

Metabolička dob polaznica rekreativnih programa treće životne dobi (+53)

Luković, Mia

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:543456>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

**METABOLIČKA DOB POLAZNICA
REKREATIVNIH PROGRAMA
TREĆE ŽIVOTNE DOBI (+53)**

(DIPLOMSKI RAD)

Split, 2022.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

**METABOLIČKA DOB POLAZNICA
REKREATIVNIH PROGRAMA
TREĆE ŽIVOTNE DOBI (+53)**

(DIPLOMSKI RAD)

Student:

Mia Luković

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Dražen Čular

Sumentor:

Izv. prof. dr. sc. Ana Kezić

Split, 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	4
2.1. Istraživanja o utjecaju starenja na metabolizam	4
2.2. Istraživanja o utjecaju potkožnog masnog tkiva na metabolizam	6
2.3. Istraživanja o važnosti tjelesne aktivnosti u starijoj životnoj dobi	8
3. CILJ RADA	10
4. HIPOTEZE	11
5. METODE RADA	12
5.1. Uzorak ispitanika	12
5.2. Uzorak varijabli.....	12
5.3. Metode obrade podataka	16
6. REZULTATI I RASPRAVA	17
7. ZAKLJUČAK.....	21
8. LITERATURA	22

SAŽETAK

Znanstveno utvrđeno metabolička dob ne treba i ne mora biti jednaka kronološkoj dobi. Ona uglavnom odstupa od kronološke dobi pojedinca bilo to u negativnom ili pozitivnom pravcu. Stoga, osnovni cilj ovog rada bio je analizirati metaboličku dob ispitanica treće životne dobi koje se bave rekreativnim programima. Glavni cilj istraživanja je podijeljen na dva dijela: utvrđivanje postojanja razlike između kronološke dobi i metaboličke dobi te, na analizu povezanosti između varijabli srčane funkcije i razliku između kronološke i metaboličke dobi. Istraživanje je provedeno na uzorku od 42 ispitanice ženskog spola u dobi od 54 do 81 godine bez većih zdravstvenih problema. Sve ispitanice su pohađale rekreativne programe u svrhu istraživanja. Sve ispitanice su također prije samog prisustvovanja istraživanju potpisale pisani pristanak o istom. Za potrebe ovog istraživanja korištena je TANITA vaga i konstruirani upitnik s osobnim podacima među kojima je i kronološka dob. Tanita uređaj je izračunao metaboličku dob. T- testom za zavisne uzorke je dobivena statistički značajna razlika među ispitanicama koja utvrđuje da im je metabolička dob manja od kronološke za oko 13 godina. Korelacijskom analizom je utvrđena povezanost sistoličkog i dijastoličkog tlaka, kao i značajna povezanost između razlike kronološke i metaboličke dobi i dijastoličkog tlaka. Takav rezultat ukazuje da manja metabolička dob u odnosu na kronološku istovremeno znači i niži dijastolički tlak. Ovime je zaključeno da ovo istraživanje ukazuje na važnost tjelesne aktivnosti kako bi se ubrzao metabolizam i time smanjila metabolička dob uz manji rizik od srčanih i kroničnih bolesti.

Ključne riječi: kronološka dob, dijastolički tlak, srčane bolesti

ABSTRACT

Metabolic age of recreational programs participants in the third age of life (+53)

Scientificallly determinate metabolic age does not need to be and does not have to be equal to chronological age. It generally deviates from the chronological age of the individual, either in a negative or positive direction. Therefore, the main goal of this work was to analyze the metabolic age of subjects in their third part of life. The main goal of the research is divided into two parts: determining the existence between

chronological age and metabolic age, and analyzing the relation between heart function variables and the difference between chronological and metabolic age. The research was conducted on a sample of 42 female respondents aged 54 to 81 without major health problems. All respondents attended recreational programs for the purpose of research. All subjects also signed a written consent before participating in the research. For the purpose of this research, TANITA and a structured questionnaire with personal data, including chronological age, were used. The Tanita device calculated the metabolic age. The t- test for dependent samples revealed a statistically significant difference between the test subjects, which establishes that their metabolic age is lower than the chronological age by about 13 years. The correlation analysis established the connection between systolic and diastolic pressure, as well as the signification between the difference in chronological and metabolic age and diastolic pressure. Such a result indicates that lower metabolic age compared to chronological age also means lower diastolic pressure. It was concluded that this research indicates the importance of physical activity in order to speed up the metabolism and thereby reduce the metabolic age with lower risk of heart and chronic diseases.

Keywords: chronological age, diastolic pressure, heart diseases

1. UVOD

Kronološka dob se mjeri u godinama od samog dana rođenja pojedinca. Najčešće prema kronološkoj dobi osobe starije životne dobi smatraju se one osobe koje imaju od 65 godina pa na više. Također, osobe starije životne dobi dijelimo u tri skupine: 1) „Mlađe“ starije - od 65 do 74 godine, 2) „Starije“ starije - od 75 do 84 godine, i 3) „Vrlo“ stare - iznad 84 godine (Duraković i sur., 2007). No, današnja nam saznanja otkrivaju kako biološka dob izražena u godinama ne mora pratiti kronološku dob. Na biološku dob utječu razni faktori poput prehrane, tjelesne aktivnosti, stresa i mnogih drugih. Iz tog razloga težimo definiranju starosti na temelju biološke dobi. Također, primarno starenje, genetski čimbenici i čimbenici uključeni u sekundarno starenje pridonose promjeni razdoblja starenja (Mišigoj Duraković i sur., 2018).

Lopez - Otin (2013) je primarno starenje definirao kao postupne i progresivne promjene organizma tijekom godina starenja, koje obuhvaćaju promjene na molekularnoj i staničnoj razini, a zahvaćaju sve organe i organske sustave. Dok se sekundarno starenje objašnjava kao posljedice bolesti i nezdrave životne navike (Mišigoj Duraković i sur., 2018). Nerijetko nezdrave životne navike dovode do debljine, a time i do kroničnih metaboličkih i srčano-žilnih bolesti, a njihov razvoj se može spriječiti promjenom životnih navika.

Prema Mišigoj- Duraković i suradnicima (2018) biološku odnosno fiziološku dob se jednostavno može definirati kao individualnu sposobnost organizma da se adaptira na uvjete okoline, najčešće izražene izdržljivošću, jakošću, fleksibilnošću, koordinacijom i radnim kapacitetom. Treću životnu dob, odnosno osobe starije životne dobi prema fiziološkoj dobi možemo svrstati u tri skupine:

- 1) „Mlađi“ stariji - kronološke dobi između 55 i 75 godina, s maksimalnom sposobnošću od 5 do 7 MET-a,
- 2) „Stariji“ stariji - kronološki stariji od 75 godina, s maksimalnom sposobnošću od 2 do 3 MET-a,
- 3) „Sportski“ stariji - neovisno o kronološkoj dobi, s maksimalnom sposobnošću od 9 do 10 MET-a.

(1 MET- metabolička jedinica- 3,5 ml O₂ / kg x min)

Brojna smanjena funkcija pojedinih organa tijekom starenja uvelike nalikuje na one nastale posljedice tijekom neaktivnosti, poput atrofije mišića. I to je upravo ono čemu dugogodišnje studije promjene sastava tijela, metaboličkih i hematoloških pokazatelja pripisuju promjene nastale tijekom starenja, kao i usporedbe koje se događaju mirovanjem u krevetu kroz određeno vrijeme (Fiatrone i sur., 1994; McGuire i sur., 2001; McGavoc i sur., 2009).

