

# Prehrambeni unos, kronično upalno stanje i udio masnog i mišićnog tkiva u studentica

---

Alić, Mirela

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:159:565547>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-07**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2020.

Mirela Alić  
1201/N

**PREHRAMBENI UNOS,  
KRONIČNO UPALNO STANJE I  
UDIO MASNOSTI I MIŠIČNOG  
TKIVA U STUDENTICA**

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 izv. prof. dr. sc. Irene Keser.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

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

## PREHRAMBENI UNOS, KRONIČNO UPALNO STANJE I UDIO MASNOG I MIŠIČNOG TKIVA U STUDENTICA

*Mirela Alić, 1201/N*

**Sažetak:** Kronična upala je postala važan aspekt patofiziologije bolesti povezanih sa starenjem i kroničnih bolesti razvijenih zemalja. Prehrambeni obrasci i nutrijenti mogu imati utjecaja na poticanje ili suzbijanje upalnog odgovora. Cilj istraživanja je bio procijeniti prisutnost kroničnog upalnog stanja niskog stupnja u tijelu i udio masnog i mišićnog tkiva te utvrditi postoji li utjecaj dijetetičkih parametara i kronične upale na parametre sastava tijela u studentica. Ispitanice su bile 79 studentica prosječne dobi  $21,9 \pm 1,3$  godina. Metodom bioelektrične impedancije su utvrđene komponente sastava tijela te parametri vezani uz kroničnu upalu niskog stupnja, a dijetetički parametri su prikupljeni metodom 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića. Rezultati su pokazali prosječno adekvatan udio masnog tkiva ( $25,5 \pm 6,1$  %) te manjak mišićnog tkiva ( $22,9 \pm 1,6$  %). Statistički značajna pozitivna korelacija je utvrđena između HPA indeksa (parametar kronične upale) i mišićne mase ( $r=0,24$ ,  $p<0,05$ ) te između HPA indeksa i udjela mišićnog tkiva ( $r=0,55$ ,  $p<0,05$ ). Nije utvrđen utjecaj dijetetičkih parametara na parametre kronične upale niskog stupnja i komponente sastava tijela. Rezultati sugeriraju da se povećanjem mišićnog tkiva može smanjiti prisutnost kronične upale niskog stupnja.

**Ključne riječi:** kronično upalno stanje, mišićna masa, masno tkivo, prehrana, studentice

**Rad sadrži:** 52 stranica, 2 slike, 15 tablica, 104 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

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

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

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

**Datum obrane:** 30. rujan 2020.

## 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

### DIETARY INTAKE, CHRONIC INFLAMMATION AND THE PERCENTAGE OF ADIPOSE AND MUSCLE TISSUE IN FEMALE STUDENTS

*Mirela Alić, 1201/N*

**Abstract:** Chronic inflammation has become an important aspect of the pathophysiology of age-related diseases and chronic diseases of developed countries. Dietary patterns and nutrients may have an effect on stimulating or suppressing the inflammatory response. The aim of the study was to determine the presence of a low-grade chronic inflammation in the body and percentage of adipose and muscle tissue, and to assess the influence of dietary parameters and chronic inflammation on the parameters of body composition in female students. Participants were 79 female students with an average age of  $21.9 \pm 1.3$  years. Components of body composition and parameters related to low-grade chronic inflammation were determined by the bioelectrical impedance method, and dietary parameters were collected by the 24-hour recall. The results showed an average adequate proportion of adipose tissue ( $25.5 \pm 6.1\%$ ) and a lack of muscle tissue ( $22.9 \pm 1.6\%$ ). A significant positive correlation was determined between the HPA index (parameter of chronic inflammation) and muscle mass ( $r=0.24$ ,  $p<0.05$ ) and between the HPA index and muscle tissue ( $r=0.55$ ,  $p<0.05$ ). The influence of dietary parameters on the parameters of low-grade chronic inflammation and components of body composition was not observed. The results suggest that increasing muscle tissue can reduce the presence of low-grade chronic inflammation.

**Keywords:** low-grade chronic inflammation, muscle mass, body fat, diet, female students

**Thesis contains:** 52 pages, 2 figures, 15 tables, 104 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. *Irena Colić Barić*, Full professor
2. PhD. *Irena Keser*, Associate professor
3. PhD. *Martina Bituh*, Assistant professor
4. PhD. *Ines Panjkota Krbavčić*, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** 30 September 2020.

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	2
2.1. KRONIČNO UPALNO STANJE .....	2
2.2. POVEZANOST KRONIČNE UPALE I PRETILOSTI .....	4
2.2.1. Abdominalna pretilost .....	4
2.2.2. Osteosarkopenijska pretilost .....	4
2.3. MIŠIĆNO TKIVO .....	6
2.3.1. Utjecaj upale na mišićno tkivo .....	7
2.4. KOSTI .....	8
2.4.1. Utjecaj upale na koštano tkivo .....	8
2.5. UTJECAJ PREHRANE NA KRONIČNU UPALU NISKOG STUPNJA .....	9
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	12
3.1. ISPITANICI .....	12
3.2. METODE .....	12
3.2.1. Mjerenje na uređaju BIA-ACC .....	12
3.2.2. Dijetetička metoda .....	13
3.2.3. Statističke metode .....	13
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	15
4.1. ANTROPOMETRIJSKI PARAMETRI, KOMPONENTE SASTAVA TIJELA I PARAMETRI KRONIČNOG UPALNOG STANJA NISKOG STUPNJA .....	16
4.2. UNOS VODE, ENERGIJE, MAKRONUTRIJENATA I MIKRONUTRIJENATA .....	21
4.3. PREHRAMBENI UNOS, ANTROPOMETRIJSKI PARAMETRI I KOMPONENTE SASTAVA TIJELA S OBZIROM NA UDIO MASNOSTI I HPA INDEKS .....	26
4.4. SPEARMANOV KOEFICIJENTI KORELACIJE IZMEĐU KOMPONENTI SASTAVA TIJELA, PARAMETARA KRONIČNOG UPALNOG STANJA NISKOG STUPNJA I DIJETETIČKIH PARAMETARA .....	35
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	41
<b>6. LITERATURA</b> .....	43

## 1. UVOD

Kronična upala je postala važan aspekt patofiziologije bolesti povezanih sa starenjem i kroničnih bolesti razvijenih zemalja kao što su: kardiovaskularne bolesti, dijabetes tipa 2, Alzheimerova bolest i razne vrste karcinoma (Galland, 2010). Kronično upalno stanje se javlja ako upala ne prestaje, dugotrajno je te može trajati mjesecima ili čak godinama (Seki i sur., 2009; Pahwa i sur., 2020). Zapadnjački način života kojeg karakterizira previsoki unos energije i niska tjelesna aktivnost, dugoročni psihološki stres, unos hrane visoke energetske gustoće, koja je siromašna mikronutrijentima, mogu pokrenuti akutnu upalu koja se može pretvoriti u kroničnu ako su stimulansi repetitivni (Azevedo i sur., 2009). Uz neadekvatan način života i promjene u tijelu povezane sa starenjem, kronična upala je čimbenik koji pridonosi pojavi osteosarkopenijske pretilosti, koja uzrokuje promjene na mišićima, kostima i u masnom tkivu (Ilich i sur., 2014a).

Indeks osi hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda (HPA indeks) se povezuje s brojem mišićnih skeletnih stanica (Selberg i Selberg, 2002). Dosadašnje spoznaje pokazuju da je niski ravni HPA indeks povezan s lošijom funkcijom mišića, smanjenom mišićnom snagom i volumenom mišića te da ima ulogu u pojavi sarkopenije povezane sa starenjem (Basile i sur., 2014). Sarkopenija je sindrom kojeg karakterizira progresivni gubitak skeletnih mišića i snage (Cruz-Jentoft i sur., 2010). Mišićno tkivo je endokrini organ te postoji mogućnost da ima regulatornu ulogu u metaboličkim procesima drugih tkiva, međudjelujući s koštanim i masnim tkivom (Matthews i sur., 2011). Pokazao se pozitivan utjecaj mišićnog i nemasnog tkiva na mineralnu gustoću kostiju, dok su rezultati koji povezuju udio masnog tkiva i mineralnu gustoću kostiju kontradiktorni (Wang i sur., 2005).

Prehrana može djelovati na prisutnost kronične upale niskog stupnja i komponente sastava tijela (Galland, 2010). Povećani unos energije uzrokuje pojavu abdominalne pretilosti kod koje može biti prisutna kronična upala (Hotamisligil, 2006). Određene namirnice kao što su: maslinovo ulje, voće, povrće, leguminoze, žitarice i riba djeluju protuupalno te su dio mediteranske prehrane, koja se preporučuje kod prisutnosti kroničnog upalnog stanja (Sofi i sur., 2008).

Cilj ovog istraživanja je bio procijeniti prisutnost kronične upale niskog stupnja u tijelu i udio masnog i mišićnog tkiva metodom bioelektrične impedancije te utvrditi postoji li utjecaj dijetetičkih parametara i kroničnog upalnog stanja na parametre sastava tijela u studentica.



## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. KRONIČNO UPALNO STANJE

Upala je fiziološki odgovor organizma na štetne čimbenike koji mogu biti biološki, fizikalni ili kemijski. Pomoću upalnog odgovora tijelo se pokušava vratiti u stanje homeostaze (Qatanani i Lazar, 2007). Postoje dvije vrste upale: akutna i kronična. Akutna upala koja traje kraće i karakterizira ju lučenje leukocita i kronična upala koja traje dulje (Seki i sur., 2009). Kod akutne upale dolazi do aktivacije različitih tipova stanica i lučenja medijatora. Stanice imunološkog sustava u tkivu luče medijatore i pokreću upalni odgovor. Kao odgovor na lučenje medijatora, komponente plazme i leukociti dolaze do mjesta ozljede (Qatanani i Lazar, 2007). Upalni medijatori uključuju metabolite arahidonske kiseline, citokine, kemokine i slobodne radikale. Kronična upala se javlja ako upalni odgovor ne prestaje te je organizam stalno na oprezu (Seki i sur., 2009). Spora je i dugotrajna te može trajati mjesecima ili čak godinama. Težina i posljedice kronične upale variraju s obzirom na uzrok ozljede i sposobnost tijela da popravi oštećenja (Pahwa i sur., 2020).

Nekoliko čimbenika utječe na pojavu kronične upale. Ona može biti rezultat nemogućnosti organizma da eliminira štetne tvari koje uzrokuju akutnu upalu kao što su razni mikroorganizmi. Zatim izloženost maloj količini štetne tvari, koja se u organizmu ne može enzimski razgraditi, uzrokuje upalu. Često su uzročnici autoimune bolesti kod kojih organizam normalne komponente organizma prepoznaje kao strane i pokreće se imunološki odgovor. Ako dođe do defekta stanice koja je odgovorna za procese koji se događaju tijekom akutne upale onda ona može prijeći u kroničnu (Pahwa i sur., 2020). Dugotrajna upala niskog stupnja uzrokuje vazodilataciju, povećanje protoka krvi i propusnosti stanica. Zatim neutrofili migriraju u područje zaraženog tkiva kroz stijenku kapilare. Dolazi do promjena u sastavu bijelih krvnih stanica te makrofagi i limfociti zamjenjuju neutrofile. Iako ove stanice dolaze do mjesta ozljede one istovremeno proizvode citokine, faktore rasta i plazma stanice koje pridonose oštećenju tkiva i djeluju proupalno (Milenkovic i sur., 2019; Cutolo i sur., 2019; Needham i sur., 2019).

Za detekciju upale najčešće se koristi biokemijski marker C-reaktivni protein jer je relativno stabilan, lako se mjeri te ima visoku osjetljivost. Povišena razina C-reaktivnog proteina može preciznije predvidjeti razvoj dijabetesa tipa 2 i hipertenzije nego indeks tjelesne mase (Galland,

2010). Za procjenu kroničnog upalnog stanja može se koristiti i indeks osi hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda (HPA indeks) te količina izvanstanične i unutarstanične vode. HPA indeks je jedan od parametara koji se može izmjeriti metodom bioelektrične impedancije (Stobäus i sur., 2012). Primarno reflektira električni integritet vitalnih staničnih membrana te pokazuje distribuciju vode između izvanstaničnog i unutarstaničnog prostora (Ott i sur., 1995; Schwenk i sur., 2000). Teorijski, promjena induktivnog otpora povezana s varijabilnosti stanične veličine, propustljivosti membrane ili unutarstaničnog sastava može pridonijeti varijaciji HPA indeksa na istoj frekvenciji kod pojedinaca (Baumgartner i sur., 1988). Viši HPA indeks je pokazatelj većeg broja netaknutih staničnih membrana, dok njegove niže vrijednosti ukazuju na staničnu smrt ili narušen integritet stanice. Pokazalo se da je HPA indeks niži kod pacijenata sa značajnim gubitkom tjelesne mase te se smatra markerom kliničke malnutricije, koju karakterizira povećana količina izvanstanične vode i smanjena masa stanica (Selberg i Selberg, 2002; Norman i sur., 2010). Odličan je prediktor morbiditeta i mortaliteta kod gerijatrijskih i kirurških pacijenata te u raznim bolestima koje uključuju: HIV/AIDS, cirozu jetre, karcinom pluća, kolorektalni i pankreasni karcinom, bolesti pluća i sklerozu (Schwenk i sur., 2000; Stobäus i sur., 2012). Kod zdravih pojedinaca, spol, dob i indeks tjelesne mase najviše određuju HPA indeks. Starenje je povezano sa smanjenjem mase tkiva što rezultira smanjenjem HPA indeksa. Također vrijednosti su veće kod muškaraca zbog većeg udjela mišićnog tkiva s obzirom na žene. Veći indeks tjelesne mase (ITM) je povezan s većim brojem tjelesnih stanica što povećava HPA indeks sve dok ne prijeđe  $30 \text{ kg m}^{-2}$ . ITM iznad  $40 \text{ kg m}^{-2}$  povezan s HPA indeksom na što utječe izvanstanično preopterećenje tekućinom te povećana hidracija tkiva (Bosy-Westphal i sur., 2006). Izvanstanično preopterećenje tekućinom i kronična upala su odvojeni rizični čimbenici smrtnosti, ali se pokazalo da bi mogli biti povezani te da se međusobno pojačavaju. Kronična upala pridonosi povećanoj hidraciji putem hipoalbuminemije te neprimjetnom smanjenju mišićnog i masnog tkiva što uzrokuje pogrešnu procjenu nemasne mase tijela. S druge strane, izvanstanično preopterećenje tekućinom pridonosi upali translokacijom endotoksina kroz stijenku crijeva ili preko proupalnog djelovanja natrija u tkivima (Dekker i sur., 2018).

