

# POVEZANOST IZMEĐU MORFOLOŠKIH PARAMETARA I BRZINE ŠUTA, MAKSI-MALNE SNAGE I BRZINE PLIVANJA KOD ELITNIH VATERPOLISTA

Kemal Idrizović<sup>1,2</sup>, Julio Calleja-González<sup>2,3</sup> i Dean Kontić<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Fakultet sporta i fizičkog vapsitanja, Univerzitet Crne Gore, Podgorica, Crna Gora

<sup>2</sup>Centra za zdravlje, vežbanje i sportske nauke, Beograd, Srbija

<sup>3</sup>Fakultet sportskih nauka, Univerzitet Baskije,

<sup>4</sup>Univerzitet Dubrovnik, Dubrovnik, Hrvatska

<sup>5</sup>Nacionalni vaterpolo tim Australije

ORIGINALAN NUČNI ČLANAK

UDK: 797.253.012.1

doi: 10.5550/sgia.141001.se.0021

## SAŽETAK

Tehnički, taktički i fiziološki zahtjevi vaterpola, koji su nekada bili standard, danas više nisu aktuelni. Napredak u ukupnom pristupu ovoj sportskoj disciplini, kako sa igračkog i trenerskog, tako i sa naučnog stanovišta, doveo je do konstituisanja novih funkcionalno-motoričkih principa, koji danas važe u ovoj sportskoj igri. Odnos morfoloških karakteristika i specifično-motoričkih sposobnosti predstavlja jednu od najvažnijih osobina igračkog profila elitnog vaterpoliste. Cilj ove studije je bio da ispita i definiše povezanost između antropometrijskih karakteristika (tjelesna visina, raspon ruku, dužina noge, tjelesna masa i BMI) i tri specifična fitness testa: brzina vaterpolo plivanja na 20 metara, maksimalna dinamometrijska sila vaterpolskim „biciklom“ i brzina leta lopte kod vaterpolo udarca. Uzorak ispitanika je obuhvatio 22 ( $23,04 \pm 2,72$  god.) vaterpolista vrhunskog kvaliteta, članova Crnogorske vaterpolo reprezentacije i jednog vaterpolo kluba koji se takmiči u Jadranskoj ligi. Brzina vaterpolo šuta je pokazala statistički značajnu povezanost sa maksimalnom dinamometrijskom silom ( $r=0,455$ ,  $p=0,033$ ). Maksimalna dinamometrijska sila vaterpolskim „biciklom“, osim sa brzinom šuta pokazala je značajnu povezanost sa tjelesnom masom ( $r=0,745$ ,  $p=0,000$ ), tjelesnom visinom ( $r=0,568$ ,  $p=0,006$ ), BMI ( $r=0,521$ ,  $p=0,013$ ) i rasponom ruku ( $r=0,488$ ,  $p=0,021$ ). Što se tiče brzine vaterpolo plivanja nisu pronađene statistički značajne korelacije. Jedan od glavnih nalaza ovog istraživanja jeste da brzina vaterpolo plivanja nema statistički značajnu povezanost ni sa jednim od primijenjenih morfoloških i specifično-motoričkih parametara. Drugi veoma važan zaključak jeste da brzina šuta značajno korelira samo sa maksimalnom dinamometrijskom silom vaterpolskim „biciklom“. Sa druge strane nije pronađena niti jedna statistički značajna veza brzine šuta sa primijenjenim antropometrijskim parametrima, koji su skoro u potpunosti determinisali rezultat u testu za procjenu maksimalne dinamometrijske sile.

**Ključne riječi:** antropometrija, povezanost, specifična kondicija.

## UVOD

Vaterpolo se praktikuje kao takmičarska aktivnost, odnosno kao sportska igra više od jednog i po vijeka. Tokom tog vremena pravila i način igre su se veoma mnogo promijenili. Tehnički, taktički i fiziološki zahtjevi, koji su nekada bili standard, danas više nisu aktuelni. Napredak u ukupnom pristupu vaterpolu, kako sa igračkog i trenerskog, tako i sa naučnog sta-

novišta, doveo je do novih funkcionalno-motoričkih principa, koji danas važe u ovoj sportskoj igri. Trenutna pravila i principi, takođe, nisu dati za sva vremena, jer razvoj vaterpola teče dalje i stalan naučni tretman je neophodan, kako bi se dolazilo do saznanja, koja su aktuelna. Aktuelna i relevantna naučna saznanja trebaju biti od pomoći, prije svega vaterpolistima i njihovim trenerima, a potom i naučnicima, kojima je vaterpolo predmet istraživanja.

U ovom trenutku vaterpolo je timski sport koji karakteriše visoko-intenzivna intermitentna aktivnost. Vaterpolisti tokom jednog meča izvode oko 100 visoko-intenzivnih i sprinterskih aktivnosti (Smith, 1998). Isti autor ističe da je vaterpolo veoma intermitentan, sa jakim eksplozivnim aktivnostima koje variraju u zavisnosti od igračke pozicije u bazenu. Tako, na primjer, Melchiorri, Castagna, Sorge i Bonifazi (2010) analizira nivo laktata u igri kod elitnih vaterpolista i nalazi koncentraciju laktata od  $7.7 \pm 1.0$  mmol/l, ali sa enormnom razlikom po igračkim pozicijama. Prosječan nivo koncentracije laktata za centralne napadače je  $11.2 \pm 1.0$  mmol/l, za centralne odbrambene igrače to je  $6.7 \pm 0.9$  mmol/l, a za vanjske igrače, tzv igrače u polju  $5.3 \pm 0.9$  mmol/l, što precizno ukazuje na različitu fiziološku osnovu svake igračke pozicije u vaterpolu.

Smith (1998) nalazi da elitni vaterpolisti imaju oko 6-20% veću potrošnju kiseonika nego plivači takmičari, i dalje navodi, da je vrijednost  $VO_2$  max umjerenog visokog nivoa (58-61 ml/kg/min) kod vaterpolista nacionalnog nivoa, što je opet niže od (63-69 ml/kg<sup>-1</sup>/min<sup>-1</sup>) vrijednosti koja je utvrđena za trenirane plivače (Fernandez i Vilas-Boas, 2012). Takođe, još jedan broj studija pokazuje da je nivo  $VO_2$  max kod plivača internacionalnog nivoa veći nego kod vaterpolista (Cazorla i Montpetit, 1988). U svojoj nedavnoj studiji Meckel i saradnici (2013) ističu da elitni vaterpolisti demonstriraju niži nivo sposobnosti ponovljenih sprinteva (RSA), aerobnih i anaerobnih kapaciteta u poređenju sa elitnim plivačima.