Stoga se sa sigurnošću može reći da se fiziološka starost očituje u smanjenju sposobnosti obavljanja tjelesnih aktivnosti. Time također dolazi do gubitka tjelesne nemasne mase, mase mišića, smanjenja gustoće tijela i povećanja tjelesne masti. Starenjem se smanjuju srčane frekvencije čime dolazi do smanjenja maksimalnog primitka kisika bez obzira na tjelesnu aktivnost. Fickova jednadžba objašnjava smanjenje maksimalnog primitka kisika uzrokovano smanjenjem mišićne mase starenjem. Fickova jednadžba je umnožak minutnog volumena srca i arterio-venske razlike izbačenog kisika u radnoj muskulaturi (Mišigoj-Duraković i sur., 2018). Smanjenje mišićne mase tijekom starenja dovodi i do smanjenja mišićnih vlakana tipa I i tipa II. Mišićnih vlakana tipa II je puno manje u odnosu na mišićna vlakna tipa I (Tip I= spora mišićna vlakna; tip II= brza mišićna vlakna). Takva promjena u starenju dovodi do sarkopenije što je smanjenje mase i jakosti mišića (Adamo i Ferrar, 2007). Povećava se unutarmišićna mast i time se smanjuje brzina provođenja podražaja kroz skeletne mišiće. Neizostavna fiziološka promjena je smanjena gustoća kostiju što često dovodi do osteoporoze. Kod žena je to izraženije nego kod muškaraca popraćeno menopauzom (Chodzko- Zajko i sur., 2009). Starenje ne samo da utječe na senzorne, motoričke i kognitivne sposobnosti kao što je ravnoteža i mogućnost kretanja već dolazi i do brojnih promjena dišnog sustava, ali ono što je zanimljivo je da ukupni plućni volumen ostaje nepromijenjen što su tijekom istraživanja 2003. godine utvrdili Aalami i suradnici, te Sharma i Godwin (2006). Porastom životne dobi se smanjuje tjelesna aktivnost (Westerterp, 2004; Chodzko- Zajko, 2009.), a povećava se broj kroničnih zdravstvenih problema (Duraković, 2007; Weiss, 2011; Gerteis i sur., 2014) kao što je povišeni arterijski tlak, pretilost, dijabetes (dijabetes tip 2 je češći u starijoj životnoj dobi od dijabetesa tipa 1). Starenjem se postepeno gubi samostalnost prouzrokovana neurološkim stanjima (moždani udar, demencija, Parkinsonova bolest. itd.).

Određena stanja starenjem se mogu usporiti, odnosno kontrolirati „propadanje“ mišićne mase tjelesnom aktivnošću postupnim smanjenjem intenziteta i volumena treninga kako

bi se što manje nakupilo masnog tkiva. Masno tkivo se u najvećoj mjeri tijekom starenja nakuplja na trbuhu, leđima i bedrima. Posljedica povećanja masnog tkiva u odnosu na mišićnu masu je povećanje metaboličke dobi. Da bi se izbjegla veća metabolička dob u odnosu na kronološku potrebno je povećati mišićno tkivo, a smanjiti masno tkivo. Veća mišićna masa omogućuje veću potrošnju kalorija posljedično tome smanjenje masnog tkiva.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

2.1. Istraživanja o utjecaju starenja na metabolizam

Životni vijek čovjeka kroz nekoliko stoljeća do danas se znatno produljio, no pojedini znanstvenici tvrde da bi se životni vijek čovjeka i životinja još mogao produljiti kada bi se usporilo metaboličko starenje.

Paolisso, Barbieri, Bonafe i Franceschi (2001) predlažu novu paradigmu, teoriju remodeliranja starosti. Teorija remodeliranja starosti se usredotočuje na ljudski imunološki sustav i sugerira da je imunosenescencija neto rezultat stalne prilagodbe tijela pogoršanim promjenama koje se događaju tijekom vremena. U ovom istraživanju je uzeto nekoliko faktora za remodeliranje starosti; antropometrijski, endokrini, genetika, te su prethodno navedene faktore testirali da bi utvrdili imaju li sa sigurnošću utjecaja na metaboličku dob. Kroz istraživanje dokazi su pokazali da je starenje povezano s progresivnim preoblikovanjem. Takvo remodeliranje uglavnom utječe na antropometrijske, endokrine i time metaboličke čimbenike kao što su lipidni profil plazme i djelovanje inzulina. Duži životni vijek, a time i produljenje, odnosno usporavanje metaboličke starosti je izazov gerijatrijskih istraživanja u sljedećem stoljeću i samo longitudinalne studije mogu dati čvrst i pouzdan odgovor na pitanje kako postići takvu teoriju remodeliranja starosti.

Bettedi i Foukas (2017) kroz istraživanje na modelnim organizmima implicirali su različite stanične procese i odgovarajuće signalne puteve koji ih reguliraju u staničnom i organskom starenju. Otkrili su da je sa starenjem povezana disregulacija metaboličke homeostaze koja se obično očituje kao pretilost povezana sa starenjem, smanjena osjetljivost na inzulin i poremećena homeostaza glukoze i lipida. Metaboličko pogoršanje pridonosi fenotipu starenja i smatra se da su metaboličke patologije jedan od glavnih čimbenika koji ograničavaju mogućnost produljenja životnog vijeka. Problem na koji su znanstvenici naišli stanični modeli na kojima su istraživali ne održavaju situaciju ljudskih populacija koje su genetski heterogene. U mnogim slučajevima, odgovori koji se istražuju bili su vrlo različiti između različitih sojeva.

Kronološka dob jedan je od najvažnijih čimbenika rizika za nepovoljan klinički ishod. No, dvije osobe iste kronološke dobi mogu imati različita biološka stanja starenja.

Hertel i suradnici (2015) su utvrdili da hvatanje takve varijance bi moglo predstavljati snažniji prediktor koji poboljšava predviđanje morbiditeta povezanog sa starošću. U njihovom istraživanju sudjelovalo je 2116 žena i 2192 muškaraca. Primjenom tehnike nelinearne regresije konstruirali su metabonomsko mjerenje za biološku dob, metaboličku dobnu ocjenu na temelju podataka urina izmjerenih spektroskopijom. Potvrdili su uzorak u dva neovisna uzorka temeljena na populaciji otkrivajući njegovu značajnu povezanost s kronološkom dobi i kliničkim fenotipovima povezanim s dobi, kao i njegovu neovisnu prediktorsku vrijednost za preživljavanje tijekom približno 13 godina praćenja. Metabolički dobni rezultat bio je prognostički za gubitak težine u uzorku pojedinaca koji su podvrgnuti barijatrijskom kirurškom zahvatu. Zaključili su da je rezultat metaboličke dobi informativno mjerenje biološke dobi s mogućom primjenom u personaliziranoj medicini. Na kraju istraživanja su zaključili da metoda koju su razvili za procjenu brzine metaboličkog starenja ima dovoljno visoku točnost, te da se može koristiti za procjenu rizika od razvoja metaboličkog sindroma i drugih patologija povezanih sa starenjem.