## 2.2. POVEZANOST KRONIČNE UPALE I PRETILOSTI

### 2.2.1. Abdominalna pretilost

Metabolički sindrom je skupina metaboličkih poremećaja koji se očituju kao dislipidemija, abdominalna pretilost, hipertenzija i inzulinska rezistencija. Abdominalna pretilost je nakupljanje masnog tkiva u području abdomena. Incidencija metaboličkog sindroma raste i smatra se da je rezultat zapadnjačkog načina života. Glavne negativne značajke ovog načina života su: prekomjerni unos energije i niska tjelesna aktivnost, dugoročni psihološki stres, unos hrane visoke energijske gustoće koja je siromašna mikronutrijentima. Svi ti stimulansi mogu pokrenuti akutnu upalu kojom se pokušava uspostaviti homeostaza, ali ako su stimulansi repetitivni i stalni dolazi do kronične upale (Azevedo i sur., 2009).

Upalno stanje koje se javlja kod metaboličkog sindroma nije praćeno infekcijom, ozljedom tkiva ili autoimunim odgovorom nego je stalno prisutna upala niskog stupnja (Hotamisligil, 2006).

Adipozno tkivo koje se nalazi u abdomenu sastoji se od različitih vrsta stanica kao što su: adipociti, stanice strome, imunosne stanice, vezivno i živčano tkivo te je važan izvor nekoliko proteina koji sudjeluju u upalnom procesu. Ti proteini su molekule koje djeluju kao proupalni medijatori i uključuju: citokine, interleukin 6 (IL-6), faktor nekroze tumora-alfa i druge (Kershaw i Flier, 2004). Previsoki unos energije uzrokuje povećanje broja stanica adipoznog tkiva. Tijelo se fizički usklađuje stvarajući anatomska mjesta kako bi se adipozno tkivo moglo širiti (Monteiro i sur., 2009). Nakon obroka adipociti iskorištavaju masne kiseline, dok tijekom perioda gladovanja one odlaze u krvotok. Ovaj proces reguliraju hormoni inzulin i kateholamin. Osim toga, zaslužni su za regulaciju protoka krvi kroz adipozno tkivo. Kada je adipozno tkivo aktivno bit će veći protok krvi. U slučaju da adipozno tkivo raste, a nije dovoljan dotok krvi, može doći do oksigenacije koja pridonosi pojavi upale (Laclaustra i sur., 2007).

### 2.2.2. Osteosarkopenijska pretilost

Sindrom osteosarkopenijske pretilosti povezan je sa starenjem te obuhvaća cijelo tijelo. Uzrokuje promjene na kostima koje se manifestiraju kao osteopenija ili osteoporoza, propadanje mišića koje se manifestira kao sarkopenija te dolazi do promjena u masnom tkivu. Te promjene uključuju

povećanje ili preraspodjelu masnog tkiva i infiltraciju masnog tkiva u kosti i mišiće (Ilich i sur., 2014a).

Nekoliko čimbenika utječe na pojavu osteosarkopenijske pretilosti. Snaga i masa mišića i kosti smanjuje se tijekom starenja dok se udio masnog tkiva povećava. Promjene sastava tijela u kombinaciji s kroničnom upalom niskog stupnja, niskom tjelesnom aktivnosti, neadekvatnom prehranom i načinom života može pridonijeti nastanku ovog sindroma (Ilich i sur., 2014a; Kelly i sur., 2013; Ilich i sur., 2014b). Određena kronična stanja kao što su dijabetes, rak i ostale kronične bolesti koje uzrokuju endokrinu neuravnoteženost također mogu promijeniti sastav tijela te biti razlog pojave osteosarkopenijske pretilosti (Ilich i sur., 2014a; Ormsbee i sur., 2014).

Neregulacija važnih metaboličkih puteva uzrokovana proupalnim čimbenicima i endokrinom neuravnoteženosti promovira razvoj osteoporoze, sarkopenije, povećanje adipoznog tkiva, upalu niskog stupnja te inzulinsku rezistenciju (Ilich i sur., 2014b; Inglis i Ilich, 2015). Hormoni kao što su estrogen, leptin i adiponektin djeluju na promjene koje pogađaju kosti, mišiće i masno tkivo. Adipozno tkivo je jedini endogeni izvor estrogena kod starijih muškaraca i žena u postmenopauzi (Belanger i sur., 2002; Reid, 2008). Estrogen ima pozitivan učinak na kosti, mišiće i masno tkivo te se smatra da je uključen u regeneraciju i popravak mišića (Enns i Tiidus, 2010). Također djeluje na smanjenje resorpcije kosti. Nedostatak estrogena bi mogao objasniti prirodno povećanje masnog tkiva, povećani gubitak koštane mase te mišića kod žena u postmenopauzi (Reid, 2008). U adipoznom tkivu se proizvode leptin i adiponektin čiji se receptori nalaze na osteoblastima i miocitima. Ta dva hormona imaju suprotno djelovanje. Kod osoba s povećanom tjelesnom masom i pretilih osoba koncentracija leptina u cirkulaciji je veća nego koncentracija adiponektina (Lecke i sur., 2011). Cirkulirajući leptin ima osteogeno djelovanje na kosti putem receptora za leptin, dok je njegov utjecaj putem simpatičkog živčanog sustava osteolitički (Elefteriou i sur., 2005). Također je leptin snažni stimulator upale što može pridonijeti pojavi pretilosti i razvoju osteoporoze (Faggioni i sur., 2001). Mišići uz kosti imaju receptore za leptin, ali ga i proizvode te određuju ukupnu količinu cirkulirajućeg leptina. Povećanjem mišićne mase raste razina cirkulirajućeg leptina, stoga bi snižena koncentracija leptina u serumu mogla biti marker za sarkopeniju (Hubbard i sur., 2008). Problem je u slučaju osteosarkopenijske ili sarkopenijske pretilosti da bi višak leptina iz adipoznog tkiva mogao zamaskirati cirkulirajući leptin (Ilich i sur., 2014a). Uz adipozno tkivo adiponektin se sintetizira u mišićima i kostima te dolazi do njegove ekspresije u mozgu gdje može

regulirati metabolizam čitavog organizma (Lee i Shao, 2012). Djeluje na mišiće i adipozno tkivo tako da povećava oksidaciju masnih kiselina. Pokazalo se da kod miševa promovira osteoblastogenezu i supresira osteoklastogenezu u stromalnim stanicama koštane srži te potiče mineralizaciju matriksa preosteoblasta i povećava masu spužvastog koštanog tkiva (Lecke i sur., 2011; Oshima i sur., 2005). Zbog više različitih puteva djelovanja adiponektina na kosti, istraženih na životinjama, postoji nedosljednost i obrnuto proporcionalna povezanost razine cirkulirajućeg adiponektina i mineralne gustoće kosti kod žena u postmenopauzi. Fiziološke promjene u organizmu, koje se javljaju tijekom osteosarkopenijske pretilosti, vjerojatno su povezane s okolišnim čimbenicima i upalom niskog stupnja (Hotamisligil, 2006).

### 2.3. MIŠIĆNO TKIVO

Skeletni mišići su jedan od najvažnijih tkiva u ljudskom tijelu. Tri glavne vrste mišićnog tkiva su: skeletno, srčano i glatko (Goodman i sur., 2015). Skeletni mišići su povezani s kostima pomoću tetiva i zajedno izvode sve pokrete tijela. Mišići imaju nekoliko uloga u ljudskom organizmu. Primarna funkcija su kontrakcije koje omogućavaju kretanje i izvođenje pokreta. Zatim pružaju strukturalnu potporu i pomažu u održavanju pravilnog držanja tijela. Skeletni mišići služe kao spremište za aminokiseline koje ostali organi u organizmu mogu iskoristiti za sintezu specifičnih proteina. Također imaju centralnu ulogu u održavanju tjelesne temperature i ponašaju se kao izvor energije tijekom perioda gladovanja (Frontera i Ochala, 2015).

Mišićno tkivo je endokrini organ te postoji mogućnost da ima regulatornu ulogu u metaboličkim procesima drugih tkiva, međudjelujući s koštanim i masnim tkivom (Matthews i sur., 2011). Adipomiokini su citokini zajednički miokinima i adipocitima (Rasche i Eckel, 2013). Citokin IL-6 se identificira kao miokin te se luči nakon tjelovježbe i ima pozitivan autokrini učinak, dok cirkulirajući IL-6 prisutan tijekom kronične upale niskog stupnja djeluje proupalno. Tjelovježba je glavni uzrok propadanja odnosno atrofije mišića, ali se također pokazalo da neaktivnost može rezultirati nakupljanjem visceralnog masnog tkiva, inzulinskom rezistencijom i upalom (Kelly i sur., 2013; Pedersen, 2011). Mišići, posebno ako su istrenirani, stvaraju svoj mikrookoliš koji može biti narušen starenjem i pojavom bolesti (Ilich i sur., 2014a).

### 2.3.1. Utjecaj upale na mišićno tkivo

Upala niskog stupnja je važan dio kroničnih bolesti povezanih sa starenjem, kronične opstruktivne bolesti pluća i upalnih miopatija koje uzrokuju disfunkciju i propadanje skeletnih mišića (Wang i sur., 2017; Londhe i Guttridge, 2015).

Proces starenja ima razne učinke na skeletne mišiće. Sarkopenija je sindrom kojeg karakterizira progresivni gubitak mase i snage skeletnih mišića, što može dovesti do fizičke nepokretnosti i loše kvalitete života (Cruz-Jentoft i sur., 2010; Cruz-Jentoft i sur., 2014). Progresivni gubitak mišićne mase i snage je rezultat interaktivnog djelovanja raznih čimbenika, koji uključuju neuravnoteženost hormona, citokina, sinteze i proteolize proteina (Dhillon i Hasni, 2017). Patogeneza sarkopenije povezane sa starenjem uključuje tjelesnu neaktivnost, malnutriciju i povećani oksidativni stres (Tarantino i sur., 2015). Također je povezana s osteoporozom i osobe sa sarkopenijom imaju veći rizik od padova nego pojedinci koji je nemaju (Landi i sur., 2012; Yoshimura i sur., 2017). Upala je važan čimbenik koji utječe na sarkopeniju. Citokini odnosno medijatori upale koji se nalaze u cirkulaciji sudjeluju u aktivaciji ili blokadi signalnih puteva te na taj način djeluju na sintezu i proteolizu proteina (Jo i sur., 2012). Pokazao se trend porasta C-reaktivnog proteina tijekom procesa starenja (Puzianowska-Kuznicka, 2016). Razina ovog medijatora upale je u pozitivnoj korelaciji s indeksom tjelesne mase, udjelom masnog tkiva te je u negativnoj korelaciji s mišićnom masom kod pojedinaca neovisno o dobi, načinu života ili sastavu tijela (Dutra i sur., 2015; Atkins i sur., 2014). Česta i intenzivna tjelesna aktivnost ima ulogu u očuvanju mišićne mase jer može sniziti razinu C-reaktivnog proteina za čak 6-35 % u usporedbi s osobama koje nisu tjelesno aktivne (Plaisance i Grandjean, 2006). Drugi proupalni medijatori koji su povezani sa sarkopenijom su IL-6 i faktor nekroze tumora-alfa. IL-6 može djelovati proupalno ili protuupalno što ovisi o receptorima preko kojih djeluje (Schaper i Rose-John, 2015). Pokazalo se da koncentracija interleukina-6 u serumu i tkivima raste s godinama. Zaslužan je i za alteracije u sastavu tijela koje se događaju tijekom starenja, a uključuju smanjenje količine nemasne mase i koštane gustoće (Ershler i Keller., 2000). Faktor nekroze tumora-alfa je povezan s raznim metaboličkim poremećajima i kroničnim bolestima koje prate upalna stanja (Luo i sur., 2003). Ključni je čimbenik u procesu gubitka mišićne mase i oštećenju mišića koji potiče degradaciju i smanjuje sintezu proteina (Reid i Li, 2011).

## 2.4. KOSTI

Kosti su kompleksno tkivo koje se sastoji od visoko elastičnog materijala i imaju sposobnost kontinuirane adaptacije na promjene u svome fiziološkom ili mehaničkom okolišu. Kapacitet kostiju da se odupiru mehaničkim silama i frakturama ovisi o kvaliteti i kvantiteti koštanog tkiva. Količina koštanog tkiva može se procijeniti mjereći mineralnu gustoću kostiju, ali to nije dobar pokazatelj snage kostiju. Uz mineralnu gustoću kostiju postoji još nekoliko čimbenika koji utječu na snagu kostiju, a to su: trodimenzionalna organizacija i oblik kosti, intrinzična svojstva matriksa kosti i potencijalno prisutna mikrooštećenja. Matriks kosti se sastoji od mineralne faze koja pruža čvrstoću i kolagenskih vlakana koji pružaju rastezljivost i sposobnost apsorpcije energije (Viguet-Carrin i sur., 2006).

Kosti se kontinuirano mijenjaju kako bi zadržale stalni volumen i homeostazu kalcija. Osteoblasti i osteoklasti su specijalizirane stanice odgovorne za formaciju i resorpciju kostiju. Osteokalcin je protein kojega luče osteoblasti i redovito se koristi kao indikator formacije kostiju. Također djeluje endokrino utječući na sekreciju inzulina, oksidaciju masnih kiselina te stimulirajući sekreciju adiponektina što ukazuje na njegovu ulogu u metabolizmu energije. Koštano tkivo je endokrini organ u kojemu osteokalcin ima ulogu hormona koji regulira metabolizam masnih stanica i potrošnju energije (Karsenty i Ferron, 2012).

