kod gubitka tjelesne mase 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 mase (Ditschuneit, 1999; Flechtner-Mors i sur., 2000; Lalonde, 2002).

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

<b>Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne mase.</b>	<b>Tjelesna aktivnost od 150 do 250 min/tj s energetske ekvivalentom 1200-2000 kcal/tj će spriječiti dobivanje tjelesne mase unutar 3% kod većine odraslih.</b>
<b>Tjelesna aktivnost i gubitak tjelesne mase.</b>	Tjelesna aktivnost kraća od 150 min/tj uzrokuje minimalan gubitak tjelesne mase; tjelesna aktivnost u trajanju od 150 min/tj ili duže rezultira skromnim gubitkom mase od oko 2-3 kg; tjelesna aktivnost u trajanju od 225-420 min/tj ili duže rezultira gubitkom mase od oko 5-7,5 kg.
<b>Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne mase nakon perioda mršavljenja.</b>	Neke studije preporučaju vrijednosti od oko 200-300 min/tj za održavanje tjelesne mase ili za usporavanje ponovnog dobivanja mase. Međutim, nije provedena studija koja pruža egzaktnu preporuku o intenzitetu i trajanju tjelesne aktivnosti kako bi se postignuta razina tjelesne mase zadržala nakon perioda mršavljenja.
<b>Tjelesna aktivnost i ograničen unos energije.</b>	Tjelesna aktivnost će pomoći gubitku tjelesne mase ako je smanjenje unosa energije umjereno, ali ne i pretjerano (tj., ako je dnevni energetske unos manji od bazalnog metabolizma – energetske deficit).
<b>Trening s otporima i gubitak tjelesne mase.</b>	Istraživanja pokazuju kako trening s otporima nije učinkovit za gubitak tjelesne mase 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 mase 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 mase, gubitka tjelesne mase i prevenciju povrata tjelesne mase nakon perioda mršavljenja (vidi Tablicu 1.).

### **1.2.2. Tjelesna aktivnost i gubitak tjelesne mase**

Zanimljivo je kako dosadašnja istraživanja o odnosima veličine tjelesne mase 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 masi 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 mase (1,7 kg) od intervalne grupe (0,8 kg), no te promjene su manje od 3% od inicijalne mase ispitanika.

Kavouras i sur. (2007) u svojoj studiji govore o značajno nižem BMI (25,9 kg/m<sup>2</sup>) kod osoba koje sudjeluju u tjelesnim aktivnostima u trajanju najmanje 30 minuta dnevno pet dana tjedno u odnosu na manje aktivne osobe (26,7 kg/m<sup>2</sup>). 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 kg/m<sup>2</sup> u vremenskom periodu od 16 godina, što nije statistički značajno u odnosu na porast za 0,9 kg/m<sup>2</sup> BMI-a kod osoba koje su nastavile živjeti sjedilačkim načinom života. Međutim, osobe koje su bile aktivne 261 min/tj u oba perioda

mjerenja 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 mase ukazuju kako povećana količina tjelesne aktivnosti rezultira i većim gubitkom tjelesne mase (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 mase veće od 3%.

### **1.2.3. Tjelesna aktivnost i održavanje tjelesne mase nakon perioda mršavljenja**

Opće je prihvaćeno kako većina osoba može izgubiti tjelesnu masu, ali ne mogu održavati postignutu razinu tjelesne mase. I u ovom slučaju se tjelesna aktivnost promovira kao nužnost za održavanje mase (Jakicic i sur., 2001), odnosno tjelesna aktivnost se često navodi kao najbolje sredstvo za održavanje tjelesne mase 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 mase od onih pojedinaca koji ne vježbaju. Također, istraživanja su pokazala kako su osobe koje su provele više vremena vježbajući povratila manje tjelesne mase od onih koji su vježbali manje.

Iako je opće prihvaćen koncept kako je tjelesna aktivnost potrebna za održavanje tjelesne mase 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 mase vidi se kako smanjen unos energije igra značajnu ulogu u smanjenju tjelesne mase. 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 mase uključuju oboje, i ograničenje unosa energije i pojačanu tjelesnu aktivnost. Programi usmjereni za gubitak tjelesne mase 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 mase.

#### **1.2.5. Programirano tjelesno vježbanje s otporima i gubitak tjelesne mase**

Zanimljivo je napomenuti kako istraživanja pokazuju da programirano tjelesno vježbanje s otporima nije učinkovit za gubitak tjelesne mase, 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 mase 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 masu 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; Bassey 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 (Mathias, 2016). 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*) (Driskell i Wolinsky, 2011). 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.

Primarna svrha mjerenja ukupnog kolesterola je određivanje rizika od razvoja kardiovaskularnih bolesti (Driskell i Wolinsky, 2011). U kliničkoj se praksi za procjenu i kontrolu rizika od srčano-žilnih bolesti opće populacije kao glavna laboratorijska mjera koristi razina ukupnog kolesterola i LDL-a (Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults, 2001). Međutim, neka istraživanja pokazuju kako je razina HDL-a sličan ili čak i bolji pokazatelj rizika od srčano-žilnih bolesti i smrtnosti (Cui et al., 2001; Farwell et al., 2005; Liu et al., 2006; Ingelsson et al., 2007).



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, neki autori dislipidemiju (genetski ili višefaktorski poremećaj metabolizma lipoproteina, definirana razinom ukupnog kolesterola, LDL-a, HDL-a, triglicerida, ili nekom njihovom kombinacijom, kao i nižom razinom HDL-a (US Preventive Services Task Force, 2016)) smatraju važnim faktorom rizika od srčano-žilnih bolesti (von Eckardstein, 2004; Chou et al., 2016). Primjerice, 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, odnosno vodeći faktor obolijevanja i smrtnosti u svijetu (Ezzati i sur., 2002; Tu i sur., 2008). U dobi od 60 do 70 godina, oko 50% muškaraca i žena imaju hipertenziju (Hurley i Roth, 2000), dok je povišeni krvni tlak glavni čimbenik rizika srčano-žilnih bolesti starijih osoba do 85. godine života (Hurley i Roth, 2000, prema Kaplan, 1990).

Uvođenje redovitog aerobnog vježbanja je jedan od mogućih načina smanjenja krvnog tlaka u mirovanju (Department of Health and Human Services, Physical Activity and Health, 1996; JNC VI, 1997; Tanaka i sur., 2000; Pescatello i sur., 2004; Cornelissen i Fagard, 2005; Edwards i Lang, 2005; Kim i sur., 2017), dok vježbanje s otporom nije preporučljivo za tu namjenu zbog nedosljednosti ili beznačajnih rezultata istraživanja o utjecaju na snižavanje krvnog tlaka u mirovanju (Blumenthal, Siegal i Applebaum, 1991; Cononie i sur., 1991; Stone i sur., 1991; Kelley, G.A. i Kelley, K.S., 2000). Naime, rezultati istraživanja o učincima programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na krvni tlak u mirovanju sredovječnih i starijih osoba su kontradiktorni. 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. Također, Vincent i sur. (2003) nisu dobili promjena niti u sistoličkom niti dijastoličkom tlaku nakon šest mjeseci nisko-intenzivnog i/ili visoko-intenzivnog treninga s otporima. Slično, Shim i Kim (2017) nisu dobili značajan utjecaj 15-tjednog treninga s vlastitom tjelesnom masom na tlak u mirovanju. 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

### 3.1. ISPITANICI

Ovo istraživanje provedeno je na uzorku od 120 ispitanika, bivših članova lokalnih fitness centara (nisu članovi duže od šest mjeseci), 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 ( $66,8 \pm 1,97$  godina; AS  $\pm$  SD;  $n_M=11$  i  $n_{\bar{z}}=9$ ), drugu (E2) „starije“ starije osobe, odnosno osobe u dobi od 75 do 84 godine ( $79,53 \pm 3,27$ ; AS  $\pm$  SD;  $n_M=10$  i  $n_{\bar{z}}=10$ ) i treću (E3) skupinu „vrlo stare“ osobe, osobe starije od 85 godina ( $86,33 \pm 1,59$ ; AS  $\pm$  SD;  $n_M=11$  i  $n_{\bar{z}}=9$ ). Prvu kontrolnu skupinu (K1) činile su „mlađe“ starije osobe ( $68,2 \pm 2,91$ ; AS  $\pm$  SD;  $n_M=13$  i  $n_{\bar{z}}=7$ ), drugu (K2) „starije“ starije osobe ( $78,93 \pm 3,93$ ; AS  $\pm$  SD;  $n_M=12$  i  $n_{\bar{z}}=8$ ) i treću (K3) skupinu „vrlo stare“ osobe ( $86,36 \pm 1,91$ ; AS  $\pm$  SD;  $n_M=9$  i  $n_{\bar{z}}=11$ ). Sve eksperimentalne skupine provele su jednaki program tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti kroz 12 tjedana (za detalje vidi Tablicu 2), dok kontrolne skupine u tom vremenu 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) morfologije, (2) sastava tijela, (3) motoričkih sposobnosti, (4) funkcija srčano-žilnog sustava, (5) metaboličkog/hematološkog sustava i (6) dišnog sustava.

### 3.2.1. 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 mase, 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*

## Morfološke karakteristike:

### 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 prianjao, 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) 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. Formula indeksa tjelesne mase:



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

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (1998) vrijednosti BMI govore o stupnju uhranjenosti: (1) pothranjenost ( $BMI < 18,5 \text{ kg/m}^2$ ), (2) normalno ( $18,5 < BMI < 24,9 \text{ kg/m}^2$ ), (3) prekomjerna tjelesna masa ( $25 < BMI < 29,9 \text{ kg/m}^2$ ) i (4) pretilost: (4a) I stupanj ( $30 < BMI < 34,9 \text{ kg/m}^2$ ), (4b) II stupanj ( $35 < BMI < 39,9 \text{ kg/m}^2$ ) i (4c) III stupanj ( $BMI > 40 \text{ kg/m}^2$ ). 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 postotku vode u tkivu, koji je najveći 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 (Mišigoj-Duraković, 2008). 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. MOTORIČKE 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).

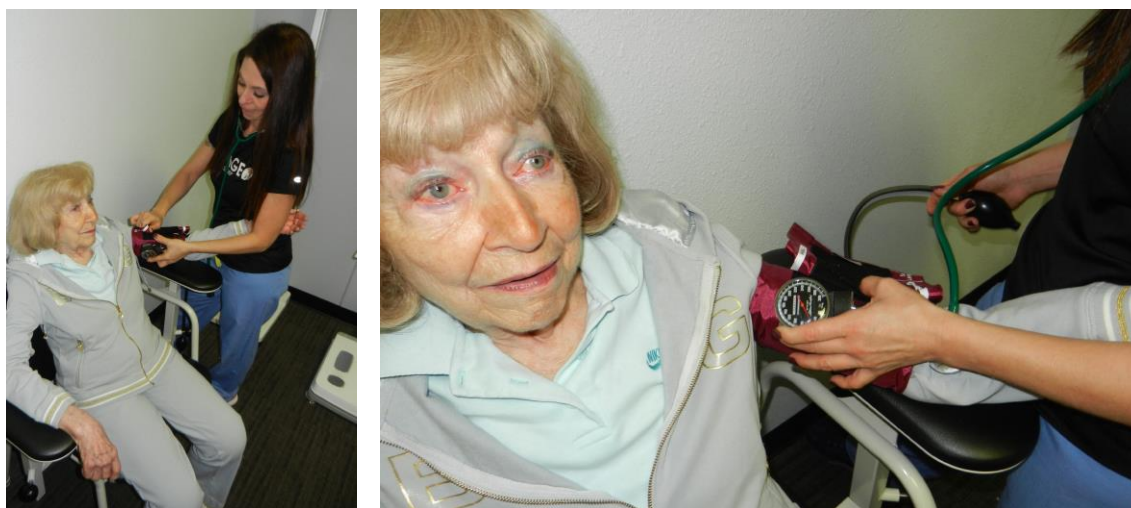
#### **3.2.3.6. Odnoženje ležeći na boku (lijeva i desna noga)**

Ovim testom procijenjena je fleksibilnost mišića aduktora donjih ekstremiteta. Ispitanici su ležeći na boku, leđima uza zid, aktivacijom mišića abduktora 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 brzina postupno povećavala svaku minutu za 0,5 km/h 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 mjerачem 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 tjelesne mase, 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.

Za mjerenje bazalnog metabolizma korišten je *The MedGem kalorimetar i The MedGem Analyzer Software* (HealtheTech, Golden, CO). Prije samog testiranja, ispitanici su mirno sjedili u stolici 5-10 minuta kako bi stabilizirali disanje i frekvenciju srca. Ispitanici su koristili jednokratne *MedGem* nastavke za usta te štikaljke za nos. Mjerenja je trajalo 10 minuta za svakog ispitanika. Ispitanici su trebali biti opušteni i normalno disati tijekom ispitivanja.

### **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-Burchard* testom pomoću *ATAC 8000 random access clinical chemistry auto-analyzer* sustava (Elan Diagnostics, USA). 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 b<sup>2</sup>; 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 (Jukić i sur., 2008). Nakon toga su skinuli kvačicu s nosa i kartonski nastavak iz usta. Test su ponovili tri puta.

#### **3.2.6.1. Forsirani vitalni kapacitet (FVC)**

Rezultat u testu predstavljao je maksimalni volumen zraka (u litrama) koju je ispitanik snažno izdahnuo nakon maksimalnog udaha (Vaz Fragosto & Gill, 2012). Koristio se rezultat s najvećom vrijednošću od tri pokušaja.