Pisaruk i suradnici (2021) su radili istraživanje kojem je svrha rada bila razviti metodu za izračunavanje metaboličke dobi korištenjem dostupnih kliničkih testova te procijeniti brzinu metaboličkog starenja u osoba s metaboličkim sindromom. U istraživanju su sudjelovale 283 zdrave osobe i 82 osobe s metaboličkim sindromom. Svim osobama uključenim u istraživanje izmjereni su antropometrijski parametri i biokemijski testovi. Formula za izračun metaboličke starosti dobivena je metodom postupne višestruke regresije. Izračun metaboličke dobi zdravih ljudi prema formuli koju su dobili pokazao je da je prosječna apsolutna greška 6,01%. kod 20,5% osoba s metaboličkim sindromom metabolička dob premašuje kronološku dob za više od 10 godina.

Kusnopranto i suradnici (2020) su provodili istraživanje kojem je svrha istraživanja bila utvrditi korelaciju opsega vrata s porastom metaboličke starosti stanice tako da može poslužiti kao jednostavna antropometrija u predviđanju metaboličke starosti stanice. Prema njihovim navodima opseg vrata je poznat antropometrijski parametar koji je usko povezan s pretilošću, visceralnom masnoćom i metaboličkim sindromom. Također, kako navode nakupljanje masti kod pretilosti potiče povećanje proizvodnje

protuupalnih medijatora u tijelo uzrokujući da je metabolička starost stanice starija od kronološke dobi. Takva situacija može uzrokovati smanjenje brzine metabolizma. Uzorak ispitanika činili su muškarci i žene s dobi između 30 i 59 godina. Antropometrijski pregled se proveo u obliku indeksa tjelesne mase, opsega vrata i metaboličke starosti stanice pomoću bioelektričnog analizatora impedancije. Ukupni dobiveni uzorci bila su 94 pretila ispitanika sa srednjim BMI, opsegom vrata. Analizom korelacije postojala je značajna pozitivna korelacija između opsega vrata i metaboličke dobi stanice. Znanstvenici su zaključili da je opseg vrata koristan kao jednostavna i praktična antropometrija za korištenje predviđanja povećanja metaboličke starosti stanica.

2.2. Istraživanja o utjecaju potkožnog masnog tkiva na metabolizam

Veća odnosno manja tjelesna masa može uvelike utjecati na metaboličku dob. Kilogrami (kg) koji su mjerna jedinica za tjelesnu težinu nam ne pokazuju stvarnu sliku sastava tijela. Nemasna masa, odnosno mišićna masa je uvijek teža od masnog tkiva čime će se u kilogramima razlikovati, a na metaboličku dob imati utjecaja što pozitivnog ili negativnog.

Bernstein i sur. (1983) u svom znanstvenom istraživanju „Predviđanje metaboličke stope u mirovanju kod pretilih polaznika“ su mjerili stopu metabolizma u mirovanju (RMR) kod 154 žene i 48 muškaraca prije početka smanjenja tjelesne težine. U oba spola postojale su značajne univarijatne korelacije između RMR-a i bezmasne mase, tjelesne masti, tjelesne težine, težine masnih stanica i broja masnih stanica (iz ukupne tjelesne vode). Žene su također pokazale značajne korelacije između RMR-a i broja masnih stanica (iz ukupnog tjelesnog kalija), indeksa slobodnog trijodtironina i razina inzulina natašte i nakon glukoze. Višestruka regresijska analiza pokazala je da su i masa bez masti i težina i broj masnih stanica značajni prediktori RMR-a. Doprinos bezmasne mase bio je 3 do 5 puta veći po kilogramu od doprinosa tjelesne masti. Nije bilo značajnog doprinosa hormona štitnjače ili inzulina u predviđanju RMR-a. Broj masnih stanica i težina masnih stanica bili su značajni prediktori RMR-a. Nije bilo značajne razlike u koeficijentima regresije između muškaraca i žena. Stoga je razlika u RMR-u između spolova uzrokovana većim udjelom bezmasne mase kod muškaraca nego kod žena. Učinak dobi bio je mali i nije bio statistički značajan.

Pretilost je jedan od glavnih čimbenika rizika. No, kod nekih pacijenata ima zaštitni učinak i na taj problem ukazuju kroz svoje istraživanje Garcia-Rubira i sur. (2018). Jedan od tih problema je alat koji se koristi za mjerenje pretilosti. Indeks tjelesne mase (BMI) je najčešće mjeren parametar, iako se ne može smatrati nezavisnim prediktorom. U svojem istraživanju su imali 69 muških pacijenata, bez povijesti akutnih koronarnih epizoda i korelirali su antropometrijske podatke s rezultatima kardiovaskularnog rizika. Protokol studije i postupke je odobrio etički odbor u Sevilli. Sudionici su dali pismeni informirani pristanak. Tjelesna masnoća i metabolička dob registrirani su bioimpedancijom (Tanita Body Composition Analyzer). Pearsonov test korelacije korišten je za korelaciju tjelesne masti i metaboličke dobi. Za analizu su odabrali dvije skupine pacijenata: jednu s metaboličkom dobi više od 15 godina iznad njihove kronološke dobi i drugu s metaboličkom dobi ispod njihove kronološke dobi. Usporedbe su napravljene sa Snedecor F distribucijom i Mann-Whitney U testom. Rezultati su pokazali pozitivnu korelaciju između razine tjelesne masti i Framing Risk Score (FRS), a negativnu korelaciju s Fuster BEWAT Score (FBS). Ovi podaci upućuju na to da pretilost i upala mogu imati sinergijske učinke kao čimbenici kardiovaskularnog rizika.

Donma i Donma (2007) u svom istraživanju tvrde kako ne samo da je kronološka dob pojedinca povezana s pretilošću već je i između bazalne metaboličke stope (BMR) i metaboličke dobi također zabrinjavajuća. Predlaže se da je metabolička dob veći od kronološke dobi pokazatelj potrebe za poboljšanjem brzine metabolizma. Cilj ove studije im je bio procijeniti neke često korištene parametre pretilosti, kao što su stupanj pretilosti, visceralna adipoznost, BMR, omjer BMR-a i težine, u nekoliko skupina s različitim razlikama između metaboličke dobi i kronološke dobi. U ovom istraživanju su sudjelovale odrasle osobe između 18 i 79 godina. Konstituirane su 4 grupe. U prvoj skupini je bilo 55 osoba, u drugoj skupini ih je bilo 33, u trećoj skupini 76 i u četvrtoj skupini je bilo 47 odraslih osoba. Izračunate su vrijednosti indeksa tjelesne mase (BMI). Monitor sastava tijela izračunat je pomoću TANITA tehnologije analize bioelektrične impedancije korišten za dobivanje vrijednosti za stupanj pretilosti, visceralnu adipoznost, BMR, i omjer BMR-a i težine. Provedena je korelacijska analiza i prihvaćeno je kao statistički značajna razlika. Porast BMR-a bio je u pozitivnoj korelaciji sa stupnjem pretilosti. Također je uočena korelacija između vrijednosti BMR-a i metaboličke- kronološke dobi u prvoj skupini. U drugim skupinama nije otkrivena

korelacija. S druge strane, statistički značajne korelacije između vrijednosti metaboličke- kronološke dobi i stupnja pretilosti, BMI kao i BMR/ težine utvrđene su u trećoj i četvrtoj skupini. Zaključili su nakon provedene statistike da je omjer BMR-a i tjelesne težine mnogo korisniji pokazatelj ozbiljnog porasta pretilosti od BMR-a u pogledu vrijednosti metaboličke- kronološke dobi. Također, nedostatak povezanosti između metaboličke dobi i BMR-a, kao i omjera BMR-a i težine, naglašava važnost razmatranja vrijednosti metaboličke- kronološke dobi, a ne same metaboličke dobi.

