# Utjecaj tjelesne aktivnosti na regulaciju bolesti osoba starije životne dobi s metaboličkim sindromom

**Štetić, Lucija**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:309189

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Lucija Štetić

# UTJECAJ TJELESNE AKTIVNOSTI NA REGULACIJU BOLESTI OSOBA STARIJE ŽIVOTNE DOBI S METABOLIČKIM SINDROMOM

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2017.



Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY

Lucija Štetić

# THE EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY ON DISEASE CONTROL IN ELDERLY WITH METABOLIC SYNDROME

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2017

Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Lucija Štetić

# UTJECAJ TJELESNE AKTIVNOSTI NA REGULACIJU BOLESTI OSOBA STARIJE ŽIVOTNE DOBI S METABOLIČKIM SINDROMOM

DOKTORSKI RAD

Mentori:

izv. prof. dr. sc. Goran Sporiš

izv. prof. dr. sc. Davor Šentija

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF KINESIOLOGY

Lucija Štetić

# THE EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY ON DISEASE CONTROL IN ELDERLY WITH METABOLIC SYNDROME

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Prof. Goran Sporiš, PhD.

Prof. Davor Šentija, PhD.

Zagreb, 2017

## *Zahvale*

*Prije svega zahvaljujem mentorima izv. prof. dr. Goranu Sporišu i doc. dr. sc. Davoru Šentiji na savjetima i podršci koju su mi pružili tijekom istraživanja i pisanja rada te u njegovoj konačnoj realizaciji.*

*Hvala članovima povjerenstva, prof. dr. sc. Branki Matković, prof. dr. sc. Marjeti Mišigoj-Duraković te doc. dr. sc. Iveti Šimić, na nesebičnoj pomoći i usmjeravanju u bit istraživanja.*

*Zahvaljujem roditeljima – majci Ankici i ocu Marinu, mom dragom mužu Leonu te sestri Blanki koji su cijelo vrijeme nesebično bili uz mene.*

*Lucija Štetić*

# UTJECAJ TJELESNE AKTIVNOSTI NA REGULACIJU BOLESTI OSOBA STARIJE ŽIVOTNE DOBI S METABOLIČKIM SINDROMOM


**SAŽETAK:**

Metabolički sindrom je skupina metaboličkih faktora rizika čija kombinacija značajno doprinosi pojavi razvoja rizika kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa, moždanog udara i nekih vrsta raka te je jasan pokazatelj stope morbiditeta. Metabolički sindrom pogađa sve dobne skupine i oba spola. Kod osoba starije životne dobi, rizik razvoja metaboličkog sindroma povećava i potiče mnoge druge bolesti. Ako uzmemo u obzir i dramatično povećanje broja osoba starije životne dobi, neophodno je određene mjere poduzeti što je prije moguće. Metabolički sindrom je postao jedan od glavnih kliničkih izazova koji prije svega treba preventivno liječiti u kombinaciji sa određenim oblicima tjelesne aktivnosti jer predstavlja ogroman teret zdravstvenog i socijalnog osiguranja zbog prevalencije broja osoba starije životne dobi koji boluju od ovog sindroma.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi programe tjelesne aktivnosti koji mogu uspješno utjecati na smanjenje faktora rizika koji nastaju kao posljedica metaboličkog sindroma kod osoba starije životne dobi. Za potrebe istraživanja bilo je odabrano 60 ispitanika, životne dobi između 60 i 80 godina, koji imaju 3 od 5 znakova metaboličkog sindroma. Svi ispitanici bili su nasumično podijeljeni u tri grupe sa po 20 ispitanika: 1) Prva grupa je provodila kontinuiranu vožnju bicikl ergometra umjerenog intenziteta (55 %$VO_2$max); 2) Druga grupa je provodila program tjelesne aktivnosti snage; 3) Treća grupa je bila kontrolna grupa. Prije i poslije eksperimentalnog tretmana bili su utvrđeni sljedeći parametri: Sastav tijela, funkcionalni parametri, srčano-žilne funkcije i metaboličko-hematološki sustav.

Za obradu podataka korišten je Statistical Package for Social Sciences SPSS (v17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Prvi korak bio je određivanje osnovnih deskriptivnih parametara i distribucije varijabli. Za sve varijable u svim mjerenjima izračunati su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN), maksimum (MAX) i raspon rezultata (RAS). Statistička značajnost razlika između pojedinih

grupa u mjerenim varijablama u inicijalnom i finalnom stanju utvrđena su primjenom T-testa za zavisne uzorke. Efekti treninga eksperimentalnih i kontrolne skupine utvrđeni su primjenom univarijatne analize varijance (ANOVA) za ponovljena mjerenja uz Bonfferonijevu korekciju. Razina statističke značajnosti postavljena je na p = 0,05.

Rezultati ove disertacije pokazali su kako program tjelesne aktivnosti snage ima povoljniji utjecaj na regulaciju bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom od programa kontinuirane tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta. Međutim, i program kontinuirane aerobne tjelesne aktivnosti također je pokazao statistički značajne pozitivne rezultate, ali u manjem broju varijabli nego što je to slučaj kod programirane tjelesne aktivnosti snage. Kontrolna grupa bez aktivnosti, pokazala je statistički značajno pogoršanje rezultata u skoro svim varijablama.

***Ključne riječi:*** metabolički sindrom, tjelesna aktivnost, starija životna dob

# THE EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY ON DISEASE CONTROL IN ELDERLY WITH METABOLIC SYNDROME

**SUMMARY:**

Metabolic Syndrome is a cluster of metabolic risk factors whose combination significantly contribute to put patients at higher risk of developing cardiovascular disease, diabetes, stroke and some kinds of cancers, and is a clear indicator of adult morbidity. The metabolic indicators of metabolic syndrome are present in early life, increase with severity of paediatric obesity and track over the lifecycle. The syndrome affects all age groups and both sexes. In the elderly, the risk of developing metabolic syndrome increases and the disease is often associated with frailty. This, in combination with trends on the growing proportion of +60 population, substantiates the need to take immediate action. Metabolic syndrome has emerged as a major clinical challenge and its burden on public health expenditure and social welfare is expected to rise since its prevalence is increasing significantly.

The aim of this thesis will be to establish programs of physical activity that can successfully take action to reduce risk factors that arise as a consequence of metabolic syndrome in the elderly. For the purposes of this research will be selected 60 patients, aged between 60 and 80 years, who have 3 of 5 signs of metabolic syndrome. All participants will be randomly allocated to one of three groups: 1) continuous moderate bicycle ergometar (55% $VO_2$max); 2) physical activity strenght program; 3) a control group. Before and after the experimental treatment shall be set following parameters: body composition, biochemical, functional, cardiovascular and metabolic parameters.

For data analysis we used Statistical Package for Social Sciences SPSS (v17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The first step was to determine the basic descriptive parameters and distribution of variables. For all the variables in all the measurements were calculated central and dispersion parameters: the arithmetic mean (AS), standard deviation (SD), minimum (MIN), maximum (MAX) and the range of results (RAS). The statistical significance of differences between groups in the measured variables in the initial and final state are determined using the T-test for paired samples. Effects of training experimental and control

groups were determined using univariate analysis of variance (ANOVA) for repeated measures with Bonfferonijevu correction. The level of significance was set at $p = 0.05$.

The results of this thesis showed that a program of strength physical activity have significant impact on the control of disease in elderly people with the metabolic syndrome of continuous physical activity program with moderate intensity. However, the program of continuous aerobic physical activity also showed a statistically significant positive results, but in a small number of variables, what is not case in programmed strength physical activity. A control group without activity, showed a statistically significant deterioration results in almost all variables.

***Key words:*** metabolic syndrome, physical activity, older age

# SADRŽAJ

1. UVOD I PROBLEM ..... 11
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA ..... 18
3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA ..... 29
4. METODE ISTRAŽIVANJA ..... 30
4.1. UZORAK ISPITANIKA ..... 30
4.2. KRITERIJ ZA UKLJUČIVANJE U ISTRAŽIVANJE ..... 30
4.3. UZORAK VARIJABLI ..... 34
4.3.1. ANTROPOMETRIJSKI I MORFOLOŠKI PARAMETRI ..... 34
4.3.2. SRČANO-ŽILNE FUNKCIJE I FUNKCIJE DIŠNOG SUSTAVA ..... 35
4.3.3. METABOLIČKI / HEMATOLOŠKI SUSTAV ..... 36
4.4. PLAN ISTRAŽIVANJA ..... 39
4.5. PROGRESIVNI TEST OPTEREĆENJA ..... 39
5. METODE ZA OBRADU PODATAKA ..... 46
6. REZULTATI ..... 47
6.1. INICIJALNO TESTIRANJE ..... 47
6.2. FINALNO TESTIRANJE ..... 54
7. RASPRAVA ..... 54
8. ZAKLJUČAK I ZNANSTVENI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA ..... 86
9. LITERATURA ..... 89
10. ŽIVOTOPIS ..... 105

## 1. UVOD I PROBLEM

Kronične bolesti su među najčešćim i najskupljim zdravstvenim problemima koji se mogu spriječiti i kontrolirati. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO, 2010), kronične bolesti predstavljaju vodeći uzrok smrtnosti i invaliditeta u svijetu. Trendovi kažu da će do 2020. ukupni broj smrtnih slučajeva, uzrokovanih kroničnim bolestima narasti na 73%, a predstavljat će 60% svih bolesti stanovništva. Najistaknutije kronične bolesti mogu se liječiti poduzimanjem zajedničkih mjera doktora i kineziologa, prije svega preventivno djelujući na sprječavanje faktora rizika, kao što su visoki krvni tlak, visoki kolesterol u krvi i prekomjerna tjelesna težina ili pretilost. Također, treba djelovati i na nezdrave prehrambene navike, tjelesnu (ne)aktivnost i psihosocijalne odnose. Metabolički sindrom, nazvan još i sindrom inzulinske rezistencije ili sindrom X, je grupa karakteristika koje zajedno povećavaju rizik od nastanka dijabetesa tipa 2 i bolesti srca. Ove karakteristike obuhvaćaju gojaznost, visoki krvni tlak, povišene razine šećera u krvi i visoke trigliceride. Održavanje tjelesne mase, šećera u krvi i razine kolesterola i triglicerida pod kontrolom doprinosi dužem životu i smanjuje rizik od srčanog i moždanog udara.

Povećan rizik za razvoj dijabetesa tipa 2 i kardiovaskularnih bolesti zahtijeva terapijsku intervenciju visokog rizika. Temeljni pristup je redukcija tjelesne mase i povećana tjelesna aktivnost. Terapija lijekovima može biti prikladna za dijabetes i pogodna za smanjenje rizika od kardiovaskularnih bolesti. Međutim, neophodno je naglasiti kako je glavni uzročnik tome pretilost u kombinaciji sa izrazito lošim prehrambenim navikama. (Eckel i sur., 2005) Drugi važni faktori koji također imaju utjecaj u razvoj nastanka metaboličkog sindroma su tjelesna neaktivnost i starenje. Tjelesna neaktivnost doprinosi razvoju pretilosti i modifikaciji mišićne osjetljivosti na inzulin dok starenje uzrokuje postepeni gubitak mišićne mase i time dovodi do povećanja potkožnog masnog tkiva posebice u predjelu trbuha, što na kraju rezultira promjenama koje vrlo lako povećavaju inzulinsku otpornost. (Alberti i sur., 2005)

Kod osoba koje boluju od metaboličkog sindroma preporuča se promjena životnog stila kao početak liječenja, kako bi došlo do smanjenja rizičnih faktora za metabolički sindrom, a to uključuje povećanje tjelesne aktivnosti i kontrolirani unos kalorija. Ukoliko se

nakon tih intervencija metaboličke abnormalnosti i dalje zadrže, liječenje bi se trebalo usmjeriti na terapiju šećerne bolesti tipa 2. i rizične faktore kardiovaskularnih bolesti (Hrvoj i sur., 2015). Glavni faktor nastanka metaboličkog sindroma je pretilost. Kod osoba koje spadaju u skupinu pretilih osoba metabolički sindrom javlja se u 60% slučajeva u odnosu na osobe koje imaju normalnu tjelesnu masu. Kod osoba normalne tjelesne mase zabilježena je pojava metaboličkog sindroma u samo 5% slučajeva. (Park i sur., 2003)

**Tablica 1.** Prethodni predloženi kriteriji za dijagnosticiranje metaboličkog sindroma (prema Grundy i sur., 2007)

| Clinical Measure | WHO (1998) | EGIR | ATP III (2001) | AACE (2003) | IDF (2005) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Insulin resistance** | IGT, IFG, T2DM, or lowered insulin sensitivity*<br><br>**Plus any 2 of the following** | Plasma insulin > 75$^{th}$ percentile **plus any 2 of the following** | None, **but any 3 of the following 5 features** | IGT or IFG **plus any of the following based on clinical judgement** | **None** |
| **Body weight** | Men: waist-to-hip ratio > 0.90; women: waist-to-hip ratio > 0.85; and/or BMI > 30kg/m2 | WC ≥ 94 cm in men or ≥ 80 cm in women | WC ≥ 102 cm in men or ≥ 88 cm in women | BMI ≥ 25 kg/m2 | Increased WC (population specific) **plus any 2 of the following** |
| **Lipid** | TG≥ 150 mg/dL and/or HDL-C < 35 mg/dL in men or < 39 mg/dL in women | TG≥ 150 mg/dL and/or HDL-C < 39 mg/dL in men or women | TG≥ 150 mg/dL<br>_____<br>HDL-C < 40 mg/dL in men or < 50 mg/dL women | TG≥ 150 mg/dL and/or HDL-C < 40 mg/dL in men or < 50 mg/dL in women | TG≥ 150 mg/dL or on TG Rx<br>_____<br>HDL-C < 40 mg/dL in men or < 50 mg/dL women or on HDL-C Rx |
| **Blood pressure** | ≥ 140/90 mm Hg | ≥ 140/90 mm Hg or on hypertension Rx | ≥ 130/85 mm Hg | ≥ 130/85 mm Hg | ≥ 130 mm Hg systolic or ≥ 85 mm Hg diastolic or on hypertension Rx |
| **Glucose** | IGT, IFG, or T2DM | IGT or IFG (but not diabetes) | >110 mg/dL (includes diabetes)++ | IGT or IFG (but not diabetes) | ≥110 mg/dL (includes diabetes)++ |
| **Other** | Microalbuminuria | | | Other features of insulin resistance | |

*(WHO:Wrld Health Organization; EGIR: European Group for the Study of Insulin Resistance; ATP III: Adult Treatment Panel III; AACE: American Association of Clinical Endocrinologists ;IDF:International Diabetes Federation; IGT: imparied glucose tolerance; WC:waist circumference; IFG:impaired fasting glucose; T2DM: type 2 diabetes mellitus; BMI:body mass index; TG:triglycerides; Rx:prescription; HDL-C:high-density lipoprotein cholesterol;)*

NCEP definicija 13 (National Institute of Health) Third Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) ne uključuje obvezno rezistenciju na inzulin odnosno netoleranciju glukoze, već uključuje najmanje tri ili više od mogućih pet kriterija: Metabolički sindrom je grupa karakteristika među kojima ne morate imati sve karakteristike da bi imali metabolički sindrom. Međutim, osoba sa jednom karakteristikom vjerojatno ima i ostale.

Većina eksperata definira metabolički sindrom kao prisutnost tri ili više karakteristika: (NCEP, 2002)

- trbušnu pretilost: opseg trbuha u muškaraca >102 cm, u žena >88 cm;
- koncentraciju serumskih triglicerida >1.69 mmol/L;
- HDL kolesterol u serumu <1.04 mmol/L u muškaraca, <1.29 mmol/L u žena;
- povišen krvni tlak ≥130/85 mmHg;
- serumsku koncentraciju glukoze "na prazan želudac" ≥6.1 mmol/L.

Metabolički sindrom najčešće je uzrokovan lošim načinom života, kombinacijom ili pojedinačnim uzročnicima koji mogu bit nasljedni ili stečeni. Izloženost stresu, neredovita i nepravilna prehrana, visoki postotak ugljikohidrata u prehrani (više od 60%), fizička neaktivnost i nedostatak sna samo su neki od segmenata i načina života modernog čovjeka. Smatra se da upravo takav način života doprinosi sve većoj učestalosti metaboličkog sindroma u zemljama razvijenog svijeta.

Prvi znak metaboličkog sindroma je gojaznost. Karakteristično je da se govori o centralnom tipu gojaznosti gdje se masno tkivo nakuplja uglavnom oko trbuha, indeks tjelesne mase (BMI) veći od 25. Slojevi masnog tkiva na trbuhu djeluju na povećano izlučivanje masnih kiselina u jetrenu cirkulaciju i dovode do porasta koncentracije masnoća u krvi. U Hrvatskoj je prevalencija metaboličkog sindroma u dobnoj skupini iznad 65. godine života 15,2% kod muškog spola i 22,5% kod ženskog spola. Sa starošću raste i pojava metaboličkog sindroma. U većem postotku se javlja u ženskoj populaciji. (Hrvoj i sur., 2015)

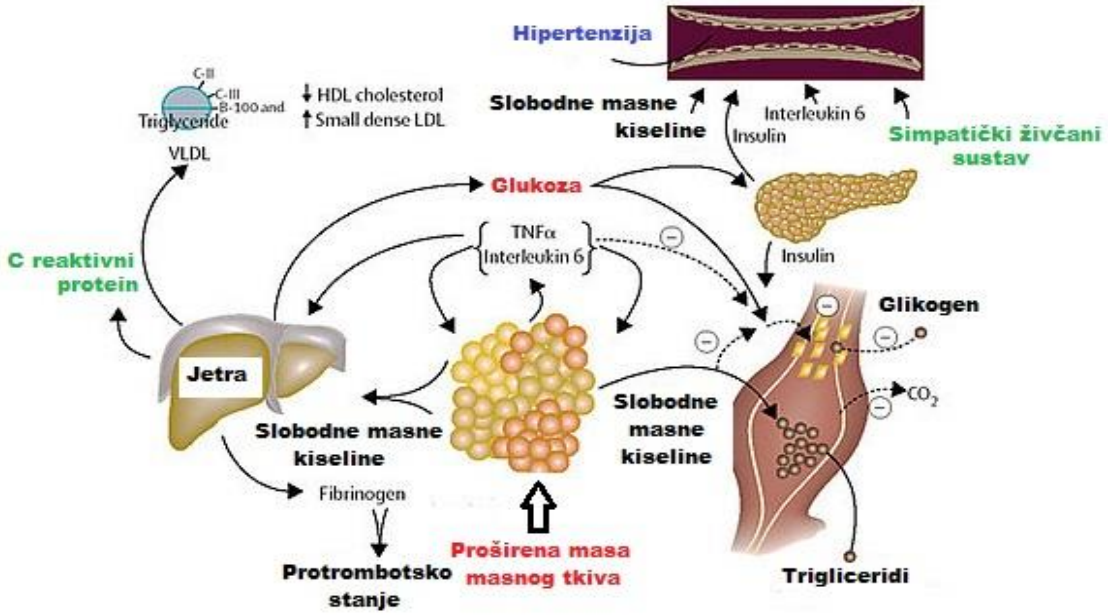
Više od 90% osoba koje imaju dijabetes boluju od dijabetesa tipa 2. Dijabetes tipa 2 može prouzročiti ozbiljne komplikacije, koji utječu na oči, živčani sustav i bubrege. Ukupni rizik od kardiovaskularnih bolesti se više nego udvostručio, a životni vijek se smanjio za prosječno 7 godina. (NICE, 2008) Kod populacije osoba koje imaju normalnu toleranciju glukoze u krvi zabilježeno je 10-15% osoba sa metaboličkim sindromom, u populaciji osoba s narušenom intolerancijom glukoze 42-64% osoba sa metaboličkim sindromom, a kod populacije osoba sa dijabetesom tipa 2 čak 78-84% osoba koje imaju metabolički sindrom. (Isomaa i sur., 2001)

Metabolički sindrom je značajni univarijatni prediktor prevalencije razvoja kroničnih bolesti srca. (Alexander i sur., 2003) Metabolički ekvivalent (MET) je jedinica procjene metaboličke aktivnosti tj. potrošnje kisika tijekom tjelesne aktivnosti. Jedan MET odgovara razini metabolizma u mirovanju i iznosi oko 3,5 ml02/kg/min. (Hrvoj i sur., 2015) Sedentarni način života ima negativan utjecaj na zdravstveno stanje čovjeka, pa tako svaka dva sata više provedena gledajući televiziju utječu na povećanje rizika za razvoj dijabetesa 14% i povećanje pretilosti 23%. (Hu FB i sur., 2003)

Različiti su čimbenici koji su povezani s razvojem metaboličkog sindroma, pa tako postoje dvije skupine čimbenika. Promjenjivi rizični čimbenici tj. okolišni čimbenici koje čine debljina, prehrana, inzulinska rezistencija, hipertenzija i upala. Nepromjenjivi rizični čimbenici kao što su dob i spol, nasljeđivanje metaboličkog sindroma, genetička istraživanja metaboličkog sindroma te geni kandidati za metabolički sindrom. (Božina, 2014)

Utjecaj inzulina na kardiovaskularni sustav možemo svrstati u tri kategorije, čiji rad se pod utjecajem inzulinske rezistencije poremeti (kod metaboličkog sindroma). (Eckel i sur., 2005) a) Vazodilatacija krvnih žila b) Povećana apsorpcija natrija u bubrezima c) Povećana aktivnost simpatičkog sustava. Inzulin gubi vazodilatacijski učinak na krvne žile. Povećava apsorpciju natrija u bubrezima. Kako dolazi do vazokonstrikcije krvnih živa i povećane količine volumena, nastupa arterijska hipertenzija u metaboličkom sindromu. (Kuroda i sur., 1999)

Utjecaj inzulinske rezistencije na metabolizam ugljikohidrata rezultira povećanom koncentracijom glukoze u krvi, a u fiziološkim uvjetima inzulin potiče ulazak glukoze u masne i mišićne stanice, te time ujedno utječe i na sintezu glukoze u jetri i bubrezima. Kod osoba koje boluju od metaboličkog sindroma pojavom inzulinske rezistencije ti procesi postaju sve slabiji, pa su za jednaki učinak tada potrebne veće koncentracije inzulina. (Eckel i sur., 2005) Kako bi gušterača nadoknadila takvo stanje, mora doći do sve veće sinteze inzulina, pa će tako poremećaji na razini stanica gušterače smanjeno lučiti inzulin a rezultat toga će biti razvoj šećerne bolesti i hiperglikemije. (Hrvoj i sur., prema Smirčić-Duvnjak, 2004 i Reaven 1995)




**Slika 1.** Patofiziologija metaboličkoga sindroma (inzulinska rezistencija) (modificirano prema Eckel i sur., 2005)

Iz proširene mase masnog tkiva dolazi do oslobađanja slobodnih masnih kiselina. Slobodne masne kiseline u jetri potiču povećanu proizvodnju glukoze, triglicerida te lučenje lipoproteina niske gustoće. Do veće zastupljenosti lipoproteina niske gustoće LDL i smanjenja lipoproteina visoke gustoće HDL dolazi radi povezanih poremećaja lipida tj. lipoproteina. U mišićima će slobodne masne kiseline potaknuti smanjenje osjetljivosti na inzulin, inhibirajući tako inzulinom posredovano preuzimanje glukoze, a to će rezultirati povećanim nakupljanjem lipida u obliku triglicerida i smanjenog stvaranja glikogena. Povećanje slobodnih masnih kiselina i glukoze koja cirkulira utjecat će na povećanje lučenja inzulina iz gušterače i tako dovesti do hiperinzulinemije. Hiperinzulinemija lako dovodi do povećanja reapsorpcije natrija i aktivnosti simpatičkog živčanog sustava, što doprinosi povećanju krvnog tlaka i povećanju razine cirkulacije slobodnih masnih kiselina. (Božina, 2014)

Metabolički sindrom je skup međusobno povezanih faktora rizika za nastanak kardiovaskularnih bolesti kojima je potrebno posvetiti više pažnje od strane nadležnih institucija. Osobe koje boluju od metaboličkog sindroma također imaju povećan rizik za razvoj dijabetesa tipa 2. Detekcija metaboličkog sindroma je samo jedan dio cjelokupnog rizika procjene za razvoj kardiovaskularnih bolesti, budući da se ne može samo na temelju postojanja metaboličkog sindroma predvidjeti desetogodišnji rizik za razvoj nastanak koronarne bolesti srca posebice kada se kod osobe ne nalazi znakova dijabetesa. Osobe koje boluju od dijabetesa tipa 2 u kombinaciji sa ostalim faktorima metaboličkog sindroma, imaju veliki rizik za mogućnost razvoj koronarne bolesti srca i kardiovaskularnog sustava u budućem period. (Grundy i sur., 2004; Grundy i sur., 2005)

Smanjenim unosom hrane tj. reguliranom prehranom postiže se slabiji učinak na smanjenje tjelesne mase i održavanje željene mase na dostignutoj razini, nego što se to postiže tjelesnom aktivnošću. Budući da reguliranom tj. smanjenom prehranom utječemo na smanjenje metaboličkog dijela u mirovanju, to se očituje u smanjenju toplinskog učinka hrane. Ako kombiniramo tjelesnu aktivnost sa smanjenim unosom hrane dobit ćemo povećanje toplinskog učinka vježbe, povećati će se metabolički dio korištenja energije u mirovanju te nakon aktivnost (posebice ako je velikog intenziteta) sačuvati ćemo nemasnu tjelesnu masu, a povećati potrošnju energije unutar 24 sata, čime će se lakše doći do

smanjenja tjelesne mase i/ili održavanja iste na dostignutoj razini. Nakon tjelesne aktivnosti dolazi do povećanja metaboličkog dijela energije u mirovanju te se zadržava povišen u naredna tri dana, a izrazito je bitan faktor u smanjenju tjelesne mase. (Eriksson i sur., 2012)

## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Istraživanja su pokazala da je tjelesna neaktivnost povezana sa faktorima rizika metaboličkog sindroma kod osoba starije životne dobi (Park et al., 2008). Međutim velik broj studija više pokazuje povezanost faktora rizika i razine tjelesne aktivnosti nego kod sedentarnih navika i načina života. Promijene u tjelesnoj kompoziciji predstavljaju rezultat u promijeni načina života suvremenog čovjeka. Te promijene, prije svega se odnose na povećano korištenje motornih vozila u transportu ali i korištenje aparata koji smanjuju tjelesnu aktivnost čovjeka. Osobe koje su tjelesno aktivne lakše održavaju ili reduciraju tjelesnu masu u dužem vremenskom period nego osobe koje se samo oslanjaju na reducirani režim prehrane. Postavlja se pitanje, da li pretilost uzrokuje više štete ljudskom organizmu od tjelesne neaktivnosti? S obzirom da je sastav tijela jako važan faktor kod osoba sa metaboličkim sindromom nedvojbeno je da nivo tjelesne aktivnosti direktno utječe na sastav tijela a samim time i na druge parametre metaboličkog sindroma kao što su krvni tlak i kolesterol.

Istraživanje autora (Jefferis i sur., 2016) provedeno na muškarcima starije životne dobi (71-91godina života) koji boluju od metaboličkog sindroma, govori o važnosti djelovanja trajanja tjelesne aktivnosti na pretilost i metabolički sindrom. S obzirom da osobe starije životne dobi imaju nisku razinu tjelesne aktivnosti, a time i visoku razinu sedentarnog načina života, autore je zanimalo kako ukupni volumen tjelesne aktivnosti, specifični (srednji do visoki), zatim (umjereno zahtjevni) oblici tjelesne aktivnosti ali i vrijeme provedeno sjedeći utječu na pretilost i metabolički sindrom. Dobiveni rezultati pokazali su da su muškarci prosječne dobi 78,5 godina proveli 612 dana, 202 sata i 42 minute sjedeći, u umjerenom, te srednje do visokom zahtjevu tjelesne aktivnosti. Svi izmjereni oblici aktivnosti pokazali su povezanost s nižom razinom pretilosti i metaboličkog rizika. Učinci umjerenog intenziteta su pogodni za starije osobe gdje aktivnosti srednje do visoke aktivnosti koje traju 10 minuta ili manje mogu biti osobito izazivane.

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije iz 2010. godine, osobe s elementima metaboličkog sindroma imaju 2-3 puta veći rizik smrti, koja se javlja ranije u odnosu na nepretile osobe za 8-10 godina. Metaboličkim sindromom je zapravo stanjene kontroliranoga, nepotrebnoga, prevelikoga unosa energije (hrane) u tijelo u odnosu na tjelesnu potrošnju energije (tjelesne aktivnosti) pa bi ga zapravo trebalo zvati sindromom prevelikoga unosa hrane u tijelo i/ili premaloga kretanja.

Dugotrajno bavljenje aerobnom tjelesnom aktivnošću dovodi do skretanja metabolizma prema potrošnji energije, smanjenju količine masnog tkiva. Tu se zbiva kao posljedica izlučivanja hormona rasta, a to predstavlja reakciju prilagodbe za naglo povećane metaboličke zahtjeve tijekom tjelesne aktivnosti, čime se skreće metabolizam prema korištenju potrošnje lipida, primarno supresijom potrošnje ugljikohidrata i sinteze masnoća. To su mehanizmi regulacije tjelesne mase i ustroja tijela pod utjecajem tjelesne aktivnosti. (Duraković i Mišigoj-Duraković, 2009)

Istraživanje utjecaja tjelesne aktivnosti u periodu od devet mjeseci, provedeno je na 262 muškaraca i žena s dijabetesom tipa 2, u Pennington Biomedical Research Centru. Ispitanici su nasumično bili podijeljeni u grupe i to: a) bez tjelesne aktivnosti, b) s tjelesnom aktivnosti snage, c) aerobna tjelesna aktivnost, d) kombinaciji aerobne tjelesne aktivnosti i tjelesne aktivnosti snage. Sve tri skupine (b,c,d) su pod utjecajem tjelesne aktivnosti smanjile tjelesnu masu, masno tkivo i opseg struka. Sve tri skupine tjelesnih aktivnosti smanjile su mjeru količine šećera vezanu uz hemoglobin (-0,16%, -0,24% i -0,34%, respektivno), ali samo skupina koja je provodila kombinaciju aerobne tjelesne aktivnosti i tjelesnu aktivnost snage je ostvarila statističku značajnost. $VO_2$max se značajno povećao samo u skupini koja je provodila kombiniranu tjelesnu aktivnost. Snaga se povećala u skupini sa kombiniranim oblikom tjelesne aktivnosti, ali nije u skupini koja je provodila samo aerobnu tjelesnu aktivnost. (Church i sur., 2010)

Istraživanje provedeno na usporedbi tjelesne aktivnosti u modalitetu liječenja muškaraca i žena s metaboličkim sindromom. Imali su 11 ispitanika u svakoj skupini, gdje su za 12 tjedana morali tri puta tjedno provoditi tjelesnu aktivnost 1) aerobnu, 2) snage, 3)

kombiniranu aerobnu i snage. Bez gubitka težine, sve tri skupine imale su pad u opsegu struka. Snaga se povećala u skupini 2 i 3. $VO_2$max se povećao u skupini aerobne tjelesne aktivnosti i u kombiniranoj skupini. Otpornost na inzulin nije se značajno promijenila. (Stensvold i sur., 2010)

Autori Fagard i Cornelissen 2007. , napravili su meta-analizu 72 kliničke studije te došli do zaključka da tjelesna aktivnost u hipertoničara dovodi do smanjenja sistoličkog krvnog tlaka u prosjeku 6,9 mmHg. U pacijenata sa šećernom bolešću u sniženju krvnog tlaka učinkoviti su aerobna tjelesna aktivnost kao i tjelesna aktivnost snage (Balducci i sur., 2010).