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

Rezultat u testu predstavljao je volumen zraka koji je snažno izdahnut u prvoj sekundi forsiranog vitalnog kapaciteta (Vaz Fragosto & Gill, 2012), a za ovo istraživanje uzeta je vrijednost iz onog pokušaja u kojem je dobivena najveća vrijednost forsiranog vitalnoga kapaciteta.

## 3.3. PROTOKOL TESTIRANJA

Ispitanicima je najprije izmjeren tlak, bazalni metabolizam, te ukupni kolesterol s LDL i HDL. Nakon toga su izmjerene morfološke 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 2,5-5 km/h (ovisno o stanju vježbača) (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). Provedeni program tjelesnog vježbanja stvoren u skladu s uputama Hassa, Feigenbauma i Franklina (2001) koji su uvažili smjernice postojeće literature, odnosno, savjetuju minimalno jednu seriju od 8 do 10 višezglobnih osnovnih vježbi koje uključuju velike mišićne skupine i to 2 do 3 puta tjedno. Stoga je ovaj program 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 pogrčenim 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 i spuštanje s povišenja 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 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 su prikazani rezultati *Kolmogorov-Smirnovljevog* testa normalnosti distribucije rezultata inicijalnog i finalnog testiranja. Kako su neke testirane varijable neparametrijskog tipa, odnosno raspršenost rezultata nije normalno distribuirana, 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.

U tablicama su prikazani rezultati *Mann-Whitney U* testa kojima je utvrđena značajnost razlika između eksperimentalnih i kontrolnih grupa, te rezultati t-testa za zavisne uzorke (kod normalno distribuiranih rezultata), odnosno rezultati *Wilcoxonovog sign-rank* testa (kod rezultata koji nisu normalno distribuirani) kojima je utvrđena značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja.

## 4.1. 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 u inicijalnom i finalnom stanju (n = 20)

Varijabla	Inicijalno stanje				Finalno stanje			
	AS	SD	Min	Max	AS	SD	Min	Max
Visina tijela (cm)	164	6,36	154	172	164	6,36	154	172
Masa tijela (kg)	72,3	12,72	53,6	92,6	72,8	12,56	53,1	92,0
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	26,62	3,51	21,20	32,80	26,80	3,46	21,50	32,60
Mišićna masa (kg)	27,2	5,70	20,0	36,7	27,3	5,73	20,5	36,5
Potkožno masno tkivo (%)	31,2	9,34	18,8	46,1	31,2	9,27	19,4	46,2
Nemasna masa tijela (kg)	49,5	10,19	37,1	67,5	49,8	10,1	37,60	67,1
Ukupna količina vode (kg)	36,3	7,50	27,2	49,9	36,5	7,51	27,6	49,6
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	7,2	3,94	0	12	7,7	3,76	0	13
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	10,1	5,04	0	16	10,5	4,38	1	16
Skok u vis iz čučnja (cm)	6,6	3,73	0	12	6,8	3,75	0	12
Pretklon sjedeći (cm)	17,9	4,72	11	31	19,6	4,27	15	34
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	53,9	26,64	19	135	55,1	26,35	22	133
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	54,0	26,35	23	134	55,3	25,85	23	131
Pretklon raznožno (cm)	20,3	5,20	13	33	22,5	4,94	18	38
Sistolički tlak (mmHg)	132,5	5,96	125	144	131,3	6,87	122	148
Dijastolički tlak (mmHg)	83,4	3,36	78	88	82,3	4,76	74	91
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	157,9	5,87	148	170	161,9	6,67	147	173
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	1548,6	184,10	1251	1823	1565,9	182,81	1295	1851
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	224,0	34,81	151	273	218,9	22,49	165	254
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	57,6	10,35	33	70	59,2	9,34	37	69
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	128,2	23,42	88	169	121,3	20,04	72	158
Forsirani vitalni kapacitet (L)	3,17	0,63	2,18	3,92	3,18	0,63	2,17	3,94
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	2,52	0,47	1,70	3,06	2,54	0,48	1,71	3,10

Legenda: n = broj ispitanika; min = najmanja izmjerena vrijednost; max = najveća izmjerena vrijednost; AS = prosječna vrijednost; SD = standardna devijacija.



Tablica 4. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe K1 u inicijalnom i finalnom stanju (n = 20)

Varijabla	Inicijalno stanje				Finalno stanje			
	AS	SD	Min	Max	AS	SD	Min	Max
Visina tijela (cm)	167,9	10,48	156	194,5	167,9	10,48	156	194,5
Masa tijela (kg)	74,0	15,80	53,9	109,0	75,35	16,8	53,6	113,1
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	26,04	3,38	21,2	31,3	26,47	3,61	21,1	31,5
Mišićna masa (kg)	28,8	6,22	20,2	44,0	28,9	6,37	20,3	44,3
Potkožno masno tkivo (%)	29,2	7,61	19,1	43,0	30,2	7,62	18,9	43,6
Nemasna masa tijela (kg)	52,1	11,36	36,7	79,9	52,2	11,60	36,9	80,4
Ukupna količina vode (kg)	38,1	8,27	26,8	58,3	38,2	8,43	26,9	58,6
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	7,7	2,39	5	14	7,5	2,57	3	14
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	12,8	2,55	7	17	12,9	2,48	7	17
Skok u vis iz čučnja (cm)	7,7	2,65	4	14	7,1	2,75	0	12
Pretklon sjedeći (cm)	17,4	2,43	14	21	17,2	2,17	14	21
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	54,3	6,88	39	63	54,6	6,04	40	61
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	54,3	6,16	39	64	54,6	5,89	39	62
Pretklon raznožno (cm)	19,0	3,15	15	24	19,4	2,94	16	24
Sistolički tlak (mmHg)	132,4	6,15	122	144	132,0	6,10	121	142
Dijastolički tlak (mmHg)	81,9	3,74	76	92	81,7	4,98	75	90
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	154,6	4,19	148	161	155,7	5,80	146	163
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	1556,6	258,38	1254	2201	1559,7	274,33	1161	2214
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	222,9	33,47	151	270	224,6	35,58	172	292
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	56,9	10,43	34	71	58,7	6,56	41	67
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	126,1	22,82	87	173	129,2	30,06	82	192
Forsirani vitalni kapacitet (L)	3,19	0,88	2,30	5,30	3,20	0,87	2,30	5,28
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	2,52	0,65	1,72	4,11	2,52	0,65	1,71	4,09

Legenda: n = broj ispitanika; min = najmanja izmjerena vrijednost; max = najveća izmjerena vrijednost; AS = prosječna vrijednost; SD = standardna devijacija.

Tablica 5. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe E2 u inicijalnom i finalnom stanju (n = 20)

Varijabla	Inicijalno stanje				Finalno stanje			
	AS	SD	Min	Max	AS	SD	Min	Max
Visina tijela (cm)	168,1	8,94	149	177	168,1	8,94	149	177
Masa tijela (kg)	73,2	14,23	50,6	92,0	73,6	15,63	50,9	95,3
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	25,7	2,99	21,0	30,2	25,7	3,43	20,6	30,5
Mišićna masa (kg)	26,8	4,58	19,4	32,5	26,9	4,78	19,6	34,0
Potkožno masno tkivo (%)	30,3	6,62	20,8	40,8	31,1	8,04	19,7	44,1
Nemasna masa tijela (kg)	50,4	7,73	37,3	60,2	50,6	8,19	37,4	62,9
Ukupna količina vode (kg)	36,8	5,66	27,2	44,0	36,9	5,97	27,3	45,9
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	5,1	4,99	0	12	5,5	4,79	0	12
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	7,2	5,54	1	15	7,0	5,21	1	14
Skok u vis iz čučnja (cm)	4,7	4,92	0	11	4,6	4,63	0	11
Pretklon sjedeći (cm)	14,8	6,15	8	24	16,1	5,40	10	24
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	45,4	11,22	33	68	45,7	10,51	32	68
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	45,5	11,75	32	69	45,7	11,16	32	68
Pretklon raznožno (cm)	16,6	5,88	10	24	18,8	4,90	13	26
Sistolički tlak (mmHg)	140,6	5,61	128	146	135,8	5,45	130	147
Dijastolički tlak (mmHg)	88,4	3,24	82	92	86,3	2,66	82	92
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	143,3	6,39	132	154	146,4	5,64	139	157
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	1435,4	174,10	1162	1661	1457,4	176,06	1198	1713
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	227,3	29,86	180	268	236,7	28,68	191	281
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	61,3	8,61	49	79	60,4	10,76	38	72
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	127,9	18,97	100	165	118,2	20,42	107	169
Forsirani vitalni kapacitet (L)	2,85	0,67	1,80	3,89	2,85	0,67	1,85	3,91
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	2,17	0,44	1,34	2,90	2,18	0,45	1,35	2,92

Legenda: n = broj ispitanika; min = najmanja izmjerena vrijednost; max = najveća izmjerena vrijednost; AS = prosječna vrijednost; SD = standardna devijacija.

Tablica 6. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe K2 u inicijalnom i finalnom stanju (n = 20)

Varijabla	Inicijalno stanje				Finalno stanje			
	AS	SD	Min	Max	AS	SD	Min	Max
Visina tijela (cm)	171,1	11,15	154,5	196	171,4	11,22	154,5	196
Masa tijela (kg)	72,9	16,73	55,4	113,1	74,4	17,00	55,2	112,8
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	24,5	2,39	21,2	29,4	24,9	2,57	20,9	29,4
Mišićna masa (kg)	28,4	6,40	18,5	42,8	28,4	6,50	18,7	42,6
Potkožno masno tkivo (%)	26,4	5,38	19,9	37,6	27,9	5,41	19,8	37,8
Nemasna masa tijela (kg)	53,4	10,77	36,2	77,9	53,3	10,67	36,5	77,4
Ukupna količina vode (kg)	38,8	7,83	26,4	56,9	38,8	7,75	26,7	56,5
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	5,3	5,31	0	13	5,4	5,18	0	13
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	7,9	6,51	0	16	8,5	6,68	0	16
Skok u vis iz čučnja (cm)	5,6	5,07	0	13	5,5	4,97	0	12
Pretklon sjedeći (cm)	15,4	5,30	10	26	15,3	4,74	10	25
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	45,5	10,34	35	64	45,7	9,70	36	62
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	45,3	9,72	35	63	45,8	9,69	36	62
Pretklon raznožno (cm)	15,4	5,23	12	28	15,9	5,40	12	29
Sistolički tlak (mmHg)	138,1	7,00	129	148	137,6	5,22	132	148
Dijastolički tlak (mmHg)	87,8	4,28	81	95	86,8	2,95	84	94
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	144,3	6,27	135	157	144,7	6,60	134	158
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	1437,4	285,40	1087	2107	1439,9	287,83	1124	2128
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	226,1	28,86	153	253	224,5	27,71	159	246
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	60,7	10,29	34	75	59,5	9,21	39	72
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	117,9	17,90	89	139	118,3	21,36	69	142
Forsirani vitalni kapacitet (L)	2,81	0,95	1,79	4,99	2,81	0,97	1,79	5,01
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	2,18	0,64	1,43	3,61	2,17	0,66	1,43	3,60

Legenda: n = broj ispitanika; min = najmanja izmjerena vrijednost; max = najveća izmjerena vrijednost; AS = prosječna vrijednost; SD = standardna devijacija.

Tablica 7. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe E3 u inicijalnom i finalnom stanju (n = 20)

Varijable	Inicijalno stanje				Finalno stanje			
	AS	SD	Min	Max	AS	SD	Min	Max
Visina tijela (cm)	168,9	10,59	152	185	168,9	10,59	152	185
Masa tijela (kg)	74,2	15,04	50,9	104,2	74,1	15,01	50,1	105,3
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	24,7	2,55	21,7	30,4	24,7	2,68	21,7	30,8
Mišićna masa (kg)	26,3	4,02	19,6	32,2	26,6	3,93	20,2	32,4
Potkožno masno tkivo (%)	31,4	5,65	21,8	41,0	30,6	5,92	21,4	41,1
Nemasna masa tijela (kg)	50,3	7,35	38,3	61,4	50,8	7,20	38,5	62,0
Ukupna količina vode (kg)	36,7	5,43	27,9	44,8	37,1	5,32	28,1	45,3
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	5,8	5,61	0	16	6,3	5,76	0	16
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	6,9	6,59	0	19	7,7	6,84	0	18
Skok u vis iz čučnja (cm)	4,9	5,19	0	14	5,5	5,52	0	15
Pretklon sjedeći (cm)	16,2	6,21	6	23	17,3	6,16	6	24
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	48,1	11,71	19	67	49,1	10,43	25	67
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	47,6	10,35	21	63	49,3	9,87	26	65
Pretklon raznožno (cm)	17,9	7,08	7	26	18,8	6,51	6	26
Sistolički tlak (mmHg)	141,7	4,17	134	148	135,1	7,50	125	151
Dijastolički tlak (mmHg)	89,5	4,53	82	95	85,4	4,86	79	94
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	139,2	9,14	125	157	142,2	10,89	124	161
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	1382,9	260,87	1073	1813	1403,5	269,35	1084	1894
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	224,6	28,42	185	279	204,3	25,02	172	250
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	60,0	9,54	49	79	61,9	9,28	42	83
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	126,7	20,55	90	165	112,0	22,48	85	153
Forsirani vitalni kapacitet (L)	2,88	0,78	1,74	4,00	2,90	0,78	1,73	4,03
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	2,14	0,53	1,35	2,91	2,16	0,54	1,35	2,98

Legenda: n = broj ispitanika; min = najmanja izmjerena vrijednost; max = najveća izmjerena vrijednost; AS = prosječna vrijednost; SD = standardna devijacija.

