

# Usporedba udjela masnog i mišićnog tkiva utvrđenog s različitim uređajima metodom bioelektrične impedancije u studentske populacije

---

**Bajan, Ana Ružica**

**Undergraduate thesis / Završni 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:159:411981>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-13**



*Repository / Repozitorij:*

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



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Ana Ružica Bajan**

7683/N

**USPOREDBA UDJELA MASNOG I MIŠIĆNOG TKIVA UTVRĐENOG S  
RAZLIČITIM UREĐAJIMA METODOM BIOELEKTRIČNE IMPEDANCIJE U  
STUDENTSKE POPULACIJE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Znanost o prehrani 1

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

**Zagreb, 2020.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**

**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

**Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam**

**Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda**

**Laboratorij za znanost o prehrani**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**

**Znanstveno polje: Nutricionizam**

### **USPOREDBA UDJELA MASNOG I MIŠIČNOG TKIVA UTVRĐENOG S RAZLIČITIM UREĐAJIMA METODOM BIOELEKTRIČNE IMPEDANCIJE U STUDENTSKE POPULACIJE**

***Ana Ružica Bajan, 0125158828***

**Sažetak:** Sastav tijela je puno bolji pokazatelj stupnja uhranjenosti nego indeks tjelesne mase, zato što pretilost nije definirana kao povećana tjelesna masa nego kao povećani udio masnog tkiva u tjelesnoj masi. Cilj ovog rada bio je usporediti Bland-Altman metodom vrijednosti udjela masnog i mišićnog tkiva izmjerenih BIA-ACC uređajem te dijagnostičkom vagom OMRON BF500 metodom bioelektrične impedancije u studentske populacije. U istraživanju je sudjelovalo 139 studenata (124 žene i 15 muškaraca) Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Dobiveni podaci su analizirani i grafički obrađeni u programu IBM SPSS Statistics 22.0. Spearmanov koeficijent korelacije korišten je za procjenu povezanosti između dviju metoda za procjenu sastava tijela, a Bland-Altman metoda za procjenu suglasnosti između njih. Prema rezultatima Bland-Altman analize može se zaključiti da su metode suglasne za osobe s adekvatnim sastavom tijela, ali u osoba s prevelikim ili premalim udjelom masnog tkiva te s velikom mišićnom masom može doći do pogreške prilikom mjerenja.

**Ključne riječi:** bioelektrična impedancija, Bland-Altman metoda, masno tkivo, mišićno tkivo

**Rad sadrži:** 24 stranice, 8 slika, 2 tablice, 50 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

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

**Pomoć pri izradi:** Ana Ilić, mag.nutr.

**Datum predaje:** 10. srpnja 2020.

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

**University of Zagreb**

**Faculty of Food Technology and Biotechnology**

**University undergraduate study Nutrition**

**Department of Food Quality Control**

**Laboratory for Nutrition Science**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**

**Scientific field: Nutrition**

**COMPARISON OF MUSCLE AND ADIPOSE TISSUE PERCENTAGE DETERMINED BY DIFFERENT DEVICES BY BIOELECTRIC IMPEDANCE AMONG STUDENT POPULATION**

***Ana Ružica Bajan, 0125158828***

**Abstract:** Body composition is a much better indicator of classification of weight than the body mass index because obesity is not defined as increased body weight but as increased proportion of adipose tissue in body mass. The aim of this study was to compare by Bland-Altman method the values of adipose and muscle tissue content measured by BIA-ACC device and diagnostic scale OMRON BF500 by bioelectric impedance among student population. The study involved 139 students (124 women and 15 men) of Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb. Collected data were analyzed and graphically processed in IBM SPSS Statistics 22.0. The Spearman correlation coefficient was used to estimate the correlation between the two methods for estimating body composition and the Bland-Altman method was used to estimate the agreement between them. Based on the results of Bland-Altman analysis, it can be concluded that the methods are consistent for people with adequate body composition, but in people with too much or too little adipose tissue and with a large muscle mass an error may occur during the measurement.

**Keywords:** bioelectric impedance, Bland-Altman method, adipose tissue, muscle tissue

**Thesis contains:** 24 pages, 8 figures, 2 tables, 50 references

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

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

**Technical support and assistance:** MSc Ana Ilić

**Delivery date:** July 10<sup>th</sup>, 2020

**SADRŽAJ**

<b>1.</b>	1	
<b>2.</b>	2	
2.1.	Indeks tjelesne mase	2
2.2.	Sastav tijela	3
2.2.1.	Masno tkivo	4
2.2.2.	Mišićno tkivo	6
2.2.3.	Osteosarkopenijska pretilost	7
2.3.	Bland-Altman metoda	8
<b>3.</b>	9	
3.1.	Ispitanici	9
3.2.	Metode	9
3.2.1.	Bioelektrična impedancija	9
3.2.2.	Mjerenje uređajima BIA-ACC i OMRON BF500	9
3.2.3.	Statistička obrada podataka	10
<b>4.</b>	10	
4.1.	Udjel masnog i mišićnog tkiva	11
4.2.	Grafička analiza	12
4.2.1.	Ekstremne vrijednosti	13
4.2.2.	Distribucija podataka	14
4.2.3.	Linija regresije između mjerenja dobivenih metodom A i metodom B	14
4.2.4.	Graf razlika metode A i metode B u odnosu na srednju vrijednost dvaju mjerenja	16
<b>5.</b>	19	
<b>6.</b>	20	

## 1. UVOD

Odrediti sastav tijela znači procijeniti udjele masnog i mišićnog tkiva te vode u ukupnoj tjelesnoj masi i odrediti mineralnu gustoću kostiju. Masno tkivo je kompleksan, metabolički aktivan organ s endokrinom aktivnošću. Osim masnih stanica (adipocita), sačinjavaju ga još i živčane i imunološke stanice koje se zajedno ponašaju kao integrirana cjelina (Kershaw i Flier, 2004). Tijekom života čovjeka događaju se fiziološke promjene koje utječu na ekspanziju i preraspodjelu masnoga tkiva. Skeletni mišići su najdinamičnije tkivo ljudskog tijela, a smanjena mišićna masa značajno oštećuje sposobnost organizma da reagira na stresna stanja i kronične bolesti. Sarkopenija je 1989. godine definirana kao stanje u kojem zbog starenja dolazi do smanjenja mišićne mase, a povećava rizik za tjelesnu invalidnost, smanjenu kvalitetu života pa čak i smrt (Delmonico i sur., 2007; Goodpaster i sur., 2006). Osteosarkopenijska pretilost (eng. *osteosarcopenic obesity, OSO*) definirana je kao trijada osteopenije/osteoporoze, sarkopenije i pretilosti (Ilich i sur., 2015), a može se javiti u svim dobnim skupinama (Inglis i sur., 2013).

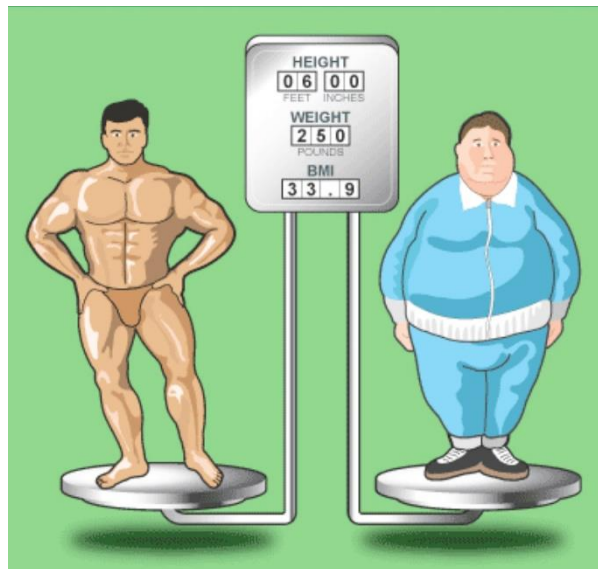
Bland-Altman metoda često se koristi za usporedbu dviju novih mjernih metoda u kliničkim ispitivanjima ili za usporedbu nove mjerne metode s referentnom (Dogan, 2018). Statističke granice za kvantificiranje slaganja između dva kvantitativna mjerenja izračunavaju se korištenjem aritmetičke sredine i standardne devijacije. Za kvantificiranje razlika između mjerenja koristi se grafički pristup. Dobiveni Bland-Altman grafovi omogućuju nam usporedbu podudarnosti parametara izmjerenih s dva različita uređaja. Jedan od problema u Bland-Altman analizi je potreba da razlike između podataka budu normalno distribuirane. Ukoliko nisu, potrebno je logaritamski transformirati dobivene podatke (Giavarina, 2015).