Tjelesnom aktivnošću se smanjuje krvni tlak u 76-81% hipertoničara, a aerobne tjelesne aktivnosti niskog intenziteta (<70% $VO_2$max) efikasnije su u snižavanju sistoličkog krvnog tlaka u odnosu na tjelesne aktivnosti visokog intenziteta (>70% $VO_2$max). (Hagberg i sur., 2000)

Istraživanje provedeno 2008. godine proučavalo je problem, da li tjelesna aktivnost može održati poboljšanje faktora rizika metaboličkog sindroma tijekom perioda kada osoba počne ponovo dobivati na tjelesnoj masi. U istraživanju su sudjelovala 102 ispitanika, prekomjerne tjelesne težine i/ili pretila, oba spola sa karakteristikama metaboličkog sindroma koji su pod utjecajem programirane tjelesne aktivnosti hodanja/trčanja na 60% $VO_2$max izgubili 10% tjelesne mase i 5-to dnevnim kalorijskim ograničenjem (-600kcal/dan) tijekom perioda od 4 do 6 mjeseci. Nakon gubitka tjelesne mase, preostalih 77 ispitanika bilo je podvrgnuto programiranom prehrambenom režimu, a cilj je bio povratiti izgubljenu tjelesnu masu (+50% izgubljene tjelesne mase) za 4 do 6 mjeseci, ali s time da su ispitanici bili slučajnim odabirom raspoređeni u dvije skupine. 1. Skupina nije nastavila tjelesnu aktivnost. 2. Skupina je nastavila programiranu tjelesnu aktivnost. Na početku testiranja bili su izmjereni krvni tlak, regionalna mast, homeostaza glukoze, lipida i upalnih markera, zatim su sve te varijable mjerene nakon što su ispitanici izgubili tjelesnu masu i na kraju kada su opet povratili tjelesnu masu. Nakon gubitka tjelesne mase (9,7 ± 0,2% tjelesne težine), značajno poboljšanje bilo je zabilježeno u gotovo svim parametrima. Nakon što su povratili tjelesnu masu (54,4 ± 1,6% od izgubljenog težine) skupina koja nije provodila program tjelesne

aktivnosti pokazala je pogoršanje u većini metaboličkih markera., dok je skupina koja je i dalje provodila programiranu tjelesnu aktivnost pokazala poboljšanje u $VO_2$max, krvnom tlaku, homeostazi glukoze, lipoproteinima kolesterola visoke i niske gustoće (HDL-C i LDL-C), oksidiranom LDL i drugima upalnim markerima. Poboljšanje jedino nisu održali u trigliceridima i kolesterolu u koncentracijama ili trbušnoj masti. (Thomas i sur., 2010)

Meta-analiza autora Kelly i Kelly 2009. pokazala je da se tjelesnom aktivnosti snage ukupni kolesterol smanjuje za 2,7%, LDL za 4,6%, trigliceridi za 6,4%, dok se HDL povećava za 1,4%. Tjelesna aktivnost snage može poboljšati glikemijsku kontrolu i inzulinsku osjetljivost čak i više nego aerobna tjelesna aktivnost (Cauza i sur., 2005). Tjelesna aktivnost snage povezuje se sa smanjenjem visceralnog masnog tkiva i povećanjem mišićne mase (Cuff i sur., 2003).

Aerobna tjelesna aktivnost, tjelesna aktivnost snage kao i njihova kombinacija dovodi do redukcije HbA1c (mjera količine šećera vezane uz hemoglobin u crvenim krvnim zrncima) za 0,67% kroz 12 tjedana vježbanja (Umpierre i sur., 2011). To je važno s obzirom da se zna da povećanje HbA1c za 1% povećava rizik smrtnosti za 28% (Khaw i sur., 2001). A održavanje HbA1c u približno normalnim vrijednostima ispod 6% i dalje predstavlja mogućnost razvoja infarkta miokarda i mikrovaskularnih komplikacija (Manley, 2004).

Najbolji rezultati u liječenju metaboličkoga sindroma postižu se usklađenim provođenjem aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti. Najbolji rezultati u smanjenju tjelesne težine osoba s metaboličkim sindromom postižu se zajedničkim efektom redovite tjelesne aktivnosti s redukcijskom prehranom. Većina osoba s metaboličkim sindromom ne provodi tjelesnu aktivnost redovito, opravdavajući to manjkom vremena, ali uživaju u raznim oblicima anaerobne tjelesna aktivnosti, koje provode jednom ili dva puta tjedno, na primjer pojačan intenzitet tjelesne aktivnosti bez pripreme. (Metelko, 2012)

Kombinacija aerobne i anaerobne tjelesne aktivnosti je optimalna jer dovodi do energetskoga manjka i održava ili povećava nemasnu masu tijela. Lakše je izvediva za pretile osobe i smanjuje rizik za nastanak intolerancije glukoze i šećerne bolesti tipa 2 te poboljšava dugotrajnu kontrolu glikemije. Osobe koje provode redovitu tjelesnu aktivnost imaju manju učestalost povišenja krvnog tlaka. U meta-analizi 25 studija, utvrđeno je smanjenje sistoličkoga krvnog tlaka u 67 % ispitanika i dijastoličkoga tlaka u 70 % ispitanika koji su provodili redovitu tjelesnu aktivnost. Najizrazitiji učinak tjelesne aktivnosti zamjećuje se u pretilih muškaraca. (Eriksson i sur., 2012). Procjenjuje se nedostatak tjelesne aktivnosti odgovornim za 6 % do 10 % ukupne smrtnosti i 9 % prerane smrtnosti. Procijenjeno je da neprovođenje tjelesne aktivnosti uzrokuje 6 % nastajanja koronarne srčane bolesti 7 % nastajanja šećerne bolesti. (Horton, 2012)

Veličina akutnog učinka tjelesne aktivnosti i vježbanja uvjetovana je karakteristikama aktivnosti – oblikom i primarno volumenom aktivnosti odnosno ukupnim energetskim utroškom tijekom, individualnim varijacijama, statusom treniranosti, inicijalnim vrijednostima koncentracijama triglicerida u serumu i učinkom na smanjenje tjelesne mase. (Mišigoj-Duraković i Duraković, 2012)

Najboljim antropometrijskim pretkazateljem kardiovaskularnog rizika smatra se opseg trbuha, koji je neizravni pokazatelj veličine nakupljanja abdominalne visceralne masti. Opseg trbuha i omjer opsega struka i bokova dobri su pokazatelji raspodjele tjelesne masti i kardio-metaboličkog rizika. (Mišigoj-Duraković i sur., prema Lemieux i sur. i Rodriguez i sur., 2014)

Pored utjecaja na sastav tijela tjelesna aktivnost može uspješno djelovati i na ostale parametre metaboličkog sindroma i to prije svega na povećanje HDL kolesterola i smanjenje razine LDL kolesterola što je jako važno kod osoba starije životne dobi. U samom početku najvažnije je odvojiti HDL i LDL i ne promatrati ove vrijednosti kao ukupni kolesterol. Smanjenjem kolesterola utječe se i na smanjenje krvnog tlaka, kako sistoličkog tako i dijastoličkog. Povećanje kolesterola u krvi za 10 % rezultira 20 %-tnim povećanjem rizika od koronarne bolesti. Razina HDL kolesterola često je niža u bolesnika s povišenim razinama triglicerida, u pušača, pretilih i tjelesno neaktivnih ljudi. Arterijska hipertenzija glavni je

neovisni čimbenik kardiovaskularnoga rizika. O težini hipertenzije i njezinom trajanju ovisit će rizik od kardiovaskularnih komplikacija. Usporedno s porastom tjelesne težine povećava se otpornost na djelovanje inzulina i opterećenje betastanica Langerhansovih otočića gušterače, stanica koje proizvode inzulin ovisno o potrebama tijela. Ovisno o genetskom naslijeđu, određeni stupanj pretilosti dovodi do relativnoga manjka inzulina u tijelu (nedovoljno inzulina za povećane potrebe pretiloga tijela), nemogućnosti održavanja odgovarajućeg metabolizma glukoze, masti i bjelančevina te nastaje šećerna bolesti tipa 2 u pretile osobe (Metelko, 2012).

Smatra se da je koncentracija HDL kolesterola u plazmi značajno pod utjecajem nasljeđa, i to 50% njegove ukupne varijance genetski je uvjetovano. (Mišigoj-Duraković i Duraković, 2012) Sindrom policističnih jajnika također je praćen značajnim metaboličkim poremećajima kao što je inzulinska rezistencija, hiperinzulinemija i metabolički sindrom, pa time i žene koje su u mladosti bolovale ili još boluju od policističnih jajnika, imaju veću vjerojatnost da će bolovati i od metaboličkog sindroma (Šimunić, 2008).

Autor Kemmler i sur. 2009. godine proveli su istraživanje na populaciji žena starije životne dobi koje boluju od metaboličkog sindroma. U istraživanju su sudjelovale 32 osobe ženskog spola koje boluju od metaboličkog sindroma prema podacima Internacional Diabetes Federation koje su provodile programe tjelesne aktivnosti i 33 osobe ženskog spola također registrirane kao osobe koje boluju od metaboličkog sindroma koje su predstavljale kontrolnu grupu, tj. nisu provodile tjelesnu aktivnost. Nakon 12 mjeseci trening, autori su zabilježili značajne rezultate. Ispitanice koje su provodile trening od 12 mjeseci imale su značajne rezultate u smanjenju postotka potkožnog masnog tkiva, smanjile su postotak masti u gornjem dijelu tijela, smanjile su opseg kukova, postotak triglicerida u krvi, ukupni kolesterol u krvi i HDL-C, te su smanjile broj faktora koji ih svrstavaju u skupinu osoba oboljelih od metaboličkog sindroma u odnosu na kontrolnu grupu koja nije provodila tjelesnu aktivnost.

29 istraživanja provedeno je na populaciji od 1329 ispitanika muškog i ženskog spola, od čega ih je 676 bilo uključeno u tjelesnu aktivnost (trening snage) a njih 653 ispitanika predstavljali su kontrolnu skupinu. Rezultati su pokazali kako je trening snage imao utjecaj na

smanjenje ukupnog kolesterola za 2.7%, triglicerida za 6.4%, LDL za 4.6%, a vrijednost HDL se povećala za 1.4%. (Kelley i Kelley, 2009)

Istraživanje provedeno na 32 osobe koje boluju od metaboličkog sindroma prema kriterijima Svjetske zdravstvene organizacije pokazalo je značajne rezultate u intervencijama tjelesnom aktivnošću. Osobe su bile podijeljene u 3 skupine. 1. Skupina su bile osobe koje su provodile aerobni intervalni trening visokog intenziteta (90% od maksimalne frekvencije srca) 2. Skupina su bile osobe koje su provodile kontinuiranu tjelesnu aktivnost umjerenog intenziteta. (70% od maksimalne frekvencije srca) 3. Skupina je bila kontrolna skupina. Obje skupine provodile su trening izdržljivosti hodanja/trčanja uz lagani nagib na pokretnoj traci 3 puta tjedno tijekom 16 tjedana. Oba tipa tjelesne aktivnosti su utjecala na sniženje krvnog tlaka i prekomjerne tjelesne težine, dok je aerobni intervalni trening pokazao bolje rezultate od vježbanja umjerenog intenziteta s obzirom na endotelnu funkciju te inzulinsku signalizaciju u mišićnom i masnom tkivu. (Tjonna i sur., 2008)

Istraživanje provedeno 2003. godine na ženama koje većinu svog vremena provode sjedeći, kojima je prosječan indeks tjelesne mase 32,6 pokazalo je zanimljive rezultate. Ispitanice su bile podijeljene u 4 skupine koje su provodile različite tjelesne aktivnosti. 1. Visoki intenzitet / dugo trajanje. 2. Umjereni intenzitet / dugo trajanje. 3. Umjereni intenzitet / umjereno trajanje. 4. Visoki intenzitet / umjereno trajanje. Sve sudionice također su bile upućene da smanje kalorijski unos na 1200 do 1500 kcal. Nakon perioda od 12 mjeseci sudionice istraživanja u svim grupama su izgubile na tjelesnoj masi prosječno 6 kilograma, pa sve do prosječno 8,9 kilograma u skupini koja je imala tjelesnu aktivnost većeg intenziteta kroz duže vrijeme. (Jakicic i sur., 2003)

Autor Katzmarzyk i sur. 2003 godine proveli su istraživanje na 621 ispitanika, koji su kategorizirani kao osobe koje boluju od metaboličkog sindroma. Cilj istraživanja bio je ispitati učinkovitost tjelesne aktivnosti aerobnog tipa na liječenje metaboličkog sindroma. Prisutnost metaboličkog sindroma i faktora rizika testirana je prije i nakon 20 tjedana od početka aerobne tjelesne aktivnosti. Prevalencije metaboličkog sindroma bila je 16,9% od naizgled zdravih ispitanika. Od 105 sudionika s metaboličkim sindromom u početku

istraživanja, 30,5% njih više nije bilo klasificirano kao osobe s metaboličkim sindromom nakon provođenja programa aerobne tjelesne aktivnosti. Od 32 osobe koje su poboljšale svoj metabolički profil, njih 43% je smanjilo trigliceride u krvi, njih 16% je poboljšalo HDL kolesterol, 38% njih smanjilo krvni tlak, te je 28% sudionika smanjilo opseg struka. Nakon intervencije aerobnim programom tjelesne aktivnosti 32,7% muškaraca i 28% žena više nisu bili kvalificirani kao osobe s metaboličkim sindromom.

59 ispitanika koji boluju od kardiovaskularnih bolesti te 81 ispitanik koji nisu kardiološki bolesnici ali su klasificirani kao osobe s metaboličkim sindromom (naknadno identificirani), bili su podvrgnuti istraživanju kardiološke rehabilitacije i tjelesne aktivnosti. Tjelesna aktivnost provodila se 2 puta tjedno. Dobiveni rezultati pokazali su značajna poboljšanja u tjelesnoj masi , indeksu tjelesne mase, postotka masti u krvi, triglicerida / HDL i tolerancije u obje testirane skupine. Poslije provedenog istraživanja 31% kardiovaskularnih bolesnika i 20% ispitanika koji nisu bili klasificirani kao kardiološki bolesnici, više nisu imali čimbenike rizika za metabolički sindrom. (Gayda i sur., 2008)

2009 godine provedeno je istraživanje na 64 pretile osobe koje su bile podijeljene u dvije skupine, s metaboličkim sindromom i bez metaboličkog sindroma. Obje skupine sudjelovale su u 12 tjednom programu tjelesne aktivnosti i na dva savjetovanja o prehrani. Trening se sastojao od 50 minuta vožnje bicikla, 50 minuta hodanja/trčanja i 20 minuta istezanja (3 puta tjedno). Nakon 12 tjedana obje skupine pokazale su smanjenje tjelesne mase, BMI-a, opsega struka, postotka masnog tkiva i triglicerida, te povećanje visine HLD i primitka kisika. U skupini u kojoj su osobe imale metabolički sindrom, smanjio se krvni tlak i povećala se osjetljivost na inzulin. Faktori rizika za metabolički sindrom smanjena su za 72%. (Leite i sur., 2009)

2002. godine provedeno je istraživanje na 62 ispitanika starije životne dobi, od toga 40 žena i 22 muškaraca koji su bili prosječno stari oko 66 godina, a bolovali su od dijabetesa tipa 2. Nasumično su bili podijeljeni dvije skupine: a) Skupina koja je bila uključena u visokointenzivni program treninga s progresivnim opterećenjem i b) Kontrolna skupina. Prije i nakon istraživanja ispitanici su bili podvrgnuti testovima: kontrola glikemije, faktori

metaboličkog sindroma, sastav tijela i količina pohranjenog mišićnog glikogena. Skupina koja je provodila programiranu tjelesnu aktivnost i to tri puta tjedno u 16 tjedana, pokazala je smanjenje plazme glikolizirane razine hemoglobina s 8,7 na 7,6, zatim povećanje mišićne zalihe glikogena sa 60,3 na 79,1 mmol glukoze/kg mišića te smanjenje doze propisanih lijekova za dijabetes kod 72% ispitanika u usporedbi s kontrolnom skupinom. Kod kontrolne skupine zabilježena je potreba za povećanjem od 42% u lijekovima za dijabetes. Također skupina koja je provodila programiranu tjelesnu aktivnost zabilježila je smanjenje sistoličkog krvnog tlaka za -9,7 / 7,7 mmHg. (Castaneda i sur., 2002)

Veliko longitudinalno istraživanje provedeno je na velikom uzorku populacije muškaraca, njih 19233 u dobi od 20 do 83 godina koji su između 1979. i 1995. godine primili kliničku procjenu. Pratila se smrtnost te je do kraja 1996. godine bilo 15466 zdravih muškaraca (80,5%) i 3757 muškaraca s metaboličkim sindromom (19,5%). Ukupno 480 smrtnih slučajeva (161 ih se dogodilo radi kardiovaskularnih bolesti) tijekom 196 298 čovjek-godina praćenja. Ispitanici su bili uključeni u kardiorespiratornu tjelesnu aktivnost. Relativni rizik kod usporedbe neaktivnih muškaraca sa aktivnim muškarcima za smrtnosti svih uzroka bio je 2.18 (1.66-2.87) u zdravih muškaraca i 2.01 (1.38-2.93) u muškaraca s metaboličkim sindromom, dok je relativni rizik za smrtnosti kardiovaskularnih bolesti kod neaktivnih sa aktivnim muškarcima bio 3,21 ( 2,03-5,07) u zdravih muškaraca i 2,25 (1.27-3.97) u muškaraca s metaboličkim sindromom. Autori su zaključili kako kardiorespiratorna tjelesna aktivnost ima snažan zaštitni učinak protiv svih uzroka i mortaliteta kardiovaskularnih bolesnika kod zdravih muškaraca i muškaraca s metaboličkim sindromom. (Katzmarzyk i sur., 2004)

Rizični faktori za razvoj koronarne bolesti srca rastu s dobi, a također i indeks tjelesne mase (BMI, u kg / m2). S obzirom na navedene činjenice, istraživanje provedeno 2006. godine bavilo se utvrđivanjem da li intervencija na promjenu životnog stila može poboljšati rizične faktore za razvoj metabolizma koronarne bolesti srca kod pretilih osoba starije životne dobi. Istraživanje je bilo provedeno na pretilim osobama (BMI ≥ 30) starije životne dobi (≥65 y) kojima su nasumično bili dodijeljeni programi prehrane i programi tjelesne aktivnosti (liječenoj skupini; n = 17) ili bez terapije (kontrolna skupina; n = 10). Dobiveni rezultati pokazali su kako se tjelesna težina smanjila za 8,4% (8,2 kg) u liječenoj skupini. Tjelesna

masa nije se značajnije mijenjala (0,7 kg) u kontrolnoj skupini (P <0,001 između skupina). Promijene između kontrolnih i tretiranih skupina, su bile u opsegu struka (1 i -10 cm), glukoze u plazmi (4 i 4 mg / dl), serumskih triglicerida (0 i -45 mg / dl), a sistolički krvni tlak (-2 i 10 mm Hg) i dijastolički krvni tlak (0 i -8 mm Hg) su bili drugačiji (P <0,05 za sve). Broj osoba s metaboličkim sindromom smanjen je za 59% u skupini liječenja, ali se nije značajno promijenio u kontrolnoj skupini (P <0,05). Serum slobodnih masnih kiselina bio je povećan za 10 umol / L u kontrolnoj skupini, a smanjen za 99 umol / L u liječenoj skupini (P <0,05). Promjene između kontrolnih i tretiranih skupina, odnosno, u C-reaktivnog proteina (0,8 i -2,5 mg / L) i interleukina 6 (1,6 i -2,4 pg / mL) bile su različite (p <0.05 za oba), čime bi se dalo zaključiti kako intervencije promijene životnog stila smanjuju različite faktore rizika metabolizma koronarnih bolesti srca istovremeno u pretilih osoba starije životne dobi. (Villareal i sur., 2006)

Istraživanje provedeno 2007. godine temeljilo se na ispitivanju učinaka programirane aerobne tjelesne aktivnosti na metabolički sindrom, tj. poboljšanje odgovora na smanjenje tjelesne mase. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 459 žena prekomjerne tjelesne mase (dob 49 ± 9 godina, BMI, 28 ± 3 kg / m2), kako bi se testirao odnos između kardiorespiratorne kondicije i učestalosti metaboličkog sindroma. Među njima, 67 ispitanika s metaboličkim sindromom su bili podvrgnuti 14-tjednom programu mršavljenja, koji je uključivao niski kalorijski unos i programiranu aerobnu tjelesnu aktivnost. Maksimalni primitak kisika ($VO_2$max) tijekom maksimalnog testa na biciklergometru bio je mjeren kao indeks kardiorespiratornog fitnesa na početku i nakon intervencije. U osnovnom testiranju, dob i BMI podešavaju omjere za prevalenciju metaboličkog sindroma gdje je u niskoj, srednjoj i gornjoj trećini $VO_2$max bio 1,0 (referentna vrijednost), 0,50 (95% interval pouzdanosti, 0,26-0,95) i 0,39 ( 95% interval pouzdanosti, 0,14-0,96), odnosno (linearni trend, p = 0,02). U prilagođeni omjer vjerojatnosti za poboljšanje metaboličkog sindroma bili su dokazani u dvije intervencije, samo u dijeti i dijeti sa tjelesnom aktivnošću su 1,0 i 3,68 (95% interval pouzdanosti, 1,02 - 17,6; p = 0.04), respektivno. Rezultati su pokazali da dodavanje programirane aerobne tjelesne aktivnosti prehrani, tj. smanjenom kalorijskom unosu, dodatno poboljšava pozitivan utjecaj na metabolički sindrom (omjer podešenih koeficijenata, 3,68) u pretilih žena, u usporedbi sa samom dijetom tj. smanjenim kalorijskim unosom. (Okura i sur., 2007)

Zanimljivo istraživanje o povezanosti objektivno izmjerene aktivnosti sjedenja i metaboličkog sindroma kod osoba starije životne dobi objavljeno je 2011. godine. Ukupno 1367 ispitanika (muškog i ženskog spola) u životne dobi od ≥60 godina sudjelovalo je od 2003.-2006. godine u sklopu Nacionalnog zdravstvenog i prehrambenog pregleda, a te osobe su bile kategorizirane kao osobe koje boluju od metaboličkog sindroma. Vrijeme provedeno sjedeći, tijekom budnih sati, bilo je mjereno pomoću akcelerometar (<100 otkucaja u minuti). Jedan period proveden u aktivnosti sjedenja bio je definiran kao vremenski period> 5 min. Jedan period proveden sjedeći kao pauza bio je definirana kao prekid te sjedeće aktivnosti (≥100 impulsa u minuti). Rezultati su pokazali kako ljudi u prosjeku provedu 9,5 sati (65% vremena) sjedeći. U usporedbi s osobama bez metaboličkog sindroma, osobe s metaboličkim sindromom provele su veći postotak vremena sjedilački (67,3% u odnosu na 62,2%). Također, osobe s metaboličkim sindromom imale su više prosječne periode sjedenja (17,7 u odnosu na 16,7 min), i manji intenzitet u periodu provedenom sjedeći (14,8 u odnosu na 15,8 prosječne zbrojevi po minuti), ali su imale i manje sjedeće pauze (82,3 u odnosu na 86,7), što je bilo prilagođeno s obzirom na dob i spol (svi P <0,01). Veći postotak vremena sjedeći i manje sjedilački pauza su bili povezani sa znatno većom vjerojatnošću metaboličkog sindroma nakon prilagodbe za dob, spol, nacionalnost, obrazovanje, konzumiranje alkohola, pušenje, BMI, dijabetes, srčane bolesti i tjelesnu aktivnost. Veza između intenziteta tijekom sjedilačkog vremena i metaboličkog sindroma bila je značajna, što govori kako je vremenski period koji je proveden sjedeći snažno povezan s rizicima faktora metaboličkog sindroma, neovisno o tjelesnoj aktivnosti. Nadalje, rezultati istraživanja jasno su prikazali kako osobe starije životne dobi mogu imati koristi od smanjenja ukupnog vremena provedenog sjedeći i izbjegavanja duljeg razdoblja sjedilačkog vremena s povećanjem broja pauza tijekom istih (Bankoski i sur., 2011).

## 3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

GLAVNI CILJ:

Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih programa tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta na regulaciju bolesti osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom.

Sekundarni ciljevi: Utvrditi utjecaj 12 tjednog programa tjelesne aktivnosti kontinuirane vožnje bicikl ergometra umjerenog intenziteta i 12 tjednog programa tjelesnog vježbanja snage umjerenog intenziteta na regulaciju bolesti osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom.

**HIPOTEZE:**

**H1** – Eksperimentalni program kontinuirane tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta pozitivno utječe na regulaciju bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom

**H2** – Eksperimentalni program tjelesne aktivnosti snage pozitivno utječe na regulaciju bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom

**H3** – Eksperimentalni program tjelesne aktivnosti snage ima povoljniji utjecaj na regulaciju bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom od programa kontinuirane tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta

**H4** – Kod kontrolne skupine, osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom, neće biti promjena u pokazateljima bolesti

# 4. METODE ISTRAŽIVANJA

## 4.1. UZORAK ISPITANIKA

U projekt istraživanja bilo je uključeno 86 ispitanika, od čega je istraživanje bilo provedeno na ukupnom uzorku od 60 ispitanika, starosne dobi od 60-80 godina koji su imali 3 od 5 parametara metaboličkog sindroma prema kriterijima NCEP-a. 30 muškaraca i 30 žena bili su nasumično podijeljeni u tri grupe sa po 20 ispitanika, dvije eksperimentalne i jednu kontrolnu. Nakon liječničkog pregleda, 26 ispitanika nije imalo zdravstvenu osnovu da se podvrgnu daljnjim tjelesnim opterećenjima, te su isključeni iz daljnjeg protokola testiranja. Etičko povjerenstvo Kineziološkog fakulteta i dijagnostičkog centra University of Primorska u Kopru Slovenija, dalo je dopuštenje za provedbu istraživanja. Svaki ispitanik morao je dati pristanak za prisustvovanje u istraživanju. Svaki ispitanik prije uključivanja u istraživanje bio je podvrgnut pregledu liječnika i kardiologa (progresivni test opterećenja) kako bi se utvrdilo da može sudjelovati u istraživanju gdje će biti podvrgnut određenim tjelesnim opterećenjima.

## 4.2. KRITERIJ ZA UKLJUČIVANJE U ISTRAŽIVANJE

Kriterij za uključivanje i odabir ispitanika je sljedeći: osobe kronološke dobi 60 do 80 godina, da imaju 3 od 5 parametara metaboličkog sindroma, da nisu bili uključeni u bilo koji oblik organiziranog tjelesne aktivnosti najmanje 6 mjeseci prije početka eksperimentalnog tretmana, da osim programa tjelesnih aktivnosti (I i II eksperimentalna grupa) ne sudjeluju u drugim programiranim oblicima tjelesne aktivnosti. Kriterij za isključivanje iz istraživanja: osobe sa kardiovaskularnim i respiratornim oboljenjima, osobe u fazi oporavka od nekog oblika akutnih ili kroničnih oboljenja i osobe u procesu rehabilitacije od ozljeda.

Istraživanje je provedeno na ispitanicima koji su imali 3 od 5 parametara metaboličkog sindroma, prema kriterijima NCEP-a. (NCEP, 2002)

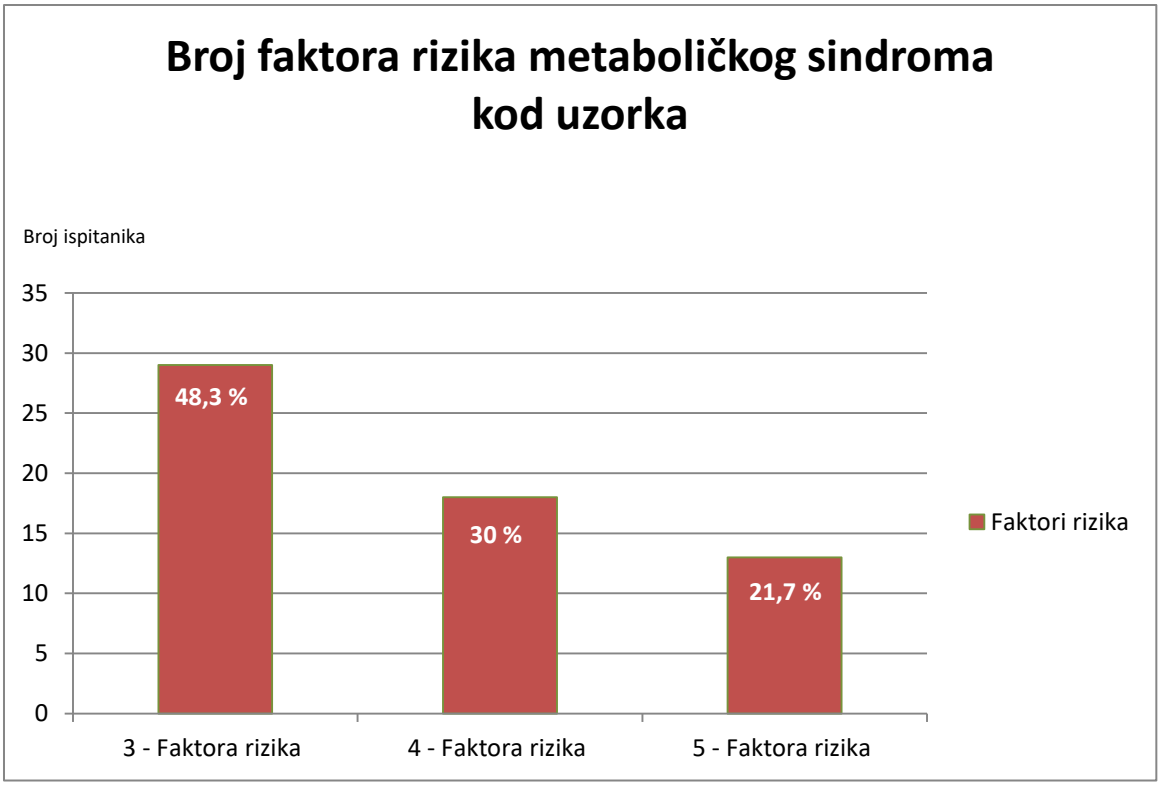
- trbušnu pretilost: opseg trbuha u muškaraca >102 cm, u žena >88 cm;
- koncentraciju serumskih triglicerida >1.69 mmol/L;
- HDL kolesterol u serumu <1.04 mmol/L u muškaraca, <1.29 mmol/L u žena;
- povišen krvni tlak ≥130/85 mmHg;
- serumsku koncentraciju glukoze “na prazan želudac” ≥6.1 mmol/L.

