

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

COMPARISON OF METHODS FOR DETERMINING THE PERCENTAGE OF FATT TISSUE ON A SAMPLE OF KAYAKERS AND CANOEISTS – IN SLALOM

Goran Pašić<sup>1</sup>, Goran Grahovac<sup>1</sup> i Milomir Trivun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Univerzitet u Banjoj Luci, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Bosna i Hercegovina

ORIGINALNI NAUČNI RAD

doi: 10.5550/sgia.201601.se.pgt

UDK: 797.122

Primljeno: 07.11.2020.

Odobreno: 12.11.2020.

Sportlogia 2020, 16 (1), 92-109.

E-ISSN 1986-6119

**Korespondencija:** dr Goran Pašić,

Docent na Univerzitetu u Banjoj Luci, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta

Bulevar vojvode Petra Bojovića 1 A, 78 000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina

Tel.: 00387 65 932 714. E-mail: gorandelmonte@yahoo.it

## SAŽETAK

*Određivanje tjelesne strukture u fizičkoj kulturi, sportu, ali i u sportskoj rekreaciji jedan je od načina za provjeru efikasnosti određenih trenažnih programa i njihovog uticaja na postotak potkožnog masnog tkiva i nemasne komponente. Ovo istraživanje provedeno je na uzorku od 49 kajakaša i kanuista slalomaša (starosti  $19,9 \pm 1,7$  godina), sa ciljem upoređivanja validnosti metoda procjene postotka masnog tkiva koje se baziraju na metodi mjerenja kožnih nabora u odnosu na metodu bioelektrične impedance radi primjene u dijagnostici trenažnog procesa kod kajakaša i kanuista slalomaša. Postotak masnog tkiva utvrđen je metodama utvrđivanja postotka masnog tkiva prema Siriju (1961), Brožeku i sar. (1963), Jackson, i Pollock, (1985) i metodom bioelektrične impedanse BIA. Nakon provedenih statističkih procedura, korelacionom analizom utvrđena je visoka povezanost metoda: antropometrijskih metoda po Siriju i Brožeku, obje metode sa metodom po Džekson Poloku, dok sve tri metode imaju visok nivo korelacije sa metodom BIA, dok je Wilcoxon test pokazao da metoda bioelektrične impedance ima statistički značajno veće vrijednosti od metoda utvrđivanja postotka masnog tkiva prema Siriju i Brožeku ( $p < 0.001$ ), a značajno manje u odnosu na metodu utvrđivanja postotka masnog tkiva prema Džekson Poloku ( $p = 0.005$ ). Istraživanje je pokazalo da bi na posmatranom uzorku ispitanika, kada je u pitanju jedan ispitanik, grupa ispitanika, ispitanici u okviru jednog sporta ili neujednačeni uzorak nesportista, ukoliko nema mogućnosti za korištenje neke od sofisticiranijih metoda tipa BIA, zadovoljavajuća metoda mogla biti metoda mjerenja kožnih nabora.*

**Ključne riječi:** *metod kožnih nabora, bioelektrična impedanca,ajak kanu slalom*

Pašić, G., Grahovac, G., & Trivun, M. (2020). Komparacija metoda utvrđivanja postotka masnog tkiva na uzorku kajakaša i kanuista slalomaša. *Sportlogia* 16 (1), 92-109.

<https://doi.org/10.5550/sgia.201601.se.pgt>

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

## UVOD

Kajak kanu slalom je olimpijski sport regulisan pravilima Svjetske kajakaške federacije (ICF). Takmičari se trkaju na stazi dugoj maksimalno 400m sa prirodnim ili umjetnim preprekama vodenog toka (ICF, 2019). Za savladavanje staze, najbržim ukupnim vremenom, iskusnom takmičaru je obično potrebno 75–95 s. (Macdermid, i sar, 2019).

Slalomaši koriste kombinaciju tehnički zahtjevnih kretnih struktura povezanih sa kratkim ubrzanjima i veslanjem viokog intenziteta za šta je potrebna resinteza energije putem anaerobnog metabolizma. (Messias i sar., 2014).

Prema Zamparo i sar. (2006) aerobni izvor energije čini oko 50% (aerobni - 45,2%; anaerobni alaktatni - 24,9; anaerobni laktatni - 29,0%) ukupnog prometa metaboličke energije u slalomskoj trci. Značaj aerobnog metabolizma kod slalomaša je pokazan u drugim studijama (Ferrari i sar., 2017; Manchado-Gobatto i sar., 2014; Messias i sar. 2015). Bielik i sar. (2019) zaključuju da slalomaši mogu imati korist od oksidativnog sistema tokom odmora u ili

intervalnom treningu. Uloga masti u oksidativnom sistemu kao izvora energije je značajna (Gollnick, 1985; Achten, i Jeukendrup, 2004), a kako je trening slalomaša u prosjeku dug 1,5-2h značaj masi kao izvora energije nije zanemarljiv.

Višak postotka masti negativno utiče na izvedbu slalomaša. Povećana težina veslača uzrokuje dublje uranjanje čamaca u vodu, povećavajući dodirnu površinu, tj. ukupan otpor trenju i otpor talasa, povećavajući tako otpor koji veslač mora savladati da bi čamac gurnuo napred. (Lundström, Borgen, i McKenzie, 2019).

