

# Utjecaj intervalnog treninga na morfološki status pojedinaca

---

Šolaja, Rita

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Kinesiology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kineziološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:265:558843>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Kinesiology Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kineziološki fakultet Osijek

Diplomski sveučilišni studij Kineziološka edukacija

Rita Šolaja

**UTJECAJ INTERVALNOG TRENINGA NA MORFOLOŠKI  
STATUS POJEDINACA**

Diplomski rad

Osijek, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Kineziološki fakultet Osijek  
Diplomski sveučilišni studij Kineziološka edukacija

Rita Šolaja

**UTJECAJ INTERVALNOG TRENINGA NA MORFOLOŠKI  
STATUS POJEDINACA**

Diplomski rad

JMBAG: 0267039496

e-mail: [rsolaja@kifos.hr](mailto:rsolaja@kifos.hr)

Mentor: izv. prof. dr. sc. Danijela Kuna

Osijek, 2023.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Kinesiology Osijek  
University undergraduate study of Kinesiology

Rita Šolaja

**INFLUENCE OF INTERVAL TRAINING ON THE  
MORPHOLOGICAL STATUS OF INDIVIDUALS**

Master's Thesis

Osijek, 2023.

## IZJAVA

### O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Kineziološkog fakulteta Osijek, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju „Narodne novine“ broj 123/03., 198/03., 105/04., 174/04., 2/07.-Odluka USRH, 46/07., 63/11., 94/13., 139/13., 101/14.-Odluka USRH, 60/15.-Odluka USRH i 131/17.).
3. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

**Ime i prezime studentice:** Rita Šolaja

**JMBAG:** 0267039496

**Službeni e-mail:** rsolaja@kifos.hr

**Naziv studija:** Kineziološka edukacija

**Naslov rada:** Utjecaj intervalnog treninga na morfološki status pojedinaca

**Mentorica diplomskog rada:** izv. prof. dr. sc. Danijela Kuna

U Osijeku 26.9.2023. godine

Potpis



## **ZAHVALA:**

*Ovim putem želim se zahvaliti svojoj mentorici izv.prof.dr.sc. Danijeli Kuni na iznimnoj podršci i surađivanju tijekom cijelog mog akademskog školovanja te se nadam da je ovo tek početak naše suradnje. Također, htjela bi se zahvaliti kompletnoj ekipi zaposlenika Kineziološkog fakulteta Osijek koji su me svih ovih godina poticali i bodrili u svemu što radim. Hvala i profesoru Marinu Marinoviću koji je potaknuo znanstvenicu u meni. Jedno veliko hvala ide i Petru Šušnjari koji je zapravo bio sumentor ovog istraživanja i pomogao mi kada sam se pogubila na putu. Hvala i mojim prijateljima koji su me gurali u ovom ludom putovanju. A najveće hvala ide roditeljima, sestri i dečku Filipu koji su bili uz mene od prvog dana do kraja i gledali sve moje uspone i padove, a prije svega vjerovali u mene kada ja nisam. Da nije bilo svih vas ne bi danas stajala ovdje i borila se do kraja! Znam da će danas zvijezde na nebu zasjati još jače. Vaša Rile.*

## Utjecaj intervalnog treninga na morfološki status pojedinaca

### SAŽETAK:

Redovitim aerobnim i anaerobnim programima tjelesne aktivnosti pozitivno se utječe na sveukupno zdravlja pojedinca, a osobito mišićnu i kardiorespiratornu izdržljivost. Kardiorespiratorna izdržljivost podrazumijeva kvalitetan rad srčano-žilnog i respiratornog sustava, a jedna od najboljih mjera njene razvijenosti je maksimalni primitak kisika. Visoko intenzivni intervalni trening vrsta je treninga koja značajno može poboljšati kardiorespiratornu izdržljivost ali i dovesti do smanjenja potkožnog masnog tkiva. U današnje vrijeme velik broj sportaša i rekreativaca koriste različite suplemente kako bi poboljšali sportsku performansu i odgodili pojavu umora a jedan od njih je suplement karnozin. Glavni cilj ovog diplomskog rada bio je ispitati statističku značajnost razlika u promjenama morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika pod utjecajem intervalnog treninga i uz upotrebu karnozin suplementa kod dvaju skupina ispitanika. Istraživanje je provedeno na 23 zdravih sedentarnih studentica i studenata sa Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Veleučilišta Lavoslava Ružičkog u Vukovaru. Slučajnim odabirom ispitanici su podijeljeni u dvije eksperimentalne skupine. Prva skupina provodila je program intervalnog trčanja, dok je druga skupina osim trenažnog programa na svakodnevnoj razini konzumirala 500 g karnozina. Razlike između inicijalnih i finalnih mjerenja kod obaju skupina ispitanika testirana je pomoću t testa za nezavisne uzorke. Analizom razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja prve eksperimentalne skupine nisu utvrđene statistički značajne razlike u morfološkim promjenama, dok su kod maksimalnog primitka kisika utvrđene na razini  $p < 0,001$ . Kod druge eksperimentalne skupine na razini  $p < 0,05$  utvrđene su statistički značajne razlike u promjenama morfoloških karakteristika: tjelesna težina, kožni nabor leđa i opseg struka, a na razini  $p < 0,001$  u maksimalnom primitku kisika. Dobiveni rezultati ovog istraživanja potvrđuju kako suplementacija s beta-alanininom uz pravilno programirani program treninga može pozitivno utjecati na redukciju tjelesne težine te količine masnog tkiva.

**Ključne riječi:** kardiorespiratorna izdržljivost, morfološke promjene, maksimalni primitak kisika, intervalni trening, karnozin

## **Influence of interval training on the morphological status of individuals**

**ABSTRACT:** Regular aerobic and anaerobic physical activity programs have a positive effect on the overall health of the individual, especially muscular and cardiorespiratory endurance. Cardiorespiratory endurance implies high-quality work of the cardiovascular and respiratory systems, and one of the best measures of its development is maximum oxygen intake. High-intensity interval training is a type of training that can significantly improve cardiorespiratory endurance but also lead to a reduction in subcutaneous fat. Nowadays, a large number of athletes and recreationists use various supplements to improve sports performance and delay the onset of fatigue, and one of them is the carnosine supplement. The main goal of this thesis was to examine the statistical significance of differences in changes in morphological characteristics and maximum oxygen intake under the influence of interval training and with the use of carnosine supplements in two groups of subjects. The research was conducted on 23 healthy sedentary students from Josip Juraj Strossmayer University in Osijek and Lavoslav Ružički Polytechnic in Vukovar. By random selection, the subjects were divided into two experimental groups. The first group implemented an interval running program, while the second group consumed 500 g of carnosine on a daily basis in addition to the training program. The difference between initial and final measurements in both groups of subjects was tested using the t test for independent samples. Analyzing the differences between the initial and final measurements of the first experimental group, no statistically significant differences in morphological changes were found, while in the case of maximum oxygen uptake, they were determined at the level of  $p < 0.001$ . In the second experimental group, at the  $p < 0.05$  level, statistically significant differences were found in changes in morphological characteristics: body weight, back skinfold and waist circumference, and at the  $p < 0.001$  level, in the maximum oxygen intake. The obtained results of this research confirm that beta-alanine supplementation with a properly programmed training program can have a positive effect on reducing body weight and the amount of fat tissue.

**Keywords:** cardiorespiratory endurance, maximal oxygen uptake, interval training, carnosin



# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Utjecaj tjelesnog vježbanja na zdravlje</b> .....	2
<b>1.1.1. Funkcionalne sposobnosti</b> .....	3
<b>1.1.2. Morfološke osobine</b> .....	6
<b>1.2. Maksimalni primitak kisika</b> .....	8
<b>1.3. Dodaci prehrani</b> .....	9
<b>1.4. Dosadašnja istraživanja</b> .....	10
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	12
<b>3. METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	13
<b>3.1. Uzorak ispitanika</b> .....	13
<b>3.2. Opis protokola istraživanja</b> .....	13
<b>3.3. Uzorak varijabli</b> .....	14
<b>3.3.1. Morfološke karakteristike</b> .....	14
<b>3.3.2. Mjerenje maksimalnog primitka kisika</b> .....	18
<b>3.4. Statistička obrada podataka</b> .....	19
<b>4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA</b> .....	20
<b>4.1. Rezultati testova za procjenu morfoloških karakteristika</b> .....	20
<b>4.2. Rezultati maksimalnog primitka kisika</b> .....	23
<b>5. RASPRAVA</b> .....	25
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	29
<b>7. LITERATURA</b> .....	31

## 1. UVOD

Ljudsko tijelo stvoreno je kako bi se kretalo na bilo koji način i to će uvijek biti dio gena ljudske populacije. Zabrinjavajuća je činjenica da u današnje vrijeme velik broj ljudi živi sedentarnim načinom što u konačnici ima brojne negativne posljedice na cjelokupno zdravlje. Sedentarni način življenja uključuje sjedenje u različite svrhe kao što su posao, aktivnosti koje se temelje na korištenju računala, pametnih telefona, igranje video igara, gledanje televizije i ostalo (Costigan i sur., 2013). Vrijeme provedeno u sjedilačkom načinu života pokazalo se važnim pokazateljem zdravlja odrasle populacije (Must i Tybor, 2005). Upravo zbog toga Ruegsegger i Booth (2018) naglašavaju kako je svakodnevno tjelesno vježbanje moćno sredstvo u borbi protiv prevencije i liječenja brojnih kroničnih bolesti, te tako u današnje vrijeme možemo često čuti uzrečicu „tjelovježba je lijek“. Stoga možemo zaključiti kako je ljudsko tijelo jedan savršen mehanizam koji žudi za pokretom i ako se krene kvariti daje nam do znanja da ga ne iskorištavamo na način za koji je predodređen.

Svakodnevnim tjelesnim vježbanjem poboljšavamo kardiorespiratornu izdržljivost koja je važan dio prevencije od kardiovaskularnih bolesti (Al-Mallah i sur., 2018). Maksimalni primitak kisika (eng.  $VO_2^{\max}$ ) smatra se najboljim pokazateljem kardiorespiratorne izdržljivosti, odnosno najvjerniji je pokazatelj funkcionalnih sposobnosti, kardiovaskularnog i respiratornog sustava te metaboličkog kapaciteta organizma koji zavisi o stupnju treniranosti osobe (Čutović i sur., 2018). Vrsta treninga koja značajno može utjecati na kardiorespiratornu izdržljivost naziva se visoko intenzivni intervalni trening te je dokazano da visoko intenzivni intervalni trening proizvodi jednaka ili veća poboljšanja kardiorespiratorne izdržljivosti u usporedbi s kontinuiranim vježbanjem umjerenog intenziteta (Martin-Smith i sur., 2020).

