

# Utjecaj tjelesne aktivnosti i sastava tijela na izvedbu Harvardskog step testa kao pokazatelja razine fizičke spremnosti studenata Sveučilišta u Rijeci

---

Jelovčić, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:980659>

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

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

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
FIZIOTERAPIJA

Kristina Jelovčić

UTJECAJ TJELESNE AKTIVNOSTI I SASTAVA TIJELA NA IZVEDBU  
HARVARDSKOG STEP TESTA KAO POKAZATELJA RAZINE FIZIČKE  
SPREMNOSTI STUDENATA SVEUČILIŠTA U RIJECI: rad s istraživanjem

Diplomski rad

Rijeka, 2024.

UNIVERSITY OF RIJEKA

FACULTY OF HEALTH STUDIES

GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF PHYSIOTHERAPY

Kristina Jelovčić

THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY AND BODY COMPOSITION  
ON THE PERFORMANCE OF THE HARVARD STEP TEST AS AN  
INDICATOR OF PHYSICAL FITNESS LEVELS OF THE STUDENTS AT THE  
UNIVERSITY OF RIJEKA: research

Rijeka, 2024.

## Izvjeshće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

### Opći podatci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija
Studij	Diplomski studij Fizioterapija
Vrsta studentskog rada	Diplomski rad
Ime i prezime studenta	Kristina Jelovčić
JMBAG	

### Podatci o radu studenta:

Naslov rada	UTJECAJ TJELESNE AKTIVNOSTI I SASTAVA TIJELA NA IZVEDBU HARVARDSKOG STEP TESTA KAO POKAZATELJA RAZINE FIZIČKE SPREMNOSTI STUDENATA SVEUČILIŠTA U RIJECI
Ime i prezime mentora	Prof.dr.sc.Daniela Malnar
Datum zadavanja rada	15.12.2023.
Datum predaje rada	12.09.2024.
Identifikacijski br. podneska	2456728846
Datum provjere rada	17.09.2024.
Ime datoteke	17.09.
Veličina datoteke	764.57
Broj znakova	101 991
Broj riječi	16 592
Broj stranica	71

### Podudarnost studentskog rada:

PODUDARNOST	5%
Ukupno	5%
Izvori s interneta	3 %
Studentski radovi	2%

### Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	17. rujan 2024.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/>
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	Rad zadovoljava sve uvjete znanstvenog rada.

Datum

Potpis mentora

30. rujan 2024.

*Keal*

Mentor rada: prof.dr.sc. Daniela Malnar

Komentar rada: upisati samo ako rad ima komentara

Diplomski rad obranjen je dana 30.9.2024. na Fakultetu zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, pod povjerenstvom u sastavu:

1. doc.dr.sc. Hrvoje Vlahović
2. doc.dr.sc. Mirela Vučković
3. prof.dr.sc. Daniela Malnar

## **ZAHVALA**

*Veliko hvala mojoj mentorici prof. dr. sc. Daniela Malnar, dr.med. na podršci, strpljenju i stručnim savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada. Također, iskreno hvala komentoru Verneru Marijančiću, mag.rehab. educ. na sudjelovanju u istraživanju i nesebičnoj pomoći.*

*Zahvaljujem se i svojoj obitelji na razumijevanju i podršci tijekom svih godina studiranja.*

*Hvala Nikoli što me potiče da budem najbolja verzija sebe.*

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Tjelesna aktivnost .....	2
1.1.2. Studenti i tjelesna aktivnost .....	4
1.1.3. Procjena razine tjelesne aktivnosti IPAQ upitnikom .....	6
1.2. Fizička sprema .....	8
1.2.1. Određivanje fizičke spreme Harvardskim step testom .....	10
1.3. Nepromjenjivi čimbenici koji mogu utjecati na razinu fizičke spreme .....	11
1.3.1. Genetika .....	11
1.3.2. Dob i spol.....	12
1.4. Promjenjivi čimbenici koji mogu utjecati na razinu fizičke spreme.....	12
1.4.1. Uobičajena tjelesna aktivnost i vježbanje .....	12
1.4.2. Sjedilačko ponašanje.....	14
1.5. Sastav tijela .....	15
1.5.1 Analiza sastava tijela putem bioelektrične impedancije .....	16
2. CILJEVI I HIPOTEZE .....	18
3. ISPITANICI I METODE .....	19
3.1. Ispitanici.....	19
3.2. Postupak i instrumentarij .....	19
3.3. Statistička obrada podataka.....	21
3.4. Etički aspekti istraživanja .....	21
4. REZULTATI.....	23
5. RASPRAVA .....	41
6. ZAKLJUČAK.....	47
LITERATURA .....	48
PRIVITCI.....	59
Privitak A: Popis slika .....	59
Privitak B: Popis tablica.....	59
Privitak C: IPAQ upitnik – skraćena verzija.....	60

ŽIVOTOPIS..... 61



## POPIS KRATICA:

<b>BIA</b>	analiza bioelektrične impedancije (eng. <i>bioelectrical impedance analysis</i> )
<b>ECW</b>	izvanstanična voda (eng. <i>extra cellular water</i> )
<b>HDL</b>	lipoprotein visoke gustoće (eng. <i>high density lipoprotein</i> )
<b>ICW</b>	unutarstanična voda (eng. <i>intracellular water</i> )
<b>IPAQ</b>	Međunarodni upitnik o tjelesnoj aktivnosti IPAQ (eng. <i>The International Physical Activity Questionnaire</i> )
<b>LDL</b>	lipoprotein niske gustoće (eng. <i>low density lipoprotein</i> )
<b>MET</b>	Metabolički ekvivalent
<b>MRI</b>	magnetska rezonancija (eng. <i>magnetic resonance imaging</i> )
<b>SNP</b>	jednonukleotidni polimorfizmi (eng. <i>single-nucleotide polymorphisms</i> )
<b>TBK</b>	ukupni tjelesni kalij (eng. <i>total body potassium</i> )
<b>VO2max</b>	maksimalni aerobni kapacitet
<b>WHO</b>	Svjetska zdravstvena organizacija (eng. <i>World Health Organization</i> )

## SAŽETAK

**Uvod i cilj istraživanja:** Fizička sprema mladih odraslih osoba ključna je za održavanje mentalnog i fizičkog zdravlja te prevenciju kroničnih bolesti kasnije u životu. Cilj istraživanja bio je ispitati povezanost sastava tijela, tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme i izvedbe Harvardskog step testa kao faktora koji mogu utjecati na razinu fizičke spremnosti studenata Sveučilišta u Rijeci te ispitati postoji li razlika u rezultatima između ispitanika muškog i ženskog spola.

**Ispitanici i metode:** U istraživanje je uključeno 80 studenata Sveučilišta u Rijeci, oba spola i bez kroničnih oboljenja ili deformiteta. Podaci su se prikupljali s pomoću IPAQ upitnika skraćene verzije, Harvardskog step testa te analize sastava tijela bioelektričnom impedancijom s pomoću Tanita vage. Podaci su obrađeni u programu Statistica 14.0.0.15 koristeći Spearmanov koeficijent korelacije, Mann-Whitney test i Studentov-t test za velike nezavisne uzorke.

**Rezultati:** Sastav tijela, odnosno postotak masnog i mišićnog tijela nije statistički značajno povezan s indeksom fizičke spreme. Pokazalo se kako nema značajne razlike između indeksa fizičke spreme studenata i studentica. Osim toga, primijećeno je da povećani broj ukupnih MET-minuta/tjedan kod ispitanika u statistički značajnoj pozitivnoj korelaciji s indeksom fizičke spreme. Iako nema značajne razlike u rezultatima IPAQ upitnika za hodanje i intenzivne tjelesne aktivnosti između studenata i studentica, prisutna je značajna razlika u rezultatima umjerene tjelesne aktivnosti, kao i u sveukupnim rezultatima upitanika prema kojima su se studenti pokazali aktivnijima u slobodno vrijeme.

**Zaključak:** Rezultati ove studije pružili su uvid u razine tjelesne spremnosti i tjelesne aktivnosti među studentima Sveučilišta u Rijeci, kao i u povezanost između sastava tijela i tjelesne aktivnosti s fizičkom spremnošću. Istraživanje je pokazalo da se većina ispitanika nalazi u rasponu od niske do prosječne fizičke spremnosti, s primjetnim brojem ispitanika koji su u lošoj fizičkoj spremi.

**Ključne riječi:** Harvardski step test, indeks fizičke spreme, sastav tijela, studenti, tjelesna aktivnost

## SUMMARY

**Introduction and Aim of the Research:** Physical fitness in young adults is crucial for maintaining mental and physical health and preventing chronic diseases later in life. The aim of this research was to examine the relationship between body composition, leisure-time physical activity, and performance on the Harvard Step Test as factors that may influence the fitness level of students at the University of Rijeka, as well as to explore whether there are differences in results between male and female participants.

**Participants and Methods:** The study included 80 students from the University of Rijeka, both genders, without chronic diseases or deformities. Data were collected using the short version of the IPAQ questionnaire, the Harvard Step Test, and body composition analysis via bioelectrical impedance using a Tanita scale. Data were processed in Statistica 14.0.0.15 using Spearman's correlation coefficient, Mann-Whitney test, and Student's t-test for large independent samples.

**Results:** Body composition, specifically the percentage of fat and muscle, was not statistically significantly associated with the fitness index. There was no statistically significant difference in the fitness index between male and female students. Additionally, a statistically significant positive correlation was observed between the total number of MET-minutes/week and the fitness index. Although there was no statistically significant difference in IPAQ questionnaire results for walking and vigorous physical activity between male and female students, a significant difference was found in moderate physical activity and overall questionnaire results, with male students being more active in their leisure time.

**Conclusion:** The results of this study provided insight into the levels of physical fitness and physical activity among students at the University of Rijeka, as well as the relationship between body composition and physical activity with fitness levels. The research showed that the majority of participants fell within the range of low to average physical fitness, with a noticeable number of participants in poor physical condition.

**Keywords:** body composition, Harvard Step Test, physical activity, physical fitness index, students

## 1. UVOD

Procjena razine tjelesne aktivnosti sve je učestaliji pokazatelj zdravlja populacije. Osim zbog lakšeg obavljanja svakodnevnih zadataka i normalnog funkcioniranja, osviještenost o tjelesnoj aktivnosti smanjuje mogućnost pojave pretilosti i potencijalnih zdravstvenih problema (1). Sastav tijela predstavlja usporedbu postotka tjelesne težine, odnosno masnoća s postotkom tjelesne težine drugih tkiva, kao što su kosti i mišići (2).

Danas su dostupne minimalno invazivne metode izračunavanja sastava tijela kojima se između ostalog dobivaju podaci o postotku mišićne mase, potkožnog masnog tkiva i vode u organizmu (3). Analiza bioelektrične impedancije (eng. *Bioelectrical impedance analysis - BIA*) je često korištena neinvazivna metoda kojom se utvrđuje sastav tijela na temelju različitog električnog otpora tkiva. Tijekom kontakta s vagom, električni signali prolaze kroz mišićno tkivo, masno tkivo i vodu. S obzirom na različite koncentracije vode u tkivima i provodnost istih, najčešće se dobivaju podaci o masi i postotku masti i mišića, masi kostiju i vodi u organizmu (4).

Harvardski step test razvili su Brouha i suradnici 1943. u *Harvard Fatigue Laboratories* tijekom Drugog svjetskog rata, a predstavlja test aerobne kondicije i reakcije srčane frekvencije u oporavku nakon rada. Značajke ovog testa su jednostavna provedba i minimalna oprema. Sudionici koračaju brzinom od 30 koraka u minuti tijekom 5 minuta ili do iscrpljenosti (5).

Indeks fizičke spremnosti (eng. *Physical fitness index*) pokazatelj je fizičke spremnosti za mišićni rad i sposobnost oporavka od rada, a u ovom istraživanju, rezultati Harvardskog step testa koristit će se za izračunavanje istog (6).

Međunarodne upitnike o tjelesnoj aktivnosti (engl. *The international Physical Activity Questionnaires, IPAQ*) sačinjava set od 4 upitnika. Njihov razvoj započeo je u Ženevi 1998. godine, a kroz opsežna ispitivanja pouzdanosti i valjanosti u 12 zemalja, rezultati su pokazali da te mjere imaju prihvatljiva mjerna svojstva za primjenu u raznim okruženjima, te da su prikladne za razne studije prevalencije sudjelovanja populacije u tjelesnoj aktivnosti. Svrha upitnika je dobivanje podataka o tjelesnoj aktivnosti kod mladih i sredovječnih odraslih ljudi (15-69 godina). U ovom radu primijenit će se 4. dio upitnika koji se odnosi na rekreaciju, sport i tjelesnu aktivnost u slobodno vrijeme (7).

Rad će prikazati na koji način sastav tijela (postotak masnog i nemasnog tkiva) i razina tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme utječu na izvedbu testa aerobne kondicije, odnosno Harvardskog step testa kod studenata. Na temelju rezultata analizirat će se postoji li povezanost između sastava tijela i razine tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme s aerobnom izdržljivošću te postoji li razlika između aerobne izdržljivosti ispitanika muškog i ženskog spola, te postoji li značajna razlika u rezultatima IPAQ upitnika tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme, a sve u svrhu procjene razine fizičke spremnosti studenata Sveučilišta u Rijeci.

### *1.1. Tjelesna aktivnost*

Tjelesna aktivnost definira se kao svaki tjelesni pokret koji proizvode skeletni mišići pri čemu se troši energija. Vježbanje je fizički napor tijela tijekom tjelesne aktivnosti koji rezultira boljom razinom tjelesne spremnosti, te utječe kako na fizičko tako i na mentalno zdravlje (8).

Nedovoljna razina tjelesne aktivnosti povezana sa sjedilačkim načinom života, kao i lošim prehrambenim navikama, može dovesti do pretilosti te različitih kroničnih bolesti kao što su dijabetes, aterogena hiperlipidemija i arterijska hipertenzija. Istodobna pojava ovih stanja može dovesti do metaboličkog sindroma ili nepovoljnih kardiovaskularnih incidenata, a u konačnici i do prerane smrti (9).

Redovita tjelesna aktivnost dovodi do pozitivnih promjena u ljudskom tijelu, što omogućuje prevenciju pretilosti i kardiovaskularnih problema, smanjenje prekomjernog masnog tkiva, poboljšanje snage, mišićne izdržljivosti i motoričke koordinacije, smanjenje rizika od demencije i depresije, poboljšanje mineralizacije kosti, jačanje imunološkog sustava. Tjelesna aktivnost poboljšava učinkovitost respiratornih procesa i povećava protok krvi, što rezultira učinkovitijom opskrbom organa i tkiva kisikom i hranjivim tvarima. Vježbanje potiče i poboljšava funkcioniranje ljudskog tijela povećavajući ili održavajući njegovu fizičku učinkovitost i kapacitete. Svakodnevna tjelesna aktivnost ključna je za zdravo starenje što osigurava dulji životni vijek (10).

Globalne smjernice Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) za zdravstvenu dobrobit odraslih osoba od 18 do 65 godina, preporučuju najmanje 150-300 minuta aerobne tjelesne

aktivnosti umjerenog intenziteta ili 75-150 minuta aerobne tjelesne aktivnosti visokog intenziteta tjedno. Osim toga, preporučuju se i aktivnosti jačanja mišića umjerenog ili većeg intenziteta koji uključuju sve glavne mišićne skupine dva ili više dana u tjednu (11).

Međutim, unatoč sve većem značaju koji se pridaje održivim intervencijama za promicanje tjelesne aktivnosti u zemljama članicama Europske unije, stope tjelesne neaktivnosti ostaju alarmantno visoke. Prema podacima iz 2022. godine 45 % stanovnika Europske unije ne vježba niti se bavi sportom (12).

Masa ljudskog tijela osjetljiva je na promjene koje proizlaze iz energetske ravnoteže, a to je razlika između energije dobivene prehranom i utroška energije potrebne za funkcioniranje tijela i dodatnu tjelesnu aktivnost (13). Pozitivna energetska bilanca dovodi do prekomjernog nakupljanja masnog tkiva u tijelu, što rezultira prekomjernom težinom ili pretilošću (14).

Procjena parametara tjelesnog tkiva, kao što su tjelesna masa bez masti i postotak tjelesne masti, kao i postotak vode u tijelu, važna je iz niza razloga. Najčešće se istraživanja provode kako bi se odredila odgovarajuća prehrana, istražili učinci tjelovježbe, odabrao odgovarajući trening i utvrdile razvojne norme. Procjena sastava tijela provodi se, primjerice, s pomoću antropometrijskih mjerenja i analize bioelektrične impedancije (15).

U literaturi postoje mnoga izvješća iz istraživanja koja istražuju odnose između tjelesne aktivnosti i sastava tijela; međutim, oni su uglavnom usredotočeni na populaciju djece i adolescenata, kao i na osobe s pretilošću (16, 17). S druge strane, malo je studija koje istražuju ovaj odnos u određenim populacijama mladih odraslih osoba (18, 19).

Pozitivni učinci tjelesne aktivnosti i redovite tjelovježbe na zdravlje prijavljeni su u svim dobnim skupinama u epidemiološkim studijama i prospektivnim, longitudinalnim studijama (20, 21, 22).

Dobrobit vježbanja odnosi se na fizičko zdravlje kao što je poboljšana tjelesna kompozicija, zdraviji profili lipoproteina i razine kolesterola, manja prisutnost upalnih procesa u organizmu, niži krvni tlak, bolja kardiorespiratorna funkcija i ravnoteža autonomnog živčanog sustava te poboljšane kognitivne sposobnosti (23). Dakle, tjelesna aktivnost u svim dobnim skupinama povezana je s brojnim zdravstvenim poboljšanjima.

### *1.1.2. Studenti i tjelesna aktivnost*

Studenti su u razdoblju tranzicije u svojim životima. Za mnoge to uključuje promjene u njihovim životnim navikama dok prelaze iz strukturiranog okruženja (srednja škola) u relativno nestrukturirano okruženje (sveučilište) (24). Ovo razdoblje može biti jedno od stresnijih u životu osobe (25). Sveučilišni život uključuje vrlo izazovne odgovornosti, nove i nepoznate situacije i složenije akademske zadatke. Prijelazom iz srednje škole na fakultet, razina tjelesne aktivnosti opada što može utjecati na obrasce zdravstveno usmjerenog ponašanja kasnije u životu (26).

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), adolescenti su osobe između 15 i 19 godina, a mladi su osobe između 15 i 24 godine. Međutim, WHO priznaje da se pojmovi "adolescenti", "mlade odrasle osobe" i "mladi" koriste naizmjenično (27).

Bez obzira na nomenklaturu koja se koristila za definiranje ove faze života, životni stil stečen u ovom razdoblju može odrediti zdravlje i životno stanje pojedinca, budući da donesene odluke mogu utjecati na buduće sposobnosti i kvalitetu života. U ovom su periodu zdravstveni rizici raznoliki i brzo se mijenjaju, uz biološki rast i razvoj koji se još uvijek intenzivno odvijaju stoga su često zanemareni od strane zdravstvenih sustava i društva (28, 29).