Cilj rada bio je usporediti Bland-Altman metodom vrijednosti udjela masnog i mišićnog tkiva izmjerenih BIA-ACC uređajem te dijagnostičkom vagom OMRON BF500 metodom bioelektrične impedancije u studentske populacije.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Indeks tjelesne mase

Nerijetko se događa da indeks tjelesne mase<sup>1</sup> (ITM) nije vjerodostojan pokazatelj stupnja uhranjenosti zato što preko njega nemamo uvid u raspodjelu i udio masnog tkiva i nemasne mase u ukupnoj tjelesnoj masi (TM). Pretilost je definirana kao sistemska bolest koju uzrokuje prekomjerno nakupljanje masnog tkiva što za posljedicu ima štetne zdravstvene učinke (Abdelaal i sur., 2017). S obzirom da pretilost ne karakterizira isključivo povećani indeks tjelesne mase, dobro je odrediti sastav tijela. Nadalje, ITM pogrešno svrstava sportaše među pretilo osobe (slika 1). Zbog dobro razvijene mišićne mase dolazi do povećanja TM, a samim time i do povećanja ITM (Šatalić i sur., 2016).



Slika 1. Indeks tjelesne mase kod osoba različitog sastava tijela

Preuzeto s <https://veryfatoldman.blogspot.com/2017/10/age-and-fitness-go-well-together.html>

Sve je veći interes za proučavanje sastava tijela i mjerenje udjela masnog tkiva te njegovog povezivanja s pojavnosti kardiovaskularnih, metaboličkih i endokrinih poremećaja (Matsson i Thomas, 2006) s obzirom na to da je debljina poprimila svjetske razmjere i da se gotovo utrostručila od 1975. godine. S druge strane, premalo masnog tkiva upućuje na gladovanje ili poremećaje u prehrani.

<sup>1</sup>ITM= tjelesna masa (kg)/tjelesna visina<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>); normalno uhranjene osobe imaju ITM između 18,5 i 24,9 kg/m<sup>2</sup>, pothranjenima se smatraju osobe čiji je ITM < 18,5 kg/m<sup>2</sup>, osobe s prekomjernom tjelesnom masom s ITM 25-29,9 kg/m<sup>2</sup>, a pretilima osobe s ITM ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>

## 2.2. Sastav tijela

Odrediti sastav tijela znači procijeniti udjele masnog i mišićnog tkiva te vode u ukupnoj tjelesnoj masi i odrediti mineralnu gustoću kostiju. Sastav tijela najčešće se opisuje kao omjer masne i nemasne mase. Masna masa obuhvaća lipide koji se mogu ekstrahirati iz masnog i drugih tkiva. Nemasnu masu sačinjavaju voda, mišići, kosti i ostala tkiva koja ne sadrže lipide. Čimbenici koji utječu na gustoću nemasne mase su dob (gustoća kosti je manja kod starijih osoba), tjelesna aktivnost (aktivne osobe imaju gušće mišiće i kosti) te stupanj hidracije (Lukaski, 1987).

Postoji više modela podjele tijela na komponente (slika 2). Dvokomponentni model je podjela na masnu masu tijela (eng. *body fat mass, BFM*) i nemasnu masu tijela (eng. *fat free mass, FFM*). Metode kojima se određuju ove dvije komponente su podvodno vaganje<sup>2</sup> i zračna pletizmografija<sup>3</sup>. Temelje se na pretpostavci da su BFM i FFM konstantnog kemijskog sastava i gustoće. Iako su se uspješno koristile kroz period od 50 godina, važno je istaknuti neke nedostatke. Primjerice, zbog liječenja ili terapije može doći do promjene "konstantnih" udjela vode, minerala i proteina unutar FFM (Pietrobelli i sur., 2001). Antropometrijske metode koje se temelje na ovom modelu su podvodno vaganje, mjerenje tjelesnih dimenzija i debljine kožnih nabora (na tricepsu, subskapularni, abdominalni), mjerenje električne provodljivosti itd.

Trokomponentni model nemasnu masu tijela dijeli na koštanu masu (eng. *bone mineral content, BMC*) i mišićnu masu (eng. *lean tissue mass, LTM*). Dvoenergetska apsorpcijometrija X-zraka (DXA) je metoda koja omogućuje istovremeno mjerenje komponenta tijela transmisijom visoko- i niskoenergetskih rendgenskih zraka kroz tijelo. To je brza, neinvazivna i pouzdana metoda (Toomey i sur., 2015).

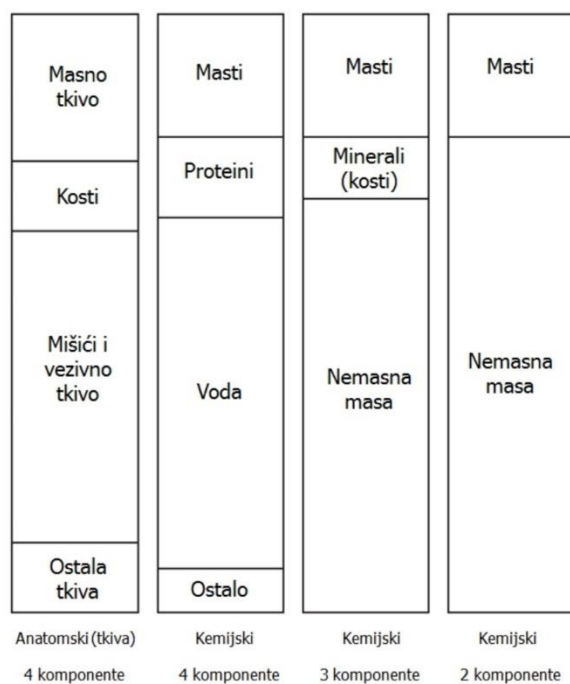
Prema četverokomponentnom modelu tijelo se sastoji od proteina, lipida, vode i minerala.

---

<sup>2</sup> Metoda za određivanje udjela masnog tkiva podvodnim vaganjem nekoliko sati nakon posljednjeg obroka te nakon pražnjenja; pretpostavka je da nemasna masa ima konstantan omjer kosti i mišića i konstantan stupanj hidracije; također je pretpostavka da je gustoća nemasne mase  $1,10 \text{ g/cm}^3$ , a gustoća masnog tkiva  $0,90 \text{ g/cm}^3$

<sup>3</sup> Metoda za mjerenje volumena tijela koje se temelji na razlici volumena prazne komore poznatog volumena i volumena zraka u komori kad se u njoj nalazi ispitanik; metoda se kao i podvodno vaganje temelji na pretpostavci da nemasno tkivo ima konstantnu gustoću





Slika 2. Modeli anatomskog i kemijskog sastava tijela (Colić Barić i Šatalić, 2013)

### 2.2.1. Masno tkivo

Masno (adipozno) tkivo je kompleksan, metabolički aktivan, endokrini organ. Osim masnih stanica (adipocita), sačinjavaju ga još i živčane i imunološke stanice koje se zajedno ponašaju kao integrirana cjelina (Kershaw i Flier, 2004). Postoji nekoliko vrsta masnog tkiva. Esencijalno masno tkivo obuhvaća sve lipide koje nalazimo u malim količinama u strukturi staničnih membrana, živčanog sustava i vitalnih organa (srce, pluća, slezena, bubrezi, koštana srž itd.) te su esencijalni za održavanje života. Drugi oblik je masno tkivo koje služi za pohranu energije, a dijeli se na visceralno i potkožno. Ekspanzija masnog tkiva je dinamičan proces, a glavno mjesto kumulacije viška energije je potkožno masno tkivo. Naime, kada se potkožno masno tkivo ne može dovoljno proširiti, masti se počinju skladištiti oko unutarnjih organa. Visceralno masno tkivo povećava rizik od pojave metaboličkog sindroma, inzulinske rezistencije te kardiovaskularnih bolesti (Goodpaster i sur., 2005). Energetski bogate masne kiseline inkorporirane su u trigliceride masnih stanica. U stanju gladovanja dolazi do lipolize, odnosno hidrolize triglicerida i oslobađaju se masne kiseline koje onda organi koriste kao izvor energije (Arner, 2018).

Smeđe masno tkivo nalazi se u prsnom i gornjem leđnom dijelu ljudskog tijela, vratu i u području bubrega. Odgovorno je za potrošnju energije i održavanje temperaturne homeostaze

organizma. Izvorno je identificirano na temelju boje koja je rezultat dobre prokrvljenosti i visoke mitohondrijske gustoće tkiva (Lean, 1989). Smeđe masne stanice pohranjuju malo masnoće te raspoložu viškom energije putem odvojenog disanja i adaptivne termogeneze. Proces odvojenog disanja je primarni mehanizam održavanja tjelesne temperature u novorođenčadi u hipotermičkim uvjetima (Lin i Farmer, 2016).

Starenjem se smanjuje mišićno i koštano tkivo, a akumulacija masnog tkiva se povećava do određene dobi, nakon čega slijedi period s malim promjenama ili bez promjena udjela masnog tkiva, dok se u vrlo staroj dobi udio masnog tkiva može smanjivati (Kelly i sur., 2009). Još važnija promjena je preraspodjela masti u intraabdominalno područje (visceralna mast) i infiltracija masti u mišiće što dovodi do smanjenja ukupne snage i funkcionalnosti, povećanog rizika od pada i lomova ali i do potencijalnog povećanja mordibiteta (Cruz-Jentoft i sur., 2010).