### 2.4.1. Utjecaj upale na koštano tkivo

Koštano tkivo je dinamično i mijenja se tijekom cijelog života. Pregradnja kosti je proces koji je rezultat djelovanja stanica osteoklasta i osteoblasta. U prisutnosti upalnog stanja dolazi do promjene u ravnoteži između izgradnje i razgradnje kostiju. Odnos upalnog stanja i homeostaze kosti je vrlo kompleksan te na njega djeluju razni čimbenici. Određene bolesti koje prati upala kao što su reumatoidni artritis i parodontna bolest rezultiraju gubitkom koštanog tkiva, dok kod srijatskog artritisa uz gubitak koštanog tkiva dolazi i do formiranja kosti. Mnogi biološki agensi koji se koriste kod liječenja kroničnih bolesti imaju primarnu ulogu u borbi s upalom, ali istovremeno mogu direktno ili indirektno utjecati na kosti. Dva su tipa gubitka koštane mase viđena kod upalnih stanja: žarišni koji se odnosi na eroziju kostiju i lokalni koji obuhvaća neke kosti te se naziva periartikularna osteopenija. Formacija kostiju je suprotni proces te ju

karakterizira skleroza kod koje dolazi do zadebljanja tkiva postojeće kosti i formacija osteofita odnosno stvaranje koštanih krhotina na postojećoj kosti (Baker-LePain i sur., 2011).

Proupalni i protuupalni citokini imaju ulogu u homeostazi kostiju. Brojni citokini uključujući faktor nekroze tumora-alfa, interleukin-1 i IL-6 promoviraju resorpciju kosti direktno ili indirektno potičući osteoklastogenezu. Tako su postali mete prilikom liječenja reumatoidnih bolesti. Blokiranje faktora tumora nekroze-alfa pokazalo se uspješnim u reduciranju upale i resorpcije kosti. Uz djelovanje koje proupalni citokini imaju na pregradnju kosti također pridonose patogenezi osteoporoze, bolesti povezane sa starenjem (Arron i Choi, 2000; Lorenzo, 2000). Karakterizira ju niska koštana masa i povećanje fragilnosti kostiju zbog čega je pacijent u većem riziku za padove i frakture. Osteoporoza je stanje koje se može pojaviti u bilo kojoj dobi te je uzrokovana endokrinim, metaboličkim i mehaničkim čimbenicima kao što su: abnormalnosti sekrecije paratireoidnog hormona i kalcitonina, nedovoljan unos vitamina D i kalcija, hormonalno stanje u postmenopauzi i trudnoći, prehrambeni poremećaji, nepokretnost i uzimanje lijekova (Yun i Lee, 2004). Postoji povezanost između cirkulirajućeg C-reaktivnog proteina u serumu i mineralne gustoće kostiju kod osoba s imunološkim i upalnim bolestima te kod zdravih pojedinaca, što ukazuje na vezu između kronične upale i osteoporoze (Ganesan i sur., 2005). Uz upalne bolesti poveznica između upale i osteoporoze se javlja prilikom starenja, transplantacija, uzimanja steroida, u menopauzi i trudnoći. U ovim situacijama su prisutni hormonalni, nutritivni i mehanički čimbenici, ali ulogu imaju i imunološki medijatori (Yun i Lee, 2004). Proupalni medijator IL-6 potiče diferencijaciju i aktivaciju osteoklasta. Prisutan je u patofiziologiji raznih metaboličkih bolesti kostiju uključujući postmenopauzalnu osteoporozu. Prilikom starenja povećava se produkcija proupalnih citokina, što ukazuje na povezanost između upalnog procesa i osteoporoze kod osoba starije dobi i žena u postmenopauzi (Kiecolt-Glaser i sur., 2003).

## 2.5. UTJECAJ PREHRANE NA KRONIČNU UPALU NISKOGRUPNOG STUPNJA

Tijekom kreiranja plana prehrane za optimalno zdravlje u obzir bi se trebao uzeti utjecaj nutritivnih komponenata hrane na razvoj sistemske upale. Za jedan dio utjecaja je zaslužna abdominalna pretilost zbog svojih upalnih učinaka. Drugi dio utjecaja na razvoj upale se može pripisati direktnim ili indirektnim djelovanjima nutrijenata i prehrambenih obrazaca na upalni odgovor (Galland, 2010).



Neke namirnice imaju proupalne učinke dok druge djeluju suprotno. Prehrambeni obrasci koji uključuju rafinirane žitarice, hranu bogatu šećerom i trans masnim kiselinama te hranu koja je siromašna omega-3 masnim kiselinama, prirodnim antioksidansima i vlaknima iz voća, povrća i cjelovitih žitarica, mogli bi biti uzrok aktivacije imunološkog odgovora najvjerojatnije zbog prekomjerne proizvodnje proupalnih citokina povezanih s usporedno smanjenom proizvodnjom protuupalnih citokina (Gotsis i sur., 2015) Prehrana bogata namirnicama koje imaju visok glikemijski indeks može biti povoljna za pojavu upalnog odgovora u organizmu na što ukazuje porast razine izmjerenog C-reaktivnog proteina. Visok glikemijski indeks pokazuje sklonost ugljikohidrata da brzo podižu razinu glukoze u krvi nakon što ih se konzumira. Također u slučaju konzumiranja hrane s niskim glikemijskim indeksom dolazi do snižavanja razine C-reaktivnog proteina (Galland, 2010; Du i sur., 2008). Uz glikemijski indeks količina vlakana u prehrani mogla bi djelovati na pojavu upale. Pokazalo se da povećani unos vlakana djeluje na sniženje razine C-reaktivnog proteina te upalnih medijatora IL-6 i faktora nekroze tumora-alfa (North i sur., 2009). U istraživanju Ma i sur. (2008) unos vlakana kod postmenopauzalnih žena bio je 24 grama na dan te je obuhvaćao topljiva i netopljiva vlakna. Unos vlakana je bio obrnuto proporcionalno povezan s indikatorom upale IL-6. U slučaju masti važna je količina i vrsta masnih kiselina. Količina unesenih zasićenih masnih kiselina pozitivno korelira s razinom C-reaktivnog proteina i medijatorom upale fibrinogenom, dok polinezasićene masne kiseline djeluju suprotno. Unos trans masnih kiselina također je pozitivno povezan s markerima sistemske upale (Galland, 2010).

Uz makronutrijente važnu ulogu u nastanku upale imaju fitoestrogeni i mikronutrijenti (Galland, 2010). Karotenoidi su fitoestrogeni koji se nalaze u narančastom i crvenom voću i povrću kao što su mrkva i rajčica. Osobe koje su imale najveću razinu alfa-karotena i ukupnih karotenoida u serumu su imale najmanju mogućnost da imaju povišeni medijator upale IL-6, dok osobe s niskom razinom karotenoida u serumu imaju značajno veću vjerojatnost da će im se povisiti IL-6 u sljedeće dvije godine. Flavonoidi obuhvaćaju veliki broj spojeva od kojih su kvercetin, kempferol, malvidin, peonidin, daidzein i genistein obrnuto proporcionalno povezani s razinom C-reaktivnog proteina u serumu (Chun i sur., 2008). Mnogo je mehanizama djelovanja flavonoida zbog kojih imaju protuupalne učinke, ali većina proizlazi iz inhibicije enzima (Gonzales-Gallego i sur., 2007). Od mikronutrijenata koji pomažu u sprječavanju upale ističe se magnezij. Količina unesenog magnezija obrnuto je proporcionalna s razinama C-reaktivnog proteina i faktora nekroze tumora-alfa, što znači da veći unos magnezija djeluje na snižavanje razine proupalnih medijatora u serumu

(Chacko i sur., 2010). Fitoestrogeni i mikronutrijenti se mogu naći u voću i povrću, iz toga se može zaključiti da povećani unos upravo tih namirnica ima protuupalni učinak u organizmu (Nanri i sur., 2007).

Sve navedene namirnice i spojevi koji imaju protuupalne učinke mogu se naći kao dio mediteranske prehrane te se u ovom slučaju i preporučuje. Termin mediteranska prehrana se odnosi na spektar različitih prehrambenih obrazaca koji se tradicionalno nalaze u područjima gdje se uzgajaju masline u južnoj Europi. Ova prehrana bogata je maslinovim uljem kao glavnim izvorom masti te se konzumiraju voće, povrće, leguminoze, žitarice i riba uz umjereni unos crvenog vina tijekom obroka (Sofi i sur., 2008). Kod populacije zdravih Talijana razina C-reaktivnog proteina u serumu bila je obrnuto proporcionalno povezana s unosom maslinovog ulja, povrća, leguminoza, juha, voća i ribe (Centritto i sur., 2009). Muškarci i žene s metaboličkim sindromom, koji su prešli na mediteransku prehranu i povećao im se unos voća, povrća, orašastih plodova, cjelovitih žitarica i maslinovog ulja, imali su značajno smanjene koncentracije upalnih medijatora u serumu nakon dvije godine (Esposito i sur., 2004). Na temelju navedenog može se zaključiti da određeni prehrambeni obrasci mogu imati utjecaja na pojavu kronične upale niskog stupnja, koja je važan rizičan čimbenik za kronične bolesti te da mediteranska prehrana u ovom slučaju ima protuupalno djelovanje (Galland, 2010).

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. ISPITANICI

Ispitanice su bile studentice preddiplomskog i diplomskog studija Nutricionizam na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Sudjelovalo je 79 ispitanica prosječne dobi  $21,9 \pm 1,3$  godine. Mjerenja su se provela u periodu od listopada 2019. godine do siječnja 2020. godine u sklopu nastave.

#### 3.2. METODE

##### 3.2.1. Mjerenje na uređaju BIA-ACC

Podaci korišteni u istraživanju dobiveni su mjerenjem na uređaju BIA-ACC (BioTekna s.r.l., Venecija, Italija). BIA-ACC je uređaj koji metodom bioelektrične impedancije određuje sastav tijela i parametre kronične upale niskog stupnja. Karakterizira ga dvofrekventno mjerenje bioimpedance. Koristi se klasična, visoka frekvencija (50 kHz) koja se kombinira s niskom frekvencijom (1,5 kHz) čime se dobiva bolja procjena izvanstaničnih komponentata (Tsigos i sur., 2015).

Prije mjerenja uređajem BIA-ACC ispitanicama je određena tjelesna visina i tjelesna masa pomoću stadiometra i vage (SECA 217 i 877, Hamburg, Njemačka) te smo izmjerene podatke upisali u program BIA-ACC uređaja. Ispitanice su se mjerile u laganoj odjeći i bez obuće.

Tijekom mjerenja s BIA-ACC uređajem ispitanice su bile u ležećem položaju. Korištena su dva jednokratna flastera s adhezivnim elektrodama koji se postavljaju na gornje i donje ekstremitete tijela. Jedna elektroda se lijepi sa stražnje strane desne ruke, na treću metakarpalnu kost. Na područje zapešća se lijepi druga elektroda 5 cm centralno od prve. Zatim se uzimaju još dvije elektrode. Jedna ide na područje iznad treće metakarpalne kosti sa stražnje strane desnog stopala. Druga elektroda se lijepi 5 cm centralno od prve na područje iznad fibule. Kako bi se moglo provesti mjerenje nastavci uređaja se priključuju na elektrode (Kyle i sur., 2004; Lukaski i Bolonchuk, 1988).

Varijable koje instrument mjeri uključuju: masno tkivo (MT) i nemasno tkivo (NT) izraženi kao udio ukupne tjelesne mase, skeletnu mišićnu masu (SMM) izraženu kao kg i kao % ukupne tjelesne mase, izvanstaničnu vodu (ISV) i unutarstaničnu vodu (USV) izražene kao udio ukupne tjelesne vode (UTV) te HPA indeks ( $PA^\circ$ ). Na temelju upisane tjelesne mase i tjelesne visine izračunava se ITM.

Program koji ovaj uređaj koristi sadrži posebnu platformu s popisom medicinski neobjašnjivih simptoma ispitanika. Popis uključuje sljedeće simptome: anksioznost, napadaje panike, često prisutan umor i slabost, simptome depresije, često buđenje tijekom noći ili nesanica, promjene u otkucaju srca u stanju mirovanja, učestali mamurluk preko dana, apatija, promjene apetita, prejedanje tijekom noći, nadutost, grčeve u želucu, gastroezofagealni refluks, pojavu sindroma iritabilnog crijeva, hladne ruke i noge te znojenje tijekom spavanja (Tsigos i sur., 2015).

### 3.2.2. Dijetetička metoda

Podaci korišteni u ovom istraživanju su dobiveni dijetetičkom metodom 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića za jedan dan. 24-h prisjećanja su prikupljena na dan mjerenja za prethodni dan. Količina konzumirane hrane je izražena pomoću kuhinjskog posuđa i pribora (šalica, čaša, tanjur, žlica, žličica itd.) te uz pomoć fotografija hrane i jela na kojima su količine izražene kao mala, srednja i velika porcija (Senta i sur., 2004). 24-h prisjećanja unosa hrane i pića su obrađena u programu Prehrana (Infosistem d.d., Zagreb). U programu je određen kemijski sastav konzumirane hrane te uključuje izračun energetske vrijednosti, unosa makronutrijenata i mikronutrijenata. Parametri promatrani u ovom radu su: voda, energija, bjelančevine, ukupne masti, zasićene masne kiseline, jednostruko nezasićene masne kiseline, višestruko nezasićene masne kiseline, kolesterol, ugljikohidrati, prehrambena vlakna, natrij, kalij, kalcij, magnezij, fosfor, željezo te vitamini A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> i C.

### 3.2.3. Statističke metode

Za analizu podataka koristio se program Microsoft Office Excel 2016 i program Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, SAD). Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ) i standardna devijacija (SD). Analiza razlika u parametrima između skupina ispitanica s adekvatnim i povećanim udjelom masnog tkiva te ispitanica s obzirom na HPA indeks provedena je

Studentovim t-testom. Povezanost komponenti sastava tijela, parametara kronične upale niskog stupnja i dijetetičkih parametara utvrđena je Spearmanovim koeficijentima korelacije. Statistička značajnost je utvrđena na razini  $p < 0,05$ .