Prema tome, vaterpolo je igra koja od igrača zahtijeva, prije svega značajnu snagu da šutne, blokira i odgurne druge igrače tokom utakmice (Van der Wende, 2005). Ovo su i osnovni faktori, koji utiču da bazične karakteristike vaterpolista uključuju visok nivo snage, brzine plivanja, „čiste tjelesne mase“ i specifičnih tehničkih i taktičkih kvaliteta (Lozovina i Pavčić, 2005). Pored toga, smatra se da je brzina šuta jedan od najvažnijih elemenata ukupnih performansi vaterpolo igrača (Van der Wende, 2005).

Kako se može vidjeti savremeni vaterpolo karakteriše brza i atraktivna igra, kao i česti međusobni kontakti igrača, što od vaterpolista zahtijeva specifične morfološke osobine (Lupo, Tessitore, Minganti i Capranica, 2010).

Morfologija sportiste, odnosno njegove antropometrijske karakteristike se izuzetno bitan faktor u svakoj sportskoj disciplini, pa samim tim i u vaterpolu. Zbog toga se u kontinuitetu iz generacije u generaciju, vrhunski vaterpolisti selektiraju i oblikuju na osnovu aktuelnih zahtjeva vaterpolo igre i pojedinačnih karakteristika svakog igračkog profila.

Između ostalog to su jedni od glavnih faktora sljedećeg zaključka da antropometrijske karakteristike elitnih vaterpolista su se promijenile tokom posljednjih (analiziranih) 28 godina. Oblik tijela se promenio u smislu veće visine i dužih udova, sa užim strukom i širim ramenima. Tjelesna masa je porasla. Povećao se nivo mišićne mase u odnosu na masno tkivo. Uočene promjene su posljedica trenda akceleracije i sportsko morfološke adaptacije (optimizacija) (Lozovina, Lozovin i Pavičić, 2012).

Osim navedenih razloga, veoma značajan razlog za postojeće antropometrijske razlike između vaterpolista iz pojedinih zemalja su i različite vaterpolo škole, koje u mnogome zavise od morfoloških osobenosti upravo tih sredina. Tako su na primjer, evidentne razlike između grčkih (Tsekouras i saradnici, 2005) hrvatskih (Lozovina, Durovic, i Katić, 2009), španskih (Ferragut i saradnici, 2011a) i crnogorskih (Idrizović, Uljević, Ban, Spasić i Rausavljević, 2013) elitnih vaterpolista.

Uzimajući u obzir i jedne i druge, morfološke i motoričke potencijale vrhunskih vaterpolista (Ibid) ističu razlike, koje postoje i na tom nivou. Autori dolaze do podataka da su top elitni vaterpolisti istih antropometrijskih karakteristika kao i elitni, kao i da ostvaruju istu maksimalnu brzinu plivanja, međutim imaju statistički značajno veći nivo brzine šuta i manifestacije maksimalne sile.

Upravo sve prethodno navedene karakterističnosti vaterpolo igre, kao i njihove promjene kroz vrijeme, dovode do potrebe za permanentnom provjerom povezanosti unutar i između morfološkog i motoričkog profila savremenog vrhunskog vaterpolo igrača. Takva istraživanja dovode do informacija, koje mogu ukazati na promjene u specifičnosti međusobne povezanosti antropometrijskih pokazatelja i fizičkih performansi elitnih vaterpolista, a prema saznanjima autora nema naučne evidencije o takvim studijama.

Upravo zbog toga, ciljevi ovog istraživanja su bili da se utvrdi odnos između specifičnih kondicionih potencijala: brzine šuta, brzine plivanja i maksimalne dinamometrijske sile vaterpolskim „biciklom“ i osnovnih morfoloških parametara (tjelesna visina, raspon ruku, tjelesna masa i BMI-indeks tjelesne mase) kod elitnih vaterpolista.

## METODE

### Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika je obuhvatio 22 ( $23,04 \pm 2,72$  god.) elitna vaterpolo igrača, članova Crnogorske vaterpolo reprezentacije i jednog vaterpolo kluba, koji je dugogodišnji učesnik Jadranske vaterpolo lige.

Svaki ispitanik je morao biti aktivni član nacionalnog tima i ekipe vaterpolo kluba tokom tekuće takmičarske sezone.

Svi vaterpolisti su dobrovoljno učestvovali u istraživanju o čemu su dali pismenu izjavu. Studija je dizajnirana u skladu sa preporukama za kliničko istraživanje Helsinške deklaracije Svjetske zdravstvene organizacije (2013), a koja je pregledana i odobrena od strane lokalnog etičkog odbora.

Studija je realizovana u dvije faze tokom posljednje sedmice mjeseca marta 2013.godine. Prva faza je sprovedena tokom odigravanja posljednje dvije utakmice Vaterpolo reprezentacije Crne Gore u okviru kvalifikacija za Svjetsku ligu u vaterpolu 2013, a koje je ujedno bilo i dio priprema za 15-o FINA Svjetsko prvenstvo u Barseloni. Tokom dva dana su sprovedena, prvo antropometrijska, a potom, drugog dana, i motoričko-funkcionalna testiranja. Drugi dio testiranja, koji je sproveden na identičan način kao i prethodni, odnosio se na testiranje igrača vaterpolo kluba, koje je realizovano u približno istom vremenskom periodu, kao i prethodno mjerenje, a tokom kojeg su igrači bili u standardnom takmičarskom trenaznom programu u okviru odigravanja utakmica Jadranske vaterpolo lige.

## Uzorak varijabli

Antropometrijska mjerenja su sprovedena u skladu sa protokolom Internacionalnog društva za unapređenje kinantropometrije (ISAK) (Marfell-Jones, Olds, Stew i Carter, 2006). Dužina noge (LL) ispitanika je mjerena prema Barry i Maria (2010). Mjerenja su izvedena ujutro od dvojice certifikovanih mjerilaca (Nivo II ISAK-mjerilac). Tjelesna visina u cm (BH) je mjerena pomoću SECA-222 teleskopskog štapa, sa preciznošću od 1 mm i rasponom od 60 do 230 cm, dok je tjelesna masa u kg (BM) procijenjena pomoću SECA-875 ravne vage, sa preciznošću od 0,1 kg i rasponom mjerenja od 0,0 do 130 kg (Seca Instruments Ltd., Hamburg, Germany). Dužina noge je mjerena sa Siber & Hegner GPM antropometrom po Martinu, a raspon ruku (AS) sa antropometrijskom trakom Lufkin W606PM.

Pored toga, određen je i indeks tjelesne mase. Indeks tjelesne mase (BMI) ili Quetelet indeks je izračunat iz vrijednosti tjelesne visine i tjelesne mase upotrebom sljedeće formule:

$$BMI = \text{tjelesna masa (kg)} / \text{tjelesna visina (m}^2\text{)}$$

Specifična vaterpolo kondicija je procjenjivana: brzinom vaterpolo plivanja na 20 metara, maksimalnom dinamometrijskom silom vaterpolskim „biciklom“ i brzinom leta lopte kod vaterpolo udarca.