S obzirom na raspodjelu masnog tkiva razlikujemo dva tipa: androidni tip (tip jabuka) i ginoidni tip (tip kruška). Androidni tip karakterizira nakupljanje masnog tkiva u gornjem dijelu tijela (abdomen), a ginoidni u donjem dijelu tijela (bedra i bokovi). Istraživanja pokazuju kako abdominalna pretilost može biti pokretač razvoja kardiovaskularnih bolesti i napredovanja dijabetesa tipa II (Wiklund i sur., 2008). Abdominalnu pretilost možemo jednostavno odrediti mjerenjem opsega struka i određivanjem omjera opsega struka i bokova (WHR).  $WHR > 0,9$  za muškarce i  $> 0,8$  za žene naglo povisuje rizik od bolesti (Bray i Gray, 1988).

Masno tkivo je mjesto konverzije androgena u estrogene, a ujedno je glavni i jedini endogeni izvor estrogena kod žena u menopauzi i starijih muškaraca (Belanger i sur., 2002; Reid, 2008). Estrogen je vjerojatno uključen u signalizaciju mišićnog popravka i regeneracije (Enns i Tiidus, 2010) i može se smatrati protuupalnim za mišiće (Weitzmann i Pacifici, 2006). Smanjenje razine estrogena može objasniti prirodni porast adipogeneze i ubrzani gubitak koštane, a donekle i mišićne mase, nakon menopauze kod žena. S druge strane, povećanje tjelesne mase u toj dobi može odgoditi ekstremni gubitak koštane mase jer dodatno masno tkivo metabolizira cirkulirajuće androgene u estrogen (Reid, 2008).

Nadalje, masno tkivo izlučuje neke od adipokina: leptin i adiponektin. U serumu, razina leptina je viša, a razina adiponektina niža kod osoba prekomjerne tjelesne mase/pretilih osoba i obrnuto (Lecke i sur., 2011). Prolaskom kroz barijeru krv-mozak u hipotalamusu, leptin suprimira produkciju serotonina što dovodi do aktivacije i diferencijacije osteoklasta, a time i do povećane koštane razgradnje (Motyl i Rosen, 2012). Adiponektin povećava oksidaciju masnih kiselina u masnom tkivu (Lecke i sur., 2011) i skeletnim mišićima (Yoon i sur., 2006). Prema nedavnom pregledu radova (Lee i Shao, 2012) o utjecaju adiponektina na skeletne mišiće

izneseni su dokazi koji potvrđuju da adiponektine stvaraju i mišićne i koštane stanice, a ekspresija je u mozgu koji regulira metabolizam energije cijeloga tijela. Međutim, masno tkivo i dalje ostaje odgovorno za većinu adiponektina u cirkulaciji.

### **2.2.2. Mišićno tkivo**

Skeletni mišići su najdinamičnije tkivo ljudskog tijela. Čine oko 40% ukupne tjelesne mase i sadržavaju 50-75% svih proteina u tijelu. Mišićna masa ovisi o ravnoteži između sinteze i razgradnje proteina, a oba navedena procesa osjetljiva su na čimbenike kao što su nutritivni status, hormonska ravnoteža, tjelesna aktivnost te ozljeda ili bolest (Frontera i Ochala, 2015).

S metaboličkog stajališta, mišići doprinose bazalnom metabolizmu energije, skladište su aminokiselina (potrebnih ostalim organima za sintezu proteina) i ugljikohidrata, proizvode toplinu za održavanje stalne tjelesne temperature i povećavaju potrošnju kisika i goriva koja se koriste tijekom tjelesne aktivnosti i vježbanja (Frontera i Ochala, 2015). Oslobođanje aminokiselina iz mišića u krvotok omogućava održavanje razine glukoze u krvi tijekom gladovanja. S druge strane, smanjena mišićna masa značajno oštećuje sposobnost organizma da reagira na stresna stanja i kronične bolesti.

Raschke i Eckel (2013) predstavili su adipomiokine kao citokine zajedničke za adipocite i miocite. U nedavnom pregledu literature (Pedersen, 2011), interleukin-6 (IL-6) je identificiran kao miokin, iako se klasično gleda kao na upalni citokin. Većina IL-6 može nastati kao odgovor mišića nakon vježbanja i može imati blagotvorne autokrine učinke (npr. bolja iskoristivost glukoze), kao i djelovati ne-upalno, dok kronično blago povišena razina cirkulirajućeg IL-6 djeluje protuupalno (Pedersen, 2011).

Važno je spomenuti nedavno otkriće sustava irisin-glasnika u "smeđenju" bijelog masnog tkiva kao odgovor na vježbanje (Bostrom i sur., 2012). Analizom masnih naslaga u mišićima miševa otkriveno je da bijele masne stanice pokazuju karakteristike smeđih masnih stanica tijekom i neposredno nakon tjelesne aktivnosti. Nakon toga, ove stanice su nazvane "bež" stanicama (Wu i sur., 2012). Irisin, koji je induciran vježbanjem, ima visoki afinitet prema "bež" stanicama i aktivira termogene procese u bijelom masnom tkivu unutar mišića, što dovodi do povećanja proizvodnje topline i potrošnje energije.

Irwin Rosenberg je prvi put 1989. godine definirao sarkopeniju kao gubitak mišićne mase starenjem. Nekoliko godina kasnije (1996.), sarkopenijska pretilost definirana je kao stanje nehotičnog gubitka mišićne mase zajedno s postojanjem viška masnog tkiva. Europska radna skupina za sarkopeniju u starijih osoba (eng. *European Work Group for Sarcopenia in older*

*people*) definira sarkopeniju kao progresivni i generalizirani gubitak mišićne mase i snage s povećanim rizikom za tjelesnu invalidnost, lošu kvalitetu života pa čak i smrt (Delmonico i sur., 2007; Goodpaster i sur., 2006).

### **2.2.3. Osteosarkopenijska pretilost**

Osteosarkopenijska pretilost (eng. *osteosarcopenic obesity, OSO*) definirana je kao trijada osteopenije/osteoporoze, sarkopenije i pretilosti (Ilich i sur., 2015). Važno je naglasiti da se termin "pretilost" ne odnosi nužno samo na kliničku dijagnozu prekomjerne tjelesne mase, već i na preraspodjelu masti u mišićima i kostima, što je posljedica starenja. Međutim, OSO sindrom se ipak može pojaviti u svim dobnim skupinama (Inglis i sur., 2013). Nadalje, neka kronična stanja poput dijabetesa, raka i drugih bolesti koje uzrokuju endokrinu neravnotežu, pogoršan sastav tijela te oštećenje matičnih stanica također mogu dovesti do razvoja ovog sindroma (Ilich i sur., 2014; Ormsbee i sur., 2014).

S obzirom na to da je OSO sindrom kompleksno stanje, kriteriji za njegovo dijagnosticiranje moraju sadržavati kombinaciju njegovih već navedenih komponenata: osteoporoza/osteopenija i/ili osteopenijska pretilost, sarkopenija i/ili sarkopenijska pretilost te povećani udio masnog tkiva. Osteopenija i osteoporoza dijagnosticiraju se metodom denzitometrije (eng. *dual-energy X-ray absorptiometry, DXA*). DXA je metoda kojom se određuje mineralna gustoća kostiju<sup>4</sup> (eng. *Bone Mineral Density, BMD*) i "T-vrijednost"<sup>5</sup> na određenim dijelovima tijela (npr. kralježnica ili bedrena kost). Normalne T-vrijednosti se kreću između -1,0 i +1,0, dok se osteoporoza dijagnosticira kad je T-vrijednost  $\leq -2,5$  (WHO, 1994; Ilich i sur., 2016).

Pretilost se dijagnosticira kada je udio masnog tkiva  $\geq 32$  % (izmjereno pomoću DXA-e) (prema ASBP).

Preko apendikularne nemasne mase (eng. *apendicular lean mass, ALM*) dijagnosticira se sarkopenija. ALM se izmjeri pomoću DXA-e te prilagodi za tjelesnu visinu (m) i masno tkivo (kg). Nadalje, sarkopeniju je moguće odrediti i putem indeksa skeletne mišićne mase (eng. *skeletal muscle mass index – SMI*). SMI  $\leq 5,45$  kg/m<sup>2</sup> za žene ili SMI  $\leq 7,26$  kg/m<sup>2</sup> za muškarce upućuje na smanjenu mišićnu masu, odnosno, prisutnost sarkopenije (Baumgartner i sur., 1998).

---

<sup>4</sup> količina minerala na jediničnoj površini kosti; najbolji pokazatelj rizika od prijeloma

<sup>5</sup> usporedba pacijentovog BMD-a sa onim kod zdravih tridesetogodišnjaka istog spola i etničkog podrijetla

### 2.3. Bland-Altman metoda

Validacija kliničkog mjerenja bi trebala uključivati sve postupke koji pokazuju da je određena metoda koja se koristi za kvantitativno mjerenje dotične varijable uistinu pouzdana i ponovljiva za namjeravanu upotrebu (Giavarina, 2015). Bland-Altman metoda često se koristi za usporedbu dviju novih mjernih metoda u kliničkim ispitivanjima ili za usporedbu nove mjerne metode s referentnom (Dogan, 2018).