Podaci antropometrijskih merenja poslednjih decenija, na takmičara u kajku i kanu, pokazuju manji postotak tjelesne masnoće i povećanu muskulaturu gornjeg dela tela i ruku koja je povezana sa performansama i uspešnijim veslanjem. (Lundström, Borgen, i McKenzie, 2019; Hagner-Derengowska i sar., 2014). Prethodne studije su pokazale da nema značajne razlike između kanuista i kajakaša u postotku masnog tkiva, a autori objašnjavaju da je to uzrokovano time što obje grupe imaju identične dionice staza i trening im je usmjeren na

## KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

poboljšanje snage i brzine, što rezultira povećanjem mase mišićnog tkiva. (Kameyama i sar., 1999; Hamano i sar, 2015).

Određivanje tjelesne strukture, a naročito postotka masnog tkiva, vrši se u cilju kontrole treniranosti sportista procjene zdravstvenog statusa, mogućih rizika, kao i kontrolisanja zdravstvenog stanja tokom dijeta (Malina, 2007; Ackland i sar, 2012), pa tako Wells i Fewtrell (2006) ističu da je mjerenje tjelesne strukture u živo nesavršen proces i da je podložan raznim ograničenjima, ali da ima značajnu kliničku vrijednost u pedijatrijskoj praksi.

Validnost metoda bioelektrične impedanse BIA ispitivana je u brojnim istraživanjima. Potvrđena je validnost ove metoda u odnosu na hidrodensimetriju, metod mjerenja kožnih nabora, ADP (pletizmografija zapremine cijelog tijela) i ustanovljena velika povezanost ukupne provodljivosti ljudskog tijela sa nemasnom komponentom (Keller i Katch, 1985; Lukaski i dr.,1985; Jackson, Pollock, Graves, i Mahar, 1988.; Macias, Alemán-Mateo, Esparza-Romero i Valencia, 2007).

Wang, Zhang i sar. (2013) poredeći četiri različita sistema na principu bioelektrične impedanse sa metodama DEXA i MRI dobili su visok nivo korelacije  $r=0.71-0.89$  za procjenu postotka masnog tkiva. Zaključuju da su uređaji tačni u procjeni telesnog sastava, posebno skeletne mišićne mase i nemasne komponente. Visok stepen korelacije metode BIA sa metodom DEXA ustanovili su i Fornetti, Pivarnik, Foley i Fiechtner (1999), kao i Company i Ball (2010).

Wells i Fewtrell (2006) smatraju da je manje precizan od DEXA, da za procjenu sastava cijelog tijela i metod mjerenja kožnih nabora i BIA imaju ograničenja, te navode da se primjenom kombinacije obje metode može smanjiti vjerovatnoća greške, što treba imati u vidu jer podaci dobijeni utvrđivanjem strukture tijela daju uvid u trenutno stanje i predstavljaju polaznu osnovu za planiranje i programiranje treninga i vježbanja kako bi se postigli ili očuvali optimalni i poželjni odnosi različitih tipova tkiva.

Pogrešna procjena debljine potkožnog masnog tkiva, a time i cjelokupnog udjela masti primjenom

## KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

metode mjerenja kožnih nabora, pri čemu su kao glavni problemi istaknuti nemogućnost palpacije razgraničenja mast-mišić i nemogućnost pouzdanog mjerenja kod jako gojaznih osoba dokumentovana je i u ranijim istraživanjima (Brozek, Kinsey, 1960; Himes, Roche, i Siervogel, 1979). Kao nedostaci ove metode još se navode kompresija potkožnog masnog tkiva tokom mjerenja i mogućnost mjerenja samo na određenim tačkama (Lohman, 1981; Burkinshaw, Jones i Krupowics, 1973).

Metod mjerenja kožnih nabora jednostavan je brz i informativan, ali ima ograničenja kod jako gojaznih osoba kao i kod značajnog odstupanja regionalne distribucije tkiva u odnosu na prosječne osobe, stoga su razvijene standardizovane jednačine koje na osnovu vrijednosti kožnih nabora, a prema polu, starosti i drugoj prirodi populacije (fizička aktivnost, specifična bolest, rasa) izračunavaju postotak masnog tkiva: posebne jednačine za odrasle (Jackson i Pollock, 1982), posebne jednačine za muškarce (Jackson i Pollock, 1978), za žensku populaciju (Jackson, Pollock i

Ward 1980), posebne formule za sportiste (Sinning, Dolney i Little, 1985; Forsyth i Sinning, 1973; Sinning, 1974; Pollock, Gettman, Jackson, Ayres, Ward, i Linnerud, 1977), a posebne za sportistkinje (Sinning, 1978; Meleski, Shoup, i Malina, 1982; Sinning i Wilson, 1984 i Mayhew, Clark, McKeown, i Montaldi, 1985). Budući da jednačine koje su razvijene za jedan uzorak nije uvijek moguće sa velikom pouzdanošću primijeniti na drugom uzorku, razvijane su posebne formule za određene sportove: za trkače dugoprugaše (Pollock, Gettman, Jackson, Ayres, Ward, i Linnerud, 1977), rvače (Sinning, 1974), gimnastičarke (Sinning, 1978), plivačice (Meleski, Shoup, i Malina, 1982) i sl.

Ovo istraživanje provedeno je sa ciljem utvrđivanja validnosti primjene metoda izračunavanja postotka masnog tkiva na osnovu metode mjerenja kožnih nabora u odnosu na metodu bioelektrične impendance kod kajakaša i kanuista slalomaša, radi odabira i praktične primjene odgovarajuće metode, njene tačnosti i preciznosti u njihovom trenaznom procesu.

