

# Povezanost kroničnog stresa, komponenata sastava tijela i prehrambenog unosa u studentske populacije

---

Kauzlarić, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:764499>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2019.

Maja Kauzlarić

1072/N

**POVEZANOST KRONIČNOG  
STRESA, KOMPONENATA  
SASTAVA TIJELA I  
PREHRAMBENOG UNOSA U  
STUDENTSKE POPULACIJE**

Rad je izrađen u Laboratoriju za znanost o prehrani na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom dr. sc. Irene Keser, izv.prof. Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za znanost o prehrani

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Nutricionizam

**POVEZANOST KRONIČNOG STRESA, KOMPONENATA SASTAVA TIJELA I  
PREHRAMBENOG UNOSA U STUDENTSKE POPULACIJE**

*Maja Kauzlarić, 1072/N*

**Sažetak:** Kroničan stres i komponente sastava tijela (masno i mišićno tkivo) povezani su preko upalnih medijatora, koje navedena tkiva izlučuju, izazivajući neravnotežu u cirkadijalnom ritmu hormona stresa kortizola. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi postoji li povezanost kroničnog stresa s udjelom masnog i mišićnog tkiva te s prehrambenim unosom. Ispitanici su bili studenti (n=108) Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta oba spola, prosječne dobi  $22,1 \pm 1,6$  godina. Komponente sastava tijela te parametar kroničnog stresa, HPA indeks, su utvrđeni metodom bioimpedancije s BIA-ACC uređajem, a dijetetički parametri metodom 24-h prisjećanja. Muškarci su imali statistički značajno veći udio mišićnog tkiva ( $p < 0,001$ ) i intramuskularnog masnog tkiva ( $p = 0,009$ ) te veću prosječnu vrijednost HPA indeksa ( $p < 0,001$ ), s obzirom na žene. HPA indeks je pozitivno korelirao s tjelesnom masom ( $r = 0,27$ ), udjelom mišićnog tkiva ( $r = 0,68$ ) te s unosom proteina ( $r = 0,30$ ), masti ( $r = 0,26$ ) i energije ( $r = 0,28$ ), pa se može zaključiti da adekvatan udio mišićnog tkiva i adekvatan unos proteina, masti i energije imaju pozitivan učinak na održavanje cirkadijalnog ritma kortizola u tijelu.

**Ključne riječi:** sastav tijela, bioimpedancija, kroničan stres, masno tkivo, mišićna masa

**Rad sadrži:** 51 stranica, 5 slika, 11 tablica, 99 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** *izv.prof. dr. sc. Irena Keser*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. *Izv.prof.dr.sc. Ivana Rumbak*
2. *Izv.prof.dr.sc. Irena Keser*
3. *Doc.dr.sc. Martina Bituh*
4. *Prof.dr.sc. Ines Panjkota Krbavčić (zamjena)*

**Datum obrane:** 27. rujna 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Department of Food Quality Control**  
**Laboratory for Nutrition Science**

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Nutrition

### **ASSOCIATION OF CHRONIC STRESS, COMPONENTS OF BODY COMPOSITION AND DIETARY INTAKE IN STUDENT POPULATION**

*Maja Kauzlarić, 1072/N*

**Abstract:** Chronic stress and components of body composition (adipose and muscle tissue) are associated through inflammatory mediators that these tissues secrete, causing an imbalance in the circadian rhythm of the stress hormone cortisol. The aim of this study was to determine if there is the association of chronic stress with adipose and muscle tissue, and with dietary intake. Subjects were students (n=108) of the Faculty of Food Technology and Biotechnology of both gender, average age  $22.1 \pm 1.6$  years. Components of body composition and parameter of chronic stress, HPA indeks, were evaluated using the bioimpedance method with BIA-ACC device, and dietetic parameters by method 24-hour recall. Men had statistically significantly higher percentage of skeletal muscle ( $p < 0.001$ ) and intramuscular adipose tissue ( $p = 0.009$ ), and higher average value of HPA index ( $p < 0.001$ ), than women. HPA index correlated positively with body weight ( $r = 0.27$ ), percentage of skeletal muscle ( $r = 0.68$ ) and with protein intake ( $r = 0.30$ ), fat intake ( $r = 0.26$ ) and energy intake ( $r = 0.28$ ), so it can be concluded that an adequate percentage of skeletal muscle and adequate protein, fat and energy intake have a positive effect on maintaining the circadian rhythm of cortisol in the body.

**Keywords:** body composition, bioimpedance, chronic stress, adipose tissue, muscle mass

**Thesis contains:** 51 pages, 5 figures, 11 tables, 99 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** PhD *Irena Keser*, Associate professor

**Reviewers:**

1. PhD *Ivana Rumbak*, Associate professor
2. PhD *Irena Keser*, Associate professor
3. PhD *Martina Bituh*, Assistant professor
4. PhD *Ines Panjkota Krbavčić*, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** 27 September 2019

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Sastav tijela .....	2
2.2. Pretilost .....	3
2.2.1. Masno tkivo kao endokrini organ .....	4
2.2.2. Visceralno i subkutano masno tkivo .....	5
2.2.3. Fiziološke i psihološke manifestacije adipokina .....	5
2.3. Mišićno tkivo .....	6
2.3.1. Mišići kao endokrini organ .....	6
2.4. Kostí .....	7
2.4.1. Povezanost kostiju i stresa .....	7
2.4.2. Kostí kao endokrini organ .....	8
2.5. Osteosarkopenijska pretilost .....	8
2.6. Kronično upalno stanje organizma .....	9
2.7. Prehrambeni utjecaj na masno, mišićno i koštano tkivo .....	11
2.8. BIA-ACC uređaj .....	14
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	15
3.1. Ispitanici .....	15
3.2. Metode .....	15
3.2.1. Mjerenje uređajima BIA-ACC i PPG Stress Flow .....	15
3.2.2. Dijetetička metoda .....	17
3.2.3. Statističke metode .....	18
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	19
4.1. Komponente sastava tijela .....	20
4.2. HPA indeks .....	25
4.3. Dijetetički parametri .....	27
4.4. Korelacije između komponenti sastava tijela, kroničnog stresa i dijetetičkih parametara .....	33
4.5. Nedostaci istraživanja .....	39
5. ZAKLJUČAK .....	40
6. LITERATURA .....	42

## 1. UVOD

Moderan način života popraćen je sjedilačkim obrascima ponašanja koji uključuju nisku razinu tjelesne aktivnosti, a uz nepravilnu i neuravnoteženu prehranu dolazi do razvoja prekomjerne tjelesne mase i pretilosti, kao i sistemskih proupalnih stanja, što potiče rani razvoj kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa 2, anksioznosti, depresije, demencije te karcinoma, odnosno „zbir bolesti tjelesne neaktivnosti“ (Pedersen, 2009; Pratesi i sur., 2013; Tsigos i Chrousos, 2002). Pretilost se povezuje s navedenim kroničnim stanjima, s razvojem metaboličkog sindroma, ali i sa skraćanjem očekivanog životnog vijeka (Bastien i sur., 2014; Pischon i sur., 2008).

Iako su kronične bolesti, lijekovi, genetske predispozicije i okolišni čimbenici faktori koji imaju veći stupanj doprinosa etiologiji sindroma osteosarkopenijske pretilosti (eng. *Osteosarcopenic Obesity*, OSO), životne navike kao što su prehrambeno ponašanje i tjelesna aktivnost također imaju veliki utjecaj na razvoj OSO sindroma. Ta dva čimbenika igraju vrlo bitnu ulogu u metaboličkoj homeostazi, određujući do koje granice je osoba sposobna očuvati koštanu masu, mišićnu masu i njihove funkcije, dok se idealna tjelesna masa održava ili se s godinama smanjuje prisutna pretilost (Kelly i sur., 2016; Kelly i sur., 2017)

Zahvaljujući neinvazivnim i jeftinim tehnologijama moguće je odrediti komponente sastava tijela i pratiti promjene koje su posljedica promjena u životnim navikama (primjena kontroliranih prehrambenih restrikcija i adekvatne tjelesne aktivnosti) što vodi smanjenju upalnog statusa. Jedna od takvih tehnologija je i određivanje sastava tijela metodom bioimpedancije (BIA) (Ippoliti i Boschiero, 2013).

BIA uređaji preko primjene električnih struja koje prolaze kroz cijelo tijelo daju informacije o volumenu vode te udjelu mišićnog, koštanog i masnog tkiva (Bazzochi i sur., 2016).

Cilj ovoga rada je bio utvrditi komponente sastava tijela dobivene mjerenjem pomoću metode bioimpedancije s BIA-ACC uređajem te istražiti postoji li povezanost između mišićne mase, masnog tkiva te kroničnog stresa u studentske populacije. Također se procijenilo postoji li povezanost između komponenata prehrane i varijabli dobivenih mjerenjem metodom bioimpedancije.



## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Sastav tijela

Dokazane su poveznice između postojanja kroničnog stresa i komponenata sastava tijela (Tsigos i sur., 2015). Sastav tijela se može procijeniti antropometrijski (mjerenjem opsega struka i bokova, tjelesne visine, tjelesne mase, izračunom indeksa tjelesne mase – ITM, i dr.) kao i naprednijim tehnikama poput mjerenjem tijela pomoću metode bioimpedancije koja daje informacije o udjelu masnog tkiva, nemasnog tkiva, visceralnog masnog tkiva i energetskej potrošnji za bazalni metabolizam (Tsigos i sur., 2015; Canitano i sur., 2013). ITM se računa na način da se tjelesna masa osobe (kg) podijeli s kvadratom tjelesne visine ( $m^2$ ). Idealan indeks tjelesne mase jest između 18,5 i 25  $kg\ m^{-2}$ , dok se osobama s prekomjernom tjelesnom masom smatraju one kojima je ITM između 25 i 30  $kg\ m^{-2}$ , a pretilima oni pojedinci čiji je ITM iznad 30  $kg\ m^{-2}$ . Osobe koje imaju indeks tjelesne mase niži od 18,5  $kg\ m^{-2}$  smatraju se pothranjenima (Canitano i sur., 2013).

Ukoliko se za procjenu sastava tijela koristi samo ITM, moglo bi doći do pogreške jer ITM ne razaznaje razliku između nemasnog i masnog tkiva te ne inkorporira faktor raspodjele masnog tkiva (Bazzocchi i sur., 2016). Limitirajuća je varijabla ako se koristi kao indikator debljine: osobe s povećanom mišićnom masom mogu imati i povećani ITM, dok osobe sa smanjenim udjelom nemasnog tkiva i povećanim adipozitetom mogu biti pogrešno klasificirane kao osobe adekvatne tjelesne mase bez rizika po zdravlje, jer ITM ne mjeri akumulaciju abdominalnog masnog tkiva koji ima najveći utjecaj na povećanje rizika za nastanak dijabetesa tipa 2, hipertenzije, kardiovaskularnih bolesti, inzulinske rezistencije i mnogih drugih kroničnih bolesti. Etiologija tih bolesti je multifaktorijalna, s genetičkim utjecajima, okolišnim, socio-ekonomskim, bihevioralnim i/ili psihološkim uzrocima igrajući značajnu ulogu u relativnom povećanju morbiditeta i smrtnosti u populaciji. Također, ITM nije pod utjecajem promjena sastava tijela (Canitano i sur., 2013; Ippoliti i Boschiero, 2013). Opseg struka (eng. *waist circumference*, WC), opseg bokova (eng. *hip circumference*, HC) te omjer opsega struka i opsega bokova (eng. *waist-to-hip-ratio*, WHR) su korisni alati za procjenu raspodjele masnog tkiva i abdominalnog adipoziteta (Bazzocchi i sur., 2016).

Postoji mnogo dokaza koji u osnovi prikazuju važnu ulogu koju kroničan stres ima u akumulaciji visceralnog masnog tkiva, odmah iza neadekvatnih obrazaca prehranbenog ponašanja (neuravnotežena prehrana, prekomjerni unos energije) (Siervo i sur., 2009; Capuron i sur., 2011).

Neravnoteža između energetske unosa hranom i energetske potrebe organizma dovodi do pojave pretilosti, stanja abnormalne ili ekscesivne akumulacije masti do razine na kojoj je tjelesno zdravlje narušeno (Chrousos, 2000; Paltoglou i sur., 2015; Paltoglou i sur., 2017). Pretilost, epidemija modernog doba, samo je jedan od nekoliko vrsta poremećaja u sastavu tijela (Ilich i sur., 2016).

Važno je naglasiti kako se pojam „pretilost“ ne odnosi samo na kliničku dijagnozu prekomjerne tjelesne mase, odnosno pretilosti, već i na redistribuciju masti u mišiće i kosti što je posljedica starenja (Ilich i sur., 2014a; Ilich i sur., 2016). Okolišni čimbenici stresa i disbalansi u prehrani mijenjaju anatomiju i fiziologiju masnog tkiva te distribuciju masti, koja se može nalaziti u abdominalnom području (visceralno masno tkivo) ili subkutano (Ippoliti i sur., 2013; Vachharajani i Granger, 2009).

Masno tkivo je, osim termalnog izolatora i skladišta energije (Stefanaki i sur., 2018), također i endokrini organ sposoban za sekreciju određenog broja hormona povezanih s adipoznim tkivom (adipokini), koji se u organizmu ponašaju kao proupalni citokini. Dugotrajno izlaganje adipokinima može imati fiziološke i psihološke manifestacije (Huffman i Barzilai, 2009; Businaro i sur., 2012).

Dugi niz godina su se prekomjerna tjelesna masa (ili pretilost) i osteoporoza smatrale međusobno isključujućim stanjima organizma (Rosen i Bouxsein, 2006), kao i pretilost i sarkopenija. I masno i mišićno tkivo, kao komponente tjelesne mase, pružaju mehaničko opterećenje i stimuliraju veći prirast koštanog tkiva kako bi moglo podnijeti povećanu masu (Ilich-Ernst i sur., 2002). Nadalje, razmatra se koji čimbenik ima najveći učinak na koštanu masu: masno tkivo, nemasno tkivo ili optimalni omjer obje varijable (Zhao i sur., 2007).

## 2.2. Pretilost

Stopa adipoziteta, odnosno pretilosti na svjetskoj razini raste alarmantnom brzinom, dosežući epidemijske razmjere. Pretilost povećava morbiditet i stopu mortaliteta od kroničnih bolesti. Općenito se pretilost definira kao  $ITM \geq 30 \text{ kg m}^{-2}$ , a studije su pokazale kako povećava smrtnost te značajno utječe na skraćivanje očekivanog životnog vijeka (Selthofer-Relatic i sur., 2012; Micciolo i sur., 2010).

Citokini, odnosno adipokini, upalni medijatori, uz lokalne makrofage uzrokuju kroničnu upalu niske razine kod pretilih osoba. To uključuje i energetske disregulacije koja posljedično dovodi do izmijenjenog sastava tijela i pojave medicinski neobjašnjivih simptoma (eng. *medically unexplained symptoms*, MUS) poput često prisutnog umora i slabosti, učestale

nesanice, odnosno buđenja tijekom noći, anksioznosti, apatije, napadaja panike, promjena apetita i dr. (Ippoliti i sur., 2013, Tsigos i sur., 2015).

Prekomjeren adipozitet stvara tip proupalnog stanja koje, čini se, podupire povećanje masnoga tkiva nauštrb kostiju i mišića te supresira osteoblastogenezu i miogenezu (stvaranje koštanih i mišićnih stanica) (Jafari-Nasabian i sur., 2017). Dodatno djelovanju na staničnoj razini, povećan adipozitet može kompromitirati koštanu i mišićnu masu, snagu i kvalitetu na fiziološkoj razini (Scott i sur., 2015).

Samo mehaničko opterećenje prisutno kod pretilih osoba stimulira izgradnju kostiju; smanjuje se apoptoza osteoblasta i povećava proliferacija osteoblasta i osteocita (Cao i Piklo, 2015). Dodatno, pretilost stimulira proizvodnju ekstraglandularnog estrogena (Douchi i sur., 2000) i sekreciju leptina, a za oboje se smatra kako sudjeluju u očuvanju koštane mase.

Kod pretilih osoba je povećana infiltracija masti u kosti i mišiće (posebice kod starijih osoba), što dodatno može oslabiti i oštetiti koštano i mišićno tkivo. Povezanost pretilosti i osteoporoze je, dakle, krivulja U-oblika, što znači da su pothranjeni i oni s povećanim udjelom masnoga tkiva rizična skupina za obolijevanje. Čini se da je tanka linija gdje adipozitet prestaje imati pozitivne učinke na kosti i počinje imati upravo suprotan učinak (Jafari-Nasabian i sur., 2017).

### **2.2.1. Masno tkivo kao endokrini organ**

Masno tkivo endokrini je organ koji proizvodi hormone adiponektin i leptin koji međusobno imaju oprečna djelovanja; serumske razine leptina su više, a adiponektina niže u osoba s prekomjernom tjelesnom masom, odnosno pretilih i obrnuto (Lecke i sur., 2011). Adiponektin povećava oksidaciju masnih kiselina u masnom tkivu (Lecke i sur., 2011) i mišićnom tkivu (Yoon i sur., 2006). Adiponektin izlučuju stanice masnog, mišićnog i koštanog tkiva, a njegova ekspresija se događa u mozgu gdje najvjerojatnije regulira cjelokupni metabolizam energije u tijelu. No, masno tkivo je ipak najveći proizvođač adiponektina koji se nalazi u cirkulaciji (Ilich i sur., 2006).