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja je bio procijeniti prisutnost kroničnog upalnog stanja niskog stupnja u tijelu i udio masnog i mišićnog tkiva te utvrditi postoji li utjecaj dijetetičkih parametara i kronične upale na parametre sastava tijela u studentica. Procijenjeno je postoji li statistički značajna razlika u sastavu tijela, parametrima kronične upale niskog stupnja i dijetetičkim parametrima između ispitanica koje imaju povećani udio masnog tkiva (veći od 30 %) i ispitanica koje imaju adekvatan udio masnog tkiva (12-30 %). Promatralo se postoji li razlika u komponentama sastava tijela i u unosu energije i makronutrijenata između ispitanica s nižim HPA indeksom ( $\leq 2,5$ ) i ispitanica s višim HPA indeksom ( $>2,5-3,5$ ).

Rezultati su prikazani u tablicama i slikama prema sljedećem rasporedu:

- Tablice 1 i 2 prikazuju izmjerene antropometrijske parametre te komponente sastava tijela.
- Slike 1 i 2 prikazuju raspodjelu ispitanica prema udjelu masnog tkiva te prema udjelu mišićnog tkiva.
- Tablica 3 prikazuje izmjerene vrijednosti HPA indeksa te udio izvanstanične i unutarstanične vode.
- Tablice 4 i 5 prikazuju prosječan unos vode, energije, makro- i mikronutrijenata utvrđen metodom 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića.
- Tablice 6, 7 i 8 prikazuju komponente sastava tijela, HPA indeks, udio izvanstanične i unutarstanične vode te unos energije i makronutrijenata s obzirom na udio masnog tkiva.
- Tablice 9, 10 i 11 prikazuju antropometrijske parametre, komponente sastava tijela, HPA indeks, udio izvanstanične i unutarstanične vode te unos energije i makronutrijenata s obzirom na HPA indeks.
- Tablice 12, 13, i 14 prikazuju Spearmanove koeficijente korelacije između komponenti sastava tijela, između komponenti sastava tijela i HPA indeksa te između unosa energije i makronutrijenata te komponenti sastava tijela.
- Tablica 15 prikazuje Spearmanove koeficijente korelacije između unosa energije i makronutrijenata i HPA indeksa.

#### 4.1. ANTROPOMETRIJSKI PARAMETRI, KOMPONENTE SASTAVA TIJELA I PARAMETRI KRONIČNOG UPALNOG STANJA NISKOG STUPNJA

Tablica 1 prikazuje prosječnu dob te prosječne vrijednosti antropometrijskih parametara (tjelesna masa, tjelesna visina i indeks tjelesne mase) i stopu bazalnog metabolizma. Prosječna dob ispitanica bila je  $21,9 \pm 1,3$  godine.

Tablica 1. Prosječna dob, antropometrijski parametri i bazalni metabolizam ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	$\bar{x} \pm SD$
Dob (godine)	$21,9 \pm 1,3$
Tjelesna masa (kg)	$62,5 \pm 9,3$
Tjelesna visina (cm)	$168,4 \pm 6,4$
ITM ( $\text{kg m}^{-2}$ )	$22,1 \pm 3,1$
BMR (kcal/dan)	$1364,3 \pm 79,8$

ITM = indeks tjelesne mase; BMR = stopa bazalnog metabolizma

ITM u rasponu od  $18,5$  do  $24,9 \text{ kg m}^{-2}$  predstavlja adekvatnu uhranjenost dok vrijednosti manje od  $18,5 \text{ kg m}^{-2}$  označavaju pothranjenost. Vrijednosti ITM-a koje se nalaze između  $25$  i  $29,9 \text{ kg m}^{-2}$  pripadaju skupini prekomjerne tjelesne mase, a iznad  $30 \text{ kg m}^{-2}$  pripada pretilosti (National

Institute of Health, 2013). Prosječna vrijednost ITM-a ispitanica iznosi  $22,1 \pm 3,1 \text{ kg cm}^{-2}$ , što znači da su adekvatno uhranjene.

Istraživanje Coin i sur. (2013) je također pokazalo adekvatnu uhranjenost mladih žena. Proučavali su prevalenciju sarkopenije u Italiji. Pomoću denzitometrije procijenjene su komponente sastava tijela. Istraživanje je provedeno s 1208 žena u dobi od 20 do 80 godina. U skupini žena dobi od 20 do 29 godina ITM je iznosio  $21,36 \pm 2,87 \text{ kg m}^{-2}$ .

U tablici 2 prikazane su komponente sastava tijela ispitanica koje uključuju udio masnog tkiva, udio intramuskularnog masnog tkiva (IMAT), udio nemasnog tkiva, mišićnu masu, S-vrijednost, udio mišićnog tkiva, mineralnu gustoću kosti (BMD) i T-vrijednost.

Tablica 2. Komponente sastava tijela ( $\bar{x} \pm \text{SD}$ )

Parametri	$\bar{x} \pm \text{SD}$	Referentne vrijednosti
Masno tkivo (%)	$25,5 \pm 6,1$	12-30
IMAT (%)	$1,3 \pm 0,4$	$\leq 2,0$
Nemasno tkivo (%)	$74,4 \pm 6,1$	min 75%
Mišićna masa (kg)	$14,3 \pm 2,2$	/
Mišićno tkivo (%)	$22,9 \pm 1,6$	min 25%
S-vrijednost	$-0,6 \pm 0,9$	$> -1,0$
BMD ( $\text{g cm}^{-3}$ )	$1,042 \pm 0,014$	1,030 – 1,060
T-vrijednost	$-0,8 \pm 0,6$	$> -1,0$

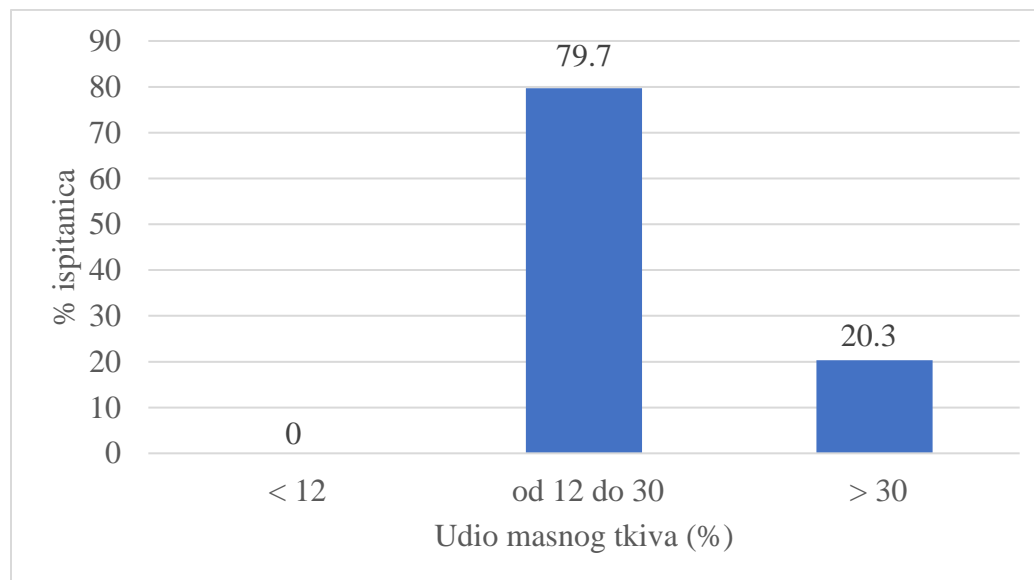
IMAT = intramuskularno masno tkivo; BMD = mineralna gustoća kostiju



Prosječan udio masnog tkiva u ispitanica iznosi  $25,5 \pm 6,1$  % te se nalazi unutar referentnih vrijednosti koje su između 12 i 30 %. Prosječan udio intramuskularnog masnog tkiva ispitanica iznosi  $1,3 \pm 0,4$  % te je također unutar poželjne vrijednosti koja je  $\leq 2,0$  %. Za razliku od masnog tkiva ispitanice imaju manjak mišićnog tkiva. Poželjna vrijednost je iznad 25 % dok je prosječan udio mišićnog tkiva u ispitanica  $22,9 \pm 1,6$  %. Izmjerena prosječna mišićna masa ispitanica iznosi  $14,3 \pm 2,2$  kg. Izmjereni parametri vezani za kosti su mineralna gustoća kostiju i T-vrijednost. Vrijednosti izmjerene kod ispitanica za ova dva parametra su unutar referentnih vrijednosti. Prosječna mineralna gustoća kosti u ispitanica iznosi  $1,042 \pm 0,014$  g cm<sup>-3</sup>, a prosječna T-vrijednost iznosi  $-0,8 \pm 0,6$  (tablica 2).

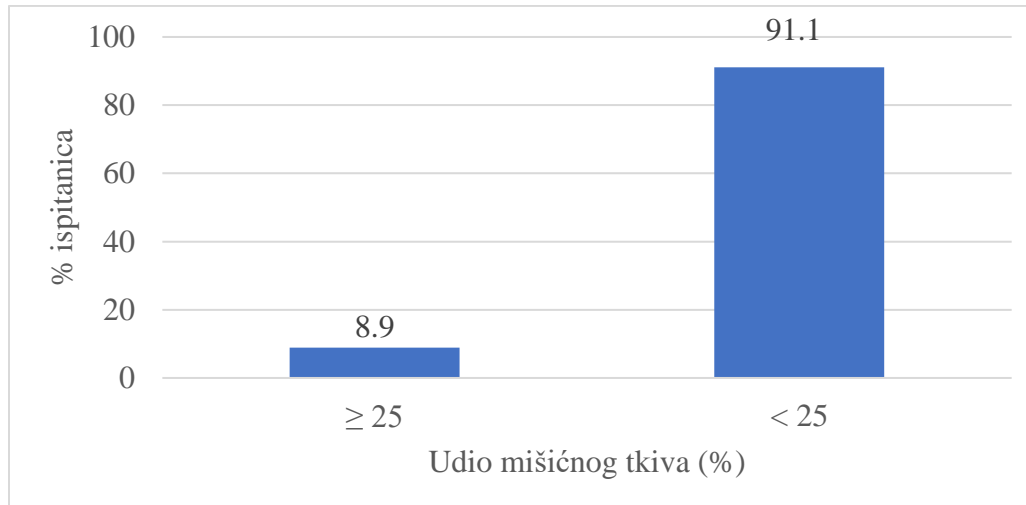
Coin i sur. (2013) su u sklopu istraživanja prevalencije sarkopenije u Italiji dobili sličan rezultat. Prosječna vrijednost mišićne mase u skupini žena dobi od 20 do 29 godina iznosila je  $16,77 \pm 2,00$  kg, što je slično dobivenoj vrijednosti mišićne mase u studentica u ovom istraživanju.

Slika 1 prikazuje raspodjelu ispitanica s obzirom na udio masnog tkiva. 79,7 % ispitanica ima udio masnog tkiva unutar referentnog intervala, odnosno između 12 i 30 %, dok njih 20,3 % ima prekomjerni udio masnog tkiva. Niti jedna ispitanica nema udio masnog tkiva ispod 12 %.



Slika 1. Raspodjela ispitanica s obzirom na udio masnog tkiva (% ispitanica)

Na slici 2 se vidi raspodjela ispitanica s obzirom na udio mišićnog tkiva. Veliki udio ispitanica, njih 91,1 %, ima udio mišićnog tkiva ispod referentne vrijednosti (< 25 %), dok njih 8,9 % ima poželjan udio mišićnog tkiva tj. 25 %.



Slika 2. Raspodjela ispitanica s obzirom na udio mišićnog tkiva (% ispitanica)

U ovom istraživanju 9 ispitanica odnosno 11,4 % ima istovremeno smanjeni udio mišićnog tkiva (<25 %) i povećani udio masnog tkiva (>30 %) tj. imaju prisutnu sarkopenijsku pretilost.

Sarkopenija je proces smanjenja mišićne mase povezan sa starenjem. Sarkopenijska pretilost se javlja kada je istovremeno prisutna pretilost i sarkopenija (Prado i sur., 2012). Kombinirani učinak pretilosti i sarkopenije pojačava težinu zdravstvenih stanja što dovodi do smanjenja funkcionalnosti, više fizičkih nemogućnosti i lošijih zdravstvenih ishoda (Baumgartner, 2000).

U istraživanju Jeng i sur. (2018) proučavali su prisutnost sarkopenije i sarkopenijske pretilosti kod muškaraca i žena dobi 18 godina i više. Koristili su podatke iz istraživanja *Louisiana Osteoporosis Study* u kojemu je sudjelovalo 4691 žena od kojih je 1639 bilo mlađe od 40 godina. Sarkopenijsku pretilost su definirali ako je bila prisutna sarkopenija i pretilost. Pomoću denzitometrije su odredili udio nemasnog i mišićnog tkiva što se koristilo za procjenu prisutnosti sarkopenije. Pokazalo se da je prevalencija sarkopenijske pretilosti u žena 2,5 %.

U tablici 3 su prikazane prosječne vrijednosti HPA indeksa te udjela izvanstanične i unutarstanične vode.

Tablica 3. HPA indeks i udio izvanstanične i unutarstanične vode ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	$\bar{x} \pm SD$	Referentne vrijednosti
HPA indeks	2,4 $\pm$ 0,6	> 3,5
ISV (%)	46,6 $\pm$ 1,9	40% ukupne vode u tijelu
USV (%)	53,4 $\pm$ 1,9	60% ukupne vode u tijelu

ISV=izvanstanična voda; USV=unutarstanična voda

Referentna vrijednost HPA indeksa je iznad 3,5 dok je u ispitanica utvrđena prosječna vrijednost 2,4  $\pm$  0,6. Količina izvanstanične vode je blago povišena, trebala bi biti 40 % ukupne vode u tijelu, a ispitanice su imale prosječno 46,6  $\pm$  1,9 %. Istovremeno prosječan udio unutarstanične vode je blago smanjen, iznosi 53,4  $\pm$  1,9 %, dok je referentna vrijednost 60 % ukupne vode u tijelu. Smanjena vrijednost HPA indeksa uz povećanu količinu izvanstanične vode i smanjenu količinu unutarstanične vode ukazuje na prisutnost kroničnog upalnog stanja niskog stupnja (Dekker i sur., 2018).