Veliki broj sportske populacije konzumira različite dodatke prehrani kako bi prije svega utjecali na poboljšanje sportske performanse ali i odgodili pojavu umora (Maughan i sur., 2018). Dodaci prehrani uključuju sportsku hranu (gelove, pločice, napitke, proteinske praškove), vitamine i minerale, biljke i biljne proizvode te ergogene dodatke (kofein,  $\beta$ -alanine, kreatin) (Garthe i Maughan, 2018). Jedan od suplemenata koji se koristi upravo za poboljšanje sportske performanse i odgode umora je karnozin tj. protein koji se sintetizira u tijelu iz  $\beta$ -alanina i L-histidina te se nalazi u mozgu, mišićima i gastrointestinalnom tkivu ljudi i svih kralježnjaka (Jukić i sur., 2021). Stoga je cilj ovog diplomskog rada utvrditi postoji li statistički značajna razlika u morfološkim promjenama i maksimalnom primitku kisika prije i nakon

primjene intervalnog treninga te je li konzumacija suplementa karnozina pridonijela tim promjenama.

### 1.1. Utjecaj tjelesnog vježbanja na zdravlje

Prije svega potrebno je definirati razliku između tjelesne aktivnosti i tjelesnog vježbanja. Tjelesna aktivnost predstavlja bilo koji tjelesni pokret producirana od skeletnih mišića koja zahtjeva korištenje energije (WHO, 2010), dok je tjelesno vježbanje planirana, programirana i ponavljana tjelesna aktivnost rezultat koje je unaprjeđenje ili održavanje jedne ili više sastavnice fizičkog fitnesa (Heimer i Jaklinović-Fressl, 2006). Kako bi mogli to sve zajedno ukomponirati treba i definirati što je to onda zdravlje, pa tako prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (2009) glasi da je zdravlje stanje potpunog tjelesnog, duševnog i socijalnog blagostanja, a ne samo odsustvo bolesti i iznemoglosti. Stoga možemo zaključiti kako važnost kretanja ima veliku ulogu u očuvanju ali i u unapređivanju zdravlja. Na slici 1 možemo vidjeti kako izgleda zdravstveni kontinuum i kako aktivan ili sedentaran način života utječe na cjelokupno zdravlje pojedinca.

Slika 1. Prikaz zdravstvenog kontinuuma

Izvor: slika preuzeta sa <https://fitnes-uciliste.hr/sto-je-fitnes/>



Upravo zbog toga Jurko i suradnici (2015) kažu da pokretom započinje ali i završava ljudski život. Postoje brojne studije koje ukazuju na to da je svakodnevno tjelesno vježbanje povezano sa smanjenim rizikom od preuranjene smrti te samim time i prevencijom od razvoja mnogih kroničnih nezaraznih bolesti kao što su: kardiovaskularne bolesti, pretilost, dijabetes tip II, hipertenzija, moždani udar, rak debelog crijeva i dojke (Warburton i Bredin, 2017; Warburton i sur, 2016). Također, niska razina kardiorespiratorne izdržljivosti i pretilost u adolescenciji povezani su s većim rizikom od smrtnosti u odrasloj dobi (Apor, 2011). Obrovac (2015) smatra kako ubrzani način života, izostanak bavljenja tjelovježbom i nekvalitetna prehrana dovode do globalnog problema pretilosti, zbog toga tjelesno vježbanje ima ključnu ulogu u prevenciji i liječenju pretilosti, potičući mobilizaciju i oksidaciju masnih kiselina pohranjenih u masnom tkivu (Di Palu Mbo i sur., 2017). Također, Di Palu Mbo i suradnici (2017) utvrdili su da što je veći intenzitet vježbanja bit će i veća oksidacija masti. Na taj način poboljšava se i sam sastav tijela (Hazell i sur., 2014). Sekulić i Metikoš (2007) navode kako kvalitetnim trenažnim transformacijskim procesom možemo pozitivno djelovati na morfološke promjene u vidu promjena sastava tijela te isto tako naglašavaju kako potkožno masno tkivo predstavlja balastnu mast koja u prevelikim količinama stvara probleme u provedbi različitih motoričkih manifestacija ljudi. Što znači da promjenom jedne dimenzije antropološkog statusa pojedinca možemo utjecati i na promjenu ostalih dimenzija. U kineziologiji se naglasak daje upravo na promjene u vidu unaprjeđenja motoričkih i funkcionalnih sposobnosti te na promjene morfoloških osobina.

### **1.1.1. Funkcionalne sposobnosti**

Funkcionalne sposobnosti koje su Sekulić i Metikoš (2007) definirali kao sposobnosti organizma koje su odgovorne za transport i proizvodnju energije, smatraju se najkorisnijim dimenzijama antropološkog statusa. Još ih često u literaturi možemo pronaći pod nazivom kardiorespiratorna izdržljivost iz razloga što ovise o kvaliteti srčano-žilnog i dišnog sustava. Dije se na aerobne i anaerobne funkcionalne sposobnosti, te na temelju funkcionalne analize možemo ustanoviti stanje funkcionalnih sposobnosti pojedinca.

Aerobni energetska kapacitet definira se kao sposobnost obavljanja rada kroz duži vremenski period u uvjetima aerobnog metabolizma. Aerobni energetska kapacitet kao što mu i samo ime kaže koristi kisik za proizvodnju energije za rad. Tako u cikličkim aktivnostima prevladava aerobni energetska kapacitet kojega mjerimo putem maksimalnog primitka kisika (Prskalo i Sporiš, 2016). Sekulić i Metikoš (2007) smatraju da aerobne sposobnosti ovise o

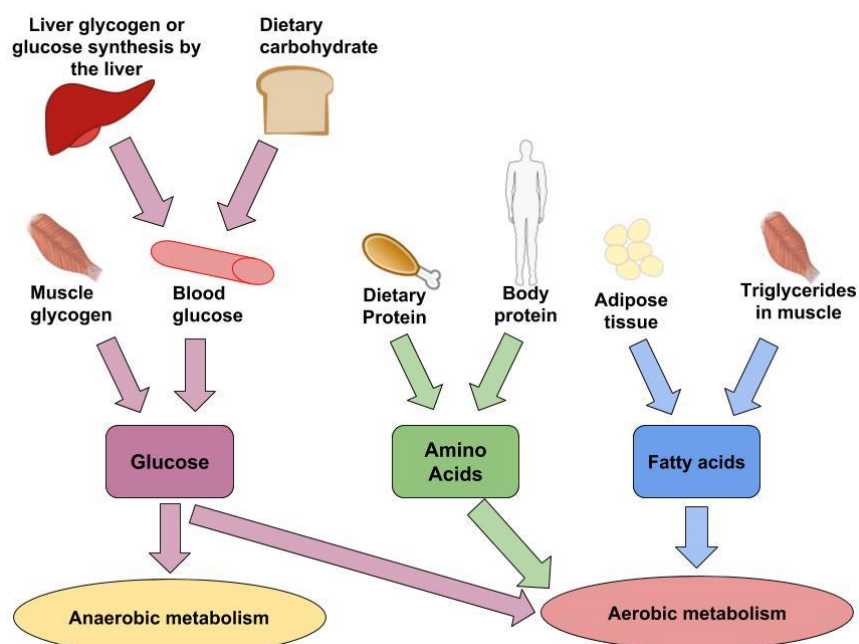
nizu djelotvornosti različitih organa i organskih sustava i de će aerobne sposobnosti biti onoliko razvijene koliko je razvijena i najslabija karika u tom lancu organa i organskih sustava.

Anaerobni energetske kapacitet definira se kao sposobnost obavljanja rada koje se odvijaju relativno kratko u uvjetima anaerobnog metabolizma. Anaerobni energetske kapacitet koristi fosfagene i glikogenske kapacitete kako bi proizveli energiju za rad. Tako se prilikom anaerobnih aktivnosti stvaraju nusprodukti koji postupno onemogućuju dalje odvijanje tih istih biokemijskih procesa (Sekulić i Metikoš, 2007). Anaerobne aktivnosti uključuju aktivnosti relativno kratkog trajanja ali visokog intenziteta, npr. sportske igre i borilački sportovi (Prskalo i Sporiš, 2016). Za razvoj anaerobnog kapaciteta posebno anaerobno glikogenog kapaciteta potrebno je trenirati u visokom intenzitetu jer se na taj način poboljšava tolerancija organizma na biokemijske promjene i samim time produljuje se vrijeme rada. Trčanje je jedna od aktivnosti koja značajno može poboljšati anaerobni glikogeni kapacitet.

**Slika 2.** Grafički prikaz izvora goriva za aerobni i anaerobni energetske kapacitet

*Izvor: slika preuzeta sa*

<https://openoregon.pressbooks.pub/nutritionscience/chapter/10b-fuel-sources-exercise/>



Prema Sekulić i Metikoš (2007) metode kojima razvijamo funkcionalne sposobnosti su kontinuirana, diskontinuirana i intervalna metoda.

Intervalna metoda rada smatra se treningom u kojemu se izmjenjuju intervali rada i intervali odmora. Trajanje intervala rada ovisi o cilju koji se želi postići trenažnim procesom iako se u većini slučajeva koristi relativno visoko opterećenje nakon čega slijedi pauza. Ovakav visoki intenzitet dovodi do iscrpljivanja anaerobnih izvora energije dok se u pauzi uključuje transport kisika koji čisti nusprodukte anaerobnih izvora iz tijela ali i pokušava nadoknaditi izgubljene izvore energije. Što znači da će se osoba koja trenira u anaerobnom režimu i koja ima dobro razvijene aerobne sposobnosti lakše i brže oporaviti u pauzi nego osoba koja ima lošije razvijene aerobne sposobnosti. Stoga možemo zaključiti kako razvojem jedne sposobnosti utječemo i na razvoj druge.

Volumen opterećenja potrebno je definirati kako bi trenažni proces bio u potpunosti učinkovit. Sekulić i Metikoš (2007) naglašavaju kako je odabir optimalnog volumena opterećenja jedan od osnovnih preduvjeta učinkovitog trenažnog procesa te da se bez primjene dovoljnog volumena opterećenja javlja podtreniranost a primjenom prevelikog volumena opterećenja se javlja pretreniranost. U oba slučaja ne dolazi do očekivanih rezultata već baš suprotno, sposobnosti opadaju. Kako bi odabrali optimalan volumen opterećenja moramo znati razlikovati što je intenzitet a što ekstenzitet. Intenzitet se odnosi na težinu rada dok se ekstenzitet odnosi na duljinu rada. Intenzitet se smatra parametrom kojega je nešto teže za odrediti, a procjenjuje se putem fizioloških i psiholoških mjera reakcije na opterećenje. U mjere procjene intenziteta vježbanja spadaju: mjerenje frekvencije srca (frekvencija srca u mirovanju i maksimalna srčana frekvencija), koncentracija laktata i rangiranje opažanog napora (subjektivni osjećaj opterećenja) (Sekulić i Metikoš, 2007).