Leptin ima jako proupalno djelovanje (Faggioni i sur., 2011) što može doprinijeti progresiji pretilosti i osteoporoze (Ilich i sur., 2014a). Stanice skeletnih mišića u svojoj strukturi sadrže receptore za leptin, a osim toga i proizvode leptin u određenim količinama koje doprinose ukupnoj količini cirkulirajućeg leptina (Wang i sur., 1998). Dokazi da se cirkulirajući leptin može povisiti povećanjem mišićne mase upućivali su na dokaze da niski serumski leptin može biti marker za određivanje sarkopenije (Hubbard i sur., 2008). No, kod stanja sarkopenijske

pretilosti, a moguće i kod osteosarkopenijske pretilosti, leptin proizveden iz masnog tkiva može dati pogrešne rezultate mjerenja te maskirati sarkopeniju (Ilich i sur., 2014a).

### **2.2.2. Visceralno i subkutano masno tkivo**

Visceralno masno tkivo (VMT) i subkutano masno tkivo (SMT) se razlikuju u staničnoj kompoziciji, molekularnim svojstvima i ulozi u regulaciji metabolizma, gdje povećanje VMT doprinosi razvoju metaboličkog poremećaja, dok se SMT smatra slabijim rizičnim čimbenikom, čak i u nekim slučajevima pokazuje zaštitni učinak (Wajcenberg, 2000). VMT korespondira s pretilošću na način da je prisutno upalno stanje zbog povećane sekrecije brojnih proupalnih citokina iz adipocita, dok takva pojava nije uočena kod subkutanog masnog tkiva ili skeletnih mišića (Vaccharajani i Granger, 2009; Wajcenberg, 2000).

### **2.2.3. Fiziološke i psihološke manifestacije adipokina**

Masno tkivo sintetizira i otpušta adipokine, tj. iz masti proizvedene citokine, faktore rasta, proteine ekstracelularnog matriksa, vazoaktivne agense i druge komponente (Stefanaki i sur., 2018). Porastom razina proupalnih citokina u organizmu, poput faktora tumorske nekroze –  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) i interleukina – 6 (IL-6) povećava se tjelesno opterećenje upalom (Despres, 2012; Kyrou i Tsigos, 2007).

Prisutnost adipokina može biti patogena kod kardiovaskularnih bolesti; neravnoteža između povećanih upalnih podražaja i smanjenih antiupalnih mehanizama može ovisiti o stanju kroničnog stresa. Ne iznenađuje što je pronađena korelacija između stresa, pretilosti i kardiovaskularnih bolesti. Zapravo, kronično upalno stanje, uz prisutnost inzulinske rezistencije i endotelijalne disfunkcije, vrlo je štetno za vaskularne funkcije (Heber, 2010). Osim fizioloških posljedica, sekrecija adipokina može imati i psihološke manifestacije: promjene u ponašanju i depresija.

Negativne emocije i stresne životne situacije direktno promoviraju otpuštanje adipokina. Dugotrajno izlaganje tim proupalnim citokinima doprinosi kognitivnim poremećajima, poremećajima u ponašanju i kroničnosti tih patoloških stanja (Huffman i Barzilai, 2009; Businaro i sur., 2012).

## 2.3. Mišićno tkivo

Tijekom života mišićno tkivo doseže svoj maksimum između 30. i 40. godine života nakon čega započinje postepeni pad u mišićnoj masi i snazi, a do 80. godine života osoba može izgubiti i do 40 % mišićne mase (Cruz-Jentoft i sur., 2010). To je stanje koje se naziva sarkopenija.

Sarkopenija se definira kao progresivan i općeniti gubitak skeletne mišićne mase i snage s povećanim rizikom od tjelesne nesposobnosti, smanjenja tjelesne izvedbe i loše kvalitete života (Cruz-Jentoft i sur., 2010).

Tjelesna neaktivnost doprinosi gubitku mišićnog tkiva po principu „ako se ne koristi, propada“, a također postoji mnogo dokaza koji ukazuju kako neaktivnost rezultira akumulacijom visceralnog masnog tkiva, inzulinskom rezistencijom i upalama (Pedersen, 2011a).

Niska mišićna masa nedavno je povezana sa smanjenjem očekivanog životnog vijeka (Atkins i sur., 2014; Batsis i sur., 2014).

### 2.3.1. Mišići kao endokrini organ

Miokini, proteini sintetizirani iz stanica skeletnog mišićnog tkiva ili iz skeletnog mišićnog tkiva (Ilich i sur., 2014), zajedno sa skeletnim mišićnim tkivom kao endokrinim organom postaju sve važniji pri objašnjavanju osnovnog uzroka sarkopenije i povezanih mišićnih poremećaja (Pratesi i sur., 2011). Otkriće o postojanju miokina, odnosno mišićnom tkivu kao endokrinom organu proširuje saznanja o povezanosti živčanog, endokrinog i imunskog sustava u doprinosu u održavanju homeostaze (Pedersen, 2011b). Podaci prikupljeni u jednom istraživanju sugeriraju da skeletni mišići kontrakcijom otpuštaju miokine koji imaju specifičan endokrini učinak na visceralno masno tkivo ili posreduju direktan protuupalni učinak (Pedersen i Febbraio, 2012).

Kroničan stres i hormoni stresa pogađaju mitohondrijske funkcije skeletnih mišića, čineći značajan dio mitohondrija neaktivnima, što rezultira nesposobnošću obavljanja metaboličkih potreba (Pedersen, 2013; Pedersen i Febbraio, 2012; Lemche i sur., 2016; Romanello i Sandri, 2015).

## 2.4. Kostí

Koštana masa doseže svoj maksimum do otprilike 30. godine života, održava se kroz raniji dio odraslog života nakon čega započinje njen postepeni pad, kako čovjek stari (Matković i sur., 1994). Osteopenija je definirana smanjenjem koštane mase u odnosu na prosječne vrijednosti mlade odrasle referentne populacije i nužno se ne manifestira kao gubitak kostiju. Može biti rezultat neadekvatnog koštanog prirasta ili nekog kroničnog stanja koje pogađa kosti (Ilich i sur., 2014a). Osteoporoza, odnosno smanjena mineralna gustoća kostiju (eng. *Bone Mineral Density*, BMD), se karakterizira kao kompromitirana koštana snaga što uključuje smanjenu koštanu masu i kvalitetu kostiju, mikroarhitekturu kostiju i koštanu pregradnju (Lewiecki i sur., 2004, Ilich i sur., 2015). Tijekom života, najbrži gubitak koštane mase događa se kod žena u prvom desetljeću postmenopauze. Gubitak koštane mase koji se događa starenjem odvija se značajno manjom brzinom (Stefanaki i sur., 2018).

Klasično gledano, osteopenija/osteoporoza je gubitak koštanog tkiva uz istovremenu povećanu vjerojatnost od prijeloma te se dugo vremena promatrala kao izolirano stanje, nepovezano s mišićnim ili masnim tkivom. No, u kombinaciji s prisutnim prekomjernim adipozitetom, ili infiltracijom masti u kosti, situacija se mijenja i može rezultirati smanjenom funkcionalnosti, a čak i povećanim rizikom od prijeloma (Ilich i sur., 2014a; Ilich i sur., 2015).

### 2.4.1. Povezanost kostiju i stresa

Središnji živčani sustav (SŽS) i os hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda (HPA) pokazali su bitnu ulogu u iskorištavanju zaliha energije iz jetre, mišića i masnoga tkiva. Nije slučajnost da su glavni hormon HPA osi, kortizol, i SŽS u mogućnosti inducirati osteopeniju. Većina sistema koji osiguravaju energiju ima važne osteopenijske efekte koji su ključni u regulaciji koštane pregradnje te dostupnosti kalcija i fosfata za potrošače energije (mozak, mišići, imunostani sustav), primjerice kada je unos hranom minimalan. Pretpostavlja se da energetska regulacija u trenucima povećanih potreba za zalihama energije podupire procese koji troše energiju za dobivanje kalcija (i fosfata) čak i bez unosa kalcija (Straub i sur., 2010).

Osteoklastogeneza i koštana razgradnja povećane su kao odgovor na povećanje upalnih signala kod pretilih osoba, uz prisutnost kronične upale niske razine čiji je uzrok pretilost (Ilich i sur., 2014b). Upalni citokini, TNF –  $\alpha$  i interleukin – 1 aktiviraju osteoklaste, dok interleukin – 6 (poznat i kao faktor koštane razgradnje) stimulira osteoklastogenezu (Ilich i sur., 2014b; Dodds i sur., 1994; Krisher i Bar-Shavit, 2014).

#### 2.4.2. Kostii kao endokrini organ

Osteokalcin je protein koji izlučuju osteoblasti i uobičajeno se koristi kao indikator izgradnje kostiju. Osim toga, on ima i endokrine funkcije. Otkriveno je da regulira osjetljivost inzulina i njegovu sekreciju, oksidaciju masnih kiselina, a također i stimulira sintezu adiponektina iz adipocita (Lee i Karenty, 2008) inducirajući njegovu značajnu ulogu u metabolizmu energije. U studiji gdje su miševima uklonili osteokalcin, primijetili su kako su miševi postali morbidno pretili i ispoljili druge simptome pretilosti poput visoke serumske razine glukoze, inzulinske rezistencije i smanjene serumske razine adiponektina (Lee i Karsenty, 2008; Lee i sur., 2007).

#### 2.5. Osteosarkopenijska pretilost

Kosti, mišići i masno tkivo su međuovisni, iako su saznanja na tom području tek u počecima. Osteoporoza i sarkopenija su okarakterizirane temeljnom redukcijom na masi i snazi te proizlaze iz nekoliko zajedničkih prekursora, zajedno s pretilošću: endokrini poremećaji, neadekvatna prehrana, upala, neurodegenerativni poremećaji, nepokretnost ili tjelesna neaktivnost te drugi kronični i životni čimbenici (Ilich i sur., 2014a).

Osteosarkopenijska pretilost (eng. *osteosarcopenic obesity*, OSO) je nedavno definirana trijada osteopenije/osteoporoze, sarkopenije i pretilosti (Ilich i sur., 2015). Sindrom OSO je stanje cjelokupnog tijela povezano sa starenjem, a moguće i drugim bolestima te utječe na sastav tijela i mobilnost. Sastoji se od tri stanja koja reflektiraju poremećaj sastava tijela: (1) pogoršanje koštanog zdravlja koje se manifestira kao osteopenija ili osteoporoza; (2) smanjenje mišićne mase i snage što se definira kao sarkopenija; i (3) povećanje masnog tkiva ili njegova preraspodjela i infiltracija u mišiće i kosti (Ilich i sur., 2014a).

Osteopenija i osteoporoza se dijagnosticiraju metodom denzitometrije (eng. *dual-energy X-ray absorptiometry*, DXA), odnosno mjerenjem mineralne gustoće kostiju i procjenom T-vrijednosti. Ovisno o T-vrijednosti rezultati označavaju različitu koštanu masu (adekvatna mineralna gustoća kosti: T-vrijednost > -1,0; osteopenija:  $-1,0 \geq$  T-vrijednost > -2,5; i osteoporoza: T-vrijednost  $\leq$  -2,5) (WHO, 1994; Ilich i sur., 2016).

Sarkopenija se dijagnosticira preko apendikularne nemasne mase (eng. *apendicular lean mass*, ALM) koja se mjeri pomoću DXA-e te prilagodi za tjelesnu visinu (m) i masno tkivo (kg). Negativne rezidue linearnog regresijskog modela se koriste za određivanje prisutnosti sarkopenijske pretilosti (Ilich i sur., 2016). Također, moguće je sarkopeniju odrediti i putem SMI indeksa (eng. *skeletal muscle mass index* – indeks skeletne mišićne mase) gdje je SMI

$\leq 5,45 \text{ kg m}^{-2}$  za žene ili  $\text{SMI} \leq 7,26 \text{ kg m}^{-2}$  za muškarce indikator prisutne sarkopenije (Baumgartner i sur., 1998). Postoji značajna povezanost ( $p < 0,0001$ ) između sarkopenije i udjela masnog tkiva, odnosno u prisutnosti smanjene mišićne mase i snage je povećan udio masnog tkiva u tijelu (Ilich i sur., 2015).

Pretilost se također može dijagnosticirati ukoliko je udio masnog tkiva  $\geq 32 \%$  (mjereno pomoću DXA-e) (Ilich i sur., 2016).

Koštano i mišićno tkivo te mišićna snaga smanjuju se kako starimo, dok se udio masnog tkiva povećava (Ilich i sur., 2016). No, iako najčešće smatrano, osteosarkopenijska pretilost nije samo bolest starijih osoba, već se može pojaviti kod osoba bilo koje dobne skupine (Inglis i sur., 2013). Navedene promjene u sastavu tijela popraćene su s povećanom kroničnom upalom niske razine te smanjenjem tjelesne aktivnosti, odnosno kombinacijom koja ide u prilog razvoju OSO (Ilich i sur., 2016). Kod OSO sindroma, primjena čak i niske razine aktivnosti pridonosi održavanju mišićne snage i kvalitete, poboljšanju ravnoteže i smanjenju adipoziteta i upala tijekom starenja (Kelly i Gilman, 2017; Deck i sur., 2016).

## **2.6. Kronično upalno stanje organizma**

Kroničan stres često se manifestira putem anksiozne simptomatologije i/ili simptomatologije depresije koje progresivno mogu dovesti do niza bihevioralnih i/ili somatskih poremećaja. Kroničan stres povezuje se s promijenjenom sekrecijom hormona stresa kao što je hipersekrecija kortizola (Tsigos i sur., 2015). Kortizol je esencijalan steroidni hormon koji se izlučuje iz nadbubrežne žlijezde te kao i mnogi drugi fiziološki procesi u tijelu ima svoj cirkadijalni ritam. Kortizol ima jedan od najzanimljivijih cirkadijalnih ritmova u organizmu (Weitzman i sur., 1971). Ovaj ritam je specifičan te reguliran glavnim cirkadijalnim oscilatorom u suprahijazmatskom nukleusu (eng. *suprachiasmatic nucleus*, SCN) koji je lociran u hipotalamusu. Regulacija glukokortikoida, odnosno oslobađanje kortizola, određena je aktivnošću hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda (HPA) osi (Oster i sur., 2006). HPA os je centralni kontrolni i regulatorni sustav organizma koji povezuje središnji živčani sustav s hormonalnim sustavom. Ovaj na stres odgovoran neuroendokrini sustav pomaže organizmu adaptirati se na povećane zahtjeve i održavati homeostazu, ali također je vrlo važan pri adekvatnom fiziološkom funkcioniranju organizma. Krajnji produkt, kortizol, ima širok spektar fizioloških učinaka na tijelo; praktički svaka tjelesna stanica koja sadrži jezgru je potencijalno ciljno mjesto za kortizol. On ima kritičnu ulogu u metabolizmu tako što



mobilizira izvore energije što pomaže prevladati izazovne situacije u kojima metabolizam ima povećane metaboličke potrebe (Kudielka i Kirschbaum, 2005).

Adrenalni glukokortikoid (kortizol) esencijalan je hormon stresa i njegov deficit uzrokuje smrt, a gubitak normalnog cirkadijalnog ritma povezuje se s adrenalnom insuficijencijom. Osobe s poremećenim cirkadijalnim ritmom kortizola pokazuju lošiji zdravstveni status u odnosu na osobe bez adrenalne insuficijencije, kao i povećan rizik od smrtnosti, poremećaje spavanja te oštećeno psihološko zdravlje (Chan i Debono, 2010).

Osoba koja nema poremećaj osi hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda, u ponoć ima vrlo niske ili nedetektabilne razine kortizola koje postepeno rastu kako se približava jutro, kada kortizol doseže svoju maksimalnu razinu u danu. Koncentracija kortizola nakon toga postepeno opada tijekom dana (Debono i sur., 2009; Krieger i sur., 1971; Weitzman i sur., 1971). Debono i sur. su eksperimentalno dokazali da su razine kortizola najniže oko ponoći, započinju elevaciju između 2:00 i 3:00 sati te dosežu maksimum oko 8:30 sati, nakon čega se razine snizuju i nakon 24 sata završava jedan puni ciklus, a novi ponovno započinje (Debono i sur., 2009).

Već je nekoliko desetljeća poznato da je stres, bio on upalni, traumatski ili psihološki, povezan s istodobnom aktivacijom HPA osi (Tsigos i Chrousos, 2002). Ukoliko dođe do hiperaktivacije HPA osi, to utječe ne samo na masno tkivo već uzrokuje i promjene u prehrambenom ponašanju (Michels i sur., 2015; Marks, 2016; Ulrich-Lai i sur., 2015). Većernji porast razina kortizola, u vrijeme kada je osjetljivost tkiva na glukokortikoide veća, utječe na začetak procesa koji dovode do akumulacije ukupnog, ali ponajviše visceralnog masnog tkiva (Kino i Chrousos, 2011).

Prisutna sustavna upala inducira povećanje serumskih razina kortizola stimulirajući HPA os i simpatički živčani sustav, inducirajući primjetan pad u mišićnoj i moždanoj aktivnosti (Straub i sur., 2010; Straub, 2012).

## 2.7. Prehrambeni utjecaj na masno, mišićno i koštano tkivo

Postoje evidentne poveznice između zapadnjačke prehrane i razvoja određenih kroničnih bolesti, uključujući poremećaje koštanog, mišićnog i masnog tkiva. Zapadnjačka prehrana je uglavnom bazirana na konzumaciji procesirane hrane visoke energetske gustoće uz istovremenu prisutnu nisku nutritivnu gustoću. Ovakvim dugotrajnim načinom prehrane osoba se može dovesti do stanja metaboličke neravnoteže nekih glavnih tjelesnih sustava što dovodi do gubitka koštanog tkiva, gubitka mišićnog tkiva, povećanog adipoziteta, inzulinske rezistencije te kronične upale niske razine (Ilich i sur., 2014b).