Mjerenje varijabli uvijek podrazumijeva određeni stupanj pogreške. Kada se uspoređuju dvije metode, nijedna ne daje potpuno ispravno mjerenje, stoga je zanimljivo procjenjivati stupanj slaganja dvaju mjerenja. Glavni rezultat korelacijske analize je koeficijent korelacije ( $r$ ), koji se kreće u intervalu od  $-1,0$  do  $+1,0$ . Što je  $r$  bliži krajevima ovog raspona, to je linearni odnos jači. Metoda korelacija se ne preporučuje kao metoda za procjenu usporedivosti rezultata mjerenja iz razloga što koeficijent korelacije ( $r$ ) i tehnika regresije opisuju samo linearni odnos između dva niza podataka, ali ne i razlike među njima (Giavarina, 2015). Drugim riječima, podaci su smješteni u blizini ili na regresijskom pravcu, stoga je teško procijeniti njihovo međusobno slaganje.

Bland i Altman utvrdili su metodu za kvantificiranje slaganja između dva kvantitativna mjerenja (Bland i Altman, 1999) tako što su definirali granice slaganja. Ove se statističke granice izračunavaju korištenjem aritmetičke sredine i standardne devijacije ( $s$ ) između dvaju mjerenja. Za kvantificiranje razlika između mjerenja koristi se grafički pristup. Dobije se graf rasipanja (eng. *scatter plot*) XY, u kojem os Y predstavlja razliku između dva uparena mjerenja ( $A-B$ ), a os X predstavlja njihovu aritmetičku sredinu ( $(A+B)/2$ ). Razlika dvaju uparenih mjerenja prikazuje se u odnosu na njihovu srednju vrijednost. Dobiveni Bland-Altman grafovi omogućuju nam usporedbu podudarnosti parametara izmjerenih s dva različita uređaja. Nakon crtanja grafa rasipanja određuju se prosječno odstupanje i granice slaganja. Očekujemo da će se 95% podataka nalaziti unutar  $\pm 2s$  od srednje vrijednosti.

Jedan od problema u Bland-Altman analizi je potreba da razlike između podataka budu normalno distribuirane. Ukoliko nisu, potrebno je logaritamski transformirati dobivene podatke (Giavarina, 2015). Izuzev logaritamske transformacije, za podatke koji nisu normalno distribuirani može se koristiti i neparametrijska metoda u kojoj je se medijan koristi umjesto srednje vrijednosti, a 2,5. i 97,5. percentili kao ograničenja umjesto standardne devijacije (Twomey, 2006). Normalna distribuiranost podataka može se utvrditi klasičnim metodama kao što je Shapiro-Wilk test ili Kolmogorov-Smirnov test iz razloga što vizualna evaluacija histograma nekada nije dovoljna.

### **3. MATERIJALI I METODE**

#### **3.1. Ispitanici**

U istraživanju je sudjelovalo 139 ispitanika (124 žene i 15 muškaraca), studenata 2. i 3. godine preddiplomskog studija Nutricionizam i studenata 1. i 2. godine diplomskog studija Nutricionizam na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Prosječna dob ispitanika bila je  $22,3 \pm 1,7$  godine.

Istraživanje je odobrilo Etičko povjerenstvo Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada. Ispitanici su potpisali obrazac za informirani pristanak.

Mjerenja su se provela u periodu od prosinca 2018. godine do siječnja 2020. godine.

#### **3.2. Metode**

##### **3.2.1. Bioelektrična impedancija**

Za određivanje sastava tijela je korištena metoda bioelektrične impedancije (BIA), koja se temelji na pretpostavci da provodljivost struje kroz tkiva ovisi o udjelu vode u njima. S obzirom da je većina vode koncentrirana u nemasnoj masi, masno tkivo djeluje kao izolator, odnosno pruža otpor protjecanju struje kroz tijelo. Upravo je taj otpor pokazatelj ukupnog masnog tkiva u tijelu, a točan udio masne i nemasne mase tijela dobije se na temelju različitih formula (Štalić i sur., 2016).

##### **3.2.2. Mjerenje uređajima BIA-ACC i OMRON BF500**

Prije mjerenja uređajima BIA-ACC i Omron BF500 ispitanicima je izmjerena tjelesna masa i tjelesna visina. Tjelesna masa i visina izmjerene su digitalnom vagom i stadiometrom (SECA 877 i 217, Hamburg, Njemačka). Ispitanici su mjereni u laganoj odjeći i bez obuće.

Uređaji korišteni za mjerenje sastava tijela bioelektričnom impedancijom su BIA-ACC (BioTekna, S.r.l., Venecija, Italija) i dijagnostička vaga OMRON BF500 (OMRON Healthcare Co. Ltd., Kyoto, Japan). BIA-ACC radi na principu kombinacije visokofrekvencijskih (50 kHz) i niskofrekvencijskih (1,5 kHz) zraka, odnosno, radi se o dvofrekvencijskom mjerenju sastava tijela temeljenom na višekomponentnom modelu (2C, 3C, 4C, 5C).

Ispitanici tijekom mjerenja leže na ravnoj, izoliranoj podlozi te je važno da uklone bilo kakav nakit ili satove da se eliminira kontakt s metalima. Dvije elektrode za jednokratnu upotrebu s ljepljivom poledinom postavljaju se na dorzalnu površinu desne ruke, a druge dvije na dorzalnu površinu desnog stopala. Na ruci se prva elektroda postavi ispod treće metakarpalne kosti, a

druga otprilike 5 centimetara centralno, na područje zgloba. Na stopalu se ispod treće metatarzalne kosti postavi treća elektroda, a četvrta otprilike 5 centimetara centralno na područje iznad fibule (Tsigos i sur., 2015). Zatim se elektrode preko kabela spoje na BIA-ACC uređaj i započne mjerenje. Mjerenje traje otprilike 10 sekundi.

Varijable koje su izmjerene su: izvanstanična voda (ECW) i unutarstanična voda (ICW) kao % ukupne tjelesne vode (TBW), masno tkivo (FM) kao % tjelesne mase, skeletna mišićna masa (SMM) kao % nemasne mase (FFM), skeletna mišićna masa kao % tjelesne mase i fazni kut<sup>6</sup> (PA°).

OMRON BF500 je jednofrekvencijski uređaj s 8 elektroda u tetrapolarnom položaju. Da bi se mjerenje uspješno provelo, ispitanici moraju stati bosim nogama na metalno područje na vagi i istovremeno rukama uhvatiti par elektroda pričvršćenih na dršku te ih podignuti u razini prsnog koša (Bosy-Westphal i sur., 2008).

Izmjereni su udio masnog tkiva, udio mišićne mase te razina visceralnog masnog tkiva.

Za obradu podataka uzeti su podaci za udjele masnog i mišićnog tkiva.

Tablica 1. Referentne vrijednosti za udjele masnog i mišićnog tkiva za uređaje BIA-ACC i OMRON BF500 s obzirom na spol

		BIA-ACC	OMRON BF500
Žene	Masno tkivo	12-30%	21,0-32,9%
	Mišićno tkivo	min 25%	prosječno 28%
Muškarci	Masno tkivo	7-25%	8,0-19,9%
	Mišićno tkivo	min 34%	prosječno 37%

### 3.2.3. Statistička obrada podataka

Podaci su analizirani i grafički obrađeni u programu IBM SPSS Statistics 22.0 (IBM Corp., Armonk, New York, SAD). Distribucija podataka procijenjena je uz pomoć Shapiro-Wilk testa. Spearmanov koeficijent korelacije korišten je za procjenu povezanosti između dviju metoda za procjenu sastava tijela, a Bland-Altman metoda za procjenu suglasnosti između njih. Statistička značajnost u svim analiza je bila na razini  $p < 0,05$ .

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

<sup>6</sup> marker za predviđanje smrtnosti kod kroničnih i upalnih bolesti

U ovom istraživanju sudjelovalo je 139 studenata preddiplomskog i diplomskog studija Nutricionizam na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a cilj je bio usporediti Bland-Altman metodom vrijednosti udjela masnog i mišićnog tkiva izmjerenih BIA-ACC uređajem te dijagnostičkom vagom OMRON BF500 metodom bioelektrične impedancije.

#### 4.1. Udjel masnog i mišićnog tkiva

U tablici 2 prikazane su prosječna dob ispitanika, tjelesna masa i tjelesna visina, indeks tjelesne mase te prosječne vrijednosti udjela masnog i mišićnog tkiva.