Mladi danas žive u sredini gdje su prilike za tjelesnu neaktivnost sve učestalije. Na fakultete se više voze nego pješake ili bicikliraju, a tjelesni odgoj u sklopu obrazovanja sveden je na minimum. Ekрани mobitela, računala, televizora svuda su oko nas, a "vrijeme ispred ekrana" (engl. "screen time") važna je komponenta svakodnevnog života koja otežava fokus i smanjuje zainteresiranost za kretanjem i bavljenje sportom (28, 30). Sjedilački način života u porastu je među adolescentima diljem svijeta. Istraživanje na 476 brazilskih studenata nutricionizma i zdravlja, provedeno 2021. godine, pokazalo je da 48% adolescenata i 53 % mladih odraslih osoba nije zadovoljilo preporučene razine tjelesne aktivnosti, a gotovo 30 % adolescenata i 45 % mladih odraslih imalo je višak kilograma (31).

Uz neaktivnost, prijelaz na fakultet povezan je s povećanom izloženošću drugim ponašanjima rizičnim za fizičko i mentalno zdravlje poput lošijih prehrambenih navika, pušenja, konzumacije alkohola i zlouporabe tvari. S druge strane, redovita tjelesna aktivnost povezuje se s pozitivnim učinkom na mentalno zdravlje u vidu smanjenja simptoma depresije i poboljšanja cjelokupnog emocionalnog blagostanja (32). Presječno istraživanje Denche-Zamorano Á i

suradnika, provedeno na 4195 mladih u dobi 15-35 godina, pokazalo je da fizička neaktivnost dovodi do povećanog rizika razvoja mentalnih bolesti (33).

Osim izravnog utjecaja na poboljšanje fizičkog zdravlja i sveukupne fizičke spremne populacije mladih, tjelesna aktivnost povezana je i sa zdravljem mozga i kognicijom. Iako mehanizam utjecaja nije u potpunosti razjašnjen, poznato je da tjelesna aktivnost povećava dostupnost neurotrofina i faktora rasta u mozgu što rezultira povećanjem broja sinaptičkih veza i razvoja novih neurona te poboljšanja funkcionalne povezanosti između regija mozga tijekom kompleksnijih zadataka. Istraživanjem iz 2020. proučavao se odnos između neuralne učinkovitosti i razine tjelesne aktivnosti među 132 mladih odraslih osoba korištenjem Stroop testa. Stroopov test, pojednostavljena verzija originalnog eksperimenta, daje subjektima nekongruentne informacije tako što se boja riječi razlikuje od ispisane riječi ( primjerice riječ crvena ispisana zelenom bojom). Stroop test može se koristiti za mjerenje sposobnosti i vještina selektivne pažnje osobe te brzine obrade podataka. Sudionici su bili podijeljeni u manje aktivnu skupinu i više aktivnu skupinu na temelju IPAQ online upitnika, a zatim su dobili zadatak da odgovore na boju kojom je riječ ispisana, dok je značenje riječi bilo podudarno ili nepodudarno s bojom. Rezultati su pokazali da su mladi odrasli u aktivnijoj skupini pokazali kraće vrijeme odgovora i nižu intraindividualnu varijabilnost vremena odgovora od onih u manje aktivnoj skupini (34).

Razina tjelesne aktivnosti i ponašanje mladih u ovom periodu života određeno je s više različitih čimbenika. Oni su kategorizirani u tri velike skupine: intrapersonalni čimbenici (primjerice intrinzična motivacija), međuljudski čimbenici (primjerice društvena podrška) i čimbenici okoline (organizacije, zajednica i politika). Na individualnoj razini, osobne karakteristike kao što su pozitivni stavovi i uvjerenja, znanje i svijest o dobrobiti tjelesne aktivnosti i rizicima tjelesne neaktivnosti predviđaju veću angažiranost u redovitoj tjelesnoj aktivnosti (35).

Drugi važan intrapersonalni čimbenik koji utječe na usvajanje tjelesne aktivnosti je motivacija. Ljudi s visokom intrinzičnom samoodređenom motivacijom (umjesto ekstrinzične kontrolne motivacije) imaju veću namjeru, izvedbu i održavanje dugotrajne tjelesne aktivnosti (36). Na interpersonalnoj razini, podrška članova obitelji i prijatelja značajan je prediktor nečije izvedbe tjelesne aktivnosti. U studiji provedenoj na Novom Zelandu koja je istraživala motive koji stoje iza bavljenja tjelesnom aktivnošću tijekom prijelaza iz srednje škole na fakultet, pokazalo se da



aktivni studenti znatno veći naglasak stavljaju na upoznavanje novih ljudi ili stvaranje novih prijateljstava u usporedbi s manje aktivnim kolegama (37).

### *1.1.3. Procjena razine tjelesne aktivnosti IPAQ upitnikom*

Pregledom literature, može se ustanoviti da metode za procjenu razine tjelesne aktivnosti možemo klasificirati kao izravna opažanja ili objektivno procijenjena tjelesna aktivnost i neizravna ili subjektivno procijenjena tjelesna aktivnosti (38). Ispitivanja na velikim populacijama donedavno su se oslanjala isključivo na upitnike kao jednu od subjektivnih metoda procjene. Jednostavni su za primjenu, dostupni i primjenjivi u velikim epidemiološkim ispitivanjima. Međutim, ova je metoda podložna pristranosti prisjećanja što može dovesti do precjenjivanja fizičke aktivnosti prilikom rješavanja upitnika (39). Iz tog razloga, danas su u procjeni tjelesne aktivnosti sve češće primjenjivani akcelerometri zbog njihove veće pouzdanosti u usporedbi s upitnicima (40). Ipak, akcelerometri imaju ograničenja, poput podcjenjivanja potrošnje energije u određenim aktivnostima kao i izazova povezanih s troškovima, obradom podataka i usklađenošću sudionika. Unatoč napretku u razvoju sustava nadzora tjelesne aktivnosti, upitnici ostaju dominantan alat sa širokom primjenom (41).

Međunarodni upitnik o tjelesnoj aktivnosti (engl. The International Physical Activity Questionnaire, IPAQ) jedan je od mnogih načina kojim se procjenjuje razina tjelesne aktivnosti u populaciji mlađih odraslih i odraslih osoba (15-69 godina). Duga verzija IPAQ upitnika sadrži 4 domene aktivnosti (tjelesna aktivnost tijekom prijevoza, tjelesna aktivnost na poslu, tjelesna aktivnost u kućanstvu i vrtlarski poslovi i tjelesna aktivnost tijekom slobodnog vremena, uključujući vježbanje i sudjelovanje u sportu, dok kratka verzija IPAQ testa obuhvaća pitanja iz 4 područja (izrazito naporna aktivnost, umjerena tjelesna aktivnost, hodanje i sjedenje). Sva pitanja formulirana su tako da se ispitanik prisjeća određene aktivnosti ili neaktivnosti u posljednjih sedam dana te odgovore zabilježava u satima/minutama provedenima u određenoj aktivnosti ili neaktivnosti. Pri analizi podataka upitnika, rezultati svake aktivnosti mogu biti prikazani u jedinici MET (MET je višekratnik stope metabolizma u mirovanju). Jedinica MET se može pretvoriti u MET minute. MET minuta izračunava se množenjem MET rezultata po obavljenim minutama. Rezultati MET minuta ekvivalentni su kilokalorijama za osobu tjelesne mase od 60 kg. Kilokalorije se mogu izračunati iz MET minuta na sljedeći način: MET-min x težina u

kilogramima/60 kilograma. Danas se primjenjuju standardizirane MET vrijednosti prema radu Ainswortha i suradnika o pouzdanosti i valjanosti IPAQ upitnika koji je ažuriran 3 puta od kako je objavljen 1993. godine, a posljednje ažuriran 2024. godine. U upitniku su uključene sve vrste hodanja, aktivnosti umjerenog intenziteta i aktivnosti jakog intenziteta. Dobivene vrijednosti se koriste za analizu IPAQ podataka, a to su 3,3 MET za hodanje, 4,0 za umjerenu tjelesnu aktivnost i 8 MET za intenzivnu tjelesnu aktivnost (7).

Tablica 1. Kategorije tjelesne aktivnosti prema IPAQ upitniku (7)

KATEGORIJA	KRITERIJI
NEAKTIVNI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nedovoljno aktivni</li> <li>• Ne zadovoljavaju kriterije iz druge dvije skupine</li> </ul>
UMJERENO AKTIVNI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 ili više dana snažne aktivnosti od najmanje 20 minuta dnevno ili</li> <li>• 5 ili više dana aktivnosti umjerenog intenziteta ili hodanja od najmanje 30 minuta dnevno ili</li> <li>• 5 ili više dana bilo koje kombinacije hodanja, aktivnosti umjerenog ili jakog intenziteta aktivnosti koje postižu najmanje 600 METmin/tjedan</li> </ul>
VISOKO AKTIVNI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivnost jakog intenziteta tijekom najmanje 3 dana uz postizanje najmanje 1500 MET-min/tjedan ili</li> <li>• 7 ili više dana bilo koje kombinacije hodanja, aktivnosti umjerenog intenziteta ili aktivnosti snažnog intenziteta koje postižu najmanje 3000 MET minuta/tjedan</li> </ul>

IPAQ je posebno poželjan zbog svojih jedinstvenih pojmova i koncepata, koji su prevedeni na više jezika za korištenje na globalnoj razini (42). Hrvatska verzija dugog IPAQ upitnika za samoevaluaciju pouzdana je za mjerenje razine aktivnost za različita područja i intenzitet tjelesne aktivnosti (43).

## *1.2. Fizička sprema*

Tjelesna aktivnost i tjelesna sprema usko su povezane. Tjelesna sprema definira se kao sposobnost pojedinca da kompetentno i sposobno obavlja svakodnevne aktivnosti bez pretjeranog umora i da s dovoljno energije uživa u provođenju slobodnog vremena, kao i rješava neuobičajene iznenadne situacije. Tjelesna spremnost važna je odrednica zdravlja, a povezana je ne samo s lokomotornim sustavom, već i s cjelokupnim biološkim funkcioniranjem organizma (44). Pretpostavlja se da je tjelesna spremnost povezana kako s dobrim performansama u motoričkim vježbama tako i s učinkovitim radom pojedinih organa i sustava. Za svakog pojedinca ona je svojstvena i vezana uz specifične funkcije i predispozicije, a očituje se u odabranim motoričkim učincima. Rezultati u testovima fitnessa povezani su sa spolom i dobi, kao i tjelesnom masom i detaljnijim parametrima kao što su tjelesna masnoća, mišićna masa i postotak vode u tijelu (45).

Ne postoji univerzalni konsenzus o definiciji ključnih komponenti (dimenzija) fizičke spremnosti. Većina je definirana prema dva cilja: sportska postignuća ili zdravlje. Kondicija povezana sa sportskim postignućima odnosi se na komponente koje su potrebne u pojedinačnim sportskim natjecanjima dok se fizička sprema povezana sa zdravljem odnosi na komponente relevantne za povoljan zdravstveni status. Pod zdravstvenom kondicijom podrazumijevaju se sposobnosti energičnog obavljanja svakodnevnih aktivnosti koje su povezane s manjim rizikom od razvoja kroničnih bolesti i prerane smrti. Kardiorespiratorna komponenta jedna je od najvažnijih komponenti kondicije povezane sa zdravljem. Ona daje uvid u sveukupni kapacitet kardiovaskularnog i dišnog sustava za opskrbu kisikom tijekom dugotrajne tjelesne aktivnosti (46). Mišićno-koštana komponenta uključuje uravnoteženo, zdravo funkcioniranje mišićno-koštanog sustava. To zahtijeva da određeni mišić ili skupina mišića može proizvesti silu kojom bi izdržala ponovljene kontrakcije tijekom vremena ili za održavanje maksimalne voljne kontrakcije tijekom duljeg razdoblja, odnosno mišićne izdržljivost, te izvesti maksimalnu, dinamičku kontrakciju mišića ili skupine mišića u kratkom vremenu (eksplozivna snaga ili mišićna snaga) (47).

Morfološka komponenta odnosi se na relativni položaj mišića, masti, kostiju i drugih vitalnih komponenti ljudskog organizma. Sastav tijela je neophodan za optimalno zdravlje kao i sportsku izvedbu. Višak masnog tkiva iznad optimalne vrijednosti izlaže osobu povećanom zdravstvenom riziku od pretilosti, kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa i malignih bolesti, te

onemogućuje sportašima optimalnu izvedbu u sportovima u kojima dominiraju aktivnosti trčanja ili skakanja.

Motorička komponenta (fizička spremnost povezana s vještinama) sastoji se od čimbenika tjelesne sprema koji su povezani s poboljšanim sportskim postignućima i motoričkim vještinama (47). Vjerojatnije je da će se osobe s dobrom razinom motoričke spremnosti redovito baviti tjelesnom aktivnošću i stoga mogu imati bolju kondiciju povezanu sa zdravljem. Povećana razine tjelesne aktivnosti kod djece, adolescenata i mladih odraslih osoba poboljšava tjelesnu spremnost. Visoka razina kondicije u djetinjstvu ima pozitivan učinak na zdravlje te dugoročni učinak kasnije u životu (47).

Dakle, može se reći da je fizička sprema skup fizičkih osobina koje ljudi posjeduju ili steknu, a odnose se na sposobnost da obavljaju određenu tjelesnu aktivnost. Ove komponente imaju važne implikacije kojima se može utvrditi sposobnost izvođenja rekreacijske ili profesionalne aktivnosti, odrediti prisutnost invaliditeta, prevenirati ozljede te odrediti zdravlje mišića, kostiju i kardiovaskularnog sustava. Stupanj poboljšanja fizičke sprema određuje nekoliko čimbenika, uključujući trening, prehranu, odmor, psihološki faktor te genetika.

Energija neophodna za održavanje života i obavljanje rada generirana je u stanicama na jedan od dva načina: uz korištenje kisika i bez kisika. Općenito, aktivnosti visokog intenziteta koriste energiju uglavnom neovisnu o kisiku, dok aktivnosti niskog intenziteta koriste kisik kako bi zadovoljili svoje energetske potrebe. Stoga se aerobni fitness odnosi na sposobnost organizma da osigura potrebnu energiju za specifičan zadatak u kojem kardiopulmonalni sustav adekvatno opskrbljuje kisikom mišićne stanice. Aerobne aktivnosti sastoje se od ponavljajućih pokreta niskog otpora (primjerice hodanje ili vožnja bicikla) koji traju tijekom relativno dugog razdoblja vremena (obično 5 minuta ili više). Najviše energije za takve aktivnosti je proizlazi iz katabolizma intracelularnog i masnog tkiva (48).

Anaerobna kondicija odnosi se na tjelesnu sposobnost organizma da osigura potrebnu energiju za određeni zadatak neovisno o kisiku. Anaerobnu aktivnost karakterizira intenzivna aktivnosti koja traje relativno kratko vrijeme (sprint, dizanje velike težine, skakanje). Neposredne energetske zahtjeve (otprilike početnih 10 sekundi) za takve aktivnosti ispunjavaju intramuskularne zalihe adenozin trifosfata i fosfokreatina. Ovaj sustav osigurava dovoljno vremena glikolitičkim putevima za stvaranje veće količine energije kojim će se zadovoljiti zahtjevi

za produljeno trajanje aktivnosti sljedeće 2 do 3 minute izvan početne faze. Energetski zahtjevi za maksimalan rad ili blizu maksimalnog rada dulje od 2 do 3 minute, premašuju kapacitete anaerobnih puteva. Samim time, intenzitet rada se smanjuje ili potpuno prestaje. Također, važno je napomenuti da mišićne stanice nikada ne djeluju u potpunosti anaerobno ili aerobno već ova dva energetska sustava djeluju zajedno osiguravajući energiju za cijelo tijelo. Međutim, s obzirom na vrstu aktivnosti, jedan sustav će uvijek biti dominantniji (48).

### *1.2.1. Određivanje fizičke spremne Harvardskim step testom*

Tjelesna spremnost može se točno i precizno izmjeriti laboratorijskim metodama; međutim, zbog potrebe za kvalificiranim tehničarima i sofisticiranim instrumentima, kao i zbog visokih troškova i vremenskih ograničenja, još uvijek nije izvedivo da se laboratorijska ispitivanja provode na cijeloj populaciji te bilo gdje. Suprotno tome, testovi fitnessa jednostavni su za provođenje, uključuju minimalnu opremu, imaju nisku cijenu i mogu se koristiti na većem broju sudionika tijekom određenog razdoblja (49). Ovakvi testovi, poput Harvardskog step testa, naširoko se koriste za mjerenje i procjenu tjelesne spremnosti djece, adolescenata i mladih odraslih osoba.

Testovi za procjenu fizičke spremnosti povezane sa zdravljem moraju ispunjavati niz temeljnih zahtjeva; moraju biti povezani s trenutnim i budućim zdravljem osobe, potkrijepljeni prethodnim znanstvenim testiranjima i dokazima te biti valjani, pouzdani, izvedivi, sigurni i jednostavni za izvođenje, kako u kliničkom kontekstu, tako i u kontekstu epidemiološke studije (50).

Harvardski Step Test razvijen je kasnih 1940-ih u *Harvard Fatigue Laboratory*, istraživačkoj instituciji usmjerenoj na proučavanje ljudske fiziologije u različitim uvjetima stresa, uključujući vježbanje, umor i ekstremne napore. Laboratorij je 1927. godine osnovao Lawrence J. Henderson, ali je sam test prvenstveno razvijen pod vodstvom dr. Boruhe i suradnika. Primarna svrha testa bila je pružiti jednostavan, ali učinkovit način procjene kardiovaskularne spremne, što je bilo ključno za procjenu fizičkih sposobnosti vojnika tijekom Drugog svjetskog rata. Harvard Fatigue Laboratory ključan je u oblikovanju moderne fiziologije vježbanja, a Harvardski Step Test jedan od njegovih značajnih doprinosa (5). Test je stekao široku prihvaćenost zbog svoje jednostavnosti, minimalnih zahtjeva za opremom i lakoće korištenja, što ga čini dostupnim za

procjenu fitnessa u različitim populacijama. Postao je standardna metoda za procjenu aerobne kondicije i izdržljivosti i postavio je temelje za mnoge kasnije testove kondicije (5).

Broj otkucaja srca primarni je parametar za procjenu aerobnog kapaciteta prilikom izvođenja step testova. Ovi testovi razlikuju se u ritmu koraka, visini platforme, trajanju testa, broju ponavljanja i metodi bodovanja. Harvardski step test mjeri tjelesnu spremnost korištenjem matematičke formule za određivanje broja indeksa odnosno Indeks tjelesne spreme. Brouha i suradnici koristili su ovaj test u proučavanju fizičke spremnosti studenata i mjerenju fizičke spremnosti za naporan mišićni rad kod odraslih mladića. Brouha u svom radu navodi da kada se indeks fizičke spreme izračuna, on se definira na sljedeći način: ispod 55 = loše fizičko stanje; od 55 do 64 = nizak prosjek; od 65 do 79 = visok prosjek; od 80 do 89 = dobro; iznad 90 = izvrsno (51, 52).