Vasquez- Alvarez i sur. (2021) su istraživali povezanost metaboličke i kronološke dobi na povećanje metaboličkog sindroma. U istraživanju u kojem je sudjelovalo 435 sudionika u dvije klinike dalo je potpisani informativni pristanak. Metabolička dob je određena pomoću bioanalizatora TANITA. Jačina povezanosti utvrđena je sa Spermanova rho, a predvidljivost je procijenjena krivuljom površine (DIA). Postoji statistička značajna razlika između skupine s niskim rizikom (n= 155) i visokorizične skupine (n= 280), metaboličke dobi i DIA. Također postoji pozitivna korelacija između ESF- I upitnika i metaboličke dobi i negativna korelacija za DIA. Statistika ukazuje na to da je metabolička dob snažan prediktor i pokazatelj visokorizičnih pojedinaca za metabolički sindrom neovisno o kronološkoj dobi pojedinca.

2.3. Istraživanja o važnosti tjelesne aktivnosti u starijoj životnoj dobi

McPhee i sur. (2016) provode statističku analizu na osnovu objavljenih znanstvenih istraživanja na stanovništvu Ujedinjenog Kraljevstva. McPhee i suradnici upućuju na to da redovita tjelesna aktivnost pomaže u poboljšanju fizičkih i mentalnih funkcija, kao i poništavanju nekih učinaka kroničnih bolesti kako bi starije osobe ostale pokretne i neovisne. Unatoč dobrobitima tjelesne aktivnosti, velika većina starijih osoba ne zadovoljava minimalne razine tjelesne aktivnosti potrebne za održavanje zdravlja. Sjedilački način života koji prevladava u starijoj dobi rezultira preranim nastankom lošeg zdravlja, bolesti i slabosti. Dokazi pokazuju da je redovita tjelesna aktivnost sigurna za zdrave i slabe starije osobe, a rizici od razvoja glavnih kardiovaskularnih i metaboličkih bolesti, pretilosti, padova su smanjeni redovnom tjelesnom aktivnošću. Svi prikupljeni dokazi u njihovom istraživanju pokazuju da je tjelesna aktivnost sigurno za zdrave i za nemoćne starije osobe i rizike razvoja glavnih kardiovaskularnih i

metaboličkih bolesti, pretilost, padovi smanjuje se niskim intenzitetom tjelesnog vježbanja (hodanje, vježbe otpora...)

Hamer, Lavoie i Bacon (2002) proveli su longitudinalnu studiju starenja u Engleskoj u kojoj je sudjelovalo 3454 muškaraca i žena u dobi od 63 godine u početku. Tjelesna aktivnost koju su sami prijavili procijenjena je na početku (2002.- 2003.) i tijekom praćenja. Zdravo starenje procijenjeno je nakon 8 godina praćenja (2010.-2011.), definirano je kao oni sudionici koji su preživjeli bez razvoja veće kronične bolesti, simptoma depresije, tjelesnog ili kognitivnog oštećenja. 19.3% uzorka definirano je kao zdravo starenje. U usporedbi s neaktivnim sudionicima, umjerena ili snažna aktivnost barem jednom tjedno povezana je sa zdravim starenjem, nakon prilagodbe za dob, spol, pušenje, alkohol, bračni status i bogatstvo. Postajanje aktivnim ili ostajanje aktivnim bilo je povezano sa zdravim starenjem u usporedbi s ostankom neaktivnosti tijekom praćenja. U ovom longitudinalnom istraživanju znanstvenici su zaključili da trajna tjelesna aktivnost u starijoj dobi povezana s poboljšanjem općeg zdravlja. Značajne zdravstvene dobrobiti uočene su čak i među sudionicima koji su postali tjelesno aktivni relativno kasno u životu.

3. CILJ RADA

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je analizirati metaboličku dob ispitanica treće životne dobi uključenih u programe rekreativnog vježbanja. Ovako postavljen cilj moguće je razložiti na podciljeve:

1. Parcijalni cilj istraživanja bio je utvrditi postojanje značajnih razlika između kronološke i metaboličke dobi ispitanica
2. Parcijalni cilj istraživanja bio je analizirati povezanost između varijabli srčane funkcije i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica

Ovako postavljeni ciljevi mogu nam dati uvid u opće stanje organizma ispitanica uključenih u programe rekreativnog vježbanja i pružiti smjernice o učinkovitosti i dobrobitima ovakve vrste tjelesnog vježbanja na srčane funkcije osoba treće dobi.

4. HIPOTEZE

U svrhu realiziranja **prvog parcijalnog cilja istraživanja**, utvrđivanja postojanja značajnih razlika između kronološke i metaboličke dobi ispitanica, moguće je postaviti hipotezu:

H1: Postoji značajna razlika između kronološke i metaboličke dobi ispitanica.

U svrhu realiziranja **drugog parcijalnog cilja istraživanja**, utvrđivanja povezanosti varijabli srčane funkcije i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica, moguće je postaviti sljedeće hipoteze:

H2: Postoji značajna povezanost između sistoličkog tlaka i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica;

H3: Postoji značajna povezanost između dijastoličkog tlaka i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica;

H4: Postoji značajna povezanost između srčane frekvencije i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica;

5. METODE RADA

5.1. Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na uzorku od 42 ispitanice ženskog spola u dobi od 54 do 81 godine. Sve ispitanice pohađale su različite programe rekreativnog vježbanja prethodno ovom istraživanju. U istraživanje su uvrštene ispitanice bez većih zdravstvenih poteškoća. Prosječna tjelesna visina ispitanica iznosila je 166,4 cm, dok je prosječna tjelesna masa iznosila 72,2 kg. Prethodno istraživanju, svaka je ispitanica usmeno bila priupitana o voljnosti sudjelovanja, te je potpisala i službeni pristanak za sudjelovanje u istraživanju.

5.2. Uzorak varijabli

Ispitanice su prethodno mjerenju morfoloških varijabli ispunile upitnik s osobnim podacima, među kojima i kronološku dob (KD).

Za potrebe ovako konstruiranog istraživanja korištene su sljedeće varijable morfološkog statusa:

- Rezultati sastava tijela koji uključuje: tjelesnu masu, status hidriranosti, masnu, nemasnu i mišićnu masu ispitanica (prikupljeno uređajem za mjerenje sastava tijela Tanita BC-418 metodom bioelektričnog otpora);
- Rezultati tjelesne visine ispitanica (prikupljeni korištenjem antropometra).