Tablica 2. Prosječna dob, tjelesna masa i visina, indeks tjelesne mase te % masnog i mišićnog tkiva izmjereni uređajima BIA-ACC i Omron BF500 s obzirom na spol ( $\bar{x} \pm SD$ )

Parametri	Žene (n=124)	Muškarci (n=15)	Ukupno (n=139)	p- vrijednost
Dob (godine)	22,4 ± 1,7	22,1 ± 1,4	22,3 ± 1,7	0,529
Tjelesna masa (kg)	62,1 ± 8,7	79,7 ± 11,3	64,0 ± 10,5	<0,001
Tjelesna visina (cm)	168,0 ± 6,2	181,1 ± 6,7	169,4 ± 7,4	<0,001
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	22,0 ± 2,8	24,2 ± 2,7	22,2 ± 2,8	0,004
Masno tkivo (%) BIA-ACC	25,7 ± 5,6	25,0 ± 5,1	25,6 ± 5,5	0,642
Mišićno tkivo (%) BIA-ACC	22,7 ± 1,6	31,7 ± 1,7	23,7 ± 3,2	<0,001
Masno tkivo (%) Omron BF500	31,2 ± 5,6	17,6 ± 5,4	29,7 ± 7,0	<0,001
Mišićno tkivo (%) Omron BF500	28,7 ± 2,6	41,3 ± 3,1	30,0 ± 4,7	<0,001

Prema prosječnom indeksu tjelesne mase prikazanom u tablici 2, ispitanici oba spola imaju adekvatnu tjelesnu masu s tim da je utvrđen statistički značajno veći ITM u muškaraca s obzirom na žene ( $p=0,004$ ). Zanimljivo je da nije utvrđena statistički značajna razlika u udjelu masnog tkiva izmjerenog BIA-ACC uređajem s obzirom na spol, a očekivan je veći udio masnog tkiva u žena nego u muškaraca s obzirom na fiziološke karakteristike (Lemieux i sur., 1993). Očekivano, u muškaraca je utvrđen statistički značajno veći udio mišićnog tkiva nego u žena ( $p<0,001$ ) s BIA-ACC uređajem. S dijagnostičkom vagom Omron BF500 je utvrđen statistički značajno veći udio masnog tkiva u žena s obzirom na muškarce ( $31,2 \pm 5,6 \%$  vs.  $17,6 \pm 5,4 \%$ ), a udio mišićnog tkiva je bio statistički značajno veći u muškaraca s obzirom na žene ( $41,3 \pm 3,1 \%$  vs.  $28,7 \pm 2,6 \%$ ) (tablica 2).

Ako usporedimo dobivene rezultate iz tablice 2 s referentnim vrijednostima u tablici 1, možemo vidjeti kako je prosječan udjel masnoga tkiva izmjeren BIA-ACC uređajem za muškarce na



gornjoj granici referentnog intervala, dok je za žene utvrđen prosječno adekvatan udio masnog tkiva. Prosječni udjeli mišićnog tkiva za oba spola su ispod referentnih vrijednosti, odnosno BIA-ACC uređajem je izmjerena smanjena mišićna masa u oba spola. S druge strane, pomoću OMRON BF500 izmjeren je iznadprosječni udio mišićnog tkiva u muškaraca, a prosječan u žena. Prosječan udio masnog tkiva izmjeren uređajem OMRON BF500 za oba spola je u skladu s referentnim vrijednostima.

U istraživanju provedenom 2016. godine u Italiji, ispitanici adekvatnog indeksa tjelesne mase, prosječne dobi  $19,5 \pm 1,1$  godina su izmjereni uređajem BIA-ACC, metodom bioelektrične impedancije. Prosječan indeks tjelesne mase u zdravih žena iznosio je  $24,1 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$ , a u zdravih muškaraca  $22,8 \pm 2,6 \text{ kg/m}^2$ . U zdravih žena je utvrđen prosječan udio masnog tkiva  $25,3 \pm 4,4 \%$ , što je slično kao i u žena u ovom istraživanju, a u zdravih muškaraca  $22,5 \pm 4,8 \%$ , što je manji prosječan udio masnog tkiva nego u muškaraca u ovom istraživanju (Stefanaki i sur., 2016).

U istom istraživanju, izmjerena masa skeletnih mišića u zdravih ženskih ispitanica iznosila je  $19,4 \pm 3,9 \text{ kg}$ , a udio skeletnih mišića  $28,3 \pm 4,3 \%$ , što je više nego u ispitanica u ovom istraživanju. U zdravih muškaraca, masa skeletnih mišića iznosila je  $23,2 \pm 3,8 \text{ kg}$ , a udio skeletnih mišića  $31,8 \pm 2,1 \%$ , što je slično kao i u muškaraca u ovom istraživanju (Stefanaki i sur., 2016).

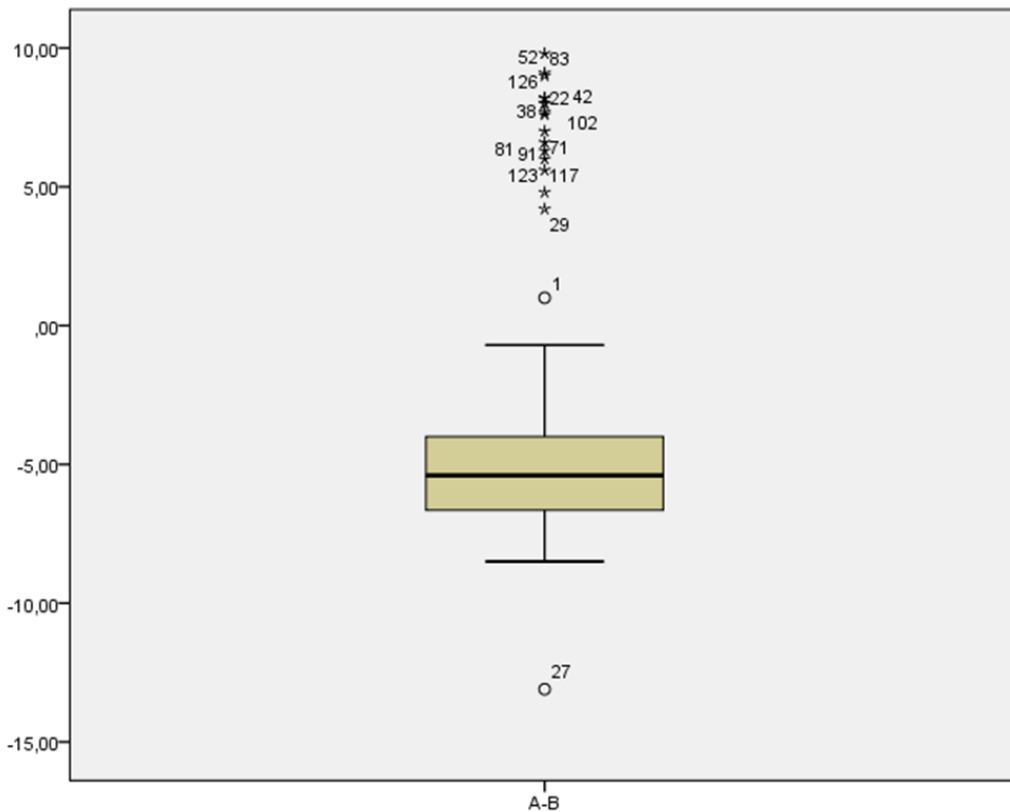
Ako usporedimo prosječne podatke ovog istraživanja s istraživanjem Stefanakija i sur. (2016), možemo zaključiti da u oba istraživanja imamo ispitanike adekvatne tjelesne mase, međutim indeks tjelesne mase je u ovom istraživanju statistički značajno veći za muškarce nego za žene, dok je u istraživanju Stefanakija i sur. (2016) obratno. Usporedbom podataka izmjerenih BIA-ACC uređajem možemo zaključiti kako ispitanice ovog istraživanja imaju značajno niže vrijednosti udjela skeletnih mišića, dok se rezultati za muškarce ne razlikuju značajno u ova dva istraživanja.