Prehrana s niskim unosom kalcija može povećati koncentracije cirkulirajućeg 1,25-dihidroksivitamina D (kalcitriol) koji stimulira adipogenezu (Ilich i sur., 2014b). Također, neadekvatna opskrba organizma energijom, a posebice nizak unos proteina može dovesti do gubitka mišićne mase (Morley, 2001).

Kod starijih osoba preporuke za unos proteina za odrasle osobe nisu adekvatne, pokazale su studije o ravnoteži dušika. Neadekvatan unos proteina kod odraslih osoba, uz tjelesnu neaktivnost, može dodatno pogoršati pad u sintezi mišića za koju su potrebni proteini, što se povezuje sa starenjem (Ilich i sur., 2014b). Važno je naglasiti da adekvatan energetske unos, koji je osiguran iz masti i ugljikohidrata, ima pozitivan učinak na poštedu proteina kao izvora energije (Morley i sur., 2014).

U nedavnoj studiji uočeno je kako energetska neravnoteža i niski proteinski unos, uz previsok unos jednostavnih ugljikohidrata i niski unos višestruko nezasićenih masnih kiselina, može doprinijeti razvoju osteosarkopenijske pretilosti (Kelly i sur., 2017).

Višestruko nezasićene masne kiseline, osim što imaju mnogobrojne pozitivne zdravstvene učinke, pokazuju i pozitivno djelovanje na izgradnju kosti te efekt smanjenja negativnih učinaka adipoziteta na kosti, prvenstveno eikosapentaenoična (EPA) i dokosaheksaenoična (DHA) kiselina (Kelly i sur., 2013). Kombinacija niskog unosa proteina, visokog unosa jednostavnih ugljikohidrata, nedovoljnog unosa kalcija, magnezija i kalija te previsokog unosa fosfata, natrija i željeza može biti povezan s nižom koštanom masom, sarkopenijom i pretilosti, odnosno OSO sindromom (Kelly i sur., 2016; Kelly i sur., 2017)

Dodatno, nutritivni sastav zapadnjačke prehrane, distribucija i količine makro- i mikronutrijenata moguće je da ne promoviraju zdravo starenje i mogu doprinijeti razvoju OSO sindroma (Ilich i sur., 2014b).

Ugljikohidrati se mogu podijeliti u dvije kategorije: glikemijski ugljikohidrati, odnosno ugljikohidrati koji se probavljaju i apsorbiraju u tankom crijevu te prehrambena vlakna, odnosno ugljikohidrati koji neprobavljeni prolaze kroz probavni trakt. Glikemijski ugljikohidrati uključuju monosaharide, disaharide, malto-oligosaharide i škrob. Prema Europskoj agenciji za sigurnost hrane (eng. *European Food Safety Authority*, EFSA) preporuka za unos ugljikohidrata iznosi 45-60 % od ukupnog dnevnog unosa energije, a u kombinaciji s reduciranim unosom masti i zasićenih masnih kiselina (eng. *saturated fatty acids*, SFA) imaju pozitivne učinke na smanjenje metaboličkih rizičnih čimbenika za razvoj kroničnih bolesti.

Prehrana bogata vlaknima, s unosom većim od 25 grama dnevno, ima korisne učinke na zdravlje, a između ostaloga je povezana i s održavanjem adekvatne tjelesne mase.

U studijima je uočeno kako umjeren unos masti (< 35 % ukupnog dnevnog unosa energije) prati smanjen ukupan unos energije, a navedeno rezultira smanjenom tjelesnom masom, odnosno prevenira se povećanje tjelesne mase. Iz tog razloga, europska preporuka za unos ukupnih masti iznosi 20-35 % ukupnog dnevnog unosa energije.

Prehrambeni proteini su izvor dušika i osnovnih aminokiselina koje tijelo treba za rast i održavanje tkiva. Hrana životinjskog porijekla s visokim proteinskim sadržajem uključuje meso, ribu, jaja, mlijeko i mliječne proizvode, dok su kruh i drugi proizvodi od žitarica, leguminoze i orašasti plodovi biljna hrana bogata proteinima. Većina proteina životinjskog porijekla smatra se visoko kvalitetnima zbog optimalnog aminokiselinskog sastava i visoke probavljivosti. Kod proteina biljnog porijekla aminokiselinski sastav može biti deficitaran na nekim osnovnim aminokiselinama te su ti proteini slabije probavljivi. Preporuka za dnevni unos proteina za odrasle osobe je 0,83 g kg<sup>-1</sup> tjelesne mase (EFSA, 2017).

Važno je zadovoljiti i unos mikronutrijenata, primjerice s niskim prehrambenim unosom kalcija, kalcij se resorbira iz kostiju kako bi se održala koncentracija u krvi u rasponu koji je potreban za održavanje normalne stanične i tkivne funkcije, što posljedično vodi do redukcije u koštanoj masi, osteopenije i osteoporoze. Također, kalcij je esencijalan za funkcioniranje mišića te se na identičan navedeni način osigurava ukoliko unos nije dovoljan (EFSA, 2017; Straub i sur., 2010).

Nadalje, na primjeru magnezija se mogu uočiti interakcije mineralne tvari s komponentama hrane: apsorpcija magnezija može biti smanjena u prisutnosti fitinske kiseline i fosfata, ali i poboljšana fermentacijom topljivih prehrambenih vlakana. Nedostatak magnezija je teško pripisati određenim simptomima zbog preko 300 enzimskih reakcija u kojima sudjeluje u mnogim fiziološkim funkcijama i metaboličkim interakcijama (EFSA, 2017).

Fosfor je mineralna tvar uključena u mnoge fiziološke procese. Većinom je pohranjen u kostima i zubima, a jedan manji dio nalazi se u mekanim tkivima, uključujući i mišićno. Ukoliko je prisutan deficit fosfora, najčešći uzrok jest metabolički poremećaj, a ne nedovoljan prehrambeni unos, jer je fosfor prirodno prisutan u proteinskim namirnicama koje su zastupljene u prehrani.

Vitamini B skupine su prirodno prisutni u hrani biljnog i životinjskog porijekla, a zajedno s vitaminom C spadaju u skupinu vitamina topljivih u vodi te njihov deficit nije učestao (EFSA, 2017).

## 2.8. BIA-ACC uređaj

U Italiji je 2004. godine započeo BIA-ACC projekt (*Bioelectric Impedance Analyzer – Analisi Composizione Corporea*) kako bi redefinirao primjenu mjerenja metodom bioimpedancije u kliničkim ustanovama. Analiza sastava tijela bazirana na metodi bioimpedancije je široko primjenjiva te već korištena u nekoliko validacijskih procesa u nutricionizmu, sportskoj i preventivnoj medicini te nefrologiji (Kyle i sur., 2004). Analiza sastava tijela metodom bioimpedancije se provodi pomoću mjernog uređaja BIA-ACC, proizvođač kojeg je tvrtka BioTekna, Inc. (Marcon-Venecija, Italija).

BIA-ACC uređaj omogućuje dvostruko frekvencijsku bioimpedancijsku procjenu. Klasičnoj primjeni visoke frekvencije (50 kHz) dodano je mjerenje na nižoj frekvenciji (1,5 kHz) što se pokazalo kritičnim za dobivanje bolje procjene ekstracelularnih komponenata. BIA-ACC uređaj ističe se pouzdanošću u utvrđivanju parametara sastava tijela za osobe koje boluju od kroničnih upalnih procesa te drugih poremećaja vezanih uz stres (Ippoliti i Boschiero, 2013).

Brojnim parametrima koje BIA-ACC mjeri, nakon provedenog primjerenog niskokaloričnog prehrambenog režima kod osobe s prekomjernom tjelesnom masom/pretilo, možemo evaluirati, u prisutnosti smanjenja ITM, stvarne promjene u udjelima masnog i nemasnog tkiva te, esencijalno, je li očuvano nemasno tkivo tijekom gubitka tjelesne mase (Ippoliti i Boschiero, 2013).

BIA-ACC uređaj primjenjiv je na odraslim osobama i na djeci, svih dobnih skupina i oba spola (Canitano i sur., 2013).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

#### **3.1. Ispitanici**

Istraživanje je provedeno sa studentima studija Nutricionizam na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu, u sklopu nastave. Sudjelovali su studenti 2. i 3. godine preddiplomskog studija i studenti 1. i 2. godine diplomskog studija. Prosječna dob ispitanika je bila  $22,3 \pm 1,7$  godina. Sudjelovalo je 108 ispitanika, od čega 93 žene i 15 muškaraca.

#### **3.2. Metode**

##### **3.2.1. Mjerenje uređajima BIA-ACC i PPG Stress Flow**

Mjerenje jednog ispitanika je trajalo oko 30 minuta. Mjerenja su provedena tijekom prijedneva najmanje sat vremena nakon posljednjeg obroka. Mjerenje započinje tako što ispitanik ispunjava četiri upitnika u sklopu BioTekna programa; upitnik kojim se utvrđuje postojanje medicinski neobjašnjivih simptoma (MUS), upitnik o postojanju dijagnosticiranih poremećaja i bolesti, upitnik o uzimanju lijekova te upitnik o razini tjelesne aktivnosti. Nakon toga ispitanik se spaja na uređaje, a cjelokupno mjerenje provodi se u tri faze: prve dvije faze traju svaka 5 minuta, kada je ispitanik spojen na uređaj PPG Stress Flow, a u trećoj fazi ispitanik se spaja na BIA-ACC uređaj.

Uređaji PPG Stress Flow i BIA-ACC su USB kabelom spojeni na računalo na kojem se nalazi pripadajući BioTekna program u kojem se nalaze navedeni upitnici te provode mjerenja koja su pojašnjena u nastavku.

PPG Stres Flow uređajem se promatra rad autonomnog živčanog sustava i varijabilnost otkucaja srca (BioTekna, 2019). U prvoj fazi mjerenja, ispitaniku se na prethodno alkoholom dezinficirane kažiprste postavljaju, također dezinficirani, senzori, daju se upute da za vrijeme trajanja mjerenja osoba treba biti mirna. Mjerenje traje 5 minuta.

Nakon isteka 5 minuta prelazi se u drugu fazu mjerenja. Ispitanik i dalje na svakom kažiprstu ima postavljen senzor. Ispitaniku se daju upute o načinu disanja u drugoj fazi mjerenja: na ekranu je prikazan crveni krug koji se postepeno podiže i spušta po krivulji, a potrebno je udisati kroz nos za vrijeme elevacije kruga, zadržati dah u dijelu gdje je krug na platou te izdisati na usta za vrijeme spuštanja kruga. Nakon danih uputa započinje mjerenje u trajanju od 5 minuta gdje ispitanik treba disati prema dobivenim uputama. Nakon isteka vremena,

oglasi se zvučni signal te se ispitaniku uklanjaju senzori s prstiju i uputi ga se u treću fazu mjerenja, gdje se koristi BIA-ACC uređaj.

BIA-ACC uređajem pomoću metode bioimpedancije se određuju komponente sastava tijela. Svakom ispitaniku je izmjerena tjelesna masa i visina prije početka mjerenja s BIA-ACC uređajem, u laganoj odjeći i bez obuće na vagi sa stadiometrom (SECA 877 i 217, Hamburg, Njemačka). Podaci za izmjerenu tjelesnu masu i visinu su upisani u BioTekna program.

Mjerenje BIA-ACC uređajem se provodi u ležećem položaj na medicinskom stolu. Ispitanik je dužan osloboditi površinu desne šake i desnog stopala te skinuti sa sebe sat, nakit i slične predmete koje su vodiči struje. Kako bi se ispitanika moglo spojiti na BIA-ACC uređaj, potrebno je postaviti po dvije BioTekna elektrode za jednokratnu uporabu s ljepljivom poleđinom na desni gornji, odnosno desni donji ekstremitet. Osoba koja provodi ispitivanje ispitaniku na dorzalnu površinu desne šake, ispod treće metakarpalne kosti postavlja prvu elektrodu, a drugu otprilike 5 centimetara centralno, na područje zgloba. Na dorzalnoj površini stopala, ispod treće metatarzalne kosti postavlja se treća elektroda, a četvrta otprilike 5 centimetara centralno na područje ispod fibule (Canitano i sur., 2013; Tsigos i sur., 2015).

Nakon što su elektrode postavljene, na svaku od njih se spoji po jedan kabel povezan s BIA-ACC uređajem, koji provodi struju. Ispitanik leži na leđima, s nogama blago odmaknutima jednom od druge i rukama blago odvojenima od tijela. Mjerenje traje otprilike 10 sekundi.

Dobiveni rezultati mjerenjem pomoću uređaja PPG Stress Flow i BIA-ACC se sinkroniziraju u BioTekna programu dajući OSO test u kojem su prikazane najvažnije značajke koje se povezuju s razvojem osteosarkopenijske pretilosti.

Sljedeće navedene komponente sastava tijela su varijable koje su mjerene BIA-ACC uređajem te kasnije promatrane u svrhu ovog istraživanja.

- Nemasno tkivo (NT) – udio nemasnog tkiva, izražen kao postotak
- Masno tkivo (MT) – udio masnog tkiva izražen kao postotak

Zbroj NT i MT predstavlja ukupnu tjelesnu masu, a u normalnim uvjetima udio masnog tkiva ne bi trebao prelaziti 25 % ukupne tjelesne mase, što znači da bi udio nemasnog tkiva trebao biti minimalno 75 % ukupne tjelesne mase.

- Stopa bazalnog metabolizma (SBM) – dnevna razina energije koju organizam treba za održavanje bazalnog metabolizma, izražava se kao kcal dan<sup>-1</sup>

- Skeletni mišići (SM) – izražava se kao količina skeletnih mišića (kg) koja se nalazi u tijelu ili kao udio skeletnih mišića u odnosu na tjelesnu masu (%)
- S-vrijednost – vrijednost standardne devijacije (SD) prosječne mišićne mase
- IMAT – udio intramuskularnog adipoznog tkiva, odnosno udio masnog tkiva unutar mišića, izražen u postocima (%)
- HPA indeks – izražen kao  $PA^\circ$  (eng. *phase angle*), u stupnjevima, daje informaciju o povezanosti otpora i kapacitativnog induktivnog otpora. Vrlo niske vrijednosti upućuju na sustav s oštećenim membranama, dok vrlo visoke vrijednosti upućuju na sustav s netaknutim membranama i dobrom celularnom masom. Važan je indikator kojim možemo pratiti prisutnost kroničnih upalnih procesa koji proizlaze iz stresa (Canitano i sur., 2013).

U softveru BIA-ACC uređaja postavljene su referentne vrijednosti adekvatnog udjela masnog i mišićnog tkiva. Za žene adekvatan udjel masnog tkiva iznosi 12-30 %, a za muškarce 7-25 % ukupne tjelesne mase. Adekvatan udjel mišićnog tkiva kod žena iznosi  $\geq 25$  %, dok se kod muškaraca udjel mišićnog tkiva  $\geq 34$  % ukupne tjelesne mase smatra adekvatnim.

### 3.2.2. Dijetetička metoda

Za procjenu prehranbenog unosa je korištena dijetetička metoda 24-h prisjećanje. 24-h prisjećanje je metoda za procjenu energetskog i nutritivnog unosa na dnevnoj razini, a provodi se na način da se ispitanik prisjeća i zapisuje konzumiranu hranu i tekućinu tijekom posljednja 24 sata. Ispitanici su trebali navesti vrijeme obroka, vrstu hrane ili jela koja je konzumirana i količinu konzumirane hrane.

Količina konzumirane hrane se izražavala pomoću kuhinjskog posuđa i pribora (šalica, čaša, tanjur, žlica, žličica). Kao pomoć u procjeni veličina porcija konzumirane hrane ili jela ispitanici su koristili fotografije na kojima su hrana ili jela prikazani kao mala, srednja i velika porcija (Senta i sur., 2004).

Za obradu 24-h prisjećanja korišten je program "Prehrana" (Infosistem d.d., Zagreb) koji predstavlja bazu podataka s kemijskim sastavom namirnica, pomoću kojeg je izračunat dnevni unos energije i nutrijenata za svakog ispitanika.



24-h prisjećanjem je procijenjen prosječan dnevni unos vode, energije, proteina, masti, zasićenih masnih kiselina, jednostruko nezasićenih masnih kiselina, višestruko nezasićenih masnih kiselina, kolesterola, ugljikohidrata, prehrambenih vlakana, natrija, kalija, kalcija, magnezija, fosfora, željeza, cinka, vitamina A, vitamina B<sub>1</sub>, vitamina B<sub>2</sub>, vitamina B<sub>3</sub> (niacin), vitamina B<sub>6</sub> i vitamina C.

### **3.2.3. Statističke metode**

Sakupljeni podaci mjerenja pomoću uređaja BIA-ACC i podaci dobiveni obradom 24-h prisjećanja statistički su obrađeni u programu Microsoft Office Excel 2010. Obrada podataka uključivala je određivanje vrijednosti aritmetičke sredine i standardne devijacije. Studentov t-test je korišten kako bi se utvrdilo postoji li statistički značajna razlika između parametara s obzirom na spol. Spearmanov koeficijent korelacije između varijabli izračunat je koristeći program Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK). Statistička značajnost je utvrđena na razini  $p < 0,05$ .

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja je bio u studentskoj populaciji (n=108) utvrditi postoji li povezanost između kroničnog stresa, komponenata sastava tijela te prehrambenog unosa promatrajući vrijednosti dobivene mjerenjem pomoću BIA-ACC uređaja metodom bioimpedancije te dijetetičkom metodom 24-h prisjećanje.