Test brzine plivanja na 20 metar (20M) je započinjao nakon zvučnog signala, slično plivačkom sprintu za loptu na početku vaterpolo utakmice. Tokom testa su ispitanici držali glavu van vode (vaterpolo prsni kral). Ispitanici su započinjali test iz vode u frontalnoj, ili bočnoj poziciji. Njihova glava se nalazila iza laserskog snopa koji je označavao nulti metar, odnosno startnu poziciju. Nakon startnog signala ispitanici su plivali 20 metara, najbrže što su mogli. Za realizaciju testa je korišćena Longines mjerna aparatura za plivanje.

Brzina šuta je mjerena testom brzina leta lopte kod vaterpolo udarca (SHOOT). Svaki ispitanik je upućen da podigne loptu sa površine vode i šutne na gol što je moguće jače. Ispitivač je bio pozicioniran sa radarom za detekciju brzine (Speedster Radar Gun Bushnell, Overland Park, Kansas, USA) iza mreže.

Dinamometrijski test (DYN) se sastojao od plivanja maksimalnim intenzitetom u uspravnom položaju upotrebom vaterpolskog „bicikla“, sa trakom koja je fiksirana specijalnim pojasom za ispitanika. Vaterpolski „bicikl“ je forma održavanja na vodi bez upotrebe ruku, koja omogućava plivaču da ostane, ili se kreće u vertikalnom položaju. Noge sportiste se nazmjenično izvode udarce jedna pa druga kao u prsnoj tehnici plivanja. Ovakva forma omogućava kontinuiranu podršku, jer nema pauze u udarcima. Produkcija sile plivanjem registrovana je tenziometrijskim dinamometrom spojen na MAX-5 uređaj (JBA Staniak, Poland) preko WTP 003 pojačala i Max 5.1 kompjuterskog softvera. Ispitanicima je objašnjeno da naprave vaterpolski „bicikl“ maksimalno snažno, koliko mogu, kako bi ostvarili maksimalnu silu povlačenja. Maksimalno ostvarena sila svakog ispitanika je registrovana i uključena u analizu podataka.

## REZULTATI

U Tabeli 1 su dati osnovni statistički parametri antropometrijskih pokazatelja elitnih vaterpolista i njihovih rezultata na specifično motoričkim testovima. Vrijednosti koeficijenata zakrivljenosti i izduženosti za tjelesnu masu i BMI (Skew.=1,302; Kurt.= 2,366), kao i za specifične motoričke testove SHOOT (Kurt.= -1,125) i DYN (Skew.=1,072) ukazuju na značajnu karakterističnost distribucije rezultata ovih testova.

Analizom odnosa između specifične kondicije i morfoloških parametara pronađene su statistički značajne korelacije. Od 28 izračunatih koeficijenata korelacije 11 parova je imalo statistički značajnu povezanost (Slika 1 do Slika 11). Što se tiče tjelesne visine, statistički značajne korelacije su pronađene sa

**TABELA 1**

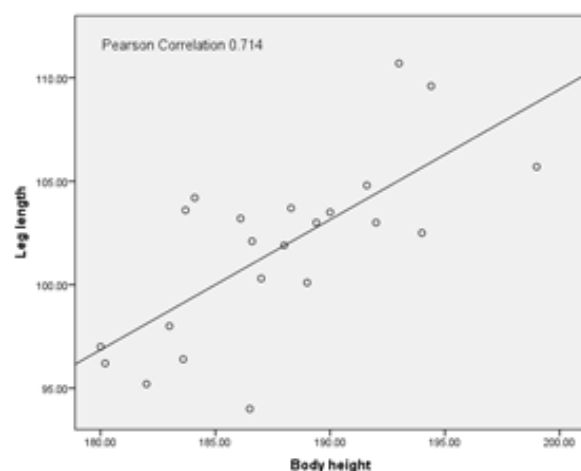
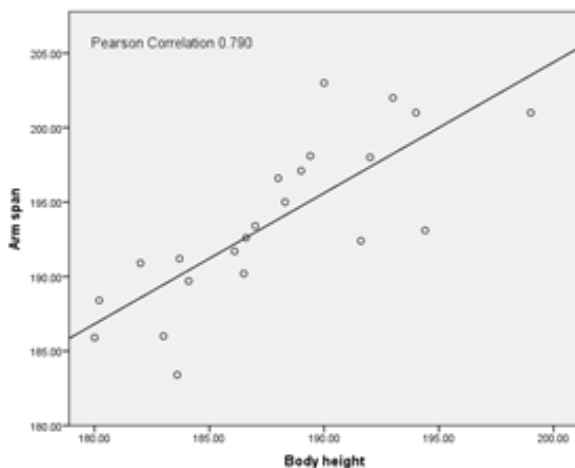
Osnovni statistički parametri antropometrijskih pokazatelja elitnih vaterpolista i njihovih rezultata na specifično motoričkim testovima.

	<i>M</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SD</i>	Skew.	Kurt.
BH	187,79	180,00	199,00	4,90	0,35	-0,21
AS	193,66	183,40	203,00	5,45	0,03	-0,72
LL	101,75	94,00	110,70	4,32	0,05	-0,11
BM	93,04	79,20	120,00	9,77	1,16	1,65
BMI	26,36	22,80	33,20	2,37	1,30	2,36
20M	11,04	10,40	12,05	0,44	0,94	0,35
SHOOT	75,04	65,00	82,00	5,57	-0,24	-1,12
DYN	43,55	36,00	58,00	5,94	1,07	0,36

Legenda: **M** - Aritmetička sredina; **Min** - Minimum; **Max** - Makimum; **SD** - Standardna devijacija; **Skew.** - Skewnis; **Kurt.** - Kurtosis; **BH** - Visina tijela; **AS** - Raspon ruku; **LL** - Dužina noge; **BM** - Masa tijela; **BMI** - Indeks tjelesne mase; **20M** - est brzine plivanja na 20 metar; **SHOOT** - Brzina šuta je mjerena testom brzina leta lopte kod vaterpolo udarca; **DYN** - Dinamometrijski test.