## **4.2. Grafička analiza**

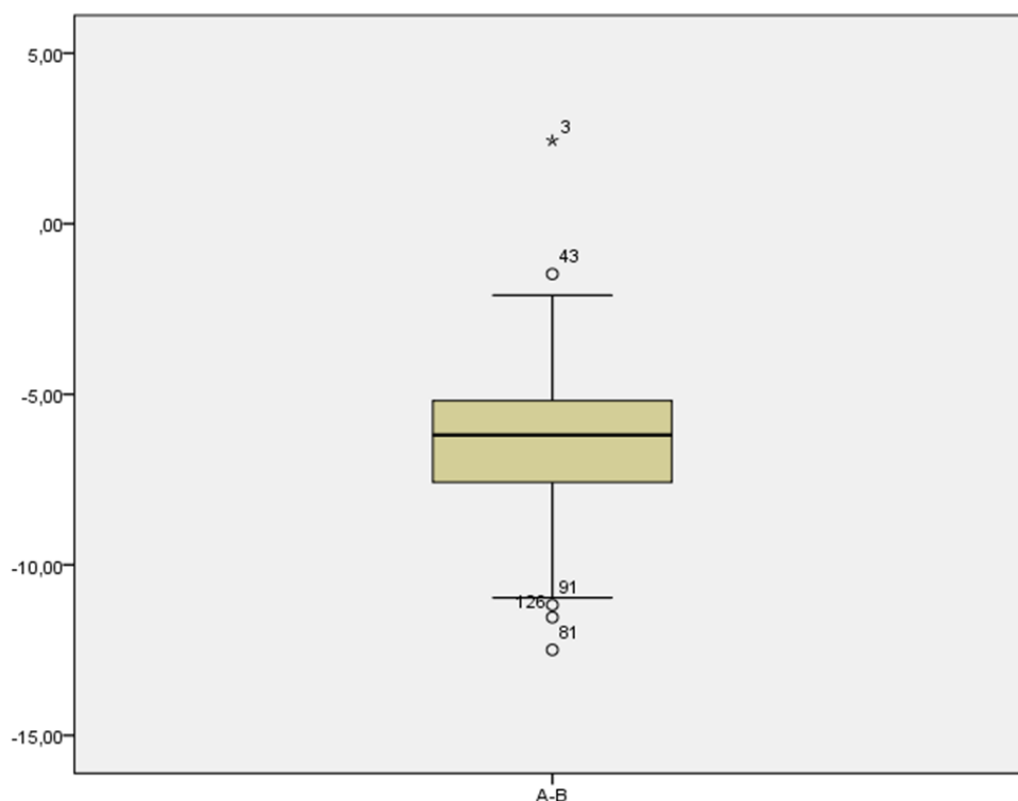
Nakon pripreme podataka za grafičku analizu bilo je potrebno pripremiti podatke i medijan metodom jer podaci za masno i mišićno tkivo nemaju normalnu distribuciju pa su se morali obrađivati neparametrijskim testovima. S obzirom da ni logaritamskom transformacijom izvornih podataka nije dobivena normalna distribucija, bilo je potrebno odbaciti vrijednosti koje odstupaju od drugih.

#### 4.2.1. Ekstremne vrijednosti

Za isključenje podataka koji odstupaju korištena je metoda Box-plot. Na slici 3 i slici 4 prikazani su grafički podaci koji odstupaju te će se u idućem koraku obrade podataka ukloniti. Nakon odbacivanja ekstremnih vrijednosti, preostalo je 126 ispitanika od početnih 139 za udjel masnog tkiva te 138 ispitanika za udjel mišićnog tkiva.



Slika 3. Ekstremne vrijednosti za udjel masnog tkiva



Slika 4. Ekstremne vrijednosti za udjel mišićnog tkiva

#### 4.2.2. Distribucija podataka

Provjera distribucije podataka važna je radi odabira statističkih testova za analizu podataka. Za procjenu distribucije podataka može se koristiti Shapiro-Wilk test jer se u nekim slučajevima normalnost ne može utvrditi jednostavnim promatranjem histograma (Shapiro i Wilk, 1965). Podaci nisu normalno distribuirani ako je p-vrijednost  $<0,05$ .

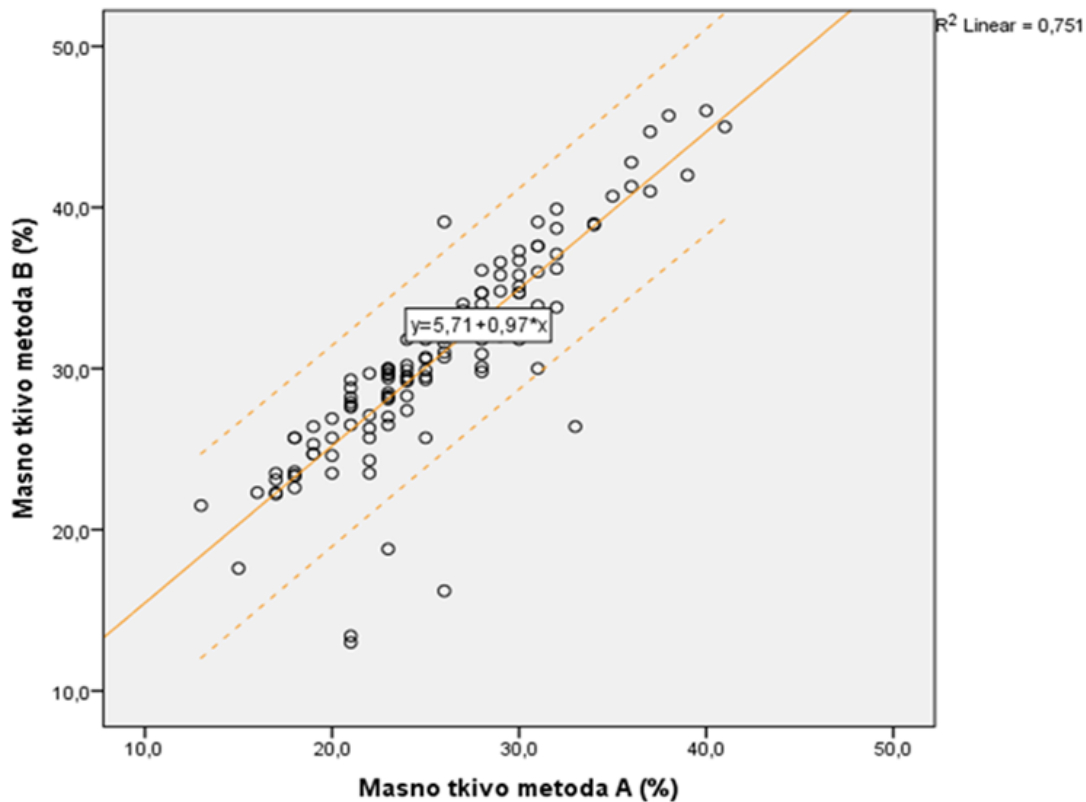
Nakon izbacivanja ekstremnih vrijednosti dobiveno je da podaci za udio masnog tkiva i dalje nisu normalno distribuirani ( $p < 0,001$ ), dok je za podatke za udio mišićnog tkiva utvrđena normalna distribucija ( $p = 0,127$ ) prema Shapiro-Wilk testu.

#### 4.2.3. Linija regresije između mjerenja dobivenih metodom A i metodom B

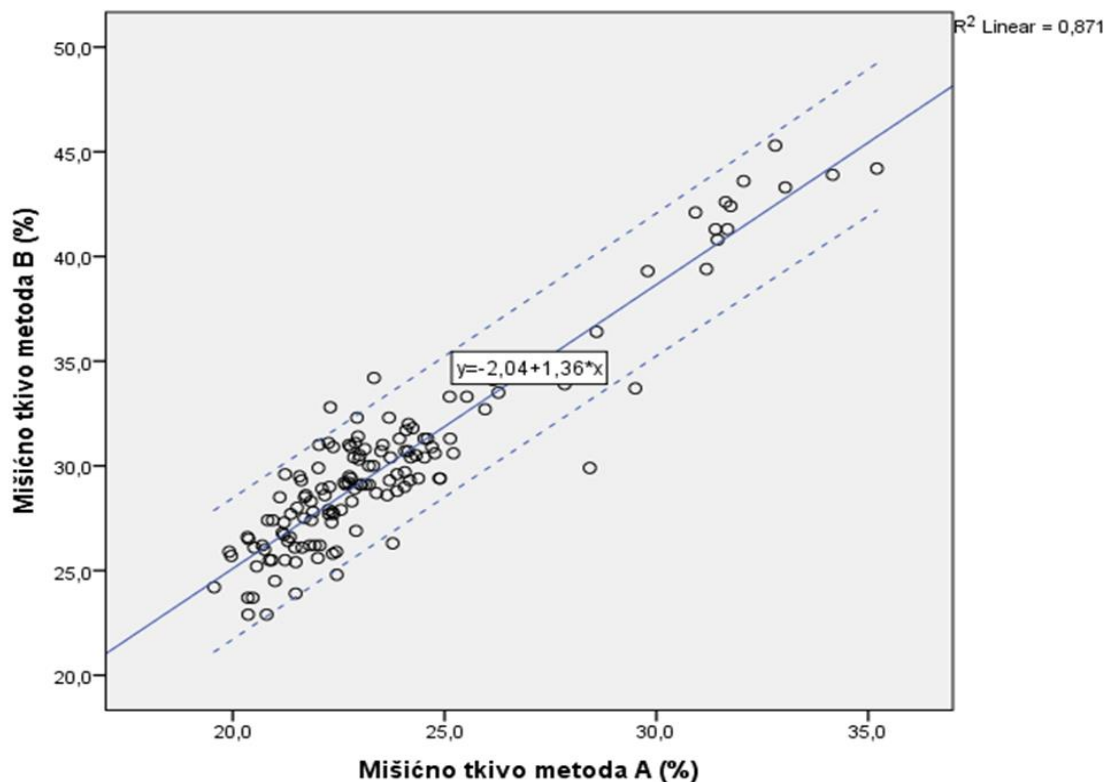
Ako želimo procijeniti slaganje između dva mjerenja, potrebno je statistički proučiti razlike između jednog mjerenja i drugog. Prema idealnom modelu, mjerenja dobivena jednom ili drugom metodom dala bi potpuno iste rezultate. Dakle, sve razlike bi bile jednake nuli. Međutim, svako mjerenje varijabli uvijek podrazumijeva određeni stupanj pogreške, čak i zbog same analitičke nepreciznosti za metodu A i metodu B. Međutim, ako bi se varijabilnost razlika

povezala samo s analitičkom nepreciznošću svake od dviju metoda, prosjek tih razlika trebao bi biti nula. Ovo je polazna točka pri procjeni slaganja dviju metoda (Giavarina, 2015).