Rezultati su prikazani u tablicama 1 do 11 i na slikama 1 do 5 na sljedeći način:

- U tablici 1 su prikazani antropometrijski parametri dobiveni mjerenjem na vagi sa stadiometrom te vrijednost stope bazalnog metabolizma dobivena mjerenjem metodom bioimpedancije.
- U tablici 2 su prikazane prosječne vrijednosti komponenti sastava tijela, a u tablici 3 prosječne vrijednosti HPA indeksa dobivene mjerenjem metodom bioimpedancije.
- Na slikama 1-5 prikazana je raspodjela ispitanika s obzirom na udjel masnog i mišićnog tkiva te s obzirom na HPA indeks prema spolu.
- U tablicama 4 i 5 prikazane su prosječne vrijednosti dijetetičkih parametara koje su dobivene obradom 24-h prisjećanja u programu „Prehrana“.
- U tablicama 6-11 prikazani su Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenata sastava tijela, kroničnog stresa i dijetetičkih parametara.

#### 4.1. Komponente sastava tijela

U tablici 1 prikazane su prosječne vrijednosti ispitanika za dob, tjelesnu masu (TM), tjelesnu visinu (TV), indeks tjelesne mase (ITM) te za stopu bazalnog metabolizma (SBM).

**Tablica 1.** Prosječna dob, tjelesna masa i visina, indeks tjelesne mase te stopa bazalnog metabolizma s obzirom na spol ( $\bar{x} \pm SD$ )

<b>Parametri</b>	<b>ukupno n = 108</b>	<b>muškarci n = 15</b>	<b>žene n = 93</b>	<b>p-vrijednost</b>
<b>Dob (godine)</b>	22,1 ± 1,6	22,1 ± 1,4	22,2 ± 1,6	0,832
<b>TM (kg)</b>	64,2 ± 11,2	79,7 ± 11,3	61,7 ± 9,0	< 0,001
<b>TV (cm)</b>	169,7 ± 7,8	181,1 ± 6,7	167,9 ± 6,2	< 0,001
<b>ITM (kg m<sup>-2</sup>)</b>	22,2 ± 3,0	24,2 ± 2,7	21,9 ± 3,0	0,005
<b>SBM (kcal dan<sup>-1</sup>)</b>	1396,6 ± 133,3	1651,9 ± 120,9	1355,5 ± 78,1	< 0,001

TM = tjelesna masa; TV = tjelesna visina; ITM = indeks tjelesne mase; SBM = stopa bazalnog metabolizma

Postoji statistički značajna razlika u vrijednostima tjelesne mase, visine i ITM između muškaraca i žena. Prema prosječnom indeksu tjelesne mase ispitanici oba spola imaju adekvatnu tjelesnu masu. Prosječna stopa bazalnog metabolizma je, očekivano, statistički značajno veća u muškaraca s obzirom na žene.

**Tablica 2.** Prosječan udjel masnog, nemasnog i mišićnog tkiva te mineralna gustoća kosti s obzirom na spol ( $\bar{x} \pm SD$ )

<b>Parametri</b>	<b>ukupno n = 108</b>	<b>muškarci n = 15</b>	<b>žene n = 93</b>	<b>p-vrijednost</b>
<b>MT (%)</b>	25,2 ± 5,7	25,0 ± 5,1	25,2 ± 5,8	0,888
<b>NT (%)</b>	74,8 ± 5,8	75,0 ± 5,1	74,7 ± 5,9	0,857
<b>IMAT (%)</b>	1,3 ± 0,4	1,5 ± 0,3	1,3 ± 0,4	0,009
<b>S-vrijednost</b>	-0,5 ± 0,9	0,5 ± 0,7	-0,6 ± 0,8	< 0,001
<b>SM (kg)</b>	15,6 ± 4,5	25,2 ± 3,3	14,1 ± 2,1	< 0,001
<b>SM (%)</b>	24,1 ± 3,5	31,7 ± 1,7	22,8 ± 1,6	< 0,001

<b>BMD (g cm<sup>-3</sup>)</b>	1,042 ± 0,013	1,042 ± 0,011	1,042 ± 0,014	0,999
--------------------------------	---------------	---------------	---------------	-------

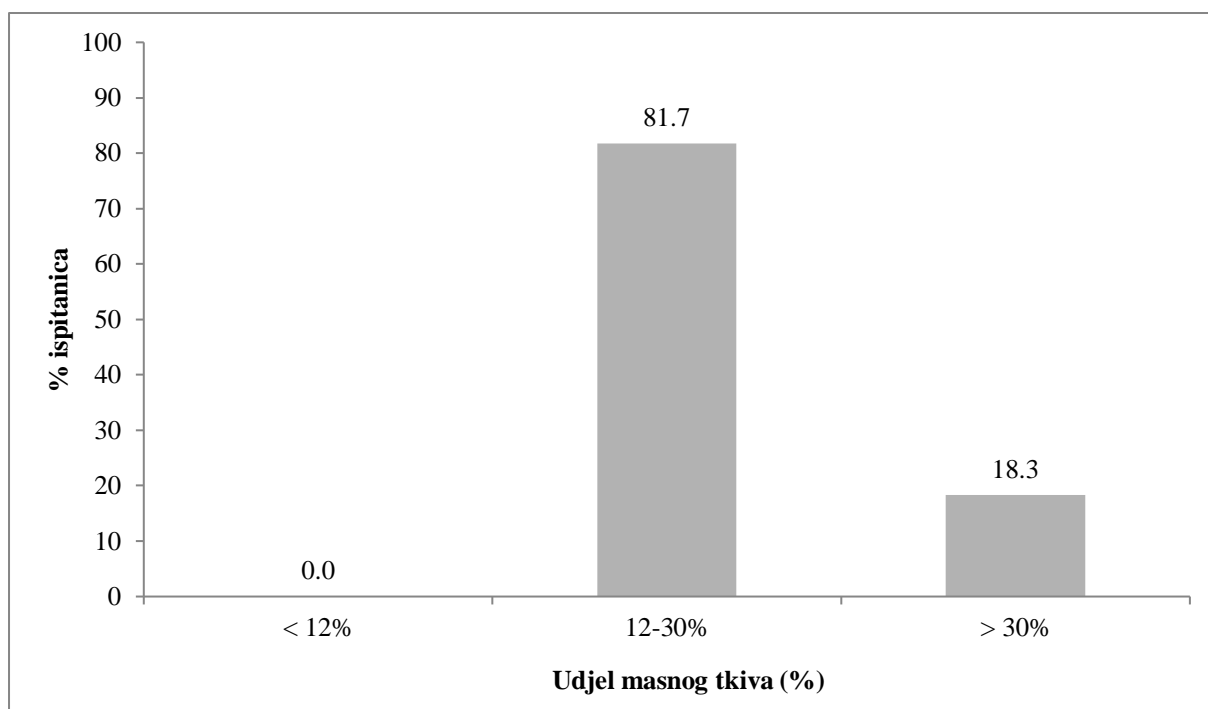
MT = masno tkivo; NT = nemasno tkivo; IMAT = intramuskularno adipozno tkivo; SM = skeletni mišići; BMD = mineralna gustoća kosti

U tablici 2 prikazane su prosječne vrijednosti za masu i udjel skeletnih mišića u organizmu, koje su statistički značajno veće u muškaraca s obzirom na žene ( $p < 0,001$ ). S-vrijednosti kod muškaraca ( $0,5 \pm 0,7$ ) su također statistički značajno veće u odnosu na vrijednosti kod žena ( $-0,6 \pm 0,8$ ). S-vrijednosti jednake  $-1,0$  i manje ukazuju na postojanje presarkopenije, dok vrijednosti veće od  $-1,0$  ukazuju na adekvatan udio mišićne mase.

Prosječne vrijednosti mineralne gustoće kostiju (eng. *bone mineral density*, BMD) koje su pokazatelj stanja koštanog tkiva su također navedene u tablici 2. Adekvatne vrijednosti BMD-a za ovu dobnu skupinu su u rasponu od  $1,030 - 1,060 \text{ g cm}^{-3}$ , a iz dobivenih vrijednosti vidljivo je kako u prosjeku ispitivana skupina ima adekvatan BMD, odnosno adekvatno stanje koštanog tkiva.

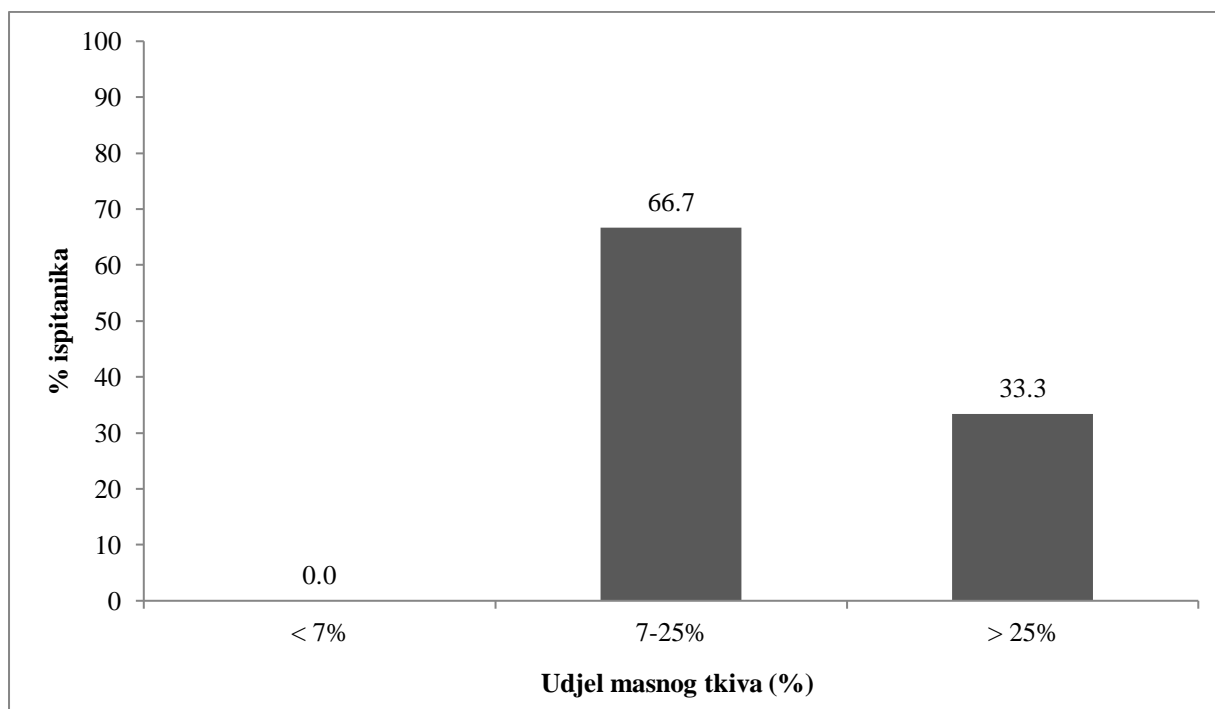
Udjeli masnog i nemasnog tkiva također su razmatrani kod ispitanika i prosječne vrijednosti nisu bile statistički značajno različite s obzirom na spol (tablica 2).

Raspon adekvatnih vrijednosti udjela masnoga tkiva kod žena iznosi 12-30 %, te je na slici 1 prikazana raspodjela ispitanica prema udjelu masnog tkiva. Nijedna od ukupno 93 ispitanice nema udio masnog tkiva ispod 12 %, njih 17 (18,3 %) je imalo udio masnog tkiva veći od 30 %, a 76 (81,7 %) ispitanica je imalo adekvatan udjel masnoga tkiva.



**Slika 1.** Raspodjela žena s obzirom na udjel masnog tkiva (% ispitanica)

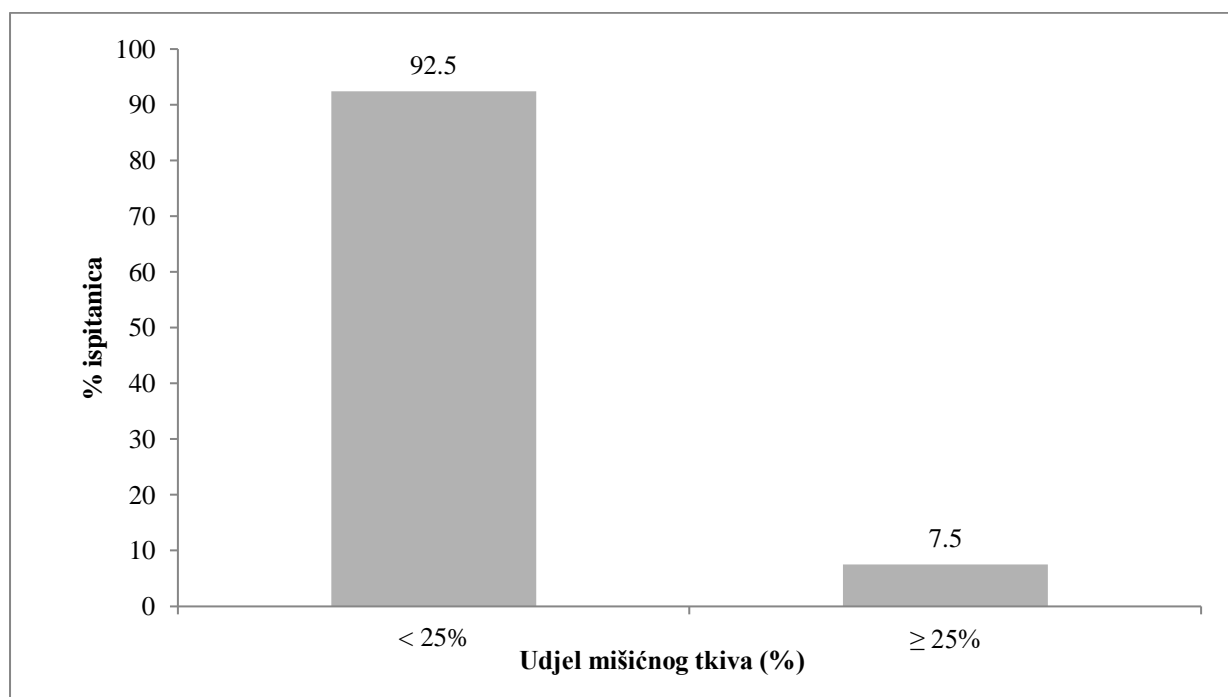
Kod muškaraca je raspon adekvatnog udjela masnog tkiva u tijelu od 7-25 %, te je na slici 2 prikazana raspodjela udjela masnog tkiva među muškim ispitanicima. 10 (66,7 %) ispitanika je imalo udjel masnog tkiva u rasponu 7-25 %, a 5 (33,3 %) ispitanika je imalo povećani udjel masnog tkiva u organizmu.



**Slika 2.** Raspodjela muškaraca s obzirom na udjel masnog tkiva (% ispitanika)

U istraživanju iz 2018. godine provedenom s poljskim studentima prosječne dobi 22,7 godina, metodom bioimpedancije izmjerene su prosječne vrijednosti masnog tkiva kod žena ( $26,0 \pm 7,9 \%$ ) i muškaraca ( $15,8 \pm 5,3 \%$ ) te je utvrđena statistički značajna razlika s obzirom na spol (Kęska i sur., 2018). U studiji provedenoj 2016. godine u Italiji ispitanici su izmjereni uređajem BIA-ACC, metodom bioimpedancije, a ispitanici su bili dobi 18-21 godine i s adekvatnim indeksom tjelesne mase. Muškarci su pokazali prosječan udjel masnoga tkiva  $22,5 \pm 4,8 \%$ , a žene  $25,3 \pm 4,4 \%$  (Stefanaki i sur., 2016). Usporedbom navedenih rezultata iz dviju studija s rezultatima prikazanim u tablici 2 uočava se razlika u vrijednostima udjela masnog tkiva kod muškaraca, dok kod ženskih ispitanica to nije uočeno. Hrvatski studenti u ovom istraživanju pokazali su značajno veće vrijednosti prosječnog udjela masnog tkiva u organizmu.

Nadalje, 2015. godine na uzorku ispitanika prosječne dobi 22,7 godina žene su pokazale prosječan udjel masnog tkiva  $22,1 \pm 5,1 \%$ , a muškarci  $14,8 \pm 4,4 \%$ , mjereno metodom bioimpedancije (Verney i sur., 2015). U odnosu na francusko istraživanje Verney i sur. ispitanici i ispitanice ovog istraživanja pokazali su veće vrijednosti prosječnog udjela masnog tkiva.