**SLIKA 1 i 2**

Korelacijski dijagram i linija koja najbolje odgovara relaciji između visine tijela i raspona ruku ( $p=0,000$ ) i tjelesne visine i dužine nogu ( $p=0,000$ ).



rasponom ruku ( $r=0,790$ ,  $p=0,000$ ), dužinom noge ( $r=0,714$ ,  $p=0,000$ ), tjelesnom masom ( $r=0,509$ ,  $p=0,016$ ) i DYN ( $r=0,568$ ,  $p=0,006$ ). Što se tiče raspona ruku, osim sa tjelesnom visinom, pronađena statistički značajna korelacija između ovog parametra i dužina noge ( $r=0,611$ ;  $p=0,002$ ), tjelesne mase ( $r=0,512$ ;  $p=0,015$ ), DYN ( $r=0,488$ ,  $p=0,021$ ). Što se tiče dužine noge, osim sa tjelesnom visinom i rasponom ruku, nisu pronađene druge statistički značajne korelacije. Za tjelesnu masu, osim sa tjelesnom visinom i rasponom ruku, statistički značajna korelacija je pronađena i sa BMI ( $r=0,860$ ;  $p=0,000$ ) i DYN ( $r=0,745$ ;  $p=0,000$ ). Što se tiče BMI, osim sa tjelesnom masom, statistički značajna korelacija je pronađena i sa DYN ( $r=0,521$ ;  $p=0,013$ ). Što se tiče specifičnog motoričkog testa

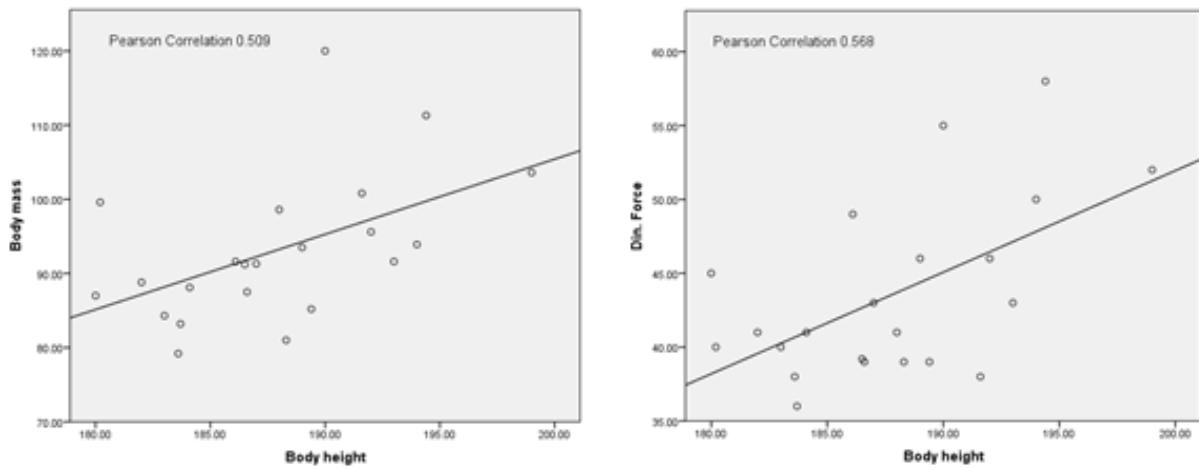
20M, nije pronađena nijedna statistički značajna korelacija. Za specifični motorički test SHOOT, pronađena je samo jedna statistički značajna povezanost i to sa specifičnim motoričkim testom DYN ( $r=0,455$ ;  $p=0,033$ ). Sa druge strane, na osnovu prethodnog se vidi da je specifični motorički test DYN, ostvario statistički značajnu povezanost sa tjelesnom visinom, rasponom ruku, tjelesnom masom, BMI i SHOOT.

## DISKUSIJA

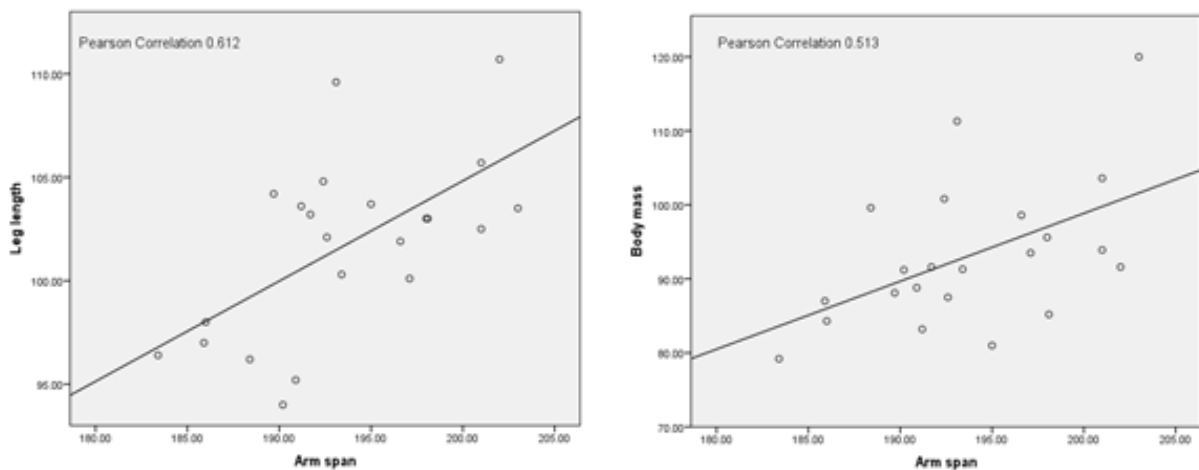
Ova studija je sprovedena kako bi se odredio odnos između specifičnih fitnes potencijala brzina šuta, brzina plivanja i maksimalne dinamometrijske

**SLIKA 3 i 4**

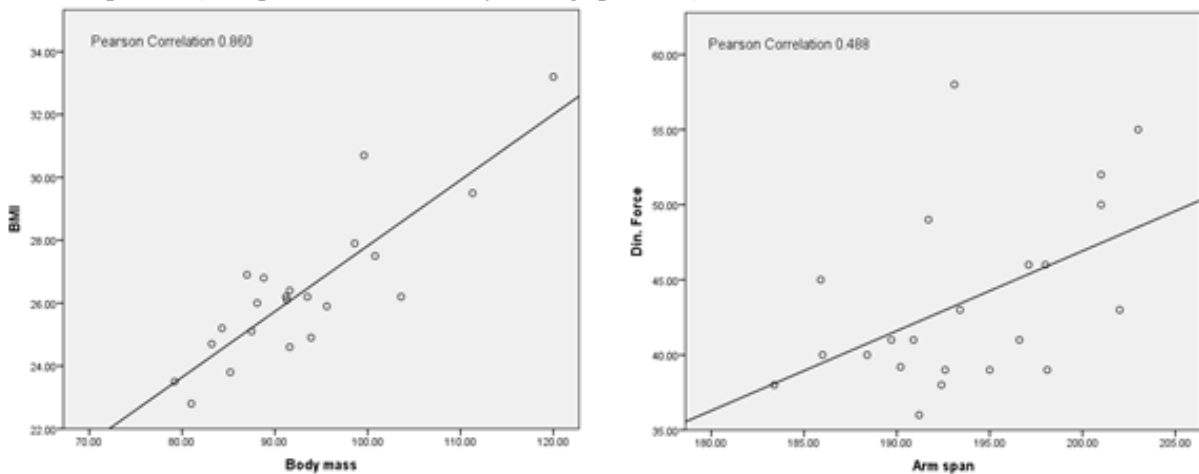
Korelacijski dijagram i linija koja najbolje odgovara relaciji između visine tiječa i težine tijela ( $p=0,016$ ) i tjelesne visine i dinamometrijske snage ( $p=0,006$ ).