**Tablica 2.** Zastupljenost parametara metaboličkog sindroma kod testiranog uzorka

| Ispitanici | Trbušna pretilost: opseg trbuha kod muškaraca >102 cm, kod žena >88 cm | Koncentracija serumskih triglicerida >1.69 mmol/L | HDL kolesterol u serumu <1.04 mmol/L kod muškaraca, <1.29 mmol/L kod žena | Povišen krvni tlak ≥130/85 mmHg | Serumska koncentracija glukoze "na prazan želudac" ≥6.1 mmol/L | Ispitanici | Trbušna pretilost: opseg trbuha kod muškaraca >102 cm, kod žena >88 cm | Koncentracija serumskih triglicerida >1.69 mmol/L | HDL kolesterol u serumu <1.04 mmol/L kod muškaraca, <1.29 mmol/L kod žena | Povišen krvni tlak ≥130/85 mmHg | Serumska koncentracija glukoze "na prazan želudac" ≥6.1 mmol/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | x | x | x | x | x | 31. | x | x | x | x | x |
| 2. | x | x | x | x | x | 32. | x | x | x | x | x |
| 3. | x | x | x | x | x | 33. | x | x | x | x | x |
| 4. | x | x | x | x | x | 34. | x | x | x | x | x |
| 5. | x | x | x | x | x | 35. | x | x | x | x | x |
| 6. | x | x | x | x | x | 36. | x | x | x | x | x |
| 7. | x | x | x | x | x | 37. | x | x | x | x | x |
| 8. | x | x | x | x | x | 38. | x | x | x | x | x |
| 9. | x | x | x | x | x | 39. | x | x | x | x | x |
| 10. | x | x | x | x | x | 40. | x | x | x | x | x |
| 11. | x | x | x | x | x | 41. | x | x | x | x | x |
| 12. | x | x | x | x | x | 42. | x | x | x | x | x |
| 13. | x | x | x | x | x | 43. | x | x | x | x | x |
| 14. | x | x | x | x | x | 44. | x | x | x | x | x |
| 15. | x | x | x | x | x | 45. | x | x | x | x | x |
| 16. | x | x | x | x | x | 46. | x | x | x | x | x |
| 17. | x | x | x | x | x | 47. | x | x | x | x | x |
| 18. | x | x | x | x | x | 48. | x | x | x | x | x |
| 19. | x | x | x | x | x | 49. | x | x | x | x | x |
| 20. | x | x | x | x | x | 50. | x | x | x | x | x |
| 21. | x | x | x | x | x | 51. | x | x | x | x | x |
| 22. | x | x | x | x | x | 52. | x | x | x | x | x |
| 23. | x | x | x | x | x | 53. | x | x | x | x | x |
| 24. | x | x | x | x | x | 54. | x | x | x | x | x |
| 25. | x | x | x | x | x | 55. | x | x | x | x | x |
| 26. | x | x | x | x | x | 56. | x | x | x | x | x |
| 27. | x | x | x | x | x | 57. | x | x | x | x | x |
| 28. | x | x | x | x | x | 58. | x | x | x | x | x |
| 29. | x | x | x | x | x | 59. | x | x | x | x | x |
| 30. | x | x | x | x | x | 60. | x | x | x | x | x |

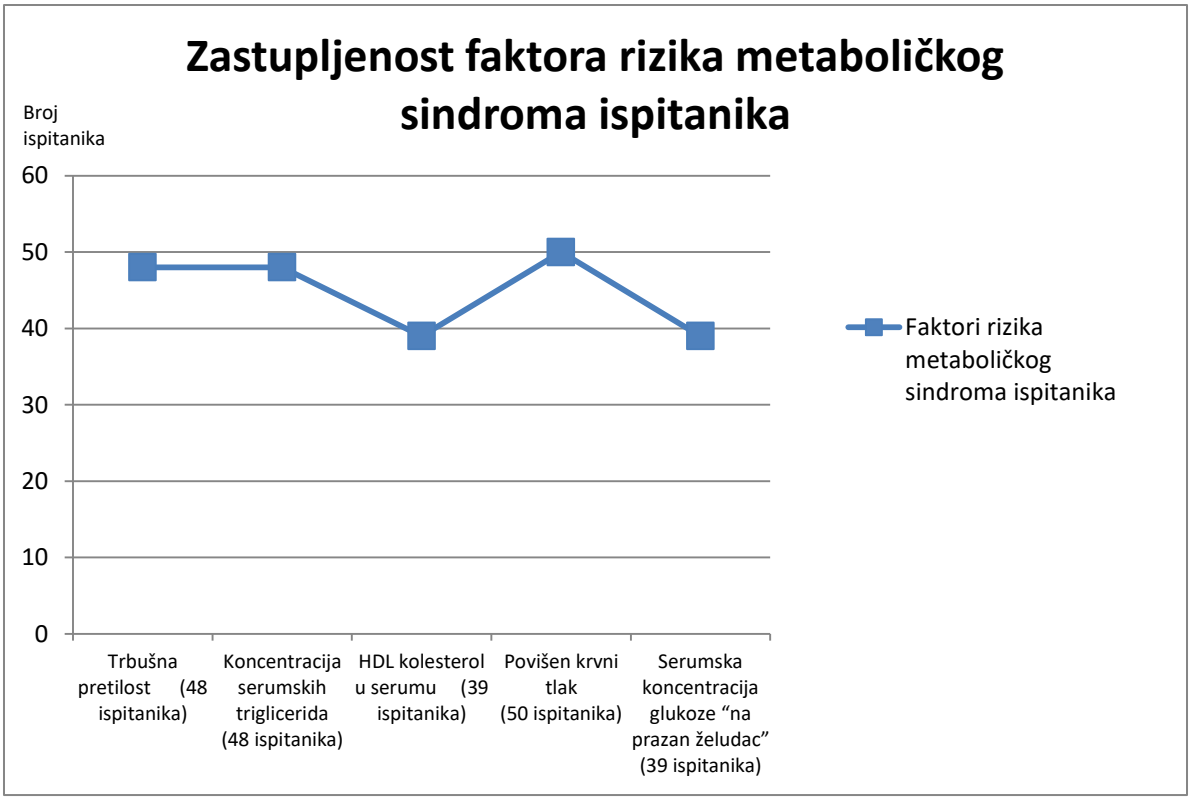
*Legenda:* x *Postoji navedeni faktor rizika;* x *Ne postoji navedeni faktor rizika*

Iz tablice br. 1 možemo vidjeti postojanje pojedinog faktora rizika metaboličkog sindroma u testiranom uzorku.




**Slika 2.** Broj faktora rizika metaboličkog sindroma kod uzorka

Iz navedenog grafičkog prikaza (slika br.2), možemo vidjeti koliki broj faktora rizika metaboličkog sindroma ima određeni broj ispitanika. Od navedenih faktora rizika za metabolički sindrom 29 ispitanika (48,3 %) ima 3 od mogućih 5 faktora, 18 ispitanika (30 %) ima 4 faktora rizika, te 13 ispitanika (21,7 %) ima svih 5 faktora rizika metaboličkog sindroma.




**Slika 3.** Različita zastupljenost pojedinih faktora rizika metaboličkog sindroma testiranog uzorka

Iz navedenog grafičkog prikaza (slika br.3), možemo vidjeti kako najveći broj ispitanika od navedenih parametara koji ih selekcioniraju u skupinu osoba koje boluju od metaboličkog sindroma, upravo ima povišeni krvni tlak. Trbušna pretilost i koncentracija serumskih triglicerida na vrlo je sličnoj razini zastupljenosti, dok je isti slučaj sa HDL kolesterolom i koncentracijom glukoze.

## 4.3. UZORAK VARIJABLI

### 4.3.1. ANTROPOMETRIJSKI I MORFOLOŠKI PARAMETRI

- VISINA TIJELA (VT) - cm

Mjerenje tjelesne visine izvršeno je napravom za mjerenje visine - Antropometrom. Prilikom mjerenja ispitanik je stajao ravno, podjednako raspoređenom težinom tijela na obje noge. Antropometar je postavljen vertikalno uz ispitanikova leđa. Mjerenje je izvršeno u centimetrima.

- MASA TIJELA (MT) - kg

Mjerenje tjelesne mase izvršeno je Digitalnom vagom InBody520. Ispitanik je za vrijeme mjerenja stao na digitalnu vagu. Mjerenje je izvršeno u kilogramima.

- INDEKS TJELESNE MASE (BMI) – $kg/m^2$

Definira se kao omjer vrijednosti tjelesne mase (izražene u kg) i kvadrata vrijednosti tjelesne visine (izražene u m). Procjena indeksa tjelesne mase izvršena je Digitalnom vagom InBody520. Ispitanik je bosih nogu stao na vagu te primio držače dlanovima. Vrijednosti Indeksa tjelesne mase prema (WHO, 1998):

a) Pothranjenost – vrijednosti BMI niže od 18,5 $kg/m^2$
b) Normalno – vrijednosti BMI od 18,5-24,9 $kg/m^2$
c) Prekomjerna tjelesna masa – vrijednosti BMI između 25 i 29,9 $kg/m^2$
d) Pretilost – vrijednosti BMI između 30 i 34,9 $kg/m^2$ - I. stupanj
   - vrijednosti BMI između 35 i 39,9 $kg/m^2$ - II. stupanj
   - vrijednosti BMI 40 i više $kg/m^2$ - III. Stupanj

SASTAV TIJELA

- UKUPNA KOLIČINA VODE - kg

Procjena sastava tijela izvršena je Digitalnom vagom InBody520. Ispitanik je bosih nogu stao na vagu te primio držače dlanovima. Sustav Digitalne vage radi na principu bioelektrične impedancije, gdje provodljivost ovisi o količini vode u tkivu koja je najveća u nemasnoj masi.

### 4.3.2. SRČANO-ŽILNE FUNKCIJE I FUNKCIJE DIŠNOG SUSTAVA

- MAKSIMALNI PRIMITAK KISIKA ($VO_2max$) - ml/min

Definira se kao najveća količina kisika koju organizam može potrošiti u jedinici vremena. Odražava najveću količinu energije koja se može iskoristiti putem aerobnih energetskih procesa. Progresivni test opterećenja (pri submaksimalnom opterećenju izvršena je procjena primitka kisika). Budući da se radilo o ispitanicima starije životne dobi, progresivni test opterećenja izvršen je na bicikl-ergometru. Podaci prikazani u ovom doktorskom radu izraženi su u ml/min.

- SISTOLIČKI I DIJASTOLIČKI KRVNI TLAK - mmHg

Mjerenje sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka izvršeno je mehaničkim tlakomjerom, ujutro. Mjerenje krvnog tlaka izvodilo se u sjedećem položaju, na način da se manšeta tlakomjera postavila na nadlakticu, 2-3 centimetra udaljenu od lakatne jame. Manšeta tlakomjera treba biti postavljena u visini srca, a membrane stetoskopa iznad brahijalne arterije. Polaganim otpuštanjem manšete tlakomjera očekuju se tonovi, te se pojavom tona arterije na tlakomjeru očitava vrijednost sistoličkog krvnog tlaka, dok moment nestanka tona označava vrijednost dijastoličkog krvnog tlaka (Vincelj, 2004). Arterijski krvni tlak je pritisak krvi na stjenke krvnih žila, i kako je promjenjiv u tijeku jednog srčanog ciklusa, tako se i izražava kroz dvije vrijednosti, najveću i najmanju. Najveća vrijednost tog tlaka je sistolički

tlak. Živčani sustav tj. simpatikus, hormonalni sustav i bubrezi utječu na regulaciju arterijskog krvnog tlaka. Najniža vrijednost tlaka u žilama je dijastolički tlak. Krvni tlak mjeri se u milimetrima žive (mmHg) i označavamo ga sa RR. Vrijednosti arterijskog krvnog tlaka iznad 140/90 mmHg, ukazuju na bolest povišenog tlaka, tj. hipertenziju. Vrijednosti arterijskog krvnog tlaka ispod 110/70 mmHg, ukazuju na bolest niskog krvnog tlaka, tj. hipotenziju. Za vrijeme tjelesnog opterećenja normalno je da sistolički krvni tlak raste, čak i značajno, a dijastolički ostaje isti, ili se čak malo i smanjuje. Ukoliko arterijski krvni tlak tijekom tjelesne aktivnosti postigne razinu 150/100 mmHg, aktivnost je potrebno prekinuti.

### 4.3.3. METABOLIČKI / HEMATOLOŠKI SUSTAV

Koncentracije ukupnog kolesterola, HDL i LDL kolesterola, triglicerida i glukoze, određene su na analizatoru Abbott Architect c8000 (Abbott Laboratories, Abbott Park, IL, USA) korištenjem originalnih reagensa tvrtke Abbott.

- UKUPNI KOLESTEROL – mmol/l

Jedan je od rizičnih čimbenika za nastanak ateroskleroze i kardiovaskularnih bolesti. Sastavni je dio stanične membrane, sudjeluje u metaboličkim procesima u izmjeni tvari, služi za sintezu hormona, vitamina i preusmjerava žučne kiseline koje služe u probavi i apsorpciji masti. Mjerio se analizom uzorka krvi na tašte, ujutro. 12 sati prije mjerenja ispitanici nisu jeli. Esteri kolesterola se pomoću kolesterol esteraze hidroliziraju do kolesterola i slobodnih masnih kiselina. Slobodni kolesterol se potom oksidira pomoću kolesterol oksidaze do kolest-4-en-3-ona i vodikovog peroksida. Vodikov peroksid zajedno s hidroksibenzoičnom kiselinom i 4-aminoantipirina stvara kromofor. Apsorbancija nastalog kromofora pri 500 nm je proporcionalna koncentraciji ukupnog kolesterola u uzorku.

- HDL i LDL KOLESTEROL – mmol/l

HDL-čestice (lipoproteini velike gustoće) - sakupljaju na sebe suvišan kolesterol iz krvi i tkiva i prenose ga u jetru. Na taj način smanjuju vjerojatnost nagomilavanja kolesterola na stjenkama krvnih žila i vjerojatnost razvoja kardiovaskularnih bolesti. LDL-čestice (lipoproteini male gustoće) - prenose kolesterol iz jetre do stanica. Višak kolesterola može se taložiti na stjenkama arterija, te uz još neke druge supstance stvara aterosklerotski plak, a koji s vremenom može uzrokovati začepljenje krvnih žila.

HDL kolesterol - Metoda koristi dvokomponentni reagens. Prilikom dodatka prvog reagensa neesterificirani ne-HDL kolesterol reagira s kolesterol oksidazom. Nastali peroksid reagira s DSBmT-om u reakciji kataliziranoj peroksidazom pri čemu nastaje bezbojni produkt. U drugoj fazi, HDL kolesterol se otapa pomoću specifičnog deterdženta i u reakciji s kolesterol esterazom i kromogena nastaje obojeni produkt kojem se mjeri apsorbancija u svrhu kvantitativnog određivanja koncentracije HDL kolesterola. Izmjerena apsorbancija proporcionalna je koncentraciji HDL kolesterola u uzorku.

LDL kolesterol - Za uzorke koji su imali koncentraciju triglicerida u serumu manju od 4,2 mmol/L, koncentracija LDL kolesterola dobivena je pomoću Friedwaldove empirijske formule iz koncentracija HDL kolesterola, triglicerida i ukupnog kolesterola:

LDL (mmol/L) = ukupni kolesterol (mmol/L)– (trigliceridi (mmol/L)/2,2) – HDL kolesterol (mmol/L)

Za uzorke s koncentracijom triglicerida ≥ 4,2 mmol/L, koncentracija LDL kolesterola određena je korištenjem originalnog reagensa tvrtke Abbott. Nakon otapanja tzv. ne-LDL lipoproteina kao što su HDL, VLDL, CM (hilomikroni) dolazi do djelovanja kolesterol esteraze (CHE) i kolesterol oksidaze (CHO) pri čemu nastaje neobojeni produkt. Dodatkom reagensa otapaju se preostale LDL čestice koji u enzimskoj reakciji daju obojeni produkt čija je apsorbancija proporcionalna koncentraciji LDL kolesterola u uzorku.

- TRIGLICERIDI – mmol/l

Triglyceridi se određuju u uzorku nakon enzimatske hidrolize s lipazom. Indikator je kinonimin koji nastaje iz vodikovog peroksida, 4-aminoantipirina i 4-klorofenola pod katalitičkim djelovanjem peroksidaze. Koncentracija triglicerida u uzorku proporcionalna je apsorbanciji nastalog kinonimina. Mjerili su se analizom uzorka krvi na tašte, ujutro. 12 sati prije mjerenja ispitanici nisu jeli.

- GLUKOZA – mmol/l

Mjerenje glukoze u krvi provedeno je natašte ujutro, nakon 12 sati bez hrane, iz uzorka krvi koja se vadila iz lijeve ruke ispitanika u sjedećem položaju. Glukoza se fosforilira heksokinazom (HK) u prisustvu ATP i Mg2+ u glukozu-6-fosfat i adenozin difosfat (ADP). Glukoza-6-fosfat dehidrogenaza (G6P-DH) specifično oksidira glukozu-6-fosfat u glukonat-6-fosfat uz istodobnu redukciju NAD+ u NADH. Porast apsorbancije pri 340 nm proporcionalan je koncentraciji glukoze u uzorku.

Inzulinska rezistencija je pojava u organizmu koja onemogućuje stanicama da iskoriste inzulin koji se nalazi u tijelu, te radi toga potiče gušteraču na proizvodnju dodatnog inzulina i time uzrokuje iscrpljenje gušterače te visoku razinu šećera u krvi koji ne može ući u stanice. Zatim dolazi do stvaranja glukoze u jetri, kako bi tijelo nadoknadilo nedostatak glukoze u stanici.

## 4.4. PLAN ISTRAŽIVANJA

1) Prva grupa je provodila kontinuiranu vožnju bicikl ergometra umjerenog intenziteta (55 %$VO_2$max); 2) Druga grupa je provodila program tjelesne aktivnosti snage; 3) Treća grupa je bila kontrolna grupa. Prije i poslije eksperimentalnog tretmana bili su utvrđeni sljedeći parametri: Sastav tijela, funkcionalni parametri, srčano-žilne funkcije i metaboličko-hematološki sustav.

## 4.5. PROGRESIVNI TEST OPTEREĆENJA

Progresivni test opterećenja tj. test provodnog sustava srca, sastojao se od proceduralnih postupaka kojima smo proveli test utjecaja tjelesnog opterećenja na rad srca. $VO_2$max – ml/l (procjena maksimalnog primitka kisika). Provedba progresivnog testa opterećenja bila je u standardiziranim uvjetima pod tjelesnim opterećenjem, a sve to s ciljem kako bi procijenili da li postoji koronarna bolest srčanog mišića ali i kolika je procjena maksimalnog primitka kisika. Električna aktivnost srca bilježila se na elektrokardiogramu (EKG) , mjerio se krvni tlak (RR) i disanje, dok se test izvodio na bicikl-ergometru prema unaprijed utvrđenim mjernim protokolima, a cilj je bio postizanje određenog broja otkucaja srca zavisno od individualnog stanja ispitanika.

**Tablica 3.** Progresivni test opterećenja

| | |
|---|---|
| **Položaj ispitanika** | Sjedeća pozicija |
| **Početno opterećenje** | 50 W |
| **Opterećenje svake minute** | Povećanje od + 20 W |
| **Trajanje povećanja opterećenja** | 1 minuta |
| **Broj okretaja pedala u 1 minuti** | $\pm$ 90 |
| **Mjerenje** | Krvni tlak, EKG, $VO_2$max, FS |
| **Prekid aktivnosti testa** | Prestanak okretaja pedala |

Opterećenje na bicikl ergometru bilo je dozirano u Wattima, a također je bilo pogodan test za osobe starije životne dobi jer je postojala manja vjerojatnost od ozljeda, budući da su se ispitanici nalazili u sjedećem položaju. Test je započeo početnim opterećenjem od 50 W, a svake minute opterećenje se povećavalo za 20 W, dok je broj okretaja pedala u minuti bio oko 90. Oni ispitanici koji su u toku testiranja osjetili pritisak u prsima, otežano kretanje ili nedostatak kisika, bili su isključeni iz daljnjeg procesa testiranja. Elektrokardiogram se pratio u svakom trenutku testiranja, a bilježio se na početku testiranja tj. u fazi prije opterećenja, kod svih stupnjeva tjelesnog opterećenja, te na kraju. Svaki stupanj opterećenja bio je dug jednu minutu (1 min), a na temelju postignutog opterećenja te ostalih zabilježenih faktora, rezultati testiranja bili su uredni, dok smo patološke izdvojili iz daljnjeg protokola testiranja, te ih uputili na daljnju obradu te pretrage liječnika. (Vučetić i sur. 2013; Slatinski, 2013)

- **1. EKSPERIMENTALNA GRUPA**

| BICIKL ERGOMETAR | OPTEREĆENJE (OD 1.-4. TJEDNA) | OPTEREĆENJE (OD 5.-8. TJEDNA) | OPTEREĆENJE (OD 9.-12. TJEDNA) | TRAJANJE (OD 1.-4. TJEDNA) | TRAJANJE (OD 5.-8. TJEDNA) | TRAJANJE (OD 9.-12. TJEDNA) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (55% Vo2max) | (55% VO2max) | (55% VO2max) | 35 MIN | 40 MIN | 50 MIN |

**Slika 4.** Opterećenja za vrijeme tjelesne aktivnosti vožnje bicikl ergometra umjerenog intenziteta (55% $VO_2$max)

Eksperimentalna grupa ispitanika provodila je 12-tjedni program aerobnog oblika tjelesne aktivnosti, koji je sadržavao vožnju bicikl-ergometra. Tokom cijelog programa tjelesne aktivnosti tj. tijekom tjedana, opterećenje je ostalo isto (55% od $VO_2$max), dok se trajanje tjelesne aktivnosti u tom zadanom opterećenju povećavalo svaka 4 tjedna. Prva 4 tjedna, tjelesna aktivnost prve eksperimentalne grupe trajala je 35 minuta. Iduća 4 tjedna, tj. od 5. do 8. tjedna, vrijeme trajanja povećalo se na 40 minuta, a zadnja 4 tjedna na 50 minuta.

- **2. EKSPERIMEMTALNA GRUPA**

| BR. VJEŽBI | VJEŽBE | BROJ PONAVLJANJA (1.-4. TJEDAN) | BROJ PONAVLJANJA (5.-8. TJEDAN) | BROJ PONAVLJANJA (9.-12. TJEDAN) | ODMOR min (OD 1.-4. TJEDNA) | ODMOR min (OD 5.-8. TJEDNA) | ODMOR min (OD 9.-12. TJEDNA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 s pogrčenim nogama | 10 | 12 | 15 | 1 | 1,5 | 2 |
| 4. | Pregib podlaktice sa štapom (500 g) | 10 | 12 | 15 | 1 | 1,5 | 2 |
| 5. | Zaklon trupa ležeći suprotna ruka/suprotna noga | 10 | 12 | 15 | 1 | 1,5 | 2 |
| 6. | Penjanje na povišenje 10 cm | 10 | 12 | 15 | 1 | 1,5 | 2 |
| 7. | Podizanje grčenih nogu na prsa iz ležanja | 10 | 12 | 15 | 1 | 1,5 | 2 |
| 8. | Podizanje na prste | 10 | 12 | 15 | 1 | 1,5 | 2 |

**Slika 5.** Program tjelesne aktivnosti snage

Druga eksperimentalna grupa bila je uključena u program tjelesne aktivnosti snage koji je također trajao 12 tjedana. Program tjelesne aktivnosti snage proveden je na način tako da se opterećenje reguliralo brojem ponavljanja ovisno o periodu u kojem se izvodi, pa su tako ispitanici provodili 8 vježbi koje su se od 1.-4. tjedna izvodile po 10 ponavljanja sa odmorom od 1 minute između vježbi. Od 5.-8. tjedna iste vježbe su se provodile po 12 ponavljanja sa odmorom od 1,5 minute između vježbi, te od 9.-12. tjedna su se iste vježbe provodile po 15 ponavljanja sa odmorom od 2 minute između vježbi.



**Slika 6.** Čučanj bez opterećenja

**Čučanj bez opterećenja**

- Iz uspravnog položaja s prekriženim rukama u predručenju ispitanici su izvodili čučnjeve. Stopala su cijelom dužinom dodirivala podlogu, a projekcija koljena nije smijela prelaziti vrhove prstiju. Za vrijeme izvođenja čučnja pažnja je bila usmjerena na držanje donjeg dijela leđa te na koljena, kako ne bi došlo do ozljeda.



**Slika 7.** Zaklon trupa u ležanju

**Zaklon trupa u ležanju**

- Iz položaja ležanja na prsima te savijenih ruku postavljenih ispod brade, ispitanici su izvodili istovremeno podizanje ruku i nogu od podloge.



**Podizanje trupa s pogrčenim nogama**

- Iz položaja ležanja na leđima sa nogama pogrčenim pod 90°, te rukama prekriženim na prsima, ispitanici su izvodili podizanje gornjeg dijela tijela. Potrebno je bilo podići lopatice od podloge.

**Slika 8.** Podizanje trupa s pogrčenim nogama



**Pregib podlaktice sa štapom (500g)**

- Iz uspravnog položaja s rukama u priručenju, držeći drveni štap, ispitanici su izvodili pregib u zglobu lakta, podižući podlaktice u visinu prsa.

**Slika 9.** Pregib podlaktice sa štapom (500g)



**Zaklon trupa ležeći suprotna ruka/suprotna noga**

- Iz položaja ležanja na prsima sa ispruženim rukama u uzručenju, ispitanici su izvodili istovremeno podizanje suprotne ruke / noge.

**Slika 10.** Zaklon trupa ležeći suprotna ruka/suprotna noga



**Slika 11.** Penjanje na povišenje 10cm

**Penjanje na povišenje 10cm**

- Iz uspravnog položaja ispitanici su izvodili penjanje na povišenje od 10 centimetara.



**Slika 12.** Podizanje grčenih nogu na prsa iz ležanja

**Podizanje grčenih nogu na prsa iz ležanja**

- Iz ploožaja ležanja na leđima sa rukama postavljenima ispod donjeg dijela leđa, ispitanici su podizali pogrčene noge pod 90° na prsa. Tijekom izvođenja vježbe, brada ispitanika dodirivala je prsa.



**Slika 13.** Podizanje na prste

**Podizanje na prste**

- Iz uspravnog položaja s rukama na bokovima, ispitanici su izvodili podizanje na prste.

Treća grupa je bila kontrolna. Kontrolna grupa nije imala organiziranu tjelesnu aktivnost već je nastavila sa svojim uobičajenim svakodnevnim aktivnostima. Za eksperimentalne grupe tjelesne aktivnosti su prikazane u tablicama, gdje je razloženo vrijeme trajanja, vježbe, broj ponavljanja i odmor između vježbi kod programa tjelesne aktivnosti snage. Prije provođenja eksperimentalnog tretmana zatraženo je odobrenje Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta u Zagrebu u skladu sa Helsinškom deklaracijom. Također, svaki ispitanik dao je suglasnost o dobrovoljnom pristupanju istraživanju prije početka eksperimentalnog programa.

Budući da su ispitanici bili volonteri, bilo im dozvoljeno da se povuku iz eksperimentalnog tretmana u bilo kojem trenutku tijekom trajanja programa. Prije početka eksperimentalnog programa ispitanicima su detaljno bile prikazane dobrobiti koje im ovo istraživanje donosi. Svi ispitanici eksperimentalnih grupa su tijekom programa tjelesnih aktivnosti nosili pulsmetre kako bi imali stalnu kontrolu frekvencije srca, te kako ne bi došlo do kontraindikacija. Kontrola frekvencije srca provodila se pulsmetrima marke Polar (Polar RS 400, Finland).

## 5. METODE ZA OBRADU PODATAKA

Za obradu podataka korišten je Statistical Package for Social Sciences SPSS (v17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Prvi korak bio je određivanje osnovnih deskriptivnih parametara i distribucije varijabli. Za sve varijable u svim mjerenjima izračunati su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN), maksimum (MAX) i raspon rezultata (RAS). Statistička značajnost razlika između pojedinih grupa u mjerenim varijablama u inicijalnom i finalnom stanju utvrđena su primjenom T-testa za zavisne uzorke. Efekti treninga eksperimentalnih i kontrolne skupine utvrđeni su primjenom univarijatne analize varijance (ANOVA) za ponovljena mjerenja uz Bonfferonijevu korekciju. Razina statističke značajnosti postavljena je na $p = 0,05$.

# 6. REZULTATI

Za potrebe ovog istraživanja prije početka 12-tjednog programa tjelesne aktivnosti, svi ispitanici podijeljeni u 3 skupine bili su podvrgnuti testiranju određenih parametara, pa će tako pregled cjelokupnih deskriptivnih parametara biti prikazan u pojedinim tablicama sa kompletnim opisom, kako bi se jasno vidjelo u kojem su stanju bili ispitanici (selekcijom odabrani samo oni koji boluju od metaboličkog sindroma, te životne dobi od 60 - 80 godina).