Slika 5 i slika 6 pokazuju liniju regresije između dvije metode iz kojih se može primijetiti da postoji pozitivna statistički značajna povezanost između dvije metode za procjenu udjela masnog tkiva ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,87$ ) i udjela mišićnog tkiva ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,93$ ).



Slika 5. Linija regresije između mjerenja udjela masnog tkiva metodom A i metodom B

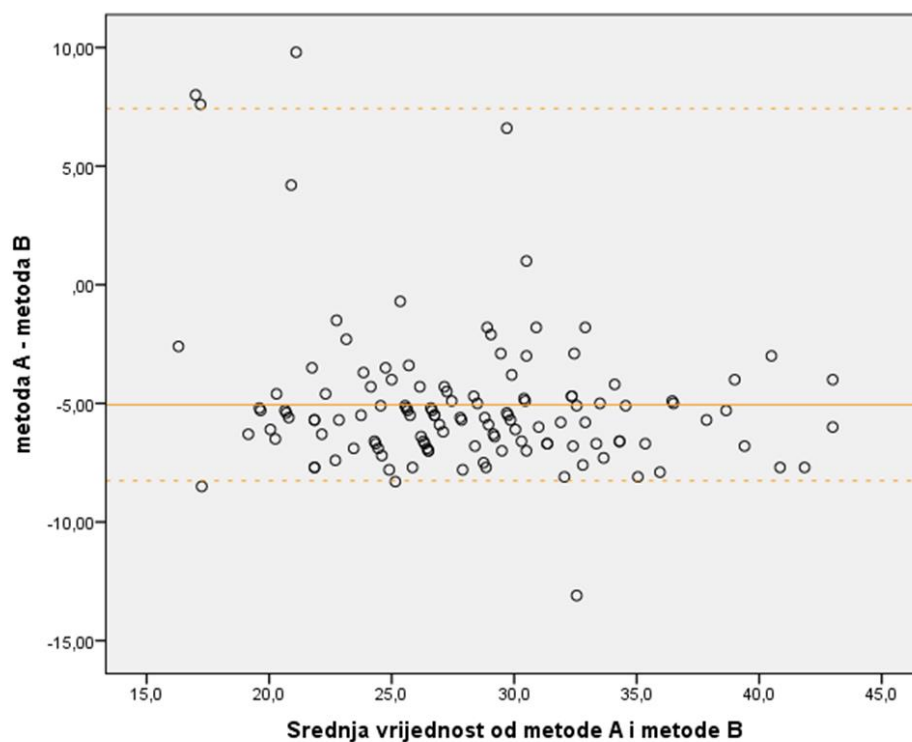


Slika 6. Linija regresije između mjerenja udjela mišićnog tkiva metodom A i metodom B

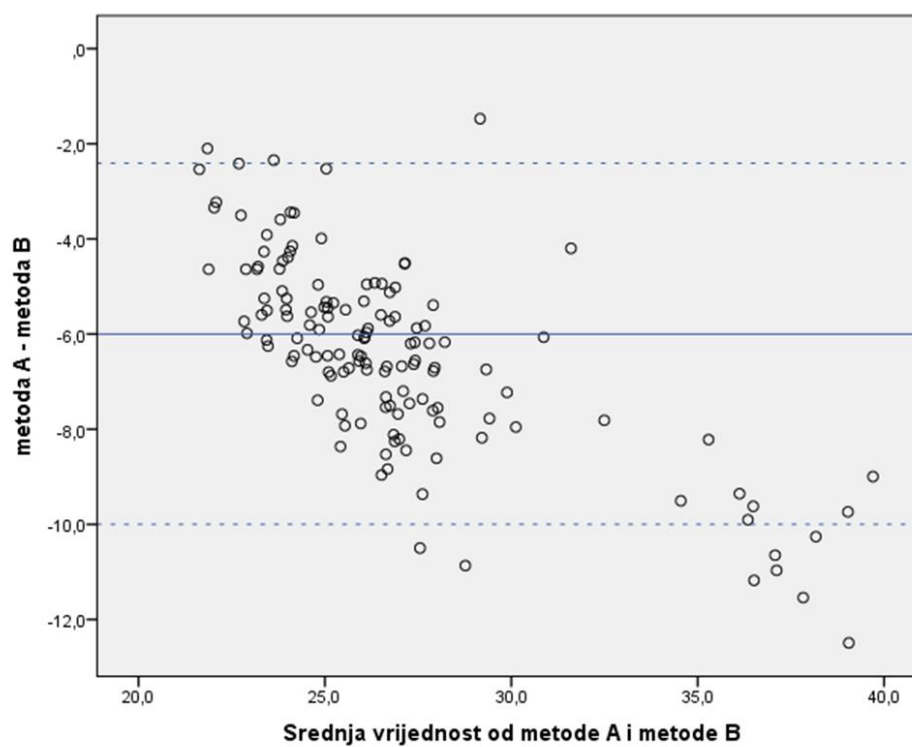
#### 4.2.4. Graf razlika metode A i metode B u odnosu na srednju vrijednost dvaju mjerenja

Na slici 7 i slici 8 prikazane su razlike između metode A i metode B u odnosu na aritmetičku sredinu dvaju mjerenja. Iscrtavanje razlika naspram srednje vrijednosti omogućava nam da istražimo moguću vezu između pogreške mjerenja i prave vrijednosti. S obzirom da ne znamo pravu vrijednost, srednja vrijednost dvaju mjerenja najbolja je procjena koju imamo (Bland i Altman, 1999).

Najvažnije je da su dobivene vrijednosti što bliže medijanu (slika 7) i srednjoj vrijednosti (slika 8), koje su označene punom linijom na grafu, odnosno da se što manje vrijednosti nalazi izvan granica slaganja koje su označene iscrtanom linijom na grafu. Ono što možemo zaključiti iz sljedećih grafova je da su metode suglasne za mjerenja osoba koje imaju između 22 % i 33 % udjela masnog tkiva, dok kod većih i manjih vrijednosti udjela masnog tkiva greška metode može biti veća (slika 7). Također, iz slike 8 može se primijetiti da su metode suglasnije pri nižim udjelima mišićnog tkiva ispitanika, nego pri većim. Izvan granica slaganja se nalazi više vrijednosti za mišićno (8% podataka) nego za masno tkivo (4% podataka).



Slika 7. Grafički prikaz razlike između metode A i metode B u odnosu na aritmetičku sredinu dvaju mjerenja za udjel masnog tkiva



Slika 8. Grafički prikaz razlike između metode A i metode B u odnosu na aritmetičku sredinu dvaju mjerenja za udjel mišićnog tkiva

Peppa i sur. (2017) su proveli istraživanje u kojemu je procijenjena pouzdanost i slaganje između mjerenja provedenih BIA-ACC uređajem i DXA-om. U istraživanju su sudjelovale 84 ispitanice prosječne dobi  $58,9 \pm 7,9$  godina te indeksa tjelesne mase od  $20,8 - 38 \text{ kg/m}^2$ . Ispitanicama je prvo DXA-om izmjerena mineralna gustoća kostiju na kralježnici i lijevom kuku, onda preostale komponente sastava tijela, a zatim je provedeno mjerenje BIA-ACC uređajem. Utvrđeno je da nema statistički značajne razlike između udjela masnog i mišićnog tkiva izmjerenih BIA-ACC uređajem i DXA-om, bilo da su izraženi u kg ili kao % tjelesne mase. Evaluacijom sastava tijela žena u postmenopauzi nađeno je da mjerenja dobivena BIA-ACC uređajem pokazuju visoku pouzdanost i relativno visoko slaganje s mjerenjima dobivenim DXA-om (Peppa i sur., 2017).

## 5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

1. Ispitanici oba spola imaju adekvatnu tjelesnu masu s obzirom na prosječan ITM. Statistički značajno veći ITM je utvrđen u muškaraca s obzirom na žene ( $p=0,004$ ).
2. Nije utvrđena statistički značajna razlika u udjelu masnog tkiva izmjerenog BIA-ACC uređajem s obzirom na spol, a očekivan je veći udio masnog tkiva u žena nego u muškaraca s obzirom na fiziološke karakteristike. BIA-ACC uređajem je utvrđen statistički značajno veći udio mišićnog tkiva u muškaraca nego u žena ( $p<0,001$ ).
3. S dijagnostičkom vagom Omron BF500 je utvrđen statistički značajno veći udio masnog tkiva u žena s obzirom na muškarce ( $p<0,001$ ), a udio mišićnog tkiva je bio statistički značajno veći u muškaraca s obzirom na žene ( $p<0,001$ ).
4. Vrijednosti dobivene mjerenjem s dva različita uređaja za procjenu sastava tijela su međusobno povezane, na što nas upućuje statistički značajna pozitivna korelacija. No, iako su povezane u određenim slučajevima može doći do pogreške. Metode su suglasne za osobe s adekvatnim sastavom tijela, ali u osoba s prevelikim ili premalim udjelom masnog tkiva te velikom mišićnom masom može doći do pogreške prilikom mjerenja.