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

## METODE ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika činili su sportisti - 49 kajakaša i kanuista muškog pola, uzrasta  $19,9 \pm 1,7$  godina, učesnika evropskog prvenstva u kajak kanu slalomu u kategoriji juniora i mlađih seniora. Ispitanici su bili predstavnici Njemačke, Poljske, Slovačke, Slovenije i Hrvatske i bili su normalnog zdravstvenog statusa i dobrovoljno su pristupili istraživanju. Budući da su ispitanici vrhunski kajakaši i kanuisti koji su putem izbornih trka obezbijedili mjesto u nacionalnim selekcijama, te da navedene reprezentacije predstavljaju najkonkurentnije timove ovdje je riječ o uzorku koji je dugi niz godina bio uključen u trenažni proces.

Istraživanje je provedeno u jutarnjim satima tri dana prije početka prvenstva u kabinetu za antropomotoriku na Fakultetu fizičkog vaspitanja i sporta u Banjoj Luci. Instrumenti su bili standardne izrade i baždareni. Zbog načina uzimanja podataka, ispitanici su bili obučeni u donji veš i bez čarapa, nisu konzumirali alkohol najmanje 72h, hranu i tečnost najmanje 4 sata, nisu vježbali najmanje

12h prije mjerenja, niti su bili korisnici diuretika.

Za prikupljanje podataka o tjelesnoj visini ispitanika korišten je antropometar po Martinu, prema protokolu i metodama mjerenja antropometrijskih dimenzija po IBP-u. Antropometrijsko procjenjivanje gustine tijela i sadržaja masti u strukturi sastava tijela i gornjih ekstremiteta određivan je pomoću metoda bioelektrične impedance i analizatora tjelesne kompozicije marke Tanita model BC 418-MA III (Tanita, Tokyo, Japan) propuštanjem niske struje  $800 \mu\text{amp}$  kroz tijelo ispitanika. Mjerenje je izvršeno u protokolom predviđenim uslovima (temperatura prostorije  $22 - 24 \text{ C}$  u mirnom okruženju) prema protokolu pripreme za mjerenje. Budući da se postotak masnog tkiva prema Siriju, Brožeku i Džekson i Poloku određuje prema jednačinama, prije utvrđivanja postotka masnog tkiva bilo je potrebno utvrditi vrijednosti kožnih nabora (tricepsni, pektoralni, midaksilarni, abdominalni, suprailijačni, supraskapularni i natkoljeni) i vrijednost tjelesne gustine na osnovu jednačina sa

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

kožnim naborima. Metoda mjerenja kožnih nabora rađena je pomoću Harpendenovog kalipera sa mjernim rasponom od 0 do 40mm prema IBP standardu.

Za utvrđivanje postotka masnog tkiva ispitanika korištena je metoda bioelektrične impedance i metoda kožnih

nabora. Specifičnost metode kožnih nabora je u tome što postoje različite formule različitih autora za procjenu postotka masnog tkiva, koje se sve baziraju na istoj formuli proračuna tjelesne gustine a za potrebe ovog istraživanja korištene su sljedeće formule:

- a) Mast (%) =  $(4.95/BD-4.5)*100$  muškarci (Siri, 1957; prema: Sudarov i Fratić 2010)
- b) Mast (%) =  $(4.57/BD-4.142)*100$  (Brožek i sar.1963)
- c) Mast (%) =  $0.29288 * \Sigma 4 - 0.0005 * (\Sigma 4)^2 + 0.15845 * A - 5.76377$ , (Jason i Pollock, 1985)

Za formule po Siriu i Brožeku bilo je potrebno utvrditi vrijednost sedam kožnih nabora: tricepsni, pektoralni, midaksilarni, abdominalni, suprailijačni, supraskapularni i natkoljeni kožni nabor, dok je za formulu po Jason i Pollock bilo potrebno utvrditi vrijednosti četiri kožna

nabora (mm): abdominalni, tricepsni, natkoljeni i suprailijačni kožni nabor.

Iz priloženog se vidi da sve tri formule pri izračunavanju postotka masti koriste A (godine ispitanika) i BD - tjelesnu gustinu koja je izračunata pomoću jednačine za muškarce (18 do 29 godina) prema Džekson i Poloku (1978):

$$BD = 1.12 - 0.00043499 * \Sigma 7 + 0.00000055 * (\Sigma 7)^2 - 0.00028826 * A.$$

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

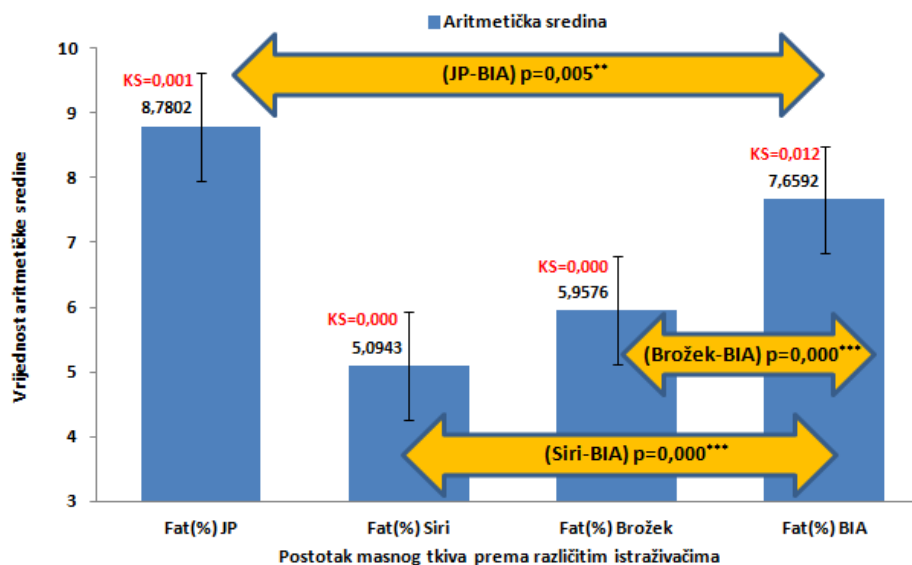
## Statistička analiza

Za statističku obradu podataka primijenjene su metode deskriptivne statistike, Kolmogorov-Smirnov test za utvrđivanje normalnosti distribucije, korelacija između metoda kožnih nabora i BIA metodom određene su Spearmanovim koeficijentom korelacije, a Wilcoxon test je korišten za poređenje