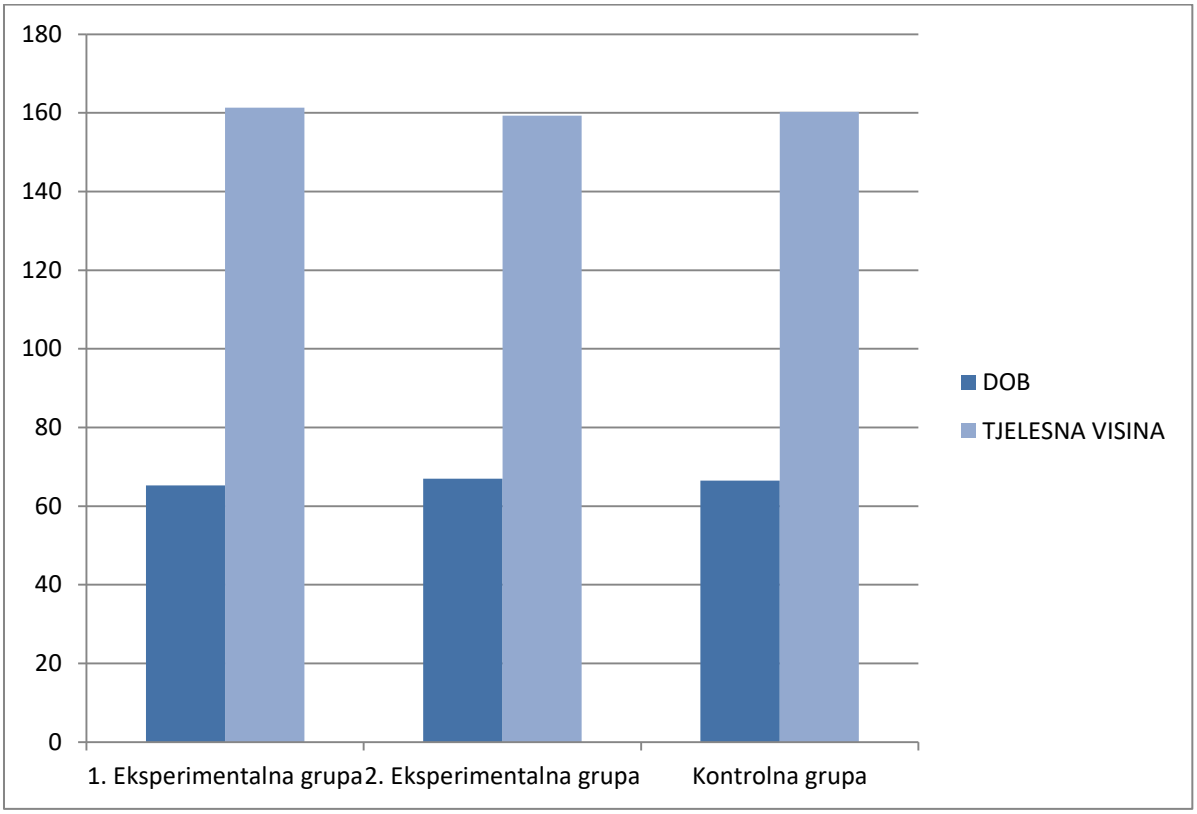
## 6.1. INICIJALNO TESTIRANJE

**Tablica 4.** Deskriptivni parametri 1. eksperimentalne grupe (inicijalno): *(AS) Aritmetička sredina, (MIN) minimalna vrijednost, (MAX) maksimalna vrijednost, (RR) raspon rezultata, (SD) standardna devijacija*

| | AS | MIN | MAX | RR | SD |
|---|---|---|---|---|---|
| **DOB (godine)** | 66,9500 | 60,0000 | 77,0000 | 17,00000 | 5,97781 |
| **TV (cm)** | 159,2750 | 152,5000 | 165,0000 | 12,50000 | 4,17850 |
| **TM1 (kg)** | 69,8050 | 50,7000 | 99,0000 | 48,30000 | 13,01374 |
| **ITM1 (kg/m$^{2)}$** | 26,9150 | 21,1000 | 36,8000 | 15,70000 | 4,34587 |
| **OT1 (cm)** | 98,7680 | 85,0000 | 112,0000 | 27,0000 | 8,50765 |
| **UKV1 (kg)** | 26,7000 | 22,0000 | 31,0000 | 9,00000 | 2,36421 |
| **$VO_2$max1 (ml/min)** | 25,2175 | 20,0000 | 31,1800 | 11,18000 | 3,29948 |
| **RRs1 (mmHg)** | 139,2333 | 107,0000 | 178,0000 | 71,00000 | 21,28444 |
| **RRd1 (mmHg)** | 86,7250 | 67,0000 | 119,0000 | 52,00000 | 13,30460 |
| **STG1 (mmol/l)** | 1,6738 | 1,5800 | 1,7500 | 0,17000 | 0,38247 |
| **KOL1 (mmol/l)** | 6,0850 | 2,5000 | 9,4200 | 6,92000 | 1,63586 |
| **HDL1 (mmol/l)** | 1,3060 | 1,2000 | 1,4300 | 0,23000 | 0,05995 |
| **LDL1 (mmol/l)** | 3,4170 | 3,2100 | 3,6200 | 0,41000 | 0,11211 |
| **GLUK1 (mmol/l)** | 5,2565 | 4,3900 | 6,3300 | 1,94000 | 0,45090 |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa 1. mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase 1. mjerenje,(OT1) opseg trbuha 1. mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode 1. mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika 1. mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak 1. mjerenje, (STG1) trigliceridi 1. mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol 1. mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće 1. mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće 1. mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze 1. mjerenje*

Prosječna starosna dob (DOB) ispitanika prve eksperimentalne skupine iznosi 66,95±5,97. Kod osoba starije životne dobi iznad 65 godina u Hrvatskoj, prema posljednjim istraživanjima zabilježena je prevalencija metaboličkog sindroma i to 15,2% kod muškaraca i 22,5% kod žena. (Vuletić i sur., 2007) Ispitanici prve eksperimentalne skupine su prosječne tjelesne visine (TV) 159,2±4,17 cm i tjelesne mase (TM1) 69,80±13,01 kg. Istraživanje koje je proveo (Park i sur., 2003) govori kako samo 5% osoba koje su normalne tjelesne mase boluje od metaboličkog sindroma, što u protivnom znači kako je jedan od glavnih razloga nastanka metaboličkog sindroma upravo prekomjerna tjelesna težina.




**Slika 14.** Varijable dob (DOB) i tjelesna visina (TV) u sve tri grupe ispitanika

Prosječan indeks tjelesne mase (ITM1) prve eksperimentalne skupine ispitanika iznosi 26,91±4,34, te sudionike ovog istraživanja svrstava u kategoriju prekomjerne tjelesne mase prema kriterijima Svjetske zdravstvene organizacije 2000. godine. Prosječne vrijednosti opsega trbuha kod ispitanika prve eksperimentalne skupine su 98,76±8,50 cm. Kod procjene sastava tijela prosječna izmjerena ukupna količina vode (UKV1) kod ispitanika prve

eksperimentalne skupine iznosi 26,7±2,36 kg. Ispitanici su također bili podvrgnuti testu maksimalnog primitka kisika ($VO_2$max1) gdje prosjek u prvoj eksperimentalnoj skupini iznosi 25,21±3,29 ml/min. Prosječne vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka kod ispitanika prve eksperimentalne skupine su 139,23±21,28 mmHg, a dijastoličkog krvnog tlaka 86,72±13,30 mmHg, što ukazuje da ispitanici spadaju u skupinu osoba koje boluju od povišenog krvnog tlaka tj. hipertenzije. Prosječne vrijednosti serumskih triglicerida kod ispitanika prve eksperimentalne skupine su 1,67±0,38 cm

Ispitanici imaju prosječne vrijednosti ukupne količine kolesterola (KOL1) od 6,08±1,63. Prosječna količine kolesterola HDL (HDL1) kod ispitanika prve eksperimentalne skupine iznosi 1,30±0,05**.** Lipoproteini male gustoće tj. LDL kolesterol (LDL1) kod ispitanika prve eksperimentalne skupine prosječno iznosi 3,41±0,11.

Serumska koncentracija glukoze (GLUK1) kod ispitanika prve eksperimentalne skupine iznosi 5,25±0,45 a povećan rizik za nastanak šećerne bolesti tipa 2 kod osoba koje boluju od metaboličkog sindroma vidljiv je i iz 16 povezanih provedenih istraživanja, koje su došle do rezultata kako je u takvih osoba relativni rizik razvoja šećerne bolesti tipa 2 u rasponu od 3,53-5,17 zavisno od kriterija za procjenu pojave metaboličkog sindroma. (Hrvoj i sur., 2015. prema Ford i sur., 2004; Cameron i sur., 2008.)

**Tablica 5.** Deskriptivni parametri 2. eksperimentalne grupe (inicijalno): *(AS) Aritmetička sredina, (MIN) minimalna vrijednost, (MAX) maksimalna vrijednost, (RR) raspon rezultata, (SD) standardna devijacija*

| | AS | MIN | MAX | RR | SD |
|---|---|---|---|---|---|
| **DOB (godine)** | 65,3000 | 59,0000 | 77,0000 | 18,00000 | 5,36166 |
| **TV (cm)** | 161,2900 | 153,5000 | 175,0000 | 21,50000 | 5,85913 |
| **TM1 (kg)** | 69,8975 | 57,0000 | 90,0000 | 33,00000 | 8,95472 |
| **ITM1 (kg/m$^2$)** | 26,7700 | 22,5000 | 35,1000 | 12,60000 | 3,52631 |
| **OT1 (cm)** | 94,1509 | 78,0000 | 110,000 | 32,0000 | 4,13883 |
| **UKV1 (kg)** | 26,3500 | 20,0000 | 30,0000 | 10,00000 | 2,27746 |
| **$VO_2$max1 (ml/min)** | 22,5500 | 17,0000 | 27,0000 | 10,00000 | 2,74293 |
| **RRs1 (mmHg)** | 138,3500 | 104,5000 | 191,0000 | 86,50000 | 22,53541 |
| **RRd1 (mmHg)** | 87,1750 | 70,5000 | 111,0000 | 40,50000 | 10,95958 |
| **STG1 (mmol/l)** | 1,7070 | 1,6700 | 1,7300 | 0,06000 | 0,18078 |
| **KOL1 (mmol/l)** | 5,6410 | 3,9900 | 7,1100 | 3,12000 | 1,01731 |
| **HDL1 (mmol/l)** | 1,3120 | 1,1900 | 1,4000 | 0,21000 | 0,06118 |
| **LDL1 (mmol/l)** | 3,4280 | 3,2900 | 3,5500 | 0,26000 | 0,07544 |
| **GLUK1 (mmol/l)** | 5,6415 | 4,6700 | 6,6100 | 1,94000 | 0,62746 |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa 1. mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase 1. mjerenje,(OT1) opseg trbuha 1. mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode 1. mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika 1. mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak 1. mjerenje, (STG1) trigliceridi 1. mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol 1. mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće 1. mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće 1. mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze 1. mjerenje*

Prosječna starosna dob (DOB) ispitanika druge eksperimentalne skupine iznosi 65,3±5,36 pa tako sudionike istraživanja možemo svrstati u kategoriju osoba starije životne dobi. Ispitanici druge eksperimentalne skupine su prosječne tjelesne visine (TV) 161,29±5,85 cm i tjelesne mase (TM1) 69,89±8,95 kg. Prosječan indeks tjelesne mase (ITM1) druge eksperimentalne skupine ispitanika iznosi 26,77±3,52, te sudionike ovog istraživanja svrstava u kategoriju prekomjerne tjelesne mase prema kriterijima Svjetske zdravstvene organizacije 2000. godine. Prosječne vrijednosti opsega trbuha kod ispitanika druge eksperimentalne skupine su 94,15±4,13 cm.

Kod procjene sastava tijela prosječna izmjerena ukupna količina vode (UKV1) kod ispitanika druge eksperimentalne skupine iznosi 26,35±2,27. Ispitanici su također bili podvrgnuti testu maksimalnog primitka kisika ($VO_2$max1) gdje prosjek u drugoj eksperimentalnoj skupini iznosi 22,55±2,74 ml/min. Prosječne vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka kod ispitanika druge eksperimentalne skupine su 138,35±22,53 mmHg a dijastoličkog krvnog tlaka 87,17±10,95 mmHg što ukazuje da ispitanici spadaju u skupinu osoba koje boluju od povišenog krvnog tlaka tj. hipertenzije, koji je glavni neovisni čimbenik kardiovaskularnoga rizika. Prosječne vrijednosti serumskih triglicerida kod ispitanika druge eksperimentalne skupine su 1,70±0,18 cm. Ispitanici imaju prosječne vrijednosti ukupne količine kolesterola (KOL1) od 5,64±1,01 što je još jedan od kriterija za svrstavanje osoba u kategoriju metaboličkih bolesnika.

Povećanje kolesterola u krvi za 10% rezultira 20%-tnim povećanjem rizika od koronarne bolesti (Metelko, 2012). Prosječna količine kolesterola HDL (HDL1) kod ispitanika druge eksperimentalne skupine iznosi 1,31±0,06 te se smatra da je koncentracija HDL kolesterola u plazmi značajno pod utjecajem nasljeđa, i to da je 50% njegove ukupne varijance genetski uvjetovano. (Mišigoj-Duraković i Duraković, 2012). Lipoproteini male gustoće tj. LDL kolesterol (LDL1) kod ispitanika druge eksperimentalne skupine prosječno iznosi 3,42±0,07. Serumska koncentracija glukoze (GLUK1) kod ispitanika druge eksperimentalne skupine iznosi 5,64±0,62 s time da se prema nekim istraživanjima u populaciji osoba s narušenom intolerancijom glukoze pronalazi čak 42-64% osobe sa metaboličkim sindromom (Isomaa i sur., 2001).

**Tablica 6.** Deskriptivni parametri kontrolne grupe (inicijalno): *(AS) Aritmetička sredina, (MIN) minimalna vrijednost, (MAX) maksimalna vrijednost, (RR) raspon rezultata, (SD) standardna devijacija*

| | AS | MIN | MAX | RR | SD |
|---|---|---|---|---|---|
| **DOB (godine)** | 66,4500 | 60,0000 | 77,0000 | 17,00000 | 5,11422 |
| **TV (cm)** | 160,3000 | 151,0000 | 172,5000 | 21,50000 | 5,40322 |
| **TM1 (kg)** | 65,9750 | 54,0000 | 94,5000 | 40,50000 | 11,10447 |
| **ITM1 (kg/m$^2$)** | 25,3850 | 20,0000 | 31,5000 | 11,50000 | 3,89970 |
| **OT1 (cm)** | 97,5082 | 82,0000 | 113,0000 | 31,00000 | 4,40988 |
| **UKV1 (kg)** | 25,2500 | 19,0000 | 29,0000 | 10,00000 | 2,14905 |
| **$VO_2$max1 (ml/min)** | 21,3000 | 17,0000 | 26,0000 | 9,00000 | 2,53606 |
| **RRs1 (mmHg)** | 142,0083 | 103,0000 | 185,0000 | 82,00000 | 20,38966 |
| **RRd1 (mmHg)** | 88,1250 | 63,5000 | 115,5000 | 52,00000 | 11,69669 |
| **STG1 (mmol/l)** | 1,8560 | 1,8300 | 1,8700 | 0,04000 | 0,42680 |
| **KOL1 (mmol/l)** | 5,8400 | 3,6400 | 8,2600 | 4,62000 | 1,35909 |
| **HDL1 (mmol/l)** | 1,3075 | 1,2000 | 1,4300 | 0,23000 | 0,06750 |
| **LDL1 (mmol/l)** | 3,4140 | 3,2600 | 3,6700 | 0,41000 | 0,11650 |
| **GLUK1 (mmol/l)** | 5,6565 | 4,7000 | 7,6100 | 2,91000 | 0,83835 |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa 1. mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase 1. mjerenje,(OT1) opseg trbuha 1. mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode 1. mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika 1. mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak 1. mjerenje, (STG1) trigliceridi 1. mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol 1. mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće 1. mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće 1. mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze 1. mjerenje*

Prosječna starosna dob (DOB) ispitanika kontrolne skupine iznosi 66,45±5,11. Ispitanici kontrolne skupine su prosječne tjelesne visine (TV) 160,30±5,40 cm i tjelesne mase (TM1) 65,97±11,1 kg. Prosječan indeks tjelesne mase (ITM1) kontrolne skupine ispitanika iznosi 25,38±3,89. Prosječne vrijednosti opsega trbuha kod ispitanika kontrolne skupine su 97,50±4,40 cm. Kod procjene sastava tijela prosječna izmjerena ukupna količina vode (UKV1) kod ispitanika kontrolne skupine iznosi 25,25±2,14. Ispitanici su također bili podvrgnuti testu maksimalnog primitka kisika ($VO_2$max1) gdje prosjek u kontrolnoj skupini iznosi 21,3±2,53 ml/min.

Prosječne vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka kod ispitanika kontrolne skupine su 142,00±20,38 mmHg a dijastoličkog krvnog tlaka 88,12±11,69 mmHg. Prosječne vrijednosti serumskih triglicerida kod ispitanika kontrolne skupine su 1,85±0,42 cm. Ispitanici imaju prosječne vrijednosti ukupne količine kolesterola (KOL1) od 5,84±1,35. Prosječna količine kolesterola HDL (HDL1) kod ispitanika kontrolne skupine iznosi 1,30±0,06. Posljedica hipertrigliceridemije je smanjena koncentracija HDL-a u krvi koja mijenja sastav tih lipoproteina. HDL-i promijenjenog sastava brže se odstranjuju iz krvi i smanjuje se njihova koncentracija. (Hrvoj i sur. 2015 prema Brinton i sur., 1991; Murakami i sur., 1995) Lipoproteini male gustoće tj. LDL kolesterol (LDL1) kod ispitanika kontrolne skupine prosječno iznosi 3,41±0,11. Serumska koncentracija glukoze (GLUK1) kod ispitanika kontrolne skupine iznosi 5,65±0,83.

## 6.2. FINALNO TESTIRANJE

**Tablica 7.** Deskriptivni parametri 1. eksperimentalne grupe (inicijalno i finalno): *(AS) Aritmetička sredina, (MIN) minimalna vrijednost, (MAX) maksimalna vrijednost, (RR) raspon rezultata, (SD) standardna devijacija*

| | AS | MIN | MAX | RR | SD |
|---|---|---|---|---|---|
| **DOB (godine)** | 66,9500 | 60,0000 | 77,0000 | 17,00000 | 5,97781 |
| **TV (cm)** | 159,2750 | 152,5000 | 165,0000 | 12,50000 | 4,17850 |
| **TM1 (kg)** | 69,8050 | 50,7000 | 99,0000 | 48,30000 | 13,01374 |
| **TM2 (kg)** | 70,0150 | 51,0000 | 100,0000 | 49,00000 | 13,02040 |
| **ITM1 (kg/m$^2$)** | 26,9150 | 21,1000 | 36,8000 | 15,70000 | 4,34587 |
| **ITM2 (kg/m$^2$)** | 26,8620 | 21,5000 | 37,0000 | 15,50000 | 4,34260 |
| **OT1 (cm)** | 98,7680 | 85,0000 | 112,0000 | 27,0000 | 8,50765 |
| **OT2 (cm)** | 91,5332 | 78,0000 | 105,0000 | 27,0000 | 5,12113 |
| **UKV1 (kg)** | 26,7000 | 22,0000 | 31,0000 | 9,00000 | 2,36421 |
| **UKV2 (kg)** | 26,5000 | 23,0000 | 31,0000 | 8,00000 | 2,13985 |
| **$VO_2$max1 (ml/min)** | 25,2175 | 20,0000 | 31,1800 | 11,18000 | 3,29948 |
| **$VO_2$max2 (ml/min)** | 25,8760 | 21,0000 | 32,0000 | 11,00000 | 3,35295 |
| **RRs1 (mmHg)** | 139,2333 | 107,0000 | 178,0000 | 71,00000 | 21,28444 |
| **RRs2 (mmHg)** | 138,3850 | 107,0000 | 177,6000 | 70,60000 | 21,37821 |
| **RRd1 (mmHg)** | 86,7250 | 67,0000 | 119,0000 | 52,00000 | 13,30460 |
| **RRd2 (mmHg)** | 86,4225 | 67,0000 | 118,0000 | 51,00000 | 13,44273 |
| **STG1 (mmol/l)** | 1,6738 | 1,5800 | 1,7500 | 0,17000 | 0,38247 |
| **STG2 (mmol/l)** | 1,4744 | 1,4300 | 1,5100 | 0,08000 | 0,45223 |
| **KOL1 (mmol/l)** | 6,0850 | 2,5000 | 9,4200 | 6,92000 | 1,63586 |
| **KOL2 (mmol/l)** | 5,9790 | 2,4200 | 9,2000 | 6,78000 | 1,58858 |
| **HDL1 (mmol/l)** | 1,3060 | 1,2000 | 1,4300 | 0,23000 | 0,05995 |
| **HDL2 (mmol/l)** | 1,3106 | 1,2100 | 1,4370 | 0,22700 | 0,05732 |
| **LDL1 (mmol/l)** | 3,4170 | 3,2100 | 3,6200 | 0,41000 | 0,11211 |
| **LDL2 (mmol/l)** | 3,3740 | 3,2000 | 3,6000 | 0,40000 | 0,11170 |
| **GLUK1 (mmol/l)** | 5,2565 | 4,3900 | 6,3300 | 1,94000 | 0,45090 |
| **GLUK2 (mmol/l)** | 5,1075 | 4,3000 | 6,0000 | 1,70000 | 0,45199 |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa 1. mjerenje, (TM2) tjelesna masa 2. mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase 1. mjerenje, (ITM2) indeks tjelesne mase 2. mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode 1. mjerenje, (OT1) opseg trbuha 1.mjerenje, (OT2) opseg trbuha 2. mjerenje, (UKV2) ukupna količina vode 2. mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika 1. mjerenje, ($VO_2$max2) maksimalni primitak kisika 2. mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRs2) sistolički krvni tlak 2. mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRd2) dijastolički krvni tlak 2. mjerenje,(STG1) trigliceridi 1.mjerenje, (STG2) trigliceridi 2. mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol 1. mjerenje, (KOL2) ukupni kolesterol 2. mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće 1. mjerenje, (HDL2) lipoproteini velike gustoće 2. mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće 1. mjerenje, (LDL2) lipoproteini male gustoće 2. mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze 1. mjerenje, (GLUK2) serumska koncentracija glukoze 2. mjerenje*

**Tablica 8.** Deskriptivni parametri 2. eksperimentalne grupe (inicijalno i finalno): *(AS) Aritmetička sredina, (MIN) minimalna vrijednost, (MAX) maksimalna vrijednost, (RR) raspon rezultata, (SD) standardna devijacija*

| | AS | MIN | MAX | RR | SD |
|---|---|---|---|---|---|
| DOB (godine) | 65,3000 | 59,0000 | 77,0000 | 18,00000 | 5,36166 |
| TV (cm) | 161,2900 | 153,5000 | 175,0000 | 21,50000 | 5,85913 |
| TM1 (kg) | 69,8975 | 57,0000 | 90,0000 | 33,00000 | 8,95472 |
| TM2 (kg) | 68,9585 | 55,8700 | 89,0000 | 33,13000 | 8,95971 |
| ITM1 (kg/m2) | 26,7700 | 22,5000 | 35,1000 | 12,60000 | 3,52631 |
| ITM2 (kg/m2) | 26,4790 | 22,0000 | 34,8900 | 12,89000 | 3,53117 |
| OT1 (cm) | 94,1509 | 78,0000 | 110,0000 | 32,00000 | 4,13883 |
| OT2 (cm) | 91,0786 | 74,0000 | 108,0000 | 34,00000 | 3,98872 |
| UKV1 (kg) | 26,3500 | 20,0000 | 30,0000 | 10,00000 | 2,27746 |
| UKV2 (kg) | 25,5500 | 19,0000 | 29,0000 | 10,00000 | 2,23548 |
| $VO_2$max1 (ml/min) | 22,5500 | 17,0000 | 27,0000 | 10,00000 | 2,74293 |
| $VO_2$max2 (ml/min) | 22,8515 | 17,4500 | 27,0000 | 9,55000 | 2,72248 |
| RRs1 (mmHg) | 138,3500 | 104,5000 | 191,0000 | 86,50000 | 22,53541 |
| RRs2 (mmHg) | 137,6900 | 103,0000 | 189,0000 | 86,00000 | 22,37882 |
| RRd1 (mmHg) | 87,1750 | 70,5000 | 111,0000 | 40,50000 | 10,95958 |
| RRd2 (mmHg) | 85,9020 | 68,0000 | 109,0000 | 41,00000 | 11,43051 |
| STG1 (mmol/l) | 1,7070 | 1,6700 | 1,7300 | 0,06000 | 0,18078 |
| STG2 (mmol/l) | 1,6830 | 1,6500 | 1,7100 | 0,06000 | 0,23874 |
| KOL1 (mmol/l) | 5,6410 | 3,9900 | 7,1100 | 3,12000 | 1,01731 |
| KOL2 (mmol/l) | 5,5270 | 4,0000 | 7,0000 | 3,00000 | 1,01564 |
| HDL1 (mmol/l) | 1,3120 | 1,1900 | 1,4000 | 0,21000 | 0,06118 |
| HDL2 (mmol/l) | 1,3340 | 1,2300 | 1,4300 | 0,20000 | 0,06286 |
| LDL1 (mmol/l) | 3,4280 | 3,2900 | 3,5500 | 0,26000 | 0,07544 |
| LDL2 (mmol/l) | 3,4060 | 3,2800 | 3,5200 | 0,24000 | 0,07308 |
| GLUK1 (mmol/l) | 5,6415 | 4,6700 | 6,6100 | 1,94000 | 0,62746 |
| **GLUK2 (mmol/l)** | 5,4930 | 4,5800 | 6,4800 | 1,90000 | 0,58968 |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa 1. mjerenje, (TM2) tjelesna masa 2. mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase 1. mjerenje, (ITM2) indeks tjelesne mase 2. mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode 1. mjerenje, (OT1) opseg trbuha 1.mjerenje, (OT2) opseg trbuha 2. mjerenje, (UKV2) ukupna količina vode 2. mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika 1. mjerenje, ($VO_2$max2) maksimalni primitak kisika 2. mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRs2) sistolički krvni tlak 2. mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRd2) dijastolički krvni tlak 2. mjerenje,(STG1) trigliceridi 1.mjerenje, (STG2) trigliceridi 2. mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol 1. mjerenje, (KOL2) ukupni kolesterol 2. mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće 1. mjerenje, (HDL2) lipoproteini velike gustoće 2. mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće 1. mjerenje, (LDL2) lipoproteini male gustoće 2. mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze 1. mjerenje, (GLUK2) serumska koncentracija glukoze 2. mjerenje*

**Tablica 9.** Deskriptivni parametri kontrolne grupe (inicijalno i finalno): *(AS) Aritmetička sredina, (MIN) minimalna vrijednost, (MAX) maksimalna vrijednost, (RR) raspon rezultata, (SD) standardna devijacija*

| | AS | MIN | MAX | RR | SD |
|---|---|---|---|---|---|
| DOB (godine) | 66,4500 | 60,0000 | 77,0000 | 17,00000 | 5,11422 |
| TV (cm) | 160,3000 | 151,0000 | 172,5000 | 21,50000 | 5,40322 |
| TM1 (kg) | 65,9750 | 54,0000 | 94,5000 | 40,50000 | 11,10447 |
| TM2 (kg) | 67,0500 | 55,0000 | 95,0000 | 40,00000 | 10,96634 |
| ITM1 (kg/m2) | 25,3850 | 20,0000 | 31,5000 | 11,50000 | 3,89970 |
| ITM2 (kg/m2) | 25,8880 | 21,0000 | 31,7000 | 10,70000 | 3,75522 |
| OT1 (cm) | 97,5086 | 82,0000 | 113,0000 | 31,00000 | 4,46670 |
| OT2 (cm) | 100,0543 | 85,0000 | 115,0000 | 30,00000 | 5,79223 |
| UKV1 (kg) | 25,2500 | 19,0000 | 29,0000 | 10,00000 | 2,14905 |
| UKV2 (kg) | 23,7500 | 19,0000 | 27,0000 | 8,00000 | 2,04875 |
| $VO_2$max1 (ml/min) | 21,3000 | 17,0000 | 26,0000 | 9,00000 | 2,53606 |
| $VO_2$max2 (ml/min) | 20,2500 | 17,0000 | 25,0000 | 8,00000 | 2,42520 |
| RRs1 (mmHg) | 142,0083 | 103,0000 | 185,0000 | 82,00000 | 20,38966 |
| RRs2 (mmHg) | 143,1700 | 105,0000 | 185,9000 | 80,90000 | 20,20842 |
| RRd1 (mmHg) | 88,1250 | 63,5000 | 115,5000 | 52,00000 | 11,69669 |
| RRd2 (mmHg) | 88,4355 | 64,0000 | 115,8900 | 51,89000 | 11,57664 |
| STG1 (mmol/l) | 1,8560 | 1,8300 | 1,8700 | 0,04000 | 0,42680 |
| STG2 (mmol/l) | 2,1005 | 1,9500 | 2,1300 | 0,18000 | 0,56032 |
| KOL1 (mmol/l) | 5,8400 | 3,6400 | 8,2600 | 4,62000 | 1,35909 |
| KOL2 (mmol/l) | 5,9355 | 3,7900 | 8,5000 | 4,71000 | 1,35911 |
| HDL1 (mmol/l) | 1,3075 | 1,2000 | 1,4300 | 0,23000 | 0,06750 |
| HDL2 (mmol/l) | 1,2999 | 1,1900 | 1,4200 | 0,23000 | 0,06799 |
| LDL1 (mmol/l) | 3,4140 | 3,2600 | 3,6700 | 0,41000 | 0,11650 |
| LDL2 (mmol/l) | 3,4245 | 3,2500 | 3,6800 | 0,43000 | 0,12142 |
| GLUK1 (mmol/l) | 5,6565 | 4,7000 | 7,6100 | 2,91000 | 0,83835 |
| GLUK2 (mmol/l) | 5,7185 | 4,8000 | 7,8000 | 3,00000 | 0,86380 |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa 1. mjerenje, (TM2) tjelesna masa 2. mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase 1. mjerenje, (ITM2) indeks tjelesne mase 2. mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode 1. mjerenje, (OT1) opseg trbuha 1.mjerenje, (OT2) opseg trbuha 2. mjerenje, (UKV2) ukupna količina vode 2. mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika 1. mjerenje, ($VO_2$max2) maksimalni primitak kisika 2. mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRs2) sistolički krvni tlak 2. mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak 1. mjerenje, (RRd2) dijastolički krvni tlak 2. mjerenje,(STG1) trigliceridi 1.mjerenje, (STG2) trigliceridi 2. mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol 1. mjerenje, (KOL2) ukupni kolesterol 2. mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće 1. mjerenje, (HDL2) lipoproteini velike gustoće 2. mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće 1. mjerenje, (LDL2) lipoproteini male gustoće 2. mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze 1. mjerenje, (GLUK2) serumska koncentracija glukoze 2. mjerenje*

U sljedećim tablicama mogu se vidjeti razlike u inicijalnom mjerenju između ispitanika u sve tri grupe, u koje su ispitanici bili nasumično raspoređeni.