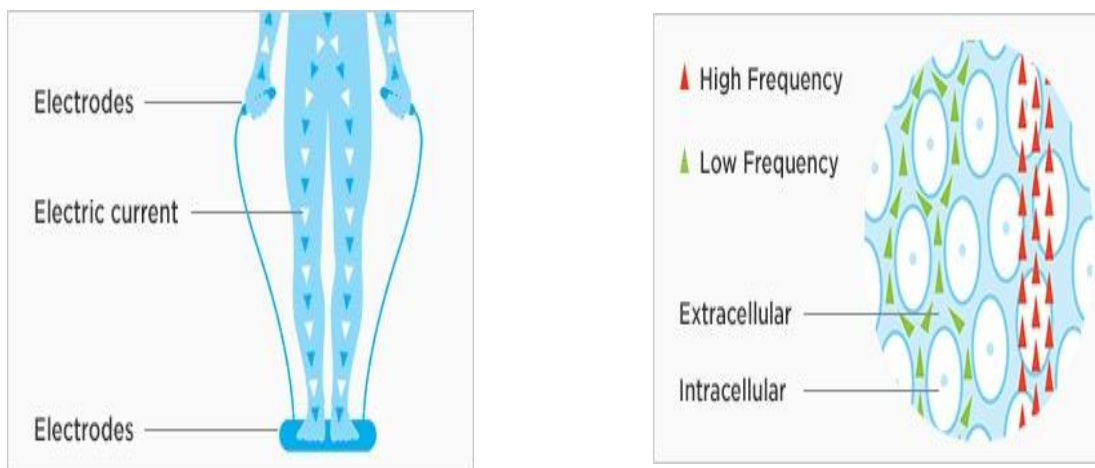
Na temelju rezultata mjerenja morfoloških varijabli, Tanita uređaj izračunao je metaboličku dob ispitanica (MD). Kako bi dobili informaciju o stvarnom stanju organizma ispitanica, izračunata je razlika između kronološke i metaboličke dobi (KD-MD).

Ispitanici su prije provedbe mjerenja sastava tijela Tanita uređajem dobili sljedeću pisanu uputu kako slijedi:

- ako je moguće uvijek na mjerenje dođite u istoj odjeći (npr. trenirka),
- mjerenje se provodi u isto vrijeme dana i pod istim okolnostima,

- potrebno je isprazniti mjehur prije provedbe mjerenja,
- neposredno prije mjerenja ne konzumirajte obrok i ne unosite veće količine tekućine,
- izbjegavajte kontakt ruku i tijela i natkoljenica tijekom mjerenja (ako je potrebno staviti će se ručnik),
- 12 sati prije mjerenja suzdržati se od fizičke aktivnosti, treninga, saune, kupanja ili plivanja.

Tanita BC-418 je uređaj za mjerenje sastava tijela metodom bioelektričnog otpora koji se temelji na električnoj energiji, sustavu elektroda, platformi i ručnom hvatu, kojima se omogućava analiza tjelesnog sastava, prema regijama tijela. Korištenjem 8 elektroda, Tanita BC-418 može prikazati rezultate odvojeno za ekstremitete i trup zasebno. Također prikazuje cjelokupni sastav tijela: uključujući tjelesnu težinu, postotak masne mase, masnu masu, body mass index (BMI), slobodnu masnu masu, mišićnu masu, procijenjenu mišićnu masu, ukupnu količinu vode, bazalni metabolizam i referentne vrijednosti za pojedinog ispitanika. Svi Tanita body composition monitori koriste naprednu Bioelectric Impedance Analysis (BIA) tehnologiju. Kada se stane na Tanita monitor, vrlo mali, neškodljiv električni signal se šalje kroz četiri metalne elektrode kroz stopala u noge i trup (Slika 1). Kod segmentalnih modela, elektrode koje se drže u rukama omogućavaju dodatna „čitanja“ za trup te svaku nogu i ruku pojedinačno. Električni signali brzo prolaze tijelom preko tekućine u hidriranom mišićnom tkivu, dok u masnom tkivu susreću otpor (Slika 2). Taj otpor, poznat kao impedance, se mjeri i prema Tanita znanstveno validiranoj jednadžbi izračunava tjelesni sastav. Jednadžba uključuje dodatne informacije kao što su dob, spol i visina, zajedno s težinom i impedancijom prikupljene na velikom uzorku kako bi se odredile referentne vrijednosti. Vrijeme mjerenja po jednom ispitaniku je manje od 20 sekundi. Na temelju svih vrijednosti sastava tijela, Tanita izračunava metaboličku dob ispitanika.

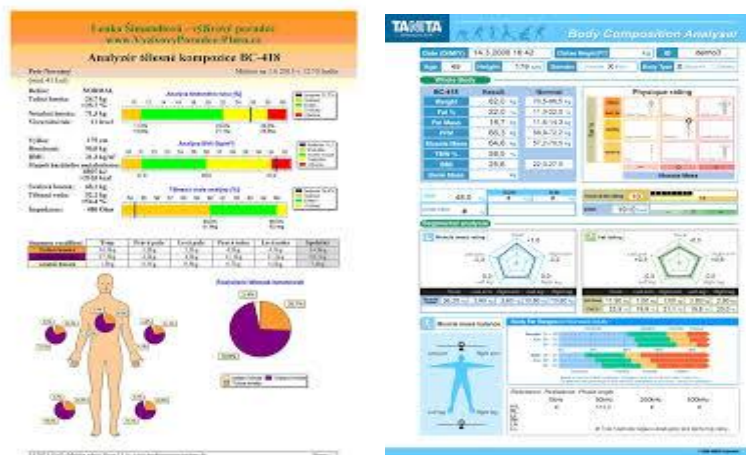


Slike 1 i 2. Prikaz prikupljanja podataka na Tanita BC-418 vagi

Opis testa: ispitanik bos staje na vagu (na mjesta označena za stopala) (Slika 3), rukama prima ručne hvataljke uređaja te mirno stoji 20 sekundi. Kada uređaj zvučnim signalom označi kraj mjerenja, ispitanik može sići s platforme. Ispitaniku se zatim isprinta izvještaj o sastavu tijela (Slika 4 i 5).



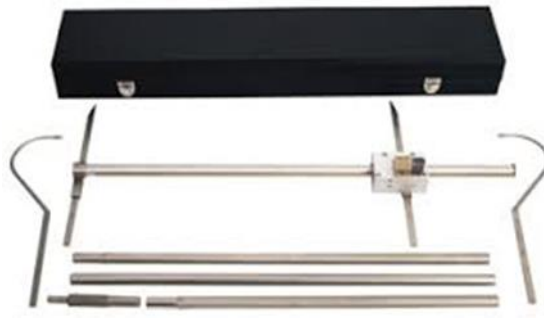
Slika 3. Tanita BC-418 analizator sastava tijela



Slika 4 i 5. Prikaz Tanita BC-418 izvještaja i referentnih vrijednosti

Antropometar je uređaj za mjerenje uzdužnih dimenzija ljudskog tijela (Slika 6). Iako na tržištu susrećemo više modela, u pravilu se sastoji od metalnog štapa okruglog ili kutnog profila, dužine veće od 2 m, postolja, jedne klizne i jedne učvršćene prečke. Štap se s ciljem lakšeg prenošenja može rastaviti na 4 dijela. Uređaj ima 2 ljestvice, a rezultati se očitavaju kroz dva otvora na kliznoj prečki, ovisno o smjeru mjerenja. Upute su priložene svakom instrumentu kako se ne bi očitale pogrešne vrijednosti. Preciznost mu se kreće u granicama 1 mm.

Opis testa: ispitanik stoji na ravnoj podlozi sastavljenih peta, ravnomjerno raspoređene težine na obje noge. Opuštenih ramena, postavlja glavu u položaj tzv. frankfurtske horizontale (vodoravan položaj zamišljene linije koja spaja najvišu točku gornjeg luka lijevog vanjskog zvukovoda i najnižu točku donjeg ruba lijeve orbite). Antropometar se postavlja okomito uz ispitanikova leđa, s dodirnim površinama na području sakruma i prsnog dijela kralježnice. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena glave, čvrsto, bez pritiska.