### *1.3. Nepromjenjivi čimbenici koji mogu utjecati na razinu fizičke spreme*

#### *1.3.1. Genetika*

U odraslih osoba primijećeno je da odgovor pojedinca na tjelesnu aktivnost uvelike varira, pri čemu neki značajno povećavaju svoju kardiorespiratornu kondiciju, dok se kod nekih prilikom aktivnosti zamjećuje samo minimalno povećanje (53). Istraživanje Sarzynski i suradnika pokazalo je da je čak do 50 % odgovora pojedinca na trening naslijeđeno (54). Istraživanjem iz 2020. godine dokazala se genetska povezanost s VO<sub>2</sub>max izvedbom (maksimalni aerobni kapacitet kojeg tijelo može iskoristiti u jednoj minuti tijekom napora) koristeći baze podataka genotip-fenotip i *in silico* alate odnosno putem softvera za računalne simulacije. Također, istraživači su predložili genetski potpis urođenog VO<sub>2</sub>max. On se sastoji od 9 SNP-ova (eng. single-nucleotide polymorphisms) odnosno jednonukleotidnih polimorfizama (pojava zamjene mjesta jednog od nukleotida nekim drugim nukleotidom), prema kojima se mogu razlikovati osobe s visokom i niskom kondicijom na temelju istovremenog posjedovanja višestrukih povoljnih alela (55, 56). No, dokazi koji podupiru specifične genetske polimorfizme koji utječu na kardiorespiratorni fitness i dalje su slabi, a mehanizmi kojima geni utječu na njega još uvijek nisu jasni (57). Potrebne su buduće studije koje kombiniraju nekoliko velikih kohorti s izravno izmjerenim VO<sub>2</sub>max kako bi se identificiralo više SNP-ova povezanih s ovim složenim fenotipom.

### *1.3.2. Dob i spol*

Iako se razina fizičke spremne povećava kod oba spola tijekom perioda odrastanja, povećanje kod djevojčica odvija se sporijom brzinom (58). Nadalje, ženska srca i glavne krvne žile obično su manje od onih u muškaraca iste tjelesne težine, etničke pripadnosti i kronološke dobi (59). Još jedna fiziološka spolna razlika koja potencijalno utječe na reakciju na tjelovježbu je ta da su izdržljivija mišićna vlakna tipa I brojnija kod žena (60). Istraživanje Ansdell i suradnika, pokazalo je da tijekom istog razdoblja vježbanja visokog intenziteta žene imaju tendenciju doživjeti manje kontraktilne disfunkcije povezane s umorom perifernih mišića nego muškarci, što znači veću otpornost na umor i brži oporavak (61). Nadalje, istraživanje Tikanmäki i suradnika, pokazalo je kako prerano rođena djeca, u kasnijoj dobi kao mlade odrasle osobe, imaju slabiju fizičku spremu od kontrolne skupine, a samim time podložnija su razvoju kardiometaboličkih i drugih kroničnih bolesti. Mehanizam nije u potpunosti jasan, ali može biti povezan s manjim volumenom pluća (62).

Osim što utječe na razvoj pluća, postoje dokazi da prerani porod utječe na razvoj djetetovog autonomnog živčanog sustava jer se on razvija u trećem tromjesečju trudnoće i poremećen je prijevremenim porodom. Posljedično, nedonoščad, ali i djeca te mlade odrasle osobe pokazuju manju varijabilnost otkucaja srca uz odgođen oporavak pulsa (63). Yang i suradnici, u svom istraživanju pokazali su ispitanici u dobi od 26-30 godina, rođeni kao novorođenčad s vrlo niskom porođajnom težinom, imali značajno smanjen unos kisika i pulsa pri vrhuncu vježbanja, oslabljenu funkciju pluća, promijenjenu strukturu i funkciju lijeve klijetke, smanjenu veličinu desnog atrija i ventrikula te generalno smanjen kapacitet vježbanja (64).

## *1.4. Promjenjivi čimbenici koji mogu utjecati na razinu fizičke spremne*

### *1.4.1. Uobičajena tjelesna aktivnost i vježbanje*

Pretpostavlja se da fizički aktivni pojedinci ujedno imaju i višu fizičku spremu. Međutim, povezanost uobičajene tjelesne aktivnosti i fizičke spremne je mala do umjerena, dok se većina dobrobiti zamjećuje samo uz dugotrajnu intenzivnu tjelesnu aktivnost (65).

Iako genetska varijacija pridonosi razlikama u fizičkoj kondiciji (55), glavna promjenjiva determinanta fizičke kondicije je uobičajena fizička aktivnost. Programi tjelesne aktivnosti unutar

škola pružaju dokaze da povećanje količine dnevne intenzivne tjelesne aktivnosti povećava kondiciju u djece, a presječne analize su pokazale da je intenzivna tjelesna aktivnost jače povezana s kondicijom nego umjerena tjelesna aktivnost. Iako su podaci o mladim ljudima ograničeni, studije za odrasle pokazale su da je redovita, kratka, ali intenzivna tjelesna aktivnost vrlo učinkovita u poboljšanju pokazatelja zdravlja, uključujući fizičku kondiciju (65).

Provođenje intenzivne tjelesne aktivnosti bi moglo biti praktičnije i ostvarivije od umjerene tjelesne aktivnosti, budući da je predloženo da odrasli trebaju izvoditi >150 minuta tjedno umjerene tjelesne aktivnosti u usporedbi sa samo >75 minuta intenzivne tjelesne aktivnosti kako bi se smanjio rizik od kardiovaskularnih bolesti (66).

Američko kardiološko društvo izdalo je preporuke o tjelesnoj aktivnosti i intenzitetu tjelesne aktivnosti prema Smjernicama za tjelesnu aktivnost, 2. izdanje, koje je objavio Odjel za zdravstvo i socijalne usluge, Ured za prevenciju bolesti i promicanje zdravlja. Smjernice se temelje na trenutnim znanstvenim dokazima koji podupiru povezanost između tjelesne aktivnosti, ukupnog zdravlja i dobrobiti, prevencije bolesti i kvalitete života (67).

Primjeri umjerene aerobne tjelesne aktivnosti koje su naveli su: brzo hodanje (najmanje 4 km/h), pilates u vodi, ples, vrtlarstvo, tenis u parovima, vožnja bicikla sporije od 16 km/h. Od aerobnih aktivnosti jakog intenziteta naveli su: planinarenje uzbrdo ili s teškim ruksakom, trčanje, plivanje, snažan aerobni ples (pojedinačni), bicikliranje 16 km/h ili brže, preskakanje užeta.

U istraživanju Özcan i suradnika, o utjecaju pilatesa u vodi na zdravlje populacije mladih žena, ustanovljeno je da je grupa koja je provodila program vježbanja u vodi ostvarila statistički značajan napredak u pogledu mišićne snage, fleksibilnosti i ravnoteže (68).

Citozi i suradnici proveli su istraživanje na 24 studenta fizioterapije u dobi 19-24 godine. Nakon aktivnosti poput pješaćenja, žene su se pokazale bolje rezultate u testovima ravnoteže u odnosu na muškarce. Sudionici su bili stacionirani u kampu, iz kojeg su svakodnevno morali pješaćiti po neravnom i brdovitom terenu 10-13 kilometara, postupno povećavajući duljine pješaćkih tura. Testiran im je balans prije i nakon 20 dana istraživanja s pomoću balansne platforme te je ustanovljeno da pješaćenje po neravnom terenu ima pozitivan utjecaj na balans (69). Također, Zou i suradnici ispitivali su utjecaj bambusovog plesa na kineskim studentima, a na kraju



programa, eksperimentalna skupina pokazala je značajan napredak u ravnoteži (3,6 %), agilnosti (0,18 %), snazi (0,33 %) i eksplozivnoj snazi (0,42 %) u odnosu na kontrolnu skupinu (70).

Za razliku od svih drugih istraživanja u kojima su autori željeli pokazati da primjena tjelesne aktivnosti pozitivno utječe na tjelesnu spremnost mladih, Mitrović i suradnici ispitali su utjecaj izostanka tjelesnog odgoja kao kolegija na tjelesnu spremnost studenata u razdoblju od osam mjeseci. Došli su do zaključka da izostanak ove vrste fizičke aktivnosti tijekom studija, uzrokuje značajan pad tjelesne kondicije, što može biti pokazatelj da već stečena tjelesna spremnost može opasti ako se fizička aktivnost ne prakticira redovito (71).

#### *1.4.2. Sjedilačko ponašanje*

Tijekom proteklog desetljeća, vrijeme provedeno u sjedećem položaju (sjedilačko ponašanje) i bavljenje specifičnim sjedilačkim aktivnostima (kao što je rad na računalu) brzo su se pojavili kao mogući dodatni čimbenici rizika za zdravlje i dobrobit adolescenata i mladih (72). Sjedilački način života odnosi se na sjedenje ili ležanje tijekom budnih sati, što obično podrazumijeva manju potrošnju energije. Sjedilačko ponašanje (eng. sedentary behaviour), razlikuje se od fizičke neaktivnosti, a definira se kao bilo koje ponašanje u budnom stanju koje je karakterizirano potrošnjom energije  $\leq 1,5$  metaboličkih ekvivalenata (MET) dok je osoba u sjedećem ili ležećem položaju (73). Ovo ukazuje na to da pojedinac može ispunjavati preporučene dnevne umjerene do visoke razine tjelesne aktivnosti, a ipak imati visoke razine sjedilačkog ponašanja. Razine sjedilačkog ponašanja, posebice vremena provedenog pred ekranom u sjedećem položaju, nastavljaju rasti među Europskom populacijom, dok kardiorespiratorna fizička sprema s vremenom opada (74, 75).

Meta-analiza iz 2020. godine provedena nad studentima i razinama njihovog sjedilačkog ponašanja pokazala je da studenti provode 7,29 sati dnevno u sjedećem ili ležećem položaju. Podaci ukazuju i na to da u odnosu na opću mladu odraslu populaciju, studenti provode više vremena u sjedilačkom položaju (76). Regresijska meta-analiza iz 2019. godine sugerira da se unazad 10 godina vrijeme sjedenja među studentima povećalo (77).

### 1.5. Sastav tijela

Sastav tijela najčešće se izražava kao postotak tjelesne masti i postotak nemasne tjelesne mase ili kao omjer nemasne i masne mase. Nemasna masa uključuje mišiće, kosti, kožu, unutarnje organe i tjelesnu vodu. Masna masa se prvenstveno sastoji od tjelesne masti (potkožne masti) i unutarnje esencijalne masti koja okružuje organe (visceralne ili intraabdominalne masti). Dvije osobe iste visine i iste tjelesne težine mogu izgledati potpuno drugačije jedna od druge zbog različite građe tijela (78).

Prema izvješću Svjetskog atlasa pretilosti za 2023., 38 % globalne populacije trenutno ima prekomjernu tjelesnu težinu ili je pretilo (79). Pojmovi "prekomjerna težina" i "pretilost" definirani su prekomjernom ili abnormalnom akumulacijom masnoća i indeksom tjelesne mase jednakim ili većim od 25 kg/m<sup>2</sup> odnosno 30 kg/m<sup>2</sup> (80). Pretilost je sve veći problem i kod odraslih i kod djece diljem svijeta. U posljednje vrijeme bilježi se porast od razumijevanja važnosti sastava tijela (81). Prema istraživanjima, pojedine komponente sastava tijela imaju utjecaja na razvoj raka, kroničnih bolesti, različit odgovor na liječenje te cjelokupno zdravlje pojedinca (82, 83).

Primjerice, prekomjerna količina visceralne masnoće povezana je s razvojem metaboličkog sindroma i dijabetesa tip II (84). Također, novo istraživanje Davis i suradnika, prikazalo je pozitivnu korelaciju između prekomjerne tjelesne težine/pretilosti, sarkopenije/pretilosti i sarkopenije/kaheksije s povećanom smrtnosti kod epitelnog karcinoma jajnika (85). Poznato je da prekomjerna masnoća ometa dišni sustav kroz različite mehanizme, uključujući promijenjenu respiratornu mehaniku i plućnu upalu. Nakupljanje masti otežava kretanje respiratornih mišića, povećava pleuralni tlak i smanjuje popustljivost pluća, s posljedičnim smanjenjem popustljivosti dišnog sustava u cjelini. Novije studije pokazale su negativan utjecaj masnog tkiva na lučenje proupalnih citokina i na promjene u plućnom imunološkom sustavu (86, 87).

Mišićna masa, s druge strane, može sniziti rizik od razvoja osteoporoze zbog kontrakcijskih sila kojima djeluje na kosti, a može poboljšati i ravnotežu i stabilnost, sprječavajući slučajne ozljede poput padova i prijeloma (88). Povećanje mišićne mase također može olakšati gubitak težine, budući da povećana mišićna masa ima učinak na potrošnju energije u mirovanju. Osim toga, mišićna masa igra važnu ulogu u oporavku kako od teških bolesti i trauma, tako i za optimalno funkcioniranje bazalnog metabolizma (89). Viši indeks tjelesne mase i razine tjelesne masti povezani su s nižim akademskim postignućima kod djece i adolescenata, dok je zdrav sastav tijela

povezan s boljim akademskim uspjehom (90). U istraživanju provedenom na studentima primaljstva ustanovljeno je da fizički i mentalni umor povezan s opsežnom količinom nastavnog rada, učenja i prakse može uzrokovati nedostatak motivacije za bavljenje tjelesnom aktivnošću, što zauzvrat dovodi do debljanja i promjena u sastavu tijela (91). Nadalje, studenti svakodnevno mogu provoditi duže vrijeme sjedeći na nastavi ili ispred računala kako bi učili, što dovodi do lošeg držanja i smanjenja mišićne mase (92).

Također, abnormalni obrasci spavanja povezani su sa smanjenjem mišićne mase i povećanjem tjelesne masti, što negativno utječe na sastav tijela (93). U konačnici, redovita tjelovježba važna je za održavanje mišićne mase, sagorijevanje kalorija i smanjenje rizika od kroničnih bolesti dok nedostatak tjelovježbe može dovesti do gubitka mišića, smanjenog metabolizma i povećanja tjelesne masnoće (94).

### *1.5.1 Analiza sastava tijela putem bioelektrične impedancije*

Ljudsko tijelo sastoji se od mnogobrojnih mjerljivih komponenti. Izravno *in vivo* mjerenje komponenti tijela trenutno nije moguće, stoga su za to razvijene neizravne metode i modeli. Najčešće primjenjivani model za procjenu tjelesnog sastava u kliničkoj praksi i epidemiologiji dijeli tijelo na masnu masu i masu bez masti. Masna masa označava komponente tijela bez vode; preostale tjelesne komponente (skeletalni mišići, unutarnji organi i intersticijsko masno tkivo) uključene su u masu bez masti. Najpreciznije metode za mjerenje sastava tijela su denzitometrija (podvodno vaganje), hidrometrija (razrjeđivanje deuterija), Echo-MRI i brojanje ukupnog tjelesnog kalija (TBK). Međutim, ove metode karakteriziraju složeni mjerni protokoli i zahtijevaju specijaliziranu stručnost i skupu opremu, što njihovu primjenu u kliničkim uvjetima čini ograničenom (15).

Danas se u kliničkim i epidemiološkim istraživanjima sastava tijela najčešće primjenjuje analiza bioelektrične impedancije (BIA), zbog svoje jednostavnosti upotrebe, prenosivosti, niske cijene i širokog raspona parametara koje može procijeniti (95).

Vaga koja se koristi za izračunavanje proizvodi električnu vodljivost kojom mjeri impedancije u tijelu. Nemasna masa ima nisku otpornost zbog visokog sadržaja vode i elektrolita. S druge strane, masna masa sadrži malu količinu vode i stoga ima veću impedanciju. Vaga s

pomoću unaprijed programiranih jednadžbi automatski izračunava sastav tijela. Analiza pokazuje nemasnu masu, masnu masu, ukupnu tjelesnu vodu, izvanstaničnu vodu i unutarstaničnu vodu.

Bioelektrična impedancija ili bioimpedancija ( $Z$ ,  $\Omega$ ) definira se kao otpor vodiča protoku izmjenične električne struje koja se na njega dovodi. Bioimpedancija varira kako zbog sastava tkiva tako i zbog frekvencije primijenjene struje. Složeni je parametar izveden iz vektorskog odnosa između otpora ( $R$ ,  $\Omega$ ), koji proizlazi iz unutarstaničnih i izvanstaničnih tekućina, i reaktancije ( $X_c$ ,  $\Omega$ ), koja je povezana s kapacitetom stanične membrane. Iako ljudsko tijelo nije uniformni cilindar, može se uspostaviti empirijski odnos između omjera visina  $2/R$  ( $\text{cm}^2/\Omega$  50 kHz), definiranog kao indeks bioimpedancije (BI) izmjeren na 50 kHz, i volumena ukupne tjelesne mase, s približno 73 % nemasne mase kod zdravih osoba (15). BIA se temelji na vodljivim svojstvima tkiva, pri čemu tekućine predstavljaju glavni izvor otpora ( $R$ ), a stanične membrane i druga tkivna sučelja predstavljaju kapacitivne elemente, identificirane u reaktanciji ( $X_c$ ). Arktangens između  $R$  i  $X_c$ , koji se može izračunati kao  $(X_c/R) \cdot (180/\pi)$ , rezultira faznim kutom (PhA), biomarkerom koji je pozitivno povezan s omjerom unutarstanične i izvanstanične vode (ICW/ECW) (96). Dakle, viši fazni kut pokazuje da tijelo ima dobru ravnotežu vode unutar i izvan stanica.

Tehnika se dugo koristila isključivo za procjenu vode u tijelu, a 1985. Lukaski i suradnici prvi su upotrijebili bioimpedanciju za procjenu mase bez masti u zdravih odraslih osoba. Od tada je došlo do eksponencijalnog povećanja broja publikacija godišnje povezanih s tehnologijom bioelektrične impedancije (97, 98). Prema istraživanju provedenom u Kini 2017. godine, s ciljem procjene sastava tijela mladih odraslih osoba s pomoću bioelektrične impedancije, ova metoda pokazala se pouzdanom i preciznom (100).

Budući da je neinvazivna metoda, BIA omogućuje praćenje promjena sastava tijela tijekom vremena, primjerice, u slučaju gubitka tjelesne težine tijekom akutnih ili kroničnih bolesti ili tijekom debljanja, pružajući mogućnost boljeg prognoziranja pacijentovog stanja (99).

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE**

C1: Ispitati povezanost sastava tijela, tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme i izvedbe Harvardskog step testa kao pokazatelja razine fizičke spremnosti studenata Sveučilišta u Rijeci.

C2: Usporediti izvedbu studenata i studentica na Harvardskom step testu.

C3: Usporediti rezultate IPAQ upitnika tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme kod studenata i studentica.

### **Hipoteze:**

H1: Studenti s većim postotkom potkožnog masnog tkiva imaju lošije rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente s manjim postotkom potkožnog masnog tkiva.

H2: Studenti s većim postotkom mišićnog tkiva imaju bolje rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente s manjim postotkom mišićnog tkiva.

H3: Studentice imaju značajno bolje rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente.