**Tablica 10.** Razlike u sve tri grupe u inicijalnom mjerenju (ANOVA)

| | **f-value** | **p-value** |
|---|---|---|
| **DOB (godine)** | 0.47 | 0.62 |
| **TV (cm)** | 0.75 | 0.47 |
| **TMi (kg)** | 0.81 | 0.45 |
| **ITMi (kg/m$^2$)** | 0.92 | 0.40 |
| **OTi (cm)** | 0,69 | 0,44 |
| **UKVi (kg)** | 2.23 | 0.12 |
| **$VO_2$maxi (ml/min)** | 9.67 | **0.00** [a,b] |
| **RRsi (mmHg)** | 0.16 | 0.85 |
| **RRdi (mmHg)** | 0.07 | 0.93 |
| **STGi (mmol/l)** | 0.07 | 0.80 |
| **KOLi (mmol/l)** | 0.53 | 0.59 |
| **HDLi (mmol/l)** | 0.05 | 0.95 |
| **LDLi (mmol/l)** | 0.10 | 0.90 |
| **GLUKi (mmol/l)** | 2.37 | 0.10 |

[a]-razlike između dvije eksperimentalne grupe
[b]-razlike između 1. eksperimentalne i kontrolne grupe
[c]-razlike između 2. eksperimentalne i kontrolne grupe

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TMi) tjelesna masa inicijalno mjerenje, (ITMi) indeks tjelesne mase inicijalno mjerenje, (OTi) opseg trbuhainicijalno mjerenje, (UKVi) ukupna količina vode inicijalno mjerenje, ($VO_2$maxi) maksimalni primitak kisika inicijalno mjerenje, (RRsi) sistolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (RRdi) dijastolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (STGi) trigliceridi inicijalno mjerenje, (KOLi) ukupni kolesterol inicijalno mjerenje, (HDLi) lipoproteini velike gustoće inicijalno mjerenje, (LDLi) lipoproteini male gustoće inicijalno mjerenje, (GLUKi) serumska koncentracija glukoze inicijalno mjerenje*

Kako su svi ispitanici koji su bili uključeni u provedbu ovog istraživanja izabrani tj. klasificirani kao osobe koje boluju od metaboličkog sindroma, smatramo da se njihovo inicijalno stanje neće statistički značajno međusobno razlikovati, kao što je i bio slučaj, tako da smo imali priliku vidjeti kako različiti oblici programirane tjelesne aktivnosti utječu na regulaciju bolesti istraživane populacije. Jedina statistički značajna razlika ($p<0,05$)

zabilježena je u varijabli maksimalnog primitka kisika ($VO_2max$), i to između obje eksperimentalne grupe, te između prve eksperimentalne grupe i kontrolne grupe (vidljivo u tablici broj 7), a razliku možemo pripisati tome što je navedeni uzorak populacija starije životne dobi (60 – 80 godina života).

**Tablica 11.** Razlike između sve tri grupe u finalnom mjerenju (ANOVA)

| | **f-value** | **p-value** |
|---|---|---|
| **DOB (godine)** | 0.47 | 0.62 |
| **TV (cm)** | 0.75 | 0.47 |
| **TMf (kg)** | 0.37 | 0.69 |
| **ITMf ($kg/m^2$)** | 0.32 | 0.73 |
| **OTf (cm)** | 1.67 | **0.00**[b] |
| **UKVf (kg)** | 8.50 | **0.00**[b,c] |
| **$VO_2$maxf (ml/min)** | 19.39 | **0.00**[a,b,c] |
| **RRsf (mmHg)** | 0.40 | 0.68 |
| **RRdf (mmHg)** | 0.24 | 0.79 |
| **STGf (mmol/l)** | 1.78 | **0.02**[b] |
| **KOLf (mmol/l)** | 0.69 | 0.50 |
| **HDLf (mmol/l)** | 1.54 | **0.04**[c] |
| **LDLf (mmol/l)** | 1.20 | 0.20 |
| **GLUKf (mmol/l)** | 4.41 | **0.02**[b] |

[a]-razlike između dvije eksperimentalne grupe
[b]-razlike između 1. eksperimentalne i kontrolne grupe
[c]-razlike između 2. eksperimentalne i kontrolne grupe

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TMf) tjelesna masa finalno mjerenje, (ITMf) indeks tjelesne mase finalno mjerenje, (OTf)opseg trbuha finalno mjerenje, (UKVf) ukupna količina vode finalno mjerenje, ($VO_2$maxf) maksimalni primitak kisika finalno mjerenje, (RRsf) sistolički krvni tlak finalno mjerenje, (RRdf) dijastolički krvni tlak finalno mjerenje, (STGf) trigliceridi finalno mjerenje, (KOLf) ukupni kolesterol finalno mjerenje, (HDLf) lipoproteini velike gustoće finalno mjerenje, (LDLf) lipoproteini male gustoće finalno mjerenje, (GLUKf) serumska koncentracija glukoze finalno mjerenje*

**Tablica 12.** Razlike u inicijalnom i finalnom mjerenju u 1. eksperimentalnoj grupi (T-test)

| | p-value |
|---|---|
| **TM1 (kg)** | 0.22 |
| **TM2 (kg)** | |
| **ITM1 (kg/m$^2$)** | 0.46 |
| **ITM2 (kg/m$^2$)** | |
| **OT1 (cm)** | **0.00** |
| **OT2 (cm)** | |
| **UKV1 (kg)** | 0.38 |
| **UKV2 (kg)** | |
| **$VO_2$max1 (ml/min)** | **0.00** |
| **$VO_2$max2 (ml/min)** | |
| **RRs1 (mmHg)** | **0.00** |
| **RRs2 (mmHg)** | |
| **RRd1 (mmHg)** | 0.13 |
| **RRd2 (mmHg)** | |
| **STG1 (mmol/l)** | **0.00** |
| **STG2 (mmol/l)** | |
| **KOL1 (mmol/l)** | **0.00** |
| **KOL2 (mmol/l)** | |
| **HDL1 (mmol/l)** | **0.00** |
| **HDL2 (mmol/l)** | |
| **LDL1 (mmol/l)** | **0.00** |
| **LDL2 (mmol/l)** | |
| **GLUK1 (mmol/l)** | **0.00** |
| **GLUK2 (mmol/l)** | |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa inicijalno mjerenje, (TM2) tjelesna masa finalno mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase inicijalno mjerenje,(OT1) opseg trbuha inicijalno mjerenje, (OT2) opseg trbuha finalno mjerenje, (ITM2) indeks tjelesne mase finalno mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode inicijalno mjerenje, (UKV2) ukupna količina vode finalno mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika inicijalno mjerenje, ($VO_2$max2) maksimalni primitak kisika finalno mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (RRs2) sistolički krvni tlak finalno mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (RRd2) dijastolički krvni tlak finalno mjerenje, (STG1) trigliceridi finalno mjerenje, (STG2) trigliceridi finalno mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol inicijalno mjerenje, (KOL2) ukupni kolesterol finalno mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće inicijalno mjerenje, (HDL2) lipoproteini velike gustoće finalno mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće inicijalno mjerenje, (LDL2) lipoproteini male gustoće finalno mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze inicijalno mjerenje, (GLUK2) serumska koncentracija glukoze finalno mjerenje*

**Tablica 13.** Razlike u inicijalnom i finalnom mjerenju u 2. eksperimentalnoj grupi (T-test)

| | p-value |
|---|---|
| TM1 (kg) | 0.00 |
| TM2 (kg) | |
| ITM1 (kg/m2) | 0.00 |
| ITM2 (kg/m2) | |
| OT1 (cm) | 0.00 |
| OT2 (cm) | |
| UKV1 (kg) | 0.01 |
| UKV2 (kg) | |
| $VO_2$max1 (ml/min) | 0.00 |
| $VO_2$max2 (ml/min) | |
| RRs1 (mmHg) | 0.02 |
| RRs2 (mmHg) | |
| RRd1 (mmHg) | 0.18 |
| RRd2 (mmHg) | |
| STG1 (mmol/l) | 0.14 |
| STG2 (mmol/l) | |
| KOL1 (mmol/l) | 0.00 |
| KOL2 (mmol/l) | |
| HDL1 (mmol/l) | 0.00 |
| HDL2 (mmol/l) | |
| LDL1 (mmol/l) | 0.00 |
| LDL2 (mmol/l) | |
| GLUK1 (mmol/l) | 0.00 |
| GLUK2 (mmol/l) | |

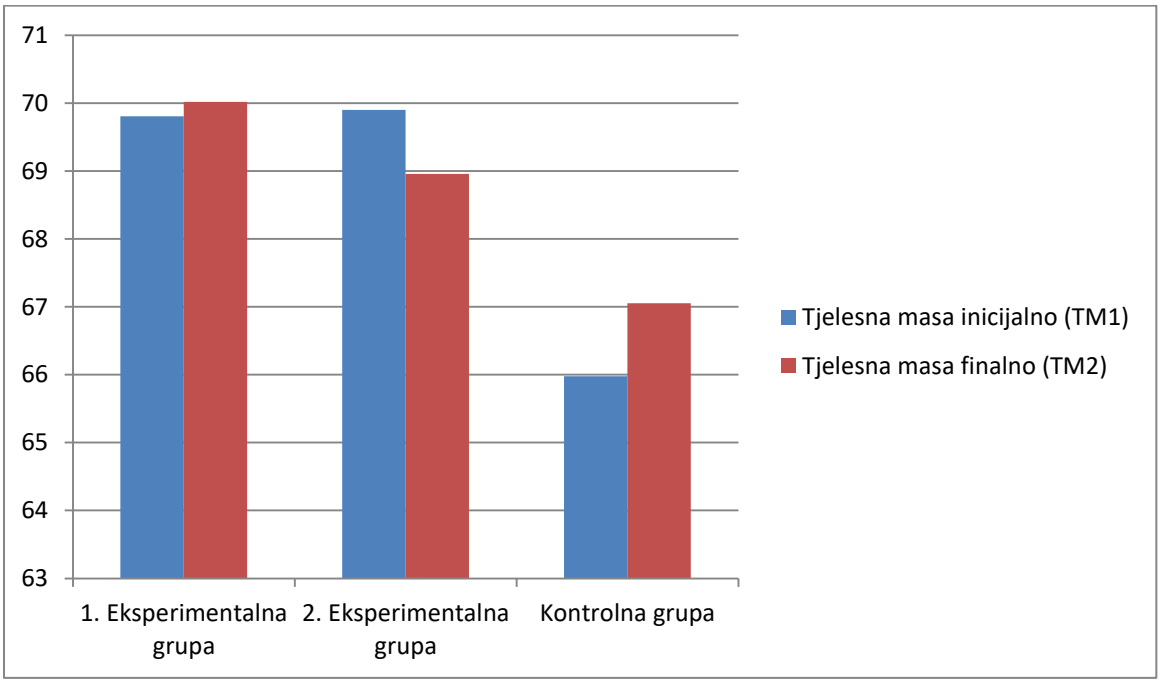
***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa inicijalno mjerenje, (TM2) tjelesna masa finalno mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase inicijalno mjerenje,(OT1) opseg trbuha inicijalno mjerenje, (OT2) opseg trbuha finalno mjerenje, (ITM2) indeks tjelesne mase finalno mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode inicijalno mjerenje, (UKV2) ukupna količina vode finalno mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika inicijalno mjerenje, ($VO_2$max2) maksimalni primitak kisika finalno mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (RRs2) sistolički krvni tlak finalno mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (RRd2) dijastolički krvni tlak finalno mjerenje, (STG1) trigliceridi finalno mjerenje, (STG2) trigliceridi finalno mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol inicijalno mjerenje, (KOL2) ukupni kolesterol finalno mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće inicijalno mjerenje, (HDL2) lipoproteini velike gustoće finalno mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće inicijalno mjerenje, (LDL2) lipoproteini male gustoće finalno mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze inicijalno mjerenje, (GLUK2) serumska koncentracija glukoze finalno mjerenje*

**Tablica 14.** Razlike u inicijalnom i finalnom mjerenju u kontrolnoj grupi (T-test)

| | p-value |
|---|---|
| TM1 (kg) | 0.00 |
| TM2 (kg) | |
| ITM1 (kg/m2) | 0.00 |
| ITM2 (kg/m2) | |
| OT1 (cm) | 0.23 |
| OT2 (cm) | |
| UKV1 (kg) | 0.00 |
| UKV2 (kg) | |
| $VO_2$max1 (ml/min) | 0.00 |
| $VO_2$max2 (ml/min) | |
| RRs1 (mmHg) | 0.00 |
| RRs2 (mmHg) | |
| RRd1 (mmHg) | 0.00 |
| RRd2 (mmHg) | |
| STG1 (mmol/l) | 0.00 |
| STG2 (mmol/l) | |
| KOL1 (mmol/l) | 0.00 |
| KOL2 (mmol/l) | |
| HDL1 (mmol/l) | 0.00 |
| HDL2 (mmol/l) | |
| LDL1 (mmol/l) | 0.00 |
| LDL2 (mmol/l) | |
| GLUK1 (mmol/l) | 0.27 |
| GLUK2 (mmol/l) | |

***Legenda:*** *(DOB) starosna dob, (TV) tjelesna visina, (TM1) tjelesna masa inicijalno mjerenje, (TM2) tjelesna masa finalno mjerenje, (ITM1) indeks tjelesne mase inicijalno mjerenje,(OT1) opseg trbuha inicijalno mjerenje, (OT2) opseg trbuha finalno mjerenje, (ITM2) indeks tjelesne mase finalno mjerenje, (UKV1) ukupna količina vode inicijalno mjerenje, (UKV2) ukupna količina vode finalno mjerenje, ($VO_2$max1) maksimalni primitak kisika inicijalno mjerenje, ($VO_2$max2) maksimalni primitak kisika finalno mjerenje, (RRs1) sistolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (RRs2) sistolički krvni tlak finalno mjerenje, (RRd1) dijastolički krvni tlak inicijalno mjerenje, (RRd2) dijastolički krvni tlak finalno mjerenje, (STG1) trigliceridi finalno mjerenje, (STG2) trigliceridi finalno mjerenje, (KOL1) ukupni kolesterol inicijalno mjerenje, (KOL2) ukupni kolesterol finalno mjerenje, (HDL1) lipoproteini velike gustoće inicijalno mjerenje, (HDL2) lipoproteini velike gustoće finalno mjerenje, (LDL1) lipoproteini male gustoće inicijalno mjerenje, (LDL2) lipoproteini male gustoće finalno mjerenje, (GLUK1) serumska koncentracija glukoze inicijalno mjerenje, (GLUK2) serumska koncentracija glukoze finalno mjerenje*

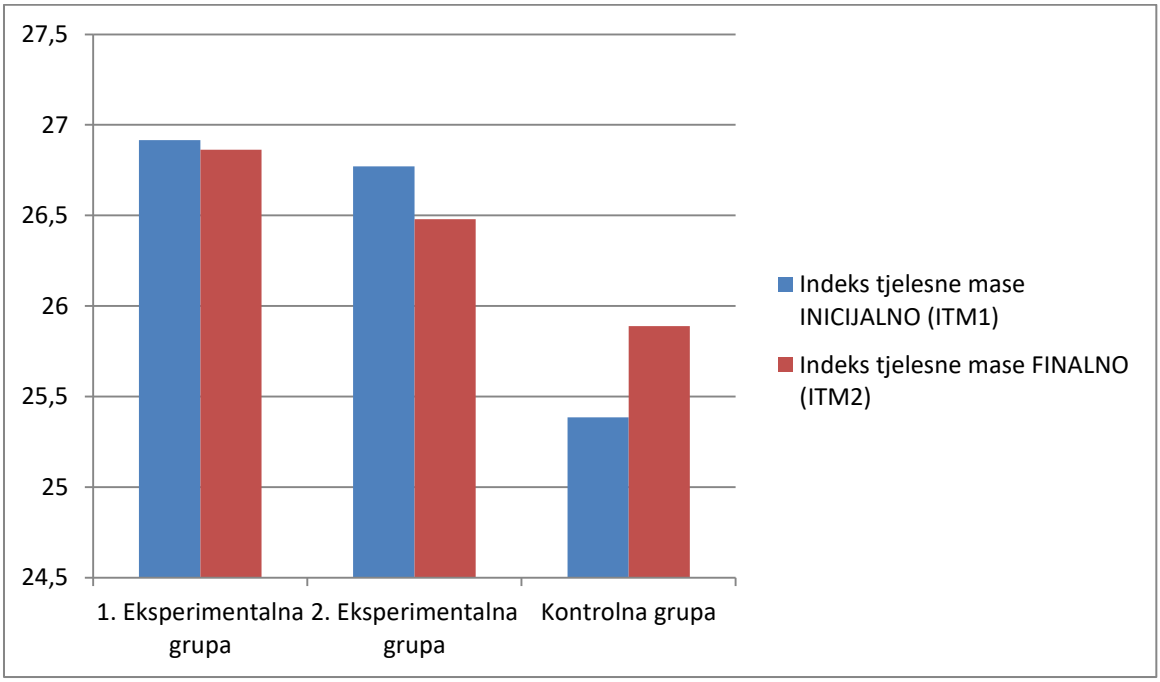
Varijabla tjelesna masa (TM) nije se statistički značajno razlikovala (p>0,05) između testiranih grupa, ali se statistički značajno razlikovala unutar pojedinih grupa (p<0,05) – unutar druge eksperimentalne grupe i unutar kontrolne grupe. Prva eksperimentalna grupa nije zabilježila statistički značajne promjene (p>0,05), te u inicijalnom mjerenju (TM1) prikazuje prosječne vrijednosti 69,80±13,01 a u finalnom (TM2) 70,01±13,02 (vidljivo u tablici broj 6). Kod inicijalnog testiranja druge eksperimentalne grupe (TM1) (vidljivo u tablici broj 7) prikazuje statistički značajnu (p<0,05) prosječnu vrijednost od 69,89±8,95 , te finalnu vrijednost (TM2) 68,95±8,95. Unutar kontrolne grupe zabilježena je statistički značajna razlika (p<0,05) u varijabli tjelesne mase, 65,97±11,10 inicijalno mjerenje (TM1) te 67,05±10,96 kod finalnog mjerenja (TM2) (vidljivo u tablici broj 8), povećanje tjelesne mase može se objasniti nedostatkom aktivnosti kod kontrolne grupe.




**Slika 15.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli tjelesna masa (TM) u sve tri grupe

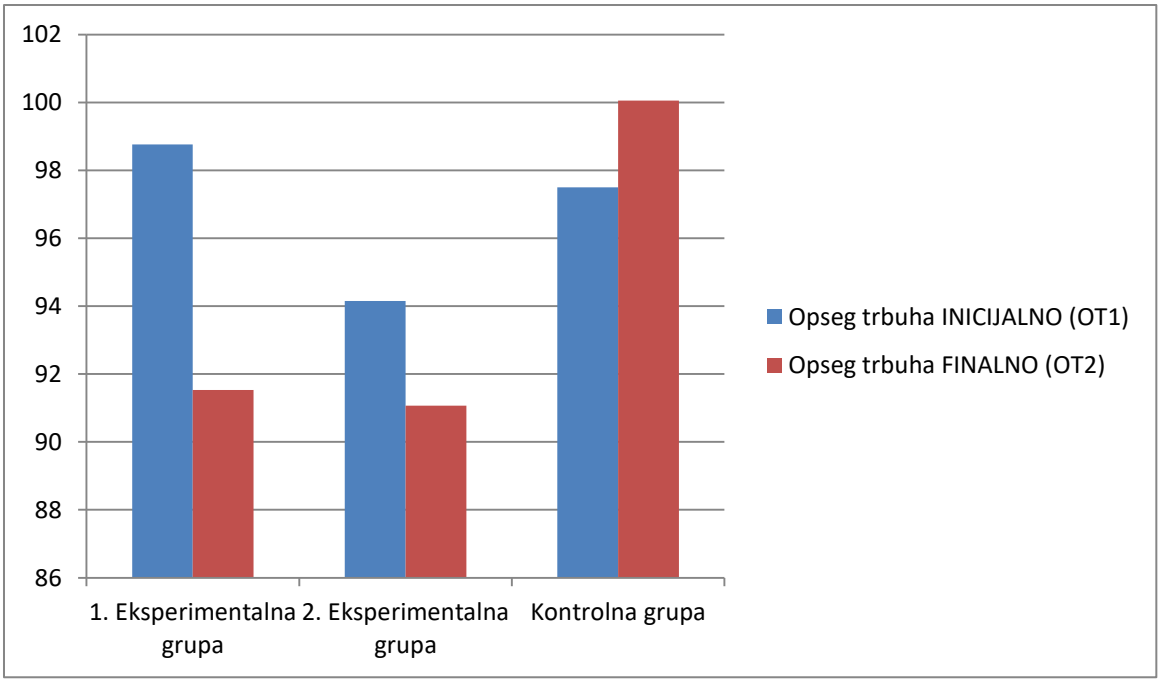
Indeks tjelesne mase statistički se značajno razlikovao (p<0,05) unutar druge eksperimentalne grupe i unutar kontrolne grupe, dok kod prve eksperimentalne grupe nije zabilježena statistički značajna razlika (p>0,05), kao ni između grupa. Unutar prve eksperimentalne grupe inicijalno testiranje (ITM1) iznosi 26,91±4,34 a finalno testiranje (ITM2) 26,86±4,34 (vidljivo u tablici broj 6). Unutar druge eksperimentalne grupe kod inicijalnog testiranja varijabla indeks tjelesne mase (ITM1) pokazuje statistički značajnu

razliku (p<0,05) 26,77±3,52 , a kod finalnog testiranja (ITM2) iznosi 26,47±3,53 (vidljivo u tablici broj 7). Unutar kontrolne grupe postoji statistički značajna razlika (p<0,05), između inicijalnog testiranja (ITM1) 25,38±3,89 i finalnog testiranja (ITM2) 25,88±3,75 (vidljivo u tablici broj 8).



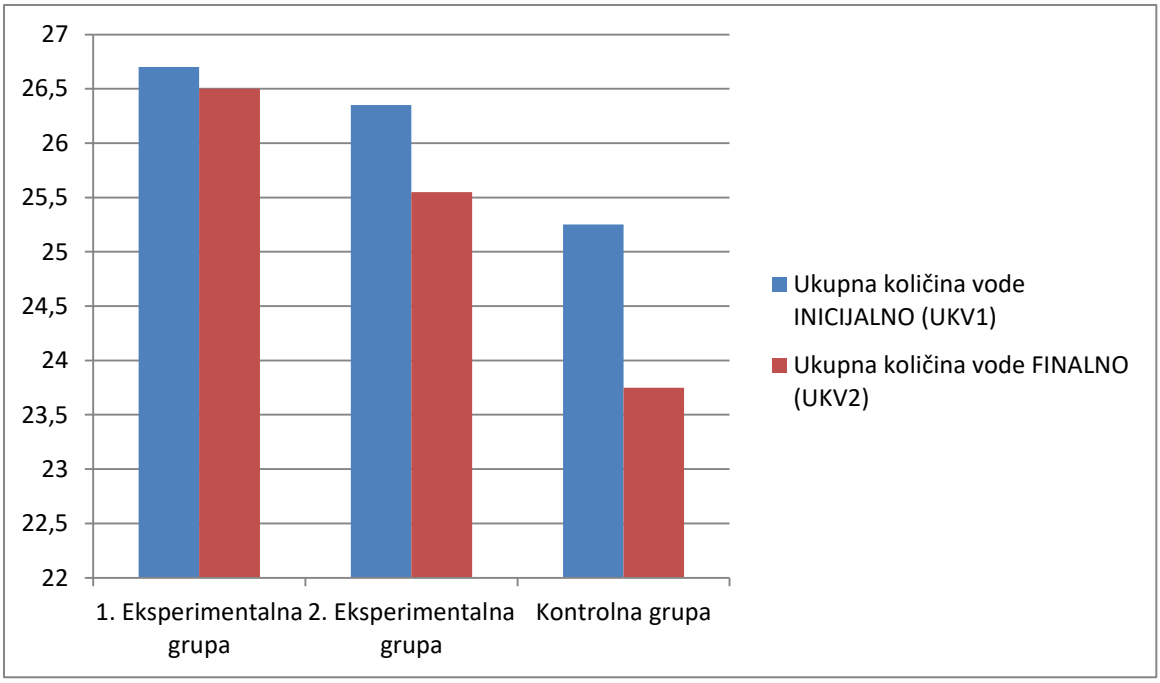

**Slika 16.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli indeks tjelesne mase (ITM) u sve tri grupe

Zabilježena je statistički značajna razlika (p<0,05) u varijabli opsega trbuha (OT), i unutar prve eksperimentalne grupe i druge eksperimentalne grupe, gdje finalni prosječan rezultat prve eksperimentalne grupe iznosi (OT2) 91,53±5,12 (vidljivo u tablici broj 6). Finalni prosječan rezultat druge eksperimentalne grupe iznosi (OT2) 91,07±3,98 (vidljivo u tablici broj 6), a kod kontrolne grupe (OT2) 100,05±5,79 (vidljivo u tablici broj 8).




**Slika 17.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli opseg trbuha (OT) u sve tri grupe

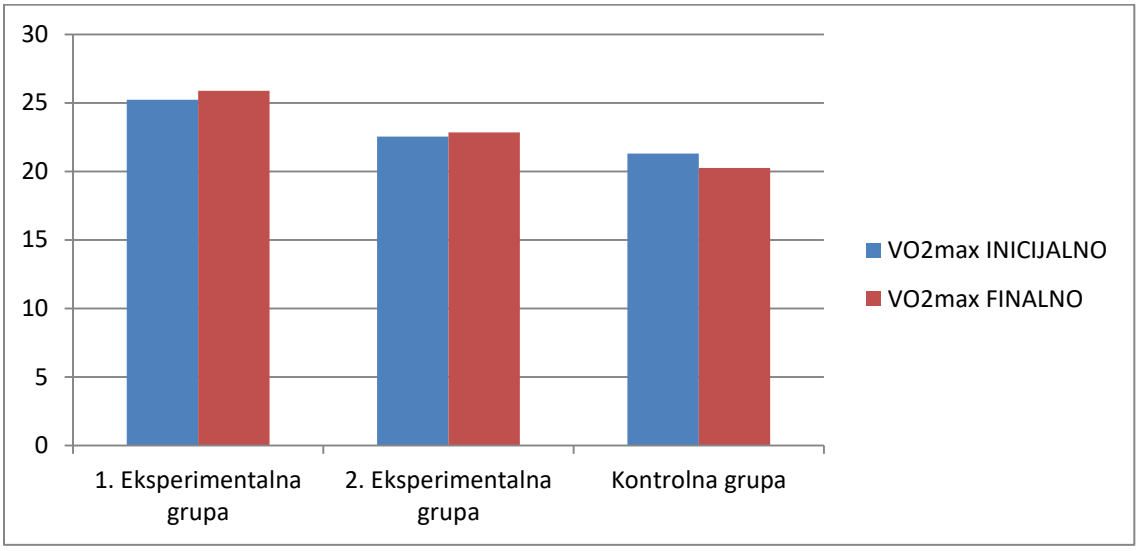
Zabilježena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) u varijabli ukupne količine vode (UKV), i to između prve eksperimentalne grupe i kontrolne grupe, te između druge eksperimentalne i kontrolne grupe, zatim unutar druge eksperimentalne grupe i unutar kontrolne grupe, gdje finalni prosječan rezultat prve eksperimentalne grupe iznosi (UKV2) 26,50±2,13 (vidljivo u tablici broj 6). Finalni prosječan rezultat druge eksperimentalne grupe iznosi (UKV2) 25,55±2,23 (vidljivo u tablici broj 6), a kod kontrolne grupe (UKV2) 23,75±2,04 (vidljivo u tablici broj 8).