Tablica 8. Centralni i disperzivni pokazatelji grupe K3 u inicijalnom i finalnom stanju (n = 20)

Varijabla	Inicijalno stanje				Finalno stanje			
	Min	Max	AS	SD	Min	Max	AS	SD
Visina tijela (cm)	154,5	183	168,1	9,60	154,5	183	168,1	9,60
Masa tijela (kg)	48,8	84,7	66,3	10,58	49,2	83,8	66,0	10,50
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	19,9	27,2	24,3	1,95	20,1	27,6	24,2	1,96
Mišićna masa (kg)	17,1	36,1	25,5	5,61	17,1	35,7	25,3	5,55
Potkožno masno tkivo (%)	19,9	42,0	26,6	6,99	19,3	41,9	26,6	7,14
Nemasna masa tijela (kg)	33,6	67,8	48,9	10,23	33,6	67,1	48,7	10,15
Ukupna količina vode (kg)	24,5	49,5	35,7	7,48	24,5	49,0	35,5	7,42
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	0	13	5,8	4,17	0	12	5,8	4,07
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	0	16	7,4	5,14	0	14	7,1	4,96
Skok u vis iz čučnja (cm)	0	13	5,1	4,23	0	11	4,8	3,79
Pretklon sjedeći (cm)	5	34	16,3	6,72	5	36	15,7	7,11
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	34	149	48,9	24,25	33	149	47,1	24,66
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	34	150	48,5	24,80	34	149	48,1	24,76
Pretklon raznožno (cm)	6	37	16,8	7,14	5	38	17,1	7,41
Sistolički tlak (mmHg)	130	148	140,9	6,07	130	151	140,9	5,99
Dijastolički tlak (mmHg)	81	95	89,4	4,90	82	97	89,9	4,18
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	133	156	139,4	6,64	128	160	139,2	9,70
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	1025	1754	1288,2	220,11	1037	1752	1288,4	216,68
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	158	279	221,2	34,93	161	271	208,3	34,16
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	37	80	60,4	14,18	33	71	56,7	13,76
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	90	151	125,3	19,50	79	162	124,4	27,65
Forsirani vitalni kapacitet (L)	1,71	4,01	2,77	0,88	1,71	4,00	2,77	0,88
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	1,34	2,87	2,16	0,55	1,34	2,89	2,16	0,55

Legenda: n = broj ispitanika; min = najmanja izmjerena vrijednost; max = najveća izmjerena vrijednost; AS = prosječna vrijednost; SD = standardna devijacija.

## 4.2. Normalnost distribucije rezultata

Normalnost distribucija testirana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom i te vrijednosti su prikazane u tablicama 9. do 11.

Tablica 9. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupa E1 i K1 (n = 20)

	E1				K1			
	Inicijalno		Finalno		Inicijalno		Finalno	
	K-S test	p	K-S test	p	K-S test	p	K-S test	p
Visina tijela (cm)	,21	,018	,25	,002	,25	,002	,21	,018
Masa tijela (kg)	,19	,071	,15	,200*	,16	,163	,18	,075
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	,11	,200*	,16	,198	,16	,200*	,12	,200*
Mišićna masa (kg)	,15	,200*	,20	,039	,20	,037	,16	,200*
Potkožno masno tkivo (%)	,19	,060	,22	,013	,20	,041	,18	,086
Nemasna masa tijela (kg)	,14	,200*	,21	,020	,19	,056	,14	,200*
Ukupna količina vode (kg)	,14	,200*	,21	,018	,19	,049	,13	,200*
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,19	,070	,20	,035	,23	,008	,13	,200*
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,19	,065	,13	,200*	,13	,200*	,19	,063
Skok u vis iz čučnja (cm)	,14	,200*	,21	,020	,21	,017	,16	,200*
Pretklon sjedeći (cm)	,31	,000	,23	,006	,20	,045	,27	,000
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,31	,000	,12	,200*	,17	,116	,30	,000
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,30	,000	,17	,135	,10	,200*	,30	,000
Pretklon raznožno (cm)	,20	,038	,19	,063	,19	,063	,26	,001
Sistolčki tlak (mmHg)	,169	,197	,15	,200*	,10	,200*	,21	,022
Dijastolički tlak (mmHg)	,23	,007	,13	,200*	,13	,200*	,12	,200*
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,11	,200*	,11	,200*	,17	,128	,16	,200*
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,21	,027	,20	,041	,15	,200*	,18	,095
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,19	,064	,15	,200*	,13	,200*	,14	,200*
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,14	,200*	,18	,083	,21	,020	,20	,033
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,13	,200*	,14	,200*	,22	,016	,12	,200*
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,29	,000	,22	,014	,21	,017	,29	,000
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,30	,000	,23	,009	,22	,012	,29	,000

Legenda: K-S test = vrijednost Kolmogorov-Smirnovljevog testa; n = broj ispitanika; p = razina značajnosti; vrijednosti označene sa \* su normalno distribuirane.

Tablica 10. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupa E2 i K2 (n = 20)

	E2				K2			
	Inicijalno		Finalno		Inicijalno		Finalno	
	K-S test	p	K-S test	p	K-S test	p	K-S test	p
Visina tijela (cm)	,21	,019	,21	,019	,17	,138	,18	,110
Masa tijela (kg)	,20	,035	,18	,084	,19	,065	,16	,200*
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	,15	,200*	,17	,115	,21	,024	,21	,018
Mišićna masa (kg)	,26	,001	,19	,049	,24	,004	,25	,002
Potkožno masno tkivo (%)	,17	,139	,17	,147	,18	,076	,15	,200*
Nemasna masa tijela (kg)	,25	,002	,18	,107	,29	,000	,28	,000
Ukupna količina vode (kg)	,25	,002	,16	,111	,28	,000	,29	,000
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,25	,002	,25	,001	,24	,004	,26	,001
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,23	,009	,23	,006	,19	,059	,20	,031
Skok u vis iz čučnja (cm)	,28	,000	,24	,004	,27	,001	,27	,001
Pretklon sjedeći (cm)	,26	,001	,25	,001	,13	,200*	,19	,067
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,20	,031	,19	,051	,18	,076	,19	,068
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,18	,079	,17	,118	,17	,136	,15	,200*
Pretklon raznožno (cm)	,23	,006	,29	,000	,14	,200*	,21	,024
Sistolčki tlak (mmHg)	,28	,000	,21	,024	,19	,063	,22	,016
Dijastolički tlak (mmHg)	,19	,058	,21	,019	,17	,113	,31	,000
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,17	,138	,23	,008	,15	,200*	,12	,200*
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,17	,131	,15	,200*	,15	,200*	,17	,130
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,21	,026	,17	,130	,16	,200*	,21	,019
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,17	,149	,21	,020	,18	,076	,15	,200*
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,15	,200*	,19	,063	,17	,149	,17	,134
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,17	,149	,17	,148	,20	,039	,20	,034
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,17	,117	,18	,073	,14	,200*	,20	,043

Legenda: K-S test = vrijednost Kolmogorov-Smirnovljevog testa; n = broj ispitanika; p = razina značajnosti; vrijednosti označene sa \* su normalno distribuirane.

Tablica 11. Kolmogorov-Smirnovljev test normalnosti distribucije rezultata pri inicijalnom i finalnom testiranju grupa E3 i K3 (n = 20)

	E3				K3			
	Inicijalno		Finalno		Inicijalno		Finalno	
	K-S test	p	K-S test	p	K-S test	p	K-S test	p
Visina tijela (cm)	,20	,028	,20	,028	,13	,200*	,13	,200*
Masa tijela (kg)	,18	,097	,18	,095	,15	,200*	,15	,200*
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	,21	,017	,13	,200*	,11	,200*	,12	,200*
Mišićna masa (kg)	,14	,200*	,14	,200*	,21	,018	,22	,015
Potkožno masno tkivo (%)	,17	,146	,19	,067	,26	,001	,25	,002
Nemasna masa tijela (kg)	,15	,200*	,15	,200*	,21	,022	,20	,031
Ukupna količina vode (kg)	,14	,200*	,15	,200*	,21	,027	,20	,030
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom (cm)	,20	,040	,17	,126	,12	,200*	,16	,192
Skok iz čučnja sa zamahom rukama (cm)	,20	,031	,19	,067	,12	,200*	,14	,200*
Skok u vis iz čučnja (cm)	,28	,000	,19	,065	,15	,200*	,18	,080
Pretklon sjedeći (cm)	,20	,028	,26	,001	,15	,200*	,18	,106
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga; stupnjevi)	,17	,143	,15	,200*	,30	,000	,32	,000
Odoženje ležeći na boku (desna noga; stupnjevi)	,18	,088	,17	,147	,31	,000	,32	,000
Pretklon raznožno (cm)	,21	,019	,23	,009	,13	,200*	,16	,193
Sistolčki tlak (mmHg)	,14	,200*	,21	,021	,19	,051	,12	,200*
Dijastolički tlak (mmHg)	,26	,001	,24	,004	,20	,037	,13	,200*
Maksimalna frekvencija srca (o/min)	,16	,168	,21	,017	,23	,007	,19	,063
Bazalni metabolizam (kcal/dan)	,16	,200*	,18	,087	,17	,152	,17	,156
Ukupni kolesterol (mg/dL krvi)	,24	,003	,16	,199	,17	,142	,20	,045
HDL kolesterol (mg/dL krvi)	,22	,010	,23	,008	,14	,200*	,30	,000
LDL kolesterol (mg/dL krvi)	,19	,070	,22	,011	,18	,084	,14	,200*
Forsirani vitalni kapacitet (L)	,17	,114	,18	,093	,22	,012	,23	,009
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (L)	,18	,082	,18	,085	,17	,153	,17	,135

Legenda: K-S test = vrijednost Kolmogorov-Smirnovljevog testa; n = broj ispitanika; p = razina značajnosti; vrijednosti označene sa \* su normalno distribuirane.



### 4.3. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa

Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa su testirane Mann-Whitney U testom (za neparametrijske varijable), odnosno t-testom za nezavisne uzorke (za parametrijske varijable) i prikazane su u tablicama 12. do 17.

#### 4.3.1.1. Morfološki parametri

Tablica 12. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa u morfološkim parametrima u inicijalnom i finalnom testiranju (Mann-Whitney U test i razina značajnosti)

	INICIJALNO TESTIRANJE			FINALNO TESTIRANJE		
	Visina tijela	Visina tijela	BMI	Visina tijela	Visina tijela	BMI
<b>E1:K1</b>	175,5 (p =,507)	175,5 (p =,507)	195,0 (p =,892)	175,5 (p =,507)	199,0 (p =,507)	192,0 (p =,829)
<b>E2:K2</b>	186,0 (p =,704)	186,0 (p =,704)	184,0 (p =,665)	186,0 (p =,704)	192,0 (p =,828)	158,0 (p =,255)
<b>E3:K3</b>	198,0 (p =,957)	198,0 (p =,957)	138,0 (p =,093)	185,0 (p =,685)	189,0 (p =,766)	185,0 (p =,685)

Legenda: \*značajne razlike (p < 0,05) između grupa.

#### 4.3.1.2. Sastav tijela

Tablica 13. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa u sastavu tijela u inicijalnom i finalnom testiranju

	INICIJALNO TESTIRANJE				FINALNO TESTIRANJE			
	Mišićna masa	Potkožno masno tkivo	Nemasna masa tijela	Ukupna količina vode	Mišićna masa	Potkožno masno tkivo	Nemasna masa tijela	Ukupna količina vode
<b>E1:K1</b>	169,0 (p =,401)	175,0 (p =,499)	172,5 (p =,457)	177,5 (p =,543)	172,5 (p =,456)	194,5 (p =,882)	179,0 (p =,570)	181,0 (p =,607)
<b>E2:K2</b>	185,0 (p =,684)	130,0 (p =,058)	172,0 (p =,447)	178,0 (p =,551)	181,0 (p =,607)	157,0 (p =,244)	169,0 (p =,401)	181,0 (p =,607)
<b>E3:K3</b>	181,0 (p =,607)	<b>100,0</b> (p =,007)*	182,0 (p =,626)	179,5 (p =,579)	156,0 (p =,233)	<b>111,5</b> (p =,017)*	178,0 (p =,551)	178,0 (p =,551)

Legenda: \*značajne razlike (p < 0,05) između grupa.