Slika 6. Antropometar

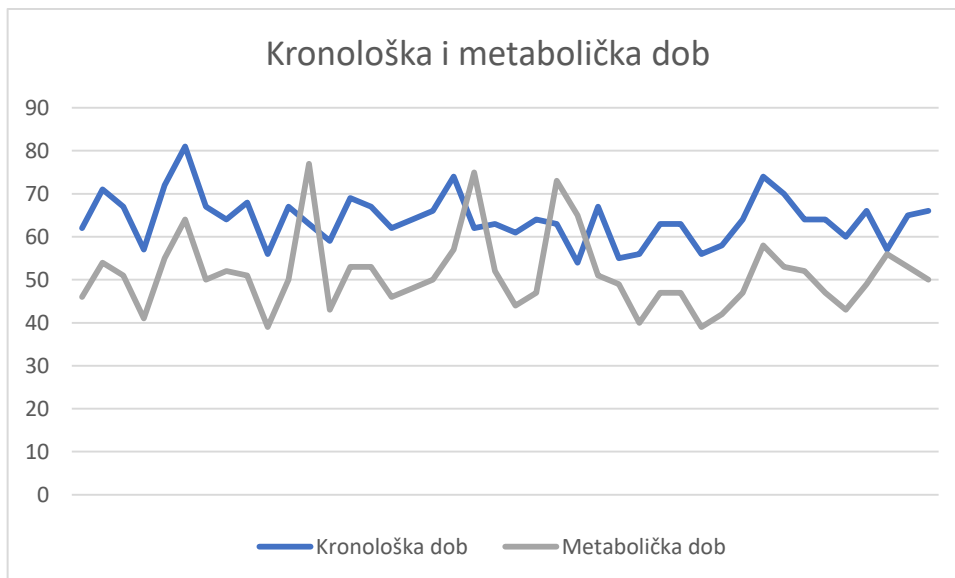
U svrhu dobivanja informacija o srčanim funkcijama ispitanica, izmjeren im je sistolički (ST) i dijastolički tlak (DT), kao i srčana frekvencija u mirovanju (FS). Vrijednosti tlaka i frekvencije srca mjerene su običnim ručnim tlakomjerom.

5.3. Metode obrade podataka

Za statističku obradu podataka koristio se programski paket Statistica 14.0, a razina značajnosti postavljena je na $p < 0.05$. Preliminarno su izračunati deskriptivni statistički parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimalni (MIN) i maksimalni rezultat (MAX). Za utvrđivanje razlika između kronološke i metaboličke dobi ispitanica primijenjen je t-test za zavisne uzorke. Nadalje, za utvrđivanje povezanosti varijabli srčane funkcije i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica primijenjena je korelacijska analiza (Paersonov koeficijent).

6. REZULTATI I RASPRAVA

Kronološka dob osobe može biti jedan od načina na koji se može odrediti njegova kondicijska razina u odnosu na vršnjake. Govoreći o metaboličkoj dobi, govorimo o baznoj metaboličkoj stopi u usporedbi s drugim vršnjacima. Drugim riječima, ako nečija kronološka dob odgovara metaboličkoj dobi, zapravo je ta osoba slična ostatku populacije iste dobi. Bazna metabolička stopa je niža kod potpuno funkcionalnih i zdravih pojedinaca u usporedbi s pojedincima sa zdravstvenim poteškoćama (Schrack i sur., 2014). Usporedbom kronološke i metaboličke dobi (Graf 1) moguće je dobiti parcijalni uvid u zdravstveno stanje ispitanica ovog istraživanja. Iz prikaza je vidljivo kako većina ispitanica ima metaboličku dob nižu od stvarne kronološke dobi, s nekoliko iznimaka. Ovakav rezultat je dobar znak za ispitanice i dokaz kako sudjelovanje u rekreativnim aktivnostima u njihovoj dobi može nadvladati normalan proces starenja i usporavanja bazalnog metabolizma.



Graf 1. Paralelni prikaz kronološke i metaboličke dobi po ispitaniku

Prema osnovnim deskriptivnim statističkim parametrima (Tablica 1) primjećujemo kako su ispitanice ovog istraživanja u prosjeku „mlađe“ gotovo 13 godina. Iako im je prosjek kronološke dobi 64 godine, njihova metabolička dob je u prosjeku 51 godinu, s napomenom kako je bilo ispitanica koje su imale samo 39 godina prema metaboličkoj dobi. Ovakvi rezultati ukazuju na veću brzinu metabolizma kod pojedinaca koji se bave

fizičkom aktivnošću pogotovo ako znamo da se od 30. do 70. godine života bazalni metabolizam smanjuje za oko 10% (Smith, Di Fabio i Gilligan, 1990). To smanjenje više je odraz promjena u sastavu tijela nego promjena u staničnoj funkciji. Tijekom involutivnog perioda smanjuje se količina *nemasne mase tijela* (kao rezultat smanjenja mišićne mase, te u žena izrazitije i smanjenja količine koštane mase), povećava količina *tjelesne masti* te se time smanjuje i gustoća tijela. Kod ispitanica ovog istraživanja te promjene su očito značajno usporene, najvjerojatnije radi povećane tjelesne aktivnosti. Mišićno tkivo, naime, sagorijeva više kalorija od masnog tkiva. Na metabolizam utječe i postotak mišićne mase. Što je veći postotak mišićne mase, metabolizam je brži. To je razlog zašto muškarci imaju brži metabolizam od žena i zašto mlade osobe troše više kalorija od starijih. Povećanje nemasne mase tijela povećava bazalni metabolizam, a time i ukupnu potrošnju energije (Poehlman, 1989). Ono što je očigledno iz rezultata metaboličke dobi ovih ispitanica jest da je njihov bazalni metabolizam brži nego li je metabolizam njihovih vršnjakinja za što je zasigurno razlog povećan tjelesni aktivitet. Mnoga su istraživanja došla do zaključka kako trening snage ubrzava bazalni metabolizam i snagu mišića, a trening izdržljivosti podiže aerobni kapacitet i smanjuje postotak masnog tkiva. Kombinacijom ove dvije vrste treninga postižu se svi ovi učinci, ali u nešto manjoj mjeri (Dolezal i Potteiger, 1998). U ovom istraživanju nije jasno kojom vrstom aktivnosti su se ispitanice bavile i ove bi se informacije svakako trebale provjeriti dodatnim budućim istraživanjem.

Tablica 1. Deskriptivni statistički pokazatelji primijenjenih varijabli (N-broj ispitanika, AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, MIN-minimalni rezultat, MAX-maksimalni rezultat)

	N	AS	SD	MIN	MAX
KD	42	64.07	5.65	54.00	81.00
MD	42	51.40	8.79	39.00	77.00
KD-MD	42	12.67	8.69	-14.00	17.00
ST	42	130.12	21.27	94.00	179.00
DT	42	79.67	11.27	57.00	106.00
FS	42	74.90	10.11	54.00	104.00

Legenda: KD – kronološka dob, MD – metabolička dob, KD-MD – razlika kronološke i metaboličke dobi, ST – sistolički tlak, DT – dijastolički tlak, FS – frekvencija srca