**Slika 18.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli ukupna količina vode (UKV) u sve tri grupe

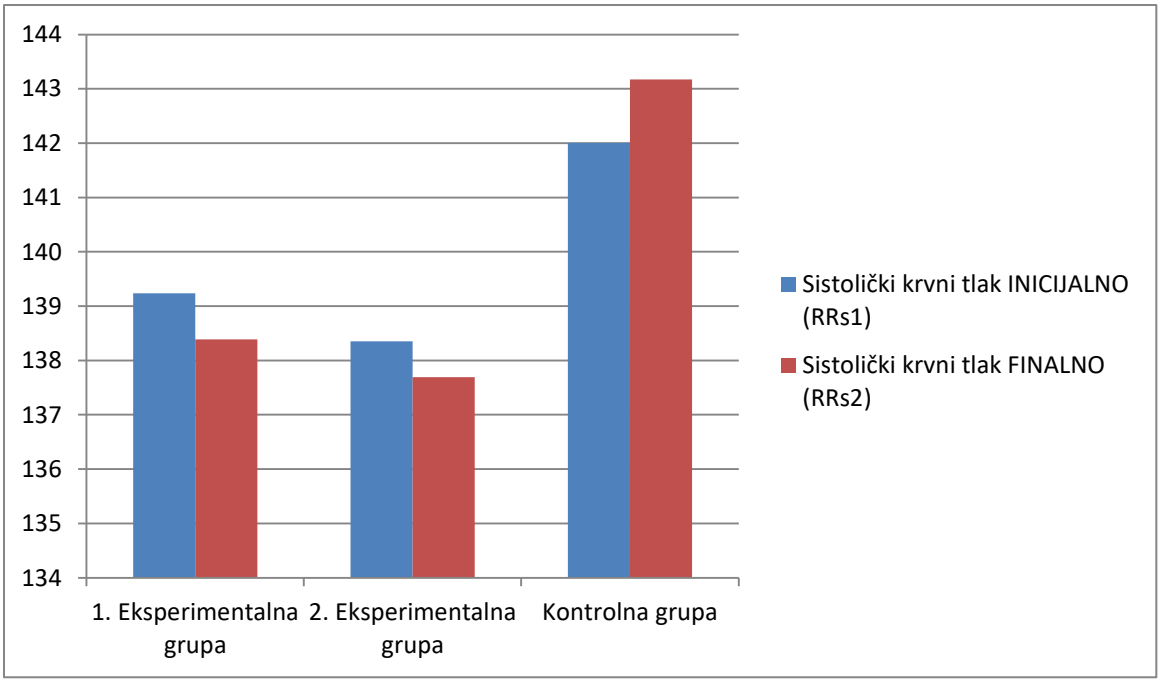
Varijabla maksimalnog primitka kisika ($VO_2max$) također pokazuje statistički značajnu razliku ($p<0,05$) u finalnom mjerenju između sve tri grupe i unutar svake grupe. Zabilježena je statistički značajna razlika između dvije eksperimentalne grupe, koja pokazuje da ispitanici prve eksperimentalne grupe ($VO_2max2$) 25,87±3,35 (vidljivo u tablici broj 6) imaju veći maksimalni primitak kisika u odnosu na prosječni rezultat druge eksperimentalne grupe ($VO_2max2$) 22,85±2,72 (vidljivo u tablici broj 7), što je i logično budući da prva eksperimentalna grupa provodi programiranu aerobnu tjelesnu aktivnost, dok druga eksperimentalna grupa provodi programiranu tjelesnu aktivnost snage, ali ujedno maksimalni primitak kisika jedan je i od najboljih pokazatelja aerobne izdržljivosti. Zatim, statistički značajna razlika zabilježena je između prve eksperimentalne grupe ($VO_2max2$) 25,87±3,35 (vidljivo u tablici broj 6) i kontrolne grupe ($VO_2max2$) 20,25±2,42 (vidljivo u tablici broj 8), iz čega proizlazi da je prva eksperimentalna grupa koja je provodila programiranu aerobnu tjelesnu aktivnost zabilježila veće povećanje u varijabli maksimalnog primitka kisika ($VO_2max$) u odnosu na kontrolu grupu koja je bila bez tjelesne aktivnosti. Također zabilježena je statistički značajna razlika između druge eksperimentalne grupe ($VO_2max2$) 22,85±2,72 (vidljivo u tablici broj 7) u odnosu na kontrolnu grupu ($VO_2max2$) 20,25±2,42 (vidljivo u tablici broj 8). Obično za aktivnosti koje traju 30 minuta, a provode se na 70 % od $VO_2max$, prvobitno dolazi do potrošnje glikogena iz mišića oko 50 % energije, iz glukoze u

krvi oko 25 % energije, a oko 25 % iz masti (Ward, 2007). $VO_2$max je zato i najbolji pokazatelj kardiovaskularne spremnosti te aerobne izdržljivosti čovjeka.



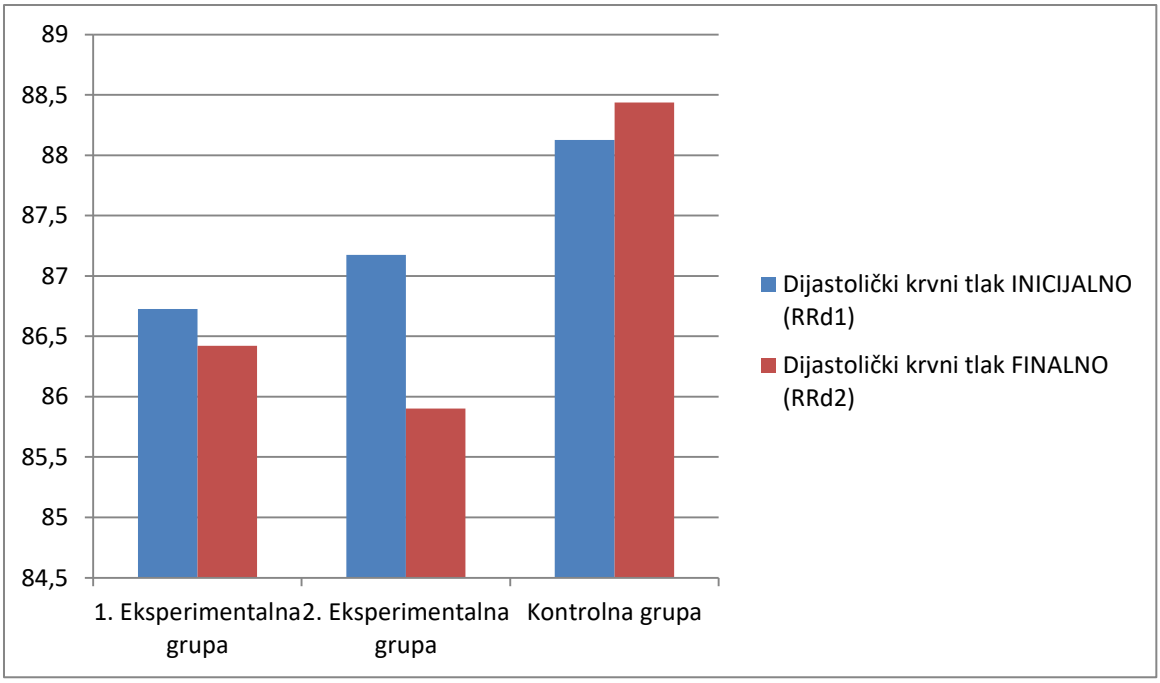

**Slika 19.** Razlike između sve tri grupe u inicijalnom i finalnom mjerenju maksimalnog primitka kisika ($VO_2$max)

Sistolički krvni tlak pokazao je statistički značajnu razliku ($p<0,05$) unutar sve tri pojedine grupe ispitanika, ali statistički značajna razlika nije pronađena između grupa ($p>0,05$). U prvoj eksperimentalnoj grupi zabilježena je statistički značajna razlika ($p<0,05$), gdje u inicijalnom mjerenju sistolički krvni tlak (RRs1) iznosi 139,23±21 , a u finalnom mjerenju (RRs2) 138,38±21,37 (vidljivo u tablici broj 6), kao i u drugoj eksperimentalnoj grupi gdje također očitavamo statistički značajnu razliku ($p<0,05$) sistoličkog krvnog tlaka kod inicijalnog mjerenja (RRs1) koja iznosi 138,35±22,53 , a kod finalnog mjerenja (RRs2) 137,69±22,37 (vidljivo u tablici broj 7). Aerobni oblik tjelesne aktivnosti kao i trening snage utječu na sniženje krvnog tlaka kod pacijenata koji boluju od šećerne bolesti (Balducci i sur., 2009). Statistički značajna razlika ($p<0,05$) zabilježena je i u kontrolnoj grupi, gdje je inicijalno mjerenje sistoličkog krvnog tlaka (RRs1) 142,00±20,38 , a finalno mjerenje (RRs2) 143,17±20,20 (vidljivo u tablici broj 8).



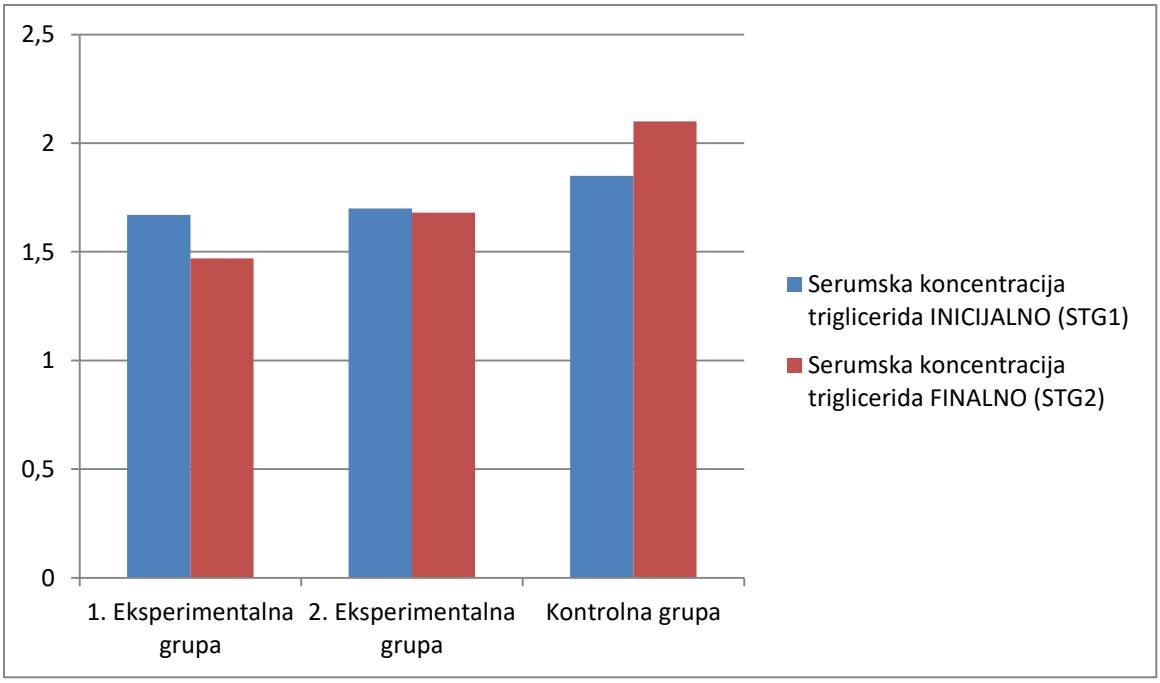

**Slika 20.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli sistolički krvni tlak (RRs) u sve tri grupe

Dijastolički krvni tlak pokazao je statistički značajnu razliku ($p<0,05$) samo unutar kontrolne grupe, dok unutar prve i druge eksperimentalne grupe nije nađena statistički značajna razlika ($p>0,05$), kao ni između sve tri grupe. U prvoj eksperimentalnoj grupi inicijalno mjerenje dijastoličkog krvnog tlaka (RRd1) iznosi 86,75±13,30 , a u finalno mjerenje (RRd2) 86,42±13,44 (vidljivo u tablici broj 6). U drugoj eksperimentalnoj grupi vrijednost dijastoličkog krvnog tlaka kod inicijalnog mjerenja (RRd1) iznosi 87,17±10,95 , a kod finalnog mjerenja (RRd2) 85,90±11,43 (vidljivo u tablici broj 7). U kontrolnoj grupi zabilježena je statistički značajna razlika ($p<0,05$), pa tako inicijalno mjerenje dijastoličkog krvnog tlaka (RRd1) iznosi 88,12±11,69 , a finalno mjerenje (RRd2) 88,43±11,57 (vidljivo u tablici broj 8).



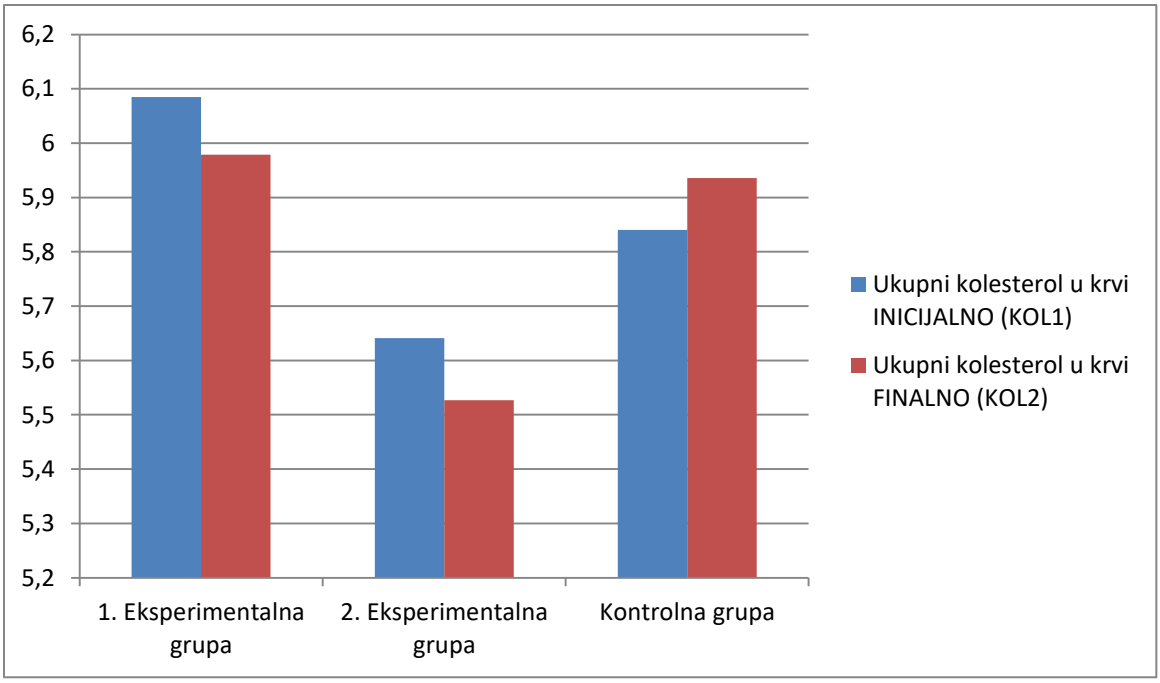

**Slika 21.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli dijastolički krvni tlak (RRd) u sve tri grupe

Zabilježena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) u serumskoj koncentracija triglicerida (SGT), unutar i između prve eksperimentalne grupe i unutar i između kontrolne grupe, gdje finalni prosječan rezultat prve eksperimentalne grupe iznosi (STG) 1,67±0,38 (vidljivo u tablici broj 6). Finalni prosječan rezultat druge eksperimentalne grupe iznosi (STG2) 1,68±0,63 (vidljivo u tablici broj 6), a kod kontrolne grupe (OT2) 2,10±0,56 (vidljivo u tablici broj 8).



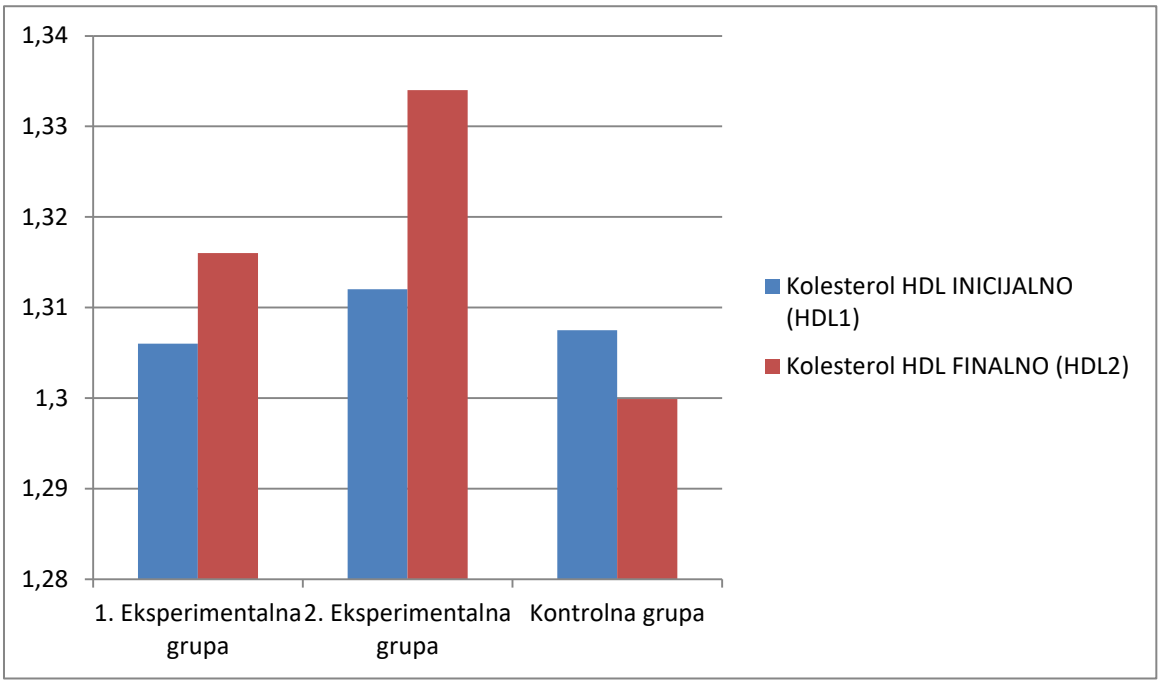

**Slika 22.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli serumska koncentracija triglicerida (STG) u sve tri grupe

Varijabla ukupni kolesterol u krvi pokazala je statistički značajnu razliku ($p<0,05$) unutar sve tri pojedine grupe ispitanika, ali statistički značajna razlika nije pronađena između grupa ($p>0,05$). Kod prve eksperimentalne grupe u inicijalnom mjerenju ukupni kolesterol (KOL1) iznosi 6,08±1,63 , a u finalnom mjerenju (KOL2) 5,97±1,58 (vidljivo u tablici broj 6), što ukazuje na statistički značajnu razliku ($p<0,05$), kao i u drugoj eksperimentalnoj grupi, gdje je vrijednost ukupnog kolesterola kod inicijalnog mjerenja (KOL1) 5,64±1,01 , a kod finalnog mjerenja (KOL2) 5,52±1,01 (vidljivo u tablici broj 7). Statistički značajna razlika ($p<0,05$) zabilježena je i u kontrolnoj grupi, gdje inicijalno mjerenje ukupnog kolesterola (KOL1) iznosi 5,84±1,35 , a finalno mjerenje (KOL2) 5,93±1,35 (vidljivo u tablici broj 8).



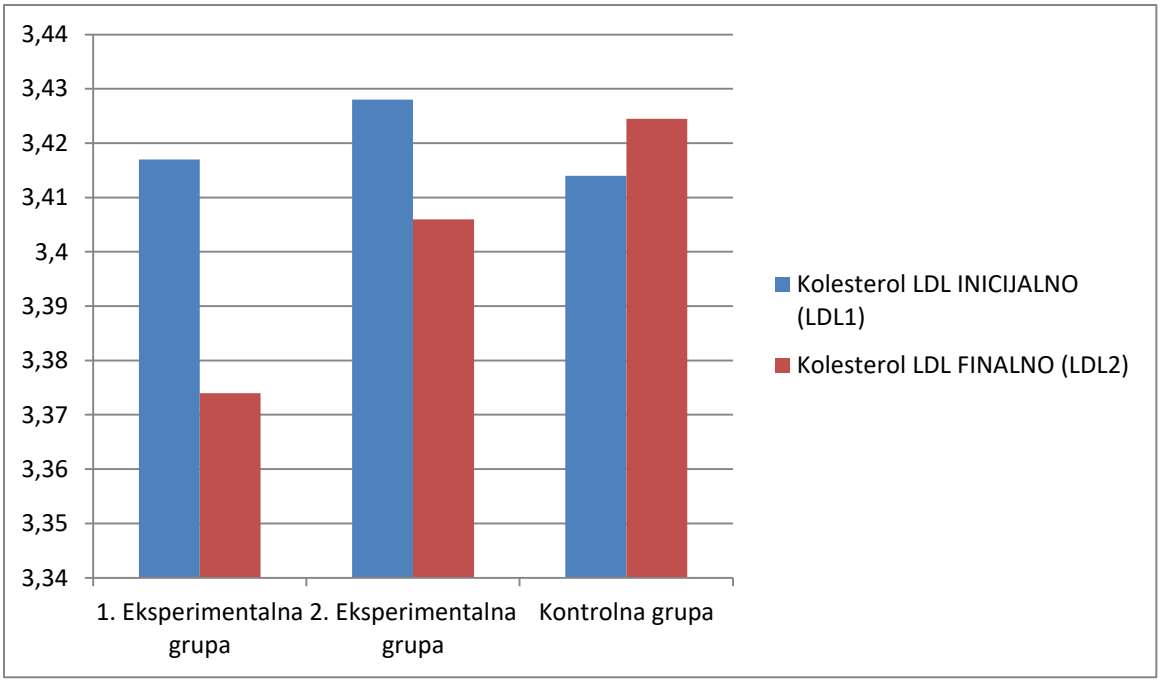

**Slika 23.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli ukupni kolesterol u krvi (KOL) u sve tri grupe

HDL kolesterol (tj. lipoproteini velike gustoće u krvi) pokazuje statistički značajnu razliku ($p<0,05$) unutar sve tri pojedine grupe ispitanika, ali i statistički značajna razlika između druge eksperimentalne grupe i kontrolne grupe ($p<0,05$). Kod prve eksperimentalne grupe u inicijalnom mjerenju zabilježena je statistički značajna razlika ($p<0,05$), te HDL kolesterol (HDL1) iznosi 1,30±0,05 , a u finalnom mjerenju (HDL2) 1,31±0,05 (vidljivo u tablici broj 6). U drugoj eksperimentalnoj grupi vrijednost ukupnog HDL kolesterola kod inicijalnog mjerenja (HDL1) iznosi 1,31±1,06 , a kod finalnog mjerenja (HDL2) 1,33±0,06 (vidljivo u tablici broj 7), što ukazuje na statistički značajnu razliku ($p<0,05$) kao i statistički značajnu razliku ($p<0,05$) zabilježenu u kontrolnoj grupi, gdje inicijalno mjerenje HDL kolesterola (HDL1) iznosi 1,30±0,06 , a finalno mjerenje (HDL2) 1,29±0,06 (vidljivo u tablici broj 8).



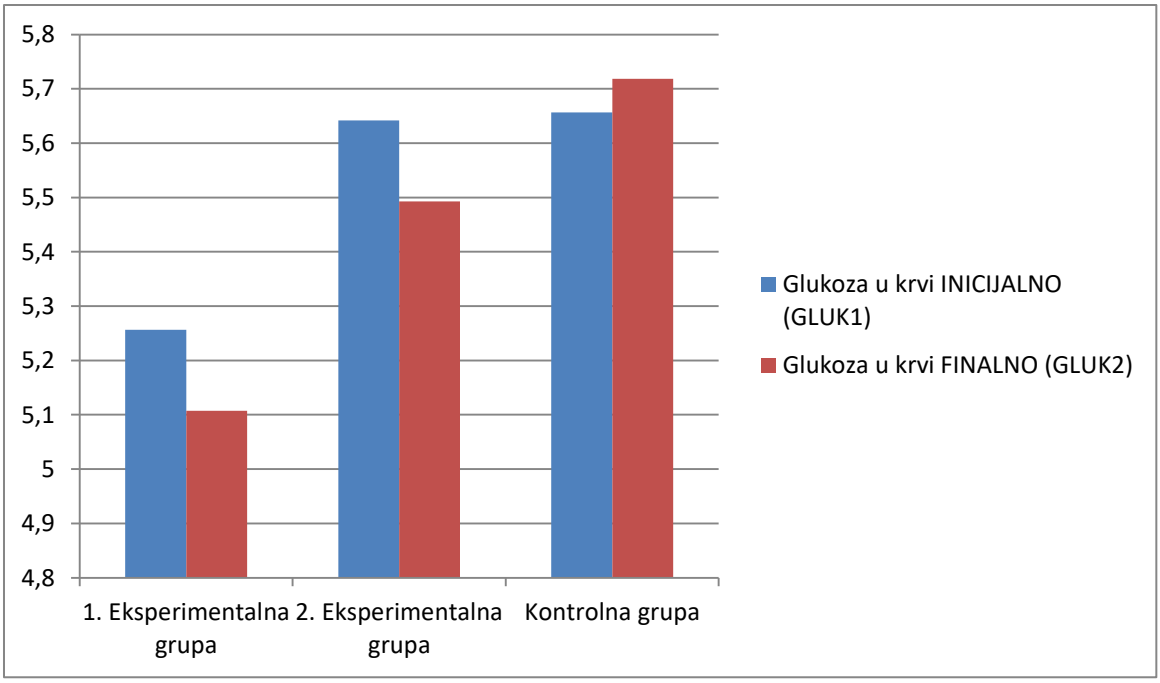

**Slika 24.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli HDL kolesterol (HDL) u sve tri grupe

LDL kolesterol (tj. lipoproteini male gustoće u krvi) pokazuje statistički značajnu razliku ($p<0,05$) unutar sve tri pojedine grupe ispitanika, ali ne i statistički značajnu razliku između grupa ($p>0,05$). Prva eksperimentalna grupa u inicijalnom mjerenju LDL kolesterol (LDL1) ukazuje na statistički značajnu razliku ($p<0,05$), te iznosi 3,41±0,11 , a u finalnom mjerenju (LDL2) 3,37±0,11 (vidljivo u tablici broj 6). U drugoj eksperimentalnoj grupi vrijednost ukupnog LDL kolesterola kod inicijalnog mjerenja (LDL1) iznosi 3,42±0,07 , a kod finalnog mjerenja (LDL2) 3,40±0,07 (vidljivo u tablici broj 7), što ukazuje na statistički značajnu razliku ($p<0,05$) kao i statistički značajnu razliku ($p<0,05$) zabilježenu u kontrolnoj grupi, gdje inicijalno mjerenje LDL kolesterola (LDL1) iznosi 3,41±0,11 , a finalno mjerenje (LDL2) 3,42±0,12 (vidljivo u tablici broj 8).




**Slika 25.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli LDL kolesterol (LDL) u sve tri grupe

Varijabla glukoza u krvi pokazuje statistički značajnu razliku ($p<0,05$) unutar prve eksperimentalne i druge eksperimentalne grupe, ali i statistički značajnu razliku između prve eksperimentalne grupe i kontrolne grupa ($p<0,05$). Unutar kontrolne grupe nije nađena statistički značajna razlika ($p>0,05$). Kod prve eksperimentalne grupe u inicijalnom mjerenju glukoza u krvi (GLUK1) iznosi 5,25±0,45 , a u finalnom mjerenju (GLUK2) 5,10±0,45 (vidljivo u tablici broj 6) te je razlika statistički značajna ($p<0,05$). U drugoj eksperimentalnoj grupi vrijednost glukoze u krvi kod inicijalnog mjerenja (GLUK1) iznosi 5,64±0,62 , a kod finalnog mjerenja (GLUK2) 5,49±0,58 (vidljivo u tablici broj 7), što ukazuje na statistički značajnu razliku ($p<0,05$). Statistički značajna razlika nije zabilježena ($p>0,05$) u kontrolnoj grupi, gdje inicijalno mjerenje glukoze u krvi (GLUK1) iznosi 5,65±0,83 , a finalno mjerenje (GLUK2) 5,71±0,86 (vidljivo u tablici broj 8).




**Slika 26.** Razlike inicijalnog i finalnog mjerenja u varijabli glukoza u krvi (GLUK) u sve tri grupe

## 7. RASPRAVA

Nedostatak tjelesne aktivnosti jedan je od ključnih razloga nastanka mnogobrojnih bolesti ljudskog organizma. Iako se u posljednje vrijeme pojavljuje sve više u dječjoj dobi, tjelesna neaktivnost kod osoba starije životne dobi ima za posljedicu razvoj kroničnih teških bolest, kao i same smrti. Istraživanje provedeno na osobama koje su bile kategorizirane kao osobe koje boluju od metaboličkog sindroma i zdravim osobama, pokazalo je kako ljudi u prosjeku provedu 9,5 sati (65% vremena) sjedeći. U usporedbi s osobama bez metaboličkog sindroma, osobe s metaboličkim sindromom provele su veći postotak vremena sjedilački 67,3% u odnosu na 62,2%. Također, osobe s metaboličkim sindromom imale su više prosječne periode sjedenja (17,7 u odnosu na 16,7 min), i manji intenzitet u periodu provedenom sjedeći (14,8 u odnosu na 15,8 prosječne zbrojevi po minuti), ali su imale i manje sjedeće pauze (82,3 u odnosu na 86,7), što je bilo prilagođeno s obzirom na dob i spol (svi P <0,01) (Bankoski i sur., 2011). Prema podacima autora (Lović i sur., 2015) ispitanici koji su bolovali od metaboličkog sindroma imali su puno veći postotak zabilježenih smrtnih slučajeva kardiovaskularnog tipa, dok su ispitanici bez metaboličkog sindroma imali manji postotak, iako statistička razlika nije bila značajna, ali zato znatno veći broj hospitalizacije i faktora srčanih disfunkcija kod ispitanika koji su bolovali od metaboličkog sindroma.

Tjelesna aktivnost je izrazito važan čimbenik očuvanja zdravlja i funkcionalnih sposobnosti osoba starije životne dobi. Kako bi osobe starije životne dobi što duže bile neovisne o pomoći druge osobe u provođenju svakodnevnih životnih aktivnosti, potrebno je u starijoj životnoj dobi održati mišićnu jakost, fleksibilnost te ravnotežu (Mišigoj-Duraković, 2008). Metabolički sindrom osim što obuhvaća veći skup faktora rizika, najviše je povezan s prekomjernom tjelesnom težinom koja nastaje kao rezultat tjelesne neaktivnosti tj. sedentarnog načina života, a autor (Raven i sur., 1988) definirao ga je i kao ”sindrom x”, karakteriziran pretilošću visceralnog tipa, poremećenom tolerancijom glukoze, odnosno dijabetesom tipa 2, inzulinskom rezistencijom, dislipidemijom i povišenim krvnim tlakom.

Jedan od glavnih elemenata za bavljenje tjelesnom aktivnošću je motivacija, koja omogućuje pojedincu da se redovito uključi u program tjelesne aktivnosti koja će imati višestruki utjecaj na njegovo tjelesno ali i psihičko zdravlje. Većina osoba kao ograničavajući faktor navodi pomanjkanje vremena, te zauzetost drugim obavezama što ide u prilog nedostatku motivacije i spremnosti da se osoba uključi u neki oblik tjelesne aktivnosti. Kada osoba dođe do trenutka u kojem se odlučuje za aktivno uključenje u neku tjelesnu aktivnost, to se najčešće događa jednom ili dva puta tjedno, ali u neprimjerenom pojačanom intenzitetu koji za posljedicu ima veliki broj ozljeda, a time i prestanak aktivnosti (Metelko, 2012).

Populacija starije životne dobi (iznad 65. godine života) u Hrvatskoj čini 16,5 % od ukupnog stanovništva (Žganec i sur., 2007), a predviđa se da će se do 2050. godine iznositi 26 % (Grizelj, 2005). Tek svaka šesta osoba muškog spola starije životne dobi provodi neki oblik tjelesne aktivnosti, dok je kod populacije žena zabilježeno prosječno dvostruko rjeđe bavljenje tjelesnom aktivnosti. (Duraković, 2007). Osobe ženske populacije znatno su manje aktivne od populacije muškaraca, a posebice kada govorimo o ženama starije životne dobi (Edwards i Tsouros, 2009). Na prekomjernu tjelesnu masu veći utjecaj ima smanjeno ili nikakvo provođenje tjelesne aktivnosti, nego što to ima povećani unos kalorija, pa je tako danas više od 1,46 milijardi osoba odrasle dobi sa prekomjernom tjelesnom masom (International Diabetes Federation, 2012).