H4: Bolji rezultati IPAQ upitnika tjelesne aktivnosti u pozitivnoj su korelaciji s boljim rezultatima Harvardskog step testa.

H5: Studentice imaju značajno bolje rezultate IPAQ upitnika tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme u odnosu na studente.

### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. *Ispitanici*

U istraživanju je bilo planirano 100 zdravih studenata oba spola u dobi između 18 i 23 godine od kojih je 20 odustalo. Kriterij isključivanja bili su kronična oboljenja ili neki oblik deformiteta te profesionalno bavljenje sportom. Istraživanje se provelo na Fakultetu zdravstvenih studija tijekom 2024. godine. Uzorak ispitanika obuhvatio je studente Sveučilišta u Rijeci te su bili odabrani uzorkovanjem tipa prigodni uzorak odnosno pozvani dobrovoljci zbog lake dostupnosti.

#### 3.2. *Postupak i instrumentarij*

Podaci potrebni za istraživanje prikupili su se analizom sastava tijela metodom analize bioelektrične impedancije (BIA) s pomoću TANITA (model RD-545) monitor tehnologije dvostruke frekvencije te testom aerobne kondicije s pomoću Harvardskog step testa. Ispitanici su također prije testiranja pismeno ispunili skraćenu verziju IPAQ upitnika koja se odnosi na tjelesnu aktivnost u slobodno vrijeme.

IPAQ upitnik je standardizirani međunarodni upitnik primjenjiv u raznim okruženjima i na različitim jezicima. Upitnik je dostupan za slobodnu upotrebu i preveden na hrvatski jezik te se može koristiti bez traženja posebnog dopuštenja. IPAQ kratki obrazac ispituje tri specifične vrste aktivnosti. Konkretno vrste aktivnosti koje se ocjenjuju su hodanje, aktivnosti umjerenog intenziteta i aktivnosti jakog intenziteta. Frekvencija i trajanje (vrijeme po danu) tjelesne aktivnosti prikupljaju se zasebno za svaku vrstu tjelesne aktivnosti. Ukupni rezultat tjelesne aktivnosti se dobiva kombinacijom rezultata iz sve tri navedene kategorije te se koristi za opisivanje ukupne razine aktivnosti. Izračunavanje ukupnog rezultata zahtijeva zbrajanje trajanja (u minutama) i učestalosti (u danima) hodanja, aktivnosti umjerenog i jakog intenziteta. Rezultati svake aktivnosti mogu biti prikazani u jedinici MET (MET je višekratnik stope metabolizma u mirovanju). Jedinica MET se može pretvoriti u MET minute. MET minuta izračunava se množenjem MET rezultata po

obavljenim minutama. Danas se koriste standardizirane MET vrijednosti koje su izvedene iz rada o pouzdanosti i valjanosti IPAQ upitnika provedenog 2000.-2001. godine (8).

Pri analizi sastava tijela, električni signali prolaze kroz tijelo putem patentiranih TANITA nožnih elektroda na platformi monitora. Uređaj razlikuje tkiva zbog razlike u njihovoj provodnosti odnosno količini vode u pojedinom tkivu. Signal lako prolazi kroz tekućine u mišićima, dok mu mala količina vode u masnom tkivu nije dovoljna za prolaz signala stoga ono pruža otpor (impedanciju). Podaci o ispitaniku (visina, masa, dob i spol) ručno će se unijeti u uređaj i zatim će se na osnovi instaliranog programa dobiti izračunati udio vode te masnog i nemasnog tkiva u sastavu tijela (4,7).

Nakon prikupljanja podataka o sastavu tijela, provelo se testiranje Harvardskim step testom. Za testiranje studenata potrebni instrumenti bili su klupa visine 50,8 cm za muške ispitanike i visine 40 cm za ženske ispitanike, standardizirana štoperica i metronom u obliku mobilne aplikacije dostupne za slobodno korištenje.

Svaki ispitanik dobio je uputu da se pet minuta penje na klupu u tempu penjanja 30 u minuti. Istekom vremena ili zbog nemogućnosti potpunog izvršavanja testa i odustajanja, ispitanik je sjeo na stolicu nakon čega se mjerila frekvencija srca u trajanju od 30 sekundi u prvoj, drugoj i trećoj minuti oporavka. Na osnovu rezultata, izračunao se indeks fizičke spremnosti. Formula indeksa fizičke spremnosti računa se kao omjer vremena penjanja u sekundama pomnoženog sa sto i umnoška zbroja rezultata frekvencija u prvoj, drugoj i trećoj minuti pomnoženih s dva. Primjerice, ako je vrijeme testiranja 300 sekundi (ispitanik je izdržao punih 5 minuta), a broj otkucaja srca u prvoj minuti oporavka 90, u drugoj minuti oporavka 80 i u trećoj minuti opravka 70, tada će rezultati indeksa sposobnosti biti:  $(100 \times 300) / (240 \times 2) = 62,5$  (9).

Istraživanje se provelo u kabinetu Fizioterapijskih vještina, na Fakultetu zdravstvenih studija. Mjerenja je provela studentica uz nadzor komentora. Kvaliteta prikupljanja podataka osigurana je po principu provođenja svih mjerenja od strane iste osobe kao i osiguravanja istih uvjeta prilikom svakog mjerenja.

Očekivani problemi u istraživanju koji se mogao pojaviti je ritmičnost izvedbe Harvardskog step testa koja bi trebala biti 30 koraka u minuti. Ispitanici su stoga prije testiranja

biti upućeni da se pridržavaju ritma metronoma te tijekom testa biti upozoreni ako se nisu pridržavali ritma.

### 3.3. Statistička obrada podataka

Prva varijabla u istraživanju je udio potkožnog masnog tkiva, izražena na intervalnoj ljestvici, a druga varijabla je udio mišićnog tkiva također izražena na intervalnoj ljestvici. Obje varijable prikazale su se deskriptivnom statistikom te se izračunala aritmetička sredina, standardna devijacija te minimum i maksimum uz korištenje parametrijskih statističkih testova. Rezultati Harvardskog step testa, odnosno indeks fizičke spremne treća je varijabla u istraživanju, čiji se rezultati mogu kategorizirati u pet skupina: izvrsno ( $>90$ ), dobro (80-89), iznadprosječno (65-79), ispodprosječno (55-64), loše ( $<55$ ). Ovi rezultati izraženi su na ordinalnoj ljestvici. Treća varijabla je MET-minute/tjedan izračunata putem IPAQ testa koja je izražena na intervalnoj ljestvici te opisana aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom.

Za testiranje prve i druge hipoteze, određivanja stupnja povezanosti udjela masnog tkiva i indeksa sposobnosti te povezanosti udjela mišićnog tkiva i indeksa sposobnosti korišten je Spearmanov koeficijent korelacije. Za testiranje treće hipoteze, razlike rezultata Harvardskog step testa između ispitanika muškog i ženskog spola, koristio se Mann-Whitney U-test za nezavisne uzorke. Za testiranje četvrte hipoteze, određivanje povezanosti rezultata IPAQ upitnika i rezultata Harvardskog step testa, koristio se Spearmanov koeficijent korelacije. Za testiranje pete hipoteze, usporedbe rezultata IPAQ testa kod studenata i studentica, koristio se t-test za nezavisne uzorke.

Statistički značajno se smatrala razina značajnosti  $p < 0.05$ . Svi prikupljeni podaci analizirani su s pomoću programa *Microsoft Excel* i *Statistica 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc.)*.

### 3.4. Etički aspekti istraživanja

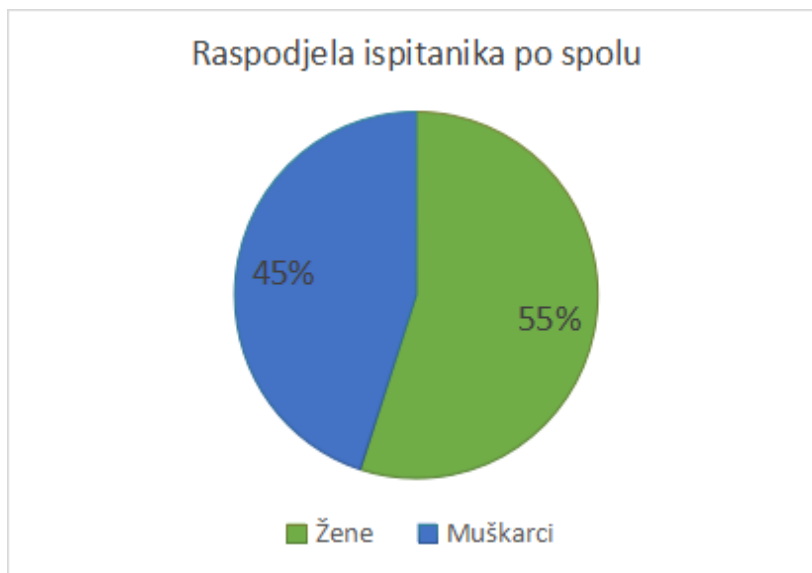
Svi ispitanici upoznati su sa svrhom i ciljem provedbe istraživanja te su potpisali informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju. S obzirom na to da se radi o neinvazivnom mjerenju, nije bila potrebna dozvola Etičkog povjerenstva za biomedicinska istraživanja Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci, već samo Izjava mentora o etičnosti istraživanja niskog



rizika. Osobni podaci ispitanika i rezultati IPAQ testa ostat će anonimni, a rezultati istraživanja dostupni svima za slobodno preuzimanje u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova.

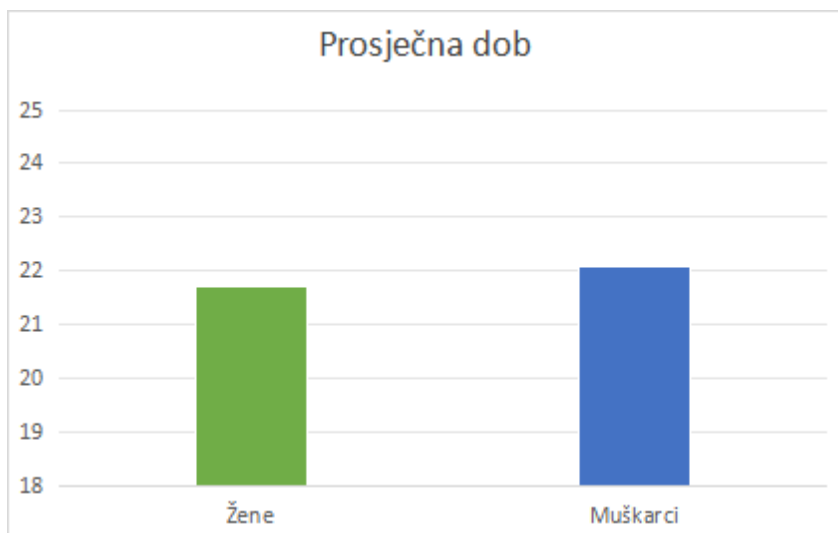
#### 4. REZULTATI

U uzorku od 80 ispitanika, sudjelovalo je 44 ispitanika ženskog spola i 36 ispitanika muškog spola (Slika 1.).



Slika 1. Raspodjela ispitanika po spolu

Prosječna dob je 21,7 godina za ispitanike ženskog spola te 22,1 godina za ispitanike muškog spola (Slika 2.).



Slika 2. Prosječna dob ispitanika

Tablica 2. prikazuje rezultate pulsa 80 ispitanika nakon testiranja Harvardskim step testom u 1., 2. i 3. minuti oporavka te iznos indeksa fizičke spremne.

Tablica 2. Podaci o pulsu i indeksu fizičke spremne nakon testiranja Harvardskim step testom

Ispitanik	Puls nakon 1. min	Puls nakon 2. min	Puls nakon 3. min	Indeks fizičke spremne
1	83	68	53	20.58823529
2	83	72	65	14.31818182
3	80	57	47	81.52173913
4	80	47	36	92.02453988
5	65	61	44	29.70588235
6	76	69	61	72.81553398
7	87	67	60	70.09345794
8	84	76	64	66.96428571
9	70	65	58	77.72020725
10	108	108	100	47.46835443
11	70	48	48	90.36144578
12	78	72	64	36.91588785
13	68	56	52	85.22727273
14	82	68	64	70.09345794
15	67	70	58	60.76923077
16	60	50	47	54.14012739
17	78	61	54	32.12435233
18	62	55	51	89.28571429
19	50	41	38	36.04651163
20	39	20	18	56.49350649
21	62	60	57	46.64804469
22	140	124	110	40.10695187
23	70	62	55	80.21390374
24	96	64	60	68.18181818

25	51	48	45	49.65277778
26	108	96	47	59.76095618
27	60	55	50	90.90909091
28	70	68	59	47.96954315
29	73	66	60	25.12562814
30	70	65	60	39.48717949
31	80	63	57	22.5
32	75	65	61	74.62686567
33	75	63	58	58.41836735
34	62	57	53	87.20930233
35	55	50	45	100
36	71	60	51	82.41758242
37	61	55	52	89.28571429
38	59	49	43	99.33774834
39	62	57	48	50.89820359
40	56	46	33	61.85185185
41	75	65	45	81.08108108
42	53	52	50	58.06451613
43	56	50	46	98.68421053
44	60	55	55	85.29411765
45	75	69	68	35.61320755
46	73	70	40	49.72677596
47	63	59	51	86.70520231
48	70	60	54	81.52173913
49	89	75	69	39.91416309
50	80	75	68	67.26457399
51	83	82	59	66.96428571
52	73	40	50	26.3803681
53	76	60	50	33.87096774
54	76	54	50	59.16666667

55	60	51	60	70.1754386
56	94	74	66	47.64957265
57	76	70	62	72.11538462
58	88	64	62	70.09345794
59	90	72	68	59.13043478
60	144	158	59	41.55124654
61	72	78	64	70.09345794
62	71	62	54	80.21390374
63	62	60	59	82.87292818
64	80	75	68	67.26457399
65	114	110	98	46.58385093
66	68	62	59	79.36507937
67	68	62	60	78.94736842
68	79	67	60	72.81553398
69	81	63	57	74.62686567
70	80	60	54	44.07216495
71	73	46	42	93.16770186
72	52	58	60	35.88235294
73	79	69	63	71.09004739
74	82	80	76	63.02521008
75	63	60	54	84.74576271
76	66	61	57	81.52173913
77	69	57	56	39.01098901
78	70	53	43	56.62650602
79	80	72	65	69.12442396
80	72	52	47	71.05263158

Od ukupnih 80 ispitanika, deskriptivnom statistikom prikazani su njihovi indeksi fizičke sprema grupirani u 5 kategorija: izvrsno ( $>90$ ) = 5, dobro (80-89) = 4, iznadprosječno (65-79) = 3, ispodprosječno (55-64) = 2 , loše ( $<55$ ) = 1 (Tablica 3.).

Tablica 3. Deskriptivna statistika indeksa fizičke spreme

	N	C	Min	Max
Izvrсно (>90)	26	38,22	14,31	54,14
Dobro (80-89)	17	82,24	59,76	89,28
Iznadprosječno (65-79)	7	94,92	90,36	100
Ispodprosječno (55-64)	21	69,63	40,10	78,94
Loše (<55)	9	59,28	56,49	63,02

N – broj ispitanika, C – medijan, Min – minimum, Max – maksimum

Prema Tablici 3., 26 ispitanika spada u kategoriju loše (<55) fizičke spreme, 9 ispitanika je u kategoriji ispodprosječne (55-64) fizičke spreme, 21 ispitanik pripada kategoriji iznadprosječne fizičke spreme (65-79), u kategoriji dobre (80-89) fizičke spreme nalazi se 17 ispitanika, a svega 7 ispitanika pripada kategoriji izvrsne (>90) fizičke spreme.

Sukladno prvom hipotezi H1: *Studenti s većim postotkom masnog tkiva imaju lošije rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente s manjim postotkom masnog tkiva*; koristili su se podaci o postotku masnog tkiva studenata te podaci o indeksu fizičke spremnosti dobivenim testiranjem putem Harvardskog step testa. Podaci postotka masnog i mišićnog tkiva prikazali su se deskriptivnom statistikom u Tablici 4.

Tablica 4. Deskriptivna statistika postotka masnog i mišićnog tkiva

	N	x	Min	Max
Postotak masnog tkiva	80	24,333	8,7	43,1
Postotak mišićnog tkiva	80	71,746	53,9	86,7

N – broj ispitanika, x – aritmetička sredina, Min – minimum, Max – maksimum

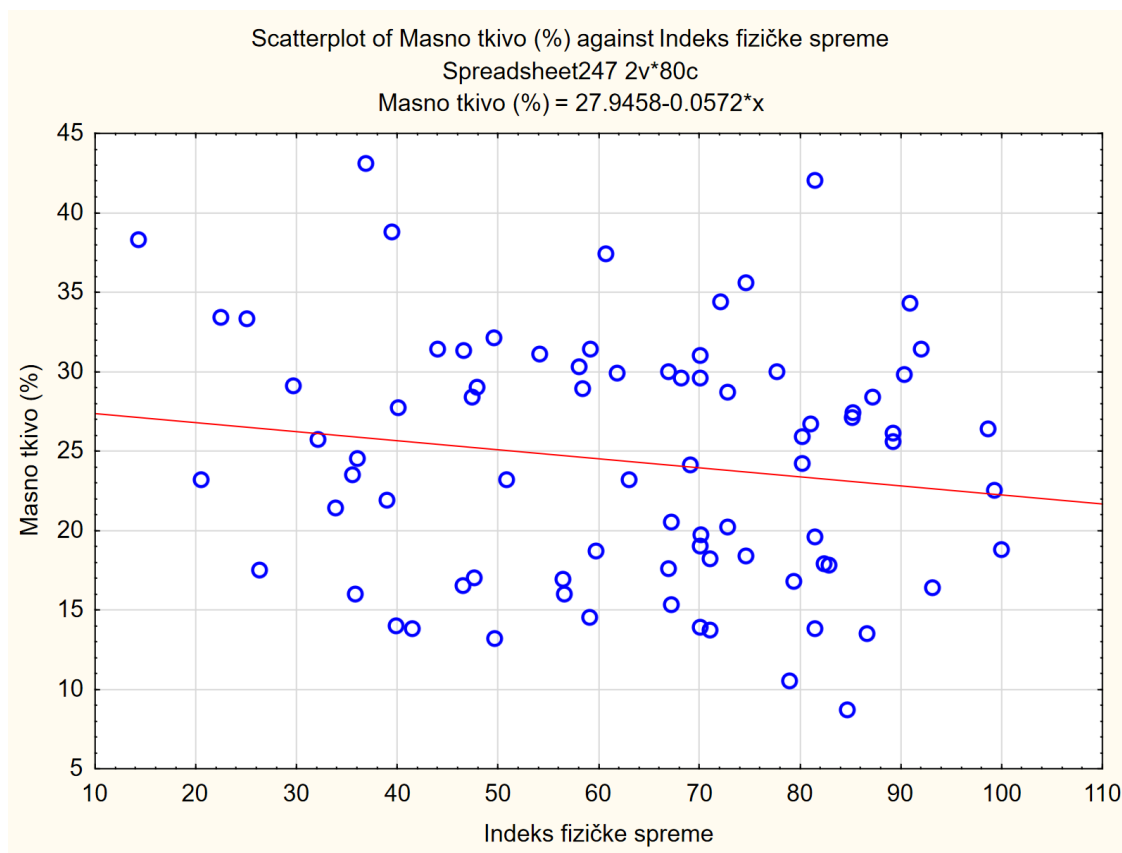
Hipotezom H1 pretpostavlja se prisutnost povezanosti lošijih rezultata testa i ispitanika s većim postotkom masnog tkiva. Podaci su se testirali na normalnost raspodjele Kormogoljev-Smirnovljevom testom raspodjele podataka. Prema histogramima,  $p > 0.05$  što znači da su normalno raspodijeljeni. No, s obzirom na to da su podaci indeksa fizičke spremne prikazani na ordinalnoj ljestvici, za obradu podataka koristio se Spearmanov koeficijent korelacije.