Isto tako zone treninga mogu biti od velike važnosti prilikom provedbe trenažnog procesa. Postoje 5 zona treninga (slika 3). Prva zona smatra se zagrijavanjem na 50-60 % maksimalnog pulsa te se u ovoj zoni poboljšava sposobnost srca da pumpa krv i sposobnost mišića da iskoristi kisik. Druga zona smatra se zonom topljenja masti jer tijelo energiju dobiva iz masti dok se puls nalazi na 60-70 % od maksimuma. Slijedi treća/ aerobna zona na 70-80 % maksimalne srčane frekvencije koja jača pluća te se poboljšava opća izdržljivost. Predzadnja je anaerobna zona na 80-90% maksimalne srčane frekvencije te je glikogen glavni izvor energije tijelu. I na kraju zadnja zona označava crvenu zonu, odnosno maksimalnu zonu gdje je srčana frekvencija na 90-100% maksimalna.

### Slika 3. Prikaz zona treninga

Izvor: slika preuzeta sa <https://lutador.weebly.com/novosti/zone-treninga>



#### 1.1.2. Morfološke osobine

Morfološke osobine definiraju se kao osobine odgovorne za dinamiku rasta i razvoja i karakteristike morfoloških obilježja u čega spadaju rast kosti u dužinu i širinu, mišićna masa i potkožno masno tkivo (Jurko i sur., 2015). Jednostavno rečeno to je sastav tijela pojedinca kojega čine dimenzije tvrdih i mekih tkiva. Prema Sekulić i Metikoš (2007) morfološke karakteristike dijele se na nekoliko dimenzija:

1. Dimenzije tvrdih tkiva
  - a) longitudinalna dimenzionalnost skeleta (rast kostiju u duljinu)
  - b) transverzalna dimenzionalnost skeleta (rast kostiju u širinu)
2. Dimenzije mekih tkiva
  - a) dimenzija voluminoznosti (aktivna mišićna masa)
  - b) dimenzija masnog tkiva (potkožno masno tkivo)

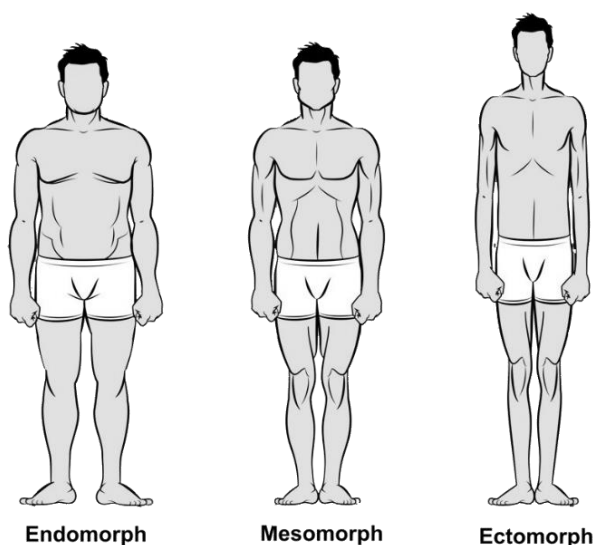
Smatra se da morfološke karakteristike snažno utječu na manifestaciju motoričkih i funkcionalnih sposobnosti stoga je u sportu vrlo važna dijagnostika morfoloških osobina pojedinca. Morfološka antropometrija je metoda koja obuhvaća mjerenje dimenzija ljudskog tijela te obradu i proučavanje dobivenih mjera (Mišigoj – Duraković, 2008). Sastav tijela se

računa metodom mjerenja kožnih nabora koje se uvrštavaju u posebnu jednadžbu za procjenu gustoće tijela i postotka tjelesne masti (Jurko i sur., 2015).

U današnje vrijeme koriste se različite tehnike kako bi se utvrdio sastav tijela ili ti somatotip osobe, no somatotip se i dalje najčešće određuje metodom *Heathova i Cartera* koja se temelji na Sheldonovoj klasifikaciji somatotipa. Tako prema američkom znanstveniku Sheldonu postoje 3 tjelesna tipa: endomorf, mezomorf i ektomorf. Endomorf označava prevladavanje potkožnog masnog tkiva pojedinca koji daje oblu formu tijela. Mezomorf označava prevladavanje muskulature, skeleta i vezivnog tkiva koje na taj način daje „čvrstu mišićavu“ građu tijela. Ektomorf označava prevladavanje vitkosti i velike površine tijela u odnosu na masu tijela. Sva tri somatotipa prikazani su na Slici 3.

#### **Slika 4.** Prikaz vrsta somatotipa prema Sheldonu

Izvor: slika preuzeta s mrežne stranice Web 4



Važno je za naglasiti kako masno tkivo ne označava samo balastnu mast već se smatra i gradivnom supstancom ljudskog organizma te da višak i pretjerani manjak masnog tkiva stvaraju velike probleme ljudskom tijelu (Sekulić i Metikoš, 2007). Transformacija mekih tkiva moguća je samo uz primjenu adekvatnog trenažnog procesa i uz određeni sustav prehrane te ako se mišići ne održavaju treningom i redovito ne opskrbljuju hranjivim tvarima ono popada. Općenito, transformacija morfoloških karakteristika je vrlo individualna i ovisi o nizu različitih faktora poput genetskih, socioloških i psiholoških faktora (Ptiček, 2022).



## 1.2. Maksimalni primitak kisika

Maksimalni primitak kisika definira se kao maksimalna količina kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti pri intenzivnoj tjelesnoj aktivnosti (Jurko i sur., 2015). Najbolje ga je izražavati po kilogramu tjelesne mase, odnosno kao broj mililitara kisika po kilogramu tjelesne težine koji osoba može udahnuti u 1 minuti (ml/kg/min). Istraživanja potvrđuju da visoko intenzivni intervalni trening povećava maksimalnu potrošnju kisika (Véronique Billat, 2001). Stoga je važno znati da različiti intenziteti treninga različito utječu na prilagodbe fizioloških parametara ali i na poboljšanje kondicije (Helgerud i sur., 2007). Čutović i suradnici (2018) navode kako umor i način oporavka nakon izlaganja naporu znatno utječu na  $V_{O_2\max}$ , a uz to Ranković i suradnici (2010) smatraju kako na apsolutnu vrijednost  $V_{O_2\max}$  jako utječe i tjelesna težina pojedinca. Srednja vrijednost relativnog  $VO_{2\max}$ -a za netreniranu osobu iznosi oko 40ml/kg/min, dok je kod sportaša ta brojka puno veća pa se može popeti i do 94ml/kg/min (Papišta, 2015).

**Tablica 1.** Prikaz prosječnih vrijednosti maksimalnog primitka kisika po dobnoj skupini

	Spol	Središnja vrijednost	Dob 20-29	Dob 30-39	Dob 40-49	Dob 50-59	Dob 60-69	Dob 70-79
Izvrсно	Ž	95	49.6	47.4	45.3	41.1	37.8	36.7
	M		55.4	54	52.5	48.9	45.7	42.1
Iznad prosječno	Ž	80	43.9	42.4	39.7	36.7	33	30.9
	M		51.1	48.3	46.4	43.4	39.5	36.7
Prosječno	Ž	60	39.5	37.8	36.3	33	30	28.1
	M		45.4	44	42.4	39.2	35.5	32.3
Ispod prosječno	Ž	40	36.1	34.4	33	30.1	27.5	25.9
	M		41.7	40.5	38.5	35.6	32.3	29.4
Slabo	Ž	0-40	<36.1	<34.4	<33	<30.1	<27.5	<25.9
	M		< 41.7	<40.5	<38.5	<35.6	<32.3	<29.4

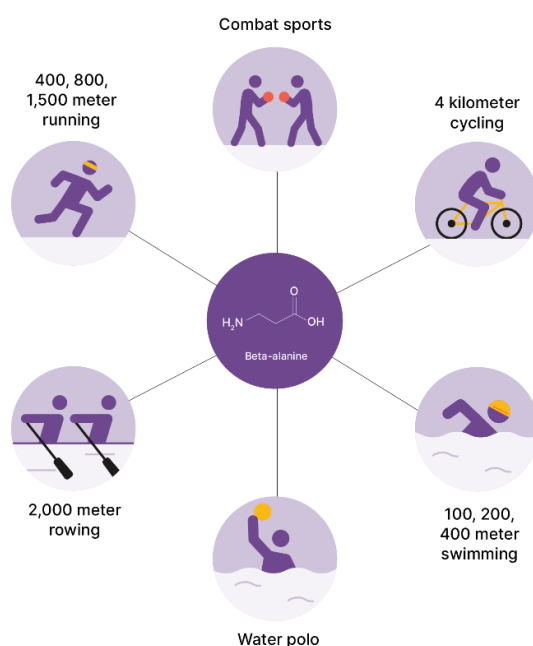
### 1.3. Dodaci prehrani

Definicija dodataka prehrani smatra se proizvodom koji je namijenjen gutanju i koji sadrži 'dijetetski sastojak' namijenjen dodavanju dodatne nutritivne vrijednosti prehrani. Upravo se ergogeni dodaci prehrani koriste za poboljšanje performansi kod sportaša. Ergogena sredstva koja dokazano utječu na poboljšanje sportske izvedbe su kafein, kreatin, nitrati, natrijev bikarbonat i  $\beta$ -alanin (Peeling i sur., 2018). Jedan od suplemenata koji se koristi upravo za poboljšanje sportske performanse i odgode umora je karnozin. Jukić i suradnici (2021) navode kako niz čimbenika uključujući dob, spol, prehranu, status treniranosti i raspodjela mišićnih vlakana utječu na koncentraciju karnozina u skeletnim mišićima te se vjeruje da je jedna od primarnih tvari za puferiranje kiseline u mišićima. Konzumiranje suplemenata beta-alanina povezano je s poboljšanom snagom, anaerobnom izdržljivošću i sastavom tijela (Raymond i Morrow, 2020).