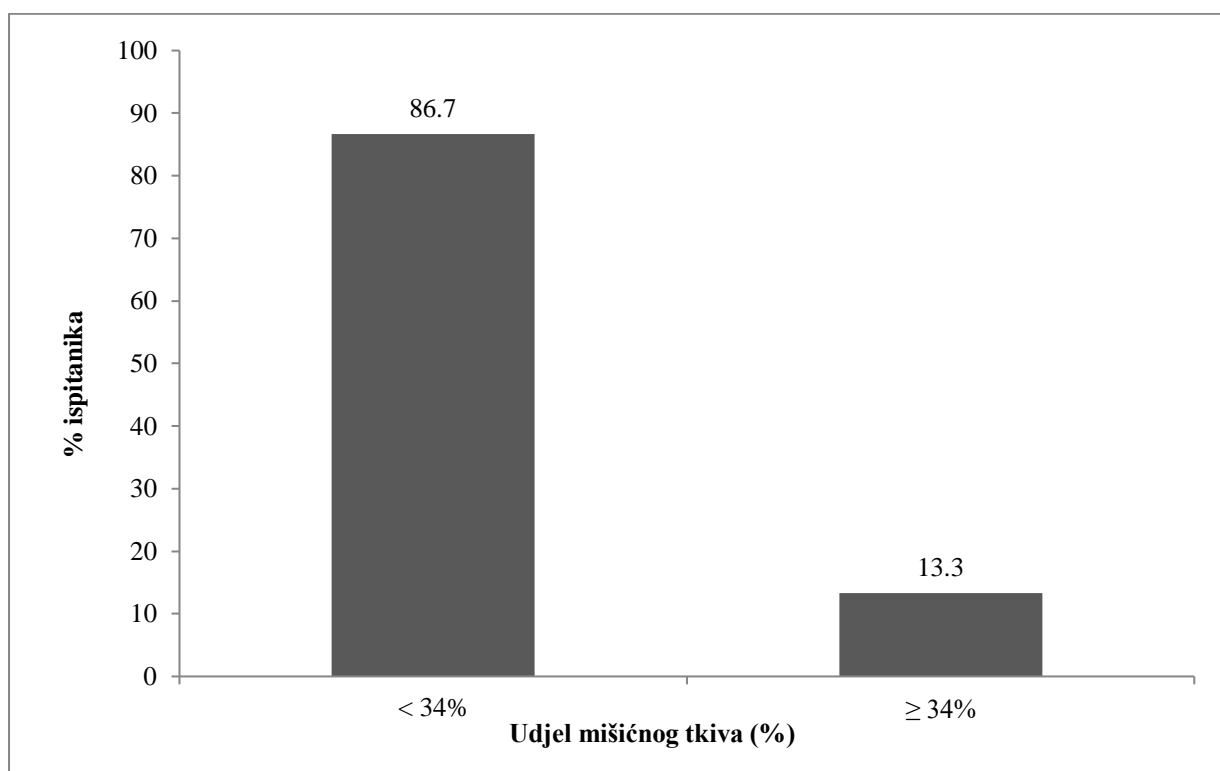


**Slika 3.** Raspodjela žena s obzirom na udjel mišićnog tkiva (% ispitanica)

Za žene optimalan udio mišićne mase iznosi  $\geq 25\%$ , dok se vrijednosti niže od  $25\%$  smatraju neadekvatnima. Na slici 3 je prikazana raspodjela ispitanica s obzirom na udjel mišićnog tkiva.

Većina ispitanica nema adekvatan udio mišićnog tkiva u organizmu, čak  $86,7\%$  njih, dok je preostalih  $7$  ispitanica u rasponu adekvatnih vrijednosti udjela skeletnih mišića te čine  $7,5\%$  ispitanica s adekvatnim udjelom skeletnih mišića.

Optimalan udio skeletnih mišića u organizmu kod muškaraca iznosi  $\geq 34\%$ , a vrijednosti manje od  $34\%$  pokazatelj su neadekvatnog udjela mišićnog tkiva u tijelu.



**Slika 4.** Raspodjela muškaraca s obzirom na udjel mišićnog tkiva (% ispitanika)

Većina muških ispitanika pokazala je neadekvatno stanje mišićne mase. Samo  $2$  od  $15$  ispitanika, odnosno  $13,3\%$ , udjelom mišićne mase u tijelu zadovoljava optimalno stanje skeletnih mišića (slika 4).

U studiji iz  $2016.$  godine u Italiji, na uzorku zdravih muških ispitanika, dobi  $18-21$  godine, s adekvatnim indeksom tjelesne mase masa skeletnih mišića, mjerena BIA-ACC uređajem iznosi  $23,2 \pm 3,8$  kg, a udjel skeletnih mišića  $31,8 \pm 2,1\%$ , dok je kod zdravih ženskih ispitanica s adekvatnim ITM iste dobne skupine masa skeletnih mišića  $19,4 \pm 3,9$  kg, a udjel  $28,3 \pm 4,3\%$  (Stefanaki i sur.,  $2016$ ). Ispitanice ovog istraživanja, u usporedbi s rezultatima

studije Stefanaki i sur. pokazuju značajno niže vrijednosti mase i udjela skeletnih mišića, dok se kod muškaraca rezultati u te dvije studije značajno ne razlikuju.

#### 4.2. HPA indeks

Vrijednosti HPA indeksa, odnosno pokazatelja kroničnog stresa, statistički se značajno razlikuju između muških i ženskih ispitanika ( $p < 0,001$ ). U muškaraca su utvrđene statistički značajno veće vrijednosti u odnosu na žene ( $4,0 \pm 0,5$  vs.  $2,4 \pm 0,6$ ) (tablica 3), što znači da u muškaraca prevladavaju ispitanici koji imaju cirkadijalan ritam lučenja kortizola s obzirom na žene.

**Tablica 3.** Prosječan HPA indeks s obzirom na spol ( $\bar{x} \pm SD$ )

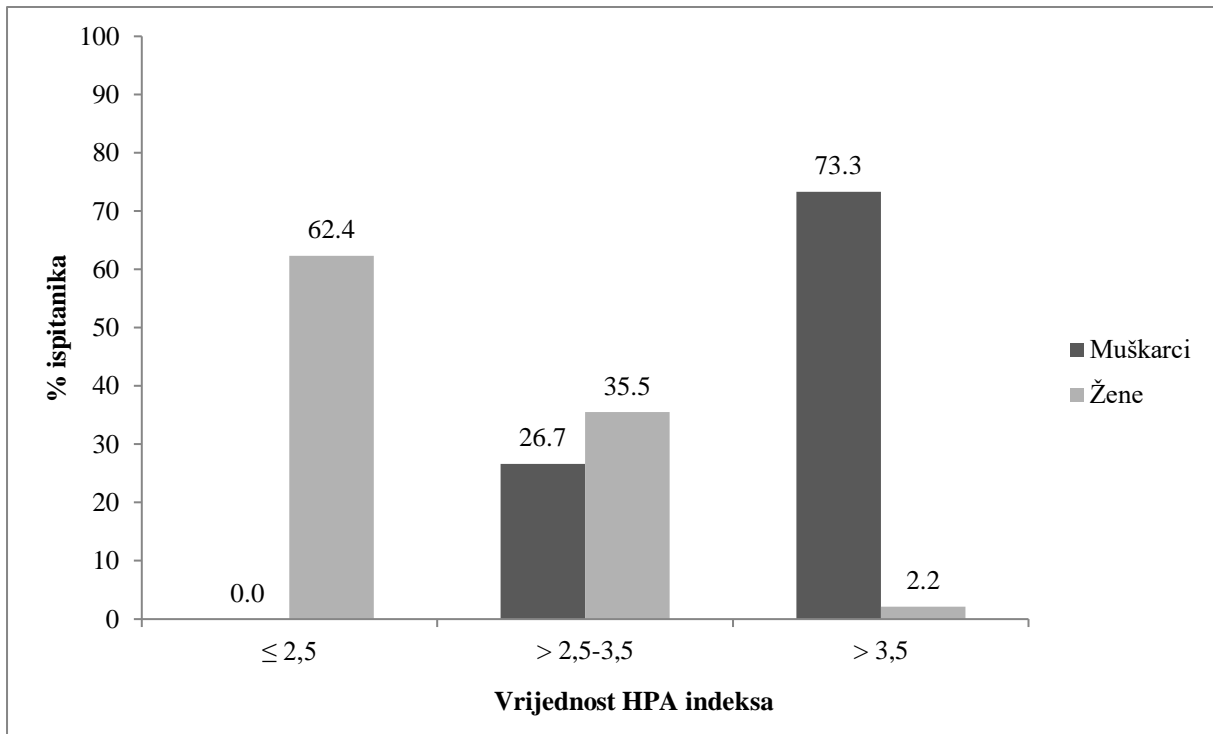
	<b>ukupno</b> <b>n = 108</b>	<b>muškarci</b> <b>n = 15</b>	<b>žene</b> <b>n = 93</b>	<b>p-vrijednost</b>
<b>HPA indeks (PA°)</b>	$2,6 \pm 0,8$	$4,0 \pm 0,5$	$2,4 \pm 0,6$	$< 0,001$

U istraživanju Stefanaki i sur. (2016) na uzorku zdravih muških ispitanika, dobi 18-21 godine s adekvatnim indeksom tjelesne mase HPA indeks, mjeren BIA-ACC uređajem te izražen kao PA°, se pokazao  $4,45 \pm 1,30$ , a na uzorku zdravih muških ispitanika iste dobne skupine, s prekomjernom tjelesnom masom/pretilima se pokazao manjim,  $3,15 \pm 1,08$ . Na uzorku zdravih ženskih ispitanika, dobi u rasponu 18-21 godine, s adekvatnim ITM HPA indeks se pokazao  $6,02 \pm 2,26$ , a kod onih s prekomjernom tjelesnom masom/pretilima, iste dobne skupine,  $3,41 \pm 1,30$  (Stefanaki i sur., 2016). Ukoliko se usporede rezultati ovog istraživanja s rezultatima istraživanja Stefanaki i sur. (2016), može se uočiti značajna razlika u vrijednosti HPA indeksa, posebice kod ženskih ispitanika. Kod ispitanica u ovom istraživanju je utvrđen prosječan HPA indeks  $2,4 \pm 0,6$ , što je značajno niže s obzirom na zdrave ispitanice u istraživanju Stefanaki i sur. (2016).

Nadalje, u studiji iz 2015. godine koja je provedena u Italiji i obuhvatila ispitanike dobi 20-80 godina, muški ispitanici su za HPA vrijednosti (izražene kao PA°) pokazali rezultat  $4,48 \pm 1,43$ , a žene  $7,18 \pm 2,02$ . U studiji je uočeno kako ispitanici s prisutnim medicinski neobjašnjivim simptomima, neovisno o indeksu tjelesne mase, pokazuju lošije vrijednosti HPA indeksa; tako osobe s adekvatnim ITM, a prisutnim MUS pokazuju niže vrijednosti HPA indeksa nego li osobe s prekomjernom tjelesnom masom/pretili bez prisutnosti MUS, koje pokazuju normalan cirkadijalni ritam kortizola (Tsigos i sur., 2015).



Na slici 5 je prikazana raspodjela zastupljenosti određenih vrijednosti HPA indeksa kod muškaraca i žena. Vrijednosti HPA indeksa jednake ili manje od 2,5 okarakterizirane su kao „flat low“, odnosno pokazatelj je kako je razina kortizola kroz dan niska, bez oscilacija. Vrijednosti HPA indeksa između >2,5 i 3,5 okarakterizirane su kao „flat high“, tj. razine kortizola kroz dan su visoke, bez oscilacija. Vrijednosti HPA indeksa veće od 3,5 pokazuju kako je prisutan cirkadijalni ritam kortizola te je to stanje optimalno.



**Slika 5.** Raspodjela muškaraca i žena s obzirom na vrijednosti HPA indeksa (% ispitanika)

Iz navedenog se daje zaključiti kako ispitanice u ovom istraživanju imaju neadekvatne vrijednosti HPA indeksa, odnosno kortizol u njihovom organizmu nema cirkadijalni ritam već su razine kortizola u organizmu kroz dan konstantne, što je pokazatelj postojanja kroničnog stresa.

### 4.3. Dijetetički parametri

U tablici 4 su prikazane prosječne vrijednosti za dnevni unos vode, energije te makronutrijenata. Muškarci su imali statistički značajno veći dnevni unos energije, proteina, masti, zasićenih masnih kiselina, jednostruko nezasićenih masnih kiselina i ugljikohidrata.

**Tablica 4.** Prosječan dnevni unos vode, energije i makronutrijenata s obzirom na spol ( $\bar{x} \pm$  SD)

<b>Parametri</b>	<b>ukupno n = 108</b>	<b>muškarci n = 15</b>	<b>žene n = 93</b>	<b>p-vrijednost</b>
<b>Voda (g)</b>	2302,4 ± 1000,0	3135,7 ± 1497,7	2167,9 ± 830,7	0,027
<b>Energija (kJ)</b>	8399,0 ± 2903,1	12486,6 ± 2588,7	7739,7 ± 2370,4	< 0,001
<b>Energija (kcal)</b>	2015,4 ± 687,3	2983,4 ± 617,8	1859,3 ± 560,3	< 0,001
<b>Proteini (g)</b>	87,7 ± 38,2	146,6 ± 32,4	78,2 ± 29,7	< 0,001
<b>Proteini (% kcal)</b>	17,5 ± 4,9	20,4 ± 6,1	17,0 ± 4,5	0,054
<b>Masti (g)</b>	85,9 ± 40,0	122,3 ± 46,4	80,0 ± 35,8	< 0,001
<b>Masti (% kcal)</b>	38,2 ± 10,2	36,4 ± 9,5	38,4 ± 10,3	0,464
<b>SFA (g)</b>	27,2 ± 15,1	42,6 ± 22,1	24,7 ± 12,0	0,008
<b>SFA (% kcal)</b>	12,0 ± 4,6	12,4 ± 4,8	12,0 ± 4,5	0,723
<b>MUFA (g)</b>	27,5 ± 16,6	42,1 ± 21,4	25,1 ± 14,5	0,009
<b>PUFA (g)</b>	18,7 ± 16,0	23,4 ± 10,8	18,0 ± 16,6	0,110
<b>Kolesterol (mg)</b>	335,0 ± 416,0	514,6 ± 449,8	306,1 ± 405,5	0,071
<b>Ugljikohidrati (g)</b>	224,8 ± 86,2	306,3 ± 93,9	211,6 ± 77,7	< 0,001
<b>Ugljikohidrati (% kcal)</b>	45,1 ± 10,5	40,9 ± 8,5	45,7 ± 10,7	0,096
<b>Vlakna (g)</b>	21,5 ± 14,9	22,7 ± 7,9	21,3 ± 15,8	0,595

SFA = zasićene masne kiseline; MUFA = jednostruko nezasićene masne kiseline; PUFA = višestruko nezasićene masne kiseline

Prema preporukama EFSA-e dnevni unos ugljikohidrata bi trebao biti između 45 % i 60 % od ukupnog dnevnog energetskeg unosa (EFSA, 2017), što se kod muških ispitanika pokazalo nezadovoljenim, s prosječnim dnevnim unosom od  $40,9 \pm 8,5$  %, a kod ženskih ispitanica zadovoljenim na donjoj granici, s dnevnim prosječnim unosom ugljikohidrata  $45,7 \pm 10,7$  % od ukupnog energetskeg unosa. Energetski udio ugljikohidrata u ukupnom dnevnom unosu energije nije se statistički značajno razlikovao s obzirom na spol (tablica 4).

Dnevni unos vlakana trebao bi iznositi minimalno 25 grama, kako bi se postigao preventivan učinak na razvoj koronarnih bolesti srca, dijabetesa tipa 2 te održavanje adekvatne tjelesne mase (EFSA, 2017). U istraživanju iz 2017. godine provedenom s nizozemskim studentima, ispitanici prosječne dobi  $20,8 \pm 2,6$  godina, s prosječnim indeksom tjelesne mase muških ispitanika  $22,2 \pm 2,3$  kg m<sup>-2</sup>, odnosno ženskih ispitanika  $21,6 \pm 2,3$  kg m<sup>-2</sup>, pokazali su prosječan dnevni unos vlakana  $15,5 \pm 6,5$  grama, a unosu su najviše doprinijele žitarice i proizvodi od žitarica te voće (Fernstrand i sur., 2017). Prosječan dnevni unos vlakana ispitanika ovog istraživanja je značajno veći i iznosi  $21,5 \pm 14,9$  grama, ali je još uvijek ispod dnevne preporučene vrijednosti.

Podaci dobiveni dijetetičkom metodom 24-h prisjećanje pokazuju kako je prosječan dnevni unos proteina u europskim zemljama 67-114 g za muškarce, odnosno 59-102 g za žene što iznosi 12-20% ukupnog dnevnog energetskeg unosa za oba spola (EFSA, 2017). Istraživanje provedeno sa studentima Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta pokazuje kako ispitanice imaju prosječan dnevni unos proteina u skladu s unosom utvrđenim u europskim zemljama, dok se ispitanici nalaze iznad europskog prosjeka s prosječnim dnevnim unosom  $146,6 \pm 32,4$  g. U tablici 4 vidljivo je kako muškarci imaju gotovo dvostruko veći prosječan dnevni unos proteina u odnosu na žene.

Preporučeni dnevni unos ukupnih masti iznosi od 20 % do 35 % ukupnog dnevnog energetskeg unosa (EFSA, 2017). Nije utvrđena statistički značajna razlika u dnevnom energetskeg udjelu masti između muškaraca i žena, muški ispitanici su imali prosječan unos masti  $36,4 \pm 9,5$  %, dok je kod žena ta vrijednost veća i iznosi  $38,4 \pm 10,3$  % od ukupnog dnevnog energetskeg unosa. Prosječan dnevni unos masti kod ispitanika u ovom istraživanju premašuje dnevne preporuke koje je postavila EFSA. Za unos zasićenih, jednostruko nezasićenih i višestruko nezasićenih masnih kiselina preporuke za dnevni unos nisu postavljene, osim za unos linolne kiseline (4 % od ukupnog dnevnog energetskeg unosa) i alfa – linolenske kiseline (0,5 % od ukupnog dnevnog energetskeg unosa) (EFSA, 2017), no u

programu "Prehrana" nema podataka o sadržaju tih masnih kiselina u namirnicama, stoga nije bilo moguće odrediti njihov unos.

Kolesterol se sintetizira u organizmu, stoga nije esencijalan u prehrani. Iako postoji pozitivna korelacija između prehrambenog kolesterola i koncentracija serumskog LDL kolesterola, ipak najveći učinak na razine LDL kolesterola ima unos zasićenih masnih kiselina (SFA) te se iz tog razloga preporuča da unos SFA bude što je manji moguć, a za unos kolesterola nema postojećih preporuka (EFSA, 2017). Prosječan dnevni unos zasićenih masnih kiselina u studentske populacije u ovom istraživanju je iznosio  $27,2 \pm 15,1$  g, što je  $12,0 \pm 4,6$  % dnevnog energetskeg unosa.