vrijednosti postotka masnog tkiva dobijenih antropometrijskim i metodom BIA. Kao statistički značajne uzimane su vrijednosti u kojima je  $p < 0.05$ . Svi eksperimentalni podaci su analizirani korišćenjem SPSS verzija 20.0 statistički softver (SPSS Inc, IBM- Preduzeće, Chicago, IL, SAD).

## REZULTATI

**Grafikon 1.** Postotak masnog tkiva prema različitim metodama



**Legenda:** osa Y aritmetička sredina  $\pm$  standardna devijacija; KS – Kolmogorov-Smirnov test (statistička značajnost); p – Statistička značajnost Wilcoxon testa za uparene uzorke; Fat(%) JP - postotak masnog tkiva po Jackson i Pollock-u; Fat(%) Siri - postotak masnog tkiva po Siri-u; Fat(%) Brožek - postotak masnog tkiva po Brožeku; Fat(%)BIA- postotak masnog tkiva prema BIA

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

Razlika aritmetičkih sredina mjerenih na osnovu metodama prema Siriju i Brožeku (5,09; 5,96) znatno je manja od rezultata dobijenih tehnikom bioelektrične impedanse BIA (7,66), dok su najveće vrijednosti postotka masnog tkiva pokazali rezultati mjereni metodom po Džekson Poloku (8,78). Najveću grešku aritmetičke sredine pokazuje metod BIA (0,63) pa metod po Džekson Poloku (0,57) dok standardne greške aritmetičke sredine metoda prema Siriju i Brožeku imaju manje vrijednosti (0,50) odnosno (0,46). Normalnost raspodjele testirana (Grafikon 1) je Kolmogorov-Smirnov-im testom normalnosti koji je pokazao da niti jedna od posmatranih metoda nema normalnu raspodjelu, što je očekivano obzirom na selektiranu grupu kajakaša i kanuista.

Provjera stepena povezanosti metoda za utvrđivanje postotka masnog tkiva izvršena je korelacionom analizom po Spirmanu. Dobijeni rezultat ukazuje da koeficijent ima statistički značajnu vrijednost na nivou značajnosti  $p=0.01$  tj. 99%. Koeficijent korelacije metode BIA (MT (%) BIA) sa metodama po Siriju i Brožeku (MT(%) Siri i MT(%) Brožek) iznosi 0.667, što predstavlja veoma visoku povezanost, dok je sa metodom prema

Džekson Poloku (MT(%) JP) nešto niža 0.636. Dobijene vrijednosti jednačinama po Siriju i Brožeku u potpunosti koreliraju, dok je Spirmanov koeficijent obje metode u odnosu na metod jednačine po Džekson Poloku  $r=0.975$ .

Dakle, nakon provedene analize koeficijenta korelacije postotka masnog tkiva utvrđenog primjenom tri različite metode, može se konstatovati da je uočena visoka statistička povezanost varijabli.

Wilcoxon test pokazao je postojanje značajnih razlika u dobijenim vrijednostima antropometrijskim metodama u odnosu na bioelektričnu impedancu BIA. Poređenjem medijana MT(%) JP i MT(%) BIA (7.50 odnosno 6.80) pokazalo je da metod BIA pokazuje statistički značajno ( $p=0.005$ ) manje vrijednosti postotka masnog tkiva u odnosu na metod po Džekson Poloku. Sa druge strane upoređivanjem medijana MT(%) Siri (4.20) i MT(%) Brožek (5.13) sa MT(%) BIA (6.80) pokazalo je da postoji statistički značajna razlika ( $p < 0.001$ ). Metod BIA pokazuje statistički značajno veće vrijednosti postotka masnog tkiva u odnosu na dva metoda na osnovu sedam kožnih nabora.(Grafikon1).



# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

## DISKUSIJA

U ovom istraživanju upoređena su četiri metode za procjenu postotka masnog tkiva u tjelesnoj strukturi: tri koje se zasnivaju na metodi mjerenja kožnih nabora i metoda bioelektrične impedanse. Zajedničke karakteristike su im da su neinvazivne, jednostavne, brze i relativno jeftine.

Prema korelacionoj analizi uočena je visoka povezanost metoda: antropometrijske metode po Siriu i Brožeku su u potpunoj korelaciji (1.000), obje metode sa metodom po Džekson Poloku imaju neznatno niži koeficijent  $\rho=0.975$ , dok sve tri metode imaju visok nivo korelacije sa metodom BIA, što ukazuje na to da postoji mogućnost prognoziranja jedne varijable na osnovu druge. Dobijeni rezultati su u skladu sa ranijim istraživanjima (Jackson, Pollock, Graves i Mahar 1988; Baščevan, Vučetić, i Rodić, 2011; Utter i sar. 2001; Ostojić, 2006).