U 2008. godini čak 63% smrtnih slučajeva u svijetu izazvale su kronične nezarazne bolesti, iako je 2004. godine Svjetska zdravstvena organizacija objavila nove intervencije i planove za bavljenje tjelesnom aktivnosti. Vrlo je teško izazvati bilo kakav oblik promijene u ponašanju ljudi, koji dugi niz godina uče i koriste principe življenja koji su štetni za njihovo globalno zdravlje, a oni to ne mogu primijetiti sve do trenutka kada je njihovo zdravlje ugroženo, a najčešće tada bude kasno za promijene. Navike se trebaju mijenjati u populacijama mlađe životne dobi. Implementirati novi zdravi strategijski plan i program na globalnoj razini izuzetno je teško, ukoliko se radi o populaciji starije životne dobi, pa se povoljni rezultati strategije Svjetske zdravstvene organizacije mogu očekivati tek kada ta mlađa populacija koja je od rane dobi usvojila neke promijene bude odrasla (Horton, 2012).

Kada govorimo o prekomjernoj tjelesnoj masi, možemo reći kako je prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije u svijetu preko 1,5 milijarda ljudi prekomjerne tjelesne mase, a u Hrvatskoj oko 25,3 % muške populacije te oko 34,1 % populacije žena. (Medanić i Pucarin-Cvetković, 2013). Prema posljednjim svjetskim podacima procjenjuje se da je pretilost dostigla razmjer epidemije od 1,4 milijarde, te raste u odnosu na isto razdoblje prošle godine, a osim što utječe na sve socijalno ekonomske faktore glavni je preduvjet za razvoj i nastanak metaboličkog sindroma, koji je povezan s nastankom različitih oblika raka, dojke, gušterače, debelog crijeva i jetre (O'Neill i O'Driscoll, 2015).

Svi ispitanici koji su sudjelovali u ovom istraživanju spadaju u tu skupinu, pa su tako statistički značajni rezultati ($p<0,05$) zabilježeni kod druge eksperimentalne skupine koja je provodila programiranu tjelesnu aktivnost snage i pod utjecajem te aktivnosti smanjila tjelesnu masu. Kontrolna skupina nije provodila niti jedan oblik tjelesne aktivnosti, gdje se iz rezultata može vidjeti kako je zabilježena statistički značajna razlika ($p<0,05$) u varijabli tjelesne mase, što je rezultiralo povećanjem tjelesne mase ispitanika te grupe. Kod prve eksperimentalne skupine, koja je provodila programiranu aerobnu tjelesnu aktivnost, nije zabilježena statistički značajna razlika ($p>0,05$) u varijabli tjelesne mase. Iz navedenoga se može zaključiti kako je programirana tjelesna aktivnost snage imala veći utjecaj na smanjenje tjelesne mase od programirane aerobne tjelesne aktivnosti. Slične rezultate dobio je istraživač Cuff, koji je sa svojim suradnicima došao do zaključka kako je tjelesna aktivnost snage povezana sa smanjenjem visceralnog masnog tkiva i povećanjem mišićne mase (Cuff i sur., 2003). Istraživanja više autora (Jakicic i sur., 2003; Tjonna i sur., 2008; Church i sur., 2010) pokazala su kako tjelesna aktivnost uvelike ima utjecaja na smanjenje tjelesne mase, bilo da se radi o aerobnoj tjelesnoj aktivnosti ili o tjelesnoj aktivnosti snage.

Iako postoji mnogo mišljenja u svijetu kako se najbolji rezultati u smanjenju tjelesne mase postižu redukcijom kalorijskog unosa tj. reguliranom prehranom, upravo suprotno mišljenje je točno, pa tako redovita programirana tjelesna aktivnost koja sadrži različite oblike aktivnosti, aerobne i anaerobne, ima veći utjecaj na smanjenje tjelesne mase. Kako bi se

postigao bolji rezultat na redukciju tjelesne mase, potrebno je kombinirati različite oblike tjelesne aktivnosti koje uključuju aerobne i anaerobne oblike, ali i smanjenje kalorijskog unosa, te će rezultat biti još povoljniji. Budući da postoje genetske i metaboličke razlike između muškaraca i žena, kako u sposobnostima tako i u hormonskoj strukturi, najbolje zabilježeni rezultati učinka tjelesne aktivnosti na redukciju tjelesne mase primijećeni su u populaciji muškaraca s prekomjernom tjelesnom masom. (Eriksson i sur., 1997)

Programirana tjelesna aktivnost snage u ovom istraživanju imala je statistički značajan utjecaj na indeks tjelesne mase ispitanika koji se smanjio, za razliku od aerobne programirane tjelesne aktivnosti koja nije zabilježila statistički značajne razlike. Kontrolna skupina je povećala vrijednosti indeksa tjelesne mase, što je i logično s obzirom na to da nije bila podvrgnuta nikakvoj tjelesnoj aktivnosti, u razini statističke značajnosti ($p<0,05$). Indeks tjelesne mase kao jedna od antropometrijskih mjera i faktora metaboličkog sindroma, osim što prikazuje u kojoj kategoriji se osoba nalazi, ujedno je i usko povezana sa ostalim procesima u organizmu čovjeka, pa tako primjerice ako dolazi do povećanja indeksa tjelesne mase, ujedno i raste prevalencija hipertenzije. Kod muškaraca gdje indeks tjelesne mase prelazi 30, prevalencija hipertenzije raste na 24 %, a kod žena gdje također indeks tjelesne mase prelazi 30, prevalencija hipertenzije raste na 38 % (Poirier i sur., 2005). Povećanje srednje vrijednosti indeksa tjelesne mase od 1,41 kg/ $m^2$ u muškaraca, te 1,31 kg/$m^2$ kod žena utjecati će na skraćenje očekivanog trajanja života i to za godinu dana (Musić Milanović i sur., 2012).

U većini zapadnih zemalja došlo je do velikog porasta broja osoba sa prekomjernom tjelesnom masom od 25-30%, tj. osoba čiji indeks tjelesne mase iznosi više od 27 kg/m2, a smatra se da će ta brojka iz godine u godinu rasti sve više, budući da nisu poduzete konkretne mjere tj. intervencije kako bi se izbjegla sve veća prevalencija povećanja indeksa tjelesne mase populacije, koja uvelike utječe na radnu sposobnost stanovništva te njihovo opće zdravstveno stanje. Takve osobe svrstavaju se u kategoriju ljudi koje će intenzivnije koristiti mogućnost bolovanja, više teretiti zdravstveni sustav, a time biti i manje produktivne. Smatra se da će 100% populacije Sjedinjenih Američkih Država koje su odrasle dobi imati veći indeks tjelesne mase od 27 kg/m2 kod populacije žena isto kao i kod populacije muškaraca, što će uvelike narušiti stupanj globalne zdravstvene sposobnosti stanovništva. Pojava modernog načina života, jedan je od glavnih faktora prevalencije osoba prekomjerne tjelesne

mase, čija aktivnost je izrazito smanjena u odnosu nego što je to bilo devedesetih godina. (VanItallie, 1994; Foreyt i Goodrick, 1995; Kuczmarski i sur., 1994)

Androidni ili trbušni tip pretilosti povezani su sa razvojem metaboličkog sindroma. Osobe koje imaju prekomjernu tjelesnu masu također imaju veću vjerojatnost obolijevanja od niza različitih kardiovaskularnih bolesti, pa je time pretilost povezana sa povećanim stupnjem smrtnosti, dok visceralno masno tkivo ima još jači utjecaj na pojavu istog. Različiti genetski i vanjski čimbenici sudjeluju u doprinosu razvoja prekomjerne tjelesne mase te u distribuciji potkožnog masnog tkiva. Genetski faktori doprinose tom razvoju individualno, 20-90%. (Vague, 1956; Pi-Sunyer, 1993; Bray, 1992). Prekomjernu tjelesnu masu smatramo poremećajem pretjeranog kalorijskog unosa, tj. prekomjernog unosa hrane u organizam, dok istraživači (Kuczmarski, 1994; Prentice, 1995; Bray, 1992) upućuju kako je glavni razlog nastanka prekomjerne tjelesne mase upravo premala potrošnja energije, tj. premala tjelesna aktivnost.

Iz vrijednosti ukupne količine vode možemo saznati da li je osoba u stanju dehidracije, pa tako rezultati ovog istraživanja pokazuju kako se ukupna količina vode u organizmu smanjila u sve tri grupe, što nije pohvalno, ali samo u drugoj eksperimentalnoj grupi i u kontrolnoj grupi statistički značajno ($p<0,05$), iz čega proizlazi da pošto su sudionici ovog istraživanja bili podvrgnuti tjelesnoj aktivnosti, vjerojatno nisu povećali unos tekućine iako je potrošnja bila na daleko višoj razini nego što je to za njih uobičajeno. Osim u kontrolnoj grupi, gdje smanjenje ukupne količine vode možemo pripisati povećanju tjelesne mase i indeksa tjelesne mase. Ukupna količina vode je postotak vode koji se nalazi u tijelu te govori o pravilnom i optimalnom unosu tekućine, pa tako normalna ukupna količina vode u tijelu postotkom varira kod žena od 45 % – 60 %, a kod muškaraca: 55 % – 65 %. Kod osoba koje se redovito bave tjelesnom aktivnošću taj postotak je približno za 5 % viši od navedenih raspona i to upravo radi toga što te osobe sadrže veći postotak mišićne mase i kostiju, a mišići sadrže veću količinu vode u odnosu na masno tkivo (Mišigoj-Duraković, 2008).

Rezultati ovog istraživanja pokazali su statističko značajno ($p<0,05$) povećanje $VO_2max$ kod svih grupa, a najviše u grupi koja je provodila aerobni oblik tjelesne aktivnosti. Slične rezultate dobio je i (Stensvold i sur., 2010), kada je istraživao osobe s metaboličkim sindromom, a povećanje $VO_2max$ zabilježio je u skupini koja je provodila aerobne tjelesne aktivnosti i kombinirane tjelesne (snaga i aerobni oblik) aktivnosti, dok je autor (Thomas i sur., 2010) također dobio statistički značajno povećanje u $VO_2max$ pri tjelesnoj aktivnosti hodanja/trčanja kod osoba s metaboličkim sindromom.

Osobe koje boluju od dijabetesa tipa 2, bile su podvrgnute različitim programima tjelesne aktivnosti, od kojih je jedino kombinirani program aerobne tjelesne aktivnosti zabilježio značajno povećanje u $VO_2max$ (Church i sur., 2010). Najsnažniji prediktor pojave smrtnosti kod osoba koje boluju od metaboličkog sindroma, upravo je niski aerobni kapacitet tj. nizak maksimalni primitak kisika $VO_2max$. U istraživanju koje je proveo autor (Blair, 1999; Vatten i sur., 2006), rezultati pokazuju kako je tjelesna aktivnost visokog intenziteta utjecala na povećanje maksimalnog primitka kisika, i to na puno veći stupanj nego što je bio slučaj kod tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta. Iako su prekomjerna tjelesna masa i aerobni kapacitet dva neovisna velika prediktora tj. faktora za razvoj kardiovaskularnih bolesti koje mogu završiti smrtnim ishodom, povezanost aerobnog kapaciteta i smrtnosti pokazuje čvršću vezu, iz čega proizlazi kako autori (Blair, 1999; Vatten i sur., 2006) predlažu da je razvoj tj. povećanje aerobnog kapaciteta puno bitnije nego što će biti gubitak tjelesne mase.

Kod pretilih osoba hipertenzija se javlja približno šest puta više, nego što je to slučaj kod osoba sa normalnom tjelesnom masom, pa je tako zabilježena povezanost između povećanja tjelesne mase za 10 kg koja uzrokuje porast sistoličkog tlaka za 3 mm/Hg i dijastoličkog tlaka za 2,3 mm/Hg (Poirier i sur., 2005). Slične rezultate možemo vidjeti i u ovom istraživanju gdje je prva eksperimentalna grupa (programirana aerobna tjelesna aktivnost) pokazala je najveći statističko značajni ($p<0,05$) utjecaj na smanjenje sistoličkog krvnog tlaka. Također je došlo do statistički značajnog smanjenja u drugoj eksperimentalnoj grupi, te statistički značajnog ($p<0,05$) povećanja u kontrolnoj grupi. Stoga je u kontrolnoj grupi povećanje tjelesne mase te indeksa tjelesne mase, pogodovalo i povećanju vrijednosti sistoličkog krvnog tlaka. U meta-analizi 25 studija, utvrđeno je smanjenje sistoličkoga krvnog tlaka u 67 %

ispitanika i dijastoličkoga tlaka u 70 % ispitanika koji su provodili redovitu tjelesnu aktivnost. Najizrazitiji učinak tjelesne aktivnosti zamjećuje se u pretilih muškaraca. (Metelko prema Eriksson i sur., 2012). Kako bi prevenirali pojavu metaboličkog sindroma, ali i različitih drugih bolesti, autor (Dikanović, 2015) preporučuje 30 minuta svakodnevne tjelesne aktivnosti redovito svaki dan, a to uključuje brzo hodanje, trčanje, biciklizam, što bi valjalo kombinirati sa smanjenim kalorijskim unosom, tj. prehranom koja se sastoji od različitih zdravih namirnica bogatim vitaminima, mineralima te vlaknima. Osim što je poželjno smanjiti tjelesnu masu te povećati tjelesnu aktivnost, bilo bi poželjno kontrolirati vrijednosti krvnog tlaka te redovite kontrole liječnika.

Arterijska hipertenzija glavni je neovisni čimbenik kardiovaskularnoga rizika, a o težini hipertenzije i njezinom trajanju ovisit će rizik od kardiovaskularnih komplikacija (Metelko, 2012). Tjelesna aktivnost smanjuje sistolički krvni tlak za prosječno 6.9 mmHg kod osoba koje boluju od hipertenzije, što se pokazalo u meta-analizi 72 kliničke studije (Hrvoj i sur. prema Fagard i sur. 2007). Populacija osoba s dijabetesom koja je provodila programiranu tjelesnu aktivnost zabilježila je smanjenje sistoličkog krvnog tlaka za -9,7 / 7,7 mmHg (Castaneda i sur., 2002). Utjecaj na smanjenje sistoličkog i dijastoličkog tlaka ima aerobni oblik tjelesne aktivnosti (Whelton i sur., 2002). Utjecaj različitih programa tjelesne aktivnosti na vrijednosti dijastoličkog krvnog tlaka u ovom istraživanju nije zabilježena. Jedino je zabilježena statistička značajnost razlike ($p<0,05$) u kontrolnoj grupi, gdje je došlo do povećanja vrijednosti dijastoličkog krvnog tlaka što se može pripisati neaktivnosti.

Jedan od većih javnozdravstvenih problema na globalnoj razini koji zahvaća oko 15-30% osoba je hipertenzija, i iako većina ljudi iz te skupine ima blagi oblik povišenog arterijskog krvnog tlaka, oni su idealni kandidati za terapiju koja nije usmjerena farmakološki. (Kaplan, 1984; Chobanian, 1986). Različite provedene studije, epidemiološke te kliničke došle su do zaključaka kako je pojavnost hipertenzije niža kod svih dobnih skupina u pojedinaca koji su tjelesno aktivni. Osim što tjelesna aktivnost ima veliki broj dobrobiti za razvoj i zdravlje ljudskog organizma, podaci pokazuju kako tjelesna aktivnost usporava povećanje arterijskog krvnog tlaka koje se javlja u procesu starenja (Blair, 1984; Kasch, 1990).

U mnogim studijama programirana tjelesna aktivnost očito nije bila dovoljno intenzivna da bih proizvela smanjenje hipertenzije, pa tako neke studije nisu pokazale značajne rezultate u smanjenju arterijskog krvnog tlaka pod utjecajem tjelesne aktivnosti (Gilders, 1992). Takvi rezultati pokazuju nam kako vjerojatno postoje različite skupine osoba koje boluju od povećanog arterijskog krvnog tlaka, te kako su pojedine osobe jednostavno osjetljivije na smanjenje krvnog tlaka pod utjecajem tjelesne aktivnosti, pa će tako i učinci kod njih biti bolji (Blumenthal, 1991). Veliki broj osoba koje boluju od hipertenzije i pod utjecajem su određene terapije koja uzrokuje smanjenje arterijskog krvnog tlaka, nakon određenog perioda kada osjete promijene i stabilizaciju vrijednosti, samoinicijativno prekidaju preporučenu terapiju misleći kako će vrijednosti njihovog arterijskog krvnog tlaka ostati na istoj razini. Međutim, nakon određenog perioda, vrijednosti krvnog tlaka opet narastu i mogu prouzročiti različite opasne posljedice za organizam.

Redovitom tjelesnom aktivnošću umjerenog intenziteta utječe se na smanjenje koncentracije triglicerida i povećanja koncentracije HDL-a (Carroll i sur., 2004). 150 minuta umjerene tjelesne aktivnosti tjedno dovest će do poboljšanja zdravlja kod pretilih pojedinaca zaključilo je Američko društvo za sportsku medicine (Donnelly i sur., 2009). Svakodnevna tjelesna aktivnost ima veliki utjecaj na koncentraciju LDL čestica, znatno utječe na lipidogram. Također ima znatan utjecaj na povećanje razine HDL-a, čija se koncentracija povećava najviše pod utjecajem tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta (Kraus i sur., 2002; Kokkinos i sur., 1995; Carroll i sur., 2004).

Na smanjenje ukupnog kolesterola u organizmu, ovo istraživanje pokazuje kako programirana tjelesna aktivnost snage ima veći utjecaj (p=0,00) od aerobne tjelesne aktivnosti (p=0,00), a kontrolna grupa pokazuje povećanje (p=0,00) ukupnog kolesterola što nije nikako povoljno za regulaciju bolesti. U ovom istraživanju rezultate možemo usporediti sa nekim značajkama navedenih istraživanja, budući da se radilo o tjelesnoj aktivnosti umjerenog intenziteta, pa je tako značajna statistička razlika (p=0,00) zabilježena kod grupe koja je provodila programiranu tjelesnu aktivnost snage, u odnosu na grupu koja je provodila programiranu aerobnu tjelesnu aktivnost, koja također pokazuje statistički značajne pozitivne

pomake (p=0,00) kod varijable HDL kolesterola. Kontrolna skupina bilježi statistički značajne pomake (p=0,00) ali nepovoljne na regulaciju bolesti osoba s metaboličkim sindromom. Rezultati u varijabli LDL kolesterola pokazuju kako aerobni oblik tjelesne aktivnosti ima povoljniji utjecaj (p=0,00) na regulaciju lipoproteina male gustoće, nego što to ima programirana tjelesna aktivnost snage (p=0,00), dok kontrolna skupina pokazuje kako neaktivnost ima statistički značajan (p=0,00) negativni utjecaj na LDL kolesterol. Slične rezultate dobili su autori (Kelley i Kelley, 2009) koji su provodili samo tjelesnu aktivnost snage koja se i u ovom istraživanju pokazala kao aktivnost boljeg utjecaja, te pod tim tjelesnim zahtjevima smanjili vrijednosti ukupnog kolesterola za 2.7%, triglicerida za 6.4%, LDL za 4.6%, a vrijednost HDL se povećala za 1.4%.

Kada kod osobe dođe do povećanja kolesterola u krvi za 10%, to se manifestira kao povećanje mogućnosti za obolijevanje od koronarne bolesti srca za čak 20%, a taj rizik dodatno raste ako je osoba pušač, ima povišeni arterijski krvni tlak, povišenu koncentraciju glukoze u krvi, te nizak HDL kolesterol. Što su vrijednosti navedenih faktora više, to je rizik za nastanak koronarne bolesti izrazito velika (Eriksson i sur., 1997). Zaštitnu ulogu ima HDL kolesterol, i što je on veći to je manja vjerojatnost obolijevanja od kardiovaskularnih bolesti.

Doziranom aerobnom tjelesnom aktivnošću koja se sustavno provodi, dolazi do povećanja biološke efikasnosti inzulina, gdje je zabilježeno da čak i poslije jednog treninga dolazi do povećanja osjetljivosti i broja receptora inzulina za 36 % (Eriksson, 1999). Dobiveni rezultati ovog istraživanja također pokazuju kako je aerobna tjelesna aktivnost imala efikasniji utjecaj na regulaciju koncentracije glukoze u krvi (p=0,00), isto kao i tjelesna aktivnost snage (p=0,00), dok kod kontrolne grupe nije zabilježena statistički značajna razlika (p=0,27). Kod ispitanika koji su bili uključeni u dvotjedni program tjelesne aktivnosti individualnog karaktera, a pripadali su skupini inzulin nezavisnog karaktera, zabilježen je napredak u regulaciji glukoze kao i napredak u varijabli maksimalnog primitka kisika. (Bergman i sur., 2010; Zorzano i sur., 1996). Lučenje inzulina u organizmu kontrolirano je koncentracijom glukoze u krvi, utjecajem tjelesne aktivnosti te aminokiselina (Eriksson, 1999; Ruderman i sur., 2003; Bergman i sur., 2010)

Da bi smanjila pojavnost šećerne bolesti tipa 2, te da bi došlo do bolje inzulinske osjetljivosti kod šećernih bolesti, bitno je provoditi tjelesnu aktivnost koja će imati povoljan utjecaj na većinu faktora koji se javljaju kod metaboličkog sindroma. Kada se osoba koja boluje od šećerne bolesti tipa 1 redovito bavi tjelesnom aktivnošću, vrlo je izgledno da će u toku provođenja aktivnosti doći do pojave hipoglikemije, posebice u slučajevima gdje je razina glikemije bilježila niže vrijednosti prije početka aktivnosti. Kod tjelesne aktivnosti prije koje je glikemija indicirala veće vrijednosti, za vrijeme tjelesne aktivnosti doći će do povećanja vrijednosti glikemije. (Boule i sur., 2003)

Tjelesna aktivnost snage u kojoj postoji opterećenje ili aktivnost koja je većeg intenziteta nego što je to kod tjelesne aktivnosti izdržljivosti tj. tjelesne aktivnosti aerobnog oblika, pokazala je veći utjecaj na mišiću masu, gdje kontrakcija mišića uzrokuje pozitivno djelovanje na inzulin, sličan kao što bi se postigao s unosom glukoze. Tjelesna aktivnost s otporom imat će povoljan utjecaj na osobe koje boluju od metaboličkog sindroma, te na regulaciju njihove bolesti, budući da smo svjesni kako sa procesom starenja dolazi do različitih promjena u organizmu čovjeka, pa tako opada ne samo količina mišićne mase, već i metaboličke funkcije (Holloszy, 1986). Autor (Lin i sur., 2015) proveli su istraživanje o umjerenoj tjelesnoj aktivnosti kao zaštitnome faktoru protiv metaboličkog sindroma kod žena srednje i starije životne dobi. Socijalno-demografske i životne navike pridonose razvoju metaboličkog sindroma, a da bi se smanjio rizik za nastanak postoje globalne smjernice preporuke za povećanje tjelesne aktivnosti. U istraživanje je bilo uključeno 326 žena evidentiranih kao osobe s metaboličkim sindromom. Uzorak je bio prosječne dobi 60,9 godina, a prevalencija metaboličkog sindroma 43,3%. Žene u postmenopauzi i žene s nižim socijalno-ekonomskim statusom tj. žene nižeg obrazovanja i bez osobnog dohotka koje su nezaposlene, imale su značajno veći rizik za razvoj metaboličkog sindroma. Nakon prilagodbe društveno-demografskog tipa i promjene načina života, žene s umjerenom ili visokim stupnjem tjelesne aktivnosti imale su značajno niži rizik od metaboličkog sindroma, manji rizik za pojedini čimbenik metaboličkog sindroma, uključujući povišenu glukozu u krvi, krvni tlak, trigliceride, snižene lipoproteine visoke gustoće i središnju pretilost. Zaključci su pokazali kako viša razina fizičke aktivnosti (umjerena ili visoka tjelesna razina aktivnosti) smanjuje rizik od metaboličkog sindroma kod žena srednje do starije životne dobi. Relevantnost za kliničku praksu odgovarajuće strategije trebaju se razviti za poticanje žena

starije dobi na različitim socijalno-demografskim razinama da se uključe u umjerenu ili visoku tjelesnu aktivnost kako bi se smanjio rizik od metaboličkog sindroma.

Brojna istraživanja pokazuju kako će samo nekolicina osoba koje boluju od metaboličkog sindroma sami preuzeti odgovornost te provoditi odgovarajuću vrstu tjelesne aktivnosti. Osobe koje sudjeluju u nekoj vrsti organiziranog programa tjelesne aktivnosti, najčešće prekinu s istim jer je došlo do pada motivacije. Postotak osoba koje odustanu u toku programa tjelesne aktivnosti je oko 50%, što ukazuje na potrebu drugačijeg pristupa, te plana i programa koji će utjecati da se osobe koje su korisnici osjećaju ugodno, te da su organizirani oblici tjelesne aktivnosti dostupni i pristupačniji, kako bi stopa odustajanja bila svedena na nižu razinu. Osim što osobe uključene u program tjelesne aktivnosti brzo primjećuju dobrobiti, treba osmisliti strategije i načine kako da se te osobe zadrže duži period u sustavu tjelesne aktivnosti. Osim bavljenja organiziranom tjelesnom aktivnošću, intervencije kao što su korištenje stepenica a ne dizala, hodanje a ne vožnja automobilom, mogu uvelike doprinijeti povećanju stupnja razine tjelesne aktivnosti pojedinca. Bitno je napomenuti da postoje različite vrste tjelesne aktivnosti, ali još bitnije je da svaka ta aktivnost zahtjeva određenu povećanu potrošnju energije. (McAuley, 1994; Eriksson i sur., 1997)

Tjelesna aktivnost kod osoba koje boluju od metaboličkog sindroma može se provoditi uz kontrolu kineziologa, po potrebi i doktora medicine ukoliko se radi o težim slučajevima. Ograničavajući faktori za postizanje bržih i većih rezultata je neproporcionalna razlika tjelesne mase, zglobnih struktura i postotka mišićne mase, pa se ne može postići veći intenzitet tjelesne aktivnosti. To uzrokuje pad motivacije, ali uz stručni kadar mogu se premostiti sve dvojbe i upornim radom doći do željenih rezultata. Osobe koje boluju od metaboličkog sindroma često misle kako zbog kalorijski smanjenog unosa hrane neće imati dovoljno snage kako bi ispunili zahtjeve programa tjelesne aktivnosti. Faktori koji također usporavaju napredak u tjelesnoj aktivnosti i smanjenju tjelesne mase su mišljenja osoba koje boluju od metaboličkog sindroma kako genetski i metabolički faktori ograničavaju cijeli proces, što uvelike utječe na konačni rezultat (Eriksson i sur., 1997). Autor (Blackford i sur., 2016) ispitivali su učinke kućnih intervencija na prehranu i tjelesnu aktivnost ponašanja odraslih osoba u ruralnim područjima sa metaboličkim sindromom ili rizikom od nastanka istoga. Ispitanici uključeni u istraživanje imali su od 50-69 godina, njih 401 koji su bili

podijeljeni u dvije skupine: intervencijska i kontrolna grupa. Intervencijska grupa dobila je printane i on-line obrasce programa prehrane i tjelesne aktivnosti , specifično sastavljene s obzirom na područje mjerenja. Cijeli program bio je vođen od trenutka kada su ispitanici dobili papirnate materijale, upute, gumu za vježbanje te opis kompletnog paketa. Kontrola čimbenika pokazala je kako je intervencijska grupa ostvarila izrazito značajan porast metaboličkog ekvivalenta, značajno je bio poboljšan unos vlakana, masti i povrća, u odnosu na kontrolnu skupinu, što dovodi do činjenice da čak i niskobudžetne intervencije s motivacijskom potporom mogu učinkovito poboljšati tjelesnu aktivnost i prehrambene navike posebice kod osoba koje boluju od metaboličkog sindroma ili imaju određene rizike za razvoj istog.

## 8. ZAKLJUČAK I ZNANSTVENI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA

Glavni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih programa tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta na regulaciju bolesti osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom. Na uzorku od 60 ispitanika podijeljenih u 3 skupine, starosne dobi 60 - 80 godina koji imaju 3 od 5 parametra metaboličkog sindroma, istraživao se utjecaj dva oblika tjelesne aktivnosti: kontinuirana aerobna tjelesna aktivnost, te programirana tjelesna aktivnost snage. Ispitanici su provodili 12-tjedni program tjelesne aktivnosti, a kontrolna grupa nije provodila nikakav oblik tjelesne aktivnosti. Zbog kompleksnosti istraživanja i zbog specifičnosti uzorka, u statističku obradu su uključene one varijable koje su bile pogodne za obradu, budući da se uzorak sastojao od osoba starije životne dobi koje su kategorizirane kao osobe s metaboličkim sindromom.

Prva hipoteza o pozitivnom utjecaju eksperimentalnog programa kontinuirane tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta na regulaciju bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom je prihvaćena u potpunosti. Rezultati su pokazali kako je pronađena statistički značajna razlika ($p<0,05$) između inicijalnog i finalnog testiranja kod varijabli: opseg trbuha (OT) ($p=0,00$), maksimalni primitak kisika ($VO_2max$) ($p=0,00$), sistolički krvni tlak (RRs) ($p=0,00$), serumski trigliceridi (STG) ($p=0,00$), ukupni kolesterol (KOL) ($p=0,00$), HDL kolesterol (HDL) ($p=0,00$), LDL kolesterol (LDL) ($p=0,00$) i koncentracija glukoze (GLUK) ($p=0,00$).

Druga hipoteza o pozitivnom utjecaju eksperimentalnog programa tjelesne aktivnosti snage na regulaciju bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom je prihvaćena u potpunosti. Rezultati su pokazali kako je pronađena statistički značajna razlika ($p<0,05$) između inicijalnog i finalnog testiranja kod varijabli: tjelesna masa (TM) ($p=0,01$), indeks tjelesne mase (ITM) ($p=0,01$), opseg trbuha (OT) ($p=0,00$), ukupna količina vode (UKV) ($p=0,01$), maksimalni primitak kisika ($VO_2max$) ($p=0,00$), sistolički krvni tlak (RRs) ($p=0,02$), ukupni kolesterol (KOL) ($p=0,00$), HDL kolesterol (HDL) ($p=0,00$), LDL kolesterol (LDL) ($p=0,00$) i koncentracija glukoze (GLUK) ($p=0,00$). Jedina varijabla u kojoj nije pronađena statistički značajna razlika ($p>0,05$) je dijastolički krvni tlak (RRd) ($p=0,18$), a

jedina varijabla koja ima statistički značajnu razliku ali koja nije povoljna, je ukupna količina vode (UKV).