Ukupni dnevni unos vode uključuje vodu za piće, pića bilo koje vrste te vodu prisutnu u hrani. Adekvatan ukupni dnevni unos vode za žene iznosi 2,0 L, dok je preporuka za muškarce 2,5 L (EFSA, 2017). Žene s prosječnim dnevnim unosom vode  $2167,9 \pm 830,7$  g i muškarci s prosječnim dnevnim unosom vode  $3135,7 \pm 1497,7$  g zadovoljavaju dane preporuke.

**Tablica 5.** Prosječan dnevni unos mikronutrijenata s obzirom na spol ( $\bar{x} \pm SD$ )

<b>Parametri</b>	<b>ukupno n = 108</b>	<b>muškarci n = 15</b>	<b>žene n = 93</b>	<b>p- vrijednost</b>
<b>Natrij (mg)</b>	1981,0 ± 1236,6	2657,6 ± 1306,4	1871,9 ± 1196,7	0,022
<b>Natrij (% preporuke)</b>	99,1 ± 61,8	132,9 ± 65,3	93,6 ± 59,8	0,022
<b>Kalij (mg)</b>	3032,1 ± 1561,5	3850,9 ± 941,2	2900,1 ± 1604,4	0,003
<b>Kalij (% preporuke)</b>	86,6 ± 44,6	110,0 ± 26,9	82,9 ± 45,8	0,003
<b>Kalcij (mg)</b>	832,6 ± 388,3	1076,1 ± 602,3	793,3 ± 330,0	0,096
<b>Kalcij (% preporuke)</b>	83,3 ± 38,8	107,6 ± 60,2	79,3 ± 33,0	0,096
<b>Magnezij (mg)</b>	239,3 ± 135,6	278,2 ± 89,9	233,0 ± 141,0	0,112
<b>Magnezij (% preporuke)</b>	77,9 ± 44,6	79,5 ± 25,7	77,7 ± 47,0	0,828
<b>Fosfor (mg)</b>	1241,1 ± 573,2	1897,9 ± 503,4	1135,1 ± 511,7	< 0,001
<b>Fosfor (% preporuke)</b>	225,6 ± 104,2	345,1 ± 91,5	206,4 ± 93,0	< 0,001
<b>Željezo (mg)</b>	12,4 ± 7,7	16,8 ± 7,0	11,7 ± 7,6	0,006

<b>Željezo (% preporuke)</b>	84,0 ± 56,9	152,5 ± 63,6	73,0 ± 47,6	< 0,001
<b>Cink (mg)</b>	4,4 ± 3,0	6,6 ± 3,8	4,0 ± 2,8	0,017
<b>Vitamin A (µg RE)</b>	687,1 ± 631,1	888,3 ± 696,0	654,6 ± 618,0	0,185
<b>Vitamin A (% preporuke)</b>	103,2 ± 94,5	118,4 ± 92,8	100,7 ± 95,1	0,503
<b>Vitamin B<sub>1</sub> (mg)</b>	1,2 ± 0,7	1,6 ± 0,5	1,1 ± 0,7	0,001
<b>Vitamin B<sub>2</sub> (mg)</b>	1,3 ± 0,6	1,9 ± 0,8	1,2 ± 0,5	0,003
<b>Vitamin B<sub>2</sub> (% preporuke)</b>	99,4 ± 48,6	147,8 ± 60,2	91,6 ± 41,9	0,003
<b>Vitamin B<sub>3</sub> (mg)</b>	19,2 ± 12,2	32,8 ± 13,8	17,0 ± 10,5	< 0,001
<b>Vitamin B<sub>6</sub> (mg)</b>	1,5 ± 0,7	2,3 ± 0,8	1,3 ± 0,6	< 0,001
<b>Vitamin B<sub>6</sub> (% preporuke)</b>	109,9 ± 52,0	154,5 ± 53,6	102,7 ± 48,3	< 0,001
<b>Vitamin C (mg)</b>	123,3 ± 92,7	163,5 ± 109,9	116,9 ± 88,6	0,071
<b>Vitamin C (% preporuke)</b>	151,0 ± 112,5	181,6 ± 122,2	146,1 ± 110,7	0,258

Preporuku za dnevni unos natrija definirala je Svjetska zdravstvena organizacija (eng. *World Health Organisation*, WHO) te ona iznosi < 2 g natrija, odnosno 5 g soli za odrasle osobe (WHO, 2012). U tablici 5 vidljivo je kako su ispitanici s prosječnim dnevnim unosom natrija  $1981,0 \pm 1236,6$  mg zadovoljili navedenu preporuku.

Europski prosječni dnevni unos kalija iznosi između 2463 mg i 3991 mg, a preporučeni dnevni unos iznosi 3500 mg (EFSA, 2017). Prosječan unos ispitanika u ovom istraživanju je unutar okvira europskog prosjeka, no ako podijelimo ispitanike po spolu, uočljivo je kako žene nisu dostignule preporučeni dnevni unos kalija, dok muškarci jesu (tablica 5).

Ukoliko prehrambeni unos kalcija nije dovoljan za fiziološke potrebe organizma, kalcij se resorbira iz kostiju kako bi se serumske koncentracije održale u rasponu potrebnom za normalne stanične funkcije. Preporuke za dnevni unos razlikuju se ovisno o dobi. Za osobe dobi između 18 i 24 godine, koje još uvijek akumuliraju kalcij u kosti, preporuka je unijeti 1000 mg kalcija (EFSA, 2017). U istraživanju iz 2013. godine, za ispitanike dobi 18-30 godina, koji žive na području Hrvatske, dobivene su vrijednosti za prosječan dnevni unos kalcija kod muškaraca  $1711 \pm 965$  mg, a za žene on iznosi  $1444 \pm 740$  mg; unos kalcija je

procijenjen upitnikom o učestalosti konzumiranja hrane i pića (eng. *food frequency questionnaire*, FFQ) (Novaković i sur., 2013). Rezultati ovog istraživanja pokazali su kako žene nisu unijele dovoljne količine kalcija na dnevnoj razini, dok su kod muškaraca preporuke zadovoljene (tablica 5), ali niže nego li su utvrđene u istraživanju iz 2013. godine.

Magnezij igra važnu ulogu u funkcioniranju mišića i njihovom metabolizmu, primjerice sudjeluje u sintezi proteina i sintezi energetske molekule ATP, a također je odgovoran za opuštanje mišića (De Baaij i sur., 2015; Lukaski, 2000). Preporuka EFSA-e za dnevni unos magnezija kod žena iznosi 300 mg, a kod muškaraca 350 mg, što ispitanici s prosječnim dnevnim unosom od  $239,3 \pm 135,6$  mg nisu zadovoljili.

Homeostaza fosfora je direktno povezana s homeostazom kalcija. Adekvatni molarni omjer kalcija i fosfora iznosi 1,4:1 do 1,9:1 te je iz donje granične vrijednosti dobivena preporuka za dnevni unos fosfora 550 mg za odrasle osobe (EFSA, 2017). Ispitanici u ovom istraživanju su imali prosječan dnevni unos fosfora dvostruko veći od preporuka (tablica 5). Unos fosfora, zajedno s unosom magnezija, kalcija i seleno povezuje se s pojavom sarkopenije. Novija saznanja ukazuju kako su magnezij, selen i kalcij mineralne tvari s potencijalnim preventivnim i/ili terapijskim učinkom na sarkopeniju (Van Dronkelaar i sur., 2017).

Apsorpcija željeza iz hrane vrlo je niska, te je ta stavka uključena u preporučeni dnevni unos koji se razlikuje za oba spola. Preporuka za žene je dnevni unos željeza od 16 mg, a muškarcima se preporuča unijeti 11 mg dnevno (EFSA, 2017). U prosjeku, žene nemaju adekvatan unos željeza, s prosječnim unosom od  $11,7 \pm 7,6$  mg, dok se kod muškaraca pokazao zadovoljavajući unos ( $16,8 \pm 7,0$  mg). Istraživanje provedeno s ispitanicima slične dobi u Hrvatskoj pokazalo je kako muškarci u prosjeku dnevno unose  $22 \pm 10$  mg željeza, a žene  $16 \pm 2$  mg (Novaković i sur., 2013).

Apsorpciju cinka ometa unos fitata te je zbog toga za adekvatan unos cinka predložen raspon vrijednosti, a ne samostalna vrijednost, proporcionalno unesenoj količini fitata. Za žene je preporuka na dnevnoj razini 6,2-10,2 mg, dok je za muškarce 7,5-12,7 mg (EFSA, 2017). Ispitanici su pokazali neadekvatan unos cinka.

Moguće je da željezo i cink imaju važnu ulogu u prevenciji i liječenju sarkopenije jer se povezuju s oksidativnim stresom (Prasad, 2014; Galaris i Pantopoulos, 2008). Oksidativni stres, odnosno kisikove reaktivne vrste, mogu uzrokovati degeneraciju mišića i redukciju u mišićnoj snazi (Rando, 2002; Baumann i sur., 2016).

Vitamin A je vitamin prisutan u prehrani; u namirnicama životinjskog porijekla u nekoj od formi vitamina A (retinol, retinil ester, retinoična kiselina), a u biljnoj hrani u obliku provitamina A, prekursora retinola (karotenoidi). Biološka vrijednost tvari s aktivnošću vitamina A izražava se kao retinol ekvivalent (RE). Za žene preporučeni dnevni unos iznosi 650  $\mu\text{g}$  RE, a za muškarce 750  $\mu\text{g}$  RE (EFSA, 2017), a pokazalo se da ispitanici imaju adekvatan unos, s prosječnim dnevnim vrijednostima  $687,1 \pm 631,1$   $\mu\text{g}$  RE.

Preporuka za adekvatan unos vitamina B<sub>1</sub> za odrasle osobe iznosi 0,1 mg MJ<sup>-1</sup>, odnosno 0,4 mg vitamina B<sub>1</sub> po 1000 kcal energetskog unosa (EFSA, 2017). S prosječnim energetskim unosom ispitanika  $2015,4 \pm 687,3$  kcal, i prosječnim unosom B<sub>1</sub>  $1,2 \pm 0,7$  mg, potrebe na dnevnoj razini su zadovoljene.

Preporuka je da se na dnevnoj razini unese 1,3 mg vitamina B<sub>2</sub>, za oba spola. Za vitamin B<sub>6</sub> preporuke se razlikuju po spolu; 1,3 mg dnevno za žene te 1,5 mg dnevno za muškarce (EFSA, 2017). Iz tablice 5 vidljivo je da su ispitanici u prosjeku zadovoljili dnevne potrebe za oba vitamina.

Preporuka za dnevni unos niacina (vitamin B<sub>3</sub>) izražava se putem niacin ekvivalenta (NE) i iznosi 1,3 mg NE MJ<sup>-1</sup> (5,5 mg NE po 1000 kcal energetskog unosa). 1 mg niacin ekvivalenta jednak je 60 mg aminokiseline triptofan iz koje se sintetizira 1 mg niacina (EFSA, 2017). Usporedbom prosječnog dnevnog unosa niacina u ispitanika koji iznosi  $19,2 \pm 12,2$  mg te prosječnog dnevnog energetskog unosa od  $2015,4 \pm 687,3$  kcal vidljivo je kako su ispitanici zadovoljili unos niacina na dnevnoj razini.

Preporuke da se zadovolje prosječne potrebe na vitaminu C iznose 80 mg za žene te 90 mg za muškarce (EFSA, 2017), što su ispitanici zadovoljili s prosječnim dnevnim unosom  $123,3 \pm 92,7$  mg. Usporede li se ti rezultati s rezultatima iz istraživanja Novaković i sur. gdje su muškarci pokazali prosječan dnevni unos  $89 \pm 70$  mg, a žene  $83 \pm 70$  mg vitamina C, vidljivo je kako su ispitanici iz ovoga istraživanja imali veći prosječan dnevni unos vitamina C (Novaković i sur., 2013).

#### 4.4. Korelacije između komponenti sastava tijela, kroničnog stresa i dijetetičkih parametara

**Tablica 6.** Spearmanovi koeficijenti korelacije između antropometrijskih parametara, bazalnog metabolizma i komponenti sastava tijela

Parametri	TM (kg)	ITM (kg m <sup>-2</sup> )	SBM (kcal dan <sup>-1</sup> )
NT (%)	<b>-0,68*</b>	<b>-0,84*</b>	<b>-0,27*</b>
MT (%)	<b>0,68*</b>	<b>0,83*</b>	<b>0,28*</b>
IMAT (%)	<b>0,83*</b>	<b>0,91*</b>	<b>0,47*</b>
S-vrijednost	<b>0,77*</b>	<b>0,88*</b>	<b>0,62*</b>
SM (kg)	<b>0,91*</b>	<b>0,75*</b>	<b>0,92*</b>
SM (%)	<b>0,22*</b>	0,10	<b>0,51*</b>
BMD (g cm <sup>-3</sup> )	<b>-0,66*</b>	<b>-0,81*</b>	<b>-0,29*</b>

\* statistički značajno na razini  $p < 0,05$

NT = nemasno tkivo; MT = masno tkivo; IMAT = intramuskularno adipozno tkivo; SM = skeletni mišići; BMD = mineralna gustoća kosti

Iz tablice 6 vidljiva je negativna korelacija tjelesne mase, indeksa tjelesne mase i stope bazalnog metabolizma s udjelom nemasnog tkiva, odnosno što je veća tjelesna masa, ITM ili SBM manji je udio nemasnog tkiva, a veći je udio masnog tkiva, što je vidljivo iz pozitivne korelacije udjela masnog tkiva s navedenim varijablama. Udio intramuskularnog masnog tkiva također statistički značajno pozitivno korelira s tjelesnom masom, ITM-om i SBM-om.

Mišićno tkivo, odnosno masa i udio skeletnih mišića u pozitivnoj su korelaciji s tjelesnom masom, indeksom tjelesne mase i stopom bazalnog metabolizma, dok je mineralna gustoća kosti s istim varijablama u negativnoj korelaciji.



**Tablica 7.** Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenti sastava tijela

<b>Parametri</b>	<b>NT (%)</b>	<b>MT (%)</b>	<b>IMAT (%)</b>	<b>S-vrijednost</b>	<b>SM (kg)</b>	<b>SM (%)</b>	<b>BMD (g cm<sup>-3</sup>)</b>
<b>NT (%)</b>	/	<b>-1,00*</b>	<b>-0,93*</b>	<b>-0,52*</b>	<b>-0,41*</b>	<b>0,35*</b>	<b>0,96*</b>
<b>MT (%)</b>	<b>-1,00*</b>	/	<b>0,93*</b>	<b>0,52*</b>	<b>0,42*</b>	<b>-0,35*</b>	<b>-0,96*</b>
<b>IMAT (%)</b>	<b>-0,93*</b>	<b>0,93*</b>	/	<b>0,64*</b>	<b>0,61*</b>	-0,15	<b>-0,90*</b>
<b>S-vrijednost</b>	<b>-0,52*</b>	<b>0,52*</b>	<b>0,64*</b>	/	<b>0,86*</b>	<b>0,48*</b>	<b>-0,52*</b>
<b>SM (kg)</b>	<b>-0,41*</b>	<b>0,42*</b>	<b>0,61*</b>	<b>0,86*</b>	/	<b>0,57*</b>	<b>-0,42*</b>
<b>SM (%)</b>	<b>0,35*</b>	<b>-0,35*</b>	-0,15	<b>0,48*</b>	<b>0,57*</b>	/	<b>0,32*</b>
<b>BMD (g cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>0,96*</b>	<b>-0,96*</b>	<b>-0,90*</b>	<b>-0,52*</b>	<b>-0,42*</b>	<b>0,32*</b>	/

\* statistički značajno na razini  $p < 0,05$

NT = nemasno tkivo; MT = masno tkivo; IMAT = intramuskularno adipozno tkivo; SM = skeletni mišići; BMD = mineralna gustoća kosti

Udjel skeletnih mišića statistički značajno pozitivno korelira s udjelom nemasnog tkiva ( $r=0,35$ ) (tablica 7). Dakle, povećanje udjela skeletnih mišića doprinosi povećanju udjela nemasnog tkiva u organizmu. U tablici 7 je također prikazano da udjel nemasnog tkiva pozitivno korelira i s mineralnom gustoćom kostiju ( $r=0,96$ ). Također, i udio skeletnih mišića je u pozitivnoj korelaciji s BMD-om, dok su udio masnog tkiva, udio IMAT-a, S-vrijednost te masa skeletnih mišića u negativnoj korelaciji s mineralnom gustoćom kostiju. Pozitivna korelacija udjela skeletnih mišića (masa mišića u odnosu na tjelesnu masu) i mineralne gustoće kosti upućuje na zaključak o protektivnom učinku mišićne mase na koštano tkivo.

U tablici 7 vidljivo je i da se s većim udjelom masnog tkiva u organizmu smanjuje udio skeletnih mišića ( $r=-0,35$ ), a povećava udio intramuskularnog masnog tkiva ( $r=0,93$ ).

Također je utvrđena negativna korelacija između udjela IMAT-a i nemasnog tkiva, odnosno što je veći udio nemasnog tkiva, manji je udio masnog tkiva unutar mišića. Shodno tome, veći udio masnog tkiva u organizmu rezultira i većim udjelom intramuskularnog masnog tkiva. Iz pozitivne korelacije s tjelesnom masom, indeksom tjelesne mase i udjelom masnog tkiva može se zaključiti kako je udio IMAT-a veći u tijelu ako je povećana tjelesna masa popraćena s većim udjelom masnog tkiva.

Dobiveni rezultati za pozitivnu korelaciju između indeksa tjelesne mase i udjela intramuskularnog adipoznog tkiva te mase skeletnih mišića istovjetni su onima iz istraživanja Stefanaki i sur. (2016), koji su svoju studiju proveli s ispitanicima iste dobne skupine.