### 4.3.1.3. Motoričke sposobnosti

Tablica 14. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa u motoričkim sposobnostima u inicijalnom testiranju i finalnom testiranju

	Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	Skok iz čučnja sa zamahom rukama	Skok u vis iz čučnja	Pretklon sjedeći	Odoženje ležeći na boku (lijeva noga)	Odoženje ležeći na boku (desna noga)	Pretklon raznožno
<b>INICIJALNO TESTIRANJE</b>							
<b>E1:K1</b>	169,5 (p = ,405)	138,5 (p = ,095)	175,0 (p = ,495)	192,5 (p = ,837)	168,0 (p = ,386)	142,5 (p = ,119)	178,5 (p = ,557)
<b>E2:K2</b>	171,0 (p = ,422)	196,0 (p = ,913)	186,0 (p = ,692)	158,0 (p = ,253)	180,0 (p = ,587)	176,0 (p = ,515)	147,0 (p = ,149)
<b>E3:K3</b>	190,50 (p = ,795)	188,5 (p = ,753)	190,5 (p = ,793)	173,0 (p = ,463)	195,5 (p = ,903)	187,0 (p = ,725)	162,0 (p = ,302)
<b>FINALNO TESTIRANJE</b>							
<b>E1:K1</b>	<b>120,5</b> (p = ,032)	142,0 (p = ,115)	183,5 (p = ,653)	<b>125,5</b> (p = ,040)*	<b>110,5</b> (p = ,016)*	<b>117,0</b> (p = ,023)*	<b>123,5</b> (p = ,037)*
<b>E2:K2</b>	<b>125,5</b> (p = ,040)	180,5 (p = ,594)	182,0 (p = ,614)	<b>123,5</b> (p = ,037)*	<b>115,0</b> (p = ,021)*	<b>99,5</b> (p = ,006)*	<b>117,0</b> (p = ,023)*
<b>E3:K3</b>	<b>127,5</b> (p = ,040)	185,5 (p = ,693)	193,5 (p = ,859)	<b>111,0</b> (p = ,017)*	<b>117,0</b> (p = ,023)*	<b>110,5</b> (p = ,016)*	<b>105,5</b> (p = ,011)*

Legenda: \*značajne razlike (p < 0,05) između grupa.

### 4.3.1.4. Srčano-žilni sustav

Tablica 15. Razlike između eksperimentalnih i kontrolnih grupa u funkcijama srčano-žilnog sustava u inicijalnom i finalnom testiranju

	INICIJALNO TESTIRANJE			FINALNO TESTIRANJE		
	Sistolički tlak	Dijastolički tlak	Maksimalna frekvencija srca	Sistolički tlak	Dijastolički tlak	Maksimalna frekvencija srca
<b>E1:K1</b>	193,0 (p = ,849)	144,0 (p = ,127)	129,5 (p = ,055)	175,0 (p = ,497)	184,0 (p = ,664)	<b>95,0 (p = ,004)*</b>
<b>E2:K2</b>	179,0 (p = ,568)	167,5 (p = ,374)	151,0 (p = ,181)	154,5 (p = ,214)	187,0 (p = ,720)	<b>100,5 (p = ,008)*</b>
<b>E3:K3</b>	198,0 (p = ,957)	196,0 (p = ,913)	178,5 (p = ,559)	<b>115,0 (p = ,021)*</b>	<b>99,5 (p = ,006)*</b>	<b>115,0 (p = ,021)*</b>

Legenda: \*značajne razlike (p < 0,05) između grupa.

#### 4.3.1.5. Metabolički/hematološki sustav

Tablica 16. Razlike između E1 i K1 u funkcijama metaboličkog/hematološkog sustava u inicijalnom testiranju

	INICIJALNO TESTIRANJE				FINALNO TESTIRANJE			
	Bazalni metabolizam	Ukupni kolesterol	HDL kolesterol	LDL kolesterol	Bazalni metabolizam	Ukupni kolesterol	HDL kolesterol	LDL kolesterol
<b>E1:K1</b>	199,5 (p =,989)	195,5 (p =,903)	193,0 (p =,850)	192,5 (p =,839)	<b>125,0</b> (p =,046)*	189,0 (p =,766)	168,0 (p =,386)	<b>127,0</b> (p =,047)*
<b>E2:K2</b>	198,0 (p =,957)	167,0 (p =,348)	170,0 (p =,415)	142,0 (p =,116)	<b>128,0</b> (p =,049)*	129,0 (p =,054)	131,0 (p =,061)	<b>118,5</b> (p =,027)*
<b>E3:K3</b>	152,0 (p =,194)	194,0 (p =,871)	199,5 (p =,989)	169,5 (p =,409)	<b>127,0</b> (p =,047)*	188,0 (p =,745)	193,0 (p =,849)	<b>117,0</b> (p =,025)*

Legenda: \*značajne razlike (p < 0,05) između grupa.

#### 4.3.1.6. Dišni sustav

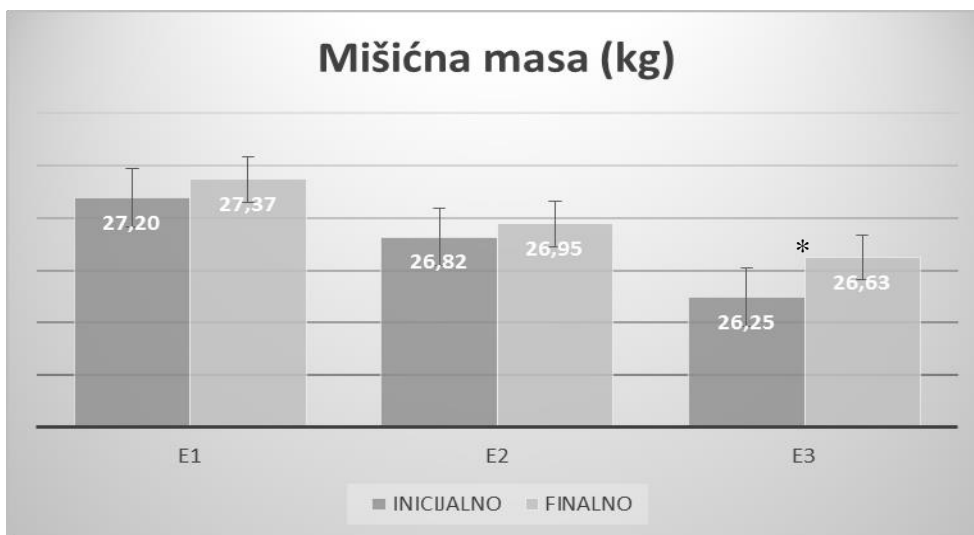
Tablica 17. Razlike između E1 i K1 u funkcijama dišnog sustava u inicijalnom testiranju

	INICIJALNO TESTIRANJE		FINALNO TESTIRANJE	
	Forsirani vitalni kapacitet	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi	Forsirani vitalni kapacitet	Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi
<b>E1:K1</b>	180,0 (p =,588)	189,0 (p =,766)	<b>128,0 (p =,049)*</b>	<b>121,0 (p =,037)*</b>
<b>E2:K2</b>	161,0 (p =,291)	157,0 (p =,244)	<b>125,5 (p =,040)*</b>	<b>115,0 (p =,021)*</b>
<b>E3:K3</b>	195,0 (p =,892)	192,0 (p =,829)	<b>115,0 (p =,021)*</b>	<b>107,0 (p =,013)*</b>

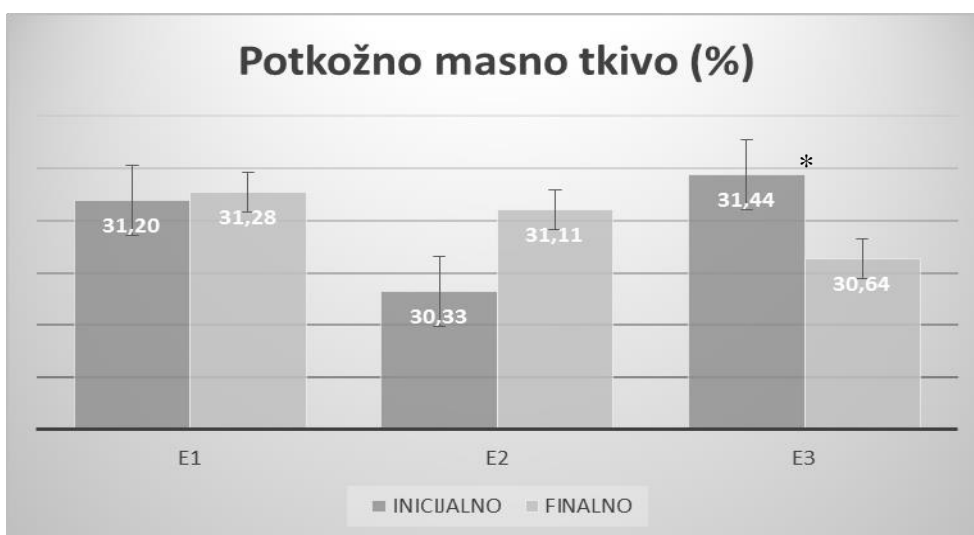
Legenda: \*značajne razlike (p < 0,05) između grupa.

#### 4.4. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja

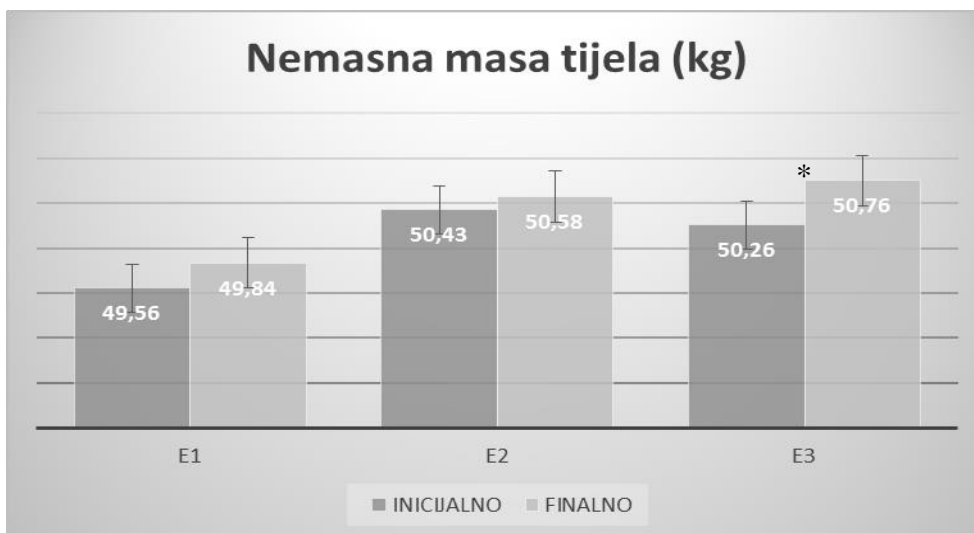
Razlike između inicijalnih i finalnih stanja utvrđene su Wilcoxonov signed-rank testom, odnosno t-testom za zavisne uzorke i one su prikazane u tablicama 18. do 28. Grafovima 1.-19. su prikazane samo one varijable u kojima je bilo statistički značajnih razlika između inicijalnog i finalnog stanja.



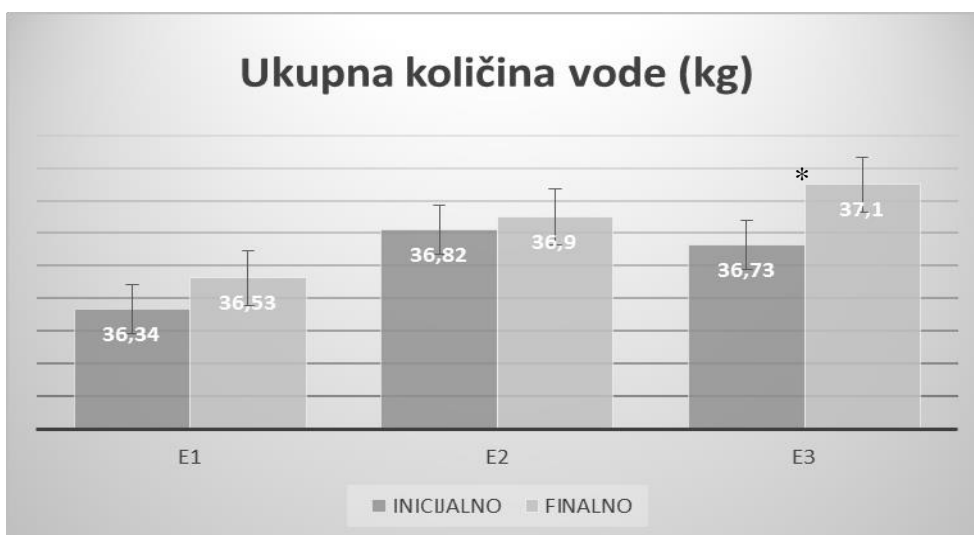
Graf 1. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli mišićna masa (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



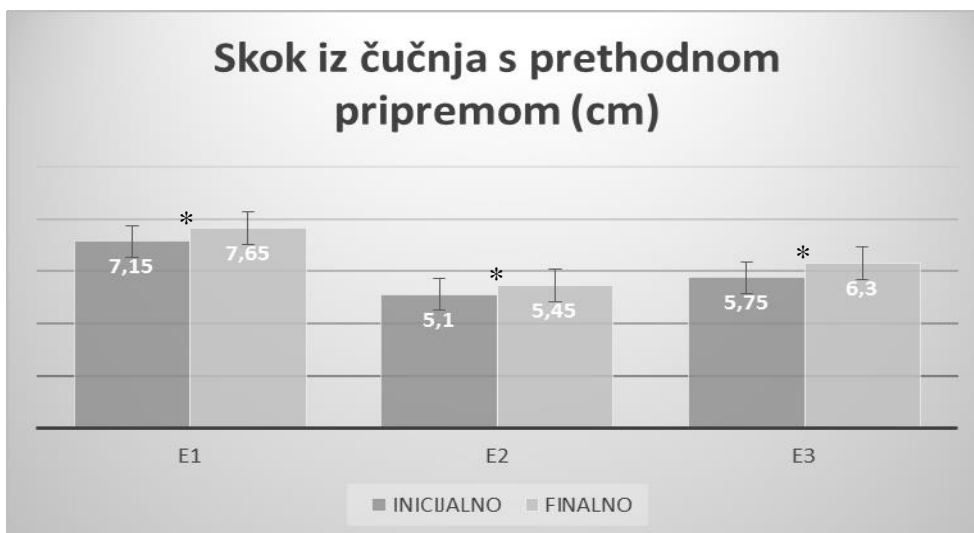
Graf 2. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli potkožno masno tkivo (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