Treća hipoteza o povoljnijem pozitivnom utjecaju eksperimentalnog programa tjelesne aktivnosti snage, nego što to ima eksperimentalni program kontinuirane tjelesne aktivnosti, na regulaciju bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom je prihvaćena u potpunosti. Rezultati su pokazali kako je kod eksperimentalnog programa tjelesne aktivnosti snage pronađena statistički značajna razlika ($p<0,05$) između inicijalnog i finalnog testiranja kod 10 varijabli, tjelesna masa (TM) ($p=0,01$), indeks tjelesne mase (ITM) ($p=0,01$), ukupna količina vode (UKV) ($p=0,01$), maksimalni primitak kisika ($VO_2max$) ($p=0,00$), sistolički krvni tlak (RRs) ($p=0,02$), serumski trigliceridi (STG) ($p=0,00$), ukupni kolesterol (KOL) ($p=0,00$), HDL kolesterol (HDL) ($p=0,00$), LDL kolesterol (LDL) ($p=0,00$) i koncentracija glukoze (GLUK) ($p=0,00$), dok je kod eksperimentalnog programa kontinuirane tjelesne aktivnosti statistički značajna razlika ($p<0,05$) zabilježena kod 6 varijabli, maksimalni primitak kisika ($VO_2max$) ($p=0,00$), sistolički krvni tlak (RRs) ($p=0,00$), ukupni kolesterol (KOL) ($p=0,00$), HDL kolesterol (HDL) ($p=0,00$), LDL kolesterol (LDL) ($p=0,00$) i koncentracija glukoze (GLUK) ($p=0,00$). Rezultate ovog istraživanja možemo povezati sa zaključcima pojedinih autora (Dunstan i sur., 2002; Sigal i sur., 2006) dosadašnjih istraživanja, gdje je bilo uobičajeno da se osobama koje boluju od metaboličkog sindroma, kao i osobama starije životne dobi  inače savjetovalo bavljenje aerobnim oblicima tjelesne aktivnosti, dok je utjecaj treninga snage u tim slučajevima bio malo istraživan, ali upravo ovi rezultati dokazuje kako tjelesna aktivnost snage ima veći i efikasniji povoljni utjecaj na regulaciju bolesti i na sveukupno zdravstveno stanje, od kontinuirane aerobne tjelesne aktivnosti. Oni su došli do sličnih rezultata te utvrdili kako je grupa koja je bila uključena u tjelesnu aktivnost snage čak i 2 dana nakon tjelesne aktivnosti imala bolji glikemijski profil. Suprotne rezultate bilježi autor (Ismail i sur., 2012), koji je u sistematičkom pregledu meta-analize došao do zaključka da aerobni oblik tjelesne aktivnosti je utjecajniji u smanjenju trbušne masti od tjelesne aktivnosti snage.

Četvrta hipoteza govori o izostanku promjena u pokazateljima bolesti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom, te je u potpunosti prihvaćena. Rezultati su pokazali statistički značajna razlika ($p<0,05$) koja je nepovoljna, između inicijalnog i finalnog testiranja kod 9 varijabli, tjelesna masa (TM) ($p=0,00$), indeks tjelesne mase (ITM) ($p=0,00$),

ukupna količina vode (UKV) (p=0,00), maksimalni primitak kisika ($VO_2max$) (p=0,00), sistolički krvni tlak (RRs) (p=0,00), dijastolički krvni tlak (RRd) (p=0,00), ukupni kolesterol (KOL) (p=0,00), HDL kolesterol (HDL) (p=0,00) i LDL kolesterol (LDL) (p=0,00). Jedina varijabla u kojoj nije pronađena statistički značajna razlika (p>0,05) je koncentracija glukoze (GLUK) (p=0,27). Iz navedenoga možemo zaključiti kako je neaktivnost kontrolne grupe dovela do još gore situacije i većeg stupnja bolesti osoba s metaboličkim sindromom, budući da je u 9 varijabli dovela do pogoršanja vrijednosti, što ugrožava već postojeći stupanj bolesti te može imati velike kontraindikacije organizma, pa čak i sa smrtnim posljedicama.

Znanstveni doprinos ovog istraživanja očituje se u boljem razumijevanju utjecaja programa tjelesne aktivnosti snage i kontinuirane tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta na regulaciju bolesti osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom. Osim toga ovo istraživanje omogućit će kvalitetniju i učinkovitiju evaluaciju primijenjenih oblika tjelesne aktivnosti na sastav tijela i sve ostale parametre koji se smatraju relevantnima za regulaciju bolesti osoba koje imaju metabolički sindrom. Nadalje, ovim istraživanjem utvrđene su prednosti i definirane nove smjernice primijenjenih oblika tjelesne aktivnosti kod osoba starije životne dobi sa metaboličkim sindromom, a bitno je naglasiti i kako ne postoji jako puno autora koji su istraživali primjenjivost tjelesne aktivnosti snage kod iste ili sličnih populacija, budući da se radi o specifičnim zahtjevima, kao što je to slučaj kod aerobnih tjelesnih aktivnosti koje su puno više zastupljene, te imaju jednostavniji način provedbe a ujedno pružaju i veći stupanj sigurnosti.

Glavni uzrok nastanka metaboličkog sindroma je tjelesna neaktivnost, a kao posljedica toga se javljaju različiti rizični čimbenici za obolijevanje od kardiovaskularnih bolesti, pa bi stoga pažnju prvo trebalo usmjeriti na povećanje tjelesne aktivnosti, a zatim na intervencije u liječenju čimbenika rizika. Tjelesna aktivnost treba biti definirana i dozirana s obzirom na zdravstveno stanje osobe te njegove osobne afinitete, kako bi se individualnim pristupom omogućio što kvalitetniji izbor programa i sadržaja. Od velike koristi može biti rano identificiranje potencijalnih ili već postojećih osoba s metaboličkim sindromom, kako bi se na vrijeme interveniralo, a time i spriječilo nastajanje većih kardiovaskularnih oboljenja.

## 9. LITERATURA


1. Alberti, M., Zimmet, P., Shaw, J. (2005). Metabolic syndrome – a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabetic Medicine*, 23:469-480.

2. Alexander, C.M., Landsman, P.B., Teutsch, S.M., Haffner, S.M. (2003). NCEP-Defined Metabolic Syndrome, Diabetes, and Prevalence of Coronary Heart Disease Among NHANES III Participants Age 50 Years and Older. *Diabetes*, 52(5): 1210-1214.

3. Balducci, S., Zanuso, S., Fernando, F. (2009). Physical activity/exercise training in type 2 diabetes. The role of the Italian Diabetes and Exercise Study. *Diabetes Metabolic Research Review*, 1: 29-33.

4. Balducci, S., Zanuso, S., Nicolucc, A., Fernando, F., Cavallo, S., Cardelli, P., Fallucca, S., Alessi, E., Letizia, C., Jimenez, A., Fallucca, F., Pugliese, G. (2010). Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Journal of Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 20(8), 608–617.

5. Bankoski, A., Harris, T.B., McClain, J.J., Brychta, R.J., Caserotti, P., Chen, K.Y., Berrigan, D., Troiano, R.P., Koster, A. (2011). Sedentary Activity Associated With Metabolic Syndrome Independent of Physical Activity. *Diabetes Care*, 34(2):497-503.

6. Bergman, B.C., Perreault, L., Hunerdosse, D.M., Koehler, M.C., Samek, A.M., Eckel, R.H. (2010). Increased intramuscular lipid synthesis and low saturation relate to

insulin sensitivity in endurance-trained athletes. *Journal Applied Physiology*, 108(5): 1134-41.

7. Blackford, K., Jancey, J., Lee, A.H., James, A., Howat, P., Waddell, T. (2016). Effects of a home-based intervention on diet and physical activity behaviours for rural adults with or at risk of metabolic syndrome: a randomised controlled trial. The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity, 13(13):1479-5868

8. Blair, S.N., Brodney, S. (1999). Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues. *Medicine Sciences Sports Exercises*, 31:646–662.

9. Blair, S.N., Goodyear, N.N., Gibbons, L.W., Cooper, K.H. (1984). Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA*, 252: 487–490.

10. Blumenthal, J.A., Siegel, W.C., Appelbaum, M. (1991). Failure of exercise to reduce blood pressure in patents with mild hypertension: results of a randomized controlled trial. *JAMA*, 266: 2098–2104.

11. Bočina, I. (2011). Narodni zdravstveni list [pristup 1.studenog 2016.]. Dostupno na http://www.zzjzpgz.hr/nzl/42/Kolesterol.htm

12. Boulé, N.G., Kenny, G.P., Haddad, E., Wells, G.A., Sigal, R.J. (2003). Meta-15. Analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*, 46:1071-81.

13. Božina, T. (2014). Utjecaj interakcija gena i okolišnih čimbenika na pojavnost metaboličkoga sindroma. (Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu). Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

14. Bray, G.A. (1992). A retrospective view of obesity. *Journal Obesity*, 18 [3]:S1–S4.

15. Brinton, E.A., Eisenberg, S., Breslow, J.L. (1991). Increased apo A-I and apo AII fractional catabolic rate in patients with low high density lipoprotein-cholesterol levels with or without hypertriglyceridemia. *Journal Clinic Investigation*, 87: 536–44.

16. Cameron, A.J., Magliano, D.J., Zimmet, P.Z. (2008). The metabolic syndrome as a tool for predicting future diabetes: Diabetic study. *Journal Intern Medicine*, 264:177-86.

17. Carroll, S., Dudfield, M. (2004). What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities? A review of the metabolic syndrome. *Sports Medicine*, 34: 371-418.

18. Castaneda, C., Layne, J.E., Munoz-Orians, L., Gordon, P.L., Walsmith, J., Foldvari, M., Roubenoff, R., Tucker, L.K., Nelson, M.E. (2002). A Randomized Controlled Trial of Resistance Exercise Training to Improve Glycemic Control in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 25(12): 2335-2341.

19. Cauza, E., Hanusch, U., Dunky, A., Kostner, K.M. (2002). Intravenous anti TNF-alpha antibody therapy leads to elevated triglyceride and reduced HDLcholesterol levels in patients with rheumatoid and psoriatic arthritis. *Wien Klin Wochenschr*, 114/23–24: 1004–1007.

20. Chobanian, A. (1986). Antihypertensive therapy in evolution. *Journal Medicine*, 314: 1701–1702.

21. Church, T.S., Blair, S.N., Cocreham, S., (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*, 304:2253–62

22. Cuff, J.D., Meneilly, S.G., Martin, A., Ignaszewski, A., Tildesley, H.D., Frohlich, J.J. (2003). Effective Exercise Modality to Reduce Insulin Resistance in Women With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 25(11)1823-1829.

23. Dijabetičko društvo (2008). [pristup 1.Studenog 2016.] Dostupno na: http://tip2.info/osnovni-podaci-o-dijabetesu-tipa-2/

24. Dikanović, M. (2015). Metabolički sindrom. *Hrana u zdravlju i bolesti*, [pristup 4.Studenog 2016.] Dostupno na: http://hrcak.srce.hr/157091

25. Donnelly, J.E., Blair, S.N., Jakicic, J.M. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine Science Sports Exercises*, 41: 459-71.

26. Dunstan, D.W., Daly, R.M., Owen, N., Jolley, D., De Courten, M., Shaw, J., Zimmet, P. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care, 25*,1729-1736.

27. Duraković, Z., Mišigoj-Duraković, M. (2009). Prevencija metaboličkog sindroma tjelovježbom, Zbornik radova 18. ljetne škole kineziologa Hrvatske (str. 37–43), Poreč.

28. Eckel, R.H., Grundy, S.M., Zimmet, P.Z. (2005). The metabolic syndrome. *The Lancet*, 365,1415–1428.

29. Edwards, P. i Tsouros, A. D. (2009). Promicanje tjelesne aktivnosti i aktivnog života u gradskim sredinama – uloga lokalnih vlasti. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

30. Edwards., P., i Tsouros, A. D. (2009). Zdrav grad je aktivan grad. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

31. Eriksson, J., Taimela, S., Koivisto, V.A. (1997). Exercise and the metabolic syndrome. *Diabetologia*, 40:125 35.

32. Fagard, H.R., Cornelissen, V.A. (2007). Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *European Journal of Preventive Cardiology*, 14:12-17.

33. Ford, E.S., Giles, W.H., Mokdad, A.H. (2004). Increasing prevalence of the metabolic syndrome among u.s. Adults. *Diabetes Care*, 27: 2444-9.

34. Foreyt, J., Goodrick, K. (1995). The ultimate triumph of obesity. *Lancet*, 346: 134–135 19.

35. Gayda, M., Brun, C., Juneau, M., Levesque, S., Nigam, A. (2008). Long-term cardiac rehabilitation and exercise training programs improve metabolic parameters in metabolic syndrome patients with and without coronary heart disease. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18:2,142–151.

36. Gilders, R.M., Dudley, G.A. (1992). Endurance exercise training and treatment of hypertension. The controversy. *Sports Medicine*, 13: 71–77.

37. Grizelj, M. (2005). Projekcije stanovništva Republike Hrvatske do kraja stoljeća. Stanovniš- tvo Hrvatske – dosadašnji razvoj i perspektive. Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, Zagreb

38. Grundy, S.M., Brewer, H.B., Cleeman J.I., Smith, S.C., Lenfant, C. (2004). American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute. Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*, 109:433–438.

39. Grundy, S.M., Cleeman, J.I., Daniels, S.R., Donato, K.A., Eckel, R.H., Franklin, B.A., Gordon, D.J., Krauss, R.M., Savage, P.J., Smith, S.C., Spertus, J.A., Costa, F. (2005). American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute. Diagnosis and Management of the Metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*, 112:2735– 2752.

40. Hagberg, J.M., Park, J.J., Brown, M.D. (2000). The Role of Exercise Training in the Treatment of Hypertension. *Review Article Sports Medicine*, 30(3):193-206

41. Hahn, V., Halle, M., Schmidt-Trucksäss, A. (2009). Physical activity and the metabolic syndrome in elderly German men and women. Results from the population-based KORA-survey. *Diabetes Care*, 32: 511-3.

42. Holloszy, J.O., Constable, S.H., Young, D.A. (1986). Activation of glucose transport in muscle by exercise. *Diabetes Metabolic Review*, 1: 409–423.

43. Horton, R., (2012). Physical Activity. *Lancet*, [pristup 3.Rujna 2012.]. Dostupno nahttp://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/physactcompletereduced20072012.pdf

44. Hrvoj, J., Slišković, A.M., Šimić, I. (2015). Metabolički sindrom i tjelesna aktivnost. *Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik*, 30: 3-14.

45. Hu, F.B., Li, T.Y., Colditz, G.A. (2003). Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *JAMA*, 289: 1785-91.

46. International Diabetes Federation (2006). The IDF Consensus 3. worldwide defi nition of the Metabolic Syndrome, Bruxelles [pristup 3. rujna 2012.]. Dostupno nahttp://www.idf. org/webdata/docs/IDF_Meta_def_fi nal.pdf

47. Ismail, I., Keating, S.E., Baker, M.K. (2012). A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. *Obesity Review*, 13: 68-91.

48. Isomaa, B.O., Almgren, P., Tuomi, T., Forsén, B., Lahti, K., Nissén, M., Taskinen, M., Groop, L. (2001). Cardiovascular Morbidity and Mortality Associated With the Metabolic Syndrome. *Diabetes Care*, 24(4): 683-689.

49. Jakicic, J.M., Marcus, B.H., Gallagher, K.I. (2003). Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women: a randomized trial. *JAMA*, 290:1323-30.

50. Jefferis, B.J., Parsons, T.J., Sartini, C., Ash, S., Lennon, L.T., Wannamethee, S.G., Lee, I.M.,Whincup, P.H. (2016). Does duration of physical activity bouts matter for adiposity and metabolic syndrome? A cross-sectional study of older British men. The International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity, 15(13):1479-5868.

51. Kaplan, N.M. (1984). Therapy of mild hypertension: an overview. *Journal Cardiology*, 53: 2A–8A.

52. Kasch, F.W., Boyer, J.L., Van Camp S.P., Verity, L.S., Wallace, J.P. (1990). The effects of physical activity and inactivity on aerobic power in older men (a longitudinal study). *Physician and Sportsmedicine*, 18: 73–83.

53. Katzmarzyk, P.T., Church, T.S., Blair, S.N. (2004). Cardiorespiratory Fitness Attenuates the Effects of the Metabolic Syndrome on All-Cause and Cardiovascular Disease Mortality in Men. *Intern Medicine*, 164(10):1092-1097.

54. Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH, et al. Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(10):1703–9.

55. Kelly, A., Kelly, S. (2009). Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Preventive Medicine*, 48; 8; 9–19.

56. Kelley, G.A., Kelley, K.S. (2009). Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: a metaanalysis of randomized trials. *Preventive Medicine*, 48:9–19.

57. Kemmler, W., Stengel, S.V., Engelke, K., Kalender, W.A. (2009). Exercise Decreases the Risk of Metabolic Syndrome in Elderly Females. *Medicine and science in sports and exercise*, 297-305.

58. Khaw, K.T, Luben, R., Bingham, S., Oakes, S., Welch, A., Day, N. (2001). Glycated haemoglobin, diabetes, and mortality in men in Norfolk cohort of European Prospective Investigation of Cancer and Nutrition (EPIC-Norfolk). *BMJ*, 322 doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmj.322.7277.15

59. Kokkinos, P.F., Holland, J.C., Narayan, P. (1995). Miles run perweek and high-density lipoprotein cholesterol levels in healthy, middle-agedmen. A dose-response relationship. Intern Medicine, 155: 415–20.78.

60. Kraus, W.E., Houmard, J.A., Duscha, B.D. (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *Journal Medicine*, 347: 1483–92.

61. Kuczmarski, R.J., Flegal, K.M., Campbell, S.M., Johnson, C.L. (1994). Increasing prevalence of overweight among US adults: the National Health and Nutrition Examination Surveys 1960 to 1991. *JAMA*, 272: 205–211.

62. Kuroda, S., Uzu, T., Fujii, T. (1999). Role of insulin resistance in the genesis of sodium sensitivity in essential hypertension. *Journal Humanity Hypertension*, 13: 257-62.

63. Leite, N.I., Milano, G.E., Cieslak, F.I., Lopes, W.A.I., Rodacki, A.I., Radominski, R.B.I.I. (2009). Effects of physical exercise and nutritional guidance on metabolic syndrome in obese adolescents. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, Vol.13 no.1.

64. Lemieux, I., Poirier, P., Bergeron, J., Alméras, N., Lamarche, B., Cantin, B., Dagenais, G.R., Després, J.P. (2007). Hypertriglyceridemic waist: a useful screening phenotype in preventive cardiology? *Journal Cardiology*, 23;23-31.

65. Lin, C.H., Chiang, S.H., Yates, P., Lee, M.S., Hung, Y.J., Tzeng, W.C., Chiang, L. (2015). Moderate physical activity level as a protective factor against metabolic syndrome in middle-aged and older women. Journal of Clinical Nursing, 24(9/10): 1234-1245.

66. Lović , M., Savić ,L., Matić ,D., Lović, D. ,Đorđević, D. ,Tasić, I. ,Ostojić , M. (2015). Metabolički sindrom: utjecaj na liječenje i ishod u akutnom infarktu miokarda sa st segment elevacijom. *Internist*, 7 (1) 331-336

67. Manley, S., John, W.H., Marshal, S. (2004). Introduction of IFCC reference method for calibration of HbA1c: implications for clinical care. *Diabetic Medicine*, (21)7; 673–676.

68. McAuley, E. (1994). Physical activity and psychosocial outcomes. In: Bouchard C, Shepard RG, Stephens T (eds) Physical activity, fitness, and health: international proceedings and consensus statement. *Human Kinetics,* Champaign, Illinois, pp 551–568.

69. Mišigoj-Duraković, M. (2006). Kinantropologija – Biološki aspekti tjelesnog vježbanja. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

70. Mišigoj-Duraković, M., Duraković, Z. (2012). Učinci redovite tjelesne aktivnosti i vježbanja na razinu masnoća u krvi, Zbornik radova 21. ljetne škole kineziologa Hrvatske (str. 64–72), Poreč.

71. Mišigoj-Duraković, M., Sorić, M., Duraković, Z. (2014). Antropometrija u procjeni kardio-metaboličkog rizika. *Arh Hig Rada Toksikol,* 65:19-17.

72. Medanić, D., Pucarin-Cvetković, J. (2012). Pretilost – javnozdravstveni problem i izazov. *Acta Med Croatica*, 66 (2012) 347-355.

73. Metelko, Ž. (2012). Tjelesna aktivnost u prevenciji, liječenju i rehabilitaciji metaboličkog sindroma. *Arh Hig Rada Toksikol,* 63: 23-32.

74. Murakami, T., Michelagnoli, S., Longhi, R. (1995). Triglycerides are major determinants of cholesterol esterification/transfer and HDL remodeling in human plasma. *Vascular Biology*, 15: 1819–28.

75. Musić Milanović, S., Ivičević Uhernik A., Fišter, K., Mihel, S., Kovač, A., Ivanković, D. (2012). Five-year Cumulative Incidence of Obesity in Adults in Croatia: The CroHort Study. *Coll Antropology*, 36(1): 71-6.

76. National Cholesterol Education Program (NCEP). (2002). Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). 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) final report. *Circulation*, 106:3143–3421.

77. National Collaborating Centre for Chronic Conditions (UK). (2008). (NICE) Type 2 Diabetes. National Clinical Guideline for Management in Primary and Secondary Care No. 66. London: Royal College of Physicians (UK)

78. Okura, T., Nakata, Y., Ohkawara, K., Numao, S., Katayama, Y., Matsuo, T., Tanaka, K. (2007). Effects of Aerobic Exercise on Metabolic Syndrome Improvement in Response to Weight Reduction. *Obesity*, 15:2478-2484.

79. O'Neill, S., i O'Driscoll, L. (2015). Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies. Obesityreviews, 16(1):1-12.

80. Park, S., Park, H., Togo, F., Watanabe, E., Yasunaga, A., Yoshiuchi, K. (2008). Year-long physical activity and metabolic syndrome in older Japanese adults: cross-sectional data from the Nakanojo Study. The Journals of Gerontology Series A: *Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(10), 1119-1123.

81. Park, Y.W., Zhu, S., Palaniappan, L. (1988-1994). The metabolic syndrome: prevalence and associated risk factor findings in the US population from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Intern Medicine*, 163: 427-36.

82. Pi-Sunyer, F.X. (1993). Medical hazards of obesity. *Intern Medicine*, 119: 655–660

83. Poirier, P., Giles, T.D., Bray, G.A. (2005). Obesity and Cardiovascular Disease: Pathophysiology, Evaluation, and Effect of Weight Loss: An Update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease From the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, 113: 898-918.

84. Prentice, A.M., Jebb, S.A. (1995). Obesity in Britain: gluttony or sloth? *BMJ*, 311: 437–439.

85. Reaven, G.M. (1988). Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 37:1595–1607.

86. Reaven, G.M. (1995). Pathophysiology of insulin resistance in human disease. *Physiology Review*, 75: 473-86.

87. Ruderman, N.B., Park, H., Kaushik, V.K., Dean, D., Constant, S., Prentki, M., Saha, A.K. (2003). AMPK as a metabolic switch in rat muscle, liver and adipose tissue after exercise. *Acta Physiology*, 178: 435–42.

88. Slatinski, V. (2013). Postupnik ergometrijskog testiranja. [pristup 1.Studenog 2016.]. Preuzeto.sa:www.kbsd.hr/sites/default/files/Postupnici/Postupnik-Ergometrijsko-testiranje.pdf

89. Smirčić-Duvnjak, L. (2004). Patofiziologija metaboličkog sindroma. *Medicus*, 13: 15-25.

90. Stensvold, D., Tjonna, A.E., Skaug, E.A. (2010). Strength training versus aerobic interval training to modify risk factors of metabolic syndrome. Journal of Applied Physiology, 108:804–10.

91. Šimunić, V. (2008). Sindrom policističnih jajnika i debljina. Zbornik radova 3. Hrvatskog kongresa o debljini s međunarodnim sudjelovanjem, Opatija. 67-71.

92. Thomas, T.R., Warner, S.O., Dellsperger, K.C., Hinton, P.S., Whaley-Connell, A.T., Rector, R.S., Liu, Y., Linden, M.A., Thyfault, A.C.J.P., Huyette, D.R., Wang, Z., Cox, R.H. (2010). Exercise and the metabolic syndrome with weight regain. *Journal of Applied Physiology*, 109;1:3-10

93. Tjonna, A.E., Lee, S.J., Rognmo, O. (2008). Aerobic Interval Training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome. A pilot study. *Circulation*, 118: 346–54.

94. Tooke, J.E., Hannemann, M.M. (2000). Adverse endothelial function and the insulin resistance syndrome. *Journal Intern Medicine*, 247: 425-31.

95. Umpierre, D., Ribeiro, P.A.B., Kramer, C.K, Leitão, C.B, Zucatti, A.T.N, Azevedo M.J, Gross, J.L, Ribeiro, J.P, Schaan, B.D. (2011). Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA1c Levels in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 305(17):1790-1799.

96. Vague, J. (1956). Degree of masculine differentiation of obesities: factor determinating predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. *Journal Clinic Nutrition*, 4: 220–234.

97. VanItallie, T.B. (1994). Worldwide epidemiology of obesity. *Pharmaco Econ*, 5(1):1–7,18.

98. Vatten, L.J., Nilsen, T.I., Romundstad, P.R., Droyvold, W.B., Holmen, J. (2006). Adiposity and physical activity as predictors of cardiovascular mortality. *Journal Cardiovascular Preventive Rehabilitatiot*, 13:909–915.

99. Villareal, D.T., Miller, B.V., Banks, M., Fontana, L., Sinacore, D.R., Klein, S. (2006). Effect of lifestyle intervention on metabolic coronary heart disease risk factors in obese older adults1'2'3'. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84;6:1317-1323.

100. Vincelj, J. (2014). Bolesti srca i krvnih žila. Zagreb: Naklada Slap.

101. Vučetić, V., Sukreški, M., Sporiš, G. (2013). Izbor adekvatnog protokola testiranja za procjenu aerobnog i anaerobnog energetskog kapaciteta. 11. Kondicijska priprema sportaša. *Zbornik radova*, 99-110.

102. Vuletić, S., Kern, J., Ivanković, D. (2007). Metabolički sindrom u populaciji Hrvatske kardiovaskularna multirizičnost. *Acta Medica Croatica*, 61: 239-43.

103. Ward, S.A. (2007). Muscle-energetic and cardio-pulmonary determinants of exercise tolerance in humans. *Exp Physiology*, 92(2): 321-2.

104. Whelton, S.P., Chin, A., Xin, X. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Intern Medicine*, 136: 493–503.

105. World Health Organzation (WHO), (2010). Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva: WHO

106. Žganec, N., Rusac, S., Laklija, M. (2008). Trendovi u skrbi za osobe starije životne dobi u Republici Hrvatskoj i u zemljama Europske unije. *Socijalna politika*, 2:171 -188.

## 10. ŽIVOTOPIS

Lucija Štetić rođena je 9. lipnja 1986. godine u Zagrebu gdje je završila osnovnu školu i prirodoslovno-matematičku gimnaziju. Diplomirala je na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2010. godine na temu "Razlike između studentica i studenata Filozofskog fakulteta u preferencijama prema sportsko-rekreacijskim sadržajima" s visokim prosjekom (4,76), a tokom studija proglašena je i najboljom studenticom za što je dobila Dekanovu nagradu. Dobitnica je Državne Stipendije Republike Hrvatske dvije uzastopne godine, i Stipendije Grada Zagreba tri uzastopne godine za nadarene studente. Član je Vijeća društveno-humanističkog područja Sveučilišta u Zagrebu (predstavnica studenata poslijediplomskih studija), a od 2010. godine radila je u OrlandoFit Fitness Centru. 2012. godine počinje raditi kao Voditeljica ureda Dekana Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Svoju profesionalnu karijeru nastavlja u inozemstvu, Novom Zelandu te trenutno u Dohi, Kataru. Na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu sudjeluje u izvođenju nastave kao vanjski suradnik na predmetima: Metodologija kineziologijskih istraživanja, Sistematska kineziologija, Research methodology of kinesiology, Osnove kineziologije te Orijentacija i selekcija sportaša. U listopadu 2011. godine upisuje poslijediplomski doktorski studij na matičnom fakultetu, gdje tijekom studija objavljuje sljedeće radove:

**Autor poglavlja u sveučilišnom udžbeniku - 2014.**

"Prevencija bolesti u dječjoj dobi" 2014. Medicinska naklada (Kineziološkom aktivnošću do zdravlja)

**Suradnik na sveučilišnom udžbeniku - 2014.**

"Situacijska efikasnost u nogometu" 2014. Lena sport d.o.o. Glina

**U timu autora objavljenog znanstvenog rada u časopisu Sport Science - 2014.**

**"**Effect of application of preparatory movements and actions before shooting on the accuracy of free throws in basketball"

**U timu autora objavljenog znanstvenog rada u časopisu Acta Kinesiologica - 2014.**

"Immediate effects of maximal strenght training on static balance"

**U timu autora objavljenog znanstvenog rada - 2014.**

U zborniku radova "7th International Scientific Conference on Kinesiology 2014" "Comparative kinematic analysis of airbone phase in acrobatic elements from stuff position"

**U timu autora objavljenog znanstvenog rada - 2012.**

U zborniku radova "21. Ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske 2012" "Razlike u nivou tjelesne aktivnosti kod muškaraca i žena preko 60 godina starosti"

**Autor stručnog rada - 2012.**

"Specifičnosti individualnog treninga" objavljenog u zborniku radova "Kondicijska priprema sportaša 2012"

**Autor znanstvenog rada - 2011.**

"Pouzdanost upitnika preferencija prema sportsko-rekreacijskim aktivnostima (IZSRP-2007) u populaciji studenata",objavljenog u zborniku radova "20. Ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske 2011."

**Autor znanstvenog rada - 2011.**

"Physical activity and barriers to exercise among students from the Faculty of Philosophy in Zagreb", objavljenog u zborniku radova "6th International Scientific Conference on Kinesiology 2011."

**U timu autora objavljenog stručnog rada - 2009.**

"Vježbe za razvoj izdržljivosti kod osnovnoškolaca V. – VIII. razred", objavljenog u zborniku radova "Kondicijska priprema sportaša 2009"

**U timu autora objavljenog stručnog rada - 2008.**

"Vježbe s teretom kod skakača", objavljenog u zborniku radova "Kondicijska priprema sportaša 2008"

**Autor stručnog rada - 2007.**

"Vježbe u paru za razvoj snage kod djece", objavljenog u zborniku radova "Kondicijska priprema djece i mladih 2007"