## 6. LITERATURA

Abdelaal M., le Roux C.W., Docherty N.G. (2017) Morbidity and mortality associated with obesity. *Annals of Translational Medicine* **5**: 161.

American Society of Bariatric Physicians (ASBP), Obesity Algorithm, <http://www.asbp.org/obesityalgorithm.html>. Pristupljeno 20.04.2020.

Arner P. (2018) Fat Tissue Growth and Development in Humans. *Nestlé Nutrition Institute Workshop Series* **89**: 37–45.

Baumgartner R.N., Koehler K.M., Gallagher D., Romero L., Heymsfield S.B., Ross R.R., Garry P.J., Lindeman R.D. (1998) Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology* **147**: 755–763.

Belanger C., Luu The V., Dupont P., Tchernof A. (2002) Adipose tissue intracrinology: potential importance of local androgen/estrogen metabolism in the regulation of adiposity. *Hormone and Metabolic Research* **34**: 737–745.

Bland J.M., Altman D.G. (1999) Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research* **8**: 135-160.

Bostrom P., Wu J., Jedrychowski M., Korde A., Ye L., Lo J., Rasbach K., Boström E., Choi J., Long J., Kajimura S., Zingaretti M., Vind B., Tu H., Cinti S., Højlund K., Gygi S., Spiegelman B. (2012) A PGC1-alpha-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* **481**: 463–468.

Bosy-Westphal A., Later W., Hitze B., et al. (2008) Accuracy of bioelectrical impedance consumer devices for measurement of body composition in comparison to whole body magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry. *Obesity Facts* **1**: 319–324.

Bray G.A., Gray D.S. (1988) Obesity: Part 1 – Pathogenesis. *West Journal of Medicine* **149**: 429-441.

Colić Barić I., Šatalić Z. (2013) Znanost o prehrani. Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M.J., Boirie Y., Cederholm T., Landi F., Martin F., Michel J., Rolland Y., Schneider S., Topinková E., Vandewoude M., Zamboni M. (2010) Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing* **39**: 412–423.

Delmonico M.J., Harris T.B., Lee J.S. i sur. (2007) Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society* **55**: 769–774.

Dogan N.O. (2018) Bland-Altman analysis: A paradigm to understand correlation and agreement. *Turkish Journal of Emergency Medicine* **18**: 139-141.

Enns D.L., Tiidus P.M. (2010) The influence of estrogen on skeletal muscle: sex matters. *Sports Medicine* **40**: 41–58.

Frontera W.R., Ochala J. (2015) Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcified Tissue International* **96**: 183-195.

Giavarina D. (2015) Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica* **25**: 141–151.

Goodpaster B.H., Krishnaswami S., Harris T.B., Katsiaras A., Kritchevsky S.B., Simonsick E.M. (2005) Obesity, regional body fat distribution, and the metabolic syndrome in older men and women. *Archives of Internal Medicine* **165**: 77-83.

Goodpaster B.H., Park S.W., Harris T.B. i sur. (2006) The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* **61**: 1059–1064.

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

Ilich J.Z., Kelly O.J., Inglis J.E. (2016) Osteosarcopenic obesity syndrome: what is it and how can it be identified and diagnosed? *Current Gerontology and Geriatrics Research* **2016**: Article ID 7325973.

Ilich J.Z., Kelly O.J., Inglis J.E., Panton L.B., Duque G., Ormsbee M.J. (2014) Interrelationship among muscle, fat, and bone: connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. *Ageing Research Reviews* **15**: 51–60.

Indeks tjelesne mase kod osoba različitog sastava tijela:  
<https://veryfatoldman.blogspot.com/2017/10/age-and-fitness-go-well-together.html>

Pristupljeno 29.06.2020.

Inglis J.E., Panton L.B., Ormsbee M.J., Kelly O.J., Ilich J.Z. (2013) Defining osteosarcopenic obesity and identifying its prevalence in women across a wide age-range. *The Journal of Bone and Mineral Research* **28**: Meeting Abstract: MO0007.

- Kelly T.L., Wilson K.E., Heymsfield S.B. (2009) Dual energy X-ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One* **4**: e7038.
- Kershaw E.E., Flier J.S. (2004) Adipose tissue as an endocrine organ. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* **89**: 2548-2556.
- Lean M.E.J. (1989). Brown adipose tissue in humans. *Proceedings of the Nutrition Society* **48**: 243–257.
- Lecke S.B., Morsch D.M., Spritzer P.M. (2011) Leptin and adiponectin in the female life course. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* **44**: 381–387.
- Lee B., Shao J. (2012) Adiponectin and lipid metabolism in skeletal muscle. *Acta Pharmaceutica Sinica B* **2**: 335–434.
- Lemieux S., Prud'homme D., Bouchard C., Tremblay A., Despres J.P. (1993) Sex differences in the relation of visceral adipose tissue accumulation to total body fatness. *American Journal of Clinical Nutrition* **58**: 463-467.
- Lin J.Z., Farmer S.R. (2016) Morphogenetics in brown, beige and white fat development. *Adipocyte* **5**: 130-135.
- Lukaski H.C. (1987) Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new. *The American Journal of Clinical Nutrition* **46**: 537-556.
- Mattsson S., Thomas B.J. (2006) Development of methods for body composition studies. *Physics in Medicine and Biology* **51**: 203–228.
- Motyl K.J., Rosen C.J. (2012) Understanding leptin-dependent regulation of skeletal homeostasis. *Biochimie* **94**: 2089–2096.
- Ormsbee M.J., Prado C.M., Ilich J.Z. et al. (2014) Osteosarcopenic obesity: the role of bone, muscle, and fat on health. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle* **5**: 183–192.
- Pedersen B.K. (2011) Muscles and their myokines. *Journal of Experimental Biology* **214**: 337–346.
- Peppas M., Stefanaki C., Papaefstathiou A., Boschiero D., Dimitriadis G., Chrousos G.P. (2017) Bioimpedance analysis vs. DEXA as a screening tool for osteosarcopenia in lean, overweight and obese Caucasian postmenopausal females. *Hormones* **16**: 181-193.

- Pietrobelli A., Heymsfield S.B., Wang Z.M., Gallagher D. (2001) Multi-component body composition models: recent advances and future directions. *European Journal of Clinical Nutrition* **55**: 69-75.
- Raschke S., Eckel J. (2013) Adipo-myokines: two sides of the same coin—mediators of inflammation and mediators of exercise. *Mediators of Inflammation* **2013**: Article ID 320724.
- Reid I.R. (2008) Relationships between fat and bone. *Osteoporosis International* **19**: 595–606.
- Shapiro S.S., Wilk M.B. (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* **52**: 591-611.
- Stefanaki C., Peppas M., Boschiero D., Chrousos G.P. (2016) Healthy overweight/obese youth: early osteosarcopenic obesity features. *European Journal of Clinical Investigation* **46**: 767-778.
- Štalić Z., Sorić M., Mišigoj-Duraković M. (2016) Sportska prehrana, 1. izd., Znanje. str. 25-34.
- Toomey C.M., Cremona A., Hughes K., Norton C., Jakeman P. (2015) A Review of Body Composition Measurement in the Assessment of Health. *Topics in Clinical Nutrition* **30**: 16–32.
- Tsigos C., Stefanaki C., Lambrou G.I., Boschiero D., Chrousos G.P. (2015) Stress and inflammatory biomarkers and symptoms are associated with bioimpedance measures. *European Journal of Clinical Investigation* **45**: 126–134.
- Twomey P.J. (2006) How to use difference plot in quantitative method comparison. *Annals of Clinical Biochemistry* **43**: 124-129.
- Weitzmann M.N., Pacifici R. (2006) Estrogen deficiency and bone loss: an inflammatory tale. *Journal of Clinical Investigation* **116**: 1186–1194.
- Wiklund P., Toss F., Weinehall L., Hallmans G., Franks P.W., Nordström A., Nordström P. (2008) Abdominal and Gynoid Fat Mass Are Associated with Cardiovascular Risk Factors in Men and Women. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* **93**: 4360–4366.
- World Health Organization (1994) Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *WHO Technical Report Series* **843**: 1–129.
- Wu J., Boström P., Sparks L.M., Ye L., Choi J.H., Giang A.H., Khandekar M., Virtanen K.A., Nuutila P., Schaart G., Huang K., Tu H. et al. (2012) Beige adipocytes are a distinct type of thermogenic fat cell in mouse and human. *Cell* **150**: 366–376.

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

## Izjava o izvornosti

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

Ana Ružica Bajan