Pozitivna korelacija između udjela IMAT-a i masnog tkiva sugerira postojanje suboptimalnog funkcioniranja skeletnih mišića, koje je naglašenije kod osoba s većom prekomjernom tjelesnom masom. Također, samim time je i povećano izlučivanje proupalnih adipokina što se povezuje s postojanjem kronične upale (Peppia i sur., 2017).

**Tablica 8.** Spearmanovi koeficijenti korelacije između HPA indeksa, antropometrijskih parametara i komponenata sastava tijela

<b>Parametri</b>	<b>HPA indeks (PA°)</b>
<b>TM (kg)</b>	<b>0,27*</b>
<b>ITM (kg m<sup>-2</sup>)</b>	<b>0,33*</b>
<b>NT (%)</b>	0,01
<b>MT (%)</b>	-0,01
<b>IMAT (%)</b>	0,16
<b>BMD (g cm<sup>-3</sup>)</b>	0,00
<b>S-vrijednost</b>	<b>0,55*</b>
<b>SM (kg)</b>	<b>0,49*</b>
<b>SM (%)</b>	<b>0,68*</b>

\* statistički značajno na razini  $p < 0,05$

TM = tjelesna masa; ITM = indeks tjelesne mase; NT = nemasno tkivo; MT = masno tkivo; IMAT = intramuskularno adipozno tkivo; BMD = mineralna gustoća kosti; SM = skeletni mišići

Pokazatelj prisutnosti kroničnog stresa, HPA indeks, statistički značajno je pozitivno korelirao s tjelesnom masom ( $r=0,27$ ), s ITM ( $r=0,33$ ), s udjelom mišićnog tkiva ( $r=0,68$ ), s masom mišićnog tkiva ( $r=0,49$ ) te sa S-vrijednosti ( $r=0,55$ ), što dovodi do zaključka kako su više vrijednosti HPA indeksa povezane s većom tjelesnom masom, ukoliko je ona popraćena s većim udjelom mišićnog tkiva (tablica 8).

**Tablica 9.** Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenata sastava tijela, HPA indeksa i dijetetičkih parametara

<b>Parametri</b>	<b>NT (%)</b>	<b>MT (%)</b>	<b>IMAT (%)</b>	<b>S-vrijednost</b>	<b>SM (kg)</b>	<b>SM (%)</b>	<b>HPA indeks (PA °)</b>
<b>Voda (g)</b>	-0,09	0,09	0,14	<b>0,31*</b>	<b>0,24*</b>	0,19	0,19
<b>Energija (kcal)</b>	0,13	-0,12	0,05	0,15	<b>0,26*</b>	<b>0,28*</b>	<b>0,28*</b>
<b>Proteini (g)</b>	0,07	-0,06	0,11	0,17	<b>0,28*</b>	<b>0,27*</b>	<b>0,30*</b>
<b>Masti (g)</b>	0,07	-0,06	0,07	0,07	0,14	0,12	<b>0,26*</b>
<b>SFA (g)</b>	0,18	-0,17	-0,04	0,02	0,13	0,15	0,17
<b>MUFA (g)</b>	0,06	-0,05	0,07	0,08	0,17	0,18	<b>0,26*</b>
<b>PUFA (g)</b>	0,04	-0,03	0,05	0,10	0,09	0,10	<b>0,24*</b>
<b>Kolesterol (mg)</b>	0,04	-0,04	0,04	0,11	0,17	<b>0,21*</b>	<b>0,22*</b>
<b>Ugljikohidrati (g)</b>	0,18	-0,17	-0,06	0,08	0,17	<b>0,23*</b>	0,11
<b>Vlakna (g)</b>	0,04	-0,03	0,02	0,01	0,10	0,11	0,11

\* statistički značajno na razini  $p < 0,05$

SFA = zasićene masne kiseline; MUFA = jednostruko nezasićene masne kiseline; PUFA = višestruko nezasićene masne kiseline; NT = nemasno tkivo; MT = masno tkivo; IMAT = intramuskularno adipozno tkivo; SM = skeletni mišići

Unos proteina je u pozitivnoj korelaciji s mišićnom masom i udjelom mišićnog tkiva (tablica 9) te se iz toga može zaključiti kako žene zbog manjeg unosa proteina, u odnosu na muškarce, imaju manju mišićnu masu. U studijama Scott i sur. i Chaput i sur. se također pokazala povezanost između adekvatnog unosa proteina i veće mišićne mase (Scott i sur., 2010; Chaput i sur., 2007).

Također se veći unos proteina povezuje s većim vrijednostima HPA indeksa ( $r=0,30$ ) (tablica 9). Iz dobivenih vrijednosti u tablicama 8 i 9 može se zaključiti kako su veće vrijednosti HPA indeksa povezane s većim vrijednostima parametara povezanih s mišićnom masom, odnosno kod ispitanika s adekvatnim unosom proteina i s većom mišićnom masom niže su razine kroničnog stresa.

Nadalje, utvrđena je i pozitivna korelacija između HPA indeksa i unosa višestruko nezasićenih masnih kiselina ( $r=0,24$ ) (tablica 9), podupirući tako tezu o antiupalnim učincima višestruko nezasićenih masnih kiselina u organizmu (Ilich i sur., 2014b).

**Tablica 10.** Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenata sastava tijela, HPA indeksa i unosa mineralnih tvari

Parametri	NT (%)	MT (%)	IMAT (%)	S-vrijednost	SM (kg)	SM (%)	HPA indeks (PA°)
<b>Natrij (mg)</b>	0,14	-0,13	-0,06	-0,01	0,03	0,13	0,17
<b>Kalij (mg)</b>	-0,02	0,02	0,14	0,10	0,15	0,12	0,18
<b>Kalcij (mg)</b>	0,01	-0,01	0,03	0,10	0,10	0,19	0,18
<b>Magnezij (mg)</b>	0,03	-0,03	0,03	0,06	0,14	0,17	0,10
<b>Fosfor (mg)</b>	0,11	-0,10	0,04	0,13	<b>0,23*</b>	<b>0,31*</b>	<b>0,27*</b>
<b>Željezo (mg)</b>	0,02	-0,02	0,08	0,10	0,14	0,19	<b>0,20*</b>
<b>Cink (mg)</b>	0,04	-0,04	0,05	0,03	0,11	0,17	0,11

\* statistički značajno na razini  $p < 0,05$

NT = nemasno tkivo; MT = masno tkivo; IMAT = intramuskularno adipozno tkivo; SM = skeletni mišići

U tablici 10 su prikazani koeficijenti korelacije između komponenti sastava tijela i unosa mineralnih tvari. Utvrđena je pozitivna korelacija između unosa fosfora i udjela i mase skeletnih mišića. U studiji provedenoj sa starijom populacijom u Ujedinjenom Kraljevstvu uočeno je kako osobe sa sarkopenijom imaju niži prehrambeni unos fosfora uz niži prehrambeni unos drugih mikronutrijenata (magnezij, vitamin D, vitamin B<sub>12</sub>, selen) te proteina (Verlaan i sur., 2017). U meta-analizi iz 2017. godine, koja je obuhvatila i studiju Verlaan i sur. smanjen unos fosfora se povezuje s prevalencijom sarkopenije (Van Dronkelaar i sur., 2017).

Također, u ovom istraživanju se pokazalo da unos fosfora i željeza pozitivno korelira s vrijednostima HPA indeksa (tablica 10). U studiji iz 2010. godine se unos željeza povezuje s mišićnom masom sugerirajući da se adekvatnim unosom mineralnih tvari može usporiti

progresija sarkopenije (Scott i sur., 2010). Trenutno je uloga željeza kod prevencije sarkopenije još uvijek nepoznata (Van Dronkelaar i sur., 2017).

Za udio nemasnog i masnog tkivo, kao i za udio intramuskularnog masnog tkiva te S-vrijednost nije utvrđena statistički značajna korelacija s unosom mineralnih tvari.

**Tablica 11.** Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenata sastava tijela, HPA indeksa i unosa vitamina

<b>Parametri</b>	<b>NT (%)</b>	<b>MT (%)</b>	<b>IMAT (%)</b>	<b>S-vrijednost</b>	<b>SM (kg)</b>	<b>SM (%)</b>	<b>HPA indeks (PA°)</b>
<b>Vitamin A (µg RE)</b>	0,05	-0,05	0,01	-0,04	0,00	0,06	0,06
<b>Vitamin B<sub>1</sub> (mg)</b>	0,13	-0,13	0,00	0,02	0,06	0,18	<b>0,20*</b>
<b>Vitamin B<sub>2</sub> (mg)</b>	0,05	-0,05	0,06	0,14	0,17	<b>0,26*</b>	<b>0,25*</b>
<b>Vitamin B<sub>3</sub> (mg)</b>	0,02	-0,01	0,12	0,13	<b>0,22*</b>	0,18	<b>0,20*</b>
<b>Vitamin B<sub>6</sub> (mg)</b>	0,05	-0,04	0,08	0,10	0,18	0,16	<b>0,21*</b>
<b>Vitamin C (mg)</b>	0,10	-0,11	-0,02	-0,06	-0,03	0,02	0,02

\* statistički značajno na razini  $p < 0,05$

NT = nemasno tkivo; MT = masno tkivo; IMAT = intramuskularno adipozno tkivo; SM = skeletni mišići

U tablici 11 prikazana je pozitivna korelacija navedenih vitamina B skupine s HPA indeksom, odnosno veći unos vitamina B skupine utječe na veće vrijednosti HPA indeksa.

Udjel skeletnih mišića u pozitivnoj je korelaciji s unosom vitamina B<sub>2</sub>, a masa skeletnih mišića pozitivno korelira s vitaminom B<sub>3</sub>.

Vitamin A i vitamin C, kao poznati antioksidansi, nisu statistički značajno korelirali s komponentama sastava tijela i vrijednosti HPA indeksa (tablica 11).

Rezultati dobiveni mjerenjem komponenti sastava tijela metodom bioimpedancije, pomoću uređaja BIA-ACC, su pouzdani te postoji vrlo jaka povezanost između njih i rezultata dobivenih mjerenjem pomoću DEXA, odnosno „zlatnog standarda“ u mjerenju sastava tijela (Peppia i sur., 2017).

#### **4.5. Nedostaci istraživanja**

Ispitanici u ovom istraživanju su ispunili samo jedno 24-h prisjećanje te dobiveni rezultati za prosječan dnevni unos energije, makro- i mikronutrijenata nisu reprezentativni i ne daju pouzdanu informaciju o uobičajenoj prehrani ispitanika.

Nadalje, u istraživanju je sudjelovao mali broj muških ispitanika (n=15), što može davati nereprezentativne rezultate za mušku populaciju iste dobi.

Također, program „Prehrana“ u kojem su 24-h prisjećanja obrađena ima mogući nedostatak podataka za količinu određenih mikronutrijenata kod određenih namirnica, s obzirom na nedostupnost informacija o sastavu nekih prehrambenih proizvoda koji su upisani u program. To u konačnici utječe na nedostatne informacije o dnevnom unosu mikronutrijenata i može voditi ka zaključku o nedovoljnom unosu, koji ne mora biti realan.

## 5. ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih rezultata prikupljenih mjerenjem ispitanika metodom bioimpedancije s BIA-ACC uređajem te dijetetičkom metodom 24-h prisjećanje može se zaključiti sljedeće:

1. Utvrđeno je da su muškarci imali statistički značajno veći udjel i masu mišićnog tkiva te S-vrijednost s obzirom na žene ( $p < 0,001$ ) te se može zaključiti kako je ženski spol podložniji razvoju sarkopenije. Nije utvrđena statistički značajna razlika u udjelu masnog tkiva s obzirom na spol, ali su muškarci imali statistički značajno veći udio intramuskularnog masnog tkiva s obzirom na žene ( $p = 0,009$ ).
2. Prosječna mineralna gustoća kostiju kod ispitanika oba spola je adekvatna ( $1,042 \text{ g cm}^{-3}$ ) te ne upućuje na razvoj osteopenije/osteoporoze. Ispitanici s prosječnom dobi 22,1 godine će tek doseći maksimalnu koštanu masu, koja se doseže oko 30. godine života.
3. Žene imaju statistički značajno niže vrijednosti HPA indeksa s obzirom na muškarce ( $p < 0,001$ ), što ukazuje na to da u muškaraca prevladavaju ispitanici koji imaju cirkadijalan ritam lučenja kortizola s obzirom na žene, odnosno da je u muškaraca manje prisutan kroničan stresa, koji može doprinijeti razvoju sindroma osteosarkopenijske pretilosti.
4. Utvrđena je statistički značajna pozitivna korelacija između tjelesne mase, udjela i mase mišićnog tkiva te HPA indeksa, što znači da adekvatan udio mišićnog tkiva ima pozitivan učinak na održavanje cirkadijalnog ritma kortizola u tijelu.
5. Prehrambeni unos masti, jednostruko i višestruko nezasićenih masnih kiselina i proteina, kao i veći unos energije, pozitivno su korelirali s HPA indeksom. Udjel i masa mišićnog tkiva su statistički značajno pozitivno korelirali s unosom proteina i energije.
6. Muškarci su imali statistički značajno veći unos energije i makronutrijenata s obzirom na žene, međutim kada se unos makronutrijenata izrazi kao % ukupnog dnevnog unosa energije statistički značajna razlika s obzirom na spol nije utvrđena. U žena je utvrđen neadekvatan prosječan dnevni unos mikronutrijenata kalija, kalcija, magnezija, željeza i vitamina B<sub>2</sub>, dok je u muškaraca utvrđen neadekvatan prosječan dnevni unos magnezija.

7. Osteosarkopenijska pretilost je sindrom koji još uvijek u značajnoj mjeri zahvaća osobe starije dobi, tako da studentska populacija ima mogućnost pravilnom prehranom i adekvatnom razinom tjelesne aktivnosti odgoditi i/ili spriječiti pojavu sindroma osteosarkopenijske pretilosti.



## 6. LITERATURA

- Atkins, J.L., Whincup, P.H., Morris, R.W., Lennon, L.T., Papacosta, O., Wannamethee, S.G. (2014) Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men. *J. Am. Geriatr. Soc.* **62**, 253–60.
- Bastien, M., Poirier, P., Lemieux, I., Despres, J.P. (2014) Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.* **56**, 369–381.
- Batsis, J.A., Mackenzie, T.A., Barre, L.K., Lopez-Jimenez, F., Bartels, S.J. (2014) Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *Eur. J. Clin. Nutr.* **68**, 1001–1007.
- Baumann, C.W., Kwak, D., Liu, H.M., Thompson, L.V. (2016) Age-induced oxidative stress: How does it influence skeletal muscle quantity and quality? *J. Appl. Physiol.* **121**, 1047-1052.
- Baumgartner, R.N., Koehler, K.M., Gallagher, D., Romero, Heymsfield, L., Ross, S., Garry, R., Lindeman, P. (1998) Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am. J. Epidemiol.* **147**, 755-763.
- Bazzocchi, A., Filonzi, G., Ponti, F., Albisinni, U., Guglielmi, G., Battista, G. (2016) Ultrasound: which role in body composition? *Eur. J. Radiol. Open.* **85**, 1469–1480.
- BioTekna (2019) Biomedical Technologies, <<https://www.biotekna.com>>. Pristupljeno 2. kolovoza 2019.
- Businaro, R., Ippoliti, F., Ricci, S., Canitano, N., Fuso, A. (2012) Alzheimer’s disease promotion by obesity: induced mechanisms-molecular links and perspectives. *Curr. Gerontol. Geriatr. Res.* **2012**, 986823. doi: 10.1155/2012/986823
- Canitano, N., Paci, P., Ippoliti, F. (2013) Emerging role of the fat free mass preservation during weight loss therapy through a novel advanced bio-impedance device (BIA-ACC). *J. Obes. Weight Loss Ther.* **3**, 193. doi:10.4172/2165-7904.1000193
- Cao, J.J., Picklo, M.J. (2015) Involuntary wheel running improves but does not fully reverse the deterioration of bone structure of obese rats despite decreasing adiposity. *Calcif. Tissue Int.* **97**, 145–155.

- Capuron, L., Poitou, C., Machaux-Tholliez, D., Frochet, V., Bouillot, J.L., i sur. (2011) Relationship between adiposity, emotional status and eating behaviour in obese women: role of inflammation. *Psychol. Med.* **41**, 1517-1528.
- Chan S., Debono M. (2010) Replication of cortisol circadian rhythm: new advances in hydrocortisone replacement therapy. *Ther. Adv. Endocrinol. Metab.* **1**, 129-138.
- Chaput, J.P., Lord, C., Cloutier, M. i sur. (2007) Relationship between antioxidant intakes and class I sarcopenia in elderly men and women. *J. Nutr. Health. Aging* **11**, 363-369.
- Chrousos, G.P. (2000) The role of stress and the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the pathogenesis of the metabolic syndrome: neuro-endocrine and target tissue-related causes. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* **24** (Suppl 2), S50–S55.
- Cruz-Jentoft, A.J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M.J., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F., Michel, J., Rolland, Y., Schneider, S., Topinková, E., Vandewoude, M., Zamboni, M. (2010) Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* **39**, 412–423.
- De Baaij, J.H., Hoenderop, J.G., Bindels, R.J. (2015) Magnesium in man: Implications for health and disease. *Physiol. Rev.* **95**, 1-46.
- Debono, M., Ghobadi, C., Rostami-Hodjegan, A., Huatan, H., Campbell, M.J., Newell-Price, J. i sur. (2009) Modified-release hydrocortisone to provide circadian cortisol profiles. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **94**, 1548-1554.
- Deck, N., Wens, I., Nuyts, A.H., et al. (2016) 12 weeks of combined endurance and resistance training reduces innate markers of inflammation in a randomized controlled clinical trial in patients with multiple sclerosis. *Mediators Inflamm.* **2016**, Article ID: 6789276. doi: 10.1155/2016/6789276
- Despres, J.P. (2012) Abdominal obesity and cardiovascular disease: is inflammation the missing link? *Can. J. Cardiol.* **28**, 642-652.
- Dodds, R.A., Merry, K., Littlewood, A., Gowen, M. (1994) Expression of mRNA for IL1 beta, IL6 and TGF beta 1 in developing human bone and cartilage. *J. Histochem. Cytochem.* **42**, 733–744.