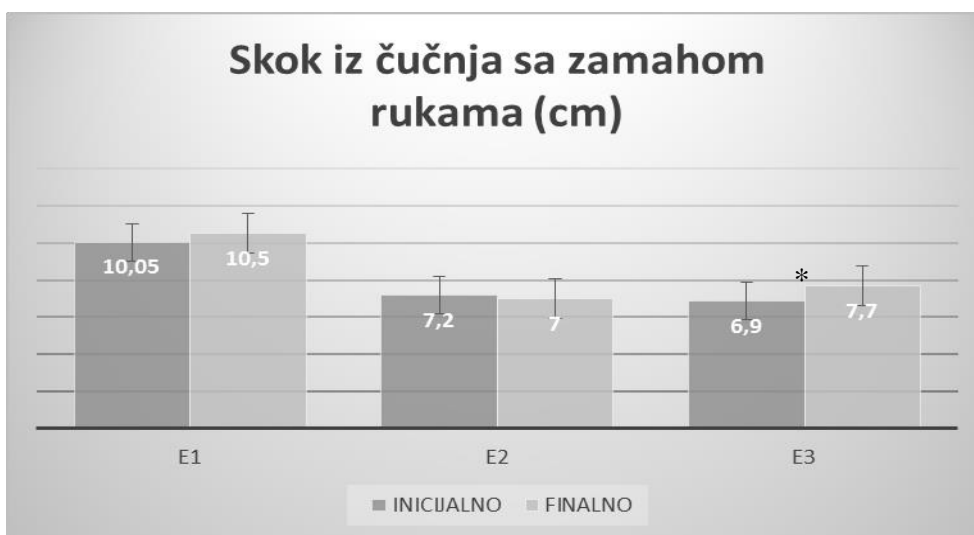
Graf 3. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli nemasna masa tijela (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



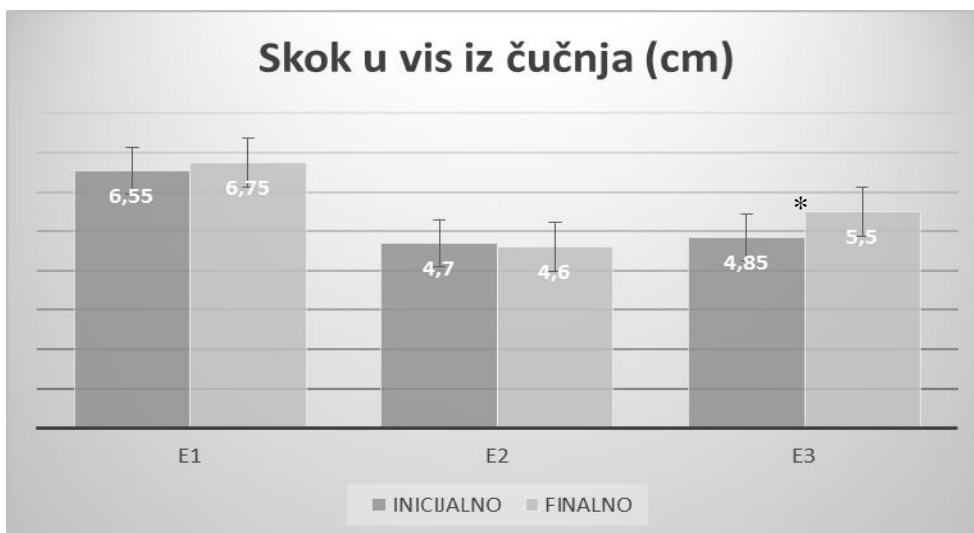
Graf 4. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli ukupna količina vode (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



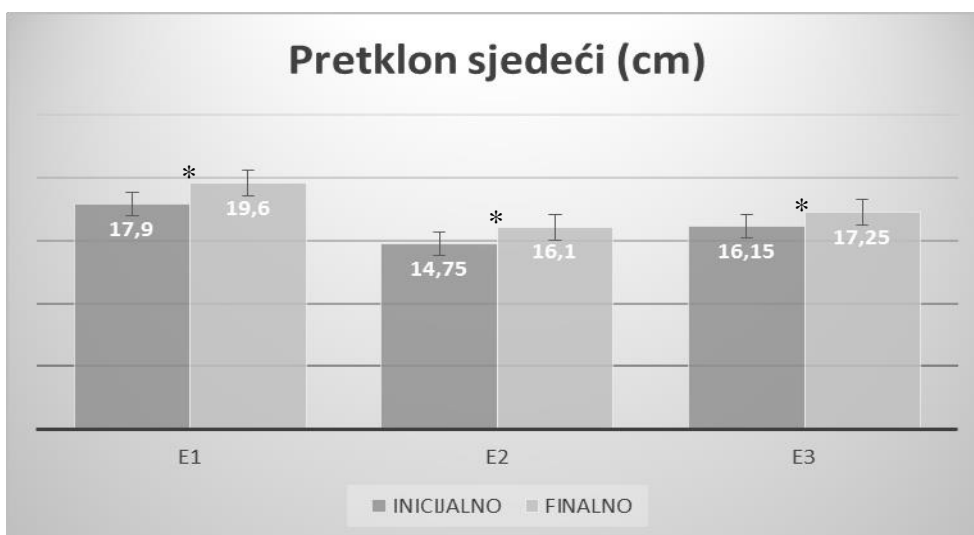
Graf 5. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli skok iz čučnja s prethodnom pripremom (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



Graf 6. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli skok iz čučnja sa zamahom rukama (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



Graf 7. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli skok u vis iz čučnja (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



Graf 8. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli pretklon sjedeći (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).

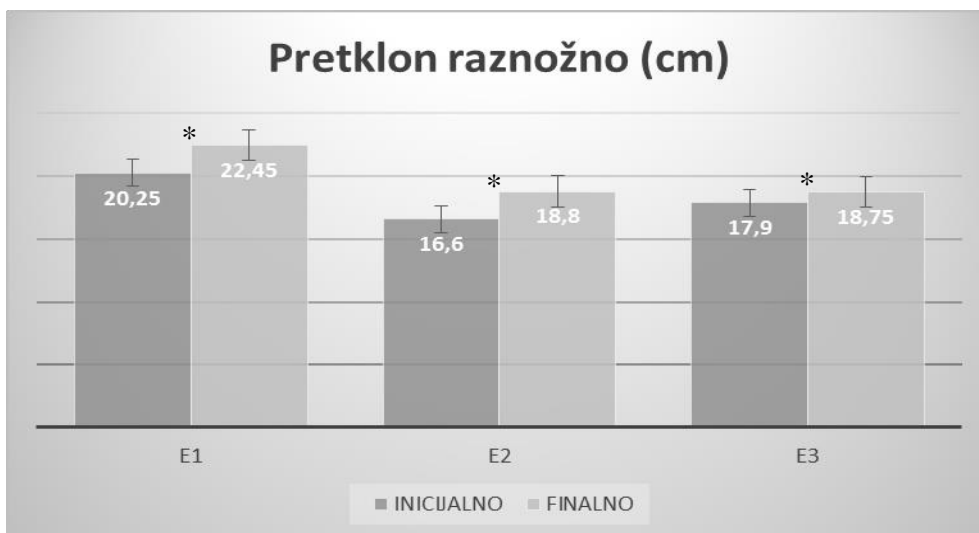


Graf 9. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli odoženje ležeći na boku (lijeva noga; \* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).

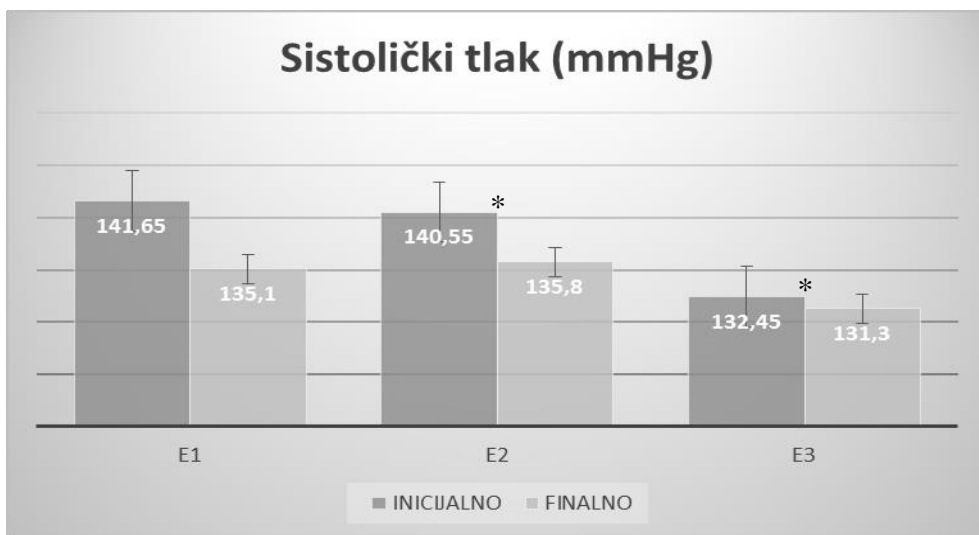


Graf 10. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli odoženje ležeći na boku (desna noga; \* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).

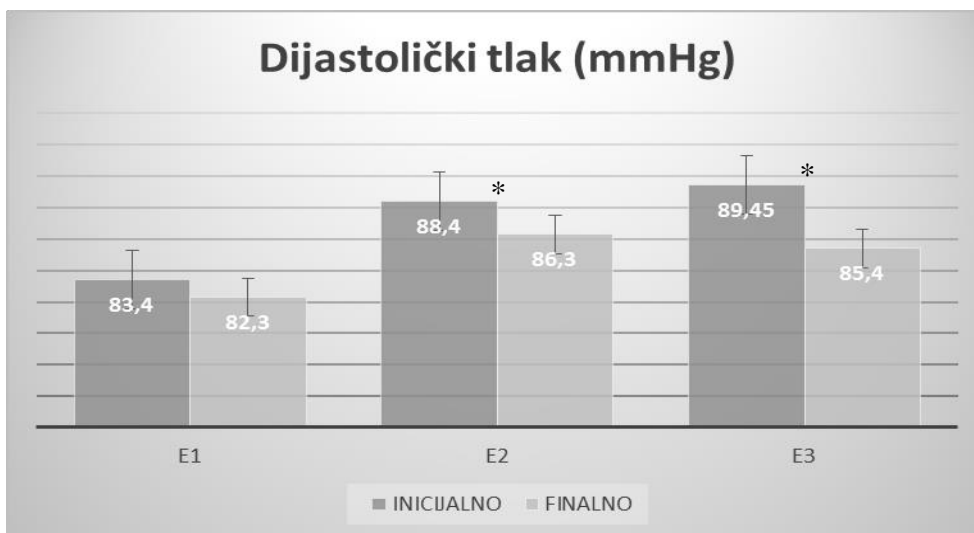




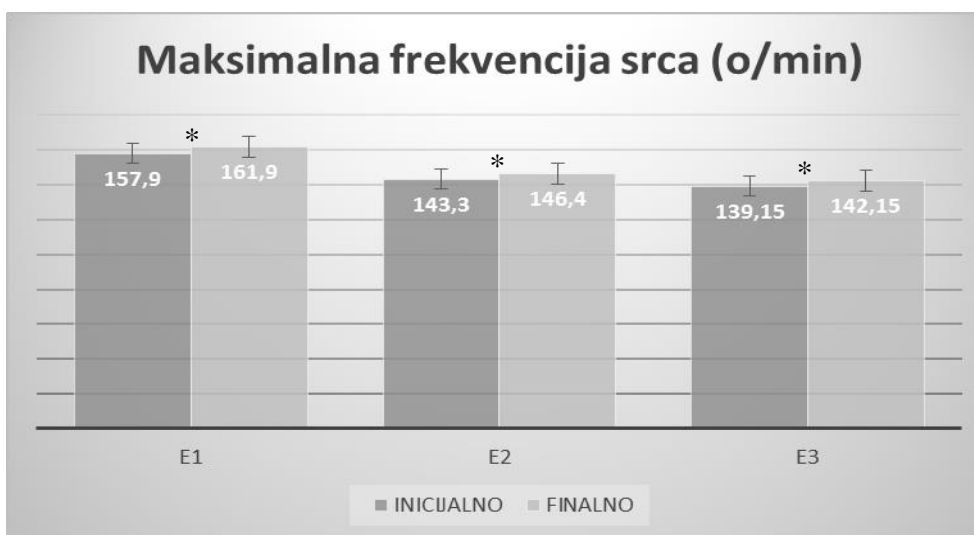
Graf 11. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli pretklon raznožno (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