HPA indeks je parametar koji se povezuje s brojem skeletnih mišićnih stanica te odražava odnos izvanstanične i unutarstanične vode (Selberg i Selberg, 2002). Veće vrijednosti HPA indeksa ukazuju na prisutnost zdravih stanica, a niže vrijednosti ukazuju na kroničnu upalu te smanjenje mase tjelesnih stanica i propadanje stanica, dok se istovremeno povećavaju vrijednosti udjela izvanstanične vode (Malecka-Massalska i sur., 2017). Pokazalo se da su promjene u omjeru izvanstanične i unutarstanične vode povezane s nutritivnim statusom (Selberg i Selberg, 2002).

Dittmar (2003) je mjerila HPA indeks odrasle populacije pomoću uređaja BIA 2000-M (Data Input Comp., Frankfurt, Njemačka) te je proučavala utjecaj dobi, spola i tjelesne mase na vrijednosti izmjerene bioelektričnom impedancijom. U istraživanju je sudjelovalo 409 žena i 244 muškarca iz Njemačke. U skupini mladih odraslih žena (20-39 godina) prosječna vrijednost izmjerenog HPA

indeksa je bila manja od referentne vrijednosti ( $> 3,5$ ) te je iznosila  $2,2 \pm 0,05$ , što je u skladu s dobivenom vrijednosti HPA indeksa u studentica u ovom istraživanju.

#### 4.2. UNOS VODE, ENERGIJE, MAKRONUTRIJENATA I MIKRONUTRIJENATA

U tablici 4 prikazan je prosječan unos energije, vode i makronutrijenata izračunat na temelju 24-satnog prisjećanja unosa hrane i pića. Prehrambeni referentni unos (DRI) je set referentnih vrijednosti koji se koristi za procjenu i planiranje unosa nutrijenata u zdravih ljudi. Preporučeni dnevni unos vode za žene dobi između 19 i 30 godina je 2700 mL. Preporuke za unos bjelančevina, ugljikohidrata i masti mogu se prikazati kao % ukupnog dnevnog unosa energije ili u gramima na dan. Unos bjelančevina bi trebao biti 10 do 15 % ukupnog dnevnog unosa energije odnosno 46 g na dan što se odnosi na žene u dobi od 19 do 30 godina, dok je za ugljikohidrate prihvatljivi raspon od 45 do 65 % od ukupnog dnevnog unosa energije ili 130 g na dan. Preporuka za dnevni unos prehrambenih vlakana je 25 g. Unos masti bi trebao biti 20 do 35 % ukupnog dnevnog unosa energije. Zasićene masne kiseline bi se trebale unositi što manje, dok je preporučena gornja granica za unos 10 % od ukupnog energijskog unosa. Preporuka za višestruko nezasićene masne kiseline iznosi 6 do 10 % od ukupnog energijskog unosa. Kolesterol bi se trebalo unositi manje od 300 mg dnevno (Institute of Medicine, 2005).

Tablica 4. Prosječan unos vode, energije i makronutrijenata ispitanica ( $n=x$ ) utvrđen metodom 24-satnog prisjećanja ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	$\bar{x} \pm SD$
Voda (mL)	$2154,2 \pm 781,7$
Energija (kcal)	$1835,9 \pm 534,4$
Bjelančevine (g)	$77,1 \pm 26,4$
Bjelančevine (% kcal)	$17,1 \pm 4,6$

Tablica 4. Prosječan unos vode, energije i makronutrijenata utvrđen metodom 24-satnog prisjećanja ( $\bar{x} \pm SD$ ) -nastavak

Parametri	$\bar{x} \pm SD$
Ukupne masti (g)	79,6 ± 36
Ukupne masti (% kcal)	38,7 ± 10,5
Zasićene masne kiseline (g)	24,7 ± 11,9
Zasićene masne kiseline (% kcal)	12,1 ± 4,5
Jednostruko nezasićene masne kiseline (g)	24,8 ± 14
Jednostruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	12,4 ± 5,8
Višestruko nezasićene masne kiseline (g)	18,3 ± 17,5
Višestruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	8,5 ± 5,3
Kolesterol (mg)	237,3 ± 229,4
Ugljikohidrati (g)	207,8 ± 75,1
Ugljikohidrati (% kcal)	45,3 ± 10,3
Vlakna (g)	20,0 ± 12,5

Prosječan unos ugljikohidrata  $207,8 \pm 75,1$  g odnosno  $45,3 \pm 10,3$  % kcal je na donjoj granici preporuke, dok je prosječan unos bjelančevina adekvatan te iznosi  $77,1 \pm 26,4$  g odnosno  $17,1 \pm 4,6$  % kcal. Ispitanice su imale povišeni unos ukupnih masti koji je iznosio  $38,7 \pm 10,5$  % kcal. Unos zasićenih masnih kiselina je također bio povišen ( $12,1 \pm 4,5$  % kcal), dok je unos višestruko nezasićenih masnih kiselina bio adekvatan. Ispitanice su imale adekvatan prosječan unos kolesterola ( $237,3 \pm 229,4$  mg), a unos vlakana je bio prenizak ( $20,0 \pm 12,5$  g) kao i unos vode ( $2154,2 \pm 781,7$  mL) (tablica 4).

Prema preglednom radu Rocha i sur. (2016) zasićene masne kiseline mogu promijeniti djelovanje ili aktivirati receptore koji su medijatori u upalnom odgovoru. Ti receptori aktiviraju lučenje proupalnih medijatora koji pokreću upalu (Lee i sur., 2009). Stoga bi povećani unos zasićenih masnih kiselina mogao biti jedan od čimbenika koji pridonose prisutnosti kronične upale niskog stupnja u studentica.

Tablica 5 prikazuje prosječan unos određenih mikronutrijenata u ispitanica. Preporučeni dnevni unos (RDA) za vitamine B skupine iznosi: za tiamin (vitamin B<sub>1</sub>) i riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) je 1,1 mg, dok je za niacin (vitamin B<sub>3</sub>) 14 mg, a za vitamin B<sub>6</sub> 1,3 mg. Dnevni unos vitamina C bi trebao biti 75 mg, dok je preporučeni dnevni unos vitamina A 700 µg RE. Navedene preporučene vrijednosti odnose se na ženske osobe u dobi od 19 do 30 godina. Preporučeni dnevni unos za željezo iznosi 18 mg, za magnezij 310 mg te za fosfor 700 mg. Adekvatan unos (AI) za natrij iznosi 1500 mg, za kalcij 1000 mg, a za kalij 2600 mg (Institute of Medicine, 1997, 1998, 2000, 2001, 2011, 2019).

Tablica 5. Prosječan unos mikronutrijenata utvrđen metodom 24-satnog prisjećanja ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	$\bar{x} \pm SD$
Natrij (mg)	1912,6 $\pm$ 1230,4
Natrij (% preporuke)	127,5 $\pm$ 82,0
Kalij (mg)	2815,1 $\pm$ 1528,5
Kalij (% preporuke)	108,3 $\pm$ 58,8
Kalcij (mg)	783,9 $\pm$ 322,4
Kalcij (% preporuke)	78,4 $\pm$ 32,2
Magnezij (mg)	238,2 $\pm$ 149,6
Magnezij (% preporuke)	76,8 $\pm$ 48,3
Fosfor (mg)	1081,1 $\pm$ 414,2
Fosfor (% preporuke)	154,4 $\pm$ 59,2
Željezo (mg)	10,6 $\pm$ 5,1
Željezo (% preporuke)	58,6 $\pm$ 28,5
Vitamin A ( $\mu$ g RE)	590,0 $\pm$ 514,5

Tablica 5. Prosječan unos mikronutrijenata utvrđen metodom 24-satnog prisjećanja ( $\bar{x} \pm SD$ ) - nastavak

Parametri	$\bar{x} \pm SD$
Vitamin A (% preporuke)	84,3 ± 73,5
Vitamin B <sub>1</sub> (mg)	1,0 ± 0,5
Vitamin B <sub>1</sub> (% preporuke)	93,8 ± 44,8
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	1,1 ± 0,4
Vitamin B <sub>2</sub> (% preporuke)	102,8 ± 40,2
Vitamin B <sub>3</sub> (mg)	16,9 ± 9,3
Vitamin B <sub>3</sub> (% preporuke)	120,4 ± 66,4
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	1,3 ± 0,6
Vitamin B <sub>6</sub> (% preporuke)	100,1 ± 47,3
Vitamin C (mg)	110,6 ± 80,2
Vitamin C (% preporuke)	147,5 ± 106,9

Prosječan unos vitamina A ( $590,0 \pm 514,5 \mu\text{g RE}$ ) i vitamina B<sub>1</sub> ( $1,0 \pm 0,5 \text{ mg}$ ) je bio niži od preporuke, dok je unos niacina ( $16,9 \pm 9,3 \text{ mg}$ ), riboflavina ( $1,1 \pm 0,4 \text{ mg}$ ), vitamina B<sub>6</sub> ( $1,3 \pm 0,6 \text{ mg}$ ) i vitamina C ( $110,6 \pm 80,2 \text{ mg}$ ) bio u skladu s preporukom.



Ispitanice su imale adekvatan unos natrija ( $1912,6 \pm 1230,4$  mg), kalija ( $2815,1 \pm 1528,5$  mg) i previsoki unos fosfora ( $1081,1 \pm 414,2$  mg), dok je unos kalcija ( $783,9 \pm 322,4$ ), magnezija ( $238,2 \pm 149,6$  mg) i željeza ( $10,6 \pm 5,1$ ) bio prenizak (tablica 5).

Farhat i sur. (2019) su pratili unos mikronutrijenata zdravih ispitanika u dobi od 18 do 25 godina. Istraživanje je provedeno u Engleskoj i sudjelovalo je 542 studenta od kojih je bilo 310 studentica. Proveden je trodnevni dnevnik prehrane te su analizirali podatke i usporedili s britanskim preporučenim dnevnim vrijednostima (DRVs). Izračunate vrijednosti su potvrdile rezultate ovog istraživanja. Pokazao se manjak unosa vitamina A i vitamina B<sub>1</sub>, a unos niacina, riboflavina i vitamina B<sub>6</sub> je bio u skladu s preporukom. U skupini adekvatno uhranjenih studentica unos vitamina A je iznosio 591 µg, a unos vitamina B<sub>1</sub> je iznosio 1,2 mg. Unos niacina je iznosio 18,09 mg, unos riboflavina 1,16 mg, a unos vitamina B<sub>6</sub> 1,59 mg. Također je utvrđen povećani unos natrija (2395 mg) i fosfora (2294 mg), čiji unos je bio veći nego u ovom istraživanju.

#### 4.3. PREHRAMBENI UNOS, ANTROPOMETRIJSKI PARAMETRI I KOMPONENTE SASTAVA TIJELA S OBZIROM NA UDIO MASNOG TKIVA I HPA INDEKS

U tablici 6 su prikazani antropometrijski parametri i komponente sastava tijela ispitanica s obzirom na udio masnog tkiva. Ispitanice su podijeljene u dvije skupine: studentice koje su imale adekvatan udio masnog tkiva koji iznosi od 12-30 % te studentice koje su imale udio masnog tkiva veći od 30 %.

Tablica 6. Antropometrijski parametri i komponente sastava tijela u ispitanica s obzirom na udio masnog tkiva ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	Udio masnog tkiva 12-30 % (n=63)	Udio masnog tkiva >30 % (n=16)	p-vrijednost
Tjelesna masa (kg)	$59,0 \pm 5,1$	$76,3 \pm 9,5$	<0,001
Tjelesna visina (cm)	$168,5 \pm 6,1$	$168,3 \pm 7,7$	0,928
ITM (kg m <sup>-2</sup> )	$20,8 \pm 1,8$	$26,9 \pm 2,4$	<0,001

Tablica 6. Antropometrijski parametri i komponente sastava tijela u ispitanica s obzirom na udio masnog tkiva ( $\bar{x} \pm SD$ ) - nastavak

Parametri	Udio masnog tkiva 12-30 % (n=63)	Udio masnog tkiva >30 % (n=16)	p-vrijednost
Masno tkivo (%)	23,1 ± 3,8	35,1 ± 3,2	<0,001
IMAT (%)	1,1 ± 0,3	1,9 ± 0,2	<0,001
Nemasno tkivo (%)	76,8 ± 4,0	64,9 ± 3,2	<0,001
Mišićna masa (kg)	13,7 ± 1,7	16,7 ± 2,3	<0,001
S-vrijednost	-0,9 ± 0,7	0,5 ± 0,7	<0,001
Mišićno tkivo (%)	23,1 ± 1,7	21,9 ± 1,1	0,002
BMD (g cm <sup>-3</sup> )	1,046 ± 0,009	1,025 ± 0,019	<0,001

ITM = indeks tjelesne mase; IMAT = intramuskularno masno tkivo; BMD = mineralna gustoća kostiju

Studentice s povećanim udjelom masnog tkiva imaju statistički značajno veću tjelesnu masu, ITM, udio intramuskularnog masnog tkiva, mišićnu masu i S-vrijednost s obzirom na ispitanice s adekvatnim udjelom masnog tkiva. Ispitanice koje imaju adekvatan udio masnog tkiva imaju statistički značajno veći udio nemasnog tkiva i mišićnog tkiva nego ispitanice s udjelom masnog tkiva većim od 30 %. Također ispitanice s povećanim udjelom masnog tkiva imaju statistički značajno manju mineralnu gustoću kostiju s obzirom na ispitanice s adekvatnim udjelom masnog tkiva (tablica 6).

U mlađim populacijama mišićno tkivo je prediktor mineralne gustoće kostiju, dok se povećani udio masnog tkiva povezuje sa smanjenom mineralnom gustoćom kostiju i povećanim rizikom od prijeloma (Weiler i sur., 2000; Goulding i sur., 2000).