**Slika 5.** Prikaz sportova na koje beta-alanin ima dokazanu učinkovitost

*Izvor: slika preuzeta sa*

[https://examine.com/researchfeed/study/17KVP1/?utm\\_medium=socialmedia&requirelogin=1&utm\\_content=ss-what-type-of-exercise-is-beta-alanine-best-for&utm\\_source=twitter&utm\\_campaign=post-ss-exercise-beta-alanine-230704](https://examine.com/researchfeed/study/17KVP1/?utm_medium=socialmedia&requirelogin=1&utm_content=ss-what-type-of-exercise-is-beta-alanine-best-for&utm_source=twitter&utm_campaign=post-ss-exercise-beta-alanine-230704)



#### 1.4. Dosadašnja istraživanja

**Milioni i suradnici (2019)** istraživali su utjecaj suplementacije  $\beta$ -alanina tijekom programa visokog intenzivnog intervalnog treninga (HIIT) na izvedbu ponovljene sposobnosti sprinta (RSA). Istraživanje je randomizirano, dvostruko slijepo i placebo kontrolirano te je provedeno na 18 muškaraca. Proveli su biopsiju mišića kako bi se odredio sadržaj karnozina u mišićima. Na početku testiranja svi ispitanici prošli su test za procjenu maksimalnog primitka kisika i provodili su 4 tjedna program visoko intenzivnog intervalnog treninga bez suplementacije  $\beta$ -alanina. Nakon 4 tjedna obuke, sudionici su randomizirani u eksperimentalnu skupinu koja je konzumirala  $\beta$ -alanina i kontrolnu skupinu koja je dobivala dekstrozu kao placebo. Oba dvije skupine nastavile su sa HIIT program u trajanju od 6 tjedana. Rezultati ukazuju na to da se u oba dvije skupine poboljšao maksimalni primitak kisika što je i bilo očekivano. Nakon 6-tjednog protokola HIIT+suplementacije, eksperimentalna grupa povećala je sadržaj karnozina u mišićima te se eksperimentalna skupina statistički značajno razlikovala u postotku povećanja faktora koji smanjuju neuromuskularni umor, odnosno poboljšavaju toleranciju organizma na biokemijske promjene koje se događaju unutar mišića prilikom HIIT vježbanja. Ovo istraživanje pokazalo je potencijal suplementacije  $\beta$ -alanina kao ergogenog dodatka prehrani za pomoć osobama koje provode HIIT programe treninga.

**Valjan i suradnici (2019)** proveli su randomizirano kontrolno istraživanje na 30 pretila djece u dobi od 12 do 18 godina u kojem su ispitane razlike u utjecaju visoko intenzivnog intervalnog treninga (HIIT) uz dijetu u odnosu na konvencionalni način aerobnog treninga (KAT) uz dijetu na poboljšanje aerobnih sposobnosti mjerenih indirektno submaksimalnim testom. Tako je 15 ispitanika podijeljeno u eksperimentalnu skupinu a 15 u kontrolnu skupinu. Na svim ispitanicima proveli su inicijalna i finalna testiranja tjelesne mase, indeks tjelesne mase, vrijeme modificiranog Astrand testa na pokretnoj traci u sekundama, procijenjeni maksimalni primitak kisika nakon modificiranog Astrand testa na pokretnoj traci, frekvencija srca nakon modificiranog Astrand testa na pokretnoj traci te frekvencija srca nakon 3-minutnog Step testa. Tako su oba dvije skupine provodile treninge u jutarnjim satima u trajanju od dva tjedna. Rezultati provedenog istraživanja ukazuju na učinkovitost oba programa jer kod obje skupine postoji statistički značajna razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja u gotovo svim varijablama. Naglasak se daje na poboljšanju maksimalnog primitka kisika kod HIIT skupine, dok su oba dvije skupine jednako učinkovite u smanjenju tjelesne mase, indeksa

tjelesne mase i smanjenja frekvencije srca. Stoga autori savjetuju da je HIIT trening moguće primjenjivati kao primjeren oblik tjelesne aktivnosti kod pretilih, a inače zdravih adolescenata.

**Meng i suradnici (2022)** proveli su randomizirano kontrolirano istraživanje s ciljem utvrđivanja učinaka visoko intenzivnog intervalnog treninga na sastav tijela, kardiorespiratornu kondiciju i kardiometaboličke markere. Uzorak ispitanika činilo je 45 pretilih dječaka adolescenata u dobi od 10 do 13 godina. Svi ispitanici podijelili u tri skupine: visoko intenzivnu intervalnu skupinu (HIIT), skupinu s kontinuiranim treningom umjerenog intenziteta (MICT) i kontrolnu skupinu. Provodili su program 3 puta tjedno tijekom 12 tjedana. Svim ispitanicima izmjeren je indeks tjelesne mase i tjelesna težina, kardiorespiratorna sposobnost i kardiometabolički markeri na početku i kraju istraživanja. Rezultati istraživanja su pokazali da i HIIT i MICT učinkovito poboljšavaju sastav tijela smanjujući indeks tjelesne mase i tjelesnu težinu kod pretilih dječaka. HIIT protokol trčanja je bio vrlo učinkovit u povećanju kardiorespiratorne kondicije u usporedbi s MICT skupinom na način da se poboljšao  $Vo^2_{max}$  za 15%. Osim toga, HIIT protokol je učinkovito smanjio viscelarno masno tkivo što je vrlo važno kada govorimo o pretilosti

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Primarni cilj ovog istraživanja bio je ispitati statističku značajnost razlika u promjenama morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika pod utjecajem intervalnog treninga. Sekundarni cilj ovog istraživanja bio je ispitati statističku značajnost razlika u promjenama morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika pod utjecajem intervalnog treninga i uz upotrebu karnozin suplementa.

### **2.1. Hipoteze**

Iz postavljenih ciljeva istraživanja proizašle su sljedeće hipoteze:

H0: Očekuju se statistički značajne razlike u promjenama morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika pod utjecajem intervalnog treninga.

H1: Očekuju se statistički značajno veće razlike u promjenama morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika pod utjecajem intervalnog treninga i uz upotrebu karnozin suplementa.

### **3. METODE ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1. Uzorak ispitanika**

U ovom dvostrukom randomiziranom placebo kontroliranom istraživanju sudjelovalo je ukupno 23 zdravih sedentarnih ispitanika, od čega je bilo 12 ispitanika ženskog spola i 11 ispitanika muškog spola dobi u rasponu od 20 do 31 godine. Grupu ispitanika su činili studentice i studenti sa Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te sa Veleučilišta Lavoslava Ružičkog u Vukovaru koji su dragovoljno pristali sudjelovati u ovom istraživanju. Metodom slučajnog odabira ispitanici su podijeljeni u dvije eksperimentalne skupine. Prva eksperimentalna skupina provodila je programe treninga, dok je druga eksperimentalna skupina uz programe treninga konzumirala 500 g karnozina na svakodnevnoj razini. Svaki ispitanik prije provođenja terenskih testova podvrgnut je zdravstvenom testiranju i mjerenju osnovnih zdravstvenih parametara poput krvnog tlaka, elektrokardiograma i analizi kompletne krvne slike. Istraživanje je provedeno u skladu s aktualnom Helsinškom deklaracijom.

#### **3.2. Opis protokola istraživanja**

Svi ispitanici su provodili isti trenažni program u trajanju od 6 tjedana, 4 dana u tjednu u trajanju od 60 minuta prosječno po treningu što je ukupno obuhvaćalo 24 sati treninga. Provodili su se aerobni i anaerobni trenažni programi koju su se zajedno s inicijalnim i finalnim testiranjima morfoloških karakteristika odvijali na Srednjoškolskom igralištu u Osijeku i atletskom stadionu u Vukovaru. Plan i program svakog treninga bio je unaprijed definiran, a sastojao se od zagrijavanja i dinamičkog istezanja svih zglobnih struktura, glavnog dijela trčanja te završnog dijela rastrčavanja i statičkog istezanja svih mišića koji su bili uključeni u trening. Trenažni proces za koji se pretpostavljalo da će dovesti do poboljšanja morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika sastojao se od 2 ciklusa. Prvi trenažni ciklus bazirao se na kontinuirane treninge s opterećenjem na nivou od 60-70% maksimalne srčane frekvencije, dok se drugi ciklus bazirao na treninge s izmjenama kontinuiranog treninga s opterećenjem od 60-70% maksimalne srčane frekvencije sa intervalnim treninzima opterećenja od 70-90% maksimalne srčane frekvencije.

### 3.3. Uzorak varijabli

#### 3.3.1. Morfološke karakteristike

Morfološke karakteristike mjerile su se kroz 7 dimenzija morfoloških karakteristika prikazane u Tablici 2.

**Tablica 2.** Popis mjera morfoloških karakteristika

Varijable	Skraćenica
Tjelesna težina	TT
Kožni nabor bicepsa	KNB
Kožni nabor tricepsa	KNT
Kožni nabor leđa	KNSUB
Suprailiokristalni kožni nabor	KNILI
Opseg struka	OPSTR
Opseg kukova	OPKUK

Za potrebe mjerenja korištena je osobna digitalna vaga, centimetarska vrpca i kaliper.

Digitalna vaga mjerni je instrument putem kojega dobivamo uvid u tjelesnu težinu pojedinca. U novije vrijeme postoje različite vrste digitalnih vagi, no u svrhu provedbe ovog diplomskog rada korištena je osobna digitalna vaga sa stupanjem pogreške 0,1 kg.

Centimetarska vrpca mjerni je instrument putem kojega dobivamo uvid u opseg tijela pojedinca te smo tako putem centimetarske vrpce mjerili opseg struka i bokova, a primjeri mjerenja su prikazani na Slikama 6 i 7.

Kaliper je mjerni instrument koji služi za mjerenje kožnih nabora. Mjeri se tako da ispitivač stoji u ispravnom položaju opuštenih ramena dok mjeritelj palcem i kažiprstom odiže kožni nabor na željenom mjestu i prihvati ga krakovima kalipera. Provodi se u tri uzastopna mjerenja kako bi rezultati bili što pouzdaniji. Ispitivani segmenti u ovom istraživanju su: kožni nabor prednje strane nadlaktice (*m. biceps brachii*), kožni nabor nad tricepsom (*m. triceps brachii*), kožni nabor leđa (*subscapular*) te suprailiokristalni (*suprailiac*) kožni nabor čiji su primjeri

mjerenja prikazani na Slikama 8, 9, 10 i 11. Sve morfološke karakteristike testirale su se na samom početku (inicijalno testiranje) provođenja istraživanja i na samom kraju (finalno testiranje) istraživanja.

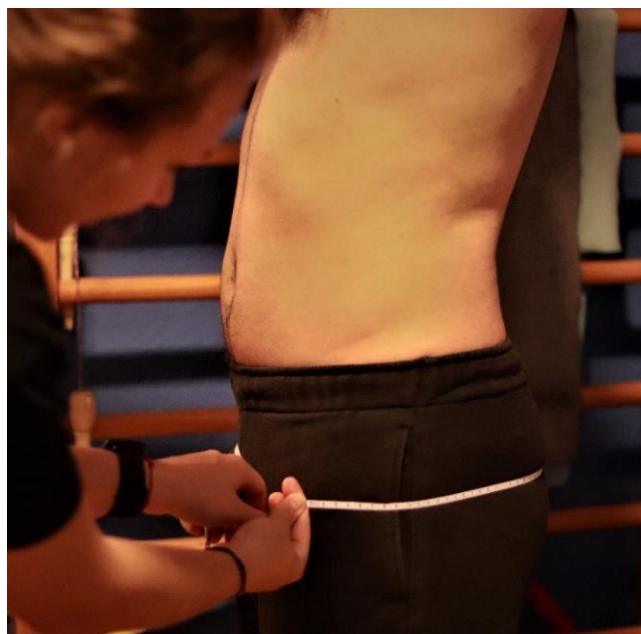
**Slika 6.** Prikaz mjerenja opsega struka centimetarskom vrpcom

Izvor: izrada autora



**Slika 7.** Prikaz mjerenja opsega bokova centimetarskom vrpcom

Izvor: izrada autora



**Slika 8.** Prikaz mjerenja kožnog nabora bicepsa putem kalipera



Izvor: izrada autora



**Slika 9.** Prikaz mjerenja kožnog nabora tricepsa putem kalipera

Izvor: izrada autora



**Slika 10.** Prikaz mjerenja kožnog nabora leđa

Izvor: izrada autora



**Slika 11.** Prikaz mjerenja suprailiokristalnog kožnog nabora

Izvor: izrada autora



### 3.3.2. Mjerenje maksimalnog primitka kisika

Nakon što se utvrdilo da niti jedan ispitanik nema zdravstvenih poteškoća svi su dobili uređaj za mjerenje otkucaja srca pod nazivom Polar H7 Heart Rate Sensor prikazan na Slici 12. Uređaj je kompatibilan s Bluetooth® pametnim uređajima, stoga smo za potrebe ovog diplomskog rada Polar H7 Heart Rate Sensor uparili s iPad (8th generation) model A2270 prijemnim uređajem (slika 13). Kako bi sa Polar uređaja mogli očitati podatke koristili smo se Polar Beat: Running & Fitness aplikacijom. Na taj način imali smo direktne podatke o otkucajima srca koji su nam dali uvid u fizičko stanje ispitivača ali i kako njihovo tijelo reagira na trening.