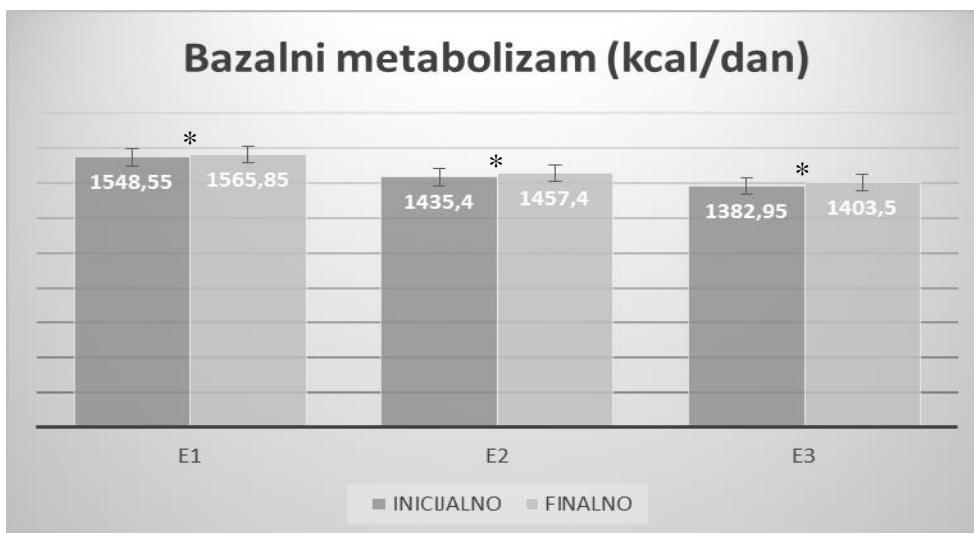
Graf 12. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli sistolički tlak (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



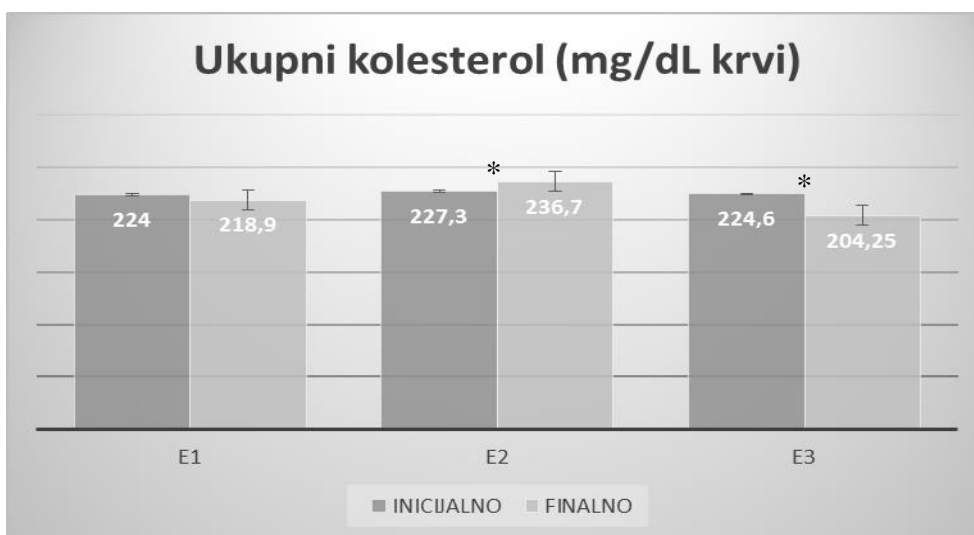
Graf 13. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli dijastolički tlak (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



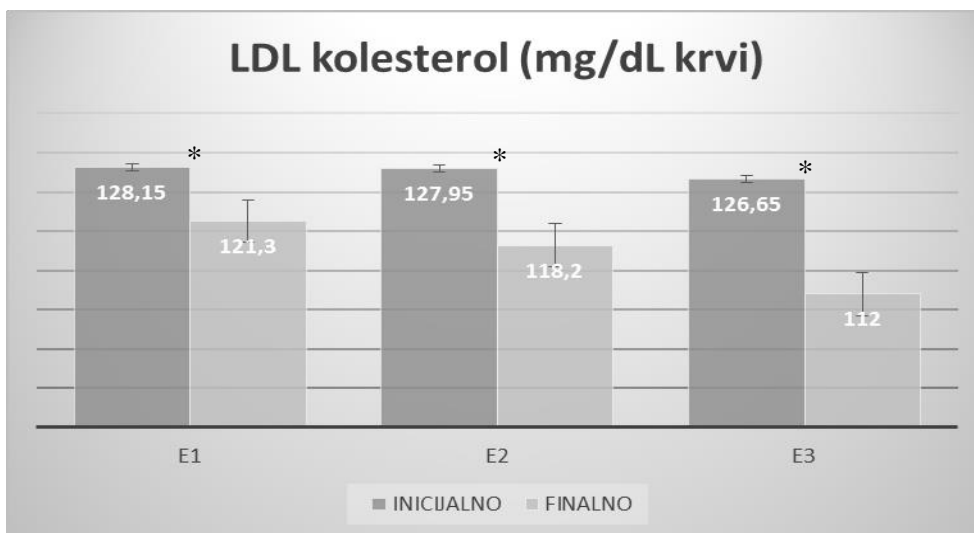
Graf 14. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli maksimalna frekvencija srca (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



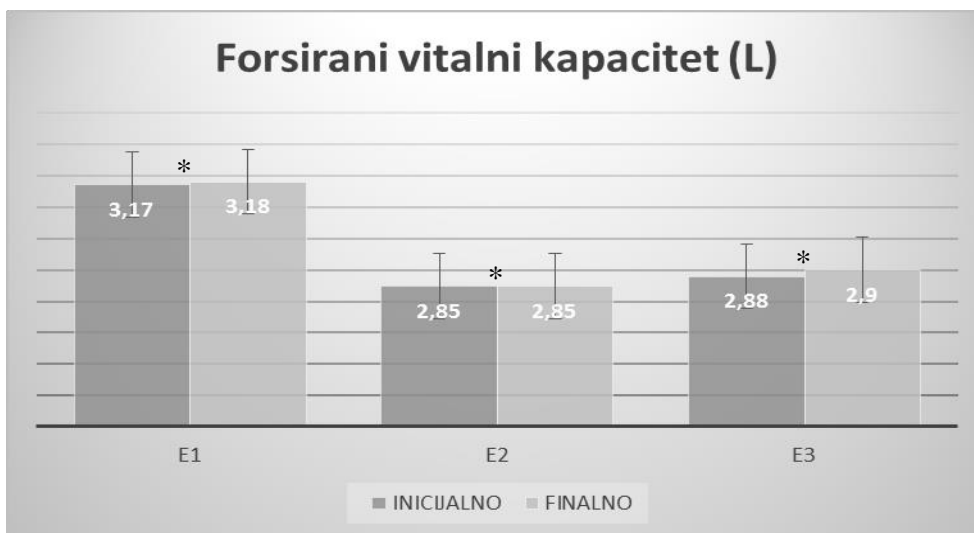
Graf 15. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli bazalni metabolizam (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



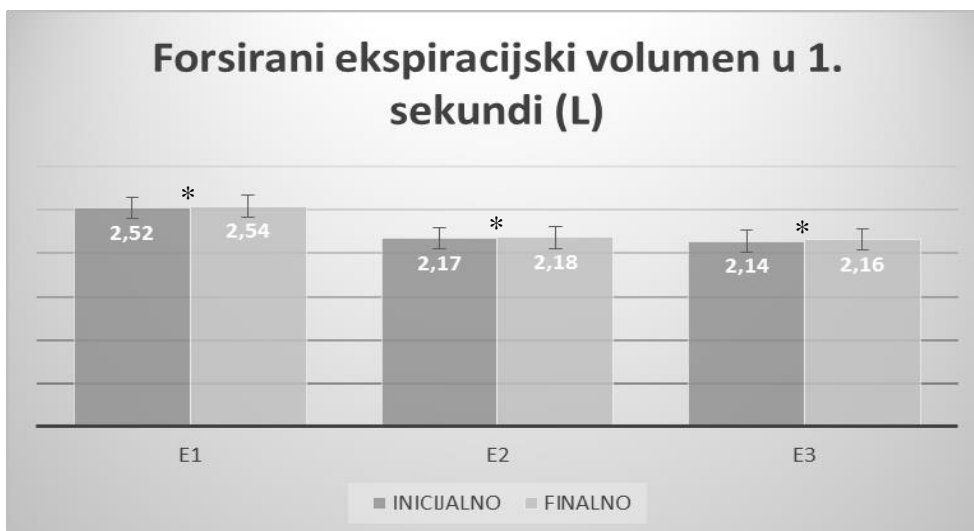
Graf 16. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli ukupni kolesterol (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



Graf 17. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli LDL kolesterol (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



Graf 18. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli forsirani vitalni kapacitet (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).



Graf 19. Razlike između inicijalnih i finalnih stanja grupa E1, E2 i E3 u varijabli forsirani vitalni kapacitet (\* = statistički značajna razlika,  $p < 0,05$ ; T = standardna pogreška).

Tablica 18. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E1 (df = 19)

	t	p
Indeks tjelesne mase	-1,47	,155
Mišićna masa	-1,70	,104
Nemasna masa tijela	-1,53	,143
Ukupna količina vode	-1,43	,168
Skok u vis iz čučnja	-,77	,447
Maksimalna frekvencija srca	-4,50	,000*
LDL kolesterol	2,91	,009*

Legenda: t = vrijednost t-testa; df = broj stupnjeva slobode; p = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 19. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E1

	Wilcoxon signed ranks test	p
Visina tijela	,00	1,000
Masa tijela	-,67	,501
Potkožno masno tkivo	-1,27	,203
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	-2,00	,045*
Skok iz čučnja sa zamahom rukama	-1,70	,088
Pretklon sjedeći	-3,47	,001*
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga)	-2,39	,017*
Odoženje ležeći na boku (desna noga)	-2,35	,019*

Pretklon raznožno	-3,76	,000*
Sistolički tlak	-,80	,419
Dijastolički tlak	-1,27	,203
Bazalni metabolizam	-1,99	,046*
Ukupni kolesterol	-1,40	,161
HDL kolesterol	,00	1,000
Forsirani vitalni kapacitet	-2,20	,028*
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi	-3,58	,000*

Legenda:  $p$  = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 20. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E2

	Wilcoxon signed ranks test	p
Visina tijela	,00	1,000
Masa tijela	-1,96	,054
Indeks tjelesne mase	-1,94	,064
Mišićna masa	-,68	,496
Potkožno masno tkivo	-1,34	,178
Nemasna masa tijela	-,06	,948
Ukupna količina vode	-,17	,864
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	-1,99	<b>-,047*</b>
Skok iz čučnja sa zamahom rukama	-1,26	,206
Skok u vis iz čučnja	-,52	,603
Pretklon sjedeći	-3,43	<b>,001*</b>
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga)	-2,15	<b>,039*</b>
Odoženje ležeći na boku (desna noga)	-2,16	<b>,036*</b>
Pretklon raznožno	-3,67	<b>,000*</b>
Sistolički tlak	-3,14	<b>,002*</b>
Dijastolički tlak	-3,27	<b>,001*</b>
Maksimalna frekvencija srca	-2,51	<b>,012*</b>
Bazalni metabolizam	-2,96	<b>,007*</b>
Ukupni kolesterol	-2,43	<b>,015*</b>
HDL kolesterol	-,73	,465
LDL kolesterol	-2,54	<b>,011*</b>
Forsirani vitalni kapacitet	-1,97	<b>,048*</b>
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi	-1,95	<b>,049*</b>

Legenda:  $p$  = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 21. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E3 (df = 19)

	t	p
Mišićna masa	-4,89	,000*
Nemasna masa tijela	-3,36	,003*
Ukupna količina vode	-3,33	,003*

Legenda: t = vrijednost t-testa; df = broj stupnjeva slobode; p = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 22. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe E3

	Wilcoxon signed ranks test	p
Visina tijela	,00	1,000
Masa tijela	-,01	,985
Indeks tjelesne mase	-,02	,984
Potkožno masno tkivo	-2,65	,008*
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	-3,31	,001*
Skok iz čučnja sa zamahom rukama	-2,76	,006*
Skok u vis iz čučnja	-2,73	,006*
Preklon sjedeći	-3,64	,000*
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga)	-1,84	,065
Odoženje ležeći na boku (desna noga)	-3,34	,001*
Preklon raznožno	-2,59	,010*
Sistolčki tlak	-3,11	,002*
Dijastolički tlak	-3,26	,001*
Maksimalna frekvencija srca	-2,92	,003*
Bazalni metabolizam	-2,27	,023*
Ukupni kolesterol	-3,51	,000*
HDL kolesterol	-,86	,389
LDL kolesterol	-3,58	,000*
Forsirani vitalni kapacitet	-2,91	,004*
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi	-3,66	,000*

Legenda: p = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 23. *t*-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K1 (df = 19)

	t	p
Skok iz čučnja sa zamahom rukama	-,32	,748
Sistolički tlak	,32	,747
Dijastolički tlak	,34	,734
Ukupni kolesterol	-,67	,508

Legenda: *t* = vrijednost *t*-testa; *df* = broj stupnjeva slobode; *p* = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 24. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K1

	Wilcoxon signed ranks test	p
Visina tijela	,00	1,000
Masa tijela	-2,50	,012*
Indeks tjelesne mase	-2,40	,016*
Mišićna masa	-,85	,391
Potkožno masno tkivo	-3,36	,001*
Nemasna masa tijela	-,64	,522
Ukupna količina vode	-,49	618
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	-1,06	,285
Skok u vis iz čučnja	-1,76	,077
Preklon sjedeći	-,28	,776
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga)	-,60	,547
Odoženje ležeći na boku (desna noga)	-,67	,501
Preklon raznožno	-1,01	,311
Maksimalna frekvencija srca	-1,01	,308
Bazalni metabolizam	-,59	,550
HDL kolesterol	-,92	,353
LDL kolesterol	-1,38	,167
Forsirani vitalni kapacitet	-,01	,985
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi	-,76	,443

Legenda: *p* = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.