**SLIKA 5 i 6**

Korelacijski dijagram i linija koja najbolje odgovara relaciji između raspona ruku i dužine nogu ( $p=0,002$ ) i raspon ruku i tjelesne mase ( $p=0,015$ ).

**SLIKA 7 i 8**

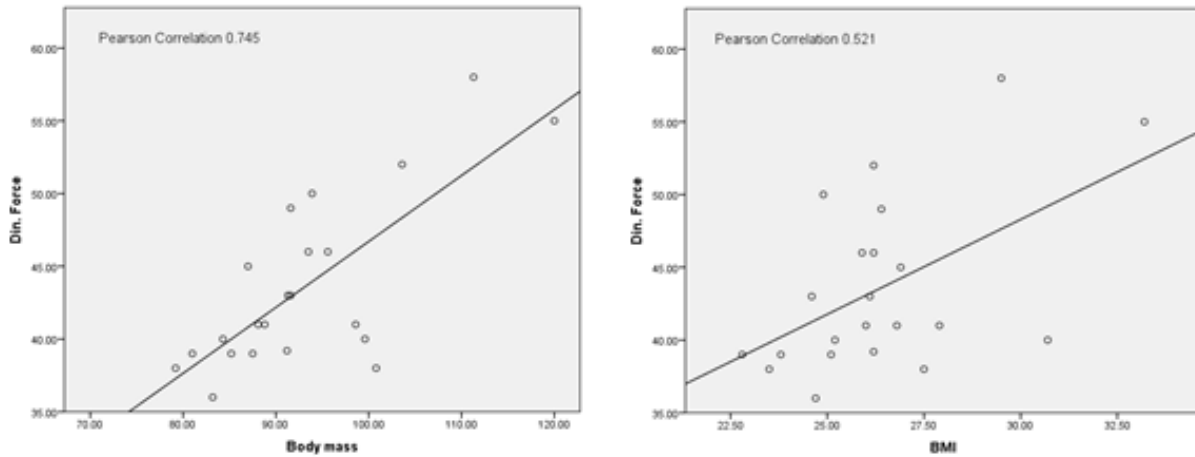
Korelacijski dijagram i linija koja najbolje odgovara relaciji između tjelesne mase i BMI ( $p=0,000$ ) i raspon ruku i dinamometrijske snage ( $p=0,021$ ).



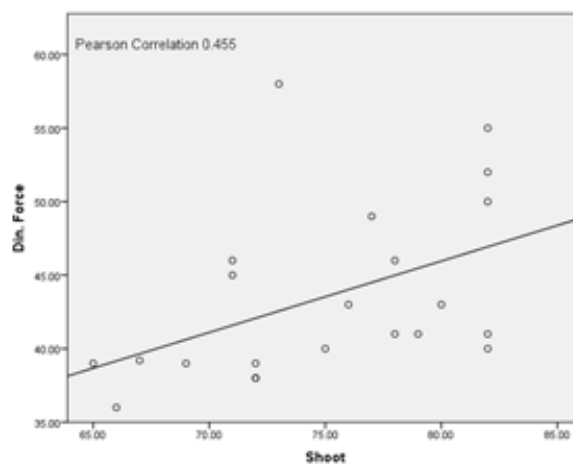


**SLIKA 9 i 10**

Korelacijski dijagram i linija koja najbolje odgovara relaciji između tjelesne mase i dinamometrijske snage ( $p=0,000$ ) i BMI i dinamometrijske snage ( $p=0,013$ ).

**SLIKA 11**

Korelacijski dijagram i linija koja najbolje odgovara relaciji između SHOOT i dinamometrijske snage ( $p=0,033$ ).



sile vaterpolskim biciklom i osnovnih morfoloških parametara (tjelesna visina, dužina noge, raspon ruku, tjelesna masa i BMI) kod elitnim vaterpolista. poslednji dokaz da sertifikovana

Prethodna istraživanja potvrđuju da je vaterpolo fiziološki i psihološki, veoma zahtjevan i mentalno izazovan sport (Snyder, 2008).

Vaterpolo prvenstveno predstavlja fizički veoma zahtjevnu sportsku disciplinu. Kao takav, od sportista koji se bave ovim sportom, traži veoma kvalitetan nivo fizičke kondicije. To prije svega znači veoma razvijenu snagu, specifičnu izdržljivost, brzinu i koordinaciju. Zapravo kvalitet fizičke kondicije u savremenom vrhunskom vaterpolu često donosi prednost jednom od timova, koji zbog te prednosti ostvaruju pobjedu u utakmici. Na vrhunskom nivou vaterpolo takmičenja taktičko-tehnička znanja su veoma izjednačena, tako da male razlike i fizičkom potencijalu vaterpolista dvije različite ekipe, mogu biti presudne za

ishod meča. Izvršenje mentalnih zadataka koje postavlja igra, značajno zavise od trenutnog fizičkog statusa, tako da i na to polje zahtjeva vaterpolo igre, veoma značajan, a često i presudan uticaj ima fizički potencijal vaterpoliste.

Kao u svim sportovima, trening snage je od velikog značaja u povećanju uspjeha u vaterpolo performansama. Nekoliko mišićnih grupa se koriste u osnovnim aktivnostima vaterpolo šuta, vaterpolskog kraula i vaterpolskog „bicikla“ (Ibid). Upravo su ovi vaterpolo potencijali, kao osnovni fizički kvalitet vrhunskog vaterpolo igrača, bili predmet ovog istraživanja.

Ova studija, prema našim saznanjima, je prva takva, u kojoj su se istovremeno istraživali i definisali odnosi između osnovnih morfoloških parametara i brzine vaterpolo šuta, brzine plivanja i maksimalno produkovanom silom, kod elitnih vaterpolista. Jedan od glavnih nalaza ovog istraživanja je da brzina plivanja

nema statistički značajnu povezanost ni sa jednim od primijenjenih morfoloških i specifično-motoričkih parametara. Drugi važan nalaz ove studije je da brzina vaterpolo šuta statistički značajno korelira samo sa maksimalnom dinamometrijskom silom, dok nije pronađena niti jedna statistički značajna veza sa pokazateljima longitudinalne dimenzionalnosti. Nasuprot tome, u atletskim bacačkim disciplinama longitudinalna dimenzionalnost predstavlja jedan od glavnih faktora rezultata, jer je stabilan oslonac bacača stalno prisutan. U vaterpolu je stabilnost donjeg dijela tijela, koja je konstantno varijabilna, a koju obezbjeđuje kvalitetan vaterpolo bicikl, veoma bitna za kvalitet šuta, dok su atributi longitudinalne dimenzionalnosti slabiji prediktori brzine šuta.