Tablica 7. HPA indeks i udio izvanstanične i unutarstanične vode u ispitanica s obzirom na udio masnog tkiva ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	Udio masnog tkiva 12-30 % (n=63)	Udio masnog tkiva >30 % (n=16)	p-vrijednost
HPA indeks	2,4 ± 0,6	2,3 ± 0,5	0,535
ISV (%)	47,3 ± 1,4	44,0 ± 1,3	<0,001
USV (%)	52,7 ± 1,4	56,0 ± 1,3	<0,001

ISV= izvanstanična voda; USV= unutarstanična voda

Nije utvrđena statistički značajna razlika u vrijednostima HPA indeksa između skupine s adekvatnim udjelom masnog tkiva i skupine s povišenim udjelom masnog tkiva (tablica 7). Obje skupine ispitanica imaju prosječno "flat low" odnosno ravni niski HPA indeks (<2,6), što znači da im je razina kortizola niska te nema normalnog povećanja i smanjenja razine tijekom dana. Utvrđena je razlika u količini izvanstanične i unutarstanične vode između ispitanica s adekvatnim udjelom masnog tkiva (12-30 %) i ispitanica s povećanim udjelom masnog tkiva (>30 %). Studentice s adekvatnim udjelom masnog tkiva imaju statistički značajno veću količinu izvanstanične vode te manju količinu unutarstanične vode nego studentice s povećanim udjelom masnog tkiva (tablica 7), što ukazuje na to da je u tijelu ispitanica s adekvatnim udjelom masnog tkiva prisutna kronična upala niskog stupnja, što je suprotno od očekivanog.

Tablica 8. Prosječan unos energije i makronutrijenata s obzirom na udio masnog tkiva ispitanica ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	Udio masnog tkiva 12-30 % (n=63)	Udio masnog tkiva >30 % (n=16)	p-vrijednost
Energija (kcal)	1835,2 ± 560,2	1838,6 ± 433,8	0,982
Bjelančevine (g)	77,5 ± 27,6	75,4 ± 22,0	0,774
Bjelančevine (% kcal)	17,3 ± 4,8	16,6 ± 3,7	0,590
Ukupne masti (g)	78,4 ± 39,0	84,5 ± 20,6	0,391
Ukupne masti (% kcal)	38,0 ± 11,0	41,8 ± 7,6	0,188
Zasićene masne kiseline (g)	24,6 ± 12,4	25,1 ± 9,7	0,882
Zasićene masne kiseline (% kcal)	12,1 ± 4,7	12,2 ± 3,6	0,918
Jednostruko nezasićene masne kiseline (g)	24,4 ± 14,8	26,6 ± 10,4	0,580
Jednostruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	12,0 ± 5,7	13,8 ± 6,3	0,290
Višestruko nezasićene masne kiseline (g)	18,0 ± 18,8	19,5 ± 11,5	0,684

Tablica 8. Prosječan unos energije i makronutrijenata s obzirom na udio masnog tkiva ispitanica ( $\bar{x} \pm SD$ ) - nastavak

Parametri	Udio masnog tkiva 12-30 % (n=63)	Udio masnog tkiva >30 % (n=16)	p-vrijednost
Višestruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	8,3 ± 5,3	9,5 ± 5,2	0,400
Kolesterol (mg)	249,5 ± 242,0	189,6 ± 168,9	0,355
Ugljikohidrati (g)	209,8 ± 77,0	200,1 ± 69,2	0,646
Ugljikohidrati (% kcal)	45,9 ± 10,8	42,9 ± 8,1	0,309
Vlakna (g)	20,6 ± 13,5	17,5 ± 7,0	0,210

Prema rezultatima ne postoji statistički značajna razlika u unosu energije i makronutrijenata između studentica s udjelom masnog tkiva od 12 do 30 % i studentica s udjelom masnog tkiva većim od 30 % (tablica 8). Mora se uzeti u obzir da je prehrambeni unos procijenjen na temelju jednog 24-h prisjećanja unosa hrane i pića te je potrebno pratiti prehranu studentica dulje vrijeme za provjeru dobivenih rezultata.

Tablica 9. Antropometrijski parametri i komponente sastava tijela s obzirom na HPA indeks ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	HPA indeks $\leq 2,5$ (n=50)	HPA indeks $>2,5-3,5$ (n=28)	p-vrijednost
Tjelesna masa (kg)	63,5 $\pm$ 10,5	60,9 $\pm$ 6,8	0,236
Tjelesna visina (cm)	170,3 $\pm$ 6,6	165,6 $\pm$ 4,6	<0,001
ITM (kg m <sup>-2</sup> )	21,9 $\pm$ 3,2	22,3 $\pm$ 3,0	0,637
Masno tkivo (%)	25,9 $\pm$ 6,2	24,9 $\pm$ 5,9	0,486
IMAT (%)	1,3 $\pm$ 0,4	1,2 $\pm$ 0,4	0,413
Nemasno tkivo (%)	73,9 $\pm$ 6,3	75,1 $\pm$ 5,9	0,439
Mišićna masa (kg)	14,2 $\pm$ 2,5	14,3 $\pm$ 1,6	0,787
S-vrijednost	-0,8 $\pm$ 0,9	-0,3 $\pm$ 0,8	0,017
Mišićno tkivo (%)	22,4 $\pm$ 1,4	23,6 $\pm$ 1,4	<0,001
BMD (g cm <sup>-3</sup> )	1,041 $\pm$ 0,015	1,043 $\pm$ 0,013	0,979
T-vrijednost	-0,8 $\pm$ 0,7	-0,8 $\pm$ 0,5	0,619

ITM = indeks tjelesne mase; IMAT = intramuskularno masno tkivo; BMD = mineralna gustoća kostiju

HPA indeks se povezuje s brojem mišićnih skeletnih stanica (Selberg i Selberg, 2002). Pokazalo se da je niski ravni HPA indeks povezan s lošijom funkcijom mišića, smanjenom mišićnom

snagom i volumenom mišića te da ima ulogu u pojavi sarkopenije povezanom sa starenjem (Basile i sur., 2014). Vrijednosti HPA indeksa  $<3,5$  ukazuju na nepravilno lučenje kortizola tijekom dana odnosno nema pravilnog povećanja i smanjenja razine kortizola tijekom dana. Kod ispitanica koje imaju ravni visoki ("flat high") HPA indeks ( $>2,5-3,5$ ) razina kortizola je visoka tijekom dana, dok je kod ispitanica s ravnim niskim ("flat low") HPA indeksom obratno te je razina kortizola niska tijekom cijelog dana. Pokazala se statistički značajna razlika u količini mišićnog tkiva između dvije skupine ispitanica. Studentice s ravnim visokim HPA indeksom imale su veći udio mišićnog tkiva ( $23,6 \pm 1,4$  %) nego studentice s ravnim niskim HPA indeksom, kod kojih je udio mišićnog tkiva bio  $22,4 \pm 1,4$  %.

Tablica 10. Prosječan HPA indeks i udio izvanstanične i unutarstanične vode s obzirom na HPA indeks ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	HPA indeks $\leq 2,5$ (n=50)	HPA indeks $>2,5-3,5$ (n=28)	p-vrijednost
HPA indeks	$2,1 \pm 0,3$	$3,0 \pm 0,3$	$<0,001$
ISV (%)	$46,6 \pm 2,1$	$46,6 \pm 1,5$	0,938
USV (%)	$53,4 \pm 2,1$	$53,4 \pm 1,5$	0,938

ISV=izvanstanična voda; USV=unutarstanična voda

Pri podjeli studentica na one koje imaju ravni niski ( $\leq 2,5$ ) i ravni visoki ( $>2,5-3,5$ ) HPA indeks nije uočena statistički značajna razlika u udjelu izvanstanične i unutarstanične vode. Obje skupine studentica imaju veći udio izvanstanične vode od referentne vrijednosti (40%) te manji udio unutarstanične vode od referentne vrijednosti (60%) što ukazuje na prisutnost kroničnog upalnog stanja niskog stupnja. Treba se uzeti u obzir da nijedna skupina nema prosječan HPA indeks veći od 3,5 što znači da nemaju normalno lučenje kortizola tijekom dana te prema vrijednosti HPA

indeksa to može biti indikator upalnog stanja. Samo jedna ispitanica ima vrijednost HPA indeksa >3,5.

HPA indeks prikazuje distribuciju vode u izvanstaničnim i unutarstaničnim prostorima (Schwenk i sur., 2000). Smatra se da je povećana količina izvanstanične vode u kombinaciji sa smanjenom količinom unutarstanične vode povezana s kroničnim upalnim stanjem (Dekker i sur., 2018).

Tablica 11. Prosječan unos energije i makronutrijenata s obzirom na HPA indeks ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	HPA indeks $\leq 2,5$ (n=50)	HPA indeks $>2,5-3,5$ (n=28)	p-vrijednost
Energija (kcal)	1837,5 $\pm$ 508,6	1834,6 $\pm$ 596,2	0,982
Bjelančevine (g)	78,4 $\pm$ 24,8	74,3 $\pm$ 29,7	0,524
Bjelančevine (% kcal)	17,3 $\pm$ 4,1	16,6 $\pm$ 5,5	0,553
Ukupne masti (g)	77,2 $\pm$ 26,7	84,9 $\pm$ 48,8	0,447
Ukupne masti (% kcal)	38,0 $\pm$ 10,0	40,6 $\pm$ 11,2	0,297
Zasićene masne kiseline (g)	25,3 $\pm$ 10,2	23,5 $\pm$ 14,7	0,572
Zasićene masne kiseline (% kcal)	12,5 $\pm$ 4,4	11,4 $\pm$ 4,7	0,318
Jednostruko nezasićene masne kiseline (g)	23,8 $\pm$ 11,7	27,0 $\pm$ 17,5	0,390



Tablica 11. Prosječan unos energije i makronutrijenata s obzirom na HPA indeks ( $\bar{x} \pm SD$ ) - nastavak

Parametri	HPA indeks $\leq 2,5$ (n=50)	HPA indeks $>2,5-3,5$ (n=28)	p-vrijednost
Jednostruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	12,1 $\pm$ 6,0	13,1 $\pm$ 5,5	0,499
Višestruko nezasićene masne kiseline (g)	15,6 $\pm$ 9,4	23,3 $\pm$ 26,1	0,140
Višestruko nezasićene masne kiseline (% kcal)	7,5 $\pm$ 3,7	10,4 $\pm$ 7,1	0,049
Kolesterol (mg)	222,3 $\pm$ 209,4	266,8 $\pm$ 266,4	0,417
Ugljikohidrati (g)	211,8 $\pm$ 77,7	199,4 $\pm$ 72,1	0,492
Ugljikohidrati (% kcal)	45,7 $\pm$ 9,7	44,2 $\pm$ 11,5	0,555
Vlakna (g)	20,1 $\pm$ 11,6	19,9 $\pm$ 14,5	0,940

Kod podjele studentica prema HPA indeksu nije se pokazala statistički značajna razlika u unosu energije i makronutrijenata između dvije skupine ispitanica osim kod unosa višestruko nezasićenih masnih kiselina (% kcal) (tablica 11). Studentice s niskim ravnim HPA indeksom imale su manji unos višestruko nezasićenih masnih kiselina (7,5  $\pm$  3,7 % kcal) nego studentice s visokim ravnim HPA indeksom čiji je unos iznosio 10,4  $\pm$  7,1 % kcal. Treba uzeti u obzir da je prikupljeno samo jedno 24-h prisjećanje te da bi za preciznije rezultate trebali pratiti prehranu studentica više dana.

#### 4.4. SPEARMANOVI KOEFICIJENTI KORELACIJE IZMEĐU KOMPONENTI SASTAVA TIJELA, PARAMETARA KRONIČNOG UPALNOG STANJA NISKOG STUPNJA I DIJETETIČKIH PARAMETARA

Tablica 12. Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenti sastava tijela

Parametri	ITM (kg m <sup>-2</sup> )	Nemasno tkivo (%)	Mišićno tkivo (%)	Masno tkivo (%)	IMAT (%)	BMD (g cm <sup>-3</sup> )
ITM (kg m <sup>-2</sup> )	1	-0,90*	-0,09	0,89*	0,90	-0,86*
Nemasno tkivo (%)	-0,90*	1	0,43*	-1,00*	-0,99*	0,95*
Mišićno tkivo (%)	-0,09	0,43*	1	-0,42*	-0,41*	0,39*
Masno tkivo (%)	0,89*	-1,00*	-0,42*	1	0,99*	-0,95*
IMAT (%)	0,90*	-0,99*	-0,41*	0,99*	1	-0,95*
BMD (g cm <sup>-3</sup> )	-0,86*	0,95*	0,39*	-0,95*	-0,95*	1

BMD=mineralna gustoća kostiju; IMAT=intramuskularno masno tkivo; ITM=indeks tjelesne mase

\*statistički značajno na razini p<0,05

Spearmanovi koeficijenti korelacije su pokazali da udio nemasnog tkiva, udio mišićnog tkiva i mineralna gustoća kostiju statistički značajno negativno koreliraju s udjelom masnog tkiva i udjelom intramuskularnog masnog tkiva (tablica 12). Prema ovim rezultatima povećana količina masnog tkiva djeluje negativno na mineralnu gustoću kostiju, dok udio mišićnog i nemasnog tkiva povoljno djeluju na mineralnu gustoću kosti.

U mnogim istraživanjima utvrđena je pozitivna korelacija udjela masnog tkiva i ITM s mineralnom gustoćom kostiju (Reid, 2008; Khosla i sur., 1996). Rezultati su kontradiktorni jer neka istraživanja pokazuju negativnu korelaciju između udjela masnog tkiva i mineralne gustoće kostiju (Mobley i sur, 2005; Blum i sur; 2003). Smatra se da veći utjecaj na mineralnu gustoću kostiju ima udio mišićnog i nemasnog tkiva te količina skeletnih mišića (Wang i sur., 2005).

Rezultate je potvrdilo istraživanje Oliviera Bierhals i sur. (2019) provedeno u Brazilu koje je pokazalo pozitivan utjecaj nemasnog i mišićnog tkiva na mineralnu gustoću kostiju kod ženskih ispitanica u dobi od 18 do 22 godine. Smanjena mineralna gustoća kostiju kod pretilih ispitanica primijećena je kod onih u dobi od 18 godina.

Istraživanje Wang i sur. (2005) koji su proučavali utjecaj mišićnog i masnog tkiva na mineralnu gustoću kostiju mladih žena potvrdilo je dobivene rezultate. Istraživanje je provedeno na sveučilištu u Kaliforniji i sudjelovala je 921 žena u dobi od 20 do 25 godina. Mjerenje je provedeno pomoću denzitometrije. Pokazala se pozitivna korelacija mišićnog i masnog tkiva s mineralnom gustoćom kostiju. Nemasno tkivo ima povoljan učinak na mineralnu gustoću kostiju, osobe koje su imale više nemasnog tkiva imale su veću mineralnu gustoću kostiju.