Tablica 25. t-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K2 (df = 19)

	t	p
Maksimalna frekvencija srca	,58	,563

Legenda: t = vrijednost t-testa; df = broj stupnjeva slobode; p = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 26. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K2

	Wilcoxon signed ranks test	p
Visina tijela	,00	1,000
Masa tijela	-,26	,794
Indeks tjelesne mase	-,70	,484
Mišićna masa	-,33	,735
Potkožno masno tkivo	-2,64	,008*
Nemasna masa tijela	-1,07	,284
Ukupna količina vode	-1,06	,286
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	-,31	,750
Skok iz čučnja sa zamahom rukama	-,45	,652
Skok u vis iz čučnja	-,35	,719
Preklon sjedeći	-,79	,425
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga)	-,71	,477
Odoženje ležeći na boku (desna noga)	-,32	,749
Preklon raznožno	-,47	,636
Sistolički tlak	-,08	,930
Dijastolički tlak	-1,44	,148
Bazalni metabolizam	-2,69	,007*
Ukupni kolesterol	-2,46	,014*
HDL kolesterol	-2,31	,020*
LDL kolesterol	-,06	,948
Forsirani vitalni kapacitet	-1,68	,093
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi	-,76	,443

Legenda: p = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 27. *t*-test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K3 (*df* = 19)

	t	p
Masa tijela	2,53	,020
Indeks tjelesne mase	2,23	,038
Skok iz čučnja sa zamahom rukama	-,86	,398

Legenda: *t* = vrijednost *t*-testa; *df* = broj stupnjeva slobode; *p* = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Tablica 28. Wilcoxon signed ranks test: značajnost razlika između inicijalnog i finalnog stanja grupe K3

	Wilcoxon signed ranks test	p
Visina tijela	,00	1,000
Mišićna masa	-2,47	,013*
Potkožno masno tkivo	-1,07	,282
Nemasna masa tijela	-3,54	,000*
Ukupna količina vode	-3,57	,000*
Skok iz čučnja s prethodnom pripremom	-1,00	,317
Skok u vis iz čučnja	-1,41	,156
Pretklon sjedeći	-2,35	,019*
Odoženje ležeći na boku (lijeva noga)	-2,20	,028*
Odoženje ležeći na boku (desna noga)	-1,21	,225
Pretklon raznožno	-2,80	,005*
Sistolčki tlak	-,06	,948
Dijastolički tlak	-,66	,507
Maksimalna frekvencija srca	-1,17	,242
Bazalni metabolizam	-1,42	,155
Ukupni kolesterol	-3,06	,002*
HDL kolesterol	-2,05	,040*
LDL kolesterol	,00	1,000
Forsirani vitalni kapacitet	-,63	,524
Forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi	-,35	,722

Legenda: *p* = statistička značajnost - \*značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između grupa.

Rezultati pokazuju kako kod niti jedne eksperimentalne niti kontrolne skupine nije došlo do statistički značajnih promjena morfoloških obilježja, dok jedino grupa E3 bilježi promjene sastava tijela. Kod eksperimentalnih grupa nije došlo do 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 frekvencija srca je statistički značajno porasla u svim eksperimentalnim grupama.

Bazalni metabolizam i LDL su jedini pokazatelji funkcija metaboličkog/hematološkog sustava koji bilježe promjene u sve tri eksperimentalne grupe, odnosno svi su ispitanici povećali bazalni metabolizam i smanjili LDL. Ukupni kolesterol su smanjili ispitanici grupa E1 i E3 (ali samo E3 statistički značajno), dok je on statistički značajno veći u grupi E2. HDL se nije statistički značajno promijenio kod niti jedne grupe.

Dišni sustav bilježi pozitivne, statistički značajne promjene svih varijabli (povećan forsirani vitalni kapacitet i FEV1) u svim eksperimentalnim grupama.

## 5. RASPRAVA

U ovom se istraživanju istražio utjecaj programiranog tjelesnog vježbanja za razvoj jakosti na zdravstveni status, odnosno neke njegove parametre (morfološke, motoričke, srčano-žilne, metaboličke/hematološke i dišne funkcije) 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). Stoga je glavni i originalni nalaz ovog eksperimenta 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 programu 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 starenjem pojedine sastavnice zdravstvenog stanja podložnije promjenama, odnosno osjetljivije na apliciranu tjelesnu aktivnost.

## Morfološke karakteristike

Prema dobivenim rezultatima moguće je vidjeti kako ni jedna eksperimentalna kao ni jedna kontrolna skupina nije zabilježila značajne promjene morfoloških obilježja. Drugim riječima, visina, za koju nismo niti očekivali promjene, te masa tijela i 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 podražaj nego mladi, i za hipertrofiju zahtijevaju uz veća opterećenja i duži oporavak (Zatsiorsky i Kraemer, 2006). 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 zglobu kuka (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, Spirduso i Tanaka (2004) navode kako se sposobnost mišića za razvoj snage značajno smanjuje sa starenjem. Relativno loši rezultati - nemogućnost izvedbe skoka (u grupi E1 su 4; u E2 6 i u E3 10 ispitanika) 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. Također, potrebno je napomenuti kako u E1 dvoje, te u E3 dvoje ispitanika uspjeli skočiti (inicijalno su imali visinu 0 cm). 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 Verschueren (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 sa starenjem 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 (za detalje vidi Lindle i sur., 1997), 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 kod 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 statistički značajno povećala visinu skoka kod vertikalnog skoka iz čučnja (za 11,81%) i kod vertikalnog skoka sa zamahom rukama (za 10,39%). Nadalje, u grupi E3, četvorica ispitanika su nakon 12 tjedana uspjela skočiti iz čučnja (od inicijalno 12 ispitanika) i sa zamahom rukama (od inicijalno 10 ispitanika). Razlog tome moguće leži i u najlošijim inicijalnim stanjima pa je mogućnost napretka bila i najveća. U grupi E1 samo dva ispitanika nisu uspjela skočiti sa zamahom, što u finalnom mjerenju jesu, te četvorica u skoku iz čučnja, od čega dvojica finalnu jesu. U grupi E2 nije došlo do promjena od inicijalnog stanja; svi su ispitanici skočili sa zamahom u oba mjerenja, ali osmero ih nije skočilo iz čučnja.

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 izlaza snage, bez pratećih promjena u 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).

Provedeni program vježbanja za razvoj jakosti se pokazao učinkovitim za razvoj jakosti i snage starijih osoba, i to najviše za vrlo stare osobe, ali i za razvoj 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 rizika za bolesti srca i krvožilnog sustava je i visina krvnog tlaka u mirovanju koji raste starenjem. 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 vožnja bicikla tri puta tjedno snižava krvni tlak i opasnost za srčano-žilne bolesti, dok ista vožnja biciklom ali sedam puta tjedno ima minimalan dodatni utjecaj na to. Dok Stone i sur. (1983) pokazuju

značajno snižavanje sistoličkog krvnog tlaka sa  $119.3 \pm 13.4$  to  $114.8 \pm 9.0$  (ali ne i dijastoličkog) nakon osmotjednog vježbanja s otporima sličnog klasičnom dizanju utega, dok Hurley i sur., (1988) bilježe statistički značajan pad dijastoličkog krvnog tlaka nakon 16-tjednog visoko-intenzivnog treninga s otporima, te dok Martel i sur. (1999) pokazuju snižavanje i sistoličkog (sa  $131 \pm 2$  na  $126 \pm 2$  mm Hg,  $P < .010$ ) i dijastoličkog (sa  $79 \pm 2$  na  $75 \pm 1$  mm Hg,  $P < .010$ ) krvnog tlaka nakon šest mjeseci progresivnog treninga jakosti tri puta tjedno na Keiser K-300 pneumatskom trenažeru, 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.

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 126,7 do 128,2 mg/dL krvi, možemo slobodno reći kako su se (prema Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults, 2001; Driskell i Wolinsky, 2011) 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.

Istraživanja su pokazala kako svako smanjenje razine LDL-a za 1% smanjuje relativan rizik od srčano-žilnih bolesti za oko 1% (Heart Protection Study Collaborative Group, 2002; Shepard et al., 2002; ALLHAT Officers and Coordinators for the ALLHAT Collaborative Research Group. The Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial, 2002; Sever et al., 2003). U ovom se istraživanju pokazalo kako dobro programirani sustav tjelesnog vježbanja s ciljem povećanja jakosti pozitivno djeluje na razinu LDL-a, odnosno, smanjuje ju (E1 za 5,35%, E2 za 7,62% i E3 za 11,57%). Ti rezultati su u skladu s istraživanjima Goldberga i sur. (1984) koji su pratili 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 ( $44 \pm 1$

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).

Generalno se pokazalo kako tjelesno vježbanje za razvoj izdržljivosti, odnosno aerobno vježbanje (kao što je hodanje, trčanje, biciklizam, plivanje, i dr.) ima najbolji utjecaj na profil lipida, odnosno snižava ukupni kolesterol i LDL, te povećava HDL (Reamy i Thompson, 2004; Williams, 2009). Osobe koje se dominantno bave visoko-intenzivnim intervalnim treningom ili dominantno treningom snage (kao što je trening s opterećenjem, američki nogomet, bejzbol i softball) nemaju previše koristi od utjecaja treninga na razinu lipida u krvi sve dok ne uključe neki oblik aerobnog vježbanja u svojoj trening (Williams, 2009). To osobito vrijedi za sportaše koji imaju visok postotak masnog tkiva ili viši BMI (Garry i McShane, 2001; Buell et al., 2008; Lee et al., 2009). Većina studija ukazuju na to da osobe koje se bave sportom imaju profile lipida koji su povezani s nižom učestalosti kardiovaskularnih bolesti (Reamy i Thompson, 2004).

Iako istraživanja LDL-a daju kontradiktorne rezultate, 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.

Kada je HDL u pitanju, većina istraživanja potvrđuje porast HDL-a (Young i Steinhardt, 1995; Anderson i Hippe, 1996), no u ovom istraživanju nije zabilježena promjena HDL-a u niti jednoj grupi.

Bazalni metabolizam upućuje na stanje treniranosti sportaša (Poehlman i sur., 1988), dok je maksimalni bazalni metabolizam, koji značajno varira među osobama s različitim volumenom tjelesnog vježbanja, otprilike deset puta veći, a kod kondicijski spremnijih sportaša i do 20 puta veći od bazalnog metabolizma (Weibel & Hoppeler, 2005).

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.

## Dišne funkcije

Starenjem dolazi do smanjenja fizioloških kapaciteta koji uz kontrolu i mehaniku disanja te izmjenu plinova uključuju i jakost mišića odgovornih za disanje (Vaz Fragoso i Gill, 2012). Stoga je jedna od važnijih posljedica dobnih promjena fiziološkog kapaciteta i nelinearno ubrzano smanjenje FEV1 i do 30 ml godišnje u dobi od 18. do 74. godine života (Janssens, 2005; Stanojevic et al., 2008).

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju poboljšanja forsiranog vitalnog kapaciteta (FVC) kao i poboljšanje forsiranog ekspiracijskog volumena u 1. sekundi (FEV1) utvrđenih u radovima ostalih autora; konkretno, 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 (Kabitiz i sur., 2014).

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

Prije zaključka je potrebno istaknuti kako je veliki metodološki problem 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.

Ovim istraživanjem pokazalo se je da 12-tjedni program vježbanja za razvoj jakosti znatno poboljšava srčano-žilni, 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 dao najveće učinke 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. ALLHAT Officers and Coordinators for the ALLHAT Collaborative Research Group. The Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial (2002). Major outcomes in moderately hypercholesterolemic, hypertensive patients randomized to pravastatin vs usual care: The Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial (ALLHAT-LLT). *JAMA*, 288(23), 2998-3007.
3. Amlani, N.M., & Munir, F. (2014). Does physical activity have an impact on sickness absence? A review. *Sports Medicine*, (7), 887-907.
4. Andersen, L.B., & Hippe, M. (1996). Coronary heart disease risk factors in the physically active. Impact of exercise. *Sports Medicine*, 22(4), 213-218.
5. 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.
6. Anton, M.M., Spirduso, W.W., & Tanaka, H. (2004). Age-related declines in anaerobic muscular performance: weightlifting and powerlifting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1): 143-147.
7. 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.

8. 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.
9. Bassey, 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.
10. Batt, M.E., Tanji, J., & Börjesson, M. (2006). Exercise at 65 and beyond. *Sports Medicine*, 43(7), 525-530.
11. 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.
12. Blumenthal, J.A., Siegel, W.C., & Appelbaum, M. (1991). Failure of exercise to reduce blood pressure in patients with mild hypertension. Results of a randomized controlled trial. *JAMA*, 266(15), 2098-2104
13. 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.
14. 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.
15. Boyden, T.W., Pamerter, 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.