Nadalje, pregledom parametara srčane funkcije u mirovanju uočavamo vrlo pozitivne trendove tlaka i srčane frekvencije. Prosječna vrijednost tlaka ovih ispitanica je 130/80, što je, s obzirom na dob ispitanica, vrlo dobar rezultat. Povišen arterijski tlak postoji u oko 40% starijih osoba, međutim, to nije slučaj i kod onih starijih koji se bave fizičkom aktivnošću (Arroll i Beaglehole, 1992). Znanstvenici su čak dokazali kako ovaj efekt (smanjenih vrijednosti tlaka kod onih koji su fizički aktivni) nije povezan sa smanjenjem tjelesne mase. Dapače, ponekad se vrijednosti tlaka smanjuju i kod osoba koje su povećale svoju tjelesnu masu. Nedvojbeno je bilo i ispitanica koje su imale znatno povišene vrijednosti tlaka (maksimalna vrijednost 179), no takvih je vrijednosti bilo svega nekoliko i kod tih ispitanica su vrijednosti tlaka pratile i više vrijednosti parametara masnog tkiva, ali i veća metabolička od kronološke dobi. Što se srčane frekvencije tiče, ona je u prosjeku bila nešto viša kod ispitanica ovog istraživanja nego kod njihovih vršnjakinja, što može biti minimalna greška mjerenja, odnosno, prekratak period mirovanja koji je bio dan prije samog mjerenja. Ono što svakako valja imati na umu je činjenica da je povišena frekvencija srca snažan prediktor kardiovaskularnog smrtnog ishoda (doduše češće kod muškaraca) (Palatini i sur., 1999) i da je potrebno redovito kontrolirati istu, kako u mirovanju, tako i prilikom fizičke aktivnosti starijih.

Tablica 2. Rezultati t-testa za zavisne uzorke (razlike između kronološke i metaboličke dobi)

	AS	SD	N	t	df	p
KD	64.07	5.65	42	9.44	41.00	0.00
MD	51.40	8.79				

Legenda: KD – kronološka dob, MD – metabolička dob

Rezultati t-testa za zavisne uzorke (Tablica 2) potvrdili su pretpostavku o signifikantnosti razlika između kronološke i metaboličke dobi ispitanica koje se bave rekreacijskim programom vježbanja ($p=0,00$). Ove značajne razlike samo su još jedan pokazatelj kako je metabolička dob puno snažniji prediktor kardiovaskularnog rizika od kronološke dobi (Elguezabal-Rodelo i sur., 2021) i kako nije dovoljno isključivo na temelju nečije kronološke dobi prosuditi njegov zdravstveni status. Isto tako, ovakav je rezultat pokazatelj kako rekreativni programi koje ove ispitanice polaze imaju vrlo dobre učinke na njihovu kompoziciju tijela, metabolizam i zdravlje općenito.

Tablica 3. Rezultati korelacijske analize između srčanih funkcija (sistolickog i dijastolickog tlaka te srčane frekvencije) i razlike kronološke i metaboličke dobi

	KD-MD	FS	DT	ST
KD-MD	1.00			
FS	-0.15	1.00		
DT	-0.53	0.18	1.00	
ST	-0.20	0.08	0.70	1.00

Legenda: KD-MD – razlika kronološke i metaboličke dobi, ST – sistolički tlak, DT – dijastolički tlak, FS – frekvencija srca

Najzanimljiviji dio ovog istraživanja bio je istražiti povezanost između srčanih funkcija i razlike kronološke i metaboličke dobi. Rezultati korelacijske analize prikazani su u Tablici 3. Osim logične i ne tako zanimljive povezanosti između sistolickog i dijastolickog tlaka, jedina značajna povezanost pokazala se ona između razlike kronološke i metaboličke dobi i dijastolickog tlaka ($r=-0,53$). Ovakav rezultat ukazuje kako su ispitanice koje su imale veću razliku između dvije dobi (možemo reći, što su metabolički bile mlađe) imale niži dijastolicki tlak. Drugim riječima, viši bazalni metabolizam značio je niži dijastolicki tlak. Iako logičan rezultat, u suprotnosti je s nekoliko dosadašnjih spoznaja. Naime, Seghieri i sur. (2008) pronašli su kako je bazalni metabolizam značajno i pozitivno povezan s hipertenzijom. Međutim, potrebno je naglasiti kako se u ovoj studiji radilo o muškoj populaciji i to muškarcima koji su kategorizirani kao pretili. Slično, u studiji koju su proveli Snodgrass i sur. (2008), dokazano je kako je bazalni metabolizam pozitivno koreliran sa sistolickim tlakom i tlakom pulsa. Čak su i autori ovog istraživanja istaknuli kako je njihov rezultat u suprotnosti dobro znanoj i istrazenoj inverznoj povezanosti fizičke aktivnosti i krvnog tlaka. No, potrebno je uzeti u obzir kako se radilo o vrlo specifičnom uzorku autohtonog naroda iz Siberije i, kao što su autori i zaključili, najvjerojatnije su rezultati zamagljeni biološkom adaptacijom na okolinske faktore i životni stil tog specifičnog naroda. Suprotno ovim dvama istraživanjima, postoje studije koje su u skladu s dobivenim rezultatima ovog istraživanja. Znanstvenici su najčešće dolazili do zaključaka kako je niža metabolička dob povezana s boljim sastavom tijela, nižim krvnim tlakom i orijentacijom na biljnu prehranu (Andersen i sur. 2019).

7. ZAKLJUČAK

Sukladno dobivenim značajnim razlikama između kronološke i metaboličke dobi ispitanica, moguće je PRIHVATITI hipotezu **H1**: Postoji značajna razlika između kronološke i metaboličke dobi ispitanica.

Kako se povezanost između sistoličkog tlaka i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica nije pokazala značajnom, moguće je ODBACITI hipotezu **H2**: Postoji značajna povezanost između sistoličkog tlaka i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica.

S obzirom na dobivenu značajnu povezanost između dijastoličkog tlaka i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica, moguće je PRIHVATITI hipotezu **H3**: Postoji značajna povezanost između dijastoličkog tlaka i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica.

Isto tako, nije utvrđena značajna povezanost između srčane frekvencije i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica i stoga je moguće ODBACITI hipotezu **H4**: Postoji značajna povezanost između srčane frekvencije i razlike između kronološke i metaboličke dobi ispitanica.

Ovim je istraživanjem, dakle, potvrđena premisa o nižoj metaboličkoj dobi ispitanica koje su fizički aktivne i redovito se bave nekom vrstom tjelovježbe. Također, one ispitanice treće životne dobi koje su imale veću razliku između kronološke i metaboličke dobi (laički rečeno, bile su „mlađe“), istovremeno su imale i niže vrijednosti dijastoličkog tlaka. Ono na što bi se neka buduća istraživanja trebala fokusirati jest istražiti dodatne varijable za koje se sumnja da bi mogle utjecati na metaboličku dob žena treće životne dobi (npr. biljna prehrana, stres itd.). Isto tako, u istraživanja je potrebno uključiti osobe oba spola i eventualno istražiti razlike po spolu. Zaključno, još jednom je potrebno napomenuti kako je i ovo istraživanje ukazalo na činjenicu da je tjelesna aktivnost jedan od ključnih faktora koji doprinosi manjoj metaboličkoj dobi, a time i smanjenom riziku za brojne metaboličke faktore rizika čija kombinacija značajno doprinosi pojavi razvoja raznih bolesti te je jasan pokazatelj stope morbiditeta.