Tablica 13. Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenti sastava tijela i HPA indeksa

Parametri	HPA indeks	ISV (%)	USV (%)
ITM (kg m <sup>-2</sup> )	0,20	-0,82*	0,82*
Nemasno tkivo (%)	0,04	0,81*	-0,81*
Mišićna masa (kg)	0,24*	-0,81*	0,81*
Mišićno tkivo (%)	0,55*	0,07	-0,07
S-vrijednost	0,44*	-0,72*	0,72*

Tablica 13. Spearmanovi koeficijenti korelacije između komponenti sastava tijela i HPA indeksa  
-nastavak

Parametri	HPA indeks	ISV (%)	USV (%)
Masno tkivo (%)	-0,04	-0,80*	0,80*
IMAT (%)	-0,04	-0,81*	0,81*
BMD (g cm <sup>-3</sup> )	0,03	0,76*	-0,76*

BMD=mineralna gustoća kostiju; IMAT=intramuskularno masno tkivo; ITM=indeks tjelesne mase; ISV=izvanstanična voda; USV=unutarstanična voda

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

HPA indeks je statistički značajno pozitivno korelirao s mišićnom masom, udjelom mišićnog tkiva i S-vrijednosti, što ukazuje na to da se povećanjem mišićnog tkiva može smanjiti prisutnost upalnog stanja. Utvrđena je statistički značajna pozitivna korelacija između mišićne mase i udjela unutarstanične vode te između S-vrijednosti i udjela unutarstanične vode. Istovremeno su mišićna masa i S-vrijednost statistički značajno negativno korelirali s udjelom izvanstanične vode (tablica 13).

Rezultate je potvrdilo brazilsko istraživanje Gonzales i sur. (2016) koji su proučavali HPA indeks zdravih osoba te utjecaj komponenata sastava tijela na njegove vrijednosti. Sudjelovalo je 1442 ispitanika od kojih je 58,5 % bilo žena. Najveća statistički značajna pozitivna korelacija u žena se pokazala između HPA indeksa i udjela nemasnog tkiva ( $r=0,45$ ).

Tablica 14. Spearmanovi koeficijenti korelacije između unosa energije i makronutrijenata i komponenti sastava tijela

Parametri	ITM (kg m <sup>-2</sup> )	Nemasno tkivo (%)	Mišićno tkivo (%)	Masno tkivo (%)	IMAT (%)	BMD (g cm <sup>-3</sup> )
Energija (kcal)	-0,08	0,09	-0,02	-0,07	-0,09	0,09
Bjelančevine (g)	-0,09	0,09	-0,05	-0,09	-0,09	0,05
Masti (g)	-0,02	-0,01	-0,12	0,02	0,01	0,02
SFA (g)	-0,12	0,13	-0,06	-0,12	-0,14	0,16
MUFA (g)	-0,00	-0,01	-0,00	0,03	0,03	0,02
PUFA (g)	0,03	-0,00	-0,01	0,01	-0,00	0,04
Kolesterol (mg)	-0,09	0,08	0,08	-0,07	-0,09	0,03
Ugljikohidrati (g)	-0,11	0,12	0,06	-0,11	-0,13	0,10
Vlakna (g)	-0,02	0,01	0,06	-0,00	0,00	0,02

SFA=zasićene masne kiseline; MUFA=jednostruko nezasićene masne kiseline; PUFA=višestruko nezasićene masne kiseline; BMD=mineralna gustoća kostiju; IMAT=intramuskularno masno tkivo; ITM=indeks tjelesne mase

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

Pokazalo se da nema statistički značajne korelacije između unosa energije i makronutrijenata s komponentama sastava tijela (tablica 14). Može se zaključiti da unos energije i makronutrijenata

ne utječe na indeks tjelesne mase, udio nemasnog, mišićnog, masnog i intramuskularnog masnog tkiva ili na mineralnu gustoću kostiju. Treba se uzeti u obzir da se radi o jednom 24-satnom prisjećanju te da bi za točnije rezultate trebali pratiti prehrambeni unos studentica više dana.

Tablica 15. Spearmanovi koeficijenti korelacije između unosa energije i makronutrijenata i HPA indeksa

Parametri	HPA indeks
Energija (kcal)	-0,03
Bjelančevine (g)	-0,05
Masti (g)	0,08
SFA (g)	-0,06
MUFA (g)	0,12
PUFA (g)	0,19
Kolesterol (mg)	0,09
Ugljikohidrati (g)	-0,10
Vlakna (g)	0,02

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

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

Nisu utvrđene statistički značajne korelacije između HPA indeksa te unosa energije i makronutrijenata (tablica 15), što ukazuje na to da unos energije i makronutrijenata nema utjecaja na pojavu i prisutnost kroničnog upalnog stanja niskog stupnja.

U ovom istraživanju korištena je dijetetička metoda 24-satnog prisjećanje unosa hrane i pića za jedan dan, što nije reprezentativno za procjenu uobičajenog unosa energije i nutrijenata. Nedostatak metode je što se temelji na prisjećanju te može doći do podcjenjivanja ili precjenjivanja unosa hrane koja se konzumirala. U programu "Prehrana", koji je korišten za obradu 24-satnih prisjećanja, nedostaju podaci za kemijski sastav određenih prehrambenih proizvoda pa dolazi do modifikacije unosa. Nedostatak podataka o sadržaju mikronutrijenata u nekim namirnicama i prehrambenim proizvodima utječe na točnost procijenjenog unosa nekih mikronutrijenata u ovom istraživanju.

## 5. ZAKLJUČAK

S obzirom na cilj ovog istraživanja i na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti:

1. Prema prosječnoj vrijednosti indeksa tjelesne mase studentice su adekvatno uhranjene. Ispitanice imaju adekvatan udio masnog tkiva i intramuskularnog masnog tkiva te smanjeni udio nemasnog i mišićnog tkiva.
2. Pokazalo se da sve studentice osim jedne imaju vrijednosti HPA indeksa manje od referentne vrijednosti koja je  $>3,5$ , što ukazuje na nepravilno lučenje kortizola te nepostajanje normalnog porasta i snižavanja razine kortizola tijekom dana. Prosječan udio izvanstanične vode kod studentica je bio veći od referentne vrijednosti, dok je udio unutarstanične vode bio manji od referentne vrijednosti. S obzirom na prosječnu vrijednost HPA indeksa i udjela izvanstanične i unutarstanične vode može se zaključiti da je u tijelu ispitanica prisutno kronično upalno stanje niskog stupnja.
3. Utvrđen je adekvatan unos bjelančevina dok je unos ugljikohidrata bio na donjoj granici preporučene vrijednosti. Unos ukupnih masti i zasićenih masnih kiselina je bio povišen dok je unos nezasićenih masnih kiselina bio adekvatan. Utvrđen je adekvatan unos kolesterola te smanjen unos prehrambenih vlakana. Prosječan unos vitamina A i vitamina B<sub>1</sub> je bio niži od preporuke, dok je unos niacina, riboflavina, vitamina B<sub>6</sub> i vitamina C bio adekvatan. Prosječan unos fosfora je bio previsok, unos natrija i kalija je bio u skladu s preporukom, dok je unos kalcija, magnezija i željeza bio prenizak.
4. Mineralna gustoća kostiju je statistički značajno negativno korelirala s udjelom masnog tkiva ( $r=-0,95$ ,  $p<0,05$ ), dok je statistički značajno pozitivno korelirala s udjelom nemasnog tkiva ( $r=0,95$ ,  $p<0,05$ ) i udjelom mišićnog tkiva ( $r=0,39$ ,  $p<0,05$ ). Prema ovim rezultatima povećana količina masnog tkiva djeluje negativno na mineralnu gustoću kostiju, dok udio mišićnog i nemasnog tkiva povoljno djeluju na mineralnu gustoću kosti.
5. HPA indeks je statistički značajno pozitivno korelirao s udjelom mišićnog tkiva ( $r=0,55$ ,  $p<0,05$ ) i mišićnom masom ( $r=0,24$ ,  $p<0,05$ ). Povećanje udjela mišićnog tkiva bi moglo pomoći u regulaciji lučenja kortizola te kontroli kroničnog upalnog stanja niskog stupnja.



6. Nije utvrđena statistički značajna korelacija između dijetetičkih parametara i komponenti sastava tijela, što ukazuje na to da unos energije i makronutrijenata nema utjecaja na udio masnog i mišićnog tkiva.

## 6. LITERATURA

Arron, J. R., Choi, Y. (2000) Bone versus immune system. *Nature* **408**, 535-536.

Atkins, J. L., Whincup, P. H., Morris, R. W., Wannamethee, S. G. (2014) Low muscle mass in older men: the role of lifestyle, diet and cardiovascular risk factors. *J. Nutr. Health. Aging.* **18**, 26-33.

Azevedo, A., Santos, A. C., Riberio, L., Azevedo, I. (2009) The metabolic syndrome. U: Oxidative stress, Inflammation and Angiogenesis in the Metabolic syndrome (Soares, R., Costa, C., ured.), Springer science, New york, USA, str. 1-19.

Baker-LePain, J. C., Nakamura, M. C., Lane, N. E. (2011) Effects of inflammation on bone: an update. *Cur. Opin. Rheumatol.* **23**, 389-395.

Basile, C., Della-Morte, D., Cacciatore, F., Gargiulo, G., Roselli, G. M., Curcio, F., Bonaduce, D., Abete, P. (2014) Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Exp. Gerontol.* **58**, 43-46.

Baumgartner, R. N. (2000) Body composition in healthy aging. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **904**, 437-448.

Baumgartner, R. N., Chumlea, W. C., Roche, A. F. (1988) Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.* **48**, 16-23.

Belanger, C., Luu-The, V., Dupont, P., Tchernof, A. (2002) Adipose tissue intracrinology: potencial importance of local androgen/estrogen metabolism in the regulation of adiposity. *Horm. Metab. Res.* **34**, 737-745.

Blum, M., Harris, S. S., Must, A., Naumova, E. N., Phillips, S. M., Rand, W. M., Dawson-Hughes, B. (2003) Leptin, body composition and bone mineral density in premenopausal women. *Calcif Tissue Int* **73**, 27– 32.

Bosy-Westphal, A., Danelzik, S., Dorhofer, R. P., Later, W., Wiese, S., Muller, M. J. (2006) Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J. Parenter. Enteral Nutr.* **30**, 309-316.

- Centritto, F., Iacoviello, L., di Giuseppe, R., De Curtis, A., Costanzo, S., Zito, F., Grioni, S., Sieri, S., Donati, M. B., de Gaetano, G., Di Castelnuovo, A., Moli-sani Investigators (2009) Dietary patterns, cardiovascular risk factors and C-reactive protein in a healthy Italian population. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **19**, 697-706.
- Chacko, S. A., Song, Y., Nathan, L., Tinker, L., H de Boer, I., Tylavsky, F., Wallace, R., Liu, S. (2010) Relations of dietary magnesium intake to biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in an ethnically diverse cohort of postmenopausal woman. *Diabetes Care* **33**, 304-310.
- Chun, O. K., Chung, S. J., Claycombe, K. J., Song, W. O. (2008) Serum C-reactive protein concentrations are inversely associated with dietary flavonoid intake in U. S. adults. *J. Nutr.* **138**, 753-760.
- Coin, A., Sarti, S., Ruggiero, E., Giannini, S., Pedrazzoni, M., Minisola, S., Rossini, M., Del Puente, A., Inelmen, E. M., Manzato, E., Sergi, G. (2013) Prevalence of sarcopenia based on different diagnostic criteria using DEXA and appendicular skeletal muscle mass reference values in an Italian population aged 20 to 80. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **14**, 507-512.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F. (2010) Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing* **39**, 412-423.
- Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F., Schneider, S. M., Zuniga, C., Arai, H., Boirie, Y. (2014) Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS) *Age Ageing* **43**, 748-759.
- Cutolo, M., Soldano, S., Smith, V. (2019) Pathophysiology of systemic sclerosis: current understanding and new insights. *Expert Rev. Clin. Immunol.* **15**, 753-764.
- Dekker, M. J. E., van der Sande, F. M., van den Berghe, F., Leunissen, K. M. L., Kooman, J. P. (2018) Fluid overload and inflammation axis. *Blood Purif.* **45**, 159-165.
- Dhillon, R. J., Hasni, S. (2017) Pathogenesis and management of sarcopenia. *Clin. Geriatr. Med.* **33**, 17-26.

- Dittmar, M. (2003) Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: Effects of age, gender, and body mass. *Am. J. Phys. Anthropol.* **122**, 361-370.
- Du, H., L van der A, D., M E van Bakel, M., J H van der Kallen, C., E Blaak, E., M J van Greevenbroek, H J M Jansen, E., Nijpels, G., D A Stehouwer, C., M Dekker, J., J M Frekens, E. (2008) Glycemic index and glycemic load in relation to food and nutrient intake and metabolic risk factors in a dutch population. *Am. J. Clin. Nutr.* **87**, 655-661.
- Dutra, M. T., Avelar, B. P., Souza, V. C., Bottaro, M., Oliveira, R. J., Nobrega, O. T. (2015) Relationship between sarcopenic obesity-related phenotypes and inflammatory markers in postmenopausal women. *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* **37**, 205-210.
- Eleftheriou, F., Ahn, J. D., Takeda, S., Starbuck, M., Yang, X., Liu, X., Kondo, H., Richards, W., Bannon, T., Noda, M., Clement, K., Vaisse, C., Karsenty, G. (2005) Leptin regulation of bone resorption, by the sympathetic nervous system and CART. *Nature* **434**, 514-520.
- Enns, D. L., Tiidus, P. M. (2010) The influence of estrogen on skeletal muscle: sex matters. *Sports. Med.* **40**, 41-58.
- Ershler, W. B., Keller, E. T. (2000) Age-associated increased interleukin-6 gene expression, late-life diseases, and frailty. *Annu. Rev. Med.* **51**, 245-270.
- Esposito, K., Marfella, R., Ciotola, M., Di Palo, C., Giugliano, F., Giugliano, G., D'Armiento, M., D'Andrea, F., Giugliano, D. (2004) Effect of a Mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and markers of vascular inflammation in the metabolic syndrome: a randomized trial. *JAMA* **292**, 1440-1446.
- Faggioni, R., Feingold, F. R., Grunfeld, C. (2001) Leptin regulation of the immune response and the immunodeficiency of malnutrition. *Faseb. J.* **15**, 2565-2571.
- Farhat, G., Lees, E., Macdonald Clarke, C., Amirabdollahian F. (2019) Inadequacies of micronutrient intake in normal weight and overweight young adults aged 18-25 years: a cross-sectional study. *Public Health* **167**, 70-77.
- Frontera, W. R., Ochala, J. (2015) Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcif. Tissue Int.* **96**, 183-195.