16. Braith, R.W., & Stewart, K.J. (2006). Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*, 113(22), 2642-2650.
17. 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.
18. Buchner, D.M., & Wagner, E.H. (1992). Preventing frail health. *Clinics in geriatrics medicine*, 8(1), 1-17.
19. Buell, J.L., Calland, D., Hanks, F., Johnston, B., Pester, B., Sweeney, R., & Thorne, R. (2008). Presence of metabolic syndrome in football linemen. *Journal of Athletic Training*, 43(6), 608-616.
20. 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.
21. 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.
22. 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*, 13(4), 412-426.
23. Chou, R., Dana, T., Blazina, I., Daeges, M., Bougatsos, C., & Jeanne, T.L. (2016). Screening for Dyslipidemia in Younger Adults: A Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Annals of Internal Medicine*, 165(8), 560-564.

24. 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.
25. 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.
26. Cornelissen, V.A., & Fagard, R.H. (2005). Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*, 46(4), 667-675.
27. 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.
28. Cui, Y., Blumenthal, R.S., Flaws, J.A., Whiteman, M.K., Langenberg, P., Bachorik, P.S., & Bush, T.L. (2001). Non-high-density lipoprotein cholesterol level as a predictor of cardiovascular disease mortality. *Archive of Internal Medicine*, 161(11), 1413-1419.
29. 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.
30. 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.

31. 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.
32. Department of Health and Human Services, Physical Activity and Health (1996). *A Report of the Surgeon General*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.
33. 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.
34. 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.
35. 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.
36. 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.
37. 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.

38. Driskell, J.A. & Wolinsky, I. (2011). *Nutritional assessment of athletes; 2nd edition*. Boca Raton, Fla: CRC Press.
39. Duraković, Z. (1990). *Medicina starije dobi*. Zagreb: Naprijed.
40. Edwards, D.G., & Lang, J.T. (2005). Augmentation index and systolic load are lower in competitive endurance athletes. *American Journal of Hypertension*, 18(5 Pt 1), 679-683.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. 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.
45. Ezzati, M., Lopez, A.D., Rodgers, A., Vander Hoorn, S., & Murray, C.J.; Comparative Risk Assessment Collaborating Group (2002). Selected major risk factors and global and regional burden of disease. *Lancet*, 360(9343), 1347-1360.

46. 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.
47. Farwell, W.R., Sesso, H.D., Buring, J.E., & Gaziano, J.M. (2005). Non-high-density lipoprotein cholesterol versus low-density lipoprotein cholesterol as a risk factor for a first nonfatal myocardial infarction. *The American Journal of Cardiology*, 96(8), 1129–1134.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. 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.
52. 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.



53. 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.
54. 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.
55. 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.
56. 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.
57. 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.
58. Garry, J.P. & McShane, J.J. (2001). Analysis of lipoproteins and body mass index in professional football players. *Preventive Cardiology*, 4(3), 103-108.
59. 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.
60. 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.

61. 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.
62. 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.
63. 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.
64. 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.
65. 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.
66. 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.
67. Hass, C.J., Feigenbaum, M.S., & Franklin, B.A. (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Medicine*, 31(14), 953-964.

68. 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.
69. Heart Protection Study Collaborative Group (2002). MRC/BHF Heart Protection Study of cholesterol lowering with simvastatin in 20,536 high-risk individuals: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*, 360(9326), 7-22.
70. 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.
71. 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.
72. 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.
73. 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.
74. 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.
75. 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.

76. 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 VO<sub>2</sub>max or percent body fat. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(2), 150-154.
77. Ibañez, J., Izquierdo, M., Argüelles, I., Forga, L., Larión, 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.
78. 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.
79. Ingelsson, E., Schaefer, E.J., Contois, J.H., McNamara, J.R., Sullivan, L., Keyes, M.J., Pencina, M.J., Schoonmaker, C., Wilson, P.W.F., D'Agostino, R.B., & Vasan, R.S. (2007). Clinical utility of different lipid measures for prediction of coronary heart disease in men and women. *JAMA*, 298(7), 776–785.
80. 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.
81. 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.
82. 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.

83. Janssens, J.P. (2005). Aging of the respiratory system: impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion. *Clinics in Chest Medicine*, 26(3), 469-484, vi-vii.
84. 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.
85. 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.
86. 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.
87. 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.
88. 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.
89. 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.
90. 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.

91. Kabitz, H.J., Bremer, H.C., Schwoerer, 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.
92. 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.
93. 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.
94. 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.
95. Kell, R.T., Bell, G., & Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 31(12), 863-873.
96. Kelley, G. (1985). Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Journal of Applied Physiology*, 82(5), 1559-1565.
97. Kelley, G.A., & Kelley, K.S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure : A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35(3), 838-843.

98. 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.
99. 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.
100. Kim, Y.J., Park, Y., Kang, D.H., & Kim, C.H. (2017). Excessive Exercise Habits in Marathoners as Novel Indicators of Masked Hypertension. *BioMed Research International*, Epub 1342842, 7 pages.
101. 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.
102. 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.
103. 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.
104. 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 VO<sub>2</sub>max to training in 60-71 yr olds. *Journal of applied physiology*, 71(5), 2004-2011.
105. 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.

106. 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.
107. 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.
108. 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.
109. 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.
110. 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.
111. Lee, H., Park, J.E., Choi, I., & Cho, K.H. (2009). Enhanced functional and structural properties of high-density lipoproteins from runners and wrestlers compared to throwers and lifters. *BMB Reports*, 42(9), 605-610.
112. 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.



113. 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.
114. Liu, J., Sempos, C.T., Donahue, R.P., Dorn, J., Trevisan, M., & Grundy, S.M.. Non-high density lipoprotein and very-low-density lipoprotein cholesterol and their risk predictive values in coronary heart disease. *The American Journal of Cardiology*, 98(10), 1363–1368.
115. 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.
116. 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.
117. 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.
118. 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.
119. 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.
120. Mathias, D. (2016). *Diet and exercise: Current medical knowledge on how to keep healthy: Staying healthy from 1 to 100*. Berlin: Springer.
121. Mazzeo, R.S., & Tanaka, H. (2001). Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Medicine*, 31(11), 809-818.

122. 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.
123. 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.
124. 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.
125. 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.
126. Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija – biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008.
127. 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.
128. 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.
129. 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.
130. 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.

131. 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.
132. 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.
133. 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.
134. Nieman, D.C. (1990). Physical activity and aging. *Fitness and Sports Medicine*. Ur. Nieman D.C. Bull Publishing Company. Palo Alto, California.
135. 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.
136. 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.
137. 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.
138. 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.

139. 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.
140. Pacy, P.J., Webster, J., & Garrow, J.S. (1986). Exercise and obesity. *Sports Medicine*, 3(2), 89-113.
141. 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.
142. 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.
143. Pescatello, L.S., Franklin, B.A., Fagard, R., Farquhar, W.B., Kelley, G.A., Ray, C.A.; American College of Sports Medicine (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 533-553.
144. 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.
145. 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.

146. 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.
147. 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.
148. 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.
149. 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.
150. 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.
151. 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.
152. Ramazanoglu, Y.M., & Kraemer, R. (1985). Cardiorespiratory response to physical conditioning in children with bronchial asthma. *Pediatric Pulmonology*, 1(5), 272-277.

153. Reamy, B.V. & Thompson, P.D. (2004). Lipid disorders in athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 3(2), 70-76.
154. 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.
155. 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.
156. 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.
157. 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.
158. 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.
159. 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.

160. 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.
161. 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.
162. Sever, P.S., Dahlöf, B., Poulter, N.R., Wedel, H., Beevers, G., Caulfield, M., Collins, R., Kjeldsen, S.E., Kristinsson, A., McInnes, G.T., Mehlsen, J., Nieminen, M., O'Brien, E., Ostergren, J.; & ASCOT investigators (2003). Prevention of coronary and stroke events with atorvastatin in hypertensive patients who have average or lower-than-average cholesterol concentrations, in the Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial--Lipid Lowering Arm (ASCOT-LLA): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, 361(9364), 1149-1158.
163. 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.
164. Shephard, R.J. (2009). Maximal oxygen intake and independence in old age. *British Journal of Sports Medicine*, 43(5), 342–346.
165. Shepherd, J., Blauw, G.J., Murphy, M.B., Bollen, E.L., Buckley, B.M., Cobbe, S.M., Ford, I., Gaw, A., Hyland, M., Jukema, J.W., Kamper, A.M., Macfarlane, P.W., Meinders, A.E., Norrie, J., Packard, C.J., Perry, I.J., Stott, D.J., Sweeney, B.J., Twomey, C., Westendorp, R.G.; PROSPER study group; PROspective Study of Pravastatin in the Elderly at Risk (2002). Pravastatin in elderly individuals at risk of vascular disease (PROSPER): a randomised controlled trial. *Lancet*, 360(9346), 1623-1630.
166. Shim, K.S., & Kim, J.W. (2017). The effect of resistance exercise on fitness, blood pressure, and blood lipid of hypertensive middle-aged men. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(1), 95-100.

167. 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.
168. Skelton, D.A. (2001). Effects of physical activity on postural stability. *Age and Ageing*, 30(4), 33-39.
169. 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.
170. 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.
171. Stanojevic, S., Wade, A., Stocks, J., Hankinson, J., Coates, A.L., Pan, H., Rosenthal, M., Corey, M., Lebecque, P., & Cole, T.J. (2008). Reference ranges for spirometry across all ages: a new approach. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 177(3), 253-260.
172. 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.
173. Stone, M.H., Fleck, S.J., Triplett, N.T., & Kraemer, W.J. (1991). Health- and performance-related potential of resistance training. *Sports Medicine*, 11(4), 210-231.
174. 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.



175. 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.
176. 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.
177. Tanaka, H., Dinunno, F.A., Monahan, K.D., Clewenger, C.M., DeSouza, C.A., & Seals, D.R. (2000). Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation*, 102(11), 1270-1275.
178. 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.
179. 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.
180. The sixth report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure (1997). *Archives of Internal Medicine*, 157(21), 2413-2446.
181. 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.
182. Tu, K., Chen, Z., Lipscombe, L.L.; Canadian Hypertension Education Program Outcomes Research Taskforce (2008). Mortality among patients with hypertension from 1995 to 2005: a population-based study. *CMAJ*, 178(11), 1436-1440.

183. 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.
184. US Preventive Services Task Force (2016). Screening for Lipid Disorders in Children and Adolescents. US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA*, 316(6), 625-633.
185. 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.
186. 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.
187. 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.
188. Vincent, K.R., Vincent, H.K., Braith, R.W., Bhatnagar, V., & Lowenthal, D.T. (2003). Strength training and hemodynamic responses to exercise. *The American Journal of Geriatric Cardiology*, 12(2), 97-106.
189. von Eckardstein A. (2004). Is there a need for novel cardiovascular risk factors? *Nephrology, Dialysis, Transplantation*, 19(4), 761-765.
190. 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.

191. 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.
192. Weiner, P., Azgad, Y., & Ganam, R. (1992). Inspiratory muscle training for bronchial asthma. *Harefuah*, 122(3), 155–159.
193. Weibel, E.R., & Hoppeler, H. (2005). Exercise-induced maximal metabolic rate scales with muscle aerobic capacity. *The Journal of Experimental Biology*, 208(Pt 9), 1635-1644.
194. 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.
195. Williams, P.T. (2009). Incident hypercholesterolemia in relation to changes in vigorous physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 74-80.
196. 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.
197. 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 hrvča 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. (2017). Effects of strength training on vertical jump performance in very old people. In Dragan Milanović, Goran Sporiš, Sanja Šalaj & Dario Škegro (Eds.), *Proceedings book of 8th International Scientific Conference on Kinesiology "20th Anniversary"*, Opatija, Croatia, May 10-14, 2017 (pp. 669-672). Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
3. 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.
4. Corak, N. (2014). *Weight Loss with Any Food*. Denver: KINECOR Wellness.
5. 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.
6. 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.
7. Corak, N. (2001). *Fitness & Bodybuilding*. Zagreb: Hinus.
8. Čorak, N. (2001). *Fitness i bodybuilding*. Zagreb: Hinus.
9. Corak, N. (2000). *Basics of Nutrition for Sport and Recreation*. Zagreb: Hinus.

10. Čorak, N. (1996). Prehrana športaša. 4. izdanje. Zagreb: vlastita naklada.
11. Čorak, N. (1995). Ljepota tijela. 3. dopunjeno izdanje. Zagreb: vlastita naklada.
12. Čorak, N. (1994). Body building for everyone: vježbe za žene i muškarce. 2. izdanje. Zagreb: vlastita naklada.
13. Corak, N. (1994). Body building for everyone. Zagreb: Nederlandse uitgave.
14. Čorak, N. (1994). Prehrana športaša. Zagreb: vlastita naklada.
15. Čorak, N. (1994). Vitko i lijepo žensko tijelo. Zagreb: vlastita naklada.
16. Čorak, N. (1993). Stop celulit! Zagreb: vlastita naklada.
17. Čorak, N. (1993). Ljepota tijela prehranom i vježbom. 2. izdanje. Zagreb: vlastita naklada.
18. Čorak, N. (1992). Ljepota tijela prehranom i vježbom. Zagreb: vlastita naklada.