Vrijednosti standardizovanih koeficijenta skewness i kurtosis ukazuju na činjenicu da su se vrijednosti morfoloških pokazatelja body mass i BMI, što govore visoke pozitivne vrijednosti ovih statističkih parametara, distribuirani u polju nižih vrijednosti i da krajnje visoke vrijednosti ovih parametara čine izuzetke, što znači da su elitni vaterpolisti u ovoj studiji, za ova dva morfološka parametra grupisani oko vrijednosti aritmetičke sredine, a da se mali broj izuzetaka nalazi u visokim pozitivnim vrijednostima. Potvrda ovakve konstatacije je i odnos aritmetičke sredine sa minimalnim i maksimalnim rezultatom.

Vaterpolisti iz ovog istraživanja imaju prosječnu tjelesnu visinu od 187,79 cm. Ove vrijednosti su u nivou onih koje su saopštene od Lozovina i Pavičić (2005), Smith (1998) i Villa i saradnici (2009). Iako je tjelesna visina vaterpolista u svim ovim istraživanjima skoro identična, crnogorski vaterpolisti, su sa prosječnom tjelesnom masom od 93,04 kg, veće tjelesne mase za nekoliko kilograma od svojih kolega iz Španije, Hrvatske i Grčke.

Statistički značajne veze koje su pronađene ovim istraživanjem između morfoloških pokazatelja longitudinalne dimenzionalnosti: body height, arm span i leg length su veze parametara istog predmeta mjerenja i kao takve su u skladu sa svim ranijim radovima, kako na spotistima, tako i na opštoj populaciji, što je rezultat standardnih proporcija dijelova čovjekovog tijela.

Rezultati ove studije su pokazali da prosječna vrijednost parametara raspon ruku premašuje visinu elitnih vaterpolista, što je u skladu sa drugim studijama, koje su tretirale opštu populaciju (Goon, Toriola, Musa i Akusu, 2011; Reeves, Varakamin i Henry, 1996; Steele i Chenier, 1990), kao i studija koje su ispitivale elitne vaterpoliste (Ferragut i saradnici, 2011b; Idrizović, Milošević i Pavlović, 2013; Kondrič, Uljević, Gabrilo, Kontić i Sekulić, 2012).

Statistički, visoko značajna povezanost između raspona ruku i visine ( $r=.0,790$ ) koja je zabilježena u našem uzorku, konzistentna je sa, tokom vremena, velikim brojem drugih studija koje su pronašle snažnu vezu između raspona ruku i visine. Na primjer, Reeves i sardnici (1996) saopštavaju koeficijente korelacije ( $r=0,73-0,89$ ) koji su pokazali jasnu povezanost između parametara raspon ruku i tjelesna visina u svim grupama tog istraživanja.

Izuzetno bitan rezultat koji je dobijen ovom studijom je vezan za brzinu plivanja elitnih vaterpolista. Od svih primijenjenih morfoloških i specifično-motoričkih pokazatelja niti jedan nije pokazao značajnu povezanost sa rezultatom u testu 20M. Na osnovu takvih rezultata se može izvesti zaključak da brzinu plivanja elitnih vaterpolista ne definiše nijedan od sljedećih parametara: tjelesna visina, raspon ruku, dužina noge, tjelesna masa, index tjelesne mase, maksimalno ostvarena sila i brzina šuta. Takav rezultat može uputiti na konstataciju da brzinu plivanja vaterpolista najvjerojatnije određuje kvalitet njihove plivačke tehnike i možda neke druge fitness karakteristike, koja nije bila predmet ovog istraživanja. Takav zaključak je u skladu sa onim koji izvode Dopsaj, Matković i Zdravković (2000) da maksimalna brzina plivanja, posebno u sprinterskim disciplinama, pored tehnike i energetske kapaciteta, zavisi od karakteristika vučne sile. Takođe, prema Siders, Lukaski i Bolonchuk (1993), antropometrijske varijable: tjelesna visina, tjelesna masa, procenat masnog tkiva i čista tjelesna masa, imaju efekta na performanse plivačica, ali ne i kod plivača. Anderson, Hopkins, Roberts i Pyne (2008) takođe navode da je kombinacija kondicionih i tehničkih faktora važna za takmičarska dostignuća. Međutim, Zampagni i saradnici (2008) ističu da je tjelesna visina jedan od najboljih prediktora u kratkim, srednjim i dugim distancama, ali ne i kod plivača na ultra dugim prugama na otvorenom moru, kako ističu (Knechtle, Baumann, Knechtle i Rosemann, 2011). Na osnovu svega prethodnog se može konstatovati da su morfološki parametri značajnije determinante u takmičarskom plivanju, dok je za brzinu plivanja u elitnom vaterpolu, to najvjerojatnije tehnika plivanja.

Za razliku od ranijih istraživanja u kojima je brzina šuta imala statistički značajnu povezanost sa antropometrijskim pokazateljima, (Bloomfield, Blanksby, Ackland i Allison, 1990) u ovoj studiji se takvo nešto nije potvrdilo, što se, sa druge strane u potpunosti podudara sa nalazima do kojih su došli Ferragut i saradnici (2011b) i Alkaraz i saradnici (2012), gdje se takođe pokazalo da antropometrijski pokazatelji koji su korišćeni u tim studijama nisu ostvarili stati-

stički značajnu povezanost sa brzinom šuta. Veoma interesantan je podatak koji iznose Milanović i Vuleta (2013) da tjelesna visina, tjelesna masa i raspon ruku nemaju nikakve povezanosti sa igračkim performansama u napadačkim i odbrambenim aktivnostima. Upravo se, zbog svega navedenog, a bez obzira na sve promjene koje je vaterpolo igra doživjela u zadnjih tridesetak godina, tvrdnja Joris, Muijen Van, Ingen-Schernau Van i Kemper (1985) da je brzina kretanja lopte koja je šutnuta na gol, osnovna karakteristika u ovom sportu i da zavisi od mišićne sile, tehnike i odgovarajuće sinhronizacije različitih segmenta tijela, i danas može smatrati potpuno prihvatljivom. Pored toga, o kompleksnosti zavisnosti brzine šuta od različitih sposobnosti i karakteristika vaterpoliste, govore i podaci koje saopštavaju Ferragut et al. (2011a), a koji govore, da se ovaj specifični fizičko-tehnički kvalitet, na svim igračkim pozicijama, potpuno drugačije ponaša prema antropometrijskim parametrima, u zavisnosti od toga da li je golman na голу, nije, ili se igrač kreće prije šuta.