Douchi, T., Yamamoto, S., Oki, T. i sur. (2000) Difference in the effect of adiposity on bone density between pre- and postmenopausal women. *Maturitas* **34**, 261–266.

EFSA - European Food Safety Authority (2017) Dietary reference values for nutrients: Summary report. *EFSA supporting publication* 2017:e15121, 1-92. doi:10.2903/sp.efsa.2017.e15121

Faggioni, R., Feingold, K.R., Grunfeld, C. (2001) Leptin regulation of the immuneresponse and the immunodeficiency of malnutrition. *FASEB J.* **15**, 2565–2571.

Fernstrand, A.M., Bury, D., Garssen, J., Verster, J.C. (2017) Dietary intake of fibers: differential effects in men and women on perceived general health and immune functioning. *Food Nutr. Res.* **61**, Article Number: 1297053. doi: 10.1080/16546628.2017.1297053

Galaris, D., Pantopoulos, K. (2008) Oxidative stress and iron homeostasis: Mechanistic and health aspects. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* **45**, 1-23.

Heber, D. (2010) An integrative view of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* **91**, 280S-283S.

Hubbard, R., O'Mahony, M., Calver, B., Woodhouse, K. (2008) Nutrition, inflammation, and leptin levels in aging and frailty. *JAGS* **56**, 279–284.

Huffman, D.M., Barzilai, N. (2009) Role of visceral adipose tissue in aging. *Biochim. Biophys. Acta.* **1790**, 1117-1123.

Ilich-Ernst, J., Brownbill, R.A., Ludemann, M.A., Fu, R. (2002) Critical factors for bone health in women across the age span: how important is muscle mass? *Medscape Womens Health* **7**, 2.

Ilich, J.Z., Inglis, J.E., Kelly, O.J., McGee, D.L. (2015) Osteosarcopenic obesity is associated with reduced handgrip strenght, walking abilities, and balance in postmenopausal women. *Osteoporos. Int.* **26**, 2587-2595.

Ilich, J.Z., Kelly, O.J., Inglis, J.E. (2016) Osteosarcopenic obesity syndrome: what is it and how can it be identified and diagnosed? *Curr. Gerontol. Geriatr. Res.* **2016**, 7325973. doi: 10.1155/2016/7325973.

- Ilich, J.Z., Kelly, O.J., Inglis, J.E., Panton, L.B., Duque, G., Ormsbee, M.J. (2014a) Interrelationship among muscle, fat and bone: Connecting the dots on cellular, hormonal and whole body levels. *Ageing Res. Rev.* **15**, 51-60.
- Ilich, J.Z., Kelly, O.J., Kim, Y., Spicer, M.T. (2014b) Low grade chronic inflammation perpetuated by modern diet as a promoter of obesity and osteoporosis. *Arh. Hig. Rada Toksikol.* **65**, 139-148.
- Inglis, J.E., Panton, L.B., Ormsbee, M.J., Kelly, O.J., Ilich, J.Z. (2013) Defining osteosarcopenic obesity and identifying its prevalence in women across the age span. *J. Bone Miner. Res.* **28**, Meeting Abstract: MO0007.
- Ippoliti, F., Canitano, N., Businaro, R. (2013) Stress and obesity as risk factors in cardiovascular diseases: a neuroimmune perspective. *J. Neuroimmune Pharmacol.* **8**, 212-226.
- Ippoliti, F., Boschiero, D. (2013) A simple non-invasive screening to prevent obesity through body composition analysis (Bia-Acc). *J. Obes. Wt. Loss Ther.* **3**, 169. doi:10.4172/2165-7904.1000169
- Jafari Nasabian, P., Inglis, J.E., Kelly, O.J., Ilich, J.Z. (2017) Osteosarcopenic obesity in women: impact, prevalence, and management challenges. *Int. J. Womens Health* **9**, 33-42.
- Kelly, O.J., Gilman, J.C., Kim, Y., Ilich, J.Z. (2013) Long-chain polyunsaturated fatty acids may mutually benefit both obesity and osteoporosis. *Nutr. Res.* **33**, 521–533.
- Kelly, O.J., Gilman, J.C., Kim, Y., Ilich, J.Z. (2016) Micronutrient intake in the etiology, prevention and treatment of osteosarcopenic obesity. *Curr. Aging Sci.* **9**, 260-278.
- Kelly, O.J., Gilman, J.C., Kim, Y., Ilich, J.Z. (2017) Macronutrient intake and distribution in the etiology, prevention and treatment of osteosarcopenic obesity. *Curr. Aging Sci.* **10**, 83-105.
- Kelly, O.J., Gilman, J.C. (2017) Can unconventional exercise be helpful in the treatment, management and prevention of osteosarcopenic obesity? *Curr. Aging Sci.* **10**, 106-121.
- Kęska, A., Lutosławska, G., Bertrandt, J., Sobczak, M. (2018) Relationship between bone mineral density and new indices of body composition in young, sedentary men and women. *Ann. Agric. Environ. Med.* **25**, 23-25.

- Kino, T., Chrousos, G.P. (2011) Circadian CLOCK-mediated regulation of target-tissue sensitivity to glucocorticoids: implications for cardiometabolic diseases. *Endocr. Dev.* **20**, 116–26.
- Krieger, D.T., Allen, W., Rizzo, F. and Krieger, H.P. (1971) Characterization of the normal temporal pattern of plasma corticosteroid levels. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **32**, 266-284.
- Krisher, T., Bar-Shavit, Z. (2014) Regulation of osteoclastogenesis by integrated signals from toll-like receptors. *J. Cell. Biochem.* **115**, 2146–2154.
- Kudielka, B.M., Kirschbaum, C. (2005) Sex differences in HPA axis responses to stress: a review. *Biol. Psychol.* **69**, 113-132.
- Kyle, U.G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A.D., Deurenberg, P., Elia, M., et al. (2004) Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin. Nutr.* **23**, 1226-1243.
- Kyrou, I., Tsigos, C. (2007) Stress mechanisms and metabolic complications. *Horm. Metab. Res.* **39**, 430–438.
- Lecke, S.B., Morsch, D.M., Spritzer, P.M. (2011) Leptin and adiponectin in the female life course. *Braz. J. Med. Biol. Res.* **44**, 381–387.
- Lee, N.K., Karsenty, G. (2008) Reciprocal regulation of bone and energy metabolism. *Trends Endocrinol. Metab.* **19**, 161-166.
- Lee, N.K., Sowa, H., Hinoi, E., Ferron, M., Ahn, J.D., Confavreux, C., Dacquin, R., Mee, P.J., McKee, M.D., Jung, D.Y., Zhang, Z., Kim, J.K., Mauvais-Jarvis, F., Ducy, P., Karsenty, G. (2007) Endocrine regulation of energy metabolism by the skeleton. *Cell* **130**, 456-469.
- Lemche, E., Chaban, O.S., Lemche, A.V. (2016) Neuroendocrine and epigenetic mechanisms subserving autonomic imbalance and HPA dysfunction in the metabolic syndrome. *Front. Neurosci.* **10**, 142. doi: 10.3389/fnins.2016.00142

- Lewiecki, E.M., Watts, N.B., McClung, M.R., Petak, S.M., Bachrach, L.K., Shepherd, J.A., Downs Jr., R.W. (2004) International Society for Clinical Densitometry. Official position of the International Society for Clinical Densitometry. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **89**, 3651–3655.
- Lukaski, H.C. (2000) Magnesium, zinc, and chromium nutrition and physical activity. *Am. J. Clin. Nutr.* **72**, 585s-593s.
- Marks, D.F. (2016) Dyshomeostasis, obesity, addiction and chronic stress. *Health Psychol. Open* **2016**, 1-20. doi: 10.1177/2055102916636907
- Matkovic, V., Jelic, T., Wardlaw, G.M., Ilich, J.Z., Goel, P.K., Wright, J.K., Andon, M.B., Smith, K.T., Heaney, R.P. (1994) Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference from a cross-sectional model. *J. Clin. Invest.* **93**, 799–808.
- Micciolo, R., Di Francesco, V., Fantin, F., Canal, L., Harris, T.B., i sur. (2010) Prevalence of overweight and obesity in Italy (2001-2008): is there a rising obesity epidemic? *Ann. Epidemiol.* **20**, 258-264.
- Michels, N., Sioen, I., Boone, L. i sur. (2015) Cross-lagged associations between children's stress and adiposity: the Children's Body Composition and Stress study. *Psychosom. Med.* **77**, 50–58.
- Morley, J.E. (2001) Anorexia, sarcopenia, and aging. *Nutrition.* **17**, 660-663.
- Morley, J.E., Anker, S.D., von Haehling, S. (2014) Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology-update. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* **5**, 253-259.
- Novaković, R., Cavelaars, A., Bekkering, G., Roman-Viñas, B., Ngo, J. i sur. (2013) Micronutrient intake and status in Central and Eastern Europe compared with other European countries, results from the EURRECA network. *Public Health Nutr.* **16**, 824-840.
- Oster, H., Damerow, S., Kiessling, S., Jakubcakova, V., Abraham, D., Tian, J. i sur. (2006) The circadian rhythm of glucocorticoids is regulated by a gating mechanism residing in the adrenal cortical clock. *Cell Metab.* **4**, 163-173.

- Paltoglou, G., Fatouros, I.G., Valsamakis, G. i sur. (2015) Antioxidation improves in puberty in normal weight and obese boys, in positive association with exercise-stimulated growth hormone secretion. *Pediatr. Res.* **78**, 158–164.
- Paltoglou, G., Schoina, M., Valsamakis, G. i sur. (2017) Interrelations among the adipocytokines leptin and adiponectin, oxidative stress and aseptic inflammation markers in pre- and early-pubertal normal-weight and obese boys. *Endocrine* **55**, 925–933.
- Pedersen, B.K. (2009) The diseasome of physical inactivity – and the role of myokines in muscle-fat cross talk. *J. Physiol.* **587** (Pt 23), 5559-5568.
- Pedersen, B.K. (2011a) Muscles and their myokines. *J. Exp. Biol.* **214** (Pt 1, Pt 2), 337–346.
- Pedersen, B.K. (2011b) Exercise-induced myokines and their role in chronic diseases. *Brain. Behav. Immun.* **25**, 811-816.
- Pedersen, B.K. (2013) Muscle as a secretory organ. *Compr. Physiol.* **3**, 1337–1362.
- Pedersen, B.K., Febbraio, M.A. (2012) Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat. Rev. Endocrinol.* **8**, 457–465.
- Peppas, M., Stefanaki, C., Papaefstathiou, A., Boschiero, D., Dimitriadis, G., Chrousos, G.P. (2017) Bioimpedance analysis vs. DEXA as a screening tool for osteosarcopenia in lean, overweight and obese Caucasian postmenopausal females. *Hormones* **16**, 181-193.
- Pischon, T., Boeing, H., Hoffmann, K., Bergmann, M., Schulze, M.B., Overvad, K. i sur. (2008) General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N. Engl. J. Med.* **359**, 2105–2120.
- Prasad, A.S. (2014) Zinc is an antioxidant and anti-inflammatory agent: Its role in human health. *Front. Nutr.* **1**, 14. doi: 10.3389/fnut.2014.00014
- Pratesi, A., Tarantini, F., Di Bari, M. (2013) Skeletal muscle: an endocrine organ. *Clin. Cases Miner. Bone Metab.* **10**, 11–14.
- Rando, T.A. (2002) Oxidative stress and the pathogenesis of muscular dystrophies. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* **81**, S175-S186.

- Romanello, V., Sandri, M. (2015) Mitochondrial quality control and muscle mass maintenance. *Front. Physiol.* **6**, 422. doi: 10.3389/fphys.2015.00422
- Rosen, C.J., Bouxsein, M.L. (2006) Mechanisms of disease: is osteoporosis the obesity of bone? *Nat. Clin. Pract. Rheumatol.* **2**, 35–43.
- Scott, D., Blizzard, L., Fell, J., i sur. (2010) Associations between dietary nutrient intake and muscle mass and strength in community-dwelling older adults: The Tasmanian Older Adult Cohort Study. *J. Am. Geriatr. Soc.* **58**, 2129-2134.
- Scott, D., Daly, R.M., Sanders, K.M., Ebeling, P.R. (2015) Fall and fracture risk in sarcopenia and dynapenia with and without obesity: the role of lifestyle interventions. *Curr. Osteoporos. Rep.* **13**, 235–244.
- Senta, A., Pucarín-Cvetković, J., Doko Jelinić, J. (2004) Kvantitativni modeli namirnica i obroka, Medicinska naklada, Zagreb.
- Siervo, M., Wells, J.C., Cizza, G. (2009) The contribution of psychosocial stress to the obesity epidemic: an evolutionary approach. *Horm. Metab. Res.* **41**, 261-270.
- Selthofer-Relatic, K., Divkovic, D., Radic, R., Vizjak, V., Selthofer, R., i sur. (2012) Overweight - early stage of “adipokines related cardiovascular diseases”: leptin and adiponectin relation to anthropometric parameters. *Med. Glas. (Zenica)* **9**, 198-203.
- Stefanaki, C., Peppas, M., Boschiero, D., Chrousos, G.P. (2016) Healthy overweight/obese youth: early osteosarcopenic obesity features. *Eur. J. Clin. Invest.* **46**, 767-778.
- Stefanaki, C., Pervanidou, P., Boschiero, D., Chrousos, G.P. (2018) Chronic stress and body composition disorders: implications for health and disease. *Hormones (Athens)* **17**, 33-43.
- Straub, R.H., Cutolo, M., Buttgerit, F., Pongratz, G. (2010) Energy regulation and neuroendocrine immune control in chronic inflammatory diseases. *J. Intern. Med.* **267**, 543-560.
- Straub, R.H. (2012) Evolutionary medicine and chronic inflammatory state - known and new concepts in pathophysiology. *J. Mol. Med. (Berl)* **90**, 523-534.



- Tsigos, C., Stefanaki, C., Lambrou, G.I., Boschiero, D., Chrousos, G.P. (2015) Stress and inflammatory biomarkers and symptoms are associated with bioimpedance measures. *Eur. J. Clin. Investig.* **45**, 126–134.
- Tsigos, C., Chrousos, G.P. (2002) Hypothalamic-pituitary-adrenal axis, neuroendocrine factors and stress. *J. Psychosom. Res.* **53**, 865–871.
- Ulrich-Lai, Y.M., Fulton, S., Wilson, M., Petrovich, G., Rinaman, L. (2015) Stress exposure, food intake and emotional state. *Stress* **18**, 381–399.
- Vachharajani, V., Granger, D.N. (2009) Adipose tissue: a motor for the inflammation associated with obesity. *IUBMB Life* **61**, 424-430.
- Van Dronkelaar, C., van Velzen, A., Abdelrazek, M., van der Steen, A., Weijts, P.J.M., Tieland, M. (2018) Minerals and sarcopenia: the role of calcium, iron, magnesium, phosphorus, potassium, selenium, sodium, and zinc on muscle mass, muscle strength, and physical performance in older adults: a systematic review. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **19**, 6-11.
- Verlaan, S., Aspray, T.J., Bauer, J.M., Cederholm, T., Hemsworth, J., Hill, T.R., McPhee, J.S., Piasecki, M., Seal, C., Sieber, C.C., ter Borg, S., Wijers, S.L., Brandt, K. (2017) Nutritional status, body composition, and quality of life in community-dwelling sarcopenic and non-sarcopenic older adults: A case-control study. *Clin. Nutr.* **36**, 267-274.
- Verney, J., Schwartz C., Amiche, S., Pereira, B., Thivel, D. (2015) Comparison of a multi-frequency bioelectrical impedance analysis to the dual-energy x-ray absorptiometry scan in healthy young adults depending on their activity level. *J. Hum. Kinet.* **47**, 73-80.
- Wajcenberg, B.L. (2000) Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr. Rev.* **21**, 697-738.
- Wang, J., Liu, R., Hawkins, M., Barzilai, N., Rossetti, L. (1998) A nutrient-sensing pathway regulates leptin gene expression in muscle and fat. *Nature* **393**, 684–688.
- Weitzman, E. D., Fukushima, D., Nogeire, C., Roffwarg, H., Gallagher, T. F., Hellman, L. (1971) Twenty-four hour pattern of the episodic secretion of cortisol in normal subjects. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **33**, 14-22.

World Health Organization (1994) Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. WHO Technical Report Series **843**, 1–129.

World Health Organization (2012) Guideline: Sodium Intake for Adults and Children. World Health Organization (WHO), Geneva.

Yoon, M.J., Lee, G.Y., Chung, J.J., Ahn, Y.H., Hong, S.H., Kim, J.B. (2006) Adiponectin increases fatty acid oxidation in skeletal muscle cells by sequential activation of AMP-activated protein kinase, p38 mitogen-activated protein kinase, and peroxisome proliferator-activated receptor alpha. *Diabetes* **55**, 2562–2570.

Zhao, L.J., Liu, Y.J., Liu, P.Y., Hamilton, J., Recker, R.R., Deng, H.W. (2007) Relationship of obesity with osteoporosis. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **92**, 1640–1646.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

*Kauzlarić Maja*

---

Maja Kauzlarić