Tablica 5. Rezultati korelacije između indeksa fizičke spremne i postotka masnog tkiva

	N	$\rho$	p
Indeks fizičke spremne i postotak masnog tkiva	80	-0,11993	0.291665

N – broj ispitanika, p – razina značajnosti,  $\rho$  - Spearmanov koeficijent korelacije

Dvodimenzionalnim Scatterplot grafikonom prikazana je raspršenost podataka indeksa fizičke spreme i postotka masnog tkiva kod ispitanika (Slika 3.).



Slika 3. Prikaz raspršenosti podataka indeksa fizičke spreme i postotka masnog tkiva kod ispitanika

Prema rezultatima Spearmanovog testa korelacije, stupanj povezanosti  $\rho$  postotka masnog tkiva i indeksa fizičke spreme je negativan ( $\rho = -0.1193$ ), što znači da se porastom jedne varijable, smanjuje vrijednost druge varijable. Međutim, povezanost između postotka masnog tkiva i indeksa fizičke spreme nije statistički značajna ( $\rho = -0.1193$ ,  $p = 0.291$ ) na razini značajnosti  $p < 0,05$ , odnosno povećanjem postotka masnog tkiva kod ispitanika nije dokazano statistički značajno pogoršanje rezultata Harvardskog step testa tj. snižavanje indeksa fizičke spreme (Tablica 5.).

Druga hipoteza pretpostavlja  $H_2$ : *Studenti s većim postotkom mišićnog tkiva imaju bolje rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente s manjim postotkom mišićnog tkiva*. Dakle, prema  $H_2$  hipotezi, pretpostavka je da postoji povezanost između boljih rezultata testa i ispitanika s većim postotkom mišićnog tkiva. Podaci su se testirali na normalnost raspodjele Kormogoljev-



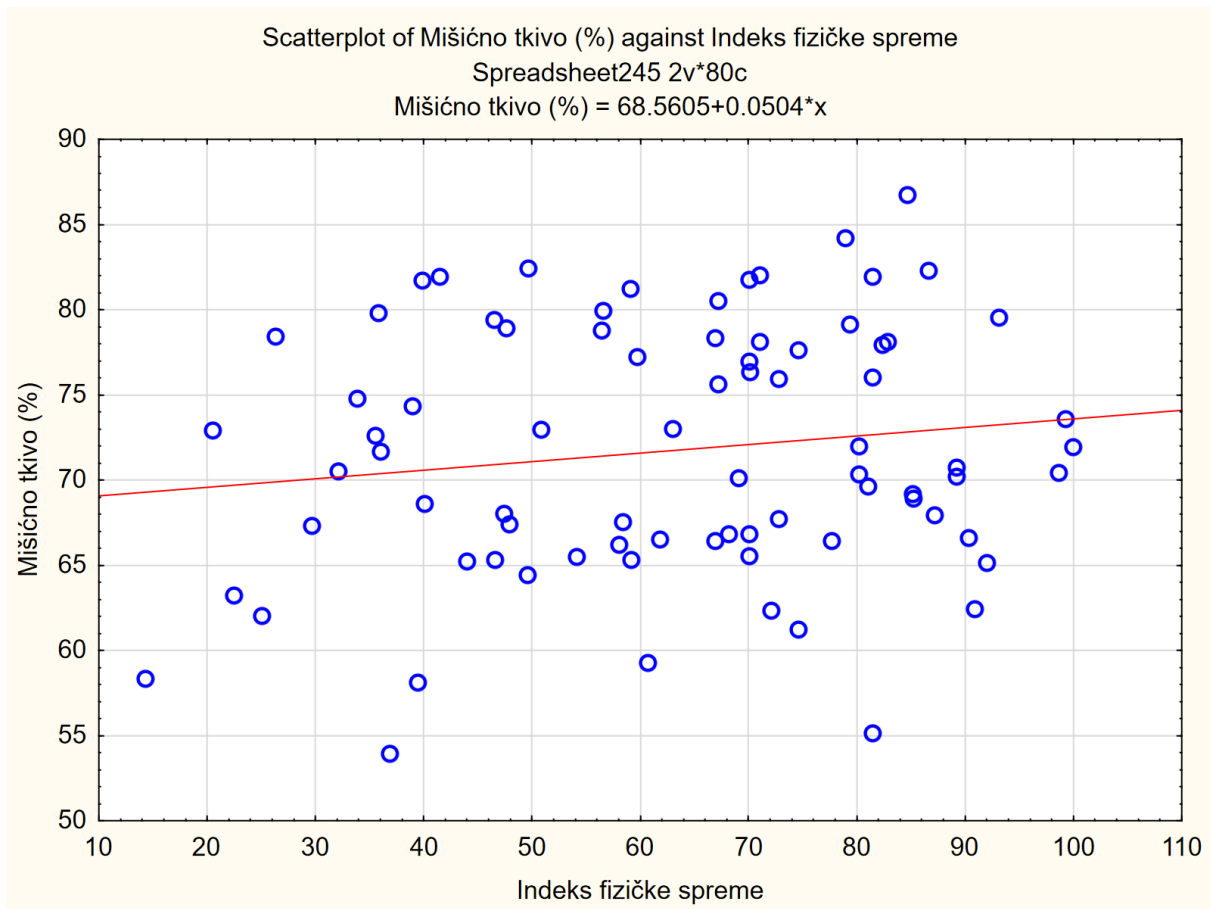
Smirnovljevimi testom raspodjele podataka. Prema histogramima,  $p > 0.05$  što znači da su normalno raspodijeljeni. No, kao i u prethodnom izračunu, s obzirom na to da su podaci indeksa fizičke spremne prikazani na ordinalnoj ljestvici, za obradu podataka koristio se Spearmanov koeficijent korelacije.

Tablica 6. Rezultati korelacije između indeksa fizičke spremne i postotka masnog tkiva

	N	$\rho$	p
Indeks fizičke spremne i postotak mišićnog tkiva	80	0.109	0.334

N – broj ispitanika, p – razina značajnosti,  $\rho$  - Spearmanov koeficijent korelacije

Dvodimenzionalnim Scatterplot grafikonom prikazana je raspršenost podataka indeksa fizičke spreme i postotka mišićnog tkiva kod ispitanika (Slika 4.).



Slika 4. Prikaz raspršenosti podataka indeksa fizičke spreme i postotka mišićnog tkiva kod ispitanika

Prema rezultatima Spearmanovog testa korelacije, stupanj povezanosti  $\rho$  je pozitivan ( $\rho=0.1093$ ), što bi značilo da porastom varijable postotak masnog tkiva raste varijabla indeks fizičke spreme (Tablica 6.). Međutim, povezanost između postotka mišićnog tkiva i indeks fizičke spreme nije statistički značajna ( $\rho= 0.1093$ ,  $p= 0.334$ ), odnosno povećanjem postotka mišićnog tkiva kod ispitanika nije dokazano statistički značajno poboljšanje rezultata Harvardskog step testa to jest, značajno povećanje indeksa fizičke spreme (Tablica 6.).

Treća hipoteza odnosi se na pretpostavku postojanja razlike u rezultatima testiranja između ispitanika muškog i ženskog spola. Hipoteza glasi H3: *Studentice imaju značajno bolje rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente*. Deskriptivnom statistikom opisana je varijabla indeks fizičke spreme grupirani po spolu (Tablica 7.).

Tablica 7. Deskriptivna statistika indeksa fizičke spreme kod studenata i studentica

	N	x	C	Min	Max
Studenti	36	63,054	68,194	26,380	93,167
Studentice	44	63,236	64,408	14,318	100

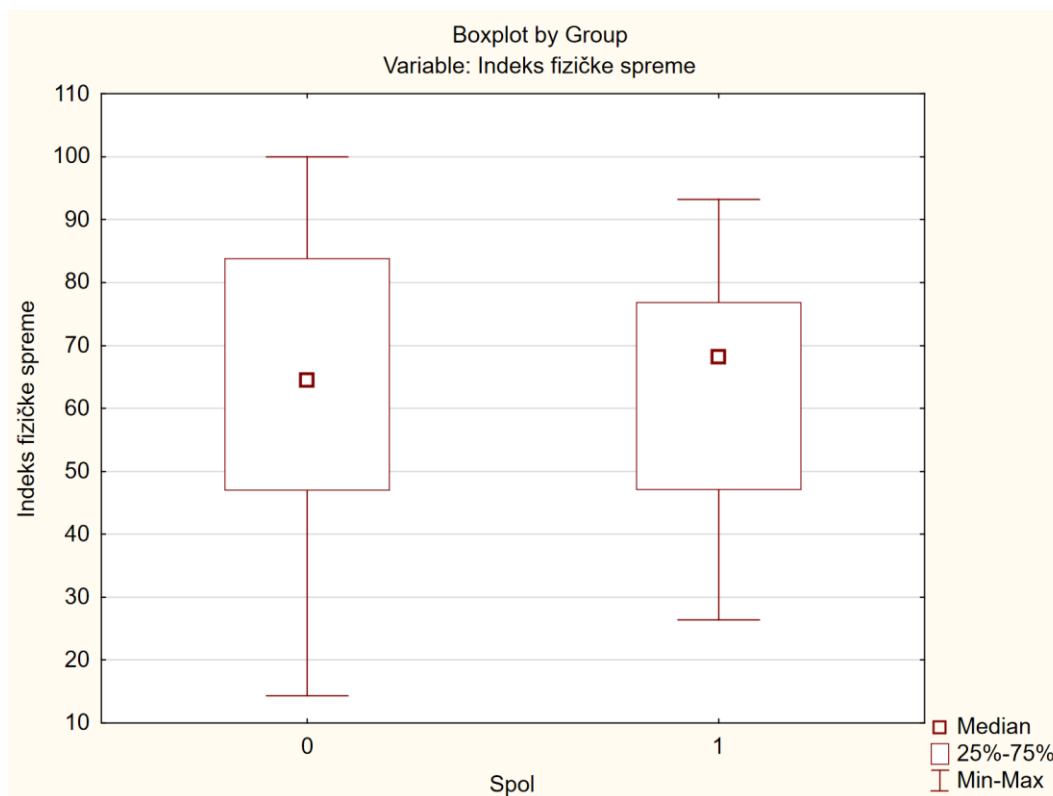
N – broj ispitanika, x – aritmetička sredina, c – medijan, Min – minimum, Max – maksimum

Nakon deskriptivne statistike, koristio se Mann-Whitney test za velike nezavisne uzorke za izračun postoji li statistički značajna razlika između indeksa fizičke spreme kod ispitanika muškog i ženskog spola (Tablica 8.).

Tablica 8. Rezultati Mann-Whitney testa između indeksa fizičke spreme studenata i studentica

	U	Z	p
Indeks fizičke spreme	765	0,25625	0,7977

Podaci Mann-Whitney testa su se također prikazali na Box & Whisker Plot dijagramu (Slika 5.).



Slika 5. Prikaz podatka Mann-Whitney testa za indeks fizičke spreme između studenata i studentica

Putem Mann-Whitney testa, izračunala se vrijednost  $Z$  ( $Z=0.2562$ ) koja služi za dobivanje  $p$  vrijednosti koja je u ovom slučaju  $p=0.7977$ , što znači da nema statistički značajne razlike u rezultatima testiranja između studenata i studentica na razini značaja  $p<0.05$ , odnosno studentice nemaju značajno bolje rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente (Tablica 8.).

Četvrta i peta hipoteza odnose se na rezultate skraćenog obrasca IPAQ upitnika o Rekreaciji, sportu i tjelesnoj aktivnosti u slobodno vrijeme unazad sedam dana. Ukupni rezultati upitnika prikazani su deskriptivnom statistikom u tablici (Tablica 9.).

Tablica 9. Deskriptivna statistika podataka IPAQ upitanika

Varijable	N	x	Min	Max	SD
Tijekom zadnjih 7 dana, koliko ste dana hodali najmanje 10 minuta bez prekida u okviru svojeg slobodnog vremena?	80	4,45	0	7	2,40
U danima kada ste hodali u slobodno vrijeme, koliko ste vremena uobičajeno proveli hodajući u okviru svog slobodnog vremena?	80	46,33	0	240	38,45
Prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida u trajanju od najmanje 10 minuta. Tijekom zadnjih 7 dana, koliko ste se dana bavili izrazito napornim tjelesnim aktivnostima kao što su npr. aerobik, trčanje, brza vožnja bicikla i brzo plivanje u okviru svojeg slobodnog vremena?	80	2,23	0	7	2,00
U danima kada ste se bavili izrazito napornim tjelesnim aktivnostima u okviru svojeg slobodnog vremena, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?	80	51,03	0	300	53,02
Ponovno se prisjetite samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom zadnjih 7 dana, koliko ste se dana bavili umjerenim tjelesnim aktivnostima kao što su npr. vožnja bicikla umjerenim tempom, plivanje umjerenom brzinom i igranje tenisa u okviru svojeg slobodnog vremena?	80	1,63	0	7	2,17

U danima kada ste provodili umjerene tjelesne aktivnosti u okviru svojeg slobodnog vremena, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?	80	26,50	0	120	32,17
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	-------	---	-----	-------

N – broj ispitanika,  $\bar{x}$  - aritmetička sredina, Min – minimum, Max - maksimum

U Tablici 9. uočava se da su u periodu od tjedan dana, ispitanici prosječno 4,5 dana hodali 10 minuta bez prekida. Prosječno su potrošili 46 minuta svog slobodnog vremena na hodanje dnevno. Minimum dana u kojima su hodali barem 10 minuta iznosi 0, dok je maksimum svih 7 dana u tjednu. Minimum minuta provedenih hodajući je 0 minuta, dok je maksimum 240 minuta.

Izrazito napornim tjelesnim aktivnostima u trajanju od najmanje 10 minuta kao što su primjerice aerobik, trčanje, brza vožnja bicikla i brzo plivanje u okviru svojeg slobodnog vremena, ispitanici su se prosječno bavili 2 dana, te su prosječno takve aktivnosti provodili 51 minutu u danu. Minimum dana i minuta kojima su se bavili izrazito napornim aktivnostima iznosio je 0 dana i 0 minuta, dok je maksimum iznosio 7 dana i 300 minuta. Aktivnostima umjerenog intenziteta kao što su npr. vožnja bicikla umjerenim tempom, plivanje umjerenom brzinom i igranje tenisa u okviru svojeg slobodnog vremena ispitanici su se bavili prosječno 2 dana u tjednu, te su za takve aktivnosti prosječno izdvojili 27 minuta dnevno. Minimum dana i minuta tijekom kojih su se bavili umjerenim tjelesnim aktivnostima iznosio je 0 dana i 0 minuta, dok je maksimum iznosio 7 dana i 120 minuta dnevno (Tablica 9.).

Tablica 10. Deskriptivna statistika podatke o MET-minutama/tjedan

<b>MET-minute/tjedan</b>					
	<b>N</b>	<b>x</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>SD</b>
Hodanje	80	776,07	0	5544	890,46
Izrazita tjelesna aktivnost	80	1467,60	0	10 080	1917,43
Umjerena tjelesna aktivnost	80	355,25	0	1800	510,90
Ukupno	80	2598,92	0	14 532	2535,54

N – broj ispitanika, x - aritmetička sredina, Min – minimum, Max – maksimum

Ispitanici su hodanjem ostvarili prosječno 776,07 MET. Za bavljenje izrazitom tjelesnom aktivnošću, prosječno su ostvarili 1467,6 MET, dok su za umjerenu tjelesnu aktivnost ostvarili 355,25 MET. Prosječna vrijednost sveukupne aktivnosti u slobodno vrijeme tijekom posljednjih sedam dana između 80 ispitanika iznosi 2598,9 MET (Tablica 10.).

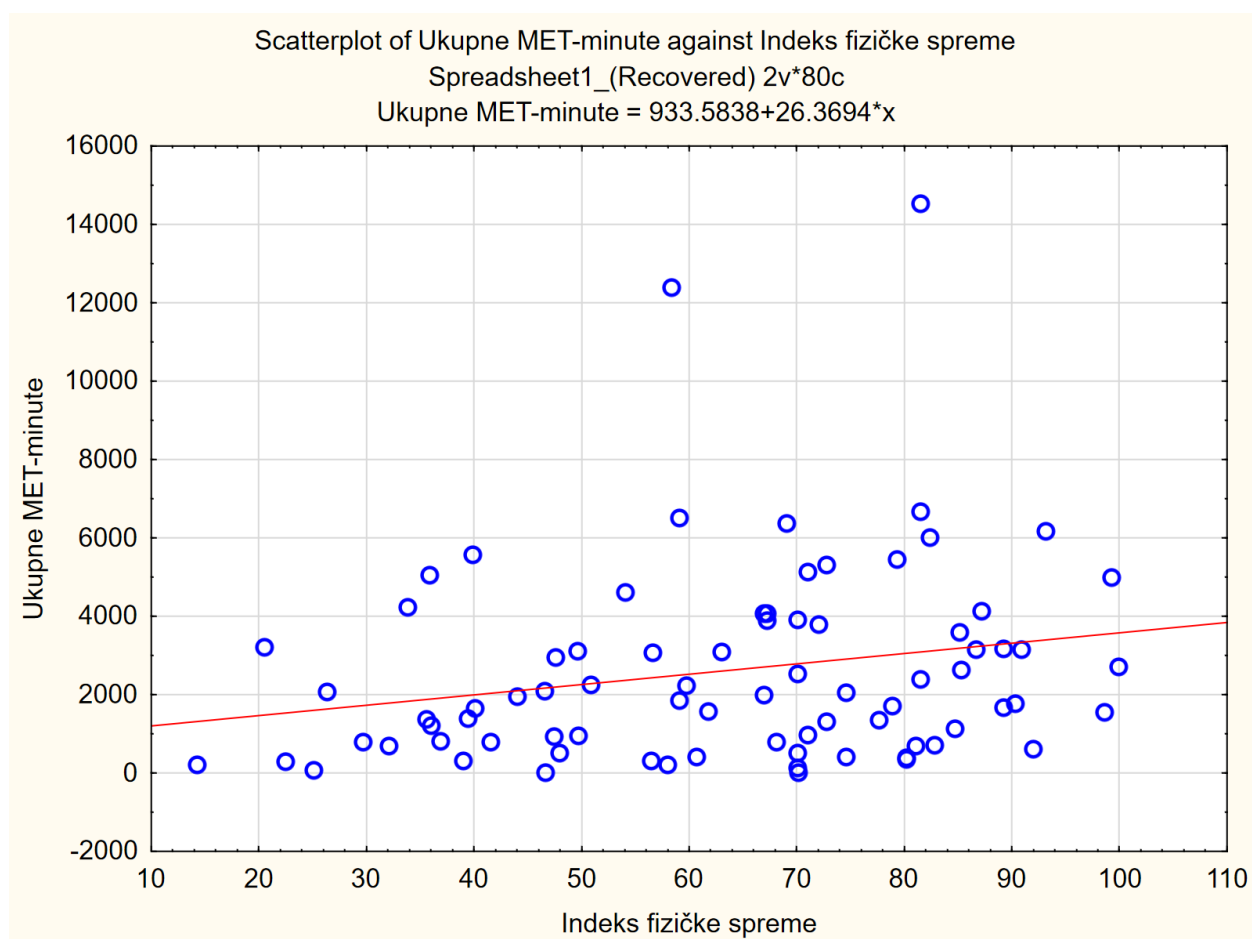
Za ispitivanje četvrte hipoteze, H4: *Bolji rezultati IPAQ upitnika tjelesne aktivnosti u pozitivnoj su korelaciji s boljim rezultatima Harvardskog step testa.* koristio se Spearmanov koeficijent korelacije. Rezultati testa prikazani su u Tablici 11.