Jedinu statistički značajnu povezanost u ovom istraživanju brzina šuta je ostvarila sa specifičnim motoričkim testom DYN, koji se sastojao od plivanja u uspravnom položaju maksimalnim intenzitetom korišćenjem vaterpolskog bicikla sa trakom koja je fiksirana specijalnim pojasom za ispitanika.

Vaterpolski „bicikl“ je rotacioni pokret potkoljenicama u kojima plivač otvara noge u stranu sa savijenim zglobovima kuka i koljena, dok se oba stopala okreću u suprotnim krugovima (Homma, 2000). Sanders (1999) ističe da je vaterpolski „bicikl“ ciklična aktivnost donjih ekstremiteta sa aktivnošću u lijeve i desne strane koje su iste, ali suprotne u fazama, kojom se tijelo zadržava u ispravljenom položaju ili snažno gura protivnikovo tijelo. Takođe, Sanders (1998) navodi da se za podizanje gornjeg dijela tijela, u svrhu šuta na gol, koriste dvije vještine. Jedna od njih je »polet« u kome se gornji dio tijela eksplozivno pokreće nagore da bi postiglo maksimalnu visinu. Druga je »zadržka«, u kome se tijelo održava u ispravljenom položaju. Oba podrazumijevaju upotrebu vaterpolskog „bicikla“ kako bi se generisala potisna sila.

Konstatacija koja se na osnovu prethodno navedenih podataka može izvesti jeste da je kvalitet vaterpolskog „bicikla“, koji predstavlja i osnov dobrog rezultata na testu maksimalne dinamometrijske sile, preduslov za podizanje i stabilizovanje jezgra tijela iz kojeg se započinju pokreti koje je neophodno izvesti sa trupom i rukama da bi se ostvario tehnički kvalitetan šut, i šut sa velikom brzinom. Prema tome, treba istaći da kod elitnih vaterpolista brzina šuta primarno zavisi od stepena njihove maksimalne sile.

Specifično-motorički test za procjenu maksimalne dinamometrijske sile (DYN), ostvario je statistički značajnu vezu sa tjelesnom visinom, rasponom ruku, tjelesnom masom i BMI. To znači da su vaterpolo igrači sa većim vrijednostima ovih morfoloških atributa ostvarivali veći nivo maksimalne sile. Ovdje se radi o još jednom veoma interesantnom podatku. Iako brzina šuta nije ostvarila značajnu povezanost sa bilo kojim morfološkim atributom. Na ovaj način se indirektno može zaključiti da su veću brzinu šuta, ipak imali elitni vaterpolisti, prvenstveno veće tjelesne mase, a potom i veće tjelesne visine. Tako se, na kraju, ipak može reći da se nalazi ove studije direktno podudaraju sa konstatacijom Alkaraz i saradnici (2012) koji kažu da postoji snažna i statistički značajna korelacija između kondicionih i faktora dostignuća sa antropometrijskim parametrima kod elitnih vaterpolista, prema tome i sa stavom Akaraz i saradnici (2011) koji tvrde da su fizički (snaga, eksplozivna snaga, brzina šuta) i antropometrijski faktori važni u determinisanju krajnjeg rezultata u vaterpolu.

## ZAKLJUČAK

Kao što je istaknuto na početku ovog rada vaterpolo je fizički i mentalno veoma zahtjevna sportska disciplina. Paralelno sa njegovim razvojem mijenja se jedan broj faktora koji su veoma bitni za njegov kvalitet. To je snažan razlog zbog kojeg se istraživanja vaterpolo igre moraju izvoditi permanentno na svim poljima od kojih ona zavisi. Ovim istraživanjem je dokazano da brzina plivanja elitnih vaterpolo igrača ne zavisi od antropometrijskih i specifično-motoričkih kvaliteta, već prvenstveno od tehničkih znanja. Isto tako brzina šuta elitnih vaterpolista direktno zavisi samo od maksimalne snage, dok indirektno preko maksimalne snage ostvaruje vezu i sa tjelesnom masom i tjelesnom visinom. U ovom istraživanju se pokazalo da veći nivo maksimalne dinamometrijske sile produkuju elitni vaterpolisti veće tjelesne mase, potom tjelesne visine, BMI i raspona ruku, što takođe govori da su vaterpolisti većih tjelesnih dimenzija snažniji od vaterpolista sa manjim vrijednostima tih pokazatelja.

Kao završni zaključak, može se istaći da, međusobna povezanost antropometrijskih parametara i specifično-motoričkih pokazatelja igra veoma važnu ulogu u kvalitetu elitne vaterpolo igre. Međutim u okviru različitih vaterpolo škola odnos između morfoloških i fizioloških parametara je drugačiji i podložan je stalnim promjenama. To nam govori da ne postoji jedinstven i idealan morfološko-motorički profil elitnog vaterpolo igrača. Ti profili međusobno mogu



ličiti, ali uvijek imaju svoje specifičnosti, koje su veoma bitne. Buduće studije bi se trebale baviti analizom tih specifičnosti.