**Slika 12.** Polar H7 Heart Rate Sensor

Izvor: slika preuzeto sa <https://www.amazon.com/Polar-Bluetooth-Sensor-Fitness-Tracker/dp/B00NOHWTO6>



**Slika 13.** iPad (8th generation) model A2270

Izvor: slika preuzeta sa <https://www.apple.com/shop/product/FYL92LL/A/Refurbished-iPad-Wi-Fi-32GB-Space-Gray-8th-Generation>



### **3.4. Statistička obrada podataka**

Nakon inicijalnog i finalnog testiranja prikupljeni podaci obrađivani su u programu Excel 2016 i programu TIBCO Statistica 14.0.0. Izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji: broj ispitanika (N), aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimum (MIN) i maksimum (MAX), te mjere asimetrije i zakrivljenosti skewness (SKEWNESS) i kurtosis (KURTOSIS). Komogorov-Smirnov test (K-S) korišten je za testiranje normalnosti distribucije. Za statistički značajnu razliku između dvije zavisne varijable korišten je Studentov t-test te je granica statistički značajnosti postavljena na razini  $p < 0,05$ .

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Rezultati testova za procjenu morfoloških karakteristika

**Tablica 3.** Deskriptivni pokazatelji varijabli na svim ispitanicima tijekom inicijalnog i finalnog testiranja

SVI ISPITANICI N=23								
Varijabla	Mjerenja	AS	SD	MIN	MAX	SKE	KUR	K-S
<b>TT</b>	Inicijalno	70,39	12,40	54,50	100,00	0,96	0,32	p > .20
	Finalno	68,89	12,91	50,00	100,00	0,87	0,24	p > .20
<b>KNB</b>	Inicijalno	11,16	7,20	3,50	33,50	1,65	3,09	p < .20
	Finalno	11,24	6,89	3,00	33,00	1,58	3,28	p < .20
<b>KNT</b>	Inicijalno	16,19	7,98	5,70	32,00	0,62	-0,49	p > .20
	Finalno	16,16	7,75	4,90	31,00	0,44	-0,79	p > .20
<b>KNSUB</b>	Inicijalno	15,81	9,37	6,80	37,00	1,25	0,38	p < .10
	Finalno	14,76	8,42	5,90	36,00	1,17	0,64	p > .20
<b>KNILI</b>	Inicijalno	19,40	11,28	4,90	38,20	0,25	-1,31	p > .20
	Finalno	19,13	12,01	3,90	44,00	0,31	-1,06	p > .20
<b>OPSTR</b>	Inicijalno	79,15	13,33	62,00	114,00	1,28	1,57	p > .20
	Finalno	77,52	12,83	60,00	110,00	0,94	0,68	p > .20
<b>OPKUK</b>	Inicijalno	100,89	11,59	87,50	135,00	1,19	2,02	p > .20
	Finalno	99,43	12,24	80,00	132,00	0,90	0,98	p > .20
PRVA EKSPERIMENTALNA SKUPINA (E1) N=12								
<b>TT</b>	Inicijalno	68,71	10,99	54,50	89,00	0,65	-0,61	p > .20
	Finalno	68,42	12,09	50,00	90,00	0,47	-0,33	p > .20
<b>KNB</b>	Inicijalno	10,28	8,15	3,50	33,50	2,46	6,60	p < .10
	Finalno	10,34	7,85	3,00	33,00	2,52	7,16	p < .10

<b>KNT</b>	Inicijalno	14,23	7,64	5,70	32,00	1,10	1,31	p > .20
	Finalno	14,27	7,40	4,90	31,00	0,89	1,04	p > .20
<b>KNSUB</b>	Inicijalno	13,02	8,58	6,80	37,00	2,30	5,81	p > .20
	Finalno	13,10	8,75	5,90	36,00	1,84	3,69	p > .20
<b>KNILI</b>	Inicijalno	16,78	10,94	4,90	37,00	0,73	-0,88	p > .20
	Finalno	17,25	11,52	3,90	35,00	0,35	-1,63	p > .20
<b>OPSTR</b>	Inicijalno	75,67	7,71	62,00	87,00	-0,49	-0,69	p > .20
	Finalno	74,92	8,97	60,00	88,00	-0,20	-0,85	p > .20
<b>OPKUK</b>	Inicijalno	98,33	8,24	88,00	113,00	0,22	-1,18	p > .20
	Finalno	97,17	9,38	80,00	113,00	-0,14	-0,54	p > .20
<b>DRUGA EKSPERIMENTALNA SKUPINA (E2) N=11</b>								
<b>TT</b>	Inicijalno	72,23	14,09	56,00	100,00	1,07	0,44	p > .20
	Finalno	69,41	14,33	55,00	100,00	1,21	0,90	p > .20
<b>KNB</b>	Inicijalno	12,11	6,26	4,00	24,00	0,49	-0,49	p > .20
	Finalno	12,22	5,90	3,00	20,70	0,03	-1,10	p > .20
<b>KNT</b>	Inicijalno	18,33	8,13	7,70	31,90	0,31	-0,99	p > .20
	Finalno	18,23	7,93	7,00	29,90	0,07	-1,51	p > .20
<b>KNSUB</b>	Inicijalno	18,86	9,61	8,40	35,70	0,76	-1,04	p > .20
	Finalno	18,23	7,93	7,00	29,90	0,07	-1,51	p > .20
<b>KNILI</b>	Inicijalno	22,25	11,46	4,90	38,20	-0,20	-1,02	p > .20
	Finalno	21,18	12,76	4,00	44,00	0,23	-0,70	p > .20
<b>OPSTR</b>	Inicijalno	82,95	17,18	65,00	114,00	0,87	-0,59	p > .20
	Finalno	80,36	16,02	62,00	110,00	0,78	-0,63	p > .20
<b>OPKUK</b>	Inicijalno	103,68	14,30	87,50	135,00	1,03	1,02	p > .20
	Finalno	101,91	14,83	86,00	132,00	0,91	0,13	p > .20

*Legenda: N- broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat, SKE- skewness, KUR-kurtosis, K-S- Kolmogorov- Smirnov test,*

*TT – tjelesna težina, KNB- kožni nabor bicepsa, KNT- kožni nabor tricepsa, KNSUB- kožni nabor leđa, KNILI- suprailiokristalni kožni nabor, OPSTR-opseg struka, OPKUK-opseg kukova*

Putem Kolmogorov-Smirnov testa za određivanje normalnosti distribucije na svim ispitanicima dobiveni su rezultati prikazani u Tablici 3. Kada se promotri ukupan uzorak ispitanika vidljivo je da varijable pod nazivom kožni nabor bicepsa inicijalno, kožni nabor bicepsa finalno i kožni nabor leđa inicijalno nisu normalno distribuirani, a kada se pogleda uzorak ispitanika posebno za svaku grupu rezultati pokazuju da su sve varijable normalno distribuirane osim kožnih nabora inicijalno i finalno u prvoj eksperimentalnoj grupi. Ipak uvidom u mjere asimetrije i zakrivljenosti možemo vidljiva da je ipak normalna distribucija rezultata, stoga će se u daljnjem istraživanju provoditi parametrijski testovi.

**Tablica 4.** Razlike u inicijalnom i finalnom testiranju morfoloških karakteristika

Varijable	INICIJALNO		FINALNO		Razlike		Razlike	
	E1	E2	E1	E2	E1		E2	
	AS±SD		AS±SD		t	p	t	p
<b>TT</b>	68,71±10,99	72,23±14,09	68,42±12,09	69,41±14,33	0,26	0,80	3,13	0,01*
<b>KNB</b>	10,28±8,15	12,11±6,26	10,34±7,85	12,22±5,90	0,19	0,85	0,17	0,87
<b>KNT</b>	14,23±7,64	18,33±8,13	12,27±7,40	18,23±7,93	0,14	0,89	0,10	0,92
<b>KNSUB</b>	13,02±8,58	18,86±9,61	13,10±8,75	18,23±7,93	0,17	0,87	3,53	0,01*
<b>KNILI</b>	16,78±10,94	22,25±11,46	17,25±11,52	21,18±12,76	0,50	0,63	1,13	0,29
<b>OPSTR</b>	75,67±7,71	82,95±17,18	74,92±8,97	80,36±16,02	1,36	0,20	2,19	0,05*
<b>OPKUK</b>	98,33±8,24	103,68±14,30	97,17±9,38	101,91±14,83	1,40	0,19	1,54	0,15

*Legenda: E1- prva eksperimentalna skupina, E2- druga eksperimentalna skupina, TT – tjelesna težina, KNB- kožni nabor bicepsa, KNT - kožni nabor tricepsa, KNSUB - kožni nabor leđa, KNILI - suprailiokristalni kožni nabor, OPSTR - opseg struka, OPKUK - opseg kukova, t – t test, \*p<0,05-razina statističke značajnosti;*

Promatrajući Tablicu 4 i uvidom u p-vrijednosti možemo zaključiti kako nema statistički značajne razlike ( $p>0,05$ ) u svim varijablama morfoloških promjena prve eksperimentalne skupine tijekom provedbe intervalnog treninga u trajanju od 6 tjedana. U drugoj eksperimentalnoj skupini je nešto malo drugačiji rezultat, postoji statistički značajna razlika ( $p<0,05$ ) u varijablama tjelesna težina, kožni nabor leđa i opseg struka dok u svim ostalim varijablama nije došlo do statistički značajne razlike.