Tablica 11. Rezultati korelacije između indeksa fizičke spreme i ukupnih MET-minuta/tjedan

	N	$\rho$	p
Indeks fizičke spreme i MET-minute/tjedan	80	0.249	0.025

N – broj ispitanika, p – razina značajnosti,  $\rho$  - Spearmanov koeficijent korelacije

Dvodimenzionalnim Scatterplot grafikonom prikazana je raspršenost podataka indeksa fizičke spreme i MET-minuta/tjedan (Slika 6.).



Slika 6. Prikaz raspršenosti podataka indeksa fizičke spreme i ukupnih MET-minuta/tjednu

Prema rezultatima Spearmanovog testa korelacije, stupanj povezanosti  $\rho$  je pozitivan ( $\rho=0.249$ ), što bi značilo da porastom varijable MET-minute/tjedan raste varijabla indeks fizičke



spreme (Tablica 11.). Osim toga, povezanost ovih varijabli je statistički značajna ( $p=0.025$ ), odnosno povećanjem ukupnih MET-minuta/tjedan kod ispitanika dokazano je statistički značajno poboljšanje rezultata Harvardskog step testa tj. značajno povećanje indeksa fizičke spreme (Tablica 11.).

Nakon toga, s pomoću studentovog t-testa za velike nezavisne uzorke, izračunati su podaci za petu hipotezu *H5: Studentice imaju značajno bolje rezultate IPAQ upitnika tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme u odnosu na studente.*

Razlike između studenata i studentica prema rezultatima IPAQ upitnika prikazane su u tablici (Tablica 12.).

Tablica 12. Rezultati studentovog t-testa između studenata i studentica za podatke prikupljene IPAQ upitnikom

	x studentice	x studenti	t-vrijednost	p
Hod/dana	4,31	4,61	-0,54	0,590
Hod/minute	42,31	51,25	-1,03	0,304
Izrazita tjelesna aktivnost/dana	1,97	2,55	-1,29	0,200
Izrazita tjelesna aktivnost/minute	45,06	58,33	-1,11	0,268
Umjerenjena tjelesna aktivnost/dana	0,75	2,72	-4,50	0,000023
Umjerenjena tjelesna aktivnost/minute	14,20	41,52	-4,14	0,0000084

Studentice su u prosjeku hodale 4 dana u tjednu po 42 minute, dok su studenti prosječno hodali 5 dana te 51 minutu dnevno ( $p=0,590$ ,  $p=304$ ;  $p<0,05$ ). Izrazitom tjelesnom aktivnošću studentice su se bavile u prosjeku 2 dana u tjednu po 45 minuta, a studenti 3 dana u tjednu po 58 minuta u danu ( $p=0,200$ ,  $p=0,268$ ;  $p<0,05$ ). Ovi rezultati nisu pokazali statistički značajnu razliku

između studenata i studentica na razini značaja od  $p < 0,05$ , ali su pokazali da su studenti u prosjeku više hodali i više se bavili izrazitom tjelesnom aktivnošću za razliku od studentica u istim parametrima.

Za umjerenu tjelesnu aktivnost studentice su izdvojile 1 dan u tjednu po 14 minuta, dok su studenti za istu vrstu aktivnosti izdvojili 3 dana u tjednu po 42 minute ( $p = 0,00002$ ,  $p = 0,000008$ ;  $p < 0,05$ ). Ovaj rezultat pokazuje statistički značajnu razliku između studenata i studentica u vremenu provedenom u umjerenj tjelesnoj aktivnosti na razini značajnosti  $p < 0,05$  (Tablica 12). Razlike u MET minutama/tjedan izračunate studentovim t-testom za nezavisne uzorke prikazane su u Tablici 13.

Tablica 13. Rezultati studentovog t-testa između studenata i studentica za podatke o MET minute/tjedan

<b>MET-minute/tjedan</b>				
	<b>x studentice</b>	<b>x studenti</b>	<b>t- vrijednost</b>	<b>p</b>
Hodanje	617,92	969,37	-1,78	0,078
Izrazita tjelesna aktivnost	1234,72	1752,22	-1,20	0,232
Umjerena tjelesna aktivnost	142,72	615,00	-4,61	0,000015
Ukupno	1995,38	3336,59	-2,42	0,0176

U izračunu prosječnih MET minuta za aktivnost hodanja unazad tjedan dana, studentice su ostvarile 618 MET, dok su studenti za istu aktivnost ostvarili 969 MET. Za izrazitu tjelesnu aktivnost studentice su ostvarile 1235 MET, dok su studenti za isti parametar ostvarili 1752 MET. Prema ovim podacima nema statistički značajne razlike između studenata i studentica tijekom aktivnosti hodanja ( $p=0,078$ ) i izrazite tjelesne aktivnosti ( $p=0,232$ ) u periodu od tjedan dana, na razini značajnosti  $p<0,05$ .

Za umjerenu tjelesnu aktivnost tijekom sedam dana, studentice su prosječno ostvarile 143 MET, dok su studenti ostvarili 615 MET. Rezultati pokazuju statistički značajnu razliku između studenata i studentica za ovaj parametar na razini značajnosti od  $p<0,05$ . ( $p=0,00001$ ;  $p<0,05$ ). Ukupna vrijednost MET minuta za studentice iznosi 1995 MET, dok za studente iznosi 3337 MET. Prema rezultatima, postoji statistički značajna razlika između studenata i studentica u rezultatima IPAQ upitnika o aktivnosti u slobodno vrijeme na razini značajnosti  $p<0,05$ . ( $p=0,0176$ ;  $p<0,05$ ). S obzirom na kategorije tjelesne aktivnosti prema IPAQ upitniku, studentice spadaju u kategoriju “Umjereni aktivni” s najmanje 600 MET minuta/tjedan dok studenti pripadaju kategoriji “Visoko aktivni” s najmanje 3000 MET minuta/tjedan (Tablica 13).

Analiza rezultata IPAQ upitanik Studentovim t-testom prihvaća četvrtu hipotezu  $H5$ : *Studentice imaju značajno bolje rezultate IPAQ upitnika tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme u odnosu na studente*. Iako nema statistički značajne razlike u rezultatima hodanja i intenzivne tjelesne aktivnosti između studenata i studentica, prisutna je značajna razlika u rezultatima umjerene tjelesne aktivnosti, kao i u sveukupnim rezultatima testa prema kojima su se studenti pokazali aktivnijima u slobodno vrijeme.

## 5. RASPRAVA

Tjelesna spremnost važna je odrednica zdravlja, a povezana je ne samo s lokomotornim sustavom, već i s cjelokupnim biološkim funkcioniranjem organizma (45). Prijelaz iz adolescencije u mlađu odraslu dob, a posebice prijelaz na sveučilište može utjecati na pad razine tjelesne aktivnosti što posljedično mijenja obrasce zdravstveno usmjerenog ponašanja kasnije u životu (37).

Istraživanje je imalo za cilj procijeniti razinu fizičke spremnosti studenata s pomoću Harvardskog step testa te ispitati utječu li određeni parametri sastava tijela na izvedbu istog. Također, cilj je bio ispitati razinu fizičke aktivnosti studenata s pomoću skraćene verzije IPAQ upitnika o tjelesnoj aktivnosti u slobodno vrijeme te ispitati postoji li povezanost između tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme i razine fizičke spreme, a zatim usporediti rezultate između ispitanika muškog i ženskog spola.

Ispitanici koji su sudjelovali su studenti Sveučilišta u Rijeci, oba spola, iako je broj studentica (N=44) bio nešto viši u odnosu na broj studenata (N=36). Prosječna dob ispitanika je 21,7 godina za studentice te 22,1 godina za studente, s rasponom od 18 do 23 godine.

Prema rezultatima testiranja, zamjetno je mali broj ispitanika koji su u izvrsne fizičke spreme (N=7) te oni čine samo 8,7% ispitivanog uzorka, a slijede ih ispitanici s dobrom fizičkom spremom njih 17. Prosječnu fizičku spremu ima 21 student, dok ispodprosječnu ima čak 9 studenata. Studenta s lošom fizičkom spremom (N=26) ima najviše u ispitivanoj populaciji i čine 32,5 % ispitivanog uzorka. Razlika između indeksa fizičke spreme muškaraca i žena je jako mala, pa medijan rezultata za žene iznosi 63,236, dok za muškarce iznosi 63,054. Za razliku od našeg istraživanja, Mahajan i Rawat ispitivali su 242 studenta putem Harvardskog step testa, pokazalo se da njih 84,71 % (n = 205) ima lošu fizičku spremu, ispodprosječnu njih 14,05 % (n = 34), prosječnu 1,24 % (n = 3), a dobru i odličnu fizičku spremu nijedan od ispitanika (0 %). Nije primijećena statistički značajna razlika između muškaraca i žena. Iako su rezultati različiti, oba istraživanja ukazuju na to da je loša fizička sprema česta među studentskom populacijom (101). Nadalje, Babu i suradnici, u svom istraživanju na studenticama i studentima, zaključili su da lošiji rezultati indeksa fizičke spreme kod žena u odnosu na muškarce, mogu biti povezani s razlikom u tjelesnoj težini i visini te činjenici da sa psihološke strane, muškarci bolje prihvaćaju izazove i teže postići što bolji rezultat prilikom testiranja (102).

Ispitivanje sastava tijela metodom bioelektrične impedancije prikazalo je podatke o postotcima masnog i mišićnog tkiva kod svakog ispitanika, a zatim se izračunala njihova korelacija s rezultatima Harvardskog step testa.

Analizom sastava tijela utvrđena je negativna korelacija ( $\rho = -0,1193$ ,  $p = 0,291$ ) između postotka tjelesne masti i indeksa tjelesne spremnosti što ukazuje na to da je veća tjelesna masnoća povezana s nižim razinama tjelesne spremnosti, iako ta povezanost nije statistički značajna ( $p > 0,05$ ). Ovi rezultati odbacuju prvu hipotezu koja je predviđala da će studenti s većim postotkom masnog tkiva imati lošije rezultate Harvardskog step testa u odnosu na studente s manjim postotkom masnog tkiva.

Za razliku od našeg istraživanja, druga istraživanja provedena na skupinama djece, adolescenata i mladih odraslih osoba pokazuju da je viši postotak tjelesne masti često povezan s lošijom kardiovaskularnom izdržljivošću i cjelokupnom tjelesnom spremom. Studija provedena na 70 adolescenata u Indoneziji ispitala je povezanost sastava tijela mjerenog bioelektričnom impedancijom i fizičke spremne testirane VO<sub>2</sub>max testom. Rezultati su pokazali kako je povećani postotak masne mase povezan sa smanjenom razinom tjelesne spremnosti, dok povećani postotak mišićne mase značajno povećava tjelesnu spremnost kod zdrave djece, adolescenata i mladih odraslih osoba (103).

Slično tome, u istraživanju Muller i suradnika, cilj je bio ispitati povezanost testova kondicije s parametrima sastava tijela kod učenika u dobi od 14 do 18 godina. Rezultati su pokazali da su ispitanici s nižim postotkom masnog tkiva pokazali značajno bolje rezultate u testovima kondicije u odnosu na ispitanike s višim postotkom masnog tkiva (104).

Naša studija je također testirala hipotezu da bi veći postotak mišićne mase bio u korelaciji s boljim rezultatima Harvardskog step testa. Korelacija je bila pozitivna ( $\rho = 0,109$ ,  $p = 0,334$ ), ali ne i statistički značajna ( $p > 0,05$ ). Trećom hipotezom testiralo se postoji li razlika između indeksa fizičke spremne između ispitanika muškog i ženskog spola. Međutim, rezultati Mann-Whitney testa nisu pokazali značajnu razliku ( $p > 0,05$ ) između indeksa fizičke spremne studenata i studentica ( $p = 0,7977$ ). Iako ovim istraživanjem nije dokazana statistički značajna povezanost sastava tijela sa indeksom tjelesne spremne testiranim Harvardskim step testom, niti da postoji razlika u razini fizičke spremne između muškaraca i žena, druga istraživanja ističu povezanost navedenih varijabli.

Prekomjerna masna masa može preopteretiti rad srca i krvnih žila, kao i unos kisika posljedično uzrokujući smanjenje izdržljivosti i učinkovitosti kardiorespiratornog sustava, a time i smanjenje fizičke spremne. Muka i suradnici 2017. navode da žene imaju veći postotak tjelesne masti u odnosu na muškarce, prvenstveno zbog hormonalnih promjena tijekom puberteta, dok muškarci u tom periodu doživljavaju intenzivniji razvoj mišića (105).

Ukupna masnoća u tijelu osobe povećava se s godinama. U studiji iz 2016. Sharma i suradnici proveli su istraživanje na 30 ispitanika u dobi od 25-30 godina, a rezultati su pokazali da postoji povezanost između ukupne tjelesne masti i indeksa tjelesne spremne provedenog pomoću Queen's college step testa. Ovaj je test sličan Harvard step testu koji koristi klupu visine 41,30 cm s ritmom od 24 penjanja u minuti uz korištenje metronoma. Rezultati su pokazali statistički značajnu negativnu korelaciju što pokazuje da s godinama dolazi do povećanja ukupne tjelesne masti koje može uzrokovati povećano opterećenje srca i lošije rezultate indeksa fizičke spremne (106). Prekomjerna tjelesna masnoća smanjuje izdržljivost i učinkovitost kardiorespiratornog sustava kroz različite mehanizme kao što su inzulinska rezistencija, povećani proupalni citokini i povećani inhibitori aktivatora protrombina. Osim toga, prisutnost prekomjerne ukupne tjelesne masti može predstavljati veliki teret za srce, zbog povećanog LDL-a i smanjenog HDL-a. Zbog toga srce i pluća ne mogu optimalno funkcionirati u smislu cirkulacije i respiratorne sposobnosti. To dovodi do smanjenja opskrbe mišićnih stanica oksigeniranom krvlju tijekom tjelesne aktivnosti. U slučaju nakupljanja masti, mišići ne mogu uzimati dovoljno kisika, a samim time ne mogu optimalno eliminirati učinke umora nakon aktivnosti čime dolazi do smanjene mišićne sposobnosti (107).

Primijećeno je da razina fizičke spremne ima veliku ulogu na akademske rezultate studenata (47). Također, smatra se da razlika fizičke spremne među studentima može biti posljedica različite razine urbanizacije, odnosno potječu li iz urbane ili ruralne sredine (108).

U istraživanju iz 2017. na populaciji od 86 ispitanika u dobi 16-19 godina putem nekoliko testova fizičke spremne (trčanje na 100 metara, trčanje 12 minuta, skok u dalj s mjesta, trbušnjaci, podizanje trupa iz ležećeg u sjedeći položaj tijekom 1 minute) pokazalo se da 76,35 % učenika nisku i ispodprosječnu razinu fizičke spremnosti. U istraživanju navode glavne moguće razloge loše fizičke spremne ispitanika među kojima su: ograničena količina nastave akademske tjelesne kulture, nepostojanje zahtjeva učenika za sustavnim bavljenjem tjelesnim vježbama, niska

motiviranost učenika za tjelesni odgoj, nezainteresiranost za bavljenje tjelesnim vježbama u slobodno vrijeme (109).

Naše istraživanje također je obuhvatilo i razinu tjelesne aktivnosti studenata i studentica u slobodno vrijeme, putem IPAQ upitnika. U svrhu prvog cilja istraživanja, ispitalo se postoji li povezanost između tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme i rezultata indeksa fizičke spremne. Korelacija se pokazala pozitivnom ( $\rho = 0,249$ ) te statistički značajnom ( $p = 0,025$ ) što bi značilo da studenti koji su aktivniji ujedno su i fizički spremniji. Ovi rezultati u skladu su sa studijom provedenom u Maleziji na adolescentima, gdje se dokazalo da povećanje razine tjelesne aktivnosti može dovesti do povećanja tjelesne spremnosti kao i respiratorne funkcije. Osim toga, istraživači iz navedene studije smatraju da je izrazito potrebno promicati tjelesnu aktivnost među mladim odraslim osobama (110).

Također, istraživanje Hamdani i suradnika, pokazalo je snažnu korelaciju između umjerene i intenzivne tjelesne aktivnosti s fizičkom spremom te da redovita tjelesna aktivnost može poboljšati razine fizičke spremne kod studenata. Neovisno o tjelesnoj aktivnosti, mjere indeksa fizičke spremne fluktuiraju s rastom i sazrijevanjem tijekom prva dva desetljeća života, a kasnije iz godine u godinu. Zbog toga je izrazito naglašena nužnost prakticiranja redovite tjelesne aktivnosti tijekom adolescencije, te nastavljanje u odrasloj dobi, s ciljem očuvanja zdravlja i funkcionalnosti osobe (111).

Peta hipoteza sugerira da studentice imaju značajno bolje rezultate IPAQ upitnika odnosno više razine tjelesne aktivnosti u usporedbi sa studentima. Rezultati su pokazali da su muškarci više vremena proveli u šetnji i intenzivnoj tjelesnoj aktivnosti u odnosu na žene, iako te razlike nisu bile statistički značajne ( $p > 0,05$ ). Ipak, u umjerenom tjelesnoj aktivnosti, muškarci su proveli statistički značajno ( $p < 0,05$ ) više vremena u odnosu na žene ( $p = 0,000023$ ,  $p = 0,0000084$ ). Značajna razlika primijećena u umjerenim tjelesnim aktivnostima mogla bi odražavati preferencije specifične za spol ili društvene čimbenike koji utječu na navike vježbanja. Muškarci bi se mogli više baviti sportom ili strukturiranim fizičkim aktivnostima, dok bi žene preferirale vježbe umjerenog intenziteta poput hodanja ili laganih aerobnih aktivnosti. Studija provedena u Indiji 2024. godine, pokazala je kako su studentice bile manje aktivne te s nižim razinama tjelesne potrošnje energije u odnosu na studente (112).