Wilcoxon test pokazao je postojanje značajnih razlika u dobijenim vrijednostima antropometrijskim metodama u odnosu na metod BIA. Metode mjerenja po Siriu i Brožeku imaju statistički značajno niže vrijednosti

postotka masnog tkiva dok je metod po Džekson Poloku pokazao statistički značajno više vrijednosti u odnosu na BIA. Do sličnih rezultata se došlo i u drugim istraživanjima (Knechtle, B., Knechtle, P., i Rosemann, 2011; Michailidis, Methenitis, i Michailidis, 2013). Osnovno pitanje koje se nameće je koja je od ovih metoda preciznija i validnija?

U brojnim istraživanjima je potvrđena pouzdanost bioelektrične impedanse u odnosu na hidrogenziometriju Keller i Katch (1985); Lukaski i sar.(1985); Jackson, Pollock, Graves, i Mahar, (1988). Preciznost i validnost bioelektrične impedanse u odnosu na platiografiju zapremine cijelog tijela ADP ustanovili su Macias, Alemán-Mateo, Esparza-Romero i Valencia (2007). Preciznost BIA sistema u odnosu na DEXA ustanovili su u mnogim istraživanjima (Wang, Zhang i sar. 2013; Fornetti, Pivarnik, Foley i Fiechtner 1999; Company i Ball (2010). Kad su u pitanju antropometrijski metodi koji se zasnivaju na jednačinama na osnovu kojih se izračunava postotak masnog tkiva preko kožnih nabora takođe

## KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

kroz brojna istraživanja pokazuju dosljednost i da koreliraju sa metodom DEXA (Lintsi, Kaarma i Kull, 2004; Bowden i sar. 2005). Tu je pokazano da metodi kožnih nabora imaju značajno viši koeficijent korelacije sa metodom DEXA od metoda BIA. Ovo se donekle može objasniti razvojem brojnih jednačina za izračunavanje postotka masnog tkiva preko kožnih nabora, koje su specijalizovane za tačno određenu populaciju prema polu (Jackson i Pollock, 1982), posebno za muškarce (Jackson i Pollock, 1978), a posebne za žene (Jackson i Pollock, 1980) ili prema aktivnosti (Sinning, Dolney, i Little 1985; Forsyth i Sinning, 1973; Sinning, 1974; Pollock, i sar. 1977). Sa druge strane neka istraživanja su ukazala na nepreciznost ovih jednačina u odnosu na metodu DEXA i ADP (Silva, Fields, Quitério, i Sardinha, 2009) gdje je zaključeno je da ovi antropometrijski metodi nisu validni za procjenu i praćenje promjene postotka masti i nemasnog tkiva kod visokotreniranih džudista prije i poslije takmičenja. Brodie, Moscrip, Hutcheon (1998) opsežnim istraživanjem velikog broja radova koji su se bavili raznim sistemima za procjenu tjelesne

kompozicije uključujući hemijske, električne, fizičke i antropometrijske, zaključuju da su sofisticirani uređaji procjene tjelesne strukture poput kompjuterizovanih tomografskih skenera dostupni uglavnom velikim institutima sa visokim budžetima. Međutim, pronalaze da je kliničko iskustvo brojnih nutricionista pokazalo da je moguće veoma uspješno primjeniti niskobudžetne metode koje su brze i neinvazivne.

U ovom istraživanju iako metode prema Siriu i Brožeku visoko koreliraju sa metodom po Džekson Poloku, sa druge strane izmjerene su statistički značajno više, odnosno niže vrijednosti u odnosu na BIA. Ovo istraživanje je pokazalo da u slučaju vrhunskih kajakaša i kanuista slalomaša koji su učestvovali u istraživanju, sve jednačine ne pokazuju jednaku vrijednost. Naravno, potrebno je osvrnuti se na moguće faktore koji su mogli doprinijeti ovakvim rezultatima. Na vrijednosti postotka masnog tkiva za dobijene rezultate metodom kožnih nabora prema Siriju, Brožeku i Džekson i Poloku moglo je uticati način mjerenja prilikom koga je postojala mogućnost greške iako je obavljena od strane istog mjerioca, te neravnomjerna distribucija

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

tkiva srazmjerno specifičnosti sporta, dok je na rezultate dobijene BIA metodom mogla uticati nedovoljna pripremljenost sportista za izvođenje mjerenja (mjerenje je obavljeno tri dana prije takmičenja a svaki od sportista ima posebne pripreme za takmičenje na koje se nije smjelo uticati – suplementacija, režim ishrane i hidratacije, raspored treninga i dr.). Takođe, treba uzeti u obzir da je ovo bilo istraživanje transverzalnog tipa i specifičnost uzorka na kome je istraživanje provedeno, jer se radilo o sportistima koji su dugi niz godina

podvrgnuti trenažnom procesu, te da bi se dobili validniji rezultati ovakvih istraživanja bilo bi poželjno ovakva mjerenja provoditi znatno češće na istoj populaciju sportista. Istraživanje je pokazalo da bi na ovom uzorku ispitanika, ukoliko nema mogućnosti za korištenje neke od sofisticiranih metoda tipa BIA metode, zadovoljavajuća metoda mogla biti bilo koja od tri posmatrane metode mjerenja kožnih nabora. Bitno je da se uvijek upotrebljuje ista metoda. Naravno, ova tvrdnja se ne može generalisati.

## ZAKLJUČAK

Danas postoje specifične jednačine za računanje postotka masti antropometrijskim metodama za pojedine sportove. Razvijanjem posebne jednačine za kajakaše i kanuiste pomoglo bi da se preciznije određuje procenat masti ovom najjeftinijom i najmobilnijom metodom.