8. LITERATURA

1. Aalami, O. O., Fang, T. D., Song, H. M., & Nacamuli, R. P. (2003). Physiological features of aging persons. *Archives of Surgery*, 138(10), 1068-1076.
2. Adamo, M. L., & Farrar, R. P. (2006). Resistance training, and IGF involvement in the maintenance of muscle mass during the aging process. *Ageing research reviews*, 5(3), 310-331
3. Andersen, C., Sloan, A., Dupree, L., i Walker, B. (2019). Younger Relative Metabolic Age Is Associated with a More Favorable Body Composition and Plant-based Dietary Pattern (P21-038-19). *Current Developments in Nutrition*, 3(Supplement_1), nzz041-P21.
4. Arroll, B., i Beaglehole, R. (1992). Does physical activity lower blood pressure: a critical review of the clinical trials. *Journal of clinical epidemiology*, 45(5), 439-447.
5. Bernstein, R. S., Thornton, J. C., Yang, M. U., Wang, J., Redmond, A. M., Pierson Jr, R. N., ... & Van Itallie, T. B. (1983). Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. *The American journal of clinical nutrition*, 37(4), 595-602.
6. Bettedi, L., & Foukas, L. C. (2017). Growth factor, energy and nutrient sensing signalling pathways in metabolic ageing. *Biogerontology*, 18(6), 913-929.
7. Bettedi, L., & Foukas, L. C. (2017). Growth factor, energy and nutrient sensing signalling pathways in metabolic ageing. *Biogerontology*, 18(6), 913-929.
8. Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & science in sports & exercise*, 41(7), 1510-1530
9. Dolezal, B. A., i Potteiger, J. A. (1998). Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *Journal of applied physiology*, 85(2), 695-700.
10. Donma, O., & Donma, M. M. (2020). Assessment of Obesity Parameters in Terms of Metabolic Age above and below Chronological Age in Adults. *International Journal of Medical and Health Sciences*, 14(2), 65-68.
11. Duraković Z. (2007.). Arterijska hipertenzija, U: Duraković Z, ur. Gerijatrija. Zagreb

12. Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., ... & Evans, W. J. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *New England Journal of Medicine*, *330*(25), 1769-1775.
13. Elguezabal-Rodelo, R., Ochoa-Précoma, R., Vazquez-Marroquin, G., Porchia, L. M., Montes-Arana, I., Torres-Rasgado, E., ... i Gonzalez-Mejia, M. E. (2021). Metabolic age correlates better than chronological age with waist-to-height ratio, a cardiovascular risk index. *Medicina Clínica*, *157*(9), 409-417.
14. Garcia-Rubira, J. C., Cano-Garcia, F. J., Bullon, B., Seoane, T., Villar, P. V., Cordero, M. D., & Bullon, P. (2018). Body fat and metabolic age as indicators of inflammation and cardiovascular risk. *European journal of preventive cardiology*, *25*(3), 233-234.
15. Gerteis, J., Izrael, D., Deitz, D., LeRoy, L., Ricciardi, R., Miller, T., & Basu, J. (2014). Multiple chronic conditions chartbook. *Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality*, 7-14.
16. Hamer, M., Lavoie, K. L., & Bacon, S. L. (2014). Taking up physical activity in later life and healthy ageing: the English longitudinal study of ageing. *British journal of sports medicine*, *48*(3), 239-243.
17. Hertel, J., Friedrich, N., Wittfeld, K., Pietzner, M., Budde, K., Van der Auwera, S., ... & Grabe, H. J. (2016). Measuring biological age via metabonomics: the metabolic age score. *Journal of proteome research*, *15*(2), 400-410.
18. Kusnoputranto, H., Ayuningtyas, N. V., Purnamasari, O., Riski, M., & Wijaya, D. F. A. (2020). Waste Management Program to Create Zero Waste in School Level: Communication, Information, and Education (CIE) and Participation Methods. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, *11*(6), 1267-1272.
19. López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. *Cell*, *153*(6), 1194-1217.
20. McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N., & Degens, H. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*, *17*(3), 567-580.
21. Mišigoj-Duraković, M., Duraković, Z., Findak, V., Heimer, S., Horga, S., & Latin, V. (2018). Tjelesno vježbanje i zdravlje. *Znanje*.

22. McGavock, J. M., Hastings, J. L., Snell, P. G., McGuire, D. K., Pacini, E. L., Levine, B. D., & Mitchell, J. H. (2009). A forty-year follow-up of the Dallas Bed Rest and Training study: the effect of age on the cardiovascular response to exercise in men. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *64*(2), 293-299.
23. McGuire, D. K., Levine, B. D., Williamson, J. W., Snell, P. G., Blomqvist, C. G., Saltin, B., & Mitchell, J. H. (2001). A 30-year follow-up of the Dallas Bed Rest and Training Study: I. Effect of age on the cardiovascular response to exercise. *Circulation*, *104*(12), 1350-1357.
24. Palatini, P., Casiglia, E., Julius, S., & Pessina, A. C. (1999). High heart rate: a risk factor for cardiovascular death in elderly men. *Archives of internal medicine*, *159*(6), 585-592.
25. Paolisso, G., Barbieri, M., Bonafe, M., & Franceschi, C. (2000). Metabolic age modelling: the lesson from centenarians. *European journal of clinical investigation*, *30*(10), 888-894
26. Pisaruk, A., Shatilo, V., Shchekhlova, I., Naskalova, S., & Mechova, L. (2021). Model of human metabolic age. *Problems of endocrine pathology*, *77*(3), 71-75.
27. Poehlman, E. T. (1989). A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man. *Medicine and science in sports and exercise*, *21*(5), 515-525.
28. Schrack, J. A., Knuth, N. D., Simonsick, E. M., & Ferrucci, L. (2014). "IDEAL" aging is associated with lower resting metabolic rate: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of the American Geriatrics Society*, *62*(4), 667-672.
29. Seghieri, G., Cipollini, F., Arcangeli, E., Fabbri, G., Chiti, I., Fani, L., & Franconi, F. (2008). 9.14 Relation Between Resting Metabolic Rate and Blood Pressure in Overweight-Obese People: Effect of Gender. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, *15*(3), 274-274.
30. Smith, E. L., Di Fabio, R. P., & Gilligan, C. (1990). Exercise intervention and physiologic function in the elderly. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, *6*(1), 57-68.
31. Snodgrass, J. J., Leonard, W. R., Sorensen, M. V., Tarskaia, L. A., & Mosher, M. J. (2008). The influence of basal metabolic rate on blood pressure among indigenous Siberians. *American Journal of Physical Anthropology: The Official*

Publication of the American Association of Physical Anthropologists, 137(2), 145-155.

32. Sharma, G., & Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clinical interventions in aging, 1(3), 253.*
33. Tomek Roksandić, S., Žuškin, E., Duraković, Z., Smolej-Narančić, N., Mustajbegović, J., Pucarín-Cvetković, J., ... & Milošević, M. (2009). Ljudski vijek: doživjeti i nadživjeti 100 godina?. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 60(3), 375-386.*
34. Weiss, C. O. (2011). Frailty and chronic diseases in older adults. *Clinics in geriatric medicine, 27(1), 39-52.*
35. Vásquez-Alvarez, S., Bustamante-Villagomez, S. K., Vazquez-Marroquin, G., Porchia, L. M., Pérez-Fuentes, R., Torres-Rasgado, E., ... & Gonzalez-Mejia, M. (2021). Metabolic Age, an Index Based on Basal Metabolic Rate, Can Predict Individuals That are High Risk of Developing Metabolic Syndrome. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention, 28(3), 263-270.*
36. Westerterp, K. R., & Plasqui, G. (2004). Physical activity and human energy expenditure. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care, 7(6), 607-613.*