Nadalje, izračunale su se MET-minute za hodanje, snažne i umjerene aktivnosti. Ukupni MET-minuta po tjednu bio je najveći za intenzivne aktivnosti, nakon čega slijede hodanje i

umjerene aktivnosti. Sveukupni rezultat upitnika o tjelesnoj aktivnosti za muškarce iznosio je 3336,59 MET-minuta/tjednu, dok je za žene iznosio 1995,38 MET-minuta/tjednu. Ukupna i umjerena tjelesna aktivnost bile su statistički značajno veće kod muškaraca nego kod žena ( $p < 0,005$ ). U drugom, sličnom istraživanju Savci i suradnika, ukupan rezultat tjelesne aktivnosti studentica utvrđeno je da iznosi 1812,30 MET-minuta/tjedan dok je kod muškaraca 2237,74 MET-minute/tjedan (113).

Nadalje, u upitniku o tjelesnoj aktivnosti provedenom u Poljskoj na adolescentima i mladim odraslim osobama, utvrđeno je da muškarci imaju značajno veće ukupne razine tjelesne aktivnosti tjedno u odnosu na žene (114). Ova distribucija odražava tipične obrasce aktivnosti kod mladih odraslih osoba, gdje intenzivne aktivnosti (kao što je sport) značajno pridonose ukupnoj potrošnji energije. Promatrani rezultati u skladu su s globalnim obrascima tjelesne aktivnosti gdje se mladi odrasli, osobito studenti, više bave vježbama višeg intenziteta, vjerojatno zbog dostupnosti sportskih objekata i organiziranih aktivnosti unutar sveučilišnog okruženja. Istraživanje provedeno u Grčkoj na 334 studenata prosječne dobi 21,09 godina pokazalo je nešto bolje rezultate ukupnih MET-minuta za aktivnosti u odnosu na naše istraživanje, međutim ovo potvrđuje ideju da je mlađa dobna skupina odrasle populacije sklonija tjelesnoj aktivnosti (115).

Na temelju provedenog istraživanja, među studentima Sveučilišta u Rijeci značajan je udio onih s niskom razinom tjelesne spreme. Iako 8,7 % ispitanika postiže izvrsnu fizičku spremu, većina studenata smještena je u kategorije ispodprosječne (26,1 %) i loše (32,5 %) fizičke spreme. Ovi rezultati upućuju na to da postoji snažna potreba za unapređenjem i promocijom tjelesne aktivnosti i kondicije među studentskom populacijom.

Usporedba s relevantnim istraživanjima iz literature pokazuje da rezultati, iako donekle različiti, potvrđuju učestalost niske fizičke spreme među studentima u globalnom kontekstu. U usporedbi s istraživanjem Mahajana i Rawata iz 2020. godine, u kojem je čak 84,71 % ispitanika imalo lošu tjelesnu spremu, naša studija pokazuje povoljniju sliku, no još uvijek upućuje na zabrinjavajuće visok postotak loše fizičke spreme kod mladih odraslih osoba.

Rezultati nisu pokazali značajan utjecaj sastava tijela na fizičku spremu, međutim druga istraživanja ističu ovu povezanost prvenstveno smanjenjem udjela tjelesne masti i povećanjem mišićne mase kroz redovitu fizičku aktivnost. Unatoč tome što nije dokazana razlika u fizičkoj spremi između muškaraca i žena u populaciji studenata, rezultati IPAQ upitnika sugeriraju da postoji određena razlika u razini njihove fizičke aktivnosti. Spol može utjecati na vrstu i intenzitet



fizičke aktivnosti, ali je važno napomenuti da su razlike često posljedica socijalnih, kulturnih i psiholoških faktora, a ne nužno bioloških predispozicija. Društvene norme i očekivanja mogu oblikovati ponašanje u vezi s tjelesnom aktivnošću i time utjecati na razlike u njenim obrascima između spolova (116).

Dokazana statistički značajna povezanost između tjelesne aktivnosti i tjelesne spremne pojačava važnost redovite tjelovježbe za održavanje i poboljšanje tjelesnog zdravlja i kondicije. Pozitivna korelacija naglašava da čak i manja povećanja mogu dovesti do mjerljivih poboljšanja. Osim toga, ističe potrebu za javnozdravstvenim strategijama za poticanje aktivnog načina života među studentima i širom populacijom te sugerira potencijalne puteve kroz koje tjelesna aktivnost može doprinijeti sveukupnom blagostanju, dodatno opravdavajući ulaganje u programe koji podržavaju redovitu tjelovježbu.

Ova studija, premda pruža korisne uvide u povezanost između sastava tijela, tjelesne aktivnosti i fizičke spremnosti studenata, suočava se s nekoliko ograničenja koja je važno uzeti u obzir. Prvo, veličina uzorka od 80 studenata, iako dovoljna za osnovnu analizu, može ograničiti generalizaciju nalaza na širu populaciju ili specifične demografske skupine. Također, korištenje IPAQ upitnika za samoprocjenjivanje tjelesne aktivnosti može rezultirati netočnostima zbog mogućeg zaborava ili socijalnog pritiska, što može utjecati na točnost podataka. Nadalje, studija nije uzela u obzir vanjske čimbenike koji mogu značajno utjecati na tjelesnu spremnost, poput prehrambenih navika, razine stresa ili kvalitete sna. Jedno od ograničenja ove studije je metoda bioelektrične impedancije (BIA) koja se koristila za procjenu sastava tijela koja može biti podložna varijacijama zbog čimbenika poput hidratacije i prehrambenog statusa, što može utjecati na točnost mjerenja. Metoda mjerenja fizičke spremnosti, kao što je Harvardski step test ne obuhvaća sve aspekte tjelesne spremnosti, kao što su fleksibilnost ili anaerobna izdržljivost, čime se ograničava sveobuhvatnost procjene. Uz to, iako su analizirane razlike između muškaraca i žena, rezultati su pokazali minimalne i statistički neznatne razlike, što sugerira potrebu za dubljom analizom kako bi se bolje razumjele spolne razlike u tjelesnoj spremnosti. Ova ograničenja ukazuju na potrebu za budućim istraživanjima koja bi mogla uključivati veće uzorke, raznovrsnije metode mjerenja i detaljniju analizu vanjskih čimbenika te dugoročnih učinaka.

## 6. ZAKLJUČAK

Rezultati ove studije pružili su uvid u razine tjelesne spremnosti i tjelesne aktivnosti među studentima Sveučilišta u Rijeci, kao i u povezanost između sastava tijela i fizičke spremnosti. Istraživanje je pokazalo da se većina ispitanika nalazi u rasponu od niske do prosječne fizičke spremnosti, s primjetnim brojem ispitanika koji su u lošoj fizičkoj spremi. Zanimljivo je da nije pronađena statistički značajna razlika u fizičkoj spremnosti između muškaraca i žena, unatoč nekim literaturnim istraživanjima koja sugeriraju razlike među spolovima.

Dokazana je pozitivna korelaciju između tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme i fizičke spremnosti, što je u skladu s prethodnim istraživanjima koja su pokazala da redovita tjelesna aktivnost poboljšava kondiciju i zdravlje. Ovo potvrđuje važnost promicanja tjelesne aktivnosti među studentima kao ključnog elementa za održavanje i poboljšanje tjelesne spreme. S druge strane, analiza sastava tijela, koja je uključivala postotak masnog i mišićnog tkiva, nije pokazala značajnu povezanost s indeksom fizičke spremnosti. Ovi nalazi su u suprotnosti s nekim prethodnim istraživanjima koja su isticala važnost smanjenja tjelesne masnoće i povećanja mišićne mase za poboljšanje fizičke spremnosti. Pokazalo se da su muškarci provodili više vremena u umjerenim i intenzivnim tjelesnim aktivnostima u usporedbi sa ženama. Ovi rezultati mogu odražavati specifične preference i društvene čimbenike koji utječu na obrasce tjelesne aktivnosti među spolovima.

Važno je napomenuti da istraživanje ima svoja ograničenja, uključujući veličinu uzorka, metode mjerenja i vanjske čimbenike koji mogu utjecati na točnost rezultata.

Buduća istraživanja trebala bi uključivati veće uzorke i raznovrsnije metode mjerenja kako bi se dodatno istražile povezanosti između sastava tijela, tjelesne aktivnosti i fizičke spremnosti. Promicanje redovite tjelesne aktivnosti i zdrave tjelesne mase ostaje ključan element za poboljšanje tjelesne spremnosti i općeg zdravlja mladih odraslih osoba.

## LITERATURA

1. Martinez-Avila WD, Sanchez-Delgado G, Acosta FM, Jurado-Fasoli L, Oustric P, Labayen I, Blundell JE, Ruiz JR. Eating Behavior, Physical Activity and Exercise Training: A Randomized Controlled Trial in Young Healthy Adults. *Nutrients*. 2020 Nov 29;12(12):3685.
2. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: From body mass index to body composition profiling. *J Investig Med*. 2018;66(5):887–95.
3. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian J Med Res*. 2018 Nov;148(5):648-658.
4. Musulin J, Baretić M, Šimegi Đekić V. Procjena sastava tijela u bolesnika s tipom 1 šećerne bolesti metodom bioelektrične impedancije. *Liječ Vjesn*. 2017;139:280-5.
5. Soliman W, Mahmoud I. Evaluating the Validity and Reliability of Harvard Step Test to Predict VO<sub>2</sub>max in Terms of the Step Height According to the Knee Joint Angle. *J Appl Sport Sci*. 2011;1(2):126–32.
6. Jabeen A, Sarmila D. A Study of Physical Fitness Index in Physiotherapy Students by Using Modified Harvard Step Test. *AJARR*. 2022 Dec. 23;16(12):135-48.
7. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - Short Form, 2004. [pristupljeno: 3.7.2023.] Dostupno na: [https://www.physiopeedia.com/images/c/c7/Quidelines\\_for\\_interpreting\\_the\\_IPAQ.pdf](https://www.physiopeedia.com/images/c/c7/Quidelines_for_interpreting_the_IPAQ.pdf)
8. Piggini J. What is physical activity? A holistic definition for teachers, researchers and policy makers. *Front Sports Act Living*. 2020;2:72.
9. Kochman M, Kasperek W, Guzik A, Družbicki M. Body Composition and Physical Fitness: Does This Relationship Change in 4 Years in Young Adults? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(3):1579.
10. Eckstrom E, Neukam S, Kalin L, Wright J. Physical activity and healthy aging. *Clin Geriatr Med*. 2020.

11. World Health Organization. Physical activity and adults: recommended levels of physical activity for adults aged 18-64 years. Geneva: World Health Organization; [pristupljeno 27.8.2024.]. Dostupno na: [https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_adults/en/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/en/)
12. European Commission. Special Eurobarometer 412—Sport and physical activity. Brussels: European Commission; 2014. . [pristupljeno: 27.8.2024.] Dostupno na: [https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/eb\\_special\\_419\\_400\\_en.htm#412](https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/eb_special_419_400_en.htm#412)
13. Pontzer H, Durazo-Arvizu R, Dugas LR, et al. Daily energy expenditure through the human life course. *Science*. 2021;373(6556):808-812.
14. Frank AP, de Souza Santos R, Palmer BF, Clegg DJ. Determinants of body fat distribution in humans may provide insight about obesity-related health risks. *J Lipid Res*. 2019 Oct;60(10):1710-1719.
15. Marra M, Sammarco R, De Lorenzo A, Iellamo F, Siervo M, Pietrobelli A, et al. Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (BIA) and dual energy X-ray absorptiometry (DXA): A critical overview. *Contrast Media Mol Imaging*. 2019;2019:1-9.
16. Joensuu L, Kujala UM, Kankaanpää A, Syväoja HJ, Kulmala J, Hakonen H, et al. Physical fitness development in relation to changes in body composition and physical activity in adolescence. *Scand J Med Sci Sports*. 2021;31(2):456-464.
17. Schneiders LB, Brand C, Borfe L, Gaya AR, Brazo-Sayavera J, Renner JDP, et al. A multicomponent intervention program with overweight and obese adolescents improves body composition and cardiorespiratory fitness, but not insulin biomarkers. *Front Sports Act Living*. 2021;3:621055.
18. Garrido-Miguel M, Martínez-Vizcaíno V, Fernández-Rodríguez R, Martínez-Ortega IA, Hernández-Castillejo LE, Bizzozero-Peroni B, et al. The role of physical fitness in the relationship between nut consumption and body composition in young adults. *Nutrients*. 2021;13(6):2126.
19. Cobo-Cuenca AI, Garrido-Miguel M, Soriano-Cano A, Ferri-Morales A, Martínez-Vizcaíno V, Martín-Espinosa NM. Adherence to the Mediterranean diet and its association with body composition and physical fitness in Spanish university students. *Nutrients*. 2019;11(12):2830.

20. Schmidt SCE, Tittlbach S, Bös K, Woll A. Different types of physical activity and fitness and health in adults: an 18-year longitudinal study. *Biomed Res Int.* 2017;2017:1785217.
21. Hamer M, Lavoie KL, Bacon SL. Taking up physical activity in later life and healthy ageing: the English longitudinal study of ageing. *Br J Sports Med.* 2014;48(3):239-243.
22. García-Hermoso A, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M. Is muscular fitness associated with future health benefits in children and adolescents? A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Sports Med.* 2019;49(8):1079-1094.
23. Herbert C. Enhancing mental health, well-being and active lifestyles of university students by means of physical activity and exercise research programs. *Front Public Health.* 2022 Apr 25;10:849093.
24. Richardson A, King S, Olds T, Parfitt G, Chiera B. Study and life: how first year university students use their time. *Stud Success.* 2018;9:17-32.
25. Ghrouz AK, Noohu MM, Manzar MD, Spence DW, BaHamam AS, Pandi-Perumal SR. Physical activity and sleep quality in relation to mental health among college students. *Sleep Breath.* 2019;23(2):627-634.
26. Rodríguez-Romo G, Acebes-Sánchez J, García-Merino S, Garrido-Muñoz M, Blanco-García C, Diez-Vega I. Physical activity and mental health in undergraduate students. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Dec 23;20(1):195.
27. World Health Organization. Report of a WHO Study Group on Young People and 'Health for All by the Year 2000'. Technical Report Series 731. Geneva: World Health Organization; 1986. . [pristupljeno: 3.7.2023.] Dostupno na: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-TRS-731>
28. Poll FA, Miraglia F, D'Avlia HF, Reuter CP, Mello ED. Impact of intervention on nutritional status, consumption of processed foods, and quality of life of adolescents with excess weight. *J Pediatr.* 2020;96(5):621-629.
29. Patton GC, Sawyer SM, Santelli JS, Ross DA, Afifi R, Allen NB, et al. Our future: a Lancet commission on adolescent health and wellbeing. *Lancet.* 2016;387(10036):2423-2478.
30. Ahmed MD, Turan M, Ağaoğlu SA, Ahmed SS. The adolescent age transition and the impact of physical activity on perceptions of success, self-esteem, and well-being. *J Phys Educ Sport.* 2016;16(3):776-784.

31. Del'Arco APWT, Previdelli AN, Ferrari G, Fisberg M. Food intake, physical activity and body composition of adolescents and young adults: data from Brazilian Study of Nutrition and Health. *BMC Public Health*. 2021 Jun 12;21(1):1123.
32. Murphy MH, Carlin A, Woods C, Nevill A, MacDonncha C, Ferguson K, et al. Active students are healthier and happier than their inactive peers: the results of a large representative cross-sectional study of university students in Ireland. *J Phys Act Health*. 2018;15(1):1-10.
33. Denche-Zamorano Á, Franco-García JM, Carlos-Vivas J, Mendoza-Muñoz M, Pereira-Payo D, Pastor-Cisneros R, et al. Increased risks of mental disorders: youth with inactive physical activity. *Healthcare*. 2022;10(2):237.
34. Aly M, Kojima H. Relationship of regular physical activity with neuroelectric indices of interference processing in young adults. *Psychophysiology*. 2020 Dec;57(12)
35. Hong H, Chung W. Integrating health consciousness, self-efficacy, and habituation into the attitude-intention-behavior relationship for physical activity in college students. *Psychol Health Med*. 2022;27(5):965-975.
36. Nogg KA, Vaughn AA, Levy SS, Blashill AJ. Motivation for physical activity among US adolescents: a self-determination theory perspective. *Ann Behav Med*. 2021;55(2):133-143.
37. Wilson OW, Walters SR, Naylor ME, Clarke JC. Changes in physical activity and motives following the transition from high school to university. *Int J Kinesiol High Educ*. 2022;6(1):56-67.
38. Dowd KP, Szeklicki R, Minetto MA, Murphy MH, Polito A, Ghigo E, et al. A systematic literature review of reviews on techniques for physical activity measurement in adults: a DEDIPAC study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2018;15:15.
39. Bel-Serrat S, Huybrechts I, Thumann BF, Hebestreit A, Abuja PM, De Henauw S, et al. Inventory of surveillance systems assessing dietary, physical activity, and sedentary behaviours in Europe: a DEDIPAC study. *Eur J Public Health*. 2017;27(4):747-755.
40. Pedišić Ž, Bauman A. Accelerometer-based measures in physical activity surveillance: current practices and issues. *Br J Sports Med*. 2015;49(4):219-223.
41. Sember V, Meh K, Sorić M, Starc G, Rocha P, Jurak G. Validity and reliability of international physical activity questionnaires for adults across EU countries: systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Sep 30;17(19):7161.

42. Bednarek J, Pomykała S, Bigosińska M, Szyguła Z. Physical activity of Polish and Turkish university students as assessed by IPAQ. *Cent Eur J Sport Sci Med.* 2016;4(16):13-22.
43. Pedišić Ž, Jurakić D, Rakovac M, Hodak D, Dizdar D. Reliability of the Croatian long version of the International Physical Activity Questionnaire. *Kinesiology.* 2011;43(2):185-191.
44. Bangsbo J, Blackwell J, Boraxbekk C-J, Caserotti P, Dela F, Evans AB, et al. Copenhagen Consensus Statement 2019: physical activity and ageing. *Br J Sports Med.* 2019;53(13):856-858.
45. Kochman M, Kasperek W, Guzik A, Družbicki M. Body composition and physical fitness: does this relationship change in 4 years in young adults? *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(3):1579.
46. Lang JJ, Prince SA, Merucci K, et al. Cardiorespiratory fitness is a strong and consistent predictor of morbidity and mortality among adults: an overview of meta-analyses representing over 20.9 million observations from 199 unique cohort studies. *Br J Sports Med.* 2024;58(6):556-566.
47. Committee on Physical Activity and Physical Education in the School Environment, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, Kohl HW III, Cook HD, editors. *Educating the student body: taking physical activity and physical education to school.* Washington (DC): National Academies Press (US); 2013 Oct 30. . [pristupljeno: 3.7.2023.] Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201498/>
48. Patel H, Alkhawam H, Madanieh R, Shah N, Kosmas CE, Vittorio TJ. Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol.* 2017 Feb 26;9(2):134-138.
49. Prieto-González P. Relationship between specific field-based physical fitness test results and selected health biomarkers in college-aged males: a cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Nov 4;19(21):14498.
50. Castro-Pinero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjörström M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2009;44(13):934-43.
51. Sandhu G. Cardio respiratory endurance through Harvard Step Test. 2020.