- Galland, L. (2010) Diet and inflammation. *Nutr. Clin. Pract.* **25**, 634-640.
- Ganesan, K., Teklehaimanot, S., Tran, T. H., Asuncion, M., Norris, K. (2005) Relationship of C-reactive protein and bone mineral density in community-dwelling elderly females. *J. Natl. Med. Assoc.* **97**, 329-333.
- Gonzales- Gallego, J., Sanchez-Campos, S., Tunon, M. J. (2007) Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids. *Nutr. Hosp.* **22**, 287-293.
- Gonzalez, M. C., Barbosa-Silva, T., Bielemann, R. M., Gallagher, D., Heymsfield, S. B. (2016) Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. *Am. J. Clin. Nutr.* **103**, 107-112.
- Goodman, C. A., Hornberger, T. A., Robling, A. G. (2015) Bone and skeletal muscle: Key players in mechanotransduction and potential overlapping mechanisms. *Bone* **80**, 24-36.
- Gotsis, E., Anagnostis, P., Mariolis, A., Vlachou, A., Katsiki, N., Karagiannis, A. (2015) Health benefits of the Mediterranean diet: An update of research over the last 5 years. *Angiology* **66**, 304-318.
- Goulding, A., Jones, I. E., Taylor, R. W., Manning, P. J., Williams, S. M. (2000) More broken bones: a 4-year double cohort study of young girls with and without distal forearm fractures. *J. Bone. Miner. Res.* **10**, 2008-2011.
- Hotamisligil, G. S. (2006) Inflammation and metabolic disorders, *Nature* **444**, 860-867.
- Hubbard, R., O'Mahony, M., Calvrt, B., Woodhouse, K. (2008) Nutrition, inflammation and leptin levels in aging and frailty. *J. Am. Geriatr. Soc.* **56**, 279-284.
- 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., Ilich, J. Z. (2015) The microbiome and osteosarcopenic obesity in older individuals in long-term care facilities. *Curr. Osteoporos. Rep.* **13**, 358-362.

Institute of Medicine (1997) Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. National Academies Press, Washington, DC.

Institute of Medicine (1998) Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. National Academies Press, Washington, DC.

Institute of Medicine (2000) Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. National Academies Press, Washington, DC.

Institute of Medicine (2001) Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. National Academies Press, Washington, DC.

Institute of Medicine (2005) Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. National Academies Press, Washington, DC.

Institute of Medicine (2011) Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. National Academies Press, Washington, DC.

Institute of Medicine (2019) Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium. National Academies Press, Washington, DC.

Jeng, C., Zhao, L. J., Wu, K., Zhou, Y., Chen, T., Deng, H. W. (2018) Race and socioeconomic effect on sarcopenia and sarcopenic obesity in the Louisiana osteoporosis study (LOS). *Clin. Rep.* **3**, 2.

Jo, E., Lee, S. R., Park, B. S., Kim, J. S. (2012) Potential mechanisms underlying the role of chronic inflammation in age-related muscle wasting. *Aging Clin. Exp. Res.* **24**, 412-422.

Karsenty, G., Ferron, M. (2012) The contribution of bone to whole-organism physiology. *Nature* **481**, 314-320.

Kelly, O. J., Gilman, J. C., Kim, Y., Ilich, J. Z. (2013) Long-chain polyunsaturated fatty acid may mutually benefit both obesity and osteoporosis. *Nutr. Res.* **33**, 521-533.

- Kershaw, E. E., Flier, J. S. (2004) Adipose tissue as an endocrine organ. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **89**, 2548-2556.
- Khosla, S., Atkinson, E. J., Riggs, B. L., Melton, L. J. (1996) Relationship between body composition and bone mass in women. *J. Bone Miner. Res.* **11**, 857–863.
- Kiecolt-Glaser, J. K., Preacher, K. J., MacCallum, R. C., Atkinson, C., Malarkey, W. B., Glaser, R. (2003) Chronic stress age-related increases in the proinflammatory cytokine *IL-6*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **100**, 9090-9095.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gomez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M. i sur. (2004) Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principales and methods. *Clin. Nutr.* **23**, 1226-1243.
- Laclaustra, M., Corella, D., Ordovas, J. M. (2007) Metabolic syndrome pathophysiology: the role of adipose tissue. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **17**, 125-139.
- Landi, F., Liperoti, R., Russo, A., Giovannini, S., Tosato, M., Capoluongo, E. (2012) Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals results from the iLSIRENTE study. *Clin. Nutr.* **31**, 652-658.
- 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, B., Shao, J. (2012) Adiponectin and lipid metabolism in sceletal muscle. *Acta. Pharm. Sin. B.* **2**, 335-343.
- Lee, J. Y., Plakidas, A., Lee, W. H. (2009) Differential modulation of toll-like receptors by fatty acids: preferential inhibition by n-3 polyunsaturated fatty acids. *J. Lipid. Res.* **44**, 479-486.
- Londhe, P., Guttridge, D. C. (2015) Inflammation induced loss of sceletal muscle. *Bone* **80**, 131-142.
- Lorenzo, J. (2000) Interactions between immune and bone cells: new insights with many remaining questions. *J. Clin. Invest.* **106**, 749-752.
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W. (1988) Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impendance measurments. *Aviat. Space Environ. Med.* **59**, 1163-1169.

Luo, G., Hershko, D. D., Robb, B. W., Wray, C. J., Hasselgren, P. O. (2003) IL-1beta stimulates IL-6 production in cultured skeletal muscle cells through activation of MAP kinase signaling pathway and NF-kappa B. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* **284**, 1249-1254.

Ma, Y., Hebert, J. R., Li, W., Bertone-Johnson, E. R., Olendzki, B., Pagoto, S. L., Tinker, L., Rosal, M. C., Ockene, I. S., Ockene, J. K., Griffith, J. A., Liu, S. (2008) Association between dietary fiber and markers of systematic inflammation in the Woman's Health Initiative Observational Study. *Nutrition* **24**, 941-949.

Malecka-Massalska, T., Popiolek, J., Teter, M., Homa-Mlak, I., Dec, M., Makarewicz, A. i sur. (2017) Application of phase angle for evaluation of the nutrition status of patients with anorexia nervosa. *Psychiatr. Pol.* **51**, 1121-1131.

Matthews, G. D., Huang, C. L., Sun, L., Zaidi, M. (2011) Translational musculoskeletal science: is sarcopenia the next clinical target after osteoporosis? *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **1237**, 95-105.

Milenkovic, V. M., Stanton, E. H., Nothdurfter, C., Rupprecht, R., Wetzel, C. H. (2019) The role of chemokines in the pathophysiology of major depressive disorder. *Int. J. Mol. Sci.* **20**, 2283.

Mobley, S. L., Ha, E., Landoll, J. D., Badenop-Sevens, N. E., Clairmont, A., Goel, P., Matkovic, V. (2005) Children with bone fragility fractures have reduced bone mineral areal density at the forearm and hip and higher percent body fat. *J. Bone Miner. Res.* **20**, 34.

Monteiro, R., Keating, E., Castro, P., Azevedo, I. (2009) Abdominal cavity compliance: a participant more in the building of visceral obesity. *Obesity* **17**, 937.

Nanri, A., Moore, M. A., Kono, S. (2007) Impact of C-reactive protein on disease risk and its relation to dietary factors. *Asian Pae. J. Cancer Prev.* **8**, 167-177.

National Institute of Health (2013) Managing overweight and obesity in adults. Systematic evidence review, Obesity expert panel. U. S. Department of Health and Human Services.

Needham, E. J., Helmy, A., Zanier, E. R., Jones, J. L., Coles, A. J., Menon, D. K. (2019) The immunological response to traumatic brain injury. *J. Neuroimmunol.* **332**, 112-125.

Norman, K., Stobäus, N., Zocher, D. (2010) Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am. J. Clin. Nutr.* **92**, 612-619.



- North, C. J., Venter, C. S., Jerling, J. C. (2009) The effects of dietary fiber on C-reactive protein, an inflammation marker predicting cardiovascular disease. *Eur. J. Clin. Nutr.* **63**, 921-933.
- Oliveira Bierhals, I., dos Santos Vaz, J., Moraes Bielemann, R., Loret de Mola, C., Celso Barros, F., Gonçalves, H., Wehrmeister, F. C., Formoso Assunção, M. C. (2019) Associations between body mass index, body composition and bone density in young adults: findings from a southern Brazilian cohort. *BMC Musculoskeletal Disorders* **20**, 322.
- Ormsbee, M. J., Prado, C. M., Ilich, J. Z. (2014) Osteosarcopenic obesity: the role of the bone, muscle, and fat on health. *J. Cachexia Sarcopeni.* **5**, 183-192.
- Oshima, K., Nampei, A., Matsuda, M., Iwaki, M., Fakahara, A., Hashimoto, J., Yoshikawa, H., Shimomura, I. (2005) Adiponectin increases bone mass by suppressing osteoclast and activating osteoblast. *Biochem. Bioph. Res. Co.* **331**, 520-526.
- Pahwa, R., Goyal, A., Bansal, P., Jialal, I. (2020) Chronic inflammation [online], StatPearls Publishing, Long Island, <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493173/>>. Pristupljeno 26. svibnja 2020.
- Pedersen, B. K. (2011) Muscles and their myokines. *J. Exp. Biol.* **214**, 337-346.
- Plaisance, E. P., Grandjean, P. W. (2006) Physical activity and high-sensitivity C-reactive protein. *Sports Med.* **36**, 443-458.
- Prado, C. M., Wells, J. C., Smith, S. R., Stephan, B. C., Siervo, M. (2012) Sarcopenic obesity: A Critical appraisal of the current evidence. *Clin. Nutr.* **31**, 583-601.
- Puzianowska-Kuznicka, M., Owczarz, M., Wieczorowska-Tobis, K., Nadrowski, P., Chudek, J., Slusarczyk, P. (2016) Interleukin-6 and C-reactive protein, successful aging, and mortality: the PolSenior study. *Immun. Ageing* **13**, 21.
- Qatanani, M., Lazar, A. (2007) Mechanisms of obesity associated insulin resistance: many choices on the menu, *Genes Dev.* **21**, 1433-1455.
- Rasche, S., Eckel, J. (2013) Adipo-myokines: two sides of the same coin-mediators of inflammation and mediators of exercise. *Mediators Inflamm.* **320724**, 1-16.
- Reid, I. R. (2008) Relationships between fat and bone. *Osteoporos. Int.* **19**, 595-606.

- Reid, M. B., Li, Y. P. (2011) Tumor necrosis factor-alpha and muscle wasting: a cellular prospective. *Respir. Res.* **2**, 269-272.
- Rocha, D. M., Caldas, A. P., Oliviera, L. L., Bressan, J., Hermsdorff, H. H. (2016) Saturated fatty acids trigger TLR4-mediated inflammatory response. *Atherosclerosis* **244**, 211-215.
- Schaper, F., Rose-John, S. (2015) Interleukin-6: biology, signaling and strategies of blockade. *Cytokine Growth Factor Rev.* **26**, 475-487.
- Schwenk, A., Beisenherz, A., Romer, K., Kremer, G., Salzberger, B., Elia, M. (2000) Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV- infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am. J. Clin. Nutr.* **72**, 496-501.
- Seki, H., Tani, Y., Arita, M. (2009) Omega-3 PUFA derived anti-inflammatory lipid mediator resolvin E1. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.* **89**, 126-130.
- Selberg, O., Selberg, D. (2002) Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur. J. Appl. Physiol.* **86**, 509-516.
- Senta, A., Pucarín-Cvetković, J., Doko Jelinić, J. (2004) Kvantitativni modeli namirnica i obroka, Medicinska naklada, Zagreb.
- Sofi, F., Cesari, F., Abbate, R., Gensini, G. F. (2008) Adherence to Mediterranean diet and health status: meta analysis. *BMJ* **337**, 1344.
- Stobäus, N., Porlich, M., Valentini, L., Schulzke, J. D., Norman, K. (2012) Determinants of bioelectrical phase angle in disease. *Br. J. Nutr.* **107**, 1217-1220.
- Tarantino, U., Piccirilli, E., Fantini, M., Baldi, J., Gasbarra, E., Bei, R. (2015) Sarcopenia and fragility fractures: molecular and clinical evidence of the bone-muscle interaction. *J. Bone Joint Surg. Am.* **97**, 429-437.
- 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. Invest.* **45**, 126-134.

Viguet-Carrin, S., Garnero, P., Delmas, P. D. (2006) The role of collagen in bone strength. *Osteoporos. Int.* **17**, 319-336.

Wang, J., Kwok-Sui, L., Kwoon- Ho Chow, S., Cheung, W. H. (2017) Inflammation and age-associated skeletal muscle deterioration (sarcopaenia). *J. Orthop. Translat.* **10**, 94-101.

Wang, M. C., Bachrach, L. K., Van Loan, M., Hudesb, M., Flegalb, K. M., Crawfordb, P. B. (2005) The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone* **37**, 474-481.

Weiler, H. A., Janzen, L., Green, K., Grabowski, J., Seshia, M. M., Yuen, K. C. (2000) Percent body fat and bone mass in healthy Canadian females 10 to 19 years of age. *Bone* **27**, 203-207.

Yoshimura, N., Muraki, S., Oka, H., Iidaka, T., Kodama, R., Kawaguchi, H. (2017) Is osteoporosis a predictor for future sarcopenia or vice versa? Four-year observations between the second and third ROAD study surveys. *Osteoporos. Int.* **28**, 189-199.

Yun, A. J., Lee, P. Y. (2004) Maldaptation of the link between inflammation and bone turnover may be a key determinant of osteoporosis. *Med. Hypotheses* **63**, 532-537.

## **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.

---

Mirela Alić