## 4.2. Rezultati maksimalnog primitka kisika

**Tablica 5.** Deskriptivni pokazatelji maksimalnog primitka kisika

SVI ISPITANICI N=23								
Varijabla	Mjerenje	AS	SD	MIN	MAX	SKE	KUR	K-S
VO2MAX	Inicijalno	50,35	8,78	33,00	68,00	0,06	-0,22	p > .20
	Finalno	53,30	8,13	35,00	68,00	-0,08	0,02	p > .20
PRVA EKSPERIMENTALNA N=12								
VO2MAX	Inicijalno	51,08	9,12	33,00	64,00	-0,75	0,25	p > .20
	Finalno	54,08	8,66	35,00	66,00	-1,04	1,04	p > .20
DRUGA EKSPERIMENTALNA SKUPINA N=11								
VO2MAX	Inicijalno	49,55	8,76	39,00	68,00	1,06	0,89	p > .20
	Finalno	52,45	7,83	43,00	68,00	1,25	0,85	p > .20

*Legenda: N- broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, SD- standardna devijacija, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat, SKE-skewness, KUR-kurtosis, K-S- Kolmogorov- Smirnov test, VO2MAX- maksimalni primitak kisika*

Putem Kolmogorov-Smirnov testa za određivanje normalnosti distribucije na svim ispitanicima dobiveni su rezultati prikazani u Tablici 5. Kada se promotri ukupan uzorak ispitanika vidljivo je da su sve varijable normalno distribuirane te će se tako u daljnjem istraživanju provoditi parametrijski testovi.



**Tablica 6.** Razlike u inicijalnom i finalnom testiranju maksimalnog primitka kisika

Varijable	INICIJALNO		FINALNO		Razlike		Razlike	
	E1	E2	E1	E2	E1		E2	
	AS±SD		AS±SD		t	p	t	p
<b>VO2MAX</b>	51,08±9,12	49,55±8,76	54,08±8,66	52,45±7,83	7,35	0,00*	4,55	0,00*

Legenda: E1- prva eksperimentalna skupina, E2- druga eksperimentalna skupina, VO2MAX- maksimalni primitak kisika, t – t test, \* $p < 0,05$ -razina statističke značajnosti; \*\* $p < 0,001$ ; - pogreška

Uvidom u dobivene rezultate prikazane u Tablici 6 možemo vidjeti da postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u promjenama maksimalnog primitka kisika i prve eksperimentalne skupine i druge eksperimentalne skupine.

## 5. RASPRAVA

Nakon provedbe šestotjednog programa intervalnog treninga rezultati (Tablica 4) pokazuju da u prvoj eksperimentalnoj skupini nije došlo do statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u morfološkim promjenama tjelesne težine, kožnih nabora, opsega struka i kukova, no zabilježene su određene tendencije tih istih parametara. Uspoređujući aritmetičke sredine prikazane u Tablici 3 možemo vidjeti da se u prvoj eksperimentalnoj skupini tjelesna težina smanjila za 0,29 kg, opseg struka se smanjio za 0,75 cm dok se opseg kukova smanjio za 1,16 cm. Ovi rezultati upućuju na to da je uz primjenu adekvatnog trenažnog programa ipak potrebno i pripaziti na ostale čimbenike koji utječu na morfološke promjene sastava tijela poput prehrane (Obrovac, 2015). Homolak i suradnici (2015) navode kako u većini slučajeva samo fizička aktivnost ne može dovesti do željenih rezultata smanjenja masnog tkiva te da je stimulacija apetita ključan čimbenik. Stoga je ključno balansirati trenažni proces s unosom energije kroz prehranu. Prehrana sportaša utječe na zdravlje samog sportaša, utječe na sastav tijela i tjelesnu masu, iskoristivost energenata za vrijeme aktivnosti, oporavak i izvedbu (Matković i sur., 2006). I sportaši i rekreativci trebali bi konzumirati kvalitetnu i nutritivno bogatu prehranu kako bi trenažni proces u potpunosti bio djelotvoran na cjelokupni organizam. Najvažnije je konzumirati prehranu koja uključuje bjelančevine (proteini), ugljikohidrate (šećeri) i masti (lipidi) jer su oni glavni izvori energije ali i služe kao sirovina za sintezu pri gradnji i obnovi stanica (Brkljačić, 2016). Masti iako su najveći izvor energije tijelu, najodgovorniji su za razvoj pretilosti. Važno je razlikovati koje vrste masnoća postoje u tijelu, stoga postoji potkožno masno tkivo (ispod kože) i viscelarno masno tkivo koje se nalazi oko unutrašnjih organa. Viscelarno masno tkivo najvažniji je pokazatelj obujma struka te je postotak viscelarnog masnog tkiva puno opasniji nego potkožno masno tkivo jer u svom sastavu prevladavaju masne stanice adipociti koji predstavljaju veliki rizik za zdravlje.

Razlog vrlo malih razlika u morfološkim promjenama koje smo dobili u ovome istraživanju može ležati u tome što je program intervalnog treninga trajao relativno kratko u usporedbi s ostalim istraživanjima koja uključuju programe dužeg trajanja (Zhang i sur., 2021; Wewege et al., 2017). Domaradzki i sur., (2022) navode kako je spol faktor koji značajno može utjecati na učinke visoko intenzivnog intervalnog treninga. Nadalje, starija literatura navodi da za smanjenje potkožnog masnog tkiva treba provoditi kontinuiranu metodu treninga u aerobnom intenzitetu, odnosno masne kiseline se sagorijevaju uz pomoć dovoljne količine kisika na nižim intenzitetima rada (Sekulić i Metikoš, 2007). S druge strane, nova istraživanja

upućuju na to da visoko intenzivni intervalni trening dovodi do morfoloških promjena u vidu promjene u tjelesnoj težini, indeksu tjelesne mase i tjelesne masti kod pretilih osoba (Domaradzki i sur., 2020; Racil i sur., 2013; Heydari i sur., 2012).

U drugoj eksperimentalnoj skupini koja je zajedno uz šestotjedni program intervalnog treninga konzumirala 500 g karnozina svakodnevno, došlo je do statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) u morfološkim promjenama. Nakon šestotjednog trenažnog protokola i peroralne administracije 500 g karnozina u obliku kapsula došlo je do statistički značajne razlike u smanjenju tjelesne težine, kožnom naboru leđa i opsegu struka (Tablica 4), dok u ostalim parametrima nije došlo do statistički značajne razlike ali su uočene određene tendencije u vidu smanjenja opsega kukova (1,77 cm) i suprailiokristalnog kožnog nabora (1,07 mm) (Tablica 3). Sklono tome, neki istraživači poput Kern & Robinson (2011) dokazali su da se suplementacijom beta-alanina može smanjiti tjelesna težina ali i povećati ili održati nemasna masa, dok su s druge strane Smith i suradnici (2009) u svom istraživanju utvrdili da ne dolazi do značajnih promjena u postotku tjelesne masti na ispitanicima koji su provodili šest tjedana program visoko intenzivnog intervalnog treninga i konzumirali beta-alanin.

Uz morfološke karakteristike ispitanika, također smo mjerili maksimalni primitak kod obje grupe ispitanika (Tablica 5). Kao što je vidljivo u Tablici 6 došlo je do statističke značajnog povećanja maksimalnog primitka kisika nakon protokola u prvoj eksperimentalnoj skupini i u drugoj eksperimentalnoj skupini. Nadalje, dosadašnja istraživanja potvrdila su da intervalni trening dovodi do povećanja maksimalnog primitka kisika (Meng i sur., 2022; Martin-Smith i sur., 2020, 2019; Badrić i sur., 2017; Batacan i sur., 2017; Zhang i sur., 2017; Sloth i sur., 2013; Wisløff i sur., 2007; Veronique Billat, 2001). Maksimalni primitak kisika važan je pokazatelj zdravstvenog statusa pojedinca te je samim time glavni pokazatelj kardiorespiratorne izdržljivosti. Tako je niska razina razvijenosti kardiorespiratornih sposobnosti povezana s većim rizikom od smrtnosti iz razloga što se javlja veća incidencija kroničnih nezaraznih bolesti (Warburton & Bredin, 2017; Myers i sur., 2015; Blair, 2012; Apor, 2011). Tjelesna aktivnost i kardiorespiratorna izdržljivost (često ju nazivaju i kardiorespiratorni fitness) se koriste kao sinonimi, no važno je razlikovati ova dva pojma jer tjelesna aktivnost označava bilo koji pokret skeletnih mišića dok kardiorespiratorna izdržljivost označava razvijenost srčano-žilnog sustava, dišnog sustava te metabolizma osobe koja ovisi o stupnju treniranosti osobe. Možemo vidjeti da mnoga istraživanja potvrđuju kako sedentarni način života, što samim time predstavlja loše razvijenu kardiorespiratornu izdržljivost, predstavlja veliki rizik od razvoja mnogih kroničnih bolesti i na taj način se javlja veća stopa

smrtnosti u svijetu (Bonomi i sur., 2020; Lavie et al., 2019; Booth i sur., 2012). Kardiovaskularne bolesti smatraju se vodećom stopom smrtnosti u svijetu (Al-Mallah i sur., 2018). Na razvoj bolesti utječe čitav niz faktora, ali jedan od najvećih faktora rizika za razvoj svih kardiorespiratornih bolesti je upravo nedovoljna tjelesna aktivnost (Jovović i Canjak, 2015). Također, isti autori navode da svakodnevna tjelesna aktivnost pomaže u usporavanju sužavanja arterija srca i mozga, smanjuje uskladišteno masno tkivo, povećava proizvodnju dobrih masti (kolesterol) u krvi, održava normalnu količinu šećera u krvi i smanjuje visoki krvni tlak. Gulin i Šikić (2019) navode kako redovita tjelesna aktivnost ima protuupalno djelovanje, a protuupalni efekt najbolje se ostvaruje uz pomoć redukcije potkožnog masnog tkiva, te kod osoba kod kojih se već razvila kardiovaskularna bolest redovita tjelesna aktivnost smanjuje progresiju bolesti i na taj način poboljšava ishode. Nadalje, osobe koje su preživjele akutni infarkt miokarda te ako su u fazi rehabilitacije provodili tjelesnu aktivnost, poboljšao im se status bolesti jer svakodnevna tjelesna aktivnost snižava srčanu frekvencije u mirovanju, kao i pri tjelesnoj aktivnosti čime se potrošnja kisika smanjuje. Sedentarni način života, odnosno tjelesna neaktivnost smatra se velikim čimbenikom rizika od razvoja kardiovaskularnih bolesti, a prednosti tjelesne aktivnosti očituju se u poboljšanju funkcionalnog kapaciteta, poboljšanju simptoma ali i kvaliteti života bolesnika, stoga se svakodnevnom tjelesnom aktivnosti smanjenju budući neželjeni kardiovaskularni događaji (Gulin i Šikić, 2019).