Takođe, pokazano je da se u sportskom treningu kajakaša i kanuista, u zavisnosti od finansijskih mogućnosti, ukoliko se želi konstantno pratiti postotak masnog tkiva sportista, postoji mogućost izbora između dvije metode utvrđivanja

postotka masnog tkiva – pomoću Body composition analyser-a ili mjereći kožne nabore kaliperom pa utvrđujući postotak masnog tkiva preko formule prema Džekson Poloku te Siriu i Brožeku. Gledano sa praktične strane jasno je da se zbog praktičnosti i jednostavnosti mjerenja te brzini dobijanja podataka prednost daje metodi bioelektrične impedance. Međutim kada se sagleda ekonomska situaciju u sportu, te da cijena aparata za mjerenje bioelektrične impedance, za naše prilike i nije mala,

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

mjerenje tjelesne strukture metodama preko kožnih nabora sigurno je dovoljno validno i pristupačnije. Ako je riječ o manjim grupama sportista i ako mjerenja izvodi isti mjerilac istim kaliperom mogućnost pogreške se još više smanjuje. Da bi se sa sigurnošću moglo govoriti

koja je od mjerenih metoda najvalidnija za procjenu tjelesne kompozicije u kajak kanu sportu, bilo bi potrebno obuhvatiti mnogo veći uzorak i uporediti obrađene metode sa najpreciznijim metodama poput DEXA, ADP ili hidrodensimetrijom.

## LITERATURA

1. Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2004). Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 20(7-8), 716-727.  
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.005>  
PMid:15212756
2. Ackland, T. R., Lohman, T. G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R. J., Meyer, N. L., Stewart, A. D., & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 42(3), 227-249.  
<https://doi.org/10.2165/11597140-000000000-00000>  
PMid:22303996
3. Baščevan, S., Vučetič, V., & Rodić, S. (2011). Comparison of different methods for assessment body composition. U: S. Simović (Ur.), 2nd international scientific congress "Anthropological aspects of sport, physical education and recreation". 2, str. 165-169. Banja Luka: Faculty of Physical Education and Sport
4. Bielik, V., Messias, L.H., Vajda, M., Lopata, P., Chudý, J., & Machado-Gobatto, F. (2019). Is the aerobic power a delimitating factor for performance on canoe slalom?: An analysis of Olympic Slovak canoe slalom medalists and non-Olympics since Beijing 2008 to Rio 2016. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14, 876-892.  
<https://doi.org/10.14198/jhse.2019.144.16>
5. Bowden, R. G., Lanning, B. A., Doyle, E. I., Johnston, H. M., Nassar, E. I., Slonaker, B., Scanes, G., & Rasmussen, C. (2005). Comparison of body composition measures to dual-energy x-ray absorptiometry. *Journal of Exercise Physiology Online*, 8(2), 1-9.

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

6. Brodie, D., Moscrip, V., & Hutcheon, R. (1998). Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 14(3), 296-310.  
[https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(97\)00474-7](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(97)00474-7)
7. Brozek, J., & Kinsey, W.(1960). Age changes in skinfold compressibility. *Journal of Gerontology*, 15 (1), 45-51. <https://doi.org/10.1093/geronj/15.1.45>  
<https://doi.org/10.1093/geronj/15.1.45>  
PMid:13805108
8. Brozek, J., Grande, F., & Anderson, J.T.(1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110, 113-140.  
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1963.tb17079.x>  
PMid:14062375
9. Burkinshaw, L., Jones, P., & Krupowicz, D. (1973). Observer Error in Skinfold Thickness Measurements. *Human Biology*, 45(2), 273-279. Retrieved November 6, 2020, from <http://www.jstor.org/stable/41459867>
10. Company, J. & Ball, S. (2010). Body Composition Comparison: Bioelectric Impedance Analysis with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Adult Athletes, *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 14(3), 186-201  
<https://doi.org/10.1080/1091367X.2010.497449>
11. Ferrari, H. G., Messias, L., Reis, I., Gobatto, C. A., Sousa, F., Serra, C., & Manchado-Gobatto, F. B. (2017). Aerobic Evaluation in Elite Slalom Kayakers Using a Tethered Canoe System: A New Proposal. *International journal of sports physiology and performance*, 12(7), 864-871.  
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0272>  
PMid:27918656
12. Fornetti, W. C., Pivarnik, J. M., Foley, J. M., & Fiechtner, J.J.(1999). Reliability and validity of body composition measures in female athletes. *Journal of Applied Physiology*, (Bethesda, Md.: 1985), 87(3), 1114-1122.  
<https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.3.1114>  
PMid:10484585
13. Forsyth, H. L., & Sinning, W. E.(1973). The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. *Medicine and science in sports*, 5(3), 174-180.  
<https://doi.org/10.1249/00005768-197323000-00015>  
PMid:4747639
14. Gollnick P. D. (1985). Metabolism of substrates: energy substrate metabolism during exercise and as modified by training. *Federation proceedings*, 44(2), 353-357.