## LITERATURA

- Alcaraz, P. E., Abrales, J. A., Ferragut, C., Rodríguez, N., Argudo F. M., & Vila, H. (2011). Throwing velocities, anthropometric characteristics, and efficacy indices of women's European water polo subchampions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3051–3058. doi: 10.1519/JSC.0b013e318212e20f
- Alcaraz, P. E., Abrales, J. A., Ferragut, C., Vila, H., Rodríguez, N., & Argudo F. M. (2012). Relationship Between Characteristics of Water Polo Players and Efficacy Indices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1852–1857. doi: 10.1519/JSC.0b013e318237ea4f
- Anderson, M., Hopkins, W., Roberts, A., & Pyne, D. (2008). Ability of test measures to predict competitive performance in elite swimmers. *Journal of Sports Science*, 26(2), 123–130. doi: 10.1080/02640410701348669
- Barry, B., & Maria, I. V. (2010). Leg length, body proportion, and health: A review with a note on beauty. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(3), 1047–1075. doi: 10.3390/ijerph7031047
- Bloomfield, J., Blanksby, B. A., Ackland, T. R., & Allison, G. T. (1990). The influence of strength training on overhead throwing velocity of elite water polo players. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(3), 63–67.
- Cazorla, G., & Montpetit, R. R. (1988). Metabolic and Cardiac Responses of Swimmers, Modern Pentathletes, and Water Polo Players During Freestyle Swimming to a Maximum. In B. Ungerechts, and K. Wilke Reischle (Eds.), *Swimming Science V. International Series on Sport Sciences* (pp. 251–257). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Dopsaj, M., Matković, I., & Zdravković, I. (2000). The relationship between 50m-freestyle results and characteristics of tethered forces in male sprint swimmers: a new approach to tethered swimming test. *Facta Universitatis*, 1(7), 15–22.
- Ferragut, C., Abrales, J. A., Vila, H., Rodríguez, N., Argudo F. M., & Fernandes, R. J. (2011a). Anthropometry and throwing velocity in elite water polo by specific playing position. *Journal of Human Kinetics*, 27(1), 31–44.
- Ferragut, C., Vila, H., Abrales, J. A., Argudo F. M., Rodríguez, N., & Alcaraz, P. E. (2011b). Relationship among maximal grip, throwing velocity and anthropometric parameters in elite water polo players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 26–32.
- Fernandez, J. R., & Vilas-Boas J. P. (2012). Time to exhaustion at the VO<sub>2</sub> max velocity in swimming: A review. *Journal of Human Kinetics*, 32, 121–134.
- Goon, D. T., Toriola A. L., Musa, D. I. & Akusu, S. (2011). The relationship between arm span measurement and stature in Nigerian adults. *Kinesiology*, 43(1), 38–43.
- Homma, M. (2000). Load above the water surface during the movements in synchronized swimming. *Bulletin of sports methodology*, 16, 13–22.
- Idrizović, K., Milošević, D., & Pavlović, R. (2013). Physiological differences between top elite and elite water polo players. *Sport Science*, 6(2), 59–65.
- Idrizović, K., Uljević, O., Ban, Đ., Spasić, M. & Rausavljević, N. (2013). Sport-specific and anthropometric factors of quality in junior male water polo players. *Collegium Antropologicum*, 37(4), 1261–1266.
- Joris H. J. J., Muijen Van, E., Ingen Schernau Van, G. J., & Kemper, H. C. G. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *J. Biom*, 18, 409–414. doi: 10.1016/0021-9290(85)90275-1
- Knechtle, B., Baumann, B., Knechtle, P., & Rosemann, T. (2011). What influences race performance in male open-water ultra-endurance swimmers: Anthropometry or training? *Human Movement*, 11(1), 5–10.
- Kondrič, M., Uljević, O., Gabrilo, G., Kontić, D., & Sekulić, D. (2012). General anthropometric and specific physical fitness profile of high-level junior water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 32, 157–165. doi: 10.2478/v10078-012-0032-6
- Lozovina, V., & Pavičić, L. (2005). Anthropometric changes in elite male water polo players: Survey in 1980 and 1995. *Croatian Medical Journal*, 45, 202–205.
- Lozovina, M., Durović, N., & Katić, R. (2009). Position specific morphological characteristics of elite water polo players. *Collegium Antropologicum*, 33(3), 781–789.
- Lozovina, M., Lozovina, V., & Pavičić, L. (2012). Morphological changes in elite male water polo players: Survey in 1980 and 2008. *Acta Kinesiológica*, 6(2), 85–90.
- Lupo, C., Tessitore, A., Minganti, C., & Capranica, L. (2010). Notational analysis of elite and sub-

- elite water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 223–229. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c27d36
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stew, A., & Carter, L. (2006). *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom, South Africa: The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).
- Meckel, Y., Bishop, D., Rabinovich, M., Kaufman, L., Nemet, D., & Eliakim A. (2013). Repeated Sprint Ability in Elite Water Polo Players and Swimmers and its Relationship to Aerobic and Anaerobic Performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(4), 738–743.
- Melchiorri, G., Castagna, C., Sorge R., & Bonifazi, M. (2010). Game activity and blood lactate in men's elite water-polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2647–2651. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e3486b
- Milanović, D., & Vuleta, D. (2013). Association between morphological dimensions of water polo players and play performance indicators. *Sport Mont*, 11(37, 38, 39), 447–453.
- Reeves, S. L., Varakamin, C., & Henry, C. J. (1996). The relationship between arm-span measurements and height with special reference to gender and ethnicity. *European Journal of Clinical Nutrition*, 50(6), 398–400.
- Sanders, R. H. (1998). Lifting performance in aquatic sports. In H. J. Riehle and M. M. Vieten (Eds), *Proceedings book of XVI International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 25–39). Germany: University of Konstanz.
- Sanders, R. H. (1999). Analysis of the eggbeater kick used to maintain height in water polo. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 284–291.
- Siders, W. A., Lukaski, H. C., & Bolonchuk, W. W. (1993). Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(2), 166–171.
- Smith, H. K. (1998). Applied physiology of water polo. *Sports Medicine*, 26(5), 317–334. doi: 10.2165/00007256-199826050-00003
- Snyder, P. (2008). *Water polo for Players & Teachers of Aquatics*. Los Angeles, CA: Los Angeles Olympic Foundation.
- Steele, M. F., & Chenier, T. C. (1990). Arm-span, height and age in black and white women. *Annals of Human Biology*, 17(6), 533–541. doi: 10.1080/03014469000001312
- Goon, D. T., Toriola, A. L., Musa, D. I., & Akusu, S. (2011). The relationship between arm span measurement and stature in Nigerian adults. *Kinesiology*, 43(1), 38–43.
- Tsekouras, Y. E., Kavouras, S. A., Campagna, A., Kotsis, Y. P., Syntosi, S. S., Papazoglou, K., & Sidossis, L. S. (2005). The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 35–41. doi: 10.1007/s00421-005-1388-2
- Van der Wende, K. (2005). *The effects of game-specific task constraints on the outcome of the water polo shot*. Auckland, New Zealand: Auckland University of Technology.
- Vila, H., Ferragut, C., Argudo, F. M., Abrales, J. A., Rodrigues, M., & Alacid, F. (2009). Relationship between anthropometric parameters and throwing velocity in water polo players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4(1), 57–68. doi: 10.4100/jhse.2009.41.07
- Zampagni, M. L., Casino, D., Benelli, P., Visani, A., Marcacci, M., & De Vito, G. (2008). Anthropometric and strength variables to predict freestyle performance times in elite master swimmers. *Journal of Strength Conditioning Research*, 22(4), 1298–1307. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a597b
- World Medical Association Declaration of Helsinki. (2103). *Ethical principles for medical research involving human subjects*. Retrieved from <http://jama.jamanetwork.com/> on 10/22/2013.

Primljeno: 23. mart 2014

Izmjene primljene: 19. jun 2014

Odobreno: 19. jun 2014

Korespondencija:  
 dr Kemal Idrizović  
 Fakultet za sport i fizičko vaspitanje  
 Džordža Vašingtona 6/176,  
 81000 Podgorica  
 Crna Gora  
 Telefon: + 382 67 541 617  
 E-mail: kemo@t-com.me