Također, dosadašnja istraživanja potvrđuju da je sedentarni način života usko povezan i s razvojem metaboličkih poremećaja, stoga ne iznenađuje činjenica da se javlja sve veći postotak pretilosti u djece i adolescenata (Meng i sur., 2022; Lavie i sur., 2019). Metabolički sindrom smatra se skupom visokorizičnih čimbenika, odnosno stanja poput visokog krvnog tlaka, povišene razine lošeg kolesterola, prekomjerna tjelesna težina i povećan postotak potkožnog masnog tkiva koji povećavaju rizik od razvoja niza kardiovaskularnih bolesti i dijabetes (Šarić i sur, 2013). Dijabetes trenutačno pogađa preko 170 milijuna ljudi u svijetu (Shaw i sur., 2010), a FIT studija je dokazala da svakodnevnim tjelesnim vježbanjem smanjujemo incidenciju razvoja dijabetesa za čak 54 % (Jurashek i sur., 2015).

Nadalje, tjelesna neaktivnost vodi do smanjenih razina motoričkih sposobnosti stoga je poželjno djecu što više uključivati u sport i rekreaciju. Zbog ubrzanog razvoja tehnologije u svijetu djeca i odrasli su sve više sedentarni, provode puno vremena u automobilima te tako tjelesna aktivnost koja je prije puno više bila razvijena a odnosila se na odlazak na posao biciklom ili hodanjem je minimalna. Djeca sve više vremena provode na pametnim telefonima

i računalima istražujući virtualni svijet koji ima loše posljedice i na fizičko zdravlje ali i na mentalno zdravlje. Škovran i suradnici (2020) naglašavaju kako je djecu i mlade potrebno što više poticati na uključivanje u različite sportove kako bi razvili cjeloživotnu naviku bavljenja svakodnevnim tjelesnim vježbanjem i na taj način prevenirali razvoj mnogih kroničnih bolesti koje su povezane sa sedentarnim načinom života. Svakodnevna tjelesna aktivnost vrlo je važan faktor za normalan rast i razvoj djece i adolescenta (Tremblay i sur., 2010). Isto tako vrijedi i za odraslu populaciju i pogotovo za zrele dob koja svoje slobodno vrijeme treba ispuniti tjelesnim vježbanjem jer svakodnevno tjelesno vježbanje smanjuje mogućnost razvoja mnogih bolesti, odgađa propadanje motoričkih i funkcionalnih sposobnosti ali i odgađa proces starenja (Lee i Skerrett, 2001; Prochaska i sur., 2001). Tako su Matthews i suradnici (2008) u svom istraživanju došli do podatka da u Sjedinjenim Američkim Državama djeca i odrasli provode prosječno 55% budnog stanja u sjedilačkom načinu života. Što se tiče podataka u Europi, dolazimo do zabrinjavajućih činjenica da čak 80 % mlade populacije i dvije trećine starije populacije ne dosegnu niti minimalnu preporučenu razinu tjelesne aktivnosti tjedno, dok osobe zrele dobi u prosjeku dnevno provedu sjedeći 9,4 sata (Gomes i sur., 2017).

Nedostatak ovog istraživanja je mali uzorak ispitanika, pa je jedna od preporuka za buduća istraživanja provedba istog na većem uzorku ispitanika. Također u budućim istraživanjima bilo bi poželjno tjelesnu težinu podijeliti na dvije komponente odnosno masnu i nemasnu masu, a radi preciznije procijene sastava tijela.

## 6. ZAKLJUČAK

Rezultatima ovog istraživanja djelomično prihvaćamo prvu hipotezu i u potpunosti prihvaćamo drugu hipotezu. Prva hipoteza glasi da očekujemo statistički značajne razlike u promjenama morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika pod utjecajem intervalnog treninga. Ovo djelomično potvrđujemo jer u prvoj eksperimentalnoj skupini nije došlo do statistički značajne razlike u morfološkim promjenama iako je došlo do određenih tendencija smanjenja tjelesne težine, opsega struka i opsega bokova. Ali je u potpunosti došlo do statistički značajne razlike maksimalnog primitka kisika.

Nadalje, drugu hipotezu koja glasi da očekujemo statistički značajno veće razlike u promjenama morfoloških karakteristika i maksimalnog primitka kisika pod utjecajem intervalnog treninga i uz upotrebu karnozin suplementa, u potpunosti prihvaćamo. Rezultati pokazuju da je došlo do statistički značajne razlike u smanjenju tjelesne težine, smanjenju kožnog nabora leđa, smanjenju opsega struka i povećanju maksimalnog primitka kisika. U ostalim varijablama nije došlo do statistički značajne razlike ali su vidljive tendencije smanjenja suprailiokristalnih kožnih nabora i opsegu kukova.

Današnji sedentarni način života predstavlja veliki rizik za zdravlje kako mladih tako i odraslih. Sve više ljudi provode svoje slobodno vrijeme za računalom i mobitelima ne znajući da tako uvelike narušavaju svoje cjelokupno zdravlje. Brojna istraživanja navedena u ovome diplomskom radu potvrđuju koje sve negativne posljedice sedentarni način života predstavlja za naše tijelo, stoga veliku ulogu u ovome problemu imaju sve interdisciplinarne znanosti poput kineziologije, medicine, nutricionizma i psihologije kako bi svojim zajedničkim djelovanjem poticali cjelokupnu populaciju na važnost svakodnevnog tjelesnog vježbanja. Svakodnevno tjelesno vježbanje zajedno uz pravilnu i uravnoteženu prehranu najbolja su kombinacija za zdrav i dugovječan život. Kako bi podigli svijest o važnosti svakodnevnog tjelesnog vježbanja potrebno je provoditi razne edukacije u vrtićima, školama i na fakultetima. Isto tako važno je i roditelje pozivati na te edukacije i uključivati ih u što veći broj aktivnosti zajedno s djecom. Nastavnici tjelesne i zdravstvene kulture (TZK) trebali bi što više apelirati na promicanje svakodnevnog tjelesnog vježbanja i uključivanje djece u sportska društva. Uz to nastavnici TZK-a bi se također trebali što više informirati o mogućim rizicima sedentarnog načina života i lošoj prehrani koja uz tjelesnu neaktivnost spada u najveće čimbenike za razvoj mnogih kroničnih nezaraznih bolesti. Na fakultetima je potrebno organizirati što više konferencija u kojima će se udružiti sve moguće znanosti i na taj način uputiti studente o preporučenim

razinama tjelesne aktivnosti koja glasi da je potrebno sudjelovati u minimalno 30 minuta tjelesne aktivnosti dnevno, što u tjednom fondu iznosi najmanje 150 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta ili 75 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta. Dok se dodatni zdravstveni učinci mogu postići povećanjem umjerene tjelesne aktivnosti na 300 minuta tjedno ili 150 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta. Kako je tehnologija napredovala tako je i korištenje pametnog sata postala korisna metoda mjerenja broja koraka, mjerenja gubitka kalorija, mjerenje srčane frekvencije i ostalih parametara koji nam ne mogu dati u potpunosti uvid u zdravstveno stanje populacije ali nam može biti dobar pokazatelj koliko je populacija aktivna tijekom dana. Zajedničkim djelovanjem interdisciplinarnih znanosti možemo napraviti veliki preokret u poboljšanju zdravlja populacije ljudi.

## 7. LITERATURA

- Al-Mallah, M. H., Sakr, S., & Al-Qunaibet, A. (2018). Cardiorespiratory Fitness and Cardiovascular Disease Prevention: an Update. In *Current Atherosclerosis Reports* (Vol. 20, Issue 1). Current Medicine Group LLC 1. <https://doi.org/10.1007/s11883-018-0711-4>
- Apor, P. (2011). Measure of fitness and physical activity related to cardiovascular diseases and death. *Orvosi Hetilap*, 152(3), 107–113. <https://doi.org/10.1556/OH.2011.29022>
- Badrić, M., Prskalo, I., & Srdić, V. (2017). Comparison of Maximum Oxygen Intake (VO<sub>2</sub>max) In Ten and Fourteen-Year-Old Girls // Usporedba maksimalnog primitka kisika (VO<sub>2</sub>max) djevojčica dobi 10 i 14 godina. *Спортске Науке и Здравље - АПЕРИОХ*, 12(2). <https://doi.org/10.7251/ssh1602105b>
- Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 51, Issue 6, pp. 494–503). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>
- Blair, S. N. (2012). *Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century*. <http://bjsm.bmj.com/content/43/1/1.full.html>
- Bonomi, A. G., ten Hoor, G. A., de Morree, H. M., & Plasqui, G. (2020). Downloaded from [www.physiology.org/journal/jappl](http://www.physiology.org/journal/jappl) at Biblio Interuniversitaire De Sante. [www.physiology.org/journal/jappl](http://www.physiology.org/journal/jappl)
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, 2(2), 1143–1211. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110025>
- Brkljačić, Ivan (2016). *Programi treninga za redukciju potkožnog masnog tkiva kod žena srednje životne dobi (Diplomski rad)*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:224959>.
- Costigan, S. A., Barnett, L., Plotnikoff, R. C., & Lubans, D. R. (2013). The health indicators associated with screen-based sedentary behavior among adolescent girls: A systematic review. In *Journal of Adolescent Health* (Vol. 52, Issue 4, pp. 382–392). <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2012.07.018>



- Čutović, M., Bajić, G., Vuković Dejanović, V. (2018). Aerobni kapacitet značaj vo<sub>2</sub> max kod sportista u uslovima opterećenja visokog intenziteta. *Osma međunarodna konferencija "Sportske nauke i zdravlje" – 2018(33-45)*. Preuzeto sa: [https://www.siz-au.com/sites/default/files/fsn\\_-\\_zbornik\\_radova\\_2018.pdf](https://www.siz-au.com/sites/default/files/fsn_-_zbornik_radova_2018.pdf)
- Di Palu Mbo, A. S., Guerra, E., Orlandi, C., Bazzucchi, I., & Sacchetti, M. (2017). Effect of combined resistance and endurance exercise training on regional fat loss. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(6), 794–801. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06358-1>
- Domaradzki, J., Cichy, I., Rokita, A., & Popowczak, M. (2020). Effects of tabata training during physical education classes on body composition, aerobic capacity, and anaerobic performance of under-, normal-and overweight adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph17030876>
- Domaradzki, J., Koźlenia, D., & Popowczak, M. (2022). Prevalence of Positive Effects on Body Fat Percentage, Cardiovascular Parameters, and Cardiorespiratory Fitness after 10-Week High-Intensity Interval Training in Adolescents. *Biology*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/biology11030424>
- Garthe, I., & Maughan, R. J. (2018). Athletes and supplements: Prevalence and perspectives. In *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* (Vol. 28, Issue 2, pp. 126–138). Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0429>
- Gomes, M., Figueiredo, D., Teixeira, L., Poveda, V., Paúl, C., Santos-Silva, A., & Costa, E. (2017). Physical inactivity among older adults across Europe based on the SHARE database. *Age and Ageing*, 46(1), 71–77. <https://doi.org/10.1093/ageing/afw165>
- Gulin, D., & Šikić, J. (2019). Physical Activity-the Panacea of Cardiovascular Diseases. In *Medicus* (Vol. 28, Issue 2).
- Hazell, T. J., Hamilton, C. D., Dylan Olver, T., & Lemon, P. W. R. (2014). *Run sprint interval training induces fat loss in women 2 3 4*. [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com)
- Heimer, S., Jaklinović-Fressl, Ž. (2006). Pojmovnik (terminology glossary)// *Medicina sporta/ S. Heimer. (Ur.)*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T.,

- Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO<sub>2</sub>max more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665–671. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>
- Heydari, M., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2012). The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *Journal of Obesity*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/480467>
- Homolak, J., & Pavić, R. (2015). *Uloga regulacije apetita nakon primjene različitih trenažnih modaliteta s ciljem redukcije potkožnog masnog tkiva*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1238.3523/1>
- Jovovic, V., & Canjak, R. (2015). Physical activity in the prevention and rehabilitation of cardiovascular risk. *Glasnik Antropološkog Društva Srbije*, 50, 89–96. <https://doi.org/10.5937/gads1550089j>
- Jukić, I., Kolobarić, N., Stupin, A., Matic, A., Kozina, N., Mihaljević, Z., Mihalj, M., Šušnjara, P., Stupin, M., Ćurić, Ž. B., Selthofer-Relatić, K., Kibel, A., Lukinac, A., Kolar, L., Kralik, G., Kralik, Z., Széchenyi, A., Jozanović, M., Galović, O., ... Drenjančević, I. (2021). Carnosine, small but mighty—prospect of use as functional ingredient for functional food formulation. In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox10071037>
- Juraschek, S. P., Blaha, M. J., Blumenthal, R. S., Brawner, C., Qureshi, W., Keteyian, S. J., Schairer, J., Ehrman, J. K., & Al-Mallah, M. H. (2015). Cardiorespiratory fitness and incident diabetes: The FIT (Henry Ford Exercise Testing) project. *Diabetes Care*, 38(6), 1075–1081. <https://doi.org/10.2337/dc14-2714>
- Jurko, D., Čular, D., Badrić, M., Sporiš, G. (2015). *Osnove kineziologije*. Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu. Gopal.
- Kern, B. D., & Robinson, T. L. (2011). *Effects of b-alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players*. [www.nsca-jscr.org](http://www.nsca-jscr.org)
- Lavie, C. J., Ozemek, C., Carbone, S., Katzmarzyk, P. T., & Blair, S. N. (2019). Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. In *Circulation Research* (Vol. 124, Issue 5, pp. 799–815). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.312669>

- Lee, I.-M., & Skerrett, P. J. (2001). *Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation?* <http://www.acsm-msse.org>
- Martin-Smith, R., Buchan, D. S., Baker, J. S., Macdonald, M. J., Sculthorpe, N. F., Easton, C., Knox, A., & Grace, F. M. (2019). Sprint interval training and the school curriculum: Benefits upon cardiorespiratory fitness, physical activity profiles, and cardiometabolic risk profiles of healthy adolescents. *Pediatric Exercise Science*, *31*(3), 296–305. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0155>
- Martin-Smith, R., Cox, A., Buchan, D. S., Baker, J. S., Grace, F., & Sculthorpe, N. (2020). High intensity interval training (HIIT) improves cardiorespiratory fitness (CRF) in healthy, overweight and obese adolescents: A systematic review and meta-analysis of controlled studies. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082955>
- Matković, B., Knjaz, D., & Cigrovski, V. (2006). Izvorni znanstveni i stručni radovi naučnici i treneri o sportskoj prehrani sport nutrition knowledge of coaches. In *Vjesnik* (Vol. 21).
- Matthews, C. E., Chen, K. Y., Freedson, P. S., Buchowski, M. S., Beech, B. M., Pate, R. R., & Troiano, R. P. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. *American Journal of Epidemiology*, *167*(7), 875–881. <https://doi.org/10.1093/aje/kwm390>
- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., Van Loon, L. J. C., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Vernec, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R. G., ... Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 52, Issue 7, pp. 439–455). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>
- Meng, C., Yucheng, T., Shu, L., & Yu, Z. (2022). Effects of school-based high-intensity interval training on body composition, cardiorespiratory fitness and cardiometabolic markers in adolescent boys with obesity: a randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, *22*(1). <https://doi.org/10.1186/s12887-021-03079-z>
- Milioni, F., Araújo Bonetti de Poli, R., Saunders, B., Gualano, B., da Rocha, L., Sanchez Ramos da Silva, A., de Tarso Guerrero Muller, P., & Moura Zagatto, A. (2019).

Downloaded from [www.physiology.org/journal/jappl](http://www.physiology.org/journal/jappl) at Univ of Florida.  
[www.physiology.org/journal/jappl](http://www.physiology.org/journal/jappl)

- Mišigoj-Duraković M. (2008.) *Kinantropologija*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Must, A., & Tybor, D. J. (2005). Physical activity and sedentary behavior: A review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *International Journal of Obesity*, 29, S84–S96. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803064>
- Myers, J., McAuley, P., Lavie, C. J., Despres, J. P., Arena, R., & Kokkinos, P. (2015). Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness as Major Markers of Cardiovascular Risk: Their Independent and Interwoven Importance to Health Status. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57(4), 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.011>
- Obrovac, S. (2015). *Analiza promjena u sastavu tijela i pojedinim motoričkim sposobnostima pod utjecajem šest tjednog programa vježbanja*. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:141589>
- Organization, W. H. (2009). *Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks*. World Health Organization.
- Papišta, M. (2015). *Puls, laktati, maksimalni primitak kisika*.
- Peeling, P., Binnie, M. J., Goods, P. S. R., Sim, M., & Burke, L. M. (2018). Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. In *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* (Vol. 28, Issue 2, pp. 178–187). Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0343>
- Prochaska, J. J., Sallis, J. F., & Long, B. (2001). A Physical Activity Screening Measure for Use With Adolescents in Primary Care. In *Arch Pediatr Adolesc Med* (Vol. 155). <http://archpedi.jamanetwork.com/>
- Prskalo, I., & Sporiš, G. (2016). *Kineziologija*. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga
- Ptiček, F. (2022). *Transformacijski efekti osmotjednog programa treninga na morfološke karakteristike i neke motoričke sposobnosti*. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:019915>
- Racil, G., Ben Ounis, O., Hammouda, O., Kallel, A., Zouhal, H., Chamari, K., & Amri, M. (2013). Effects of high vs. Moderate exercise intensity during interval training on lipids

- and adiponectin levels in obese young females. *European Journal of Applied Physiology*, 113(10), 2531–2540. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2689-5>
- Ranković, G., Mutavdžić, V., Toskić, D., Preljević, A., Kocić, M., Nedin-Ranković, G., & Damjanović, N. (2010). Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. In *aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports* (Vol. 10, Issue 1).
- Ruegsegger, G. N., & Booth, F. W. (2018). Health Benefits of Exercise. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(7), a029694. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029694>
- Shaw, J. E., Sicree, R. A., & Zimmet, P. Z. (2010). Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. In *Diabetes Research and Clinical Practice* (Vol. 87, Issue 1, pp. 4–14). <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2009.10.007>
- Sekulić, D., Metikoš, D.(2007). Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji. Sveučilište u Splitu: *Split: Fakultet prirodoslovno–matematičkih znanosti i kineziologije*.
- Šarić, M., Škunca, M., Ortner Hadžiabdić, M., Božiković, V. (2013). *Metabolički sindrom-novi pristup u definiranju i liječenju*. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:163:229931>
- Škovran, M., Cigrovski, V., Čuljak, K., Bon, I., Očić, M., & Olympic, C. (2020). Razina tjelesne aktivnosti i dnevno sjedenje: čimbenici sedentarnog načina života kod mladih level of physical activity and daily sitting time: factors of sedentary lifestyle in young adults46 journal of the croatian olympic committee founded as basketball medical periodical. In *Hrvatska Hrvat. Športskomed. Vjesn* (Vol. 35).
- Sloth, M., Sloth, D., Overgaard, K., & Dalgas, U. (2013). Effects of sprint interval training on VO2max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. In *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* (Vol. 23, Issue 6, pp. 341–352). <https://doi.org/10.1111/sms.12092>
- Smith, A. E., Walter, A. A., Graef, J. L., Kendall, K. L., Moon, J. R., Lockwood, C. M., Fukuda, D. H., Beck, T. W., Cramer, J. T., & Stout, J. R. (2009). Effects of  $\beta$ -alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-5>
- Tremblay, M. S., Colley, R. C., Saunders, T. J., Healy, G. N., & Owen, N. (2010). Physiological

and health implications of a sedentary lifestyle. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 35(6), 725–740. <https://doi.org/10.1139/H10-079>

Valjan, B., Vidović, M., Grasta, L. La, & Ružić, L. (2020). *Visoko intenzivni intervalni trening u uporedbi s treningom konstantnog intenziteta u pretilo djece high intensity interval training in comparison to constant load training in obese children.*

Véronique Billat, L. (2001). Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice Special Recommendations for Middle-and Long-Distance Running. Part II: Anaerobic Interval Training. In *Sports Med* (Vol. 31, Issue 2).

Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2016). Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? In *Canadian Journal of Cardiology* (Vol. 32, Issue 4, pp. 495–504). Pulsus Group Inc. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2016.01.024>

Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. In *Current Opinion in Cardiology* (Vol. 32, Issue 5, pp. 541–556). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>

Warburton, D. E. R., Bredin, S. S. D., Jamnik, V., Shephard, R. J., & Gledhill, N. (2016). Consensus on evidence-based preparticipation screening and risk stratification. In *Annual Review of Gerontology and Geriatrics* (Vol. 36, Issue 1, pp. 53–102). Springer Publishing Company. <https://doi.org/10.1891/0198-8794.36.53>

Wewege, M., van den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. In *Obesity Reviews* (Vol. 18, Issue 6, pp. 635–646). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>

WHO. (2010). Koraci prema zdravlju- Europski okvir za unaprjeđenje tjelesne aktivnosti za zdravlje.

Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, Ø., Haram, P. M., Tjønn, A. E., Helgerud, J., Slørdahl, S. A., Lee, S. J., Videm, V., Bye, A., Smith, G. L., Najjar, S. M., Ellingsen, Ø., & Skjærpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A

randomized study. *Circulation*, 115(24), 3086–3094.  
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041>

Zhang, H., Tong, T. K., Kong, Z., Shi, Q., Liu, Y., & Nie, J. (2021). Exercise training-induced visceral fat loss in obese women: The role of training intensity and modality. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 31(1), 30–43.  
<https://doi.org/10.1111/sms.13803>

Zhang, H., Tong, T. K., Qiu, W., Zhang, X., Zhou, S., Liu, Y., & He, Y. (2017). Comparable Effects of High-Intensity Interval Training and Prolonged Continuous Exercise Training on Abdominal Visceral Fat Reduction in Obese Young Women. *Journal of Diabetes Research*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5071740>