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

15. Hagner-Derengowska, M., Hagner, W., Zubrzycki, I., Krakowiak, H., Słomko, W., Dzierżanowski, M., Rakowski, A., & Wiącek-Zubrzycka, M. (2014). Body structure and composition of canoeists and kayakers: analysis of junior and teenage polish national canoeing team. *Biology of sport*, 31(4), 323-326.  
<https://doi.org/10.5604/20831862.1133937>  
PMid:25609891 PMCID:PMC4296839
16. Hamano, S., Ochi, E., Tsuchiya, Y., Muramatsu, E., Suzukawa, K., & Igawa, S. (2015). Relationship between performance test and body composition/physical strength characteristic in sprint canoe and kayak paddlers. *Open access journal of sports medicine*, 6, 191-199.  
<https://doi.org/10.2147/OAJSM.S82295>  
PMid:26150737 PMCID:PMC4480586
17. Himes, J. H., Roche, A. F., & Siervogel, R. M. (1979). Compressibility of skinfolds and the measurement of subcutaneous fatness. *The American journal of clinical nutrition*, 32(8), 1734-1740.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/32.8.1734>  
PMid:463811
18. Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497-504.  
<https://doi.org/10.1079/BJN19780152>  
PMid:718832
19. Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(3), 175-181.  
<https://doi.org/10.1249/00005768-198023000-00009>  
PMid:7402053
20. Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1982). Steps towards the development of generalised equations for predicting body composition of adults. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 7(3), 189-196.
21. Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1985). Practical Assessment of Body Composition. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(5), 76-90.  
<https://doi.org/10.1080/00913847.1985.11708790>  
PMid:27463295
22. Jackson, A. S., Pollock, M. L., Graves, J. E., & Mahar, M. T. (1988). Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.:1985), 64(2), 529-534.  
<https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.2.529>  
PMid:3372410

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

23. Kameyama, O., Shibano, K., Kawakita, H., Ogawa, R., & Kumamoto, M. (1999). Medical check of competitive canoeists. *Journal of Orthopaedic Science*, 4(4), 243-249.  
<https://doi.org/10.1007/s007760050099>  
PMid:10436270
24. Keller, B., & Katch, F.I. (1985). Validity of bioelectrical resistive impedanse forestimation of body fat in lean males. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17 (2), 272.  
<https://doi.org/10.1249/00005768-198504000-00404>
25. Knechtle, B., Knechtle, P., & Rosemann, T. (2011). Upper body skinfold thickness is related to race performance in male Ironman triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 32(1), 20-27.  
<https://doi.org/10.1055/s-0030-1268435>  
PMid:21110283
26. Lintsi, M., Kaarma, H., & Kull, I. (2004). Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17-18-year-old conscripts. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 24(2), 85-90.  
<https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2004.00534.x>  
PMid:15056180
27. Lohman T. G. (1981). Skinfolde and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*, 53(2), 181-225.
28. Lukaski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., & Lykken, G. I. (1985). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *The American journal of clinical nutrition*, 41(4), 810-817.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/41.4.810>  
PMid:3984933
29. Lundström, P., Borgen, J. S., & McKenzie, D. (2019). The canoe/kayak athlete. In D. McKenzie, & B. Berglund, *Handbook of Sports Medicine and Science Canoeing* (pp. 40-46). Hoboken, NJ : Wiley-Blackwell.  
<https://doi.org/10.1002/9781119097198.ch3>
30. Macias, N., Alemán-Mateo, H., Esparza-Romero, J., & Valencia, M.E. (2007). Body fat measurement by bioelectrical impedance and air displacement plethysmography: a cross-validation study to design bioelectrical impedance equations in Mexican adults. *Nutrition Journal*, 6, 18.  
<https://doi.org/10.1186/1475-2891-6-18>  
PMid:17697388 PMCID:PMC2020472
31. Macdermid, P. W., Osborne, A., & Stannard, S. R. (2019). Mechanical Work and Physiological Responses to Simulated Flat Water Slalom Kayaking. *Frontiers in physiology*, 10, 260.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00260>  
PMid:30949065 PMCID:PMC6436605

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

32. Malina R. M. (2007). Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. *Clinics in sports medicine*, 26(1), 37-68.  
<https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.11.004>  
PMid:17241914
33. Machado-Gobatto, F. B., Arnosti Vieira, N., Dalcheco Messias, L. H., Ferrari, H. G., Borin, J. P., de Carvalho Andrade, V., & Terezani, D. R. (2014). Anaerobic threshold and critical velocity parameters determined by specific tests of canoe slalom: Effects of monitored training. *Science & Sports*, 29(4), pp. e55-e58.  
<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2014.04.006>
34. Mayhew, J. L., Clark, B. A., McKeown, B. C., & Montaldi, D. H. (1985). Accuracy of anthropometric equations for estimating body composition in female athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 25(3), 120-126.
35. Meleski, B. W., Shoup, R. F., & Malina, R. M. (1982). Size, physique, and body composition of competitive female swimmers 11 through 20 years of age. *Human biology*, 54(3), 609-625.
36. Messias, L. H. D., dos Reis, I. G. M., Ferrari, H. G., & de Barros Machado-Gobatto, F. (2014). Physiological, psychological and biomechanical parameters applied in canoe slalom training: a review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 24-41.  
<https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868700>
37. Messias, L. H., Ferrari, H. G., Sousa, F. A., Dos Reis, I. G., Serra, C. C., Gobatto, C. A., & Machado-Gobatto, F. B. (2015). All-out Test in Tethered Canoe System can Determine Anaerobic Parameters of Elite Kayakers. *International journal of sports medicine*, 36(10), 803-808.  
<https://doi.org/10.1055/s-0035-1548766>  
PMid:26038882
38. Michailidis, Y., Methenitis, S., & Michailidis, C. (2013). A comparison of arm to leg bioelectrical impedanse and skinfolds in assessing body fat in professional soccer players. *Journal of Sport and Human Performance*, 1(4):8-13.  
<https://doi.org/10.12922/18>
39. Ostojic, S.M. (2006). Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedanse. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46, 442-446.
40. Pollock, M. L., Gettman, L. R., Jackson, A., Ayres, J., Ward, A., & Linnerud, A. C. (1977). Body composition of elite class distance runners. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 301, 361-370.  
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1977.tb38213.x>  
PMid:270927
41. Silva, A.M, Fields, D.A., Quitério, A.L, & Sardinha, L.B. (2009). Are Skinfold-Based Models Accurate and Suitable for Assessing Changes in Body Composition in Highly Trained Athletes? *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1688-1696.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b3f0e4>  
PMid:19675495
- 
- Pašić, G., Grahovac, G., & Trivun, M. (2020). Komparacija metoda utvrđivanja postotka masnog tkiva na uzorku kajakaša i kanuista slalomaša. *Sportlogia* 16 (1), 92-109.  
<https://doi.org/10.5550/sgia.201601.se.pgt>



# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

42. Sinning, W.E. (1974). Body composition assessment of college wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 6(2), 139-145  
<https://doi.org/10.1249/00005768-197400620-00026>
43. Sinning, W.E. (1978). Anthropometric estimation of body density, fat and lean body weight in women gymnast. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 10(4), 243-249
44. Sinning, W.E., Dolney, D.G., & Little, K.D. (1985). Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athlete. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17(1), 124-130.  
<https://doi.org/10.1249/00005768-198502000-00020>
45. Sinning, W.E., & Wilson, J.W. (1984). Validity of "generalized" equations for body composition analysis in women athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55:2, 153-160.  
<https://doi.org/10.1080/02701367.1984.10608392>
46. Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid space and density. In J. Brozek & A. Hanschel (Eds.1961), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223-244). Washington, DC: National Academy of Science.
47. Sudarov, N & Fratrić, F. (2010). *Dijagnostika treniranosti sportista* [Diagnostic of athletes]. Novi Sad, RS: Pokrajinski zavod za sport.
48. Utter, A.C., Scott, J.R, Oppliger, R.A., Visich, P.S., Goss, F.L., Marks, B.L., Nieman, D.C., & Smith, B.W. (2001). A comparison of leg-to-leg bioelectrical impedanse and skinfolds in assessing body fat in collegiate wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 157-160.  
[https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0157:ACOLTL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0157:ACOLTL>2.0.CO;2)  
<https://doi.org/10.1519/00124278-200105000-00001>  
PMid:11710398
49. Zamparo, P., Tomadini, S., Didone, F., Grazzina, F., Rejc, E., & Capelli, C. (2006). Bioenergetics of a slalom kayak (K1) competition. *International journal of sports medicine*, 27(07), 546-552.  
<https://doi.org/10.1055/s-2005-865922>  
PMid:16802250
50. Wang, J. G., Zhang, Y., Chen, H. E., Li, Y., Cheng, X. G., Xu, L., Guo, Z., Zhao, X. S., Sato, T., Cao, Q. Y., Chen, K. M., & Li, B. (2013). Comparison of two bioelectrical impedance analysis devices with dual energy X-ray absorptiometry and magnetic resonance imaging in the estimation of body composition. *Journal of strength and conditioning research*, 27(1), 236-243.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824f2040>  
PMid:22344056
51. Wells, J. C., & Fewtrell, M. S. (2006). Measuring body composition. *Archives of disease in childhood*, 91(7), 612-617.  
<https://doi.org/10.1136/adc.2005.085522>  
PMid:16790722 PMCID:PMC2082845

# KOMPARACIJA METODA UTVRĐIVANJA POSTOTKA MASNOG TKIVA NA UZORKU KAJAKAŠA I KANUISTA SLALOMAŠA

---

## ABSTRACT

*Determining body structure in physical culture, sports, but also in sports recreation is one of the ways to check effectiveness of certain training programs and their impact on a percentage of subcutaneous fat and fat-free components. This study was conducted on a sample of 49 kayakers and slalom canoeists (aged  $19.9 \pm 1.7$  years), and the aim was to compare validity of methods for estimating percentage of body fat based on the skinfold measurement method in relation to the bioelectrical impedance method for application in diagnostics within a training process of slalom kayakers and slalom canoeists. The percentage of body fat was determined by methods of determining the percentage of body fat according to Siri (1961), Brozek et al. (1963), Jackson, & Pollock, (1985) and the BIA bioelectrical impedance method. After statistical procedures, correlation analysis revealed a high correlation between the methods: anthropometric methods according to Siri and Brozek, both methods with the Jackson Pollock method, while all three methods have a high level of correlation with the BIA method, while the Wilcoxon test showed that the bioelectrical impedance method had statistically significantly higher values than the method of determining the percentage of body fat according to Siri & Brozek ( $p < 0.001$ ), and significantly lower than the method of determining the percentage of body fat according to Jackson Pollock ( $p = 0.005$ ). The research showed that in the observed sample of respondents, when it comes to one respondent, a group of respondents, respondents within one sport or an uneven sample of non-athletes, if it is not possible to use some of the more sophisticated BIA methods, a satisfactory method could be the skinfold measurement method.*

**Keywords:** *skinfold measurement method, bioelectrical impedance, body fat, kayak canoe slalom*

---

Primljeno: 07.11.2020.

Odobreno: 12.11.2020.

Korespondencija:

dr **Goran Pašić**

Docent na Univerzitetu u Banjoj Luci, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta  
Bulevar vojvode Petra Bojovića 1 A, 78 000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina

Tel.: 00387 65 932 714.

E-mail: gorandelmonte@yahoo.it