52. Brouha L. The step test: a simple method for measuring physical fitness for muscular work in young men. *Res Quart.* 1943;14:31-36.
53. Williams CJ, Williams MG, Eynon N, Ashton KJ, Little JP, Wisloff U, et al. Genes to predict VO<sub>2</sub>max trainability: a systematic review. *BMC Genomics.* 2017;18(Suppl 8):831.
54. Sarzynski MA, Ghosh S, Bouchard C. Genomic and transcriptomic predictors of
55. Bye A, Klevjer M, Ryeng E, Silva GJ, Moreira JBN, Stensvold D, Wisløff U. Identification of novel genetic variants associated with cardiorespiratory fitness. *Prog Cardiovasc Dis.* 2020 May-Jun;63(3):341-349.
56. Rahman MM, Lim SJ, Park YC. Development of Single Nucleotide Polymorphism (SNP)-Based Triplex PCR Marker for Serotype-specific *Escherichia coli* Detection. *Pathogens.* 2022 Jan 19;11(2):115.
57. Williams CJ, Williams MG, Eynon N, Ashton KJ, Little JP, Wisloff U, Coombes JS. Genes to predict VO<sub>2</sub>max trainability: a systematic review. *BMC Genomics.* 2017;18(Suppl 8):831.
58. Raghuvver G, Hartz J, Lubans DR, Takken T, Wiltz JL, Miettus-Snyder M, et al. Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2020 Aug 18;142(7).
59. Santisteban KJ, Lovering AT, Halliwill JR, Minson CT. Sex differences in VO<sub>2</sub>max and the impact on endurance-exercise performance. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(8):4946.
60. Nuzzo JL. Sex differences in skeletal muscle fiber types: a meta-analysis. *Clin Anat.* 2024 Jan;37(1):81-91.
61. Ansdell P, Brownstein CG, Škarabot J, Hicks KM, Howatson G, Thomas K, et al. Sex differences in fatigability and recovery relative to the intensity-duration relationship. *J Physiol.* 2019 Dec;597(23):5577-5595.
62. Tikanmäki M, Tammelin T, Sipola-Leppänen M, Kaseva N, Matinolli H-M, Miettola S, et al. Physical fitness in young adults born preterm. *Pediatrics.* 2016 Jan;137(1).
63. Haraldsdottir K, Watson AM, Beshish AG, Pegelow DF, Palta M, Tetri LH, et al. Heart rate recovery after maximal exercise is impaired in healthy young adults born preterm. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119:857-866.



64. Yang J, Epton MJ, Harris SL, Horwood J, Kingsford RA, Troughton R, et al. Reduced exercise capacity in adults born at very low birth weight: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2022 Jan 1;205(1):88-98.
65. Gralla MH, McDonald SM, Breneman C, Beets MW, Moore JB. Associations of objectively measured vigorous physical activity with body composition, cardiorespiratory fitness, and cardiometabolic health in youth: a review. *Am J Lifestyle Med.* 2019;13(1):61-97.
66. Ramakrishnan R, Doherty A, Smith-Byrne K, et al. Accelerometer-measured physical activity and the incidence of cardiovascular disease: evidence from the UK Biobank cohort study. *PLoS Med.* 2021;18(1).
67. American Heart Association Recommendations for Physical Activity in Adults. [pristupljeno: 3.7.2023.] Dostupno na: <https://www.heart.org/en/healthy-living/fitness/fitness-basics/aha-recs-for-physical-activity-in-adults>
68. Özcan R, Irez GB, Saygin Ö, Ceylan HI. Aqua-pilates exercises improve some physical fitness parameters in healthy young women. *J Phys Educ Sport Sci Egit Spor Bilim Derg.* 2018;12:160-175.
69. Çitozi R, Kasa A, Peja E. The role of hiking activities in improving balance skills in the students of Sports University of Tirana. *Arena J Phys Act.* 2016;5:69-78.
70. Zou L, Zeng N, He J. The effect of bamboo dance on motor fitness in Chinese college students. *Int J Phys Educ Sport Health.* 2016;3:193-199.
71. Mitrović B, Janković R, Dopsaj M, Vučković G, Milojević S, Pantelić S, et al. How an eight-month period without specialized physical education classes affects the morphological characteristics and motor abilities of students of the Academy of Criminalistic and Police Studies. *Facta Univ Phys Educ Sport.* 2016;14(2):167-178.
72. Kandola A, Lewis G, Osborn DPJ, Stubbs B, Hayes JF. Depressive symptoms and objectively measured physical activity and sedentary behaviour throughout adolescence: a prospective cohort study. *Lancet Psychiatry.* 2020;7(3):262-271.
73. Tremblay MS, Aubert A, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) terminology consensus project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2017;14:75.

74. López-Valenciano A, Mayo X, Liguori G, Copeland RJ, Lamb M, Jimenez A. Changes in sedentary behaviour in European Union adults between 2002 and 2017. *BMC Public Health*. 2020;20(1):1206.
75. Lamoureux NR, Fitzgerald JS, Norton KI, Sabato T, Tremblay MS, Tomkinson GR. Temporal trends in the cardiorespiratory fitness of 2,525,827 adults between 1967 and 2016: a systematic review. *Sports Med*. 2019;49(1):41–55.
76. Castro O, Bennie J, Vergeer I, Bosselut G, Biddle SJH. How sedentary are university students? A systematic review and meta-analysis. *Prev Sci*. 2020.
77. Du Y, Liu B, Sun Y, Snetselaar LG, Wallace RB, Bao W. Trends in adherence to the physical activity guidelines for Americans for aerobic activity and time spent on sedentary behavior among US adults, 2007 to 2016. *JAMA Netw Open*. 2019;2(5).
78. Messiah S. Body composition. In: Gellman MD, editor. *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. Cham: Springer; 2020. p. 1–6.
79. Lobstein T, Jackson-Leach R, Powis J, Brinsden H, Gray M. *World Obesity Atlas 2023*. [preuzeto: 30.8.2024.]. World Obesity Federation; 2023. Dostupno na: <https://www.worldobesity.org/resources/resource-library/world-obesity-atlas-2023>.
80. Koliaki C, Dalamaga M, Liatis S. Update on the obesity epidemic: after the sudden rise, is the upward trajectory beginning to flatten? *Curr Obes Rep*. 2023 Dec;12(4):514-527.
81. Siopis G, Moschonis G, Reppas K, Iotova V, Bazdarska Y, Chakurova N, et al. The emerging prevalence of obesity within families in Europe and its associations with family socio-demographic characteristics and lifestyle factors: a cross-sectional analysis of baseline data from the Feel4Diabetes Study. *Nutrients*. 2023;15:1283.
82. Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*. 2020;16(4):218-230.
83. Pereira SA, Park S, Freedman ND. Body composition and cancer: epidemiology and mechanisms. *Curr Oncol Rep*. 2021;23(5):40.
84. Denton N, Karpe F. Measuring body composition and regional fat mass accurately. *Pract Diabetes*. 2016;33(7):224-226.
85. Davis EW, Attwood K, Prunier J, Paragh G, Joseph JM, Klein A, Roche C, Barone N, Etter JL, Ray AD, Trabert B, Schabath MB, Peres LC, Cannioto R. The association of body

- composition phenotypes before chemotherapy with epithelial ovarian cancer mortality. *J Natl Cancer Inst.* 2024;112.
86. Alvarez JA, Ziegler TR, Millson EC, Stecenko AA. Body composition and lung function in cystic fibrosis and their association with adiposity and normal-weight obesity. *Nutrition.* 2016;32(4):447-52.
  87. Dixon AE, Peters U. The effect of obesity on lung function. *Expert Rev Respir Med.* 2018;12(9):755-67.
  88. Papalia GF, Papalia R, Diaz Balzani LA, Torre G, Zampogna B, Vasta S, Fossati C, Alifano AM, Denaro V. The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2020;9(8).
  89. Prado CM, Landi F, Chew ST, Molinger J, Ruck T, Gonzalez MC, et al. Advances in muscle health and nutrition: A toolkit for healthcare professionals. *Clin Nutr.* 2022;41(10):2244-2263.
  90. Martin A, Booth JN, McGeown S, Niven A, Sproule J, Saunders DH, Reilly JJ. Longitudinal associations between childhood obesity and academic achievement: systematic review with focus group data. *Curr Obes Rep.* 2017;6:297–313.
  91. Valero-Chillerón MJ, González-Chordá VM, López-Peña N, Cervera-Gasch Á, Suárez-Alcázar MP, Mena-Tudela D. Burnout syndrome in nursing students: an observational study. *Nurse Educ Today.* 2019;76:38–43.
  92. Park JH, Moon JH, Kim HJ, Kong MH, Oh YH. Sedentary lifestyle: overview of updated evidence of potential health risks. *Korean J Fam Med.* 2020;41(6):365–73.
  93. Stich FM, Huwiler S, D’Hulst G, Lustenberger C. The potential role of sleep in promoting a healthy body composition: underlying mechanisms determining muscle, fat, and bone mass and their association with sleep. *Neuroendocrinology.* 2022;112(7):673–701.
  94. Bowden Davies KA, Pickles S, Sprung VS, Kemp GJ, Alam U, Moore DR, Tahrani AA, Cuthbertson DJ. Reduced physical activity in young and older adults: metabolic and musculoskeletal implications. *Ther Adv Endocrinol Metab.* 2019;10:2042018819888824.
  95. Ramos IE, Coelho GM, Lanzillotti HS, Marini E, Koury JC. Fat-free mass using bioelectrical impedance analysis as an alternative to dual-energy x-ray absorptiometry in calculating energy availability in female adolescent athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2022;32:350–8.

96. Marini E, Campa F, Buffa R, Stagi S, Matias CN, Toselli S, et al. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. *Clin Nutr.* 2020;39:447–54.
97. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr.* 1985;41:810–7.
98. Ward LC. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73:194–9.
99. Bosy-Westphal A, Braun W, Geisler C, Norman K, Müller MJ. Body composition and cardiometabolic health: the need for novel concepts. *Eur J Clin Nutr.* 2018;72(5):638–44.
100. Chen W, Jiang H, Yang J, et al. Body Composition Analysis by Using Bioelectrical Impedance in a Young Healthy Chinese Population: Methodological Considerations. *Food and Nutrition Bulletin.* 2017;38(2):172-181.
101. Mahajan R, Rawat D. Determination of physical fitness index and its relation with body mass index among physiotherapy students. *Physiotherapy - The Journal of Indian Association of Physiotherapists* 14(2):84-88;2020.
102. Babu KR, Malge M, Sable MS, Pavani D. Determination of Physical Fitness Index (PFI) With Modified Harvard Step Test (HST) in Male and Female Medical Students of Age 17-19 Yrs. *Int J Sci Res.* 2015;4(6):568-9.
103. Dewi RC, Rimawati N, Purbodjati P. Body mass index, physical activity, and physical fitness of adolescence. *J Public Health Res.* 2021;14;10(2):2230.
104. Müller A, Nagy Z, Kovács S, Szőke S, Bendíková E, Ráthonyi G, Ráthonyi-Ódor K, Szabados G, Gabnai Z, Bába ÉB. Correlations between Physical Fitness and Body Composition among Boys Aged 14–18—Conclusions of a Case Study to Reverse the Worsening Secular Trend in Fitness among Urban Youth Due to Sedentary Lifestyles. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2022; 19(14):8765.
105. Muka T et al. Dietary fat composition, total body fat and regional body fat distribution in two Caucasian populations of middle-aged and older adult women. *Clin Nutr.* 2017;36(5):1411-1419.
106. Sharma M, Kamal RB, Chawla K. Correlation of body composition to aerobic capacity: a cross-sectional study. *Int J Appl Res.* 2016;2(1):38-42.

107. Shazia SM, Badaam KM, Deore DN. Assessment of aerobic capacity in overweight young females: a cross-sectional study. *Int J Appl Basic Med Res.* 2015;5(1):18-20.
108. Ujević T, Sporis G, Milanović Z, Pantelić S, Neljak B. Differences between health-related physical fitness profiles of Croatian children in urban and rural areas. *Coll Antropol.* 2013 Mar;37(1):75-80.
109. Fotynyuk VG. Determination of first year students' physical condition and physical fitness level. *Phys Educ Stud.* 2017;21(3):116-120.
110. Azmi NA, Zaki NTA, Kong MC, Ab Rahman NNA, Zanudin A. Correlation of Physical Activity Level with Physical Fitness and Respiratory Function amongst Undergraduates. *Trends Sci.* 2021 Oct. 13
111. Hamdani SMZH, Jie Z, Hadier SG, Tian W, Hamdani SDH, Danish S, Shireen S, Fatima SU. Relationship between moderate-to-vigorous physical activity with health-related physical fitness indicators among Pakistani school adolescents: Yaali-Pak study. *Sci World J.* 2022;2022:6402028.
112. Nishanthi A, Agilan P, Vimal M, Shanthi M. Patterns of Physical Activity and its Association with Gender and Academic Year Among Undergraduate Medical Students. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics.* 2024;15(1):61-68.
113. Savci S, Ozturk M, Arikan H, Ince DI, Tokgozoglu L. Universite ogrencilerinin fiziksel aktivite duzeyleri. *Turk Kardiyol Dern Ars.* 2006;34:166-172.
114. Bergier J, Kapka-Skrzypczak L, Biliński P, Paprzycki P, Wojtyła A. Physical activity of Polish adolescents and young adults according to IPAQ: a population-based study. *Ann Agric Environ Med.* 2012;19(1):109-115.
115. Fagaras SP, Radu LE, Vanvu G. The level of physical activity of university students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences.* 2015;25(7):1454-7.
116. Telford RM, Telford RD, Olive LS, Cochrane T, Davey R. Why are girls less physically active than boys? Findings from the LOOK longitudinal study. *PLOS ONE.* 2016;11(3).

## PRIVITCI

### Privitak A: Popis slika

Slika 1. Raspodjela ispitanika po spolu .....	23
Slika 2. Prosječna dob ispitanika .....	23
Slika 3. Prikaz raspršenosti podataka indeksa fizičke spremе i postotka masnog tkiva kod ispitanika.....	29
Slika 4. Prikaz raspršenosti podataka indeksa fizičke spremе i postotka mišićnog tkiva kod ispitanika.....	31
Slika 5. Prikaz podatka Mann-Whitney testa za indeks fizičke spremе između studenata i studentica.....	33
Slika 6. Prikaz raspršenosti podataka indeksa fizičke spremе i ukupnih MET-minuta/tjednu.....	37

### Privitak B: Popis tablica

Tablica 1. Kategorije tjelesne aktivnosti prema IPAQ upitniku.....	7
Tablica 2. Podaci o pulsnu i indeksu fizičke spremе nakon testiranja Harvardskim step testom.....	24
Tablica 3. Deskriptivna statistika indeksa fizičke spremе.....	27
Tablica 4. Deskriptivna statistika postotka masnog i mišićnog tkiva.....	27
Tablica 5. Rezultati korelacije između indeksa fizičke spremе i postotka masnog tkiva.....	28
Tablica 6. Rezultati korelacije između indeksa fizičke spremе i postotka masnog tkiva.....	30
Tablica 7. Deskriptivna statistika indeksa fizičke spremе kod studenata i studentica.....	32
Tablica 8. Rezultati Mann-Whitney testa između indeksa fizičke spremе studenata i studentica.....	32
Tablica 9. Deskriptivna statistika podataka IPAQ upitanika.....	34
Tablica 10. Deskriptivna statistika podatke o MET-minutama/tjedan.....	36
Tablica 11. Rezultati korelacije između indeksa fizičke spremе i ukupnih MET-minuta/tjedan.....	37
Tablica 12. Rezultati studentovog t-testa između studenata i studentica za podatke prikupljene IPAQ upitnikom.....	38

Privitak C: IPAQ upitnik – skraćena verzija

**4. DIO: REKREACIJA, SPORT I TJELESNA AKTIVNOST U SLOBODNO VRIJEME**

Slijedi niz pitanja o svim tjelesnim aktivnostima koje ste provodili **unazad 7 dana**, isključivo u svrhu rekreacije, sporta, vježbanja i provođenja slobodnog vremena. Molimo da u odgovore ne uključite aktivnosti koje ste prethodno već naveli.

20. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste dana **hodali** najmanje 10 minuta bez prekida u okviru svojeg slobodnog vremena?

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

Nisam toliko dugo hodao bez prekida u slobodno vrijeme



**Prijedite na pitanje 22.**

21. U danima kada ste **hodali** u slobodno vrijeme, koliko ste vremena uobičajeno proveli hodajući u okviru svog slobodnog vremena?

\_\_\_\_\_ sati u danu

\_\_\_\_\_ minuta u danu

22. Prisjetite se samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida u trajanju od najmanje 10 minuta. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste se dana bavili **izrazito napornim** tjelesnim aktivnostima kao što su npr. aerobik, trčanje, brza vožnja bicikla i brzo plivanje u okviru svojeg slobodnog vremena?

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

Nisam se bavio izrazito napornim tjelesnim aktivnostima u slobodno vrijeme



**Prijedite na pitanje 24.**

23. U danima kada ste se bavili **izrazito napornim** tjelesnim aktivnostima u okviru svojeg slobodnog vremena, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ sati u danu

\_\_\_\_\_ minuta u danu

24. Ponovno se prisjetite samo aktivnosti koje ste provodili bez prekida najmanje 10 minuta. Tijekom **zadnjih 7 dana**, koliko ste se dana bavili **umjerenim** tjelesnim aktivnostima kao što su npr. vožnja bicikla umjerenim tempom, plivanje umjerenom brzinom i igranje tenisa u okviru svojeg slobodnog vremena?

\_\_\_\_\_ dana u tjednu

Nisam se bavio umjerenom tjelesnom aktivnosti u slobodno vrijeme



**Prijedite na 5. DIO: VRIJEME PROVEDENO U SJEDEĆEM POLOŽAJU**

25. U danima kada ste provodili **umjerene** tjelesne aktivnosti u okviru svojeg slobodnog vremena, koliko ste ih vremena uobičajeno provodili?

\_\_\_\_\_ sati u danu

\_\_\_\_\_ minuta u danu

## ŽIVOTOPIS

### OSOBNJE INFORMACIJE:

Ime i prezime: Kristina Jelovčić

Spol: žensko

Datum i mjesto rođenja: 2. veljače 2001., Šibenik

Državljanstvo: Hrvatsko

### OBRAZOVANJE:

Završila sam osnovnoškolsko obrazovanje u Osnovnoj školi Vjekoslava Kaleba u Tisnom. Nakon toga, upisujem srednju Medicinsku školu u Šibeniku, smjer Farmaceutski tehničar.. Završetkom srednje škole 2019. godine, upisujem preddiplomski studij fizioterapije na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci. Odmah nakon završetka preddiplomskog studija fizioterapije, 2022. upisujem diplomski